

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Kalle Kupsu

## **Vedenpainekoe, ulkopuolisen vedeneristeen laadunvarmistus**

Opinnäytetyö 2019

## Tiivistelmä

Kalle Kupsu

Vedenpaineekoe, ulkopuolisen vedeneristeen laadunvarmistus, 20 sivua, 1 liite

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Opinnäytetyö 2019

Ohjaajat: lehtori Paula Kokko, Saimaan ammattikorkeakoulu, työnjohtaja liro

Espo, Peab Oy

Työn tarkoituksena oli tutkia vedenpaineekokeiden suorittamiseen olevien ohjeistuksien toimivuutta. Omien käytännön kokeiden ja alan kirjallisuuden pohjalta on laadittu vedenpaineekokeidentyökortti helpottamaan työnjohtajan työtä.

Työtä varten on kerätty informaatiota alan kirjallisuudesta, ohjeista ja määräyksistä. Omat havainnot on kerätty työnjohtoharjoittelussa Peab Oy:n asuinkerrostalotyömaalla Espoossa.

Opinnäytetyö käsittelee vedenpaineekokeiden nykykäytäntöjä ja mahdollisia heikkouksia ulkopuolisten vedeneristeiden laadunvarmistuksena. Vedenpaineekoe suoritetaan ulkopuoliselle vedeneristeelle, jotta varmistutaan sen vedenpitävyydestä. Mitä vaikeammin korjattava rakenne on kyseessä, sitä suositeltavampaa on myös kokeen suorittaminen.

Työn perusteella voidaan todeta, että vedenpaineekokeen suorittamiseen ja laadunvarmistuksen dokumentointiin ei ole selkeää vaiheistettua ohjetta.

Asiasanat: vedenpaineekoe, vedeneriste, väriaine

## **Abstract**

Kalle Kupsu

Water pressure test, quality assurance of external waterproofing, Number of pages 20, 1 appendix

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Program in Construction Management

Bachelor's Thesis 2019

Instructors: Ms Paula Kokko lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Mr Iiro Espo, construction manager, Peab Oy

The purpose of this work was to investigate the functionality of the instructions for performing the water pressure test. Based on our own practical tests and literature in the field, a water pressure test workcard has been prepared to facilitate the work of the supervisor.

Information on literature, guidelines and regulations in the field has been gathered for the work. My findings have been gathered in a job coaching practice at the Peab Oy residential building site in Espoo.

The thesis deals with current practices of water pressure tests and possible weaknesses as quality assurance of external waterproofing. The water pressure test is carried out on an external waterproofing to ensure its water resistance. The harder the structure to be repaired is, the more advisable is the test.

On the basis of the work it can be stated that there are no clear step-by-step instructions for conducting the water pressure test and documentation of the quality assurance.

Keywords: Water pressure test, waterproofing, colouring

## Sisällys

1	Johdanto.....	5
1.1	Tutkimuksen tausta.....	5
1.2	Tutkimuksen tavoite.....	5
2	Vedenpainekoe.....	6
2.1	Nykykäytäntö.....	6
2.2	Menetelmän heikkoudet.....	7
3	Laadunvarmistus.....	8
3.1	Työnjohtajan merkitys laadunvarmistuksessa.....	10
3.2	Virheet käännetyn katon vedeneristyksessä.....	11
4	Kokeen suoritus väriaineella värjättyllä vedellä.....	13
5	Työkortti.....	15
5.1	Vedenpainekoeallas.....	17
5.2	Kaivojen tulppaus.....	18
6	Johtopäätökset ja yhteenveto.....	19
6.1	Johtopäätökset.....	19
6.2	Yhteenveto.....	20
	Lähteet.....	21
	Liitteet	
	Liite 1: Vedenpainekoe-työkortti	

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Laatuvirhe syntyy huonojen käytäntöjen ja puutteellisen valvonnan seurauksena. Rakentamisen laatuvaatimukset ovat kiristyneet ja käytettävät menetelmät ovat vuosien aikana parantuneet. Pihakansien rakennusvirheet tulevat poikkeuksetta näkyviin vesivuotoina.

Nykyisin rakennuksien suunnittelussa suositaan paljon maanalaisia autohalleja ja muita tiloja, joissa vesikattorakenne on niin sanottu käännetty katto, eli vedeneriste on rakennetyypissä alimmaisena ja päällä on varsinainen lämmöneriste pintakerroksineen. Tämä rakennetyyppi on erittäin haastava ja kallis korjata, ja se on aiheuttanut suuria takuutyökustannuksia rakennusliikkeille.

Nykyisen lainsäädännön ja käytännön mukaan asuinkerrostalojen tai paikoitus-hallien rakentamisen laadunvalvonnassa ei vaadita vedenpainekeiteita tai muita laadunvarmistustoimenpiteitä mahdollisten vesivuotojen paikallistamiseksi ennen pintakerroksien rakentamista.

Työnjohtoharjoitteluni sijoittui rakennusliikkeen työmaalle, jossa rakennettiin olemassa olevan autohallin päälle kerrostaloja. Vastuualueenani oli rakennuksien ulkopuolelle sijoittuvien töiden johtaminen. Harjoitteluajan töistä haastavimmaksi osoittautuivat autohallin ja asuinkerrostalojen rajapinnan rakenteet ja niiden veden-eristys. Päätin tehdä opinnäytetyön aiheesta, jotta laadunvarmistustoimenpiteitä suoritettaisiin ja mahdollisilta yllätyksiltä vältyttäisiin rakennuksen valmistuttua.

## 1.2 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on tutkia vedenpainekeiteen heikkouksia ja yrittää etsiä parannusehdotuksia menetelmään. Suomessa rakennetaan ympäri vuoden, ja olosuhdevaihtelut ja rakennusteknisesti vaikeat rajapinnat tuovat tarpeen tutkia menetelmän kehitysmahdollisuuksia.

Olemassa oleva ohjeistus vedenpainekekeen suorittamiselle ei ota kantaa tarkemmin kekeen aikana tehtäviin havaintoihin. Tärkeää olisi, että ohjeistuksessa määriteltäisiin tehtävät laadunvarmistustoimenpiteet ja tarkastukset.

Tutkimuksen tavoite on tehdä vedenpainekekeen suoritukseen työkortti, joka huomioi lähtötilanteen, olosuhteet ja dokumentoinnin merkityksen. Tutkimuksessa ei ole tarkoitus tutkia vaikutusajan suhdetta vesipatsaan korkeuteen tai vertailla eri väriainetuotteiden toimivuutta. Työkortti toimii työnjohtajan apuna tehtävän suunnittelussa ja tarkastuslistana tehtävän aikana.

## **2 Vedenpaineke**

### **2.1 Nykykäytäntö**

Vedeneristysten vedenpitävyys tarkistetaan vedenpainekekeella, jos niin on suunnitelma-asiakirjoissa määrätty. Vedenpainekeetta suositellaan käytettäväksi kalliissa ja vaikeasti korjattavissa kohteissa kuten autokansilla, uima-altaissa ja käännetyissä rakenteissa. (1, s. 292.)

Vedenpainekekeessa tarkasteltavan alueen kaivot ja muut vedenpoistumisreitit tukitaan väliaikaisesti vedeneristystä vaurioittamatta. Kaivot ovat helpoiten tulpattavissa padotuspallolla. Kaltevilla pinnoilla rakenteeseen tehdään tarvittaessa porrastetusti veden virtausesteet rakennetta rikkomatta. (2, s.163.)

Valmiin vedeneristyksen päälle lasketaan vettä 100 – 300 mm. Yli 300 mm:n vedenpainetta käytetään ainoastaan ns. vedenpaine-eristyksissä. Vedenpaineen annetaan vaikuttaa eristykseen 12 tuntia – 3 vrk, jonka aikana seurataan alapuolisten rakenteiden mahdollista kostumista erityisesti liittymärakenteiden läheisyydessä. (2, s.163.)

Vedenpainekekeen jälkeen vedeneristettä ei saa rasittaa mekaanisesti (esim. ajoneuvoliikenteellä) ennen lopullisten pintakerrosten tai muiden suojaavien rakenteiden päälle asentamista (2, s.163).

Erittäin vaativissa kohteissa rakenteeseen voidaan asentaa kosteusanturit ennen vedeneristystä, jolloin voidaan seurata rakenteen kriittisten kohtien kosteustilaa tarkemmin (2, s.163).

## **2.2 Menetelmän heikkoudet**

Vedenpainekokeella saadaan selvitettyä vedeneristeen vedenpitävyys. Alapuolissa tiloissa saattaa olla vettä tai kosteutta, joten vuotoja ei välttämättä pystytä havaitsemaan riittävän selvästi. Vaikutusajan määrittäminen ohjeiden lyhimmän 12 tunnin mukaan ei välttämättä paljasta kuin suurimmat työvirheet ja vuodot vedeneristeessä.

Käännettyssä rakenteessa vedeneristeen alapuolinen rakenne on useimmiten elementti kuten ontelolaatta tai paikalla valettu massiivilaatta. Ontelorakenteissa tai muissa veden virtauksen mahdollistavissa rakenteissa vesi voi johtua kauas vuotopaikasta, jolloin vuotopaikan havaitseminen on erittäin hankalaa eikä oikean vuotokohdan toteaminen perustu validiin tietoon. Rakenteen paksuus vaikuttaa myös siihen, kuinka nopeasti vedeneristeen läpi johtuva vesi tavoittaa rakenteen alapinnan. (1, s.71.)

Valmiin vedeneristyksen päälle lasketaan vettä 100 – 300 mm. Vesipatsas antaa testattavalle vedeneristeelle erilaisen vedenpaineen vesipatsaan korkeuden mukaan. Selkeät työvirheet paljastuvat pienemmälläkin vesimäärällä, mutta vesipatsaan korkeus pitäisi suhteuttaa vaikutusaikaan. Vesipatsaan korkeudesta suhteessa vedenpainekokeen vaikutusaikaan ei ole olemassa taulukkoa tai ohjetta. Oma arvio vedenpainekokeessa käytetyn vesipatsaan korkeudesta on esitetty työkortin ohjeistuksesta. Vedenpainekokeen tarkoitus on kuitenkin arvioida vedeneristyksen kelpoisuutta. Omien kokemusten perusteella kannattaa kokeen vaikutusaika olla riittävän pitkä, esimerkiksi 72 h, jotta voidaan todella varmistua vedeneristyksen kelpoisuudesta. Tutkimuksen tavoitteena ei ole ollut tutkia vaikutusajan suhdetta vesipatsaan korkeuteen. (2, s.163.)

### 3 Laadunvarmistus

Ennen vedeneristystyön aloittamista pitää eristettävän pinnan laatu aina tarkastaa vähintään silmämääräisesti ja tarvittaessa mittauksin. Alustasta voidaan tarkistaa myös tartunta mittaamalla se vetokokeella. Vetokoe suoritetaan veto-koelaitteella. Tavanomaisempi tartunnan mittauskoe on ensimmäisen kermieristekerroksen tarttumisen mittaaminen alustaan. Alustan tartunnan mittaaminen antaa tiedon, miten hyvin alusta on puhdistettu. Alustan puhdistusmenetelmä vaikuttaa olennaisesti tartuntaan. (1, s.289.) Kuvassa 1 testataan kermieristeen tartuntaa alustaan vetokoelaitteella.



Kuva 1. Kermieristeen tartunnan testaus vetokokeella (kuvaaja Kalle Kupsu)

Myös sääolosuhteet tulee huomioida ennen työn aloittamista. Jos työkohte on taivasalla, tulee eristettävän alueen päälle rakentaa katos tai pitää työkohte muuten säältä suojassa. Jos vedenpaine-kohteita joudutaan suorittamaan talvella, joudutaan sääsuojasta poikkeuksetta myös lämmittämään. Alustan kosteus- ja tar-



tuntamittaukset vaativat noin +20 °C lämpötilan, jotta mittauksia voidaan suorittaa. Vedeneristysalustan laadunvarmistuksen kannalta tarkastettavia asioita ovat pinnan tasaisuus, pinnan kosteus, sementtiliiman määrä pinnassa ja pinnan laatu. (1, s.289.)

### **Pinnan tasaisuus**

Pinnan tasaisuuden osalta on tarkastettava, ettei rakoja ja haitallisia halkeamia ole. Hammastukset tulee tasoittaa käyttötarkoitukseen soveltuvalla sementtipohjaisella tasoitteella. Vaihtoehtoisesti vedeneristettävän pinnan hammastuksia voidaan tasoittaa myös hiomalla. Suuremmat raot tulee täyttää tai valaa umpeen. Alustassa olevat pienet halkeamat eivät ole este eristystyön aloittamiselle. Suurempien halkeamien syyt tulee selvittää ennen vedeneristeen asennusta. (1, s.288.)

### **Pinnan kosteus**

Suhteellinen kosteus saa olla enintään 90 % RH 0 – 10 mm syvyyteen. Mittauksen suorittamiseen varmin on näytepalamenetelmällä. Kosteuden mittaamisella varmistetaan vedeneristeen tartuntaa alustaan. Vallitsevat sää olosuhteet aiheuttavat haasteita kosteusmittauksen toteuttamiseen. Olosuhteiden hallinta on helpompaa, jos vedeneristettävä osakohde on sääsuojattu. (1, s.290.)

### **Sementtiliiman määrä pinnassa**

Sementtiliima on poistettava alustasta ennen vedeneristystyötä. Mekaanisen puhdistamisen jälkeen pinta katselmoidaan silmämääräisesti ja tarvittaessa voidaan tartunnan laatua mitata vetokokeella. Sementtiliiman poistamiseen tehokkaimmat menetelmät ovat sinko- tai hiekkapuhallus. (3, s.4.)

### **Pinnan laatu**

Pinnan vetolujuuden tulee olla  $> 0,8 \text{ N/mm}^2$ . Vetolujuus mitataan vetokokeella. Tuloksesta voidaan todeta pinnan puhdistuksen laatu. Jos alustaan on jäänyt poistamatonta sementtiliimaa, ovat vetokokeen tulokset selvästi huonompia. Hiomalla tehty betoniliiman poisto jättää tasaisemman pinnan, jolloin pinnan vetolujuudesta saadaan heikompia tuloksia kuin muilla puhdistusmenetelmillä. (3, s.3.)

Ennen vedeneristystyön aloitusta tulee myös tarkastaa, että rakenteessa on riittävät ja suunnitelmien mukaiset kallistukset kaivoille. Alustan kallistus käännetyssä rakenteessa on yleisesti 1:80. (3, s.3.)

Työn edetessä tehtävistä tarkastuksista tulee tehdä merkintöjä työmaapäiväkirjaan. Osakohdetarkastuksien raportit kuuluvat laadunvarmistusmatriisiin. Tarkastuksien suoritustavat ja todetut mittaustulokset kirjataan myös työmaapäiväkirjaan. Laadunvarmistusmatriisi määrittää tarvittavia tarkastuksia ja niihin osallistuvat tahot, sekä suoritustapoja. Osakohdetarkastukset ovat työnjohtajan tuotannon valvontaa ja laadunvarmistamista. (2, s.162.)

Kermieristyksen laadunvarmistuksessa arvioidaan alustaa ja valmiin rakenteen veden pitävyyttä. Vedenpaineokeen tekemistä suositellaan, mutta sen määrittäminen hankkeen laadunvarmistustoimeksi on rakennuttajan ja pääsuunnittelijan päätettävissä. Hyvää rakennustapaa noudattava laadunvarmistustoimi ei ole määrätty laissa. (1, s.292.)

### **3.1 Työnjohtajan merkitys laadunvarmistuksessa**

Työnjohtajalla on vastuu, että laadunvarmistustoimenpiteet tehdään projektin laadunvarmistusmatriisin mukaisesti. Ennen tehtävän aloitusta tehdään tehtäväsuunnitelma, joka määrittää tehtävän kulkua, kustannuksia ja tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet.

Ennen töiden aloitusta työmaalla pidetään aloituspalaveri, jossa käydään urakoitsijan kanssa läpi tehtävän aloitusedellytykset, suunnitelmat ja työmaan asettamat tavoitteet. Aloituspalaverissa käydään perusteellisesti läpi suunnitelmat, jotta pääurakoitsija ja aliurakoitsija ovat yhteisymmärryksessä menossa kohti yhteistä päämäärää. Työvaiheet pitävät sisällään yleisesti osakohteen vastaanottotarkastuksen, luovutustarkastuksen ja lisäksi laadunvarmistusmatriisiin mukaiset mallityöt. Mallityöt katselmoidaan tehtäväkohtaisesti. Katselmuksiin osallistuu työnjohtaja, valvoja ja mahdollisesti suunnittelija. (4.)

### **3.2 Virheet käännetyn katon vedeneristyksessä**

Tässä luvussa käydään tarkemmin läpi käännetyn katon vedeneristyksessä esiintyviä mahdollisia virheitä. Käsiteltävillä virheillä on selvä yhteys vedenpaine-kokeeseen. Tehtävän suunnitelmiin perehtyminen, aikataulutusta ja aloitusedellytysten varmistaminen ovat keskeisiä asioita työvirheiden välttämiseksi.

#### **Betonipinnan epätasaisuudet ja liiallinen sementtiliima betonipinnassa**

Vedeneristeen alustan pitää olla tasainen ja mekaanisesti puhdistettu. Mekaaninen puhdistus voidaan suorittaa hiomalla, sinko- tai hiekkapuhalluksella. Alustan puhdistuksen laatu ja puhdistustapa vaikuttavat tartuntaan. Mitä huolellisemmin alusta puhdistetaan, sitä paremmin vedeneriste tarttuu alustaan. Hiomalla tehty sementtiliiman poistaminen kuitenkin tasoittaa pintaa ja poistaa betonin huokosia. Sinko- ja hiekkapuhallus jättävät karkeamman pinnan, johon vedeneriste tarttuu lujemmin kiinni. (1, s.289.)

#### **Pölyinen tai epäsiisti tartuntapinta**

Alusta tulee imuroida ennen eristystyön aloittamista, jotta pölyä tai muuta irta-ainesta ei jää alustan päälle. Käytettäviin puhdistusmenetelmiin on erilaisia pölynpoistojärjestelmiä. Sinkopuhallus on suljettu ja pölytön puhdistustapa. Pöly imetään imurilla välittömästi suljettuun säiliöön ja näin estetään pölyhaitat ympäristössä. Hionta työkaluihin löytyy useita vaihtoehtoja pölynpoistoon. Hiekkapuhallus on tehokas puhdistusmenetelmä, mutta sen pölyhaitat ovat vaikeammin hallittavissa. Puhdistusmenetelmä tulee valita kohteen vaatimusten mukaan. (3, s.4.)

#### **Väärät materiaalit**

Hankkeen suunnitelmissa määritetään käytettävät materiaalit. Työnjohtajan tulee varmistaa, että käytetyt materiaalit ovat suunnitelmien mukaisia. Väärien materiaalien käyttö ei välttämättä paljastu vedenpaine-kokeessa. Käännettyssä rakenteessa vedeneristys on VE80 tai VE80R. VE-luku kuvaa alustan kallistusta. Bitumikermi luokitellaan neljään tuoteluokkaan: TL 1, TL 2, TL 3 ja TL 4. Eri tuoteluokille on asetettu erilaiset bitumikermien tuoteluokkavaatimukset. (5, s.8.)

## **Eristettävä pinta on liian kostea**

Alustan liiallinen kosteus huonontaa tartuntaa alustaan. Kosteus mitataan 10 mm:n syvyydeltä 20 °C:n lämpötilassa RT 14-10984-ohjeen mukaisella näytepalamenetelmällä. Porareikämittausta voidaan myös käyttää, mutta näytepalamenetelmä on yleisesti paremmin soveltuva. Näytepalamenetelmä soveltuu peremmin käytettäväksi kosteuden mittaussuunnitelman menetelmäksi, koska se on vallitsevista olosuhteista riippumaton mittaussuunnitelma. Betonin suhteellisen kosteuden tulee olla betonin pintakerroksessa 0 – 10 mm:n syvyyteen korkeintaan 90 % RH. (6, s.1 – 3).

## **Vuodot läpivienneissä tai liittymärakenteissa**

Läpivienneissä tulee käyttää laipallisia tarkoitukseen soveltuvia läpivientitarvikkeita. Läpivientikappaleen tulee limittyä eristyskerroksien väliin samalla tavalla kuin käännetyin katon kaivojen. Väärin tai huolimattomasti toteutetut läpiviennit tulevat usein ilmi viimeistään vedenpainekeksessä. (3, s.7.)

## **Liian matalat ylösnostot**

Ylösnostojen tulee ulottua 300 mm valmiin pinnan yläpuolelle. Liian matalat ylösnostot aiheuttavat riskin, jolloin vettä voi johtua rakenteeseen. Vedeneristeiden nostoissa tulee huomioida kerrosten limitykset. Jos ylösnostojen korkeus tai kerroksien limitykset eivät ole suunnitelmien mukaiset, saatetaan vedenpainekeksessä havaita vuotoja. (3, s.7.)

## **Kaivon liityntä kermiin (limitykset)**

Käännetyin katon kaivoissa on laippa, joka jää kermieristekerroksien väliin. Kaivon syvennyksen kohdalle asennetaan ensin kermi, jonka päälle vasta asennetaan kaivo. Kaivon laippa jää näin ollen kahden kermieristekerroksen väliin. Lisäksi kaivo voidaan kiinnittää mekaanisesti alustaan. Kaivon mekaanisessa kiinnityksessä tulee huomioida, että kiinnitykset tehdään kaivon laipan ulkokehälle. Liian lähellä kaivon keskiosaa tehdyt mekaaniset kiinnitykset ovat mahdollisia vuotokohtia pidemmällä tarkastelu välillä. (3, s.7 – 8.)

Vedenpainekekkeessa kaivoihin kohdistuu suurempi paine, koska padottu vesipatsas on kaltevan pinnan vuoksi suurempi kaivon kohdalla. Kokeen ajaksi kaivot tulee tulpata. Tulppaamiseen on suositeltavaa käyttää padotuspalloja, koska niiden poistaminen ei aiheuta enää mekaanista työtä. Kaivojen tulppausta käsitellään tarkemmin luvussa 5.1 Kaivojen tulppaus.

### **Ei huomioida liikuntasauvoja**

Vedeneristeen alle jäävistä liikuntasaumoista ja muista tavanomaisista poikkeavista vedeneristyksistä tehdään omat detaljit. Näiden huomioiminen vedeneristystyössä on erityisen tärkeää. Väärin toteutetut ratkaisut eivät ole toimivia ja huolimattomuudesta aiheutuvat virheet voidaan myös todeta vedenpainekekkeellä. (1, s. 287 – 288.)

### **Kermin tartunta alustaan**

Liian kostealle alustalle tehty vedeneriste kiinnittyy alustaan, mutta sen tartunta on huonompi ja tartunta heikentyy entisestään pidemmällä aikavälillä. Jos kermi ei ole kiinnittynyt alustaan kunnolla, saattaa vedenpainekekkeessä vuodon seurauksena vesi päästä johtumaan vedeneristeen alle. Jos vettä pääsee vuotamaan asennetun vedeneristeen ja alustan väliin, voi edessä olla suuret korjaustoimenpiteet. Alustan sementtiliiman poisto ja puhdistus pölystä tulee suorittaa huolella. Kuten kaikessa, myös näissä työnjohtajan valvonnalla on iso merkitys. (1, s.288.)

### **Valmiin pinnan rasittaminen ennen pintarakenteita**

Valmis pinta voidaan peittää, kun vedenpainekeko on suoritettu hyväksytysti. Vedeneriste tulee suojata lopullisilla rakennetyypin mukaisilla kerroksilla mahdollisimman pian vedenpainekekkeen jälkeen. Vedeneristeelle ei saa aiheutua mekaanista rasitusta vedenpainekekkeen jälkeen. (2, s.163.)

## **4 Kokeen suoritus väriaineella värjättyllä vedellä**

RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet -julkaisu ei mainitse väriaineen käyttöä. Väriaineen käyttöä tulee harkita, jos rakenteessa on

vuotokohtia tai vuotokohtien havaitseminen on erityisen haastavaa. Myös korjausrakentamiskohteissa väriaineen käyttö on mielestäni suositeltavaa mahdollisen vesivahingon välttämiseksi.

Väriaineen valinnassa pitää huomioida, että väriaine ei heikennä asennettua vedeneristettä. Käytössä toimivaksi tuotteeksi totesimme Tecalemit Oy:n maahan tuoman spectroline water glo802-väriaineen (7). Kuvassa 2 vedenpainekoealtaan vesi on värjätty spectroline water glo802 väriaineella.



Kuva 2. Väriaine vedenpainekokeessa (kuvaaja Kalle Kupsu)

Vuotojen toteaminen käytetyllä väriaineella ei anna armoa. Vuodot voi havaita silmämääräisellä tarkastuksella. Veden tai kosteuden havaitseminen alapuolisessa tilassa ei aina takaa varmuutta mistä vuoto on peräisin. Vedenpainekokeessa käytetty väriaine reagoi uv-valoon. Tällä testauksella voidaan todeta selvästi vuodon johtuvan vedeneristyksessä olevasta virheestä. Kuvassa 3 on havaittu putken ulkopuolinen vuoto.



Kuva 3. Väriaine uv-valossa (kuvaaja Kalle Kupsu)

Käytetty väriaine on hankintahinnaltaan arvokasta. Sillä voidaan kuitenkin havaita selvästi virheitä ja vähentää myöhempien korjauskustannusten määrää. Markkinoilla on olemassa muitakin valmistajia. Tutkimuksen tarkoituksena ei ollut tehdä vertailua eri tuotteiden toimivuudesta.

## 5 Työkortti

Tehtyjen käytännön kokeiden tuloksista olen huomannut väriaineen käyttämisestä olevan selvää hyötyä ja käytetty tuote todettiin käyttötarkoituksessa toimivaksi. Hankkeen suunnitelma-asiakirjat määrittävät laadunvarmistustoimet. Lisäksi yrityksen toimintamalli ja käytettävä ohjelmisto vaikuttavat laadunvarmistustoimiin.

Työkortti antaa toiminnallisen ohjeen vaiheittain ja sitä voidaan soveltaa käytettäväksi riippumatta yrityksen ohjelmistosta. Tärkeintä on tarkastuksissa kiinnittää huomiota oikeisiin asioihin ja tehdä havainnot selkeästi tarkastelun alla olevasta osakohteesta.

Olemassa oleva ohjeistus ei ota kantaa kokeen lopputuloksen analysointiin. Käsitkseni mukaan siihen riittää koe, jonka suorituksen aikana vuotoja ei saa tulla. Testauksen läpinäkyvyyttä lisätään huomattavasti tekemällä taulukko, johon merkitään alla luetteloitu tiedot.

### **Päivämäärä**

Päivämäärän merkitseminen: milloin vedenpainekoe on alkanut ja milloin se lopetetaan.

### **Kellonaika**

Kellonajan merkitseminen: milloin vedenpainekoe on alkanut ja milloin se lopetetaan.

### **Lämpötila**

Lämpötila on hyvä merkitä, varsinkin jos vedenpainekoe suoritetaan keväällä tai talvella. Kylmissä olosuhteissa vedenpainekokeella testattava osakohde saataan joutua sääsuojaamaan ja lämmittämään, jotta vedenpainekokeen vesi ei jäädy.

### **Alapuoliset havainnot**

Alapuolisien tilojen havainnot tulee kirjata huolella. Alapuolinen tila voi olla kylmä tai lämmin. Jos rakenteessa on ennestään havaittavissa kosteutta, tulee asia kirjata raporttiin. Valokuvat ennestään kostuneista tiloista on syytä selvittää etukäteen ennen vedenpainekoetta. Pakkaskuukausien aikana kylmissä rakenteisiin muodostuva kosteus tulee huomioida merkitsemällä havaitut huomiot ennen vedenpainekokeen aloitusta raporttiin.

### **Kommentit muutoksista**

Vedenpainekokeen aikana tarkkaillaan vedenpainekoe altaan vesimäärää ja alapuolisen tilan vuotohavaintoja. Kirjaukset tarkastelu hetkellä kuvaavat kokeen etenemistä. Valokuvaukset tarkastelu hetkellä kuvaavat parhaiten muutoksia.



## Tarkastaja

Tarkastuksia suorittaa työvaiheesta vastaava työnjohtaja. Tarkastuksiin voi ottaa mahdollisuuksien mukaan myös urakoitsijan toteamaan yhdessä havaintoja, jolloin tarkastuksen tekeminen on enemmän läpinäkyvää. Mielestäni aloitus- ja lopetustarkastukseen olisi hyvä ottaa myös aliurakoitsija mukaan tekemään havaintoja yhteisesti.

## Valokuvahavainnot tarkasteluhetkellä

Valokuvien laatu, valokuvan ottamispaikka ja valokuvan ottosuunnan merkitseminen dokumentoinnissa antavat vielä tarkemman kuvauksen suoritetusta vedenpainekeestä.

### 5.1 Vedenpainekeallas

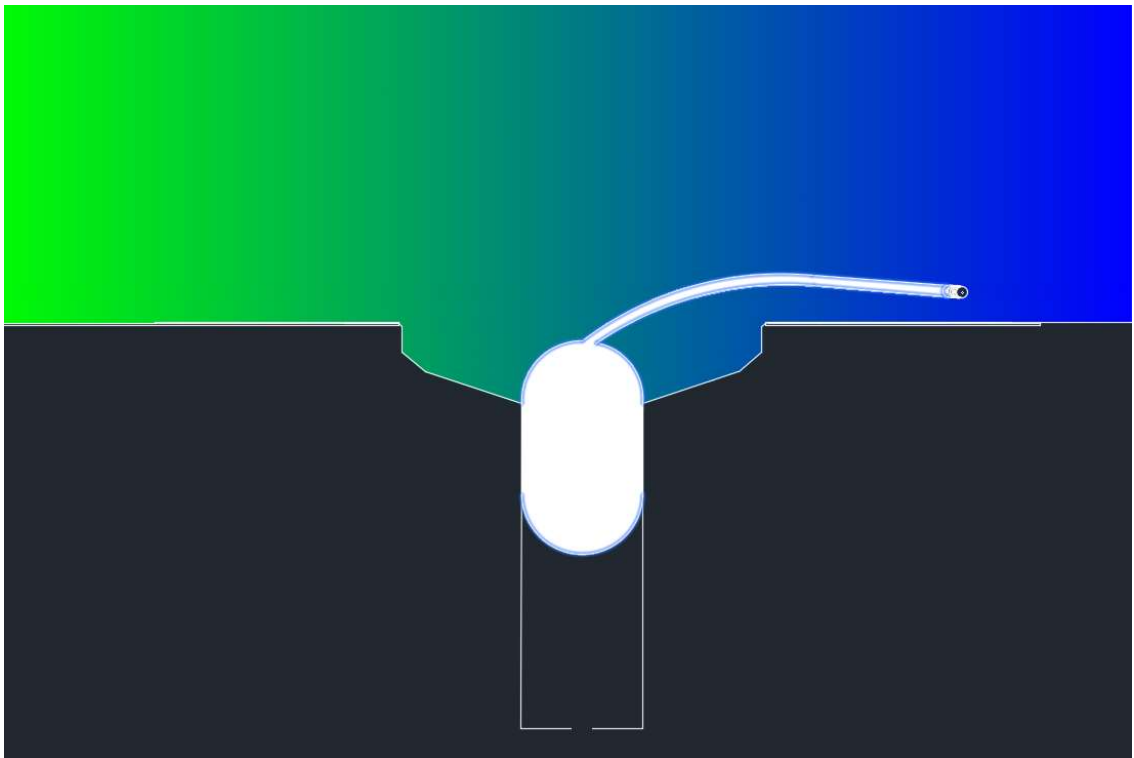
Käännetty rakenne voi rajoittua kauttaaltaan vedeneristettäviin pintoihin. Aina kuitenkin vedeneristettävä kohde ei ole sisäisellä vedenpoistojärjestelmällä toteutettu allas. Vedeneristettävän alueen vedenpoisto voi olla vain johdettu kallistetulla betonivalulla pois päin rakennuksesta. Vedeneristettävät alueet tulee kuitenkin testata vedenpainekeellä, jolloin joudutaan tekemään väliaikaisia padotusesteitä. Kuvassa 4 on havainnoksi esitetty, miten padotuseste on asennettu autohallinkannen reunaan rajoittuvan vedenpainekealtaan reunaan.



Kuva 4. Vedenpainekeeseen liittyvä väliaikainen padotuseste (kuvaaja Kalle Kupsu)

## 5.2 Kaivojen tulppaus

Kaivojen tulppaamiseen on kaksi vaihtoehtoa. Kaivojen tulppaaminen voidaan suorittaa padotuspallolla tai asentamalla väliaikainen kermieristeen kappale kaivon päälle. Kummallakin menetelmällä saadaan testattua suurin osa vedeneristetyistä alasta, mutta vain padotuspalloa käyttämällä testataan myös kaivon reunojen liitokset. Kuvassa 5 on esitetty, miten padotuspallolla tulpattu kaivo on veden alla.

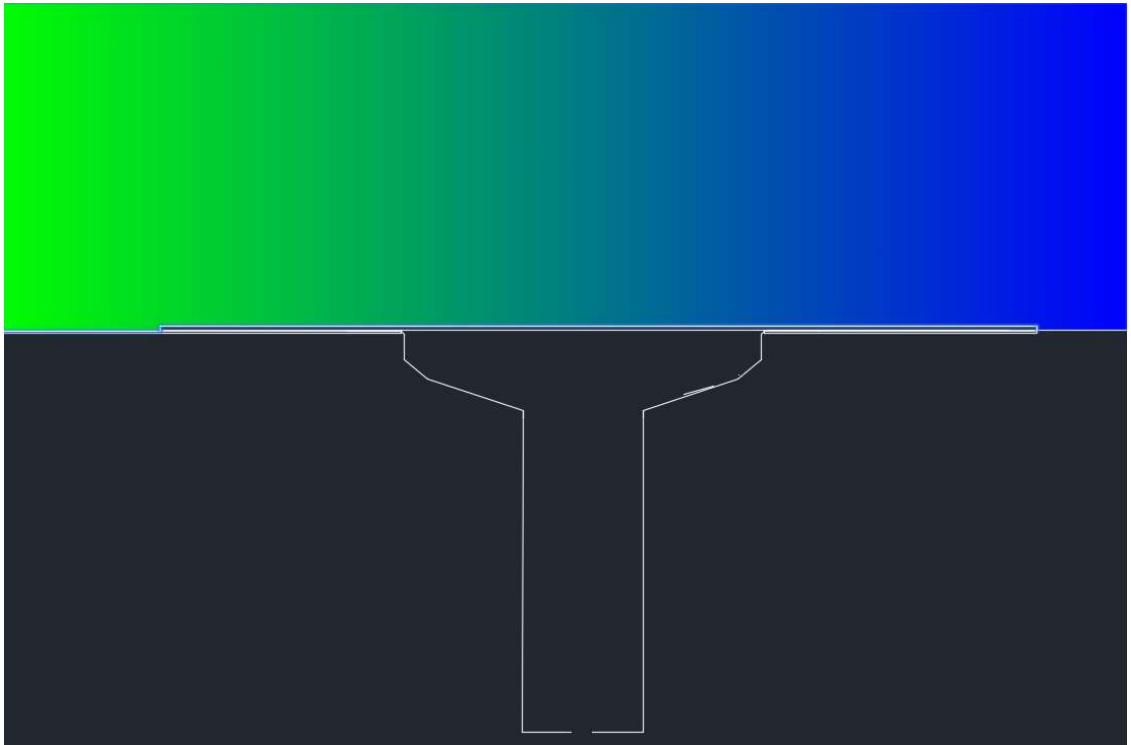


Kuva 5. Kaivon tulppaus padotuspallolla (Kalle Kupsu)

Padotuspallo on kaivon pohjan tasalla tai se voidaan sijoittaa jopa alemmas. Padotuspallon poistamista ennakkoiden on hyvä kiinnittää vedenpoistoa ajatellen vetonaru, jotta pallo ei paineiden poistamisen tai rikkoutumisen yhteydessä päädy purkavaan viemäriin. Vetonaru on myös hyvä varmistus, koska padotuspallo voi myös rikkoutua. Jos padotuspallo rikkoutuu, vedenpaine työntää sen viemäriin ja voi jopa tukkia viemärin.

Kaivon päälle asennettu vedenpainekekeen aikainen ylimääräinen kermieriste joudutaan vedenpainekekeen jälkeen poistamaan. Kaivon päälle asennettu ker-

mieriste ulottuu kaivon yli ja tällä tavoin tulpatun kaivon liittyvät reunat sekä kaivonpohja jäävät testaamatta. Pieni riski on myös se, että väliaikainen ylimääräinen kermieriste poistetaan mekaanisesti vedenpainekokeen jälkeen. Vedenpainekokeen jälkeen vedeneristettyyn alustaan ei saa kohdistua mekaanista rasitusta. Kuvassa 6 on esitetty, miten kermieristeen kappaleella tulpattu kaivo on veden alla.



Kuva 6. Kaivon tulppaus kermieristeen kappaleella (Kalle Kupsu)

## 6 Johtopäätökset ja yhteenveto

### 6.1 Johtopäätökset

Tavoitteenani oli selvittää menetelmän heikkouksia ja kehittää työkortti helpottamaan työnjohdon tehtäväsuunnittelua ja sen valvontaa. Tuloksena muodostuneen työkortin on tarkoitus olla ohje, joka on tarkoitettu yhdenmukaistamaan laadunvarmistus toimien toteutumista.

Työkortin käyttö tehtäväsuunnitteluvaiheessa antaa selkeän kuvauksen vedenpainekokeen suorittamisesta ja muista huomioista liittyen käännettyihin rakenteisiin.

Omiin havaintoihin perustuen ja alan kirjallisuuteen sekä olemassa oleviin työohjeisiin tutustumisen myötä voidaan todeta, että kyseiseen vedenpainekokeen suorittamiseen ei löydy yleistä työkorttia vaan ohjeistus on sanallinen ohje ilman tarkennettua sisältöä.

## **6.2 Yhteenveto**

Tutkimuksessa todettiin, että väriaineen käyttöä tulee harkita, jos rakenteessa on vuotokohtia tai vuotokohtien havaitseminen on erityisen haastavaa. Varsinaisena tavoitteena ollut työkortti on yksinkertainen ja selkeä. Työkortin läpikäyminen ennen tehtävän aloitusta antaa selkeät toimintaohjeet.

Ulkopuolisen vedeneristyksen laadunvarmistaminen vaatii työnjohtajalta normaalia laajempaa testausta ja sen vuoksi on mielestäni hyvä, että siihen on luotu ohje. Työkortti antaa laadunvarmistukselle läpinäkyvyyttä. Ohjeen mukaan tehtynä vedenpainekokeen dokumentointiin kerätään laaja aineisto, jonka pohjalta tehtävä raportti jättää yksiselitteisen koetuloksen.

Työkortin käyttöä voisi jatkotutkimuksena testata käytössä. Jatkotutkimus vaatisi isomman työryhmän, jossa tehtäisiin laadunvarmistuskokeita ohjeistuksen mukaan. Tehtävien kokeiden laadunkehitys tosin voitaisiin mitata vasta pidemmän seurantavälin jälkeen ja toimien täyttymisen valvonta pitäisi toteuttaa ulkopuolisen valvojan toimesta.

## Lähteet

1. RunkoRYL 2010, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, Talonrakennus runkotyöt.
2. RIL-107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet 2013. 3. painos. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Oy. Saarijärven Offset Oy.
3. RT 85-10729, Liikennöidyn tason vedeneristykset. 2000. Helsinki: Rakennustieto Oy.
4. Espo, I. 2019. Työnjohtaja. Peab Oy. Helsinki. Haastattelu 14.03.2019.
5. RT 85-10799, Bitumikermikatteet, perustietoja. 2003. Helsinki: Rakennustieto Oy.
6. RT 14-10984, Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen. 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.
7. Tuotekortti, Tecaletit Spectroline Water Glo 802, <https://www.tecalemit.fi/verkkokauppa/ilmastointihuolto-ja-vuodonetsinta/spectroline-teollisuuden-vuodonetsinta/spectroline-variaineet/1088/water-glo-802-vihrea-variaine-vesi-ja-vesiglykolipohjaisille-nesteille>. Luettu 18.3.2019.

## Liite 1: Vedenpainekoe-työkortti

# Vedenpainekoe-työkortti



## Vedenpainekoe

Ennen vedenpainekoetta:

- suunnitelmien vedeneriste VE80 / VE80R.
- Käännetyn katon kaivot asennettu
- Mesta siivottu ja silmämääräinen tarkastus suoritettu

### Tarkastuskortti 48 h vedenpainekoe

#### Esimerkki.

<u>Vedenpainekoe</u>	<u>PVM</u>	<u>Klo.</u>	<u>Lämpötila</u>	<u>Alapuoliset havainnot</u>	<u>Kommentti</u>	<u>Tarkastaja</u>
Aloitus	<u>12.05.2018</u>	<u>08:00</u>	<u>+15</u>	<u>OK</u>	-	<u>TJ</u>
Tarkastus 12 h	<u>12.05.2018</u>	<u>20:00</u>	<u>+10</u>	<u>OK</u>	-	<u>AU</u>
Tarkastus 24 h	<u>13.05.2018</u>	<u>08:00</u>	<u>+12</u>	<u>OK</u>	-	<u>TJ</u>
Tarkastus 36 h	<u>13.05.2018</u>	<u>20:00</u>	<u>+13</u>	<u>OK</u>	-	<u>TJ</u>
Koe valmis	<u>14.05.2018</u>	<u>08:00</u>	<u>+14</u>	<u>OK</u>	<u>Ei vuotoja</u>	<u>AU &amp; TJ</u>

## Vedenpainekoe, työnjohtajan tarkastukset

- Merkitään testattava lohko
  - Päivämäärä ja kellonaika
  - Olosuhteet, vähintään lämpötila
  - Tehdään valokuvahavainnot alapuolelta.
  - Merkitään pohjakuviin mahdolliset kostuneet kohdat
- Lohko on rajattu väliaikaisilla padotusesteillä
  - Puu/vaneri tms. kermieristetyt stopparit
  - Padotuspallot tms. tulpat kaivoissa
  - Kaivot voidaan myös tulpata kermilapulla  
(poistetaan kokeen jälkeen)
- Täytetään vedenpainekoeohkolle vettä 100 – 300 mm.
  - Vedenpainekoe suositeltava 48 h vesipatsas 150 mm
  - Mitä lyhyempi vaikutusaika 24 h vesipatsas sen mukaan esim. 200 mm
- Tarkkailu alapuolelta ja yläpuolelta vedenpainekokeen aikana
  - Dokumentointia varten valokuvaus kokeen seurannan aikana
  - Alkuhavaintojen jälkeen seurantaväliä voi harventaa
  - Tehdään havaintoja

## Mitä jos vuotaa?

- Aloitusvaiheessa selvät vuodot tulevat nopeasti ilmi.
- Kun havaitset vuodon, varmista veden purkureitti.
- Yritä selvittää vuotokohta, jotta korjauspaikka löytyy.
- Poista tulppaus lohkolta, jolloin vesi poistuu viemäriin. Jos viemärointiä ei ole kytketty, käytä esim. uppopumppua.
- Vedeneristeen korjauksen jälkeen koe uusitaan.

## Miten löydän vuotokohdan?

Vuotoja voi olla välillä vaikea paikantaa. Jos vedenpainekokeessa käytetään väriainetta, voidaan vuodot löytää tarkasti. Alla esimerkki kuva miten Spectoroline Water-Glo 802 väriaine loistaa UV-valossa.



## Miksi väriaine?

Laadunvarmistukseen kannattaa panostaa. Väriaineen käyttö vedenpainekokeissa antaa varmemman lopputuloksen varsinkin, jos alapuolisessa tilassa on havaittavissa lammikoitumista tai kosteutta rakenteissa. Väriainetta ei ole pakko käyttää, mutta se selkeyttää dokumentointia ja vuodot löytyvät varmasti sieltä mistä vuoto tulee.