

Sillan vedeneristystömaan laadunmittaus 2017



Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus 2017

Liikenneviraston ohjeita 2/2017

Kannen kuva: Kyösti Laukkanen

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-364-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 029 534 3000

Tekniikka ja ympäristö -osasto

Vastaanottaja
Liikennevirasto
ELY-keskukset

Säädösperusta
Maantielaki 109 §

Korvaa/muuttaa
Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus,
Liikenneviraston ohjeita 26/2015

Kohdistuvuus
Liikennevirasto
ELY-keskusten liikenne- ja infrastruktuuri
vastualueet

Voimassa
6.2.2017 alkaen toistaiseksi

Asiasanat
Sillanrakennus, sillankorjaus, taitorakenne, vedeneristys, laatu, mittaus, mittausmenetelmät

Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus

Tämä ohje on laadittu käytettäväksi Liikenneviraston siltatyömailla tehtävien siltakannen tiivistys- ja vedeneristystöiden laadunmittauksissa. Ohjeessa mainitut laadunmittausmenetelmät soveltuvat sekä urakoitsijan oman työn laadunohjaukseen että valmiin vedeneristyksen kelpoisuuden osoittamiseen.

Ohjeessa kuvataan tiivistys- ja vedeneristystöiden tärkeimpien laadunmittausten oikeat suoritustavat sekä kerrotaan perustelut, miksi mittauksia tehdään ja miten mittaustuloksia pitäisi tulkita.

Aiempi Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus -ohje on päivitetty ja korvattu tällä uudella ohjeella.

Tekninen johtaja

Markku Nummelin

Silta-asiantuntija

Pekka Siitonen

*Tämä ohje hyväksytään sähköisellä allekirjoituksella.
Sähköisen allekirjoituksen merkintä on viimeisellä sivulla.*

LISÄTIETOJA
Pekka Siitonen
Liikennevirasto
puh. 029 534 3584

Esipuhe

Ohjeessa esitetään Liikenneviraston siltatyömailla vedeneristystöiden kelpoisuuskokeissa noudatettavat menettelytavat ja mittausmenetelmät sekä tulosten tulkinnan perusteet, vedeneristystöiden laadunmittausten oikea suoritustapa, miksi näitä mittauksia tehdään ja miten niiden tuloksia tulisi tulkita. Nämä mittausmenetelmät soveltuvat sekä urakoitsijan oman työn laadunohjaukseen että valmiin eristyksen kelpoisuuden osoittamiseen.

Ohjeen keskeiset muutokset on tehty seuraaviin kohtiin:

- täsmennetty ohjeita sääsuojan sisällä vallitsevien olosuhteiden ohjaamiseksi vaatimusten mukaisiksi hallin sisällä tehtyjen olosuhdemittausten, hallin rakenteiden, tuuletuksen ja tarvittaessa lämmityksen avulla,
- päivitetty kipinäharavamenetelmän ohjeita ja menetelmäkuvausta epoksitiivistyksen vesitiiviiden sekä nestemäisenä levitettävän eristyksen kerrospaksuuden ja vesitiiviiden mittaamiseksi
- päivitetty muuttuneiden menetelmäkuvausten tunnistenumerot
- päivitetty kaikki kenttämittauslomakkeet
- päivitetty viittaukset muihin sillanrakennus- ja korjaustöiden asiakirjoihin.

Liikenneviraston ohjeet edellyttävät, että vedeneristystömaiden eristysolosuhteiden ja valmiiden vedeneristysten kelpoisuuden osoitetaan mittausten avulla täyttävän niille asetetut vaatimukset. Eristysurakoitsijoilla tulee olla siltaeristysten asennustyömailla käytössä Liikenneviraston hyväksymä laadunvarmistusmenettely. Kelpoisuuden osoittamiseen tähtäävissä mittauksissa edellytetään erityisesti, että mittausten suorittaja on hyvin perehtynyt käytettäviin mittausmenetelmiin ja mittausten suorittamiseen. Laatusuunnitelmassa on esitettävä myös epoksitiivistys- tai eristysurakoitsijan omassa työssä käyttämät mittalaitteet.

Vedeneristystömaan laadusta vastaavien tulee ohjata tai valvoa eristystöitä työmaaolosuhteissa tehtävien laadunmittausten avulla. Työmaalla tulee mitata mm. eristysalustan tasaisuus ja karkeus, betonin kosteus, ilman lämpötila, eristysalustan pintalämpötila, ilman kastepistelämpötila, eristyksen ja eristysalustan välinen tartuntavetolujuus, epoksitiivistyksen tartunta alustaan ja vesitiiviyys sekä eräiden eristyskerrosten osalta myös kerrospaksuus. Mittaukset tulee tehdä ja raportoida menetelmäkuvausnäytteinä noudattaen.

Laadunmittausohjeen päivitystyön on suorittanut dipl.ins. Kyösti Laukkanen KSIILASTa. Ohje on tarkastettu ja hyväksytty Liikenneviraston taitorakenneyksikössä.

Helsingissä helmikuussa 2017

Liikennevirasto
Tekniikka ja ympäristö -osasto/taitorakenneyksikkö

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	7
1.1	Yleistä	7
1.2	Laatuvaatimukset	7
1.3	Mittausten suoritus ja dokumentointi	8
2	LAADUNMITTAUSTEN SISÄLTÖ	10
2.1	Eristysalustan puhtaus	10
2.2	Eristysalustan tasaisuus	10
2.3	Eristysalustan makrokarkeus	11
2.4	Eristysalustan kosteus.....	12
2.4.1	Yleistä	12
2.4.2	Eristysalustan kosteusvaatimukset	13
2.4.3	Eristysalustan kosteusmittaukset	13
2.5	Tiivistys- ja eristystöiden sääolosuhteet	14
2.5.1	Sääolosuhdevaatimukset	14
2.5.2	Sääolosuhteiden mittaus ja tulosten tallennus.....	14
2.5.3	Sääsuojan käytön ohjaus olosuhdemittausten avulla.....	16
2.6	Tiivistyksen ja eristyksen tartunta alustaan.....	17
2.6.1	Yleistä	17
2.6.2	Tartuntavetolaitteet.....	17
2.6.3	Tartuntavetokoe	19
2.6.4	Tartuntavetokokeen suoritus	20
2.6.5	Tartuntavetokokeen tulokset	20
2.6.6	Mittaustulosten tarkastelu	20
2.7	Eristysalustan tiivistyksen vesitiiviyys.....	21
2.7.1	Yleistä	21
2.7.2	Vesitiiviyden mittaus.....	21
2.8	Nestemäisenä levitettävän eristyksen optimitiheys, vesitiiviyys ja paksuus.....	22
2.9	Tiivistys- ja eristyskerroksen reikien paikkaus.....	23
3	MENETELMÄKUVAUKSET	24
4	KENTTÄMITTAUSLOMAKKEET	25
	KIRJALLISUUSVIITTEET	26
LIITTEET		
Liite 1	Menetelmäkuvaukset	
Liite 1.1	Jälkihoitojäämien toteaminen betonin pinnasta. VTT TEST 375-93	
Liite 1.2	Pinnan makrokarkeus. Lasihelmimenetelmä. PANK-5103	
Liite 1.3	Betonin absoluuttisen kosteuden mittaus. Kuivatus-punnitus-menetelmä, VTT 2650 - 17	
Liite 1.4	Eristyksen ja eristysalustan välisen tartuntalujuuden mittaustyömaalla. Tartuntavetokoe. VTT 2651 -17	
Liite 1.5	Tiivistysepoksen vesitiiviyden mittaus. Matalajännitemenetelmä. VTT 2654 - 17	
Liite 1.6	Tiivistysepoksen tai nestemäisenä levitettävän eristyksen vesitiiviyden mittaus. Korkeajännitemenetelmä. VTT-S-05050-09-2017.	
Liite 1.7	Tarvikkeet pinnan karkeuden mittausten menetelmään.	

Liite 2	Kenttämittauslomakkeet
Lomake 2.1	Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.1_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
Lomake 2.2.	Eristysalustan tiivistystyön olosuhdepöytäkirja http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.2_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
Lomake 2.3	Vedeneristystyön olosuhdepöytäkirja http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.3_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
Lomake 2.4	Pinnan karkeuden mittaaminen. Lasihelmimenetelmä http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.4_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
Lomake 2.5	Tartuntavetokoe http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.5_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
Lomake 2.6	Epoksitiivistyksen vesitiivisyys tai nestemäisenä levitettävän eristyksen vesitiivisyys ja kerrospaksuus. Korkeajännitemenetelmä http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.6_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
Lomake 2.7	Epoksitiivistyksen vesitiivisyys. Matalajännitemenetelmä http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.7_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls

1 Johdanto

1.1 Yleistä

Tässä ohjeessa käytetään seuraavia määritelmiä:

Eristysalustalla tarkoitetaan siltakannen eristettävää yläpintaa, reunapalkin eristettävää pintaa ja muita eristettäviä pintoja.

Betonin absoluuttinen kosteus tarkoittaa betoninäytteen sisältämää, haihtuvaa kosteutta, mikä poistuu näytteestä, kun se kuivataan tuulettuvassa lämpökaapissa vakio-painoon 105 °C lämpötilassa.

Kastepiste (kastepistelämpötila) on se lämpötila, jossa vesihöyryä sisältävän kaasun suhteellinen kosteus on 100 %.

1.2 Laatuvaatimukset

Infrarakentamisen yleisissä laatuvaatimuksissa (InfraRYL osa 3, Sillat ja rakennustekniset osat) [1] on esitetty yleiset vaatimukset vedeneristysten materiaaleille, eristysalustalle, eristysalustan tiivistyön ja vedeneristystyön tekemiselle sekä kelpoisuuden osoittamiseksi täytettävät vaatimukset ja niihin liittyvien laadunmittausten tai -tutkimusten määrät. Urakka-asiakirjoissa voidaan asettaa eristysalustan tiivistystöille ja siltakannen vedeneristystöille myös työkohtaisia vaatimuksia.

Epoksitiivistys- ja vedeneristystöiden kelpoisuuden todentamiseksi tehdään InfraRYL osassa 3 esitettyjä laadunmittauksia urakka-asiakirjoissa esitettyssä laajuudessa. Tässä ohjeessa on annettu tarkentavia menettelytapa- tai menetelmäohjeita näiden laadunmittausten tekemisestä. Laadunmittaustuloksia tulee verrata InfraRYL osassa 3 esitettyihin laatuvaatimuksiin.

Jos sillan pintarakenteiden korjaustyössä käytetään ns. nopeutettuja korjausmenetelmiä, noudatetaan niille InfraRYL osassa 3 ja muissa urakka-asiakirjoissa asetettuja vaatimuksia.

Liikenneviraston silloilla käytetään vedeneristystuotteita, jotka on esitetty Liikenneviraston internet-sivulla olevassa *Voimassa olevien SILKO-tuotteiden luettelossa* [3].

Liikennevirasto ylläpitää listaa tuotteista, joiden suoritusasoilmoitus (DoP) täyttää kansallisesti Liikenneviraston silloille asetetut kansalliset vaatimukset. Tuotevaatimustaulukot esitetään julkaisussa *"Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset"* [4]. Tuotteille, joille ei ole olemassa harmonisoitua tuotestandardia, ylläpidetään vielä toistaiseksi kansallisia hyväksyntävaatimuksia ja -ohjeita. Myös nämä vaatimukset esitetään julkaisussa *"Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset"*.

1.3 Mittausten suoritus ja dokumentointi

Vedeneristystyömaan laadunmittaukset kohdistuvat eristysalustan laatuun, tiivistys- ja eristystyön aikaisiin olosuhteisiin, urakoitsijan omaan työn ohjaukseen sekä valmiin eristysalustan tiivistyksen ja eristyksen kelpoisuuteen.

Taulukossa 1 on esitetty sillan tiivistys- ja vedeneristystyömaalla mitattavat laatuominaisuudet ja niiden mittaukseen käytettävät mittausvälineet.

Taulukko 1. Siltakannen tiivistys- ja vedeneristystyöissä mitattavat laatuominaisuudet ja niissä käytettävät mittausvälineet.

LAATUOMINAISUUS (InfraRYL, osa 3)	MITTAUSVÄLINEET
Eristysalustan absoluuttinen kosteus	Näytteenottovälineet ja lämpökaappi
Eristysalustan pintakosteus	Pintakosteusmittari
Eristysalustan tasaisuus	1, 5 m oikolauta ja mittakiila
Eristysalustan makrokarkeus	Lasihelmimenetelmän mittausvälineet
Olosuhteet eristysalustan tiivistystyön, vedeneristystyön sekä tiivistysainekerroksen lujittumisen aikana	Ilmanlämpömittari Ilmankosteusmittari Pintalämpömittari Ilman kastepisteen määrittelylaite
Eristysalustan tiivistyksen vesitiiviys	Vesitiiviuden määrittelylaitteet varusteineen
Nestemäisenä levitetyn eristyksen kerrospaksuus	Kerrospaksuuden määrittelylaite varusteineen
Eristysalustan tiivistyksen ja vedeneristyksen tartunta alustaan	Tartuntavetolaite varusteineen

Jos sillan pintarakenteiden korjaustyössä käytetään ns. nopeutettuja korjausmenetelmiä, voidaan tavanomaisilla tavoilla toteutettujen korjaustöiden laadunmittausten suoritustavoista poiketa siten kuin niistä erikseen määrätään InfraRYL osassa 3 tai muissa urakka-asiakirjoissa.

Eristysalustan tiivistystöiden ja vedeneristystöiden urakoitsijoiden teknisissä työsuunnitelmissa tulee esittää laadunmittauksiin käytettävät mittausvälineet.

Urakoitsijan omassa laadunvalvonnassa käytettävät mittauslaitteet tulee esittää laatusuunnitelmassa.

Vedeneristystyömaan laadunmittauksissa käytetään tämän ohjeen mukaisia standardeja, menetelmäkuvauksia ja kenttämittauslomakkeita. Sillan vedeneristystyömaalla käytettävien laadunmittausten menetelmäkuvauksia on esitetty kohdassa 4. Laadunmittausten dokumentointia varten on laadittu kenttämittauslomakkeita, jotka on esitetty kohdassa 5.

Sillan vedeneristystömaan laadunmittaus

Pistemäisten laadunmittauskohtien ja näytteenottokohtien sijainnin siltakannella valitsee tilaajan valvoja tai laadunmittauksen suorittaja. Nämä kohdat esitetään tutkimusraportin liitteenä sillan tasopiirustukseen merkittynä sekä etäisyyksinä kannen reunapalkin päästä ja reunapalkin sisäreunasta, kohta 5, lomake 2.1.

Mittaustulokset on aina dokumentoitava kirjallisesti lukukelpoisella ja kopiointikelpoisella tavalla. Laatudokumentit tulee tallentaa mahdollisimman pian laadunmittauksen suorittamisen jälkeen urakan laaturaporttiin, esim. urakan projektitietopankkiin (Infra-RYL osa 3, kohta 42300.5.1). Edellisen työvaiheen (esim. betonikannen pintakerroksen) kirjallisten laatudokumenttien tulee olla ennen seuraavan työvaiheen (esim. eristysalustan tiivistyön) aloitusta seuraavan urakoitsijan ja tilaajan valvojan käytettävissä.

2 Laadunmittausten sisältö

2.1 Eristysalustan puhtaus

Tartunnan varmistamiseksi eristettävästä pinnasta poistetaan sementtiliima, jälkihoitoaine, liuottimet, öljy, rasva ja muut epäpuhtaudet sinko- tai hiekkapuhalluksella ja pinta imuroidaan ennen eristystä.

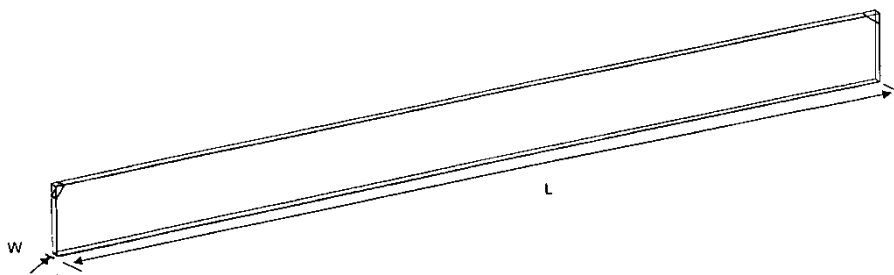
Liitteessä 1.1 on esitetty menetelmäkuvauksena VTT TEST 375-93, jonka avulla voidaan työmaalla todeta, onko betonipinnassa jälkihoitoainejäämiä.

2.2 Eristysalustan tasaisuus

Eristysalustan tasaisuus (pituus- tai poikkisuuntainen epätasaisuus) mitataan menetelmällä SFS-EN 13036-7 (tai PANK-5102) käyttäen (1500 ± 5) mm pituista oikolautaa [5], [6].

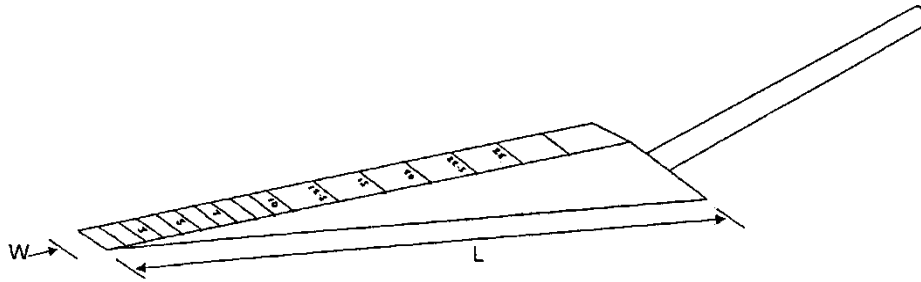
Eristysalustan tasaisuus mittauskohdassa tarkoittaa eristysalustan pinnan ja oikolaudan mittaureunan väliin mittauskohdassa jäävää etäisyyttä (= raon korkeutta). Tasaisuus mitataan oikolaudan ja eristysalustan pinnan väliin jäävään rakoön työnnettyllä mittakiilalla.

Oikolaudalle asetetut vaatimukset. Oikolaudan pituus (L) on (1500 ± 5) mm ja paksuus (W) on (25 ± 5) mm (kuva 1). Oikolaudan tulee olla rakenteeltaan jäykkä. Kun oikolauta asetetaan kapea mittaureuna alaspäin molemmissa päissä olevien tukien varaan, mittaureuna ei saa poiketa missään kohdassa suorasta enempää kuin ± 1 mm (kuva 1). Oikolaudan mittaureunan tulee olla selvästi merkitty.



Kuva 1. Oikolauta (ei mittakaavassa) $L = 1500 \pm 5$ mm.

Mittakiilalle asetetut vaatimukset. Oikolautamittauksissa käytettävän mittakiilan ohjeelliset mitat: pituus (300 ± 3) mm ja leveys (25 ± 1) mm). Kiilan kaltevalle tasolle merkitään korkeusasteikko 1 mm "korkeusvälein", tarkkuus tulee olla 0,1 mm (kuva 2). Kiila valmistetaan metallista.



Kuva 2. Mittakiilan periaatekuva (ei mittakaavassa)
pituus = 300 ± 3 mm, leveys = 25 ± 1 mm.

Muita menetelmiä pinnan ja oikolaudan mittauseron mittaamiseen voidaan käyttää, jos voidaan osoittaa, että niillä saavutetaan vaadittu tarkkuus. Oikolautaa ja siihen liittyvät mittakiilat tulee merkitä selkeästi yksilöllisillä tunnistenumeroilla. Oikolautaa ja mittakiila tulee kalibroida vuosittain ja niillä tulee olla päivitetty todistus standardissa EN 13036-7 esitetyllä tavalla.

Betonikantisen sillan eristysalustan tasaisuusvaatimukset on esitetty InfraRYL osan 3 kohdan 42300 liitteessä 1.

Eristysalustan tasaisuusvaatimuksen alittavat kohdat siltakannella merkitään tasopiirroksen lomakkeelle 2.1 ”Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella”, joka liitetään tutkimusselostukseen.

2.3 Eristysalustan makrokarkeus

Eristysalustan tai betonipinnan karkeudella tarkoitetaan pinnan pienimuotoista epätasaisuutta. Joissakin asiakirjoissa käytetään tässä yhteydessä termiä ”karheus” ja tarkoitetaan samaa pintaominaisuutta. Karkeus mitataan pinnalle levitettyjen pienten lasihelmien avulla. Lasihelmien rakeisuusvaatimus on esitetty menetelmäkuvauksessa.

Lasihelmet levitetään ympyrän muotoiseksi alueeksi, jonka keskimääräinen halkaisija mitataan. Kun jaetaan levitetyn lasihelmimateriaalin määrä (tilavuus) peittyneen alueen pinta-alalla, saadaan lukuarvo, joka vastaa lasihelmikerroksen keskimääräistä paksuutta ja samalla pintakarkeuden keskimääräistä syvyyttä.

Pinnan karkeuden mittauksen menetelmäkuvauksena PANK-5103 on liitteenä 1.2. Se vastaa sisällöltään eurooppalaista standardia SFS-EN 13036-1. Makrokarkeuden mittausvälineet on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Eristysalustan pinnan karkeuden (karheuden) mittausvälineet (Lasihelmet, lasihelmien mitta-astia, levitystyökalu, metrimitta, tuulensuojus).

Menetelmäkuvauksen mukaisia mittausvälineitä ja kokeen suorituksessa tarvittavaa lasihelmitä voidaan vaikea saada ostetuksi valmiiksi seulottuna. Lasihelmien hankinnan avuksi on liitteessä 1.7 lisätietoa karkeuden mittausvälineistä, lasihelmistä ja lasihelmitteiden seulonnassa tarvittavasta erikoisseulasta.

Siltojen betonikansien pinnan karkeustietoja on käytetty arvioitaessa betonipinnan ja eristyksen välisiä tartuntaominaisuuksia, betonin tasoitetarvetta, eristysalustan tiivisyaine-, pohjustusaine- tai liimausbitumimenekkiä. Liian karkea pinta lisää vedeneristyksen kuplimisriskiä ja liian sileä pinta heikentää tartuntalujuutta.

Eristysalustan betonipinnan karkeusvaatimukset on esitetty InfraRYL osan 3 kohdassa 42310.2.1 ja vaatimusten mukaiset karkeusmittausten määrät taulukossa 42310:T3, [1].

2.4 Eristysalustan kosteus

2.4.1 Yleistä

Useimmat vedeneristysmateriaalit eivät tartu kunnolla märkään eristysalustaan. Jos uusi eristys ei tartu lujasti alustaansa, se voi irrota myöhemmin kokonaan. Eristyksen irtoaminen lisää sen vuotoriskejä ja mahdollistaa vuotokohdasta eristyksen läpi päässeeseen suolaveden leviämisen laajalle alueelle siltakannella.

Eristysalustan kosteusvaatimukset ovat välillisiä vaatimuksia, jotka vaikuttavat vedeneristyksen käyttöikänsä (vaurioitumisriskiin) ja eristysurakoitsijan työn lopputuloksen laatuun. Luotettavaa tietoa eristysalustan kosteudesta tarvitsevat sekä työmaan pääurakoitsija, eristysurakoitsija, laadunvalvoja että tilaaja. Urakoitsijalla on tarve varmistaa sekä edellisen kerroksen työnsuorituksen että oman työnsuorituksen laatu ja tilaajalla on tarve pyrkiä rakenteen pitkään käyttöikänsä.

2.4.2 Eristysalustan kosteusvaatimukset

InfraRYL osan 3 mukaan eristettävän pinnan tulee olla puhdas ja kuiva ennen eristämistä. Kannen betonin kosteus ei saa ylittää InfraRYL:ssä esitettyjä enimmäisarvoja eristystöitä aloitettaessa tai eristystyön aikana, ellei Liikennevirasto ole erikseen hyväksynyt tuotekohtaisesti eristysalustan korkeampaa enimmäiskosteutta.

Betonisen eristysalustan kosteuspitoisuus saa olla eristystöitä aloitettaessa enintään InfraRYL osan 3 taulukon 42310:T1 mukainen. Kosteusvaatimukset ovat voimassa siltakannen joka kohdassa ja myös kannen korjatuissa kohdissa.

Liikennevirasto voi hyväksyä testitulosten perusteella eristysalustan tiivistysaineen tai nestemäisenä levitettävän eristyksen asennettavaksi myös kosteammalle alustalle.

2.4.3 Eristysalustan kosteusmittaukset

Betonisen eristysalustan pintakerroksen kosteus määritetään absoluuttisena kosteuteena.

Ensin selvitetään ainetta rikkomattomalla pintakosteusmittarilla (Tramex) betonikannen kosteuden vaihtelu ja erityisesti eristysalustan kosteimmat kohdat. Tällaisia ovat esim. kohdat, joihin pintavedet valuvat, kuten reunapalkin vierustat ja kourumaiset taitteet sekä kannella mahdollisesti olevat rakenteiden tai rakennustarvikkeiden varjostamat kohdat tai rakennusjätteiden kosteina pitämät kohdat yms. Jos pintakosteus on korkeampi kuin InfraRYL osan 3 mukainen eristysalustan suurin sallittu kosteus, vaadittua kosteimmat kohdat merkitään lomakkeelle 2.1. Sen jälkeen odotetaan betonin kuivumista ja pintakosteusmittauksia jatketaan myöhemmin, kunnes ylittäviä kosteusarvoja ei enää löydy.

Sen jälkeen kosteimpien alueiden absoluuttinen kosteus tutkitaan betonin pinnasta 30 mm syvyydelle asti irrotetuista näytteistä (ns. kuivatus-punnitus menetelmällä VTT-2650 - 17). Menetelmäkuvaus on liitteenä 1.3. Myös näytteenottokohdat merkitään lomakkeelle 2.1.

VTT:n vertailututkimuksessa pintakosteusmittarit Tramex CME4 ja Tramex CMEXPERT soveltuivat betonikannen kosteusvaihteluiden mittaamiseen paremmin kuin muut tutkimuksessa mukana olleet pintakosteusmittarit [7].

Kelpoisuuskokeissa tutkittavat betoninäytteiden määrät on esitetty InfraRYL osan 3 taulukossa 42310:T3. Mittausten määrästä voidaan antaa tarkentavia ohjeita työkohtaisissa urakka-asiakirjoissa. Ainetta rikkovaa mittausta ei tule tehdä kohdista, joissa esijännitysteräket nousevat lähelle pintaa.

2.5 Tiivistys- ja eristystöiden sääolosuhteet

2.5.1 Sääolosuhdevaatimukset

Eristysalustan tiivistystöiden ja vedeneristystöiden aikana seurataan mittauksin seuraavia sääolosuhdetietoja:

- ilman suhteellinen kosteus (esim. sääsuojan sisällä),
- ilman lämpötila,
- ilman kastepistelämpötila,
- eristysalustan pintalämpötila,
- eristysalustan pintalämpötilan muutoksen suunta eristysalustan tiivistystyön ja tiivistyskerroksen paikkaustyön suoritusaikana sekä tiivistysaineen kovettumisen aikana.

Sääolosuhteiden tulee täyttää InfraRYL osan 3 kohdissa 42310.0 esitetyt vaatimukset.

Levitetyn tiivistysainekerroksen kovettumisajan pituus riippuu alustan pintalämpötilasta. Tiivistysaineiden tuotekohtaisissa ohjeissa on esitetty materiaalin valmistajan asettamia vaatimuksia tuotteiden levitysolosuhteille ja tietoa tiivistysaineiden kovettumisajoista eri pintalämpötiloissa.

Jos on epävarmaa, onko tiivistysaine kovettunut lämpötilojen vaihdellessa tai kylmissä olosuhteissa, voidaan tiivistysaineen riittävä kovettuminen varmistaa tarvittaessa tartuntavetokokeella. Jos tiivistysainekerros irtoaa tartuntavetokokeessa betonia murtaen, se on kovettunut riittävästi.

Ennen vedeneristystöiden aloittamista pidetään Liikenneviraston siltatyömailla eristysalustan vastaanottotarkastus, jossa Liikenneviraston, pääurakoitsijan ja eristysurakoitsijan edustajat yhdessä toteavat, täyttääkö eristysalusta sille asetetut laatuvaatimukset.

2.5.2 Sääolosuhteiden mittaus ja tulosten tallennus

InfraRYL osa 3 edellyttää, että sillan vedeneristystömaalla tulee:

- todeta ennen eristystöiden aloitusta, että sillan betonikansi täyttää sille asetetut enimmäiskosteusvaatimukset ja
- seurata mittauksin siltakannen tiivistys- ja eristystöiden aikana ilman suhteellista kosteutta, ilman lämpötilaa ja ilman kastepistelämpötilaa ja eristysalustan pintalämpötilaa. Eristysolosuhteiden seuraaminen tarkoittaa joko jatkuva-toimista sääolosuhteiden mittaamista tai riittävän lyhyin aikavälein toistuvaa hetkellisten sääolosuhteiden mittaamista ja mittaustulosten dokumentointia. Sääolosuhteiden mittaustulokset tulee tallentaa ja liittää työmaan laatudokumentteihin.

Mikään vapaasti saatavilla oleva ilmainen sääpalvelu ei pysty tarjoamaan tietoa sääsuojan sisäpuolella vallitsevista sääolosuhteista ja siksi ne tulee mitata työmaalla.

Jotta toistuvilla hetkellisillä mittauksilla saadaan riittävä tieto työn aikana vallitsevista sääolosuhteista, tulee olosuhdemittaukset tehdä ja tulokset tallentaa tiivistys- ja eristystöiden alkaessa ja sen jälkeen asennustöiden aikana 2 tunnin välein tai useammin.

Jos työmaalla on käytössä siirrettävä ja mittaustulokset automaattisesti tallentava sääasema, sitä käyttäen tehdyissä olosuhdemittauksissa säähavaintojen sopiva tallennusaikaväli on 15 min.

Sääolosuhdemittauksiin käytettävien laitteiden mittaustarkkuuden tulee olla riittävä ja käyttäjien tulee osata käyttää laitteita oikein.

Sääolosuhdemittauksiin on tarjolla useita erilaisia vaihtoehtoisia laitteita ja menetelmiä. Urakka-asiakirjoissa voidaan määrätä, millä tavoin urakassa tulee mitata ja dokumentoida sääolosuhteet sääolosuhdeherkkien työvaiheiden aikana.

Yksikertaisimmat laitteet ovat pieniä käsikäyttöisiä mittalaitteita, joilla voidaan mitata yhtä olosuhdetta tai useampia olosuhdetietoja. Useilla monipuolisilla käsimittareilla voidaan mitata sekä ilman kosteus että ilman lämpötila, määrittää niiden perusteella automaattisesti ilman kastepistelämpötila ja tallentaa mittaustulokset laitteen muistiin.

Kohdassa 5 on esitetty lomakkeet 2.2 ja 2.3, jotka soveltuvat sääolosuhdemittausten tulosten seurantaan ja dokumentointiin, kun mittaustulokset tallennetaan käsityönä eristysalustan tiivistystyön tai vedeneristystyön aikana. Mittaustulokset tulee merkitä kenttälomakkeille selkeästi ja lukukelpoisella tavalla.

Tarjolla on myös työmaakäyttöön soveltuvia siirrettäviä sääasemia, joiden mittaustulokset voidaan tallentaa automaattisesti tietokoneelle tai internetiin työmaan sääolosuhdetietokantaan. Toteutuneet säätiedot ovat internetin kautta tarpeen mukaan kaikkien työmaalla toimivien osapuolten käytettävissä, jos heillä on salasanat työmaan säätietojen nettisivulle. Sääolosuhteiden mittaustuloksia ja olosuhteiden muutoksia tulee voida seurata työsuorituksen aikana myös näyttölaitteesta työkohteessa (esim. siltakannella), kuva 4.



Kuva 4. Siirrettävän sääaseman jatkuvasti päivittyvä säähavaintotulosten näyttölaite.

Sääsaman paikallista säätietoa voidaan hyödyntää esim. rakenteiden kuivumisen seurannassa, eri urakoitsijoiden oman työn ohjauksessa ja eri työvaiheiden laadunvalvonnassa. Erityisesti suuremmilla työmailla pääurakoitsija olisi luontevin osapuoli hoitamaan tai organisoimaan sääsuojan sisäpuolella vallitsevien paikallisten sääolosuhteiden seurannan sääsaman avulla.

2.5.3 Sääsuojan käytön ohjaus olosuhdemittausten avulla

Siltakannen eristys- ja tiivistystyöt on tehtävä sääsuojan sisällä. Sääsuoja ja sen rakenne sekä käyttötapa vaikuttavat olennaisesti eristystyön aikaisiin sääolosuhteisiin. Tarkoituksenmukainen sääsuoja estää sadevesien pääsyn eristettävälle pinnalle ja sen avulla voidaan vähentää merkittävästi ilmasta tiivistyvän veden aiheuttamia kosteushaittoja eristystyölle. Sääsuoja muuttaa tuulen ja auringonsäteilyn vaikutuksia suojan sisällä olevien betonirakenteiden kuivumiseen, ilman kosteuteen ja lämpötilaan.

Kun sääsuojaa käytetään eristysalustan kuivattamiseen, tavoitteena on rakennekosteuden mahdollisimman tehokas ja hallittu poistaminen ja eristettävän pinnan suojaaminen sateelta. Sääsuojan sisällä tulee järjestää betonin kuivumiselle ja kuivana pysymiselle mahdollisimman hyvät olosuhteet. Sääsuojan sisäilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja ilmanvaihto vaikuttavat oleellisesti kosteuden poistumiseen betonikannesta ja edelleen sääsuojan sisältä.

Sisäilman kosteutta säädetään sääsuojan rakenteiden, tuuletuksen ja tarvittaessa lämmityksen avulla. Tuuletuksella hoidetaan myös rakenteista poistuvan kosteuden kulkeutuminen ulos sääsuojahallista ilman, että vettä tiivistyy kylmempien rakenteiden pinnoille. Hallin lämmityskustannuksia sekä ilman kosteuden tiivistymistä hallin suojapeitteiden sisäpintoihin ja kantaviin rakenteisiin voidaan tarvittaessa vähentää esim. varustamalla sääsuoja kaksinkertaisella suojapeiterakenteella.

Betonisen eristysalustan kuivatuksen kannalta soveltuva sääsuojan sisäilman lämpötilan ohjeellinen arvo on vähintään +20 °C ja sisäilman suhteellinen kosteus noin 50 % RH. Ulkoisista olosuhteista johtuen näitä arvoja ei aina saavuteta ja tällöin betonin kuivuminen hidastuu. Kuivumista voidaan nopeuttaa, jos sääsuojan sisäilman lämpötila nostetaan korkeammaksi, mutta samalla työskentelyolosuhteet sääsuojan sisällä heikenevät.

Ilman lämpötilaa ja kosteutta on suositeltavaa mitata sääsuojan sisällä ja ulkopuolella jatkuvalla olosuhdemittauksella (esim. siirrettävän sääsaman avulla), jotta sääsuojan sisäilman olosuhteet voidaan säätää hallitusti mahdollisimman lähelle eristysalustan kuivumisen kannalta optimaalista tavoitetasoa. Myös sääsuojan eri kohdissa vallitsevien olosuhteiden tasalaatuisuutta valvotaan myös olosuhdemittausten avulla.

2.6 Tiivistyksen ja eristyksen tartunta alustaan

2.6.1 Yleistä

Eristysalustan tiivistyksen tulee tarttua hyvin sillan betonikanteen. Siltakannen vedeneristyksen tulee tarttua hyvin alustaansa, joka voi olla joko epoksilla tai muulla materiaalilla tiivistetty betonipinta tai kannen betoni-, teräs- tai puupinta.

Vedeneristyksen tulee olla vesitiivis ja kestää vuotamatta vallitsevat ilmasto-olosuhteet, vedenpaineen ja liikenteen aiheuttamat rasitukset sekä lämpötilasta ja kutistumasta aiheutuvat rakenteiden muodonmuutokset.

Betonisen eristysalustan tiivistys vähentää vedeneristyksen kuplimisriskiä. Jos vedeneristys on tarttunut hyvin alustaansa, jäävät yksittäisen eristysvauriokohdan haitat alla olevalle rakenteelle paikallisiksi. Alustasta irti olevan eristyksen alla suolavesi pääsee leviämään mahdollisesta vuotokohdasta laajalle alueelle ja voi johtaa laaja-alaisiin betonin tai sen raudoituksen vaurioihin.

Yleensä vedeneristyksen ja sen alustan välille pyritään saamaan aikaan hyvä tartuntalujuus. Tällaisia eristysrakenteita, joissa pyritään hyvään tartuntaan, ovat esim. kauttaaltaan alustaan kiinnitetty kermieristys tai nestemäisenä levitettävä eristys. Mastiksieristyksen ja alustan väliselle tartunnalle ei ole asetettu lujuusvaatimuksia.

Ennakkoon laboratoriossa tehdyissä eristysmateriaalien hyväksyntätesteissä tartunt ominaisuudet ovat tärkeitä materiaalien laatuominaisuuksia. Tartuntalujuuden mittaustyömaalla on tästä syystä yksinkertainen keino selvittää työmaaolosuhteissa eristystyön laatua.

Jos vedeneristys on uutena heikosti tarttunut alustaansa, irtoaa se myöhemmin käyttöolosuhteissa helpommin kuin alun perin lujasti kiinni ollut eristys.

2.6.2 Tartuntavetolaitteet

Tartuntavetolaite valitaan niiden olosuhteiden ja voimanmittausalueiden mukaan, joissa laitetta tullaan käyttämään. Olosuhdetekijöitä ovat ensisijaisesti pinta- ja pinnoitetyypit, joiden tartuntavetolujuutta halutaan tutkia. On otettava huomioon myös, tarvitseeko mittauksia tehdä samalla laitteella pystypinnoilta. Laitteen voimanmittausalueen tulee kattaa sopivasti tutkittaville materiaaleille ominaiset tartuntalujuusalueet. Laitteen maksimivetokyvyn tulee ylittää tutkittavan eristyksen suurin tartuntavoima käytännön mittaolosuhteissa.

Toisaalta tarpeettoman suuren maksimivetokyvyn omaavilla laitteilla mittaustarkkuus heikkenee pienillä tartuntavoimilla. On huomattava, että menetelmäkuvaukset säätävät pinnoitemateriaalikohtaisesti käytettävän vetolaikan minimikoon, jota pienempää vetolaikkaa ei saa käyttää.

Tartuntavetolaitteen tulee olla varustettu moottorilla, jonka avulla vetokokeen aikana lisätään laitteen vetovoimaa vakionopeudella. Tämä kuormituksen lisäysnopeus vaikuttaa mittaustulokseen ja siksi sen on oltava koko vetokokeen ajan menetelmäkuvauksen mukainen ja sen tulee kasvaa tasaisesti (nykäyksittä). Monipuolisimmassa laitteissa kuormituksen lisäysnopeus on valittavissa, joten se voidaan säätää

menetelmäkuvauksen mukaiseksi. Jos laitteella ei voida käyttää menetelmäkuvauksen mukaista kuormituksen lisäysnopeutta, se ei kelpaa eristyksen tartunnan kelpoisuuskokeisiin, koska tartuntalujuudelle asetettu laatuvaatimus on sidoksissa määrättyyn nopeuteen. Esim. laitteet, jossa voimaa lisätään käsin kiertämällä tai veivaamalla, eivät kelpaa tartuntalujuuden kelpoisuuskokeisiin.

Tartuntavetolaitteen varusteineen tulee soveltua mittaustarkoitukseen ja olla riittävän tarkka. Laitteen käyttäjän tulee olla hyvin perehtynyt mittausmenetelmään ja ko. laitteella tehtävien mittausten tekemiseen.

Tartuntavetolaitteelta vaadittava tarkkuus riippuu mittauksen tarkoituksesta. Kelpoisuuskokeissa vaaditaan vähintään ± 2 %:n mittaustarkkuus laskettuna laitteen osoittamasta lukemasta. Parhaille laitteille valmistajat lupaavat ± 1 %:n tarkkuuden. Suurempi tarkkuus antaa luotettavamman tuloksen. Se pienentää myös tulosten hajontaa ja helpottaa siten käytännössä mittausten tekemistä, kun turhilta lisämittauksilta vältytään.

Pitemmällä aikavälillä on vetolaitteen valmistajan ilmoittaman mittaustarkkuuden edellytyksenä laitteen säännöllinen kalibrointi. Kalibroinnin yhteydessä laitteen osoittamia tuloksia eri voimilla verrataan erityisen tarkkuuslaitteen lukemaan. Jos laitteen lukema poikkeaa todellisesta enemmän kuin laitteen valmistajan ilmoittama tarkkuus lupaa, tulee laite säätää näyttämään oikeaa lukemaa. Jollei laitteen säätö ole mahdollista, laaditaan näiden tarkastusmittausten perusteella korjauskäyrä, jonka avulla työmaalla mitattu lukema voidaan korjata oikeaksi.

Laitetta, jota ei ole säännöllisesti tarkastettu ja kalibroitu, ei tule käyttää valmiin eristyksen kelpoisuuden arvosteluun.

Jos laite on helppokäyttöinen, sitä osataan todennäköisemmin käyttää oikein. Helppokäyttöiselle laitteelle on ominaista vähäinen huollon tarve, toimintavarmuus, yksinkertainen käyttötekniikka ja selkeästi luettavat tulokset. Laitteella tulee olla tai sille tulee laatia suomenkielinen käyttöohje.

Esimerkki monipuolisesta tartuntavetolaitteesta on kuvassa 5.



Kuva 5. Tartuntavetolaite Easy-M, akku, vetolaikkoja ja kermieristyksen tartuntavetokohdan reunojen leikkausohjaimia.

2.6.3 Tartuntavetokoe

2.6.3.1 Tartuntavetokohtien valinta

Koska tartuntalujuusvaatimus on voimassa siltakannen joka kohdassa, pyritään tartuntavetokokeita tekemään erityisesti tutkittavan alueen kohdista, joiden voidaan arvioida poikkeavan muista kohdista tai laatuvaatimuksista silmämääräisen tarkastelun tai muiden havaintojen perusteella.

- Tartuntalujuuden suuruuteen vaikuttavat eristysolosuhteet ja eristystyömenetelmä. Jos osalla siltakantta eristysolosuhteet tai liimausbitumin lämpötilat eivät ole täyttäneet eristysalustalle asetettavia vaatimuksia, on tällä alueella mahdollisesti odotettavissa tartuntaongelmia.
- Viitteitä työn laadusta ja eristyksen tartunnasta voivat antaa myös tiedot ja havainnot eristysalustan laatuvaatimuksista, betonialustan kosteuseroista, eristystyön tekijän materiaalin käsittelystä, työn suorituksesta ja valmiista eristyksestä.
- Kermieristyksen tai nestemäisenä levitettävän eristyksen täysin irti tai heikosti kiinni olevat kohdat voivat näkyä aurinkoisella säällä pullistuneina kohoutumina.
- Kermieristyksen saumojen tiiviys tarkastetaan silmämääräisesti: kermien limityskohdista tulisi näkyä hieman ulos pursunutta kumibitumia.
- Kermieristyksen pinnan värierot saattavat viitata eristystyön paikallisiin laatuvahteluihin.
- Eristyskerroksen irti olevia kohtia voidaan paikallistaa koputtelemalla eristyksen pintaa esim. puu- tai metallitangolla. Täysin irti olevan kohdan erottaa viileissä olosuhteissa koputusäänen perusteella.

2.6.4 Tartuntavetokokeen suoritus

Aluskermin ja eristysalustan välinen tartuntalujuus tutkitaan tartuntavetokokeella. Vedeneristysten ja epoksitiivistysten tartuntalujuuskokeiden menetelmäkuvaus on liitteenä 1.4.

Eristystöiden kelpoisuuden osoittamiseksi tehtävien tartuntavetokokeiden määrät on esitetty InfraRYL osan 3 taulukossa 42310:T3.

Tartuntalujuuden mittaukset tulee tehdä välillä +5...+25 °C olevissa eristysalustan pintalämpötiloissa. Eristysalustan pintalämpötila tartuntavetokokeen aikana voidaan mitata esim. vedeneristykseen tehdyn reiän kohdalta siten, että termoelementtilämpömittarin mittauslanka työnnetään heti tartuntakokeen jälkeen reiän reunasta eristysten ja betonialustan väliin.

2.6.5 Tartuntavetokokeen tulokset

Epoksitiivistysten, kermieristysten ja nestemäisenä levitettävän eristysten tartuntalujuusvaatimukset on esitetty InfraRYL osan 3 kohdassa 42310.3.

Tartuntavetokokeen tuloksena ilmoitetaan tartuntavetolujuus, eristysalustan pintalämpötila mittauskohdassa ja tartunnan irtoamispinnan kuvaus.

2.6.6 Mittaustulosten tarkastelu

Epoksitiivistysten tai vedeneristysten olennaisesti tavanomaista heikompi tartuntaeristysalustaan on merkki siitä, että eristystyössä tai eristysmateriaaleissa on todennäköisesti jotain vialla. Huonon tartuntalujuuden toteamisen jälkeen joudutaan aina selvittämään lisäksi huonon tartunnan aiheuttaneet todennäköiset syyt ja heikosti tarttuneen alueen laajuus.

Tartuntalujuusmittausten yhteydessä on aina otettava huomioon, mistä rajapinnasta tai kerroksesta rakenne murtuu tartuntavetokokeessa. Vain silloin, kun tartunta irtoaa tutkittavasta rajapinnasta eristysten alapintaa pitkin, on kyseessä puhdas tartuntamurtuma. Toisinaan irtoamispinta voi olla kokonaan tai osittain betonin tai eristyskerroksen sisällä, jolloin tuloksen on ratkaissut murtuneen aineen sisäinen vetolujuus eikä tartunta alustaan.

Eristysten tai tiivistysten tartuntalujuus saattaa alittaa vaatimuksen mm. seuraavista syistä:

- eristysalusta on ollut liian märkä tai liian kylmä eristys- tai tiivistystyön aikana,
- jälkihoitoainetta ei ole poistettu hiekkapuhalluksella tai muulla riittävän tehokkaalla menetelmällä,
- tartuntasivelyaine ei ollut riittävän kuiva eristystyön aikana,
- materiaaliviat,
- työvirhe (esim. liimausbitumin ylikuumennus tai jäähtyminen ennen levitystä).

Tartunta voi irrota kokonaan tai osittain seuraavilla tavoilla:

- eristysten ja eristysalustan välisestä rajapinnasta,
- eristysten alla olevaa betonia murtaen,
- eristysten ja vetolaikan välisestä liimasaumasta.

Jos irtoamisepinta koostuu osittain kahdesta tai useammasta eri tartunnan irtoamis-tavasta, ilmoitetaan kunkin irtoamistavan osuus vetonapin pinta-alasta (esim. 75 % eristyksen ja alustan rajapinnasta, 25 % betonia murtaen).

Jos tartunta irtoaa kokonaan tai osittain vetolaikan ja eristyksen välisestä lii-masaumasta tai betonia murtaen ja tartuntavetolujuus tulos on alle koesarjan muiden näytteiden keskiarvon, ei tätä tulosta oteta huomioon tartuntavetolujuuksien keski-arvon laskennassa.

Jos tartunta irtoaa kokonaan tai osittain liimasaumasta tai betonia murtaen ja jos tar-tuntavetolujuus lisäksi ylittää koesarjan muiden näytteiden tulosten keskiarvon, tämä tulos otetaan huomioon tartuntavetolujuuksien keskiarvon laskennassa ja keskiarvotu-loksen eteen lisätään ”suurempi kuin”-merkki.

2.7 Eristysalustan tiivistyksen vesitiiviys

2.7.1 Yleistä

Eristysalustan tiivistyksellä tarkoitetaan betonisen eristysalustan pinnalle kahdella käsittelykerralla levitettävää epoksikerrosta tai muuta Liikenneviraston vaatimukset täyttävää eristysalustan tiivistysainetta, jonka tarkoitus on tiivistää betonipinta vesi-tiiviiksi ennen varsinaisen vedeneristyksen asentamista. Oikein tehdyn ja laatu-vaatimukset täyttävän eristysalustan tiivistyksen on todettu olevan paras keino poistaa vedeneristyksen kuplimisongelmat. Jollei tiivistys ole vedenpitävä, se ei toimi suunnitellulla tavalla kuplimisen estämiseksi. Kovettuneen tiivistyskerroksen vesi-tiiviys todetaan eristysvastusmittauksella.

2.7.2 Vesitiiviuden mittaus

Eristysalustan tiivistyksen vesitiiviys voidaan tutkia joko:

- Matalajännitemenetelmällä (VTT 2654- 17), menetelmäkuvaus liitteessä 1.5 tai
- Korkeajännitemenetelmällä (”kipinäharavamenetelmä” VTT-S-05050-09-2017), menetelmäkuvaus liitteessä 1.6.

Molemmilla menetelmillä mitataan tiivistyskerroksen sähköneristyskyky. Sähköneris-tyskyky on heikompi kohdissa, joissa tiivistysainekerros on ohut, huokoinen tai erityi-sesti, jos siinä on (neulamaisia) reikiä.

Matalajännitemenetelmällä (VTT 2654-17) vesitiiviuden mittaus tehdään 500 V jän-nitteellä. Suhteellisen alhaisen jännitteen etu on, että se on turvallisempi käyttäjälleen eikä se vaurioita pinnoitetta mittausreikiä lukuun ottamatta. Haittapuolena on mittaus-ten pistekohtaisuus.

Mittaustuloksena saadun eristysvastuksen suuruusluokka kertoo, onko tiivistysaine-kerros vesitiivis. Valmis, kauttaaltaan kovettunut tiivistyskerros on riittävän tiivis, jos matalajännitemenetelmässä eristysvastus on vähintään 500 MΩ. Tiivistyskerroksen eristysvastuksen mittaustuloksia kannattaa verrata pelkän betonin eristysvastukseen. Vertailuarvoja voidaan mitata esim. betonisesta reunapalkista. Tällöin molemmilla elektrodeilla kosketetaan betonia. Jos mittauspisteiden väli on noin 30 cm, pelkän be-tonin sähkövastuksen tyypilliset arvot ovat alle 60 kΩ (eli 0,06 MΩ). Tämä on alle kym-menestuhannesosa tiiviin epoksikerroksen päältä mitatusta tyypillisestä arvosta.

Korkeajännitemenetelmässä ("kipinäharavamenetelmä" VTT-S-05050-09-2017) haetaan mittaussaitteen jännitettä säätämällä kohdat, joissa jännite riittää läpäisemään pinnoitteen. Tämä ns. läpilyöntijännite riippuu pinnoitemateriaalista, pinnoitteen paksuudesta, huokoisuudesta, eheydestä, pinnoitteen huokosissa olevasta kosteudesta ja lämpötilan muutoksen suunnasta (aleneva/nouseva) mittaushetkellä. Menetelmän etuna on, että sillä saadaan kattava kuva koko siltakannesta. Menetelmän riski on, että liian korkean jännitteen käyttö voi vaurioittaa pinnoitetta. Korkea jännite sisältää turvallisuusriskejä käyttäjälleen ja mittauksessa syntyvät kipinät voivat aiheuttaa paloturvallisuusriskejä erityisesti, jos mittaus tehdään sääsuojahallissa.

Korkeajännitemenetelmän menetelmäkuvauksessa esitetään kaksi vaihtoehtoista tapaa valita tutkittavalla sillalla käytettävä mittaussaitte. Menetelmäkuvauksessa esitetään myös koemenettelyn sisältö, tiivistysainekerroksen (esim. epoksin) reikien ja vauriokohtien paikkaustapa sekä vesitiiviiden arvostelu tulosten perusteella.

2.8 Nestemäisenä levitettävän eristyksen optimitiheys, vesitiiviys ja paksuus

Nestemäisenä levitettävän eristyksen optimitiheys määritetään InfraRYL osan 3 kohdan 42310.3.2.3 mukaisesti tuotekohtaisesti etukäteen ennen materiaalin hyväksyntää tehtävien testien yhteydessä.

Työmaalla nestemäisenä levitettävän eristyksen tiheys tutkitaan aina työvuoron alkaessa koelevityksen yhteydessä (InfraRYL osan 3 kohdan 42310.3.2.3 ohjeiden mukaan). Työmaalla mitattu eristyksen koepalan tiheys ei saa alittaa optimitiheyttä yli 3 %.

Työn suoritusajana suoritettavilla paksuudenmittauksilla urakoitsija ohjaa eristyksen levitystyötä (materiaalin levitysmenettä):

- hitaasti kovettuvan, sitoutumattoman nestemäisenä levitettävän eristyksen paksuutta mitataan kammatulkilla siltakannen eri kohdista levitystyön etene mistä seuraten.
- Nopeasti kovettuvasta nestemäisenä levitettävästä eristyksestä leikataan heti kovettumisen jälkeen näytepaloja, joista mitataan kerrospaksuus esim. työntö tulkilla.

Valmiin nestemäisenä levitettävän eristyksen vesitiiviys ja kerrospaksuus tutkitaan korkeajännitemenetelmän avulla (kipinäharavalla). Korkeajännitemenetelmässä käytettävä nestemäisenä levitettävän eristyksen mittaussaitte valitaan siltakohtaisesti samalla tavoin kuin epoksitiivistyksen mittaussaitte (vrt. menetelmäkuvaukset VTT-S-05050-09-2017, liite 1.6).

Koko siltakannelta kartoitetaan alueet, joilla läpilyöntijännite on alhaisempi kuin mittaussaitte. Näiltä kohdilta irrotetaan näytepaloja vedeneristyskerroksesta paksuusmittauksia varten. Jos näytepalassa on eri kohdissa paksuuseroja, leikataan näytepalasta viipaleita siten, että leikkauslinja kulkee näytepalan ohuimman kohdan poikki. Kunkin näytepalan ohuimmasta kohdasta mitataan paksuus työntö tulkilla, koska myös kipinäharavan läpilyöntijännite on alhaisin näytepalan ohuimmassa kohdassa. Näytepalojen ohuimpien kohtien paksuudenmittaustuloksia verrataan

InfraRYL:in mukaiseen nestemäisenä levitettävän eristyksen yksittäisen näytteen minimipaksuusvaatimukseen.

2.9 Tiivistys- ja eristyskerroksen reikien paikkaus

Laadunmittausten perusteella voidaan todeta ja paikallistaa tiivistysaine- tai vedeneristyskerroksessa olevia reikiä tai liian ohuita kohtia (esim. epoksikerroksen neulamaisten reikien tai puolipallon muotoisten ”kraatterien” kohdilla).

Kun vedeneristystömaalla tehdään laadunmittauksia ainetta rikkovilla menetelmiä, joudutaan epoksitiivistys- ja vedeneristyskerrokseen tekemään reikiä. Esim. tartuntavetolujuuskokeiden ja paksuusmittausten yhteydessä irrotetaan näytepaloja, vesitiiviyskokeessa tehdään reikiä maadoituselektrodille (matalajännitemenetelmä VTT 2654-17) ja kipinäharavakokeessa liian korkea jännite voi vaurioittaa epoksikerrosta.

Kun epoksitiivistykseen tai eristyskerrokseen tehdään mittausreikiä tai kun reikäkohtia havaitaan mittausten tai tarkastusten perusteella, reiät on merkittävä näkyvällä tavalla esim. tussilla tai liidulla. Reiät tulee paikata mahdollisimman pian.

Epoksitiivistyksen tai vedeneristyksen reikien paikkaustyössä tulee ottaa huomioon mm. seuraavat seikat:

- paikkaustyön aikana paikattavan kohdan (reikä ja sen ympäristö) tulee olla puhdas ja kuiva,
- sileät kohdat epoksissa tai nestemäisenä levitettävässä eristyksessä olevan reiän ympärillä karhennetaan paikkausmateriaalin tartunnan parantamiseksi,
- paikkaustyön aikana sääolosuhteiden tulee täyttää InfraRYL osan 3 eristystömaan sääolosuhteille asetetut olosuhdevaatimukset. (Huom. epoksin reiän paikkaustyön ja paikkausepoksin kovettumisen aikana tulee siltakannen pintalämpötilan muutoksen olla laskusuunnassa),
- paikkausaineen ja paikattavan kerroksen materiaalien tulee olla keskenään yhteensopivia,
- paikkausaineella on sama kuumuudenkestävyysvaatimus kuin paikattavalla kerroksella,
- tiivistyskerroksen reiät paikataan samalla materiaalilla, jolla sillan tiivistyskerros oli tehty,
- nestemäisenä levitettävän eristyksen reiät paikataan eristysmateriaalin kanssa yhteensopivalla paikkausaineella.

3 Menetelmäkuvaukset

Menetelmäkuvaukset ovat liitteessä 1.

- Liite 1.1 Jälkihoitoainejäämien toteaminen betonin pinnasta. VTT TEST 375 - 93
- Liite 1.2 Pinnan makrokarkeus. Lasihelmimenetelmä. PANK-5103 – 97.
- Liite 1.3 Betonin absoluuttisen kosteuden mittaus. Kuivatus-punnitus-menetelmä, VTT 2650 – 17.
- Liite 1.4 Eristyksen ja eristysalustan välisen tartuntalujuuden mittaustyömaalla. Tartuntavetokoe. VTT 2651 – 17.
- Liite 1.5 Tiivistysepoxsin vesitiivyyden mittaus. Matalajännitemenetelmä. VTT 2654 – 17.
- Liite 1.6 Nestemäisenä levitettävän eristyksen vesitiivyyden ja paksuuden tai tiivistysepoxsin vesitiivyyden mittaus. Korkeajännitemenetelmä. VTT-S-05050-09-2017.
- Liite 1.7 Tarvikkeet pinnan karkeuden mittausmenetelmään.

Edellä mainittujen menetelmäkuvauksen tunnusnumeron perään liitetty luku tarkoittaa menetelmäkuvauksen päivitysvuotta.

SFS-EN standardeina julkaistuja menetelmäkuvauksia (esim. SFS-EN 13036-7 Tasaisuus oikolautamenetelmällä) ei ole kopioitu tähän ohjeeseen.

4 Kenttämittauslomakkeet

Kenttämittauslomakkeet ovat liitteessä 2 ja sähköiset Excel-muodossa olevat lomakepohjat ovat kopioitavissa lomakkeen nimen alla olevasta linkistä. Lomakkeet voidaan avata sähköisessä EXCEL-muodossa Liikenneviraston internet-sivun Ohjeluetelosta.

- Lomake 2.1 Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.1_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
- Lomake 2.2. Eristysalustan tiivistystyön olosuhdepöytäkirja
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.2_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
- Lomake 2.3 Vedeneristystyön olosuhdepöytäkirja
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.3_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
- Lomake 2.4 Pinnan karkeuden mittaaminen. Lasihelmimenetelmä
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.4_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
- Lomake 2.5 Tartuntavetokoe
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.5_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
- Lomake 2.6 Epoksitiivistyksen vesitiivisyys tai nestemäisenä levitettävän eristyksen vesitiivisyys ja kerrospaksuus. Korkeajännitemenetelmä
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.6_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls
- Lomake 2.7 Epoksitiivistyksen vesitiivisyys. Matalajännitemenetelmä
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lomake_2.7_sillan_vedeneristystyomaan_web.xls

Kirjallisuusviitteet

1. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset - Infra RYL, Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat ja asiakirjaan tehdyt päivitykset. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy.
2. SILKO-ohjeet, Liikennevirasto, SILKO-kansio tai verkkojulkaisu internet-osoitteessa: www.liikennevirasto.fi.
3. Voimassa olevien SILKO-tuotteiden luettelo, Liikenneviraston internet-sivu.
4. Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset. Liikenneviraston ohje.
5. Standardi SFS-EN 13036-7. Päällystekerrosten epätasaisuuden mittaaminen. Oikolautamenetelmä. (Irregularity measurement of pavement courses: the straightedge test.)
6. Menetelmäkuvaus PANK-5102, Päällysten tasaisuus, Oikolauta.
7. Sillan vedeneristysalustan kosteuden mittaamenetelmät ja kriteerit. Tutkimusraportti VTT-S-08802-09/ 4.12.2009.



VTT-TEST 375-93

MENETELMÄ JÄLKIHOITOAINELAJÄÄMIEN TOTEAMISEKSI BETONIN PINNASTA

1. MENETELMÄN TARKOITUS

Menetelmän tarkoituksena on todeta, onko betonin pinnalle jäänyt jälkihoitoainetta, kun se on poistettu hiekkapuhalluksella tai korkeapainepesulla.

2. MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Menetelmä soveltuu käytettäväksi, kun jälkihoitoaine on vahapohjainen.

3. LAITTEET JA TARVIKKEET

- Pehmeä maalisivellin
- Peitevärinappi, jonka väri poikkeaa selvästi betonin väristä, esim. punainen (peite-vesivärinappeja myyvät askartelutarvikekaupat)
- Suurennuslasi
- Taskulamppu tai muu kohdevalaisin, ellei yleisvalaistus ole riittävä
- Kuiva, puhdas ja imukykyinen kangas tai vastaava
- Astia
- Vettä.

4. MENETELMÄN PERIAATE

Tutkittavalle betonipinnalle imeytetään vesiväriliuosta. Alueet, joista jälkihoitoaine on poistettu, värjäytyvät vesivärin väriseksi. Alueet, joiden pinnassa on jälkihoitoainetta, jäävät värjäytymättä.

5. MENETTELY

Tutkimus tehdään kuivalle betonipinnalle, josta on poistettu jälkihoitoaine. Peiteväristä valmistetaan vesiväriliuos. Sivellin kastellaan vesiväriliuokseen. Sivellin jätetään märäksi siten, ettei siitä kuitenkaan valu liuosta. Vesiväriliuosta sivellään tutkittavalle alueelle. Alue, jolle liuosta on levitetty, pyyhitään välittömästi kuivalla kankaalla ennen kuin vesiväriliuos ehtii kuivua. Mikäli vesiväriliuos kuivuu ennen kankaalla pyyhkimistä, vesiväriä jää myös jälkihoitoaineen pinnalle, jolloin alueet, joilta jälkihoitoaine on poistettu, eivät erotu alueista, joille on jäänyt jälkihoitoainetta.

Vesivärillä värjäty alue tutkitaan silmämääräisesti ja suurennuslasin avulla. Alueissa, jotka ovat värjäytyneet vesivärin värisiksi, ei ole jälkihoitoainetta. Värjäytymättömien alueiden pinnassa on jälkihoitoainetta.

6. TULOSTEN RAPORTOINTI

Raportissa ilmoitetaan seuraavat tiedot:

- tutkittu kohde
- käytetty jälkihoitoaine
- jälkihoitoaineen poistomenetelmä
- tutkittujen alueiden sijainti rakenteessa
- tutkittujen alueiden pinta-ala
- tutkimuksen tekijä
- tutkimusajankohta.

Menetelmän VTT-TEST 375-93 käyttö Liikenneviraston vedeneristystyömaiden laadunmittauksissa:

”Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus”-ohjeen mukaan

- Sillan betonikannelle mahdollisesti jääneet jälkihoitoainejäämät määritetään ja tulokset raportoidaan menetelmän VTT-TEST 375-93 mukaan,
- Mittauskohdat merkitään tasopiirroksen lomakkeelle 2.1 ”Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella”,
- Lomake 2.1 liitetään tutkimusselostukseen.

PANK-5103	
PANK	PÄÄLLYSTEEN PINTAOMINAISUUDET MAKROKARKEUS, LASIHELMIMENETELMÄ
PÄÄLLYSTEALAN NEUVOTTELUKUNTA	Hyväksytty: 30.01.1997 Korvaa menetelmän: TIE 484

1. MENETELMÄN TARKOITUS JA SOVELTAMISALUE

Menetelmän avulla tutkitaan asfaltti- tai betonipäällysteen pinnan tai muun niiden kaltaisen pinnan makrokarkeus. Menetelmä soveltuu monille pintatyypeille sekä tiellä että laboratori-ossa tehtävissä mittauksissa.

Menetelmä ei mittaa pinnan muotoa, pintarakeiden kokoa ja jakaumaa. Menetelmää ei suositella pinnoille, joiden makrokarkeuden syvyys jää alle 0,25 mm tai ylittää 5 mm eikä huokoisille tai syväuurteisille pinnoille.

2. VIITTEET

Measurement of pavement surface macrotexture depth using a volumetric technique, SFS-EN 13036-1.

Measurement of pavement surface macrotexture depth using a volumetric patch technique, ISO 10844:1994, Annex A.

3. MÄÄRITELMÄT

Makrokarkeus on pinnan epätasaisuutta, jonka aallonpituus on välillä 0,5 - 50 mm. Lasihelmimenetelmällä mitattu makrokarkeus ilmoitetaan pinnan karkeuden keskimääräisenä syvyytenä.

4. KOEMENETELMÄ

4.1 Periaate

Menetelmä perustuu tunnetun lasihelmimäärän levittämiseen tutkittavalle pinnalle mahdollisimman laajalle, ympyrän muotoiselle alueelle. Lasihelmillä peitetyn alueen keskimääräinen halkaisija mitataan ja levitetty lasihelmimäärä jaetaan peitetyn alueen pinta-alalla, jolloin saadaan arvo, joka edustaa lasihelmikerroksen keskimääräistä paksuutta ja samalla pintakarkeuden keskimääräistä syvyyttä.

4.2 Laitteet ja tarvikkeet

- a) Lasihelmiä. Lasihelmistä vähintään 90 massa-% läpäisee ISO 565 mukaisen 0,25 mm verkkoseulan ja jää kaikki 0,18 mm seulalle.
- b) Mitta-astia. Mitta-astia on metallilieriö, jonka tilavuus reunoja myöten täytettynä on tasan 25 ml. Pinnan karkeuden mukaan voidaan valita muukin mitta-astiakoko, mutta olennaista on, että se täytetään ja tasataan reunoja myöten, joten vajaaksi jääviä ylisuuria astioita ei tule käyttää. (Sopiva mitta-astian pohjan sisäläpimitta on esim. 20 - 25 mm, kun tilavuus on 25 ml).
- c) Levitystyökalu. Pyöreä (D = 60...75 mm), tasapohjainen noin 25 mm paksu kiekko-mainen työkalu, jonka alapinnassa on kova kumipinta ja yläpinnassa kädensija. Levitystyökalu voidaan valmistaa myös kovakumisesta jääkiekosta.
- d) Harjat. Jäykkä teräsharja ja pehmeä jouhiharja.
- e) Tuulensuojus. Tuulensuojuksella tulee voida estää lasihelmien kulkeutuminen ilmavirtausten mukaan. Se voidaan valmistaa esim. liittämällä muottivanerin paloja toisiinsa saranoilla.
- f) Metrimitta. Viivoitin, pituus vähintään 300 mm, asteikko 1 mm välein.
- g) Vaaka tarvittaessa (kapasiteetti 500 g, tarkkuus 0,1 g).

4.3 Mittauskohdat

Mitattava pinta tarkastetaan huolellisesti ja mittauskohdaksi valitaan kuiva, tasalaatuinen alue ilman yksittäisiä paikallisia eroja kuten halkeamia tai saumoja. Mittauskohdan pinta puhdistetaan huolellisesti pölystä, roskista ja irrallisista pintakiviainesrakeista ensin teräsharjalla ja sen jälkeen pehmeällä jouhiharjalla. Mittauskohdan suojaksi asetetaan tämän jälkeen tuulensuojus, jos mittauskohta on alttiina tuulelle tai liikenteen aiheuttamille ilmavirtauksille.

4.4 Kokeen suoritus

Menetelmäkuvauksen mukainen mitta-astia täytetään kuivilla lasihelmillä ja astian pohjaa napautetaan kevyesti useita kertoja (esim. 3 kertaa) kovaa alustaa vasten. Sen jälkeen lasihelmiä lisätään, kunnes astia on täynnä. Lasihelmien yläpinta tasataan lieriön yläreunan tasalle viivoittimen särmällä. Jos käytettävissä on laboratoriovaaka, lieriön täyttävän lasihelmiannoksen massa voidaan punnita ja käyttää saman painoista lasihelmiannosta kaikissa mittauksissa.

Mitattu lasihelmimäärä kaadetaan puhdistetulle koealueelle kasaan ja levitetään levitystyökalulla pitäen kumipintaa alaspäin. Levitystyökalua kuljetetaan kasvavaa ympyränmuotoista rataa pitkin siirtäen lasihelmiä tasaisesti ympyrän muotoiselle alueelle siten, että lasihelmet täyttävät täysin pinnan kiviaineksen rakeiden väliin jäävät kolot ja lasihelmikerroksen yläpinta tulee samaan korkeustasoon päällystepinnan rakeiden huippujen kanssa. Levitystyökalua painetaan kädellä alustaa vasten vain sen verran, että levitin koskettaa pintakiviaineksen osasten huippuja ja materiaali levittyy kunnolla.

Lasihelmillä peittyneen ympyrän halkaisija mitataan tasavälein vähintään neljästä kohdasta. Tuloksista lasketaan halkaisijan keskiarvo.

4.5 Mittausten lukumäärä

Saman testaajan tulee mitata kohteen makrokarkeus vähintään neljässä satunnaisesti valitussa mittauskohdassa. Suurissa kohteissa mittausten määrää lisätään. Yksittäisten karkeusmittaustulosten aritmeettinen keskiarvo on testattavan tienpinnan pintakarkeuden (makrokarkeuden) keskiarvo.

4.6 Tulosten esittäminen

Mittalieriön sisätilavuus lasketaan kaavan 1 mukaan:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4} \quad (1)$$

jossa V = mittalieriön sisätilavuus, [mm³]
 d = mittalieriön sisähalkaisija, [mm]
 h = mittalieriön sisäkorkeus, [mm].

Pinnan makrokarkeus lasketaan kaavan 2 mukaan:

$$\text{Makrokarkeus [mm]} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2} \quad (2)$$

jossa V = lasihelmimäärä (= lieriön tilavuus), [mm³]
 D = peitetyn alueen halkaisijan keskiarvo, [mm].

Kun mittalieriön tilavuus on 25 ml, voidaan makrokarkeus laskea yksinkertaisemmin kaavalla 3:

$$\text{Makrokarkeus [mm]} = \frac{31830}{D^2} \quad (3)$$

jossa D = peitetyn alueen halkaisijan keskiarvo, [mm].

4.7 Turvallisuusnäkökohtia

Makrokarkeuden mittaus voi aiheuttaa vaaratilanteita vilkkaasti liikennöityjä tienpintoja mitattaessa. Menetelmä ei pyri käsittelemään kaikkia sen soveltamiseen liittyviä turvallisuuskysymyksiä. Menetelmän käyttäjä on vastuussa asianmukaisten turvallisuusjärjestelyjen noudattamisesta mittauksen aikana.

4.8 Menetelmän tarkkuus

Laboratorio-olosuhteissa on suoritettu valvottuja testejä pinnoille, joiden makrokarkeuden syvyys on vaihdellut 0,5 mm:stä 1,2 mm:iin.

Saman testaajan samaan pintaan kohdistuvien toistuvien mittausten keskihajonta voi olla parhaimmillaan 1 % keskimääräisestä makrokarkeudesta. Eri testaajien samaan pintaan kohdistuvien toistuvien mittausten keskihajonta voi olla parhaimmillaan 2 % keskimääräisestä makrokarkeudesta.

Eri mittauskohtien välinen makrokarkeuden keskihajonta voi olla jopa 27 % koko kohteen keskimääräisestä makrokarkeudesta. Mittauskohdalla tarkoitetaan tässä tapauksessa satunnaisesti valittua kohtaa nimellisesti homogeeniseltä tieosuudelta. Karkeudeltaan hyvin vaihtelevien pintojen keskimääräisen makrokarkeuden luotettavaan laskemiseen tarvitaan useita yksittäisiä mittauksia siitäkin huolimatta, että menetelmän toistettavuus on erittäin hyvä eikä se ole altis suurille kokeen suorittajasta riippuville epätarkkuuksille.

4.9 Tutkimusselostus

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan

- määrittäminen tehty tämän menetelmän mukaan
- mahdolliset poikkeamat menetelmäkuvauksen mukaisesta koejärjestelystä
- testattavan pinnan sijainti ja tunnistetiedot
- kokeen suorituspäivämäärä
- kussakin kokeessa käytetty lasihelmimäärä
- testimittausten lukumäärä
- kunkin lasihelmillä peitetyn alueen keskimääräinen halkaisija
- kussakin kokeessa mitattu makrokarkeus, [mm].

Menetelmän PANK-5103 käyttö Liikenneviraston vedeneristystyömaiden laadunmittauksissa:

”Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus”-ohjeen mukaan

- Sillan betonikannen pinnan karkeus ennen vedeneristyksen asentamista määritetään menetelmän PANK-5103 mukaan
- Mittaustulokset merkitään lomakkeelle 2.4 ”Pinnan karkeuden mittaaminen”,
- Mittauskohdat merkitään tasopiirroksen lomakkeelle 2.1 ”Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella”
- Lomakkeet 2.4 ja 2.1 liitetään tutkimusselostukseen.

VTT 2650 – 17

BETONISEN SILTAKANNEN ABSOLUUTTISEN KOSTEUDEN MITTAUS. KUIVATUS-PUNNITUSMENETELMÄ.

1 MENETELMÄN TARKOITUS

Selvitetään betonisen siltakannen pintakerroksen absoluuttinen kosteus (kostepitoisuus) painoprosentteina kuivapainosta.

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Betoniset siltakannet.

3 VIITE

SFS-EN 1097-5. Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 5: Kostepitoisuuden määrittäminen kuivaamalla lämpökaapissa.

4 MÄÄRITELMÄT

Absoluuttisella kosteudella tarkoitetaan tässä menetelmässä näytteen sisältämää, haihtuvaa kosteutta, kun näyte lämmitetään 105 °C lämpötilaan.

5 MENETELMÄ

5.1 Periaate

Kosteus määritetään siltakannesta irrotetuista näytteistä kuivattamalla ja punnitsemalla.

5.2 Laitteet ja tarvikkeet

Laboratoriovaaka, punnitustarkkuus 0,1 g

Lämpökaappi, ilmanvaihdolla varustettu, tarkkuus ± 2 °C,

Mahdollisesti raudoituksen ilmaisin

Tehokas porakone

Näytteenottoporanterä, jolla irrotetun betonilieriön läpimitta \varnothing noin 55 mm (terän tulee kestää poraus betoniin ilman vesikastelua)

Poralieriön irrotuskiiloja

Painava vasara

(Porauskaluston vaihtoehtona on piikkauskone varusteineen)

Näytepusseja ja pakkaustarvikkeita

Kuulosuojaimet

Suojalasit

Metrimitta (≥ 5 m)

Sähkövirtaa (verkkovirtaa tai aggregaatti)

Näytteenottoreikien paikkaustarvikkeet.

Käytettävän laboratoriovaakan ja lämpökaapin tulee olla säännöllisesti kalibroituja.

5.3 Näytteenotto

Betonisen kansilaatan pintakerroksen absoluuttisen kosteuspitoisuuden vaihtelu selvitetään ennen näytteenottoa ainetta rikkomattomalla menetelmällä käyttäen pintakosteusmittaria. Pintakosteusmittarin tulosten perusteella valitaan siltakannen kosteimmat alueet, joilta otetaan betoninäytteet laboratoriossa tehtäviä kosteusmääryksiä varten.

Pintakosteusmittarilla mitattu kannen kosteuden vaihtelu ja laboratorikokeita varten otettujen absoluuttisen kosteuden näytteiden sijaintikohdat merkitään lomakkeelle 2.1 "Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella". Muistiin merkitään myös näytteenottokohtien tarkempi sijainti siltakannella (etäisyys reunapalkin sisäreunasta ja etäisyys reunapalkin päästä).

Absoluuttisen kosteuden mittauskohtien lukumäärä on esitetty InfraRYL osan 3 taulukossa 42310:T3.

Ainetta rikkovaa mittausta ei tule tehdä kohdista, joissa esijännitysteräukset nousevat lähelle pintaa. Ennen porausta paikallistetaan raudoituksen sijainti raudoituksen ilmaisimella mahdollisuuksien mukaan. Näytteenottoporalla porataan siltakanteen ura valittuun syvyyteen (30 mm). Porattaessa ei saa käyttää vesikastelua. Porauksen jälkeen näyteliiriö irrotetaan lyömällä kiila porattuun uraan. Yksittäisen poraliiriönäytteen koko on noin 150 g.

Näytteeseen merkitään tunnistetiedot ja näytteenottopäivämäärä. Näytteet pakataan ja säilytetään siten, ettei sen kosteus muutu säilytyksen ja kuljetuksen aikana ennen ensimmäistä punnitusta.

Siltakannen näytteenottoreiät paikataan tarkoitukseen soveltuvalla tavalla heti näytteenoton jälkeen.

5.4 Koemenettely

Jos lieriö sisältää rautaa, poistetaan rauta näytteestä rikkomalla näyte lyömällä. Näytteet punnitaan. Näytteet kuivataan lämpökaapissa 105 ± 2 °C:ssa, kunnes peräkkäisin punnituksin todetaan, ettei paino enää muutu. Kuivatusaikana näytteet punnitaan kerran päivässä.

Näytteen absoluuttinen kosteus lasketaan seuraavasta kaavasta massaprosentteina kuivan näytteen massasta:

$$\text{Kosteus (m-\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100$$

jossa m_1 = näytteen massa ennen kuivatusta
 m_2 = näytteen massa kuivauksen jälkeen.

6 TUTKIMUSSELOSTUS

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan

- tien numero ja kunta,
- sillan numero ja nimi
- tilauksen numero ja päivämäärä, tilaajan firma, tilauksen vastuuhenkilön nimi ja puhelinnumero
- tutkimusajankohta, tutkimuksen vastuuhenkilön firma, tutkimuksen vastuuhenkilön nimi ja puhelinnumero
- siltakannen kosteimmat alueet ja niiden kosteudet pintakosteusmittarilla mitattuna ennen absoluuttisen kosteuden laboratoriokokeen poranäytteiden ottoa merkittynä "Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus"-ohjeen liitteenä olevalle lomakkeelle 2.1
- betonista otettujen näytteiden ottopäivä sekä näytteenottajan nimi ja puhelinnumero
- betonin poranäytteiden ottokohdat (etäisyydet reunapalkin sivupinnasta ja reunapalkin päästä). Lisäksi näytteiden ottokohdat merkitään "Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus"-ohjeen liitteenä olevalle lomakkeelle 2.1
- betoninäytteiden irrotustapa
- näytteiden mitat (esim. näytelieriöiden halkaisijat ja korkeudet tai piikkauskuoppien syvyys ja leveys)
- näytteenottoreikien paikkaustapa (paikkausmateriaali ja paikkauspäivä)
- tutkimusmenetelmä numero ja nimi sekä mahdolliset poikkeamat menetelmästä VTT 2650 - 17.
- betoninäytteiden kuivatuslämpötila ja kuivatusaika (h)
- näytteiden yksittäisten punnitusten päivämäärät ja punnitustulokset (g) yhden desimaalin tarkkuudella
- kunkin näytteen absoluuttinen kosteus massaprosentteina (m-%), ilmoitetaan yhden desimaalin tarkkuudella.

VTT 2651 – 17

VEDENERISTYKSEN JA ERISTYSALUSTAN VÄLISEN TARTUNTALUJUUDEN MITTAUS TYÖMAALLA. TARTUNTAVETOKOE.

1 MENETELMÄN TARKOITUS

Selvitetään työmaalla tehtävin mittauksin vedeneristyksen ja eristysalustan välinen tartuntalujuus tai eristysalustan tiivistyksen ja sillan betonikannen välinen tartuntalujuus.

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Kermieristyksen, nestemäisenä levitettävän eristyksen, epoksitiivistyksen, muun eristysalustan tiivistysaineen tai ohutkerrospäällysteen tartunta alustaan. Alusta on edellisen rakennekerroksen pinta (esim. eristysalustan tiivistyskerroksen tai sillan betoni-, teräs- tai puukannen pinta).

3 VIITE

SFS-EN 13596, Flexible sheets for waterproofing - Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles - Determination of bond strength.

4 MÄÄRITELMÄT

Tartuntalujuus on pinta-alayksikköä kohti tarvittava voima, joka tarvitaan irrottamaan eristysmateriaali alustastaan.

Irtoamisepinta ilmoittaa, missä rakennekerroksessa murtuma tapahtuu.

5 MENETELMÄ

5.1 Periaate

Mitataan voima, joka tarvitaan vedeneristyksen (tai muun tutkittavan pinnoitteen) irrottamiseksi alustasta.

5.2 Laitteet ja tarvikkeet

Moottorikäyttöinen vetolaite, jonka maksimivetovoima on vähintään 2 kN, on riittävä eristysmateriaalin vetämiseksi irti alustasta. Kuormituksen lisäysnopeus pidetään vakiona vedon aikana 0,15 MPa/s ja mittaustarkkuusvaatimus ± 2 % mitaustuloksesta.

Tartuntavetolaitteen vetolaikat valitaan tutkittavan eristyskerroksen mukaan:

- kermille pyöreä vetolaikka \varnothing 50 mm tai neliönmuotoiset vetolaikat, sivu 50 tai 44 mm,
- massaeristyksille ja ohutkerrospäällysteelle edellä mainittujen lisäksi \varnothing 28 mm vetolaikat.
- tiivistysepoksille \varnothing 28 mm tai \varnothing 20 mm vetolaikat.

Liima (valitaan liimauspintojen, liimauslämpötilan ja käytettävissä olevan kovettumisajan perusteella).

Liimauspintojen karhennus- ja puhdistusvälineet

Reunojen irrotusvälineet

- kermieristyksellä mattoveitsi koukkumaisella ja suoralla terällä,
- epoksitiivistyksellä, nestemäisenä levitettävällä eristyksellä ja ohutkerrospäällysteellä reikäsahterä (sisähalkaisija sama kuin pyöreän vetoaikajan läpimitta), sahausohjain (esim. muottivanerista tehty).

Pintalämpömittari (mittaustarkkuus 0,3 °C).

Lämmitysvarusteet tarvittaessa (tuoreen liimasauman lämmitykseen).

Näytteenottoreikien paikkausvälineet

- kermeille hitsattavaa aluskermiä ja nestekaasupoltin,
- nestemäisenä levitettävälle eristykselle ko. tuotteen paikkausmassaa,
- tiivistysainekerrokselle samaa tiivistysmateriaalia.

5.3 Koemenettely

Kermieristuksen tartunta tutkitaan aluskerman päältä (ennen pintakermin kiinnitystä). Nestemäisenä levitettävän eristyksen ja ohutkerrospäällysteiden tutkimusajankohtaa valittaessa otetaan huomioon materiaalin käyttöohjeen mukaiset kovettumisajat.

Vetohetkellä kermieristuksen eristysalustan pintalämpötilan tulee olla välillä +5...+25 °C. Samaa ohjetta eristysalustan lämpötilavaatimuksesta noudatetaan, jos nestemäisenä levitettävä eristys, ohutkerrospäällyste tai niiden liimaus sisältää bitumia tai tervaa. Eristysalustan pintalämpötila mitataan eristykseen syntyneen reiän kautta heti vetokokeen jälkeen.

Mittausten määrästä, suoritusajankohdasta ja tartuntalujuusvaatimuksista annetaan ohjeet urakka-asiakirjoissa (esim. InfraRYL osassa 3). Mittauskohdat valitaan siten, että mittauksella saadaan riittävä käsitys tutkittavan alueen (esim. siltakanen) eristyksen tartunnasta.

Koska eristysalustan kosteus vaikuttaa eristyksen tartuntaan, tehdään mittauksia erityisesti kohdista, joissa alustan kosteus on todennäköisesti muita kohtia suurempi. Tällaisia ovat esim. kohdat, joihin pintavedet valuvat, kuten reunapalkin vierustat ja kourumaiset taitteet. Kuhunkin valittuun mittauskohtaan liimataan lähikäin vähintään 2 tai, jos liimauksen pitävyys sääolojen vuoksi on epävarmaa, useampia esim. 4 vetolaikkaa.

Liimauskohdan esikäsitteilyssä ja liimauksessa noudatetaan liiman käyttöohjeita. Pinta harjataan ja puhdistetaan vieraista aineista. Kermieristuksen pintaa ei karhenneta. Nestemäisenä levitettävän eristyksen pinta karhennetaan tarvittaessa esim. santapaperilla tai tiheäpiikkisellä teräsharjalla. Ennen liimausta pinnalta poistetaan pöly kuivalla puhtaalla kankaalla pyyhkimällä. Nestemäisenä levitettävän eristyksen pinta pyyhitään ennen liimausta liuottimeen kostutetulla kankaalla vain, jos liiman käyttöohjeessa näin suositellaan ja nimetään liiman kanssa yhteensopiva liuotin. Mahdollisesti saumasta yli pursunut liima poistetaan ennen sen kovettumista.

Vetolaikka liimataan kermiin ennen eristyksen reunojen irrotusta. Liimauksen kovettumisen jälkeen eristykseen vetolaikan ympärille leikataan tarkoin vetolaikan reunoja pitkin 3 - 5 mm leveä ura. Leikattaessa varotaan erityisesti painamasta kermiä irti vetolaikasta ja tästä syystä leikkaamiseen soveltuu parhaiten koukumaisella terällä varustettu mattoveitsi, jota pidetään siten, että leikkausvoima tulee eristysalustan pinnan suuntaiseksi. Silmämääräisesti tarkastetaan, että leikkausura ulottuu joka kohdassa eristysalustaan.

Epoksiivistysten, nestemäisenä levitettävien eristysten ja ohutkerrospäällysteiden tartuntavetokohtien vetoalueiden reunat irrotetaan reikäsahalla ennen laikan liimausta. Sahattaessa käytetään ohjainta, jotta saha ei liiku sivusuunnassa sahausajan aikana (ohjain voidaan tehdä esim. muottivanerin palasta).

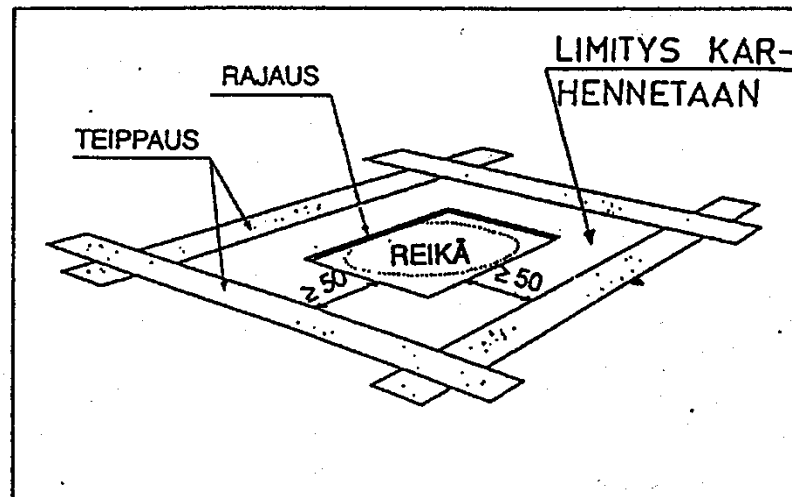
Vetolaikan liimauksen kovettuminen riippuu eristyksen pintalämpötilasta. Jos viileä sää vaikeuttaa vetolaikkojen liimauksen onnistumista, noudatetaan soveltuvin osin seuraavia ohjeita:

- Tarvittaessa tehdään esikokeita, joiden perusteella käytettävä liima valitaan
- Vetolaikat voidaan lämmittää ennen liimausta noin +40 °C:een. Vetolaikkaan varautunut lämpö edistää pikaliiman kovettumista. Lämpimän vetolaikan jäähtymistä voidaan hidastaa lämmöneristyksestä esim. styroxista tehdyn suojakupin avulla.
- Liimauskohdia voidaan lämmittää ennen liimausta ja liiman kovettumisen ajan esim. lämpöpuhaltimella. Lämmityksen aikana tulee varoa ylikuumenemista liimasaumaa yli sen sallitun kovettumislämpötilan. Jos ylikuumenemisen vaara on olemassa, tulee liimasauman lämpötilaa seurata esim. ylimääräisen vetolaikan alle liimasaumaan asennetun termoelementtilangan ja termoelementtilämpömittarin avulla.

Jos liimattua vetolaikkaa lämmitetään liiman kovettamiseksi, tulee liimauskohdan lämpötilan tasaantua ympäristön lämpötilaan ennen tartuntavetokokeen kuormitusta. Lämpötilan tasaantuminen vetolaikan alla todetaan esim. em. termoelementtilämpömittarilla.

Tartuntavetokokeen aikana vetovoimaa lisätään kohtisuoraan eristysalustaa vastaan tasaisesti 0,15 MPa/s. Vedon aikana vetolaikkaan ei saa kohdistua vääntöä.

Tartuntavetokokeen jälkeen paikataan vetokokeen reiät tarkoitukseen soveltuvalla tavalla. Kermieristys voidaan paikata esim. hitsaamalla koestuskohtiin kermipaikat. Nestemäisenä levitettävien eristysten ja ohutkerrospäällysteiden paikkaukseen tulee käyttää tarkoitukseen soveltuvaa paikkausmassaa.



Kuva 1. Nestemäisenä levitettävään eristykseen tehdyn reiän paikkausmenetelmä.

6 TUTKIMUSSELOSTUS

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan

- tilauksen numero ja päivämäärä, tilaajan firma, tilauksen vastuuhenkilön nimi ja puhelinnumero
- tutkimusajankohta, tutkimuksen vastuuhenkilön firma, tutkimuksen vastuuhenkilön nimi ja puhelinnumero,
- mittauskohteen tunnistetiedot (tienumero, kunta, sillan numero ja nimi),
- oliko työmaalla tiivistys- ja eristystyön aikana käytössä sääsuoja,
- siltakannen pinta-ala (m²),
- vedeneristysalustamateriaali (tiivistysepoksi/ betoni/ teräs/ puu),
- vedeneristysmateriaalin tyyppi,
- tartuntakokeessa tutkittavan materiaalin tyyppi ja tuotemerkki,
- tartuntavetokokeen tutkimusmenetelmän numero ja mahdolliset menetelmäpoikkeamat,
- vetonopeus tartuntavetokokeen aikana,
- tartuntavetolaite (tuotemerkki),
- tartuntavetokokeessa käytetyn vetolaikan läpimitta,
- ilman lämpötila ja aurinkoisuus vetokokeen aikana,
- jokaisesta yksittäisestä vetokokeesta ilmoitetaan vetokohdan sijainti siltakannella (pituussuunnassa etäisyys reunapalkin päästä ja leveysuunnassa etäisyys reunapalkin sisäpinnasta), lomake 2.5,
- lisäksi vetokokeiden suorituspaikat merkitään tasopiirroksen lomakkeelle 2.1 "Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella", joka liitetään tutkimusselostukseen,
- koetulokset (jokaisesta yksittäisestä vetokokeesta)
 - ilmoitetaan tartuntalujuus (N/mm²),
 - eristysalustan pintalämpötila tartunnan irtoamiskohdassa ja
 - irtoamispinnan kuvaus
- tulokset merkitään lomakkeelle 2.5 "Tartuntavetolujuuskoe"
- tartuntavetokokeiden suorituksen päivämäärä ja kellonaika
- tutkitun pinnoitteen (tartuntavetokokeessa syntyneiden reikien) paik-
kaukseen käytetty materiaali.

VTT 2654 – 17

BETONISEN SILTAKANNEN TIIVISTYSEPOKSIIN VESITIIVIYDEN MITTAUS. MATALAJÄNNITEMENETELMÄ

1 MENETELMÄN TARKOITUS

Selvitetään betonisen siltakannen vedeneristyksen alla käytettävän tiivistysepoksin vesitiiviys.

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Betoniset siltakannet. Tiivistysepoksin vesitiiviiden mittaus rakenteesta työmaalla.

3 VIITE

Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für die Herstellung von Brückenbelägen auf Beton, ZTV-BEL-B 87, Technische Prüfvorschriften für Reaktionharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton, Dortmund 1987.

4 MÄÄRITELMÄT

Epoksitiivistys on betonisille siltakansille ennen vedeneristystä kaksinkertaisena epoksikäsitelynä levitetty kerros, jonka tarkoituksena on muodostaa vesitiivis epoksikalvo betonin pinnalle.

5 MENETELMÄ

5.1 Periaate

Epoksitiivistyksen vesitiiviys määritetään epoksikerroksen sähkövastuksen (eristysvastuksen) perusteella. Pääjohteenä on betonialusta.

5.2 Mittauslaitteet ja tarvikkeet

Vesitiiviiden mittausta varten tarvitaan

- Sähkövastuksen mittauslaite, jonka mittausalueen tulee ulottua vähintään 2000 M Ω :iin ja jonka mittausjännite mittauksen aikana ei saa ylittää 500 V
- 2 piikkimäistä mittauselektrodia johtoineen. Toisen elektrodin on suositeltavaa olla varustettu virtakytkimellä
- Kuparinen levyelektrodi, joka muodostuu neliönmuotoisesta kuparilaa-
tasta (laatan paksuus vähintään 10 mm, neliön sivut 100 mm).
- Imukykyisiä (kapillaarisia) suodatinkankaan palasia (mitat 100 mm x 100 mm)
- Testinestettä. Se valmistetaan tislatus vedestä, joka tehdään sähköä johtavaksi suolanlisäyksellä (n. 10 g ruokasuolaa NaCl yhteen litraan vettä) ja jonka tunkeutumiskykyä lisätään astianpesuaineen avulla
- Tippanokalla varustettu pullo testinesteen annostelua varten
- Porakone ja \varnothing 8 - 10 mm betoniporanteriä.

5.3 Mittauskohtien valinta

Matalajännitemenetelmän mittauskohdat valitaan seuraavasti:

- ensin kartoitetaan kipinäharavamittauksella (korkeajännitemenetelmällä VTT-S-05050-09-2017) koko siltakannelta alueet tai kohdat, joissa läpilyöntijännite on alhaisempi kuin siltakohtaisesti valittu mittausjännite ja erityisesti kohdat, joissa läpilyöntijännite on alhaisimmillaan,
- näistä kohdista, joissa läpilyöntijännite on alhaisimmillaan, mitataan epoksin vesitiivisyys (matalajännitemenetelmällä VTT 2654-2017).

5.4 Koemenettely

Epoksin läpi betoniin porataan halkaisijaltaan 8-10 mm reikä. Reikä porataan ai-noastaan niin syväksi, että se ulottuu epoksin läpi koko reiän alueella.

Suodatinkangas kastellaan läpimäräksi testinesteellä ja asetetaan noin 30 cm etäisyydelle poratusta reiästä. Suodatinkankaan ja reiän välille jäävää aluetta epoksinpinnasta ei saa kastella. Kuparilevy asetetaan märän huopapalan päälle. Porareikään tiputetaan vähän testinestettä siten, että neste kastelee porareian kohdalla betonipinnan imeytymällä betoniin, mutta ei jää lammikoksi porareikään.

Valitaan mittausjännitteeksi 500 V. Toinen piikkimäinen elektrodi kytketään betoniin porareikässä ja toinen kuparilevyn pintaan. Kytketään mittausvirta elektrodin virtakytkimestä mittauksen ajaksi. Laitteen näytöstä luetaan elektrodien välinen sähkövastus.

Epoksin pinnalla ei saa olla esim. sateen tai kasteen aiheuttamaa kosteutta, koska kostea, yhtenäinen pinta elektrodien välillä johtaisi sähköä. Sama henkilö ei saa koskettaa samanaikaisesti molempien elektrodien metalliosia. Mittaajalla on oltava riittävät valmiudet mittauksen suoritukseen ja hänen on hallittava käytettävä menetelmä. Laitteen käyttöohjeessa on laitekohtaiset ohjeet mittauksen suoritusesta. Testinestettä ei saa päästä piikkielektrodeihin tai näyttölaitteeseen korroosiovaurioiden välttämiseksi.

Mittausreiät paikataan samasta epoksista ja kvartsihiekasta sekoitetulla massalla. Tavallisia epoksiliimoja ei saa käyttää reikien paikkaamiseen, koska ne eivät kestä riittävästi kuumuutta.

5.5 Vesitiivyyden arvostelu

Valmis epoksitiivistys on vesitiivis, jos mittauskohdat on valittu kohdan 5.3 mukaisesti ja mittaustulokset (matalajännitemenetelmällä VTT 2654-17) täyttävät Infra-RYL osan 3 kohdassa 42310.3 esitetyn eristysvastusvaatimuksen.

Epoksitiivistyksen eristysvastuksen vertailutietona mitataan sillalla matalajännitemenetelmällä pelkän betonin eristysvastus, jonka tyypilliset arvot ovat alle 60 k Ω , jos elektrodien välinen etäisyys on 30 cm.

6 TUTKIMUSSELOSTUS

Matalajännitemenetelmän tutkimusselostuksessa ilmoitetaan

- tilauksen numero ja päivämäärä, tilaajan firma, tilauksen vastuuhenkilön nimi ja puhelinnumero
- tutkimusajankohta, tutkimuksen vastuuhenkilön firma, tutkimuksen vastuuhenkilön nimi ja puhelinnumero,
- mittauskohteen tunnistetiedot (tienumero, kunta, sillan numero ja nimi),
- oliko työmaalla tiivistys- ja eristystyön aikana käytössä sääsuoja,
- siltakannen pinta-ala (m²),
- tutkittu materiaali ja materiaalin levityspäivämäärä
- sähkövastusmittarin merkki ja malli ja kalibrointipäivämäärä
- mittausjännite (V) ja eristysvastusvaatimus (MΩ)
- mittausolosuhteet (ilman lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus)
- jokaisesta yksittäisestä eristysvastuksen mittauskohdasta ilmoitetaan sijainti siltakannella (pituussuunnassa etäisyys reunapalkin päästä ja leveyssuunnassa etäisyys reunapalkin sisäpinnasta), lomake 2.7,
- lisäksi eristysvastusmittausten suorituspaikat merkitään tasopiirrookseen lomakkeelle 2.1 "Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella", joka liitetään tutkimusselostukseen,
- koetulokset (jokaisesta yksittäisestä mittauskohdasta neljä eristysvastusmittausta ja kunkin kohdan neljän mittauksen keskiarvo) sekä vesitiiviiden arvostelu
- mahdolliset poikkeamat tämän menetelmäkuvauksen mukaisesta koemenettelystä

Menetelmä	n:o VTT-S-05050-09-2017	Päivitetty v. 2017
------------------	--------------------------------	---------------------------

SILTAKANNEN NESTEMÄISENÄ LEVITETTÄVÄN ERISTYKSEN VESITIIVIYDEN JA PAKSUUDEN TAI TIIVISTYSEPOKSIIN VESITIIVIYDEN MITTAUS. KORKEAJÄNNITEMENETELMÄ.

1 MENETELMÄN TARKOITUS

Mitataan siltakannen nestemäisenä levitettävän vedeneristyskerroksen paksuus- ja vesitiivysvaatimuksen täytyminen tai tiivistysepoksin tai muun Liikenneviraston tuotekohtaisesti hyväksymän eristysalustan tiivistysaineen vesitiivysvaatimuksen täytyminen.

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Menetelmä soveltuu siltakannen betonin päälle nestemäisenä levitettävän, sähköä johtamattoman vedeneristyksen vesitiiviyden ja paksuuden tai tiivistysepoksin vesitiiviyden mittaamiseen. Jos tiivistysepoksin asemasta on käytetty jotain muuta eristysalustan tiivistysainetta, noudatetaan sen vesitiiviyden mittaamisessa tässä menetelmäkuvauksessa epoksitiivistyksen vesitiiviyden mittaamisesta annettuja ohjeita.

3 VIITE

Standardi ASTM D 4787-08. Standard practice for continuity verification of liquid or sheet linings applied to concrete substrates.

Menetelmä VTT 2654 - 17. Tiivistysepoksin vesitiiviyden mittaaminen. Matalajännitemenetelmä.

Menetelmä VTT 2651-17. Eristyksen ja eristysalustan välisen tartuntalujuuden mittaaminen työmaalla. Tartuntavetokoe.

4 MÄÄRITELMÄT

Epoksitiivistys on betonisen siltakannen kaksinkertainen epoksikäsittely, jonka tehtävä on tiivistää betonin pinta eristyksen kuplimisen estämiseksi.

Nestemäisinä levitettävät eristyksen ovat yleensä polyuretaani-, akryyli- tai epoksi-pohjaisia, nestemäisessä olomuodossa levitettäviä vedeneristysmateriaaleja.

Matalajännitemenetelmällä tarkoitetaan mittaamenetelmää VTT 2654-17, jossa käytetään 500 V mittausjännitettä betonialustalle levitetyn, sähköä johtamattoman pinnoitteen vesitiiviyden (sähkövastuksen, eristysvastuksen) mittaamisessa.

Korkeajännitemenetelmällä tarkoitetaan mittaamenetelmää VTT-S-05050-09-2017, jossa käytetään siltakohtaisesti valittua korkeaa mittausjännitettä betonialustalle levitetyn, sähköä johtamattoman pinnoitteen vesitiiviyden (sähkövastuksen, eristysvastuksen) mittaamisessa. Korkeajännitemenetelmässä käytettävää mittaustaitetta kutsutaan ”kipinäharavaksi”.

Läpilyöntijännite tarkoittaa matalinta sähköjännitettä kussakin mittauskohdassa, jossa mittauslaitteen anturista kulkee sähkövirta betonin päälle levitetyn pinnoitteen läpi ja edelleen pinnoitteen betonialustaan kytkettyyn maadoituselektrodiin.

Vesitiiviys mitataan välillisenä tunnuslukuna epoksiivistyksen tai nestemäisenä levitettävän eristyksen riittävän korkean läpilyöntijännitteen perusteella.

5 MENETELMÄ

5.1 Periaate

Korkeajännitemenetelmällä voidaan paikallistaa betonialustalle levitetyn sähköä johtamattoman, nestemäisenä levitettävän vedeneristyksen tai epoksiivistyksen ohuimpia kohtia tai epäjatkuvuuskohtia (neulamaisia reikiä, poikkeavan huokoisia kohtia, kuplia tai halkeamia). Koska nämä laatu poikkeamat heikentävät vedeneristyksen tai tiivistysepoxsin vesitiiviyyttä, kohdistuu mittaus tutkitun kerroksen vesitiiviiden mittaamiseen.

Läpilyöntijännite riippuu pinnoitteen tyypistä ja sähköneristysominaisuuksista. Se alenee mm., jos pinnoitteen kerrospaksuus alenee, huokoisuus kasvaa tai pinnoitteessa on reikä. Siihen vaikuttavat myös betonin ominaisuudet, raudoitus sekä betonin ja ilman kosteus. Myös betonialustan lämpötilan muutoksen suunta mitaushetkellä (nouseva/ laskeva lämpötila) vaikuttaa läpilyöntijännitteeseen ja erityisesti pinnoitteen reikien kohdalla lämpötilan muutoksen suunnalla on siihen merkittävä vaikutus.

Läpilyöntijännite näkyy kipinöintinä anturin ja pinnoitteen yläpinnan kosketuskohdassa. Mittalaite voi antaa myös merkkiäänäen läpilyöntikohdissa.

Mittauksessa on pääjohteena tutkittavan pinnoitteen alla oleva sillan raudoitettu betonikansi. Mittauslaitteen maadoituskaapeli kytketään rakenneseosaan, jolla on sähköä johtava kontakti sillan betonikanteen.

5.2 Turvallisuus

Tämä menetelmäkuvaus ei sisällä kaikkia turvallisuusohjeita, joita liittyy mittausmenetelmän käyttöön. Menetelmän käyttäjän tulee pitää huoli siitä, että käyttää turvallista ja terveydelle haitatonta mittausastetta ja selvittää menetelmän käytön rajoitukset ennen sen käyttöä. Korkea mittausjännite ja kipinöinti edellyttävät erityistä varovaisuutta työmaan paloturvallisuudessa. Henkilö, jolla on sydämentahdistin tai sydänvika, ei saa käyttää korkeajännitemenetelmää.

5.3 Korkeajännitemenetelmän mittauslaitteet ja tarvikkeet

Korkeajännitemenetelmän mukaisissa mittauksissa tarvitaan seuraavat laitteet ja tarvikkeet:

- Sähkövastuksen mittauslaite, jonka mittausjännite on säädettävissä epoksiivistyksen mittauksissa välille 1–10 kV ja nestemäisenä levitettävän eristyksen mittauksissa 10–25 kV.
- Maadoituskaapeli, jolla voidaan yhdistää mittauslaite siltakanteen tai sen kanssa hyvin sähköä johtavassa yhteydessä olevaan rakenneseosaan.
- Mittauslaitteeseen kytkettäviä eri levyisiä mittausantureita, joissa on metalliharjaksia ja varsi.

- Epoksitiivistyksen mittausjännitteen valinnassa tarvitaan lisäksi matalajännitemenetelmän VTT 2654-17 mukaiset mittauslaitteet ja tarvikkeet.

5.4 Silmämääräinen tarkastus

Ennen mittausten aloitusta tarkastetaan epoksilla tiivistetty siltakansi silmämääräisesti mahdollisten epoksin vuotokohtien löytämiseksi (erityisesti neulamaiset reiät, ohuet kohdat, huokoiset kohdat, kuplat, halkeamat).

Silmämääräisen tarkastuksen yhteydessä havaitut epoksikerroksen reiät merkitään näkyvällä tavalla (esim. tussilla).

5.5 Epoksitiivistyksen mittausjännitteen valinta (korkeajännitemenetelmä)

Standardin ASTM D 4787-08 mukaan minimimittausjännite on tyypillisesti noin 4 kV/mm, mikä perustuu pinnoitteen paksuisen puhtaan, kuivan ilmakerroksen läpilyöntijännitteeseen.

Työmaaolosuhteissa epoksin reiässä on usein ilman lisäksi myös muita sähköjohtavuuteen vaikuttavia aineita (esim. vettä nesteenä tai vesihöyrynä, pölyä tai muita epäpuhtauksia). Epoksin, karkeutuskiviaineksen ja siltakannen sähköjohtavuusominaisuudet sekä mittauskohdan ominaisuudet ja olosuhteet vaikuttavat epoksikerroksen läpilyöntijännitteeseen, jota ei tiedetä tarkkaan etukäteen. Tästä syystä kipinäharavamittauksessa käytettävä mittausjännite tulee aina valita kokeellisen valintamenettelyn avulla siltakohtaisesti työmaalla.

Korkeajännitemittauksen aikana epoksitiivistyksen pinnan tulee olla kuiva eikä sen huokosissa tai rei'issä saa olla vettä, koska vesi alentaa läpilyöntijännitettä. Epoksi voi vaurioitua läpilyöntikohdissa mittauksen aikana. Epoksikerroksen tulee olla sitoutunut ja saavuttanut riittävä lujuus ennen vesitiiviyksmittausta. Epoksin sitoutumisnopeus vaihtelee levitetyn epoksikerroksen lämpötilan vaihdellessa ja sitoutuminen pysähtyy, jos lämpötila laskee riittävän alas.

Epoksituotteiden asennusohjeissa on annettu ohjeita epoksin lujittumisnopeudesta eri lämpötiloissa. Jos lujittumista ei pystytä arvioimaan riittävän tarkasti asennusohjeiden perusteella esim. asentamisen jälkeen tapahtuvien suurien lämpötilavaihteluiden vuoksi, voidaan epävarmoissa tilanteissa todeta riittävä lujittuminen epoksin tartuntavetokokeen avulla. Jos epoksi ei ole sitoutunut riittävästi, tartuntalujuus ei täytä laatuvaatimuksia.

Joissakin mittauslaitteissa on liian suuren jännitteen aiheuttamien pinnoitevaurioiden välttämiseksi mahdollisuus käyttää automatiikkaa, jonka avulla laite alentaa automaattisesti mittausjännitettä havaitessaan läpilyöntijännitteen.

Korkeajännitemenetelmällä ja valitulla mittausjännitteellä suoritetaan siltakohtaisesti koko siltakannen kattava pinnoitteen vesitiiviyksmittaus.

Mittausjännite voidaan valita kahdella vaihtoehtoisella tavalla (A tai B):

A. Mittausjännitteen valinta kalibrointikoealueen avulla

Koealueen epoksitiivistyksen eristysalustan ja eristysolosuhteiden tulee täyttää samat vaatimukset kuin eristysalustalle ja eristysolosuhteille on asetettu InfraRYL osassa 3 epoksitiivistyksen levityksen ja lujittumisen aikana. Siltakannelta valitaan koealue, jonka pinta-ala on vähintään 1 - 2 m². Koealueen epoksissa ei saa olla neulamaisia reikiä tai puolipallon muotoisia kuoppia eikä poikkeavan suurta huokoisuutta.

Koealueelle levitetään tiivistysepoksi kahtena kerroksena:

- Ensimmäinen kerros ja tartuntasirote levitetään InfraRYL osan 3 levitysmekkin mukaan.
- Toinen epoksikerros levitetään esim. telalla siten, että koealueelle muodostuu pinnoitekerros, joka paksuneee kiilamaisesti. Kiilamaisen paksuuden muutoksen avulla pyritään koealueelta paikallistamaan matalajännitemenetelmän VTT 2654-17 avulla kalibrointikohta, jonka eristysvastus on vaihteluvälillä 500 – 1000 MΩ.
- Epoksin viskositeetti vaikuttaa siihen, pystytäänkö epoksista tekemään kiilamaisesti paksuneva koealue. Viskositeetti vaihtelee epoksituotekohtaisesti ja riippuu myös epoksin lämpötilasta. Jos kiilamaisesti paksunevaa koealuetta ei pystytä tekemään epoksituotteen itsetasaavan ominaisuuden vuoksi, valitaan mittausjännite menetelmällä B.
- Kalibrointikohta merkitään koealueen epoksipintaan (esim. tussilla) ja sen sijainti kirjataan mittauspöytäkirjaan (kalibrointikohdan sijainti ilmoitetaan reunapalkista mitatun kohtisuoran etäisyyden ja liikuntasaumasta mitatun etäisyyden avulla).
- Korkeajännitemenetelmällä määritetään kipinäharavan läpilyöntivastus kalibrointikohdassa. Kalibrointikohdassa on suositeltavaa käyttää kapeaa harjamaista kipinäanturia.
- Jos matalajännitemenetelmällä mitattu eristysvastus oli kalibrointikohdassa välillä 500 – 800 MΩ, valitaan korkeajännitemenetelmässä käytettäväksi kipinäharavan mittausjännitteeksi kalibrointikohdassa todettu läpilyöntijännite.
- Jos on kalibrointikohdassa eristysvastus on välillä 801 – 1000 MΩ matalajännitemenetelmällä mitattuna, valitaan korkeajännitemenetelmässä käytettäväksi kipinäharavan mittausjännitteeksi kalibrointikohdassa todettu korkeajännitemenetelmän mukainen läpilyöntijännite, josta on ensin vähennetty 200 - 300 V.
- Jos koealueen joka kohdassa matalajännitemenetelmällä mitattu eristysvastus on suurempi kuin 1000 MΩ, kalibrointia ei voida suorittaa tällä koealueella menetelmän A mukaisesti. Tällöin kalibrointi suoritetaan menetelmän B perusteella.

B. Mittausjännitteen valinta ilman koealuetta

Mittausjännite voidaan valita vaihtoehtoisesti myös ilman erillistä koealuetta siten, että

- Epoksitiivistyksen asentamisen ja riittävän lujittumisen jälkeen valitaan silmämääräisen tarkastuksen perusteella valmiista pinnasta esim. värierojen tai läpikuultavuuden perusteella kohtia, joiden välillä on todennäköisiä kerrosrakuseroja.
- Mitataan ulkonäköerojen perusteella valituissa siltakannen kohdissa matalajännitemenetelmän VTT 2654-17 mukainen eristysvastus, kunnes löydetään kohta, jonka eristysvastus on vaihteluvälillä 500–1000 M Ω . Tämä kohta valitaan kipinäharavan mittausjännitteen kalibrointikohdaksi,
- Jos matalajännitemenetelmän mukainen eristysvastus ohuimmalta näyttävästä kohdasta on huomattavasti yli 1000 M Ω , haetaan tämän kohdan läheisyydestä silmin havaittava epoksin reikä. Mitataan ilmavälin läpilyöntijännite kipinäharavalla tämän epoksissa olevan reiän kohdalla. Valitaan tämä läpilyöntijännite epoksin mittausjännitteeksi tällä sillalla. HUOM. Läpilyöntijännite reiän kohdalla on tyypillisesti välillä 2–3 kV. Korkeajännitemittaus tehdään aina kuivasta kohdasta.
- Jos matalajännitemenetelmän mukainen eristysvastus ohuimmalta näyttävästä kohdasta on huomattavasti yli 2000 M Ω eikä silmin havaittavia reikiä löydy, mitataan tämän kohdan läpilyöntijännite korkeajännitemenetelmällä. Läpilyöntijännitteestä vähennetään tämän jälkeen 1 kV ja valitaan näin saatu arvo kipinäharavan mittausjännitteeksi.

(Menettely B voidaan joutua valitsemaan myös niissä tapauksissa, että ensin tehdyltä Menettelyn A mukaiselta koealueelta ei ole voitu paikallistaa matalajännitemenetelmän avulla sopivaa eristysvastuksen vaihteluväliä, jonka perusteella olisi voitu valita korkeajännitemenetelmän mittausjännite).

Auringon UV-säteily vaikuttaa suojaamattomaan epoksitiivistykseen ja voi muuttaa epoksin sähkönjohtavuutta. Jos samalla sillalla tehdään useina eri päivinä epoksin tiiviysmittauksia, on uuden mittauspäivän alussa suositeltavaa tarkastaa mittauksin, ovatko epoksin mittausjännitteen kalibrointiarvot muuttuneet ja tarvittaessa uusia kalibrointi.

5.6 Nestemäisenä levitettävän eristyksen mittausjännite

Nestemäisenä levitettävän vedeneristyksen (esim. polyuretaani) vesitiiviiden ja paksuuden mittauksissa käytettävä kipinäharavan (korkeajännitemenetelmän) mittausjännite voidaan valita tekemällä ensin koealue, jonka eristyksen paksuus on eristyskerroksen InfraRYL osan 3 kohdan 42310.3.2.4 vähimmäispaksuusvaatimuksen mukainen, mittaamalla sen läpilyöntijännite kipinäharavalla ja käyttämällä sillan kannen alueella mittausjännitteenä kipinäharavan läpilyöntijännitettä, josta ensin on vähennetty 300–500 V.

5.7 Koemenettely

Korkeajännitemenetelmällä suoritettussa mittauksessa noudatetaan menetelmäkuvausta ja laitevalmistajan käyttö- ja turvallisuusohjeita. Korkean mittausjännitteen vuoksi mittaajalla on oltava riittävät valmiudet mittauksen turvalliseen suoritukseen ja hänen on hallittava hyvin käytettävä mittausmenetelmä ja sen turvallinen käyttö.

Pinnoitteen päällä tai huokosissa ei saa olla kosteutta mittauksen aikana, koska kosteus aiheuttaa virheellisen tuloksen.

Mittauslaitteen maadoituskaapeli kytketään rakenneosaan, josta on sähköä johtava kontakti sillan betonikanteen. Tällainen rakenneosa voi olla esim. näkyvissä oleva kannen terästanko tai kanteen naulaimella (esim. HILTI:llä) ammuttu naula. Jos maadoitus kytketään sillan kaiteeseen, tulee varmistaa, että kaiteesta on hyvin sähköä johtava yhteys siltakanteen. Betonikannen saumojen läheisyydessä tulee varmistaa, että mittausanturi ja maadoituskohta ovat sauman samalla puolella.

Kipinäharavaa kuljetetaan pitkin mitattavaa pintaa käyttäen edellä kuvatulla tavalla valittua mittausjännitettä. Laitteen käyttöohjeen mukaan anturia liikutetaan nopeudella 0,25 m/s eli 15 m/min (esim. Elcometer 266 DC). Jos käytetään 0,5 m leveää harjamaista kipinäanturia, laitteella voidaan käytännössä mitata siltakannta noin 200 – 300 m²/h.

5.8 Reikien paikkaus

Kipinäharavalla tai silmämääräisesti todetut epoksin neulamaiset reiät ja läpilyöntijännitteiden aiheuttamat vauriot merkitään havaittaessa esim. tussilla ja paikataan samasta epoksista ja kvartsihiekasta sekoitetulla massalla. Epoksikerroksen reikien ja vaurioiden paikkaustyöt suoritetaan siltakannen betonilaatan laskevan lämpötilan aikana kuten epoksitiivistystyöt muutoinkin. Betonilaatan laskeva lämpötila voidaan todeta seuraamalla mittauksin betonin pintalämpötilan muutosta.

Epoksikerroksessa havaittujen reikien kohdalla saattaa esiintyä tilanteita, joissa korkeajännitemenetelmä ei tunnista reikää, jos pinnoitteen tavanomaista suuremman kerrospaksuuden vuoksi mittausjännite ei pysty läpäisemään reiässä olevaa kuivaa ilmakerrosta. Tästä syystä kaikkien havaittujen reikien kohdat on paikattava aina epoksilla riippumatta siitä, todetaanko niissä läpilyöntejä valitulla kipinäharavan mittausjännitteellä.

Myös epoksikerroksen paikkauskohtien vesitiiviys mitataan kipinäharavalla.

5.9 Mittaustulosten arvostelu

Epoksitiivistyksen vesitiiviys

Valmiin epoksitiivistyksen vesitiiviyyden arvostelussa käytettävä korkeajännitemenetelmän mittausjännite valitaan kohdan 5.5 mukaisesti.

Kartoitetaan ensin korkeajännitemenetelmän avulla koko siltakannella alueet, joilla läpilyöntijännite on alhaisempi kuin valittu mittausjännite.

Epoksitiivistyksen kohdissa, joissa kipinäharavamittauksen mukaan on alhaisin läpilyöntijännite, mitataan eristysvastus matalajännitemenetelmällä (VTT 2654-17). Epoksitiivistyksen vesitiiviys arvostellaan tämän jälkeen matalajännitemenetelmän menetelmäkuvauksen kohdassa 5.5. esitetyllä tavalla.

Nestemäisenä levitettävän eristyksen vesitiiviys ja kerrospaksuus

Valmiin nestemäisenä levitettävän eristyksen vesitiiviiden ja kerrospaksuuden arvostelussa käytettävä kipinäharavan mittausjännite valitaan kohdan 5.6 mukaisesti. Koko siltakannen alueelta kartoitetaan alueet, joilla läpilyöntijännite on alhaisempi kuin valittu mittausjännite.

Nestemäisenä levitettävän eristyksen kohdissa, joissa kipinäharavamittauksen mukaan on alhaisin läpilyöntijännite, irrotetaan eristyksestä näytepaloja. Näytepalojen ohuimmalta kohdalta mitataan valmiin eristyksen paksuus.

Näytepaloista mitatun eristyksen minimipaksuuden tulee täyttää InfraRYL osan 3 kohdan 42310.3.2.3 mukainen vähimmäispaksuusvaatimus.

Valmiin nestemäisenä levitettävän eristyksen vesitiiviys arvostelleen toteutuneen minimipaksuuden perusteella. Eristys on vesitiivis, jos se täyttää InfraRYL osan 3 kohdan 42310.3.2.3 mukaiset minimipaksuuden vaatimukset.

Näytepala otetaan eristyksestä mattoveitsellä tai lieriöporalla. Tarvittaessa näyte voidaan irrottaa alustasta myös tartuntavetolaitteella.

Irrotetun näytepalan ohuin kohta valitaan silmämääräisesti. Näytepala leikataan mattoveitsellä kahtia siten, että leikkauslinja kulkee ohuimman kohdan kautta. Näytepalan minimipaksuus mitataan ohuimmasta kohdasta työntötulkilla. (Mittauksessa käytetään näytepalan minimipaksuutta, koska ohuimmassa kohdassa on alhaisempi läpilyöntijännite).

6 TUTKIMUSSELOSTUS

Korkeajännitemenetelmän tutkimusselostuksessa ilmoitetaan:

- tilauksen numero ja päivämäärä, tilaajan firma, tilauksen vastuuhenkilön nimi ja puhelinnumero
- tutkimusajankohta, tutkimuksen vastuuhenkilön firma, tutkimuksen vastuuhenkilön nimi ja puhelinnumero,
- mittauskohteen tunnistetiedot (tiennumero, kunta, sillan numero ja nimi),
- siltakannen pinta-ala (m²),
- oliko työmaalla tiivistys- ja eristystyön aikana käytössä sääsuoja,
- tutkitun materiaalin tyyppi, tuotemerkki ja levityspäivämäärä
- kipinäharavan merkki ja malli
- mittausjännite (kV) ja mittausjännitteen valintapa työkohteessa
- mittausolosuhteet (ilman lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus)
- alueista, joilla mittausjännite alittui, ilmoitetaan sijainti siltakannella (pituussuunnassa etäisyys reunapalkin päästä ja leveyssuunnassa etäisyys reunapalkin sisäpinnasta), lomake 2.6,
- lisäksi mittausjännitteen alittavan alueen tai kohdan sijainti merkitään taso-piirroksen lomakkeelle 2.1 "Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella", joka liitetään tutkimusselostukseen,
- kun tutkitaan nestemäisenä levitettävän eristyksen paksuutta, ilmoitetaan mittausjännitteen alituskohdista irrotettujen eristysnäytepalojen kerrospaksuus kunkin näytteen ohuimmalta kohdalta mitattuna
- epoksitiivistyksen vesitiiviiden arvostelun tulos mittaustulosten perusteella
- nestemäisenä levitettävän eristyksen kerrospaksuuden ja vesitiiviiden arvostelun tulos mittaustulosten perusteella
- mahdolliset poikkeamat tämän menetelmäkuvauksen mukaisesta koemenettelystä.

Tarvikkeet pinnan karkeuden mittausmenetelmään

EN 13036-1 tai PANK 5103

Lasihelmien mitta-astioiden valmistus

1 KÄYTTÖTARKOITUS

Mitta-astiaa käytetään lasihelmien määrän tilavuusmittaukseen, kun mitataan vaakasuoran pinnan karkeutta (karheutta) lasihelmimenetelmällä. Tämän ohjeen mukainen astia täyttää menetelmien PANK 5103 ja EN 13036-1 mukaiset vaatimukset.

2 MATERIAALI

- Ruostumaton teräsputki 25/22 mm (sisähalkaisija 22 mm)
- Ruostumaton pyörötanko, halkaisija 22 mm.

3 MITAT JA VALMISTUS

Mitta-astian sisätilavuus on 25 000 mm³ (± 0,2 %). Paksupohjaiset mitta-astiat valmistetaan ruostumattomasta teräsputkesta, jonka sisään kiinnitetään pysyvästi pohjaksi 24 mm pituinen pala D 22 mm ruostumattomasta teräksestä valmistettua pyörötankoa (ks. kuva 1). (Astian ulkokorkeus= sisäkorkeus + 24 mm.)

Astian sisäseinien ja pohjan tulee olla pinnaltaan tasaisia. Putken sisällä oleva sauma tasoitetaan koneellisesti. Astian ylä- ja alapään reunojen terävät särmät pyöristetään.

Tasoitushionnan jälkeen astian sisähalkaisija mitataan. Jotta astian tilavuus olisi tavoitteen mukainen, astian sisäkorkeus (h) valitaan seuraavan kaavan mukaan:

$$h = \frac{31831}{D^2}$$

jossa h = astian sisäkorkeus [mm]
D = astian sisähalkaisija [mm].

Esim. jos D = 22,4 mm, on h = 63,44 mm ± 0,1 mm tai
jos D = 22,6 mm, on h = 62,32 mm ± 0,1 mm.



Kuva 1. Mitta-astia

Lasihelmien levitystyökalun valmistus

Lasihelmien levitystyökalu voidaan valmistaa esim. juniorijääkiekosta (D noin 60 mm), johon kiinnitetään sopiva kahva.

Lasihelmien hankinta

Pinnan karkeuden mittausmenetelmä edellyttää, että käytettävät lasihelmet ovat pyöreitä ja raekoko 0,18/0,25 mm. Tätä raekoko ei ole valmiina kaupallisesti saatavissa Suomesta. Lasihelmet seulotaan lähinnä menetelmäohjeen vaatimuksia vastaavasta lajitteesta.

Lasihelmiä on saatavissa 25 kg säkeissä. Esim. lajite AC 0,15/0,25 mm, josta seulotaan mittausmenetelmän edellyttämä raekoko 0,18/0,25 mm.

Lasihelmien toimittajia (v. 2007):

- Rowema Oy, Kerava
- Blastjet Oy, Hämeenkyrö.

Seulat

Lasihelmilajitteen alarajan raekoko on 0,18 mm ja ylärajan raekoko 0,25 mm. Seulakoko 0,18 mm ei kuulu tavanomaiseen seulasarjaan. Näitä raekokoja vastaavia laboratorioseuloja toimittaa tilauksesta esim. Scanteknik Oy Ab Kirkkonummelta (v. 2007).

Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus - LIVI ohje		Lomake 2.1
LAADUNMITTAUSKOHTIEN SIJAINTI SILTAKANNELLA		Sivu
Pistemäiset laadunmittaukset, vaatimusten alituskohdat ja näytteenottokohdat		
<p>Lomakkeelle merkitään pistemäisten laadunmittausten, vaatimusten alituskohtien ja näytteenottokohtien likimääräiset sijainnit (tarvittaessa eri lomakesivuille) esim. kirjoittamalla sijaintipaikkaan mittauksen tunnustenumero (1-99). Lisäksi kuvaan merkitään taajamat, joihin sillan ylittävä ja alittava väylä johtavat ja muut lomakkeella kysytyt tiedot.</p> <p>Pistemäisten laadunmittausten ja näytteenottokohtien tarkempi sijainti (etäisyydet reunapalkin päästä sekä reunapalkin sisäreunasta) merkitään tulos-lomakkeille 2.4 - 2.7</p>		
<p>Sillan numero:</p> <p>Sillan nimi:</p> <p>Kunta:</p> <p>Sääsuoja? (Kyllä /Ei):</p>	<p>Taajama 1:</p>	<p>Mitattava laatuominaisuus</p> <p>Laadunmittauksen tilaaja:</p> <p>Tilaus n:o ja tilaus pvm</p> <p>Tilaaajan firma:</p> <p>Tilaaajan vastuuhenkilö:</p> <p>Vastuuhenkilön puhelin:</p>
<p>Taajama 3:</p>	<p>Liikuntasauma</p>	<p>Sillan alittava väylä:</p> <p>Taajama 4:</p>
<p>Sillan ylittävä väylä:</p> <p>Taajama 2:</p>	<p>Liikuntasauma</p>	<p>Mittaus pvm.</p> <p>Mittaajan firma:</p> <p>Mittauksen vastuuhenkilö:</p> <p>Vastuuhenkilön puhelin:</p>
	Reunapalkki	Reunapalkki
Lomake 2.1 /2017		

		Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus - LIVI ohje				Lomake 2.2	
ERISTYSALUSTAN TIIVISTYSTYÖN OLOSUHDEPÖYTÄKIRJA							
Kerros, jota tämän lomakkeen olosuhde-		1. levityskerros		Molempien kerrosten levityksestä täytetään eri lomake		Sivu	
mittaukset koskevat (rasti ruutuun)		2. levityskerros					
Silta n:o		Sillan nimi				Sääsuoja käytössä? (kyllä / Ei)	
Tie nro		Kunta					
<i>HUOM. Olosuhteet ilmoitetaan ennen työn aloitusta ja sen jälkeen vähintään 2 h välein koko työn kestoajan (erikseen 1. ja 2. levityskerroksen osalta)</i>							
Mittausajankohta		Ilman lämpötila °C	Ilman suhteellinen kosteus %	Ilman kastepiste-lämpötila °C	Alustan pinta-lämpötila °C	Muu mittaus (mikä)?	HUOM. Esim. Menetelmäpoikkeamat
Mittaus-pvm	Kello						
Tiivistysaineen levityksen aloitus- ja lopetushetken ajankohta				Tiivistysaineen valmistaja			
Pvm	Levitys alkoi kello	Levitys päättyi kello		Tiivistysaineen tuotemerkki			
				Levitysmäärätavoite (g/m ²)		1. kerros	
						2. kerros	
Olosuhteiden mittaus			Tiivistysurakoitsija			Pääurakoitsijan edustaja	
Firma							
Vastuuhenkilön nimi							
Puhelinnumero							

		Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus, LVI ohje				Lomake	2.3
		VEDENERISTYSTYÖN OLOSUHDEPÖYTÄKIRJA				Sivu	
Silta n:o		Sillan nimi			Rakennuttaja		
Tie nro		Kunta			Sääsuoja käytössä? (Kyllä / Ei)		
HUOM. Olosuhteet ilmoitetaan ennen työn aloitusta ja sen jälkeen vähintään 2 h välein koko työn kestoajan.							
Mittausajankohta		Ilman lämpötila	Ilman suhteellinen kosteus	Ilman kastepiste-lämpötila	Alustan pinta-lämpötila	Muu mitt. (mikä?)	LISÄTIEDOT
Mittaus-pvm	Kello						
		°C	%	°C	°C		
Vedeneristyskerroksen levitysaika			Vedeneristyskerroksen alusta (epoksi/ betoni/ muu, mikä?) :				
Pvm	Levitys alkoi kello	Levitys päättyi kello	Epoksin levitysmäärä, 1.+ 2. kerros yhteensä. Tavoite [g/m ²]:				
			Vedeneristyskerroksen tuotemerkki:				
			Eristysmateriaalin valmistaja:				
		Olosuhteiden mittaus		Vedeneristysurakoitsija		Pääurakoitsijan edustaja	
Firma							
Vastuhenkilön nimi							
Puhelinnumero							
Lomake 2.3 / 2017							

ISSN-L 1798-663X
ISSN 1798-6648
ISBN 978-952-317-364-4
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto

Tämä asiakirja on allekirjoitettu

Lista allekirjoittajista

Allekirjoittaja

Todennus