

Menetelmä	n:o VTT-S-05050-09		Päivitetty 30.5.2013
-----------	--------------------	--	----------------------

VTT-S-05050-09

SILTAKANNEN NESTEMÄISENÄ LEVITETYN VEDENERISTYKSEN TAI TIIVISTYSEPOKSIIN VESITIIVIYDEN MITTAUS. KORKEAJÄNNITE-MENETELMÄ.

1 MENETELMÄN TARKOITUS

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

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Menetelmä soveltuu siltakannen betonin päälle nestemäisenä levitetyn, sähköä johtamattoman vedeneristyksen vesitiivyyden ja paksuuden tai tiivistysepoksin vesitiivyyden vaatimusten mukaisuuden mittaukseen. Jos tiivistysepoksin asemasta on käytetty jotain muuta Liikenneviraston tuotekohtaisesti hyväksymää eristysalustan tiivistysainetta, noudatetaan sen vesitiivyyden mittaamisessa tässä menetelmäkuvauksessa epoksitiivistyksen vesitiivyyden 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. Tiivistysepoksin vesitiivyyden mittaus. Matalajännitemenetelmä.

Menetelmä VTT 2651. Eristyksen ja eristysalustan välisen tartuntalujuuden mittaus työmaalla. Tartuntavetokoe.

4 MÄÄRITELMÄT

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

Nestemäisinä levitettävät eristykset ovat yleensä polyuretaani-, akryyli- tai epoksipohjaisia, nestemäisessä olomuodossa levitettäviä vedeneristysmateriaaleja.

Matalajännitemenetelmällä tarkoitetaan mittausmenetelmää VTT 2654, jossa käytetään 500 V mittausjännitettä betonialustalle levitetyn, sähköä johtamattoman pinnoitteen vesitiivyyden (sähkövastuksen, eristysvastuksen) mittauksessa.

Korkeajännitemenetelmällä tarkoitetaan mittausmenetelmää VTT-S-05050-09, jossa käytetään siltakohtaisesti valittua korkeaa mittausjännitettä betonialustalle levitetyn, sähköä johtamattoman pinnoitteen vesitiivyyden (sähkövastuksen, eristysvastuksen) mittauksessa. Korkeajännitemenetelmässä käytettävää mittalaitetta kutsutaan ”kipinäharavaksi”.

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

Vesitiiviyys mitataan välillisenä tunnuslukuna epoksitiivistyksen tai nestemäisenä levitetyn eristyksen riittävän korkean läpilyöntijännitteen perusteella.

5 MENETELMÄ

5.1 Periaate

Korkeajännitemenetelmällä voidaan paikallistaa betonialustalle levitetyn sähköä johtamattoman, nestemäisenä levitetyn vedeneristyksen tai epoksitiivistyksen ohuimpia kohtia tai epäjatkuvuuskohtia (neulamaisia reikiä, poikkeavan huokoisia kohtia, kuplia tai halkeamia). Koska nämä laatu-poikkeamat heikentävät vedeneristyksen tai tiivistysepoxin vesitiiveyttä, kohdistuu mittaus-tu-
kitun kerroksen vesitiivyyden 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, rauditus sekä betonin ja ilman kosteus. Myös betonialustan lämpötilan muutoksen suunta mittaushetkellä (nouseva/ laskeva lämpötila) vaikuttaa läpilyöntijännitteeseen ja erityisesti pinnoitteen reikien kohdalla lämpötilan muutoksen suunnalla on siihen merkittävä vaikutus.

Läpilyöntijännite näkyy kipinäntinänä anturin ja pinnoitteen yläpinnan kosketuskohdassa. Mittalaite voi antaa myös merkkiäänä 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 mittaustapaa ja selvittää menetelmän käytön rajoitukset ennen sen käyttöä. Korkea mittaussjännite ja kipinäntinointi 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 mittaussjännite on säädettävissä epoksitiivistyksen mittauksissa välille 1 - 10 kV ja nestemäisenä levitetyn eristyksen mittauksissa 10–25 kV.
- Maadoituskaapeli, jolla voidaan yhdistää mittauslaite siltakanteen tai sen kanssa hyvin sähköä johtavassa yhteydessä olevaan rakenneseosaan.
- Mittauslaitteeseen kytkettäviä eri levyisiä mittaussantureita, joissa on metalliharjaksia ja varsi.
- Epoksitiivistyksen mittaussjännitteen valinnassa tarvitaan lisäksi matalajännitemenetelmän n:o VTT 2654 mukaiset mittauslaitteet ja tarvikkeet.

5.4 Silmämääräinen tarkastus

Ennen mittauksen aloitusta tarkastetaan epoksilla tiivistetty siltakansi silmämääräisesti mahdollisten epoxin 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.

Työmaolosuhteissa epoksin reiässä on usein ilman lisäksi myös muita sähkönjohtavuuteen vaikuttavia aineita (esim. vettä nesteenä tai vesihöyrynä, pölyä tai muita epäpuhtauksia). Epoksin, karkeutuskiviaineksen ja siltakannen sähkönjohtavuusominaisuudet 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 vesitiiviysmittausta. 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 epoksin 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 vesitiiviysmittaus.

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 levitysmenekin mukaan.
- Toinen epoksikerros levitetään esim. telalla siten, että koealueelle muodostuu pinnoitekerros, joka paksunee kiilamaisesti. Kiilamaisen paksuuden muutoksen avulla pyritään koealueelta paikallistamaan matalajännitemenetelmän VTT 2654 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 epoksinpintaan (esim. tussilla) ja sen sijainti kirjataan mittauspöytäkirjaan (kalibrointikohdan sijainti ilmoitetaan reunapalkista mitatun koh-tisuoran etäisyyden ja liikuntasaumasta mitatun etäisyyden avulla).

- Korkeajännitemenetelmällä määritetään kipinäharavan läpilyöntivastus kalibrointikohtassa. Kalibrointikohtassa on suositeltavaa käyttää kapeaa harjamaista kipinäanturia.
- Jos matalajännitemenetelmällä mitattu eristysvastus oli kalibrointikohtassa välillä 500 – 800 MΩ, valitaan korkeajännitemenetelmässä käytettäväksi kipinäharavan mittausjännitteeksi kalibrointikohtassa todettu läpilyöntijännite.
- Jos on kalibrointikohtassa eristysvastus on välillä 801 – 1000 MΩ matalajännitemenetelmällä mitattuna, valitaan korkeajännitemenetelmässä käytettäväksi kipinäharavan mittausjännitteeksi kalibrointikohtassa 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 kerrospaksuuseroja.
- Mitataan ulkonäköerojen perusteella valituissa siltakannen kohdissa matalajännitemenetelmän VTT 2654 mukainen eristysvastus, kunnes löydetään kohta, jonka eristysvastus on vaihteluvälillä 500 – 1000 MΩ. Tämä kohta valitaan kipinäharavan mittausjännitteen kalibrointikohtaksi.
- Jos matalajännitemenetelmän mukainen eristysvastus ohuimmalta näyttävästä kohdasta on huomattavasti yli 1000 MΩ, 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 MΩ 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 tehdyiltä Menettelyn A mukaiselta koealueelta ei ole voitu paikallistaa matalajännitemenetelmän avulla sopivaa eritysvastuksen 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 kalibrointi-arvot muuttuneet ja tarvittaessa uusia kalibrointi.

5.6 Nestemäisenä levitetyn eristyksen mittausjännitteen valinta

Nestemäisenä levitetyn vedeneristyksen (esim. polyuretaani) vesitiiviiden ja paksuuden mittauksissa käytettävä kipinäharavan mittausjännite (korkeajännitemenetelmällä) voidaan valita tekemällä ensin koealue, jonka eristyksen paksuus on eristyskerroksen InfraRYL osan 3 kohdan 42310.3.2.3.8 vähimmäispaksuusvaatimuksen mukainen, mittaamalla sen läpilyönti-

jännite kipinäharavalla ja käyttämällä sillan kannen alueella mittausjännitteenä kipinäharavan läpilyöntijännitettä, josta ensin on vähennetty 300 – 500 V. Eristyskerroksen paksuus voidaan mitata esim. siltakannesta irrotetusta eristysnäytepalasta työntötulkin avulla.

5.7 Koemenettely

Korkeajännitemenetelmällä suoritettussa mittauksessa noudatetaan menetelmäkuvausta ja laitevalmistajan käyttö- ja turvallisuusohjeita. Korkean mittausjännitteen vuoksi mitaajalla 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. näkyvässä 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 siltakantaa noin 200 – 300 m²/h.

5.8 Reikien paikkaus

Jotta vältetään kipinäharavamittauksen mahdollisesti liian korkean mittausjännitteen aiheuttamat tutkittavan pinnoitteen vaurioitumiset, mittausjännite valitaan matalajännitemenetelmää VTT 2654 apuna käyttäen. Tällöin saattaa esiintyä tilanteita, joissa pinnoitteen reiän kohdalla 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.

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.

Myös epoksikerroksen paikkauskohtien vesitiiviys mitataan kipinäharavalla.

5.9 Vesitiiviyyden arvostelu

Epoksitiivistys

Valmiin epoksitiivistyksen vesitiiviyyden arvostelussa käytettävä korkeajännitemenetelmän mittausjännite valitaan kohdan 5.5 mukaisesti. Koko siltakannen alueelta kartoitetaan korkeajännitemenetelmän avulla alueet, joilla läpilyöntijännite on alhaisempi kuin valittu mittausjännite. Näillä kohdilla epoksitiivistys ei täytä InfraRYL:in vesitiiviysvaatimuksia.

Nestemäisenä levitetty eristys

Valmiin nestemäisenä levitetyn eristyksen vesitiiviyyden ja paksuuden arvostelussa käytettävä mittaussännite valitaan kohdan 5.6 mukaisesti. Koko siltakannen alueelta kartoitetaan alueet, joilla läpilyöntisännite on alhaisempi kuin valittu mittaussännite. Näillä kohdilla nestemäisenä levitetty eristys ei täytä InfraRYL:in mukaista eristyksen minimipaksuusvaatimuksia, jos näytepala on ohuempi kuin kerroksen minimipaksuus.

6 TUTKIMUSSELOSTUS

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan:

- tien numero, työmaan nimi, sillan nimi, ELY-keskus, kunta,
- mittaustyön tilaaja, tilausnumero, tilauspäivämäärä,
- mittauksen suorittaja ja hänen työnantajansa
- epoksitiivistyksen tai nestemäisenä levitetyn eristyksen levityspäivämäärät
- kipinäharavamittauksen päivämäärä,
- kipinäharavamittauksella tutkitun materiaalin tuotemerkki,
- kipinäharavamittauksen suorittajan nimi,
- koemenetelmä (viittaus tämän menetelmän numeroon),
- onko mittaus tehty sääsuojassa,
- korkeajännitemittauksissa käytetyn laitteen merkki ja malli,
- harjamaisen mittauselektrodin leveys,
- maadoituselektrodin kiinnitystapa siltakanteen,
- korkeajännitemenetelmällä mitatun alueen laajuus ja sijainti siltakannella,
- mittaussännite ja sen valintamenettely,
- korkeajännitemenetelmän mittaussännite ja valintapa,
- kalibrointikohdissa tehdään mittaukset sekä korkeajännitemenetelmän että matalajännitemenetelmän mukaan. Näiden vertailumittausten tulokset raportoidaan esim, liitteenä olevan lomakkeen taulukossa,
- korkeajännite-mittauksessa todetut kipinäharavan läpilyöntikohdat ja niiden sijainti kuvataan esim. kenttälomakkeen kääntöpuolella siltakannesta tehdyn piirroksen avulla,
- samalla tavoin raportissa esitetään nestemäisenä levitetyn eristyksen paksuusvaatimuksen alituskohdat ja niiden sijainti siltakannella tai alue, joilla alituksia on havaittu,
- lisäksi esitetään mahdolliset poikkeamat tämän menetelmäkuvauksen mukaisesta koemenettelystä.

LIITE: Kenttälomake

