

Jyrki Heinämäki

Teräsbetonisten siltojen vedeneristäminen

Opinnäytetyö

Kevät 2020

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan koulutusohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka

Tekijä: Jyrki Heinämäki

Työn nimi: Teräsbetonisten siltojen vedeneristäminen

Ohjaaja: Jorma Tuomisto

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 46

Liitteiden lukumäärä: -

Opinnäytetyöhön kerättiin teräsbetonisten siltojen vedeneristämiseen käytettäviä työmenetelmiä ja ohjeistuksia, joita käytetään Suomessa siltojen vedeneristämiseen. Työssä käsiteltiin vedeneristämiseen vaikuttavia laatutekijöitä ja menetelmiä onnistuneen vedeneristuksen saavuttamiseksi. Siltojen vedeneristys on yksi tärkeimpiä työvaiheita siltojen rakentamisessa, jolla on suuri vaikutus sillan käyttöikänsä. Eristystyö on vaativa työvaihe johtuen kosteuden ja olosuhteiden asettamista rajoitteista, jolloin työvaihe on alttiina työvirheille.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata vedeneristämisen eri työtapojen oikeaoppinen menettely ja kertoa laatuun vaikuttavista asioista. Työtä voivat hyödyntää kaikki, jotka tulevat työskentelemään siltojen vedeneristuksen parissa.

Opinnäytetyöhön kerätyissä ohjeistuksissa ja määräyksissä on käytetty Väyläviraston ohjeita sekä Rakennustiedon infraRYL-järjestelmää, jotka yhdessä toimivat laatuvaatimusten ja sääntöjen luojina.

Avainsanat: silta, vedeneristäminen, ohje

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Production Engineering

Author/s: Jyrki Heinämäki

Title of thesis: Waterproofing of reinforced concrete bridges

Supervisor(s): Jorma Tuomisto

Year: 2020

Number of pages: 46

Number of appendices: -

The thesis described various waterproofing methods and regulations on reinforced concrete bridges in Finland. Waterproofing is one of the most important stages when building a bridge, which affects the age of the bridge. Due to moisture and condition limitations this stage of work is easily exposed to flaws.

The purpose of the thesis was to describe correct working methods and to clarify the quality requirements of waterproofing a bridge.

The main sources used were the guidelines of Väylävirasto, Finnish Transport Infrastructure Agency, and InfraRYL- quality standards system from Rakennustieto, Building Information.

Keywords: Bridge, waterproofing, guide

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ	3
Kuva- ja taulukkoluetelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO.....	8
2 VEDENERISTÄMISEN LÄHTÖKOHDAT	9
3 VEDENERISTYKSEN LAATUVAATIMUKSET	11
4 ERISTYKSEN ALUSTAN VAATIMUKSET	12
4.1 Alustan tasaisuus ja puhtaus.....	12
4.2 Alustan karheus	13
4.3 Alustan kosteus.....	14
5 VEDENERISTYS.....	15
5.1 Eristysalustan tiivistys	15
5.2 Kermieristys	18
5.2.1 Aluskermi	18
5.2.2 Pintakermi.....	20
5.3 Läpiviennit.....	20
5.4 Liikuntasaumamat.....	21
5.5 Sillan reunat.....	21
5.6 Mastiksieristys.....	22
5.7 Nestemäisinä levitettävät eristeet.....	23
5.8 Kumimattoeristys	25
6 ERISTYKSEN SUOJAKERROS	26
6.1 Suojabetoni.....	27
6.2 Suoja-asfaltti	27
6.3 Suodatinkangas ja hiekka	27
6.4 Nestemäisinä levitettävien eristysten suojaus	28
7 VEDENERISTYKSEN PAIKKAAMINEN	29

7.1 Vauriot	29
7.2 Vaurioiden korjaus paikkakorjauksena	30
7.2.1 Valmistelevat työt	31
7.2.2 Rakenteiden purkaminen ja alustavat työt	31
7.2.3 Kermieristyksen paikkaaminen	33
7.2.4 Nestemäisenä levitettävän eristyksen paikkaaminen	34
7.2.5 Mastiksieristyksen paikkaaminen	35
7.2.6 Näytteenottoreikien paikkaus	35
8 VEDENERISTYKSEN PERUSKORJAUS	37
8.1 Kansilaatan pinnan poisto piikkaamalla tai jyrsimällä	38
8.2 Kansilaatan muotoiluvalu	38
8.3 Eristysalustan kunnostus ilman muotoiluvalua	39
9 IMPREGNOINTI	40
9.1 Suojattavan pinnan esikäsittely	40
9.2 Impregnointityö	40
9.3 Ennakkokoe	42
9.4 Vettähylykivän impregnoinnin uusintakäsittely	42
9.5 Laadunvarmistus	43
10 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	45

Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Sillan pääty.	21
Kuva 2. Kalkkivuotoja kannen alapinnassa.	30
Kuva 3. Asfalttikerroksen poistoa paikattavasta eristysvauriokohdasta.	32
Kuva 4. Kuplineen kermieristyksen korjaaminen ennen asfaltointia.	33
Kuva 5. Vanhan ja uuden vedeneristyksen sauman tiivistys.	34
Kuva 6. Nestemäisenä levitettävän eristyksen paikkaaminen.	35
Kuva 7. Vettähyhkivän impregnointiaineen (H), impregnoinnin (I) ja pinnoituksen (C) kaaviokuva.	41
Taulukko 1. Kermieristyksen tartuntalujuusvaatimus siltakannella (yli 100 m ²)....	19
Taulukko 2. Eristyksen suojaustapoja.	26

Käytetyt termit ja lyhenteet

Epoksi	Kaksikomponenttinen aine, jota käytetään eristysalustan tiivistämiseen ja betonipinnan halkeamien imeyttämiseen.
Eristysalusta	Sillan päällysrakenne, jonka päälle vedeneristys toteutetaan
Hiekkapuhallus	Työvaihe, jossa hiekkapuhaltimella puhalletaan pienirakeista hiekkaa. Käytetään sillan kansissa sementtiliimakeroksen poistamiseen ja eristysalustan karhennukseen.
Kermieristys	Bitumikermistä tehtävä vedeneristys, joka kiinnitetään alustaansa joko liimaamalla tai kuumentamalla.
Makrokarkeus	Eristysalustan betonipinnan karheus. Yksikkö= [mm]
Mastiksieristys	Hiekasta, kalkkikivijauheesta ja kumibitumista valmistettu nestemäinen eristysmateriaali.
Nestemäiset eristeet	Ruiskuttamalla levitettäviä polyuretaaneja, polymeerimodifioituja akryylihartseja tai polyureaa.
Paineentasausputki	Höyrynpainetta tasaava järjestelmä eristeen alla, joka mahdollistaa ilman virtauksen paineentasausverkon tai paineentasauskermin avulla.
Pintavesikaivo	Sillan kansirakenteen lävistävä kaivo, johon ohjataan pintarakenteen päällä oleva vesi. Käytetään myös nimitystä "syöksytorvi".
Pintavesiputki	Sillan kansirakenteet lävistävä putki, jolla ohjataan sillan päällysteiden läpi tulevat valumavedet eristeen päältä pois. Käytetään myös nimitystä "tippuputki".
Viettokaltevuus	Veden virtaussuuntainen kaltevuus.
SILKO	Väyläviraston siltojen korjausohje.

Sinkopuhallus

Työvaihe, jossa singotaan pieniä metallikuulia puhaltimella. Käytetään sillan kansissa sementtiliimakerroksen poistamiseen ja eristysalustan karhennukseen.

1 JOHDANTO

Suomessa rakennetaan ja peruskorjataan vuosittain satoja siltoja, joista suurin osa on teräsbetonirakenteisia. Siltojen vedeneristys on suurin yksittäinen tekijä, joka vaikuttaa siltojen kuntoon ja käyttöikään, sekä tätä kautta myös kustannuksiin.

Suomen vaihtelevat sääolosuhteet pakkasineen, helteineen ja sateineen aiheuttavat tarpeen eristää rakenteita. Rakenteita rasittavat tiesuolat, pöly, vesi ja lämpötilojen laaja vaihtelu, sulaminen ja jäätyminen. Ne aiheuttavat betonin rapautumista ja betonin raudoitusten korroosiota. Suomen lyhyiden kesien ja vedeneristämisen vaativien olosuhdevaatimusten takia, siltoja suojaavan vedeneristystyön suorittaminen aikataulujen puitteissa on haastavaa.

Siltojen vedeneristys on rakennusvaiheessa tehtävä työvaihe, jolla tehdään vedenpitävä rakenne sillan betonisen kansirakenteen ja päällysteen väliin. Vedeneristämällä pyritään estämään rakenteille haitallisten aineiden pääsy betoniin, jotta välttäisiin betonin rapautumiselta ja raudoituksen korroosiolta.

Vedeneristämisen laatuvaatimukset ja säännöt koostuvat Väyläviraston ohjeista ja infraRYL:n aineistosta. Niiden ohjeita ja määräyksiä on käytetty tämän opinnäytetyön laatimiseen. Laatuvaatimukset sisältävät paljon keskinäisiä viittauksia, jotka aiheuttavat helposti tulkintaongelmia, jolloin jokin laatuun vaikuttava seikka saattaa jäädä huomioimatta. Työvaiheesta riippuen tarjolla voi olla kolmekin eri laatuaineistoa, jotka viittaavat toisiinsa. Tällöin kaikki kolme aineistoa toimivat yhdessä.

Tämä opinnäytetyö käsittelee teräsbetonisten siltojen eristys- ja tiivistysmenetelmiä. Työhön on koottu eri työvaiheiden laatuvaatimuksia ja työtapoja. Työn tarkoituksena on toimia apuvälineenä siltojen vedeneristyksen parissa toimiville työnjohtajille ja vesieristäjille. Opinnäytetyö ei käsittele teräs- tai puukantaisia siltoja.

2 VEDENERISTÄMISEN LÄHTÖKOHDAT

Kosteus on merkittävä rakenteiden toimintaan ja kestävyysvaikututtava tekijä. Liian suuri kosteus aiheuttaa rakenteen säilyvyyteen vaikuttavia ongelmia. Silta-rakenteet on syytä pyrkiä suojaamaan mahdollisimman hyvin kosteuden aiheuttamilta haittavaikutuksilta. Kriittisimmät kosteuden aiheuttamat vauriot esiintyvät reunapalkeissa, kansilaatan yläpinnassa ja alusrakenteissa vedenpinnan vaikutusalueella. (Liikennevirasto 2018, 8.)

Siltarakenteissa kosteus siirtyy pääasiassa veden kapillaarisena virtauksena, mutta jonkin verran esiintyy myös vesihöyryn siirtymistä diffuusiolla. Kapillaarinen virtaus tarkoittaa kosteuden siirtymistä, joka aiheutuu veden pintajännityksen aiheuttamista kapillaarivoimista, joita kuvaa parhaiten huokosalipaine tai imu. Rakenteen kosteuden ollessa suuri, kosteus siirtyy pääasiassa kapillaarivoimien vaikutuksesta. Diffuusio tarkoittaa sitä, että ilma sisältää eri määrän kosteutta rakenteen sisällä ja ulkopuolella, jolloin kosteuspitoisuus pyrkii tasoittumaan. Jos aineen kosteus on alhainen, kosteus siirtyy pääasiassa diffuusion vaikutuksesta. (Liikennevirasto 2018, 8.)

Sillan vedeneristämällä pyritään estämään veden kulkeutuminen paineen ja kapillaarisen virtauksen myötä kansilaatan sisään. Vedeneristys ja sillan päällyste suunnitellaan samanaikaisesti, koska ne muodostavat yhdessä kannen pintarakenteen. Vedeneristeen on kestävä kansilaatan muodonmuutokset ja liikkeet. (Liikennevirasto 2018, 4-8.)

Betoni pyrkii tasapainokosteuteen, johon vaikuttavat ympärillä olevan ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus. Normaaleissa ympäristöolosuhteissa siltarakenteen suhteellinen kosteus on noin 85 %. Mikäli kansilaatan alapinnan suhteellinen kosteus on yli 95 %, voidaan päätellä vedeneristeen olevan vaurioitunut, jolloin vesi suotautuu rakenteen läpi. (Liikennevirasto 2018, 8.)

Eristystöiden aikana eristysalustan pinnan lämpötilan tulisi olla vähintään 3 °C ilman kastepisteen yläpuolella. Rakennekosteuden tulisi olla mahdollisimman lähellä tasapainokosteutta. Kosteuden määrä aineessa riippuu siitä, onko aine kosketuk-

sessä veteen vai kosteaan ilmaan. Siltojen korjaustöissä on kyseessä hygroskoop-
pinen tasapainokosteus, mikä tarkoittaa aineen kosteustasapainoa kostean ilman
kanssa. (Liikennevirasto 2018, 8.)

3 VEDENERISTYKSEN LAATUVAATIMUKSET

Eristettävän alustan on tartuttava hyvin betonikanteen. Eristyksen alustana voi olla epoksiivistyskerros tai muulla materiaalilla tiivistetty betonipinta. Betonisen eristysalustan tiivistämisellä vähennetään vedeneristyksen kuplimisriskiä. Hyvin tarttunut vedeneristys jättää mahdolliset eristysvauriokohdat paikallisiksi. Mikäli eristys on irti alustastaan, pääsee suolavesi leviämään mahdollisesta vuotokohdasta laajoille alueille, joka voi johtaa mittaviin betonin tai raudoituksen vaurioihin. Uutena heikosti tarttunut eristys irtoaa todennäköisemmin alustastansa käyttöönoton jälkeen, kuin hyvin tarttunut eristys. (Liikennevirasto 2017, 17.)

Sillan kannen vedeneristyksen on oltava vesitiivis. Vesieristeen on kestävä ilmastoon, vedenpaineen ja liikenteen aiheuttamat rasitukset, sekä lämpötilasta ja kutistumasta aiheutuvat rakenteelliset muodonmuutokset. Eristyksen on kestävä tiesuojalojen, happojen ja emästen vaikutuksia. Eristysmateriaalien on oltava SILKO-hyväksytyjä. (InfraRYL 2008, 196.)

Eristyskerrosten tulee tarttua toisiinsa ja alustaansa siten, etteivät ne pääse liikkumaan. Valmiit vedeneristyspinnat tulisi suojata mahdollisimman pian varsinaisilla suojakerroksilla, kuitenkin viimeistään yhden viikon kuluessa eristämisen jälkeen. Eristystyöt suositellaan tehtäväksi aina sääsuojan sisällä. Sääsuoja on mitoitettava kestäämään lumen, tuulen ja sateen aiheuttamat kuormitukset. Sääsuoja on suunniteltava siten, että mitkään tukirakenteet eivät saa olla eristystyön edessä. Sääsuojan on oltava kaikissa sääolosuhteissa kauttaaltaan vesitiivis ja sen on ulotuttava vähintään reunapalkin pystypinnan puoleen väliin asti ja esteettömän sisäpuolen korkeuden on oltava vähintään 2,5 m. Sillan pituussuunnassa sääsuojan on ulotuttava sillan molempiin päihin ja yli 40 m silloissa voidaan käyttää siirrettävää sääsuojaa. Sääsuojan on oltava päistään tuuletettava ja lämmitettävä. (InfraRYL 2006, 2008, 196.)

Jos kannella suoritetaan muita töitä raskailla työkoneilla ennen pintarakenteiden valmistumista, on kansi suojattava esimerkiksi vanereilla. Tällä suojataan valmista vedeneristystä rikkoutumasta. Mahdollisia tulitöitä tehdessä on huomioitava, etteivät työt riko vedeneristystä. (InfraRYL 2008, 196.)

4 ERISTYKSEN ALUSTAN VAATIMUKSET

4.1 Alustan tasaisuus ja puhtaus

Eristysalustan on oltava puhdas ja tasainen. Pinnan tasaisuus mitataan 1,5 m mitaisella oikolaudalla. Kaikki yli 4 mm epätasaisuudet tasoitetaan tai jyrsitään. Kolojen paikkauksissa käytetään SILKO-hyväksytyjä epokseja tai korjauslaasteja. Eristettävä pinta on puhdistettava sementtiliimasta, jälkihoitoaineesta, liuottimista, rasvasta ja muista epäpuhtauksista sinko- tai hiekkapuhalluksella. Kansi puhdistetaan pölystä ja muusta liasta imuroimalla ennen eristämistä. Normaali puhdistusaste on suihkupuhdistettu betonipinta, jolloin sementtiliimaa on irronnut siten, että paljaiden kiviainesraepintojen osuus on vähintään 25 % eristettävästä pinnasta. (Tiehallinto 2005, 15.)

Sinko- tai hiekkapuhalluksen jälkeen kannella ei saa esiintyä jälkihoitoainejäämiä. Kannen puhtaus voidaan varmistaa väriaineliuoksen avulla. Kohdat, joissa epäillään olevan jäämiä jälkihoitoaineesta, sivellään väriaineliuosta. Alue, johon väriaineliuosta on levitetty, pyyhitään välittömästi kuivalla kankaalla ennen kuin väriaineliuos kuivuu. Mikäli alueet, joiden pintaan on sivelty väriaineliuosta, värjäytyvät väriaineliuoksen väriseksi, tarkoittaa se sitä, että jälkihoitoainejäämät on saatu poistettua betonipinnasta. Jos taas alue ei värjäydy, tällöin betonipinnassa on vielä jälkihoitoainejäämiä. (Liikennevirasto, 2017.)

Puhdistuksen jälkeen kannen yläpinnan halkeamat imeytetään umpeen SILKO-hyväksytyillä epoksilla. Epoksin tulee olla kuumuutta kestävä ja kumibitumin kanssa yhteensopivaa materiaalia. (Tiehallinto 2005, 15.)

4.2 Alustan karheus

Eristysalustan karheudella on suuri vaikutus vesieristyksen tartuntaan. Liian sileä pinta antaa huonomman tartuntalujuuden vesieristeeseen, kun taas karhea pinta parantaa tartuntaa. Liiallinen karheus lisää epoksin menekkiä ja vaikuttaa betonipinnan kuivumiseen. (Liikennevirasto 2017, 17.)

Alustan karheus saadaan aikaiseksi sinko- tai hiekkapuhaltamalla kansi. Karhennettu kansi parantaa eristeen tartuntaa alustaan. Kannen makrokarkeuden tulee olla ennen epoksikäsitteilyä ja eristämistä välillä 0,3...1,2 mm. Mikäli makrokarheus ylittää ylärajan 1,2 mm, pinta korjataan SILKO- hyväksytyllä tasoitteella. Korjaustasoitteen on oltava täysin kovettunut ja täytettävä enimmäiskosteusvaatimus ennen eristämistä. Eristysalustan karheus mitataan lasihelmimenetelmällä jokaista alkavaa 500 m² kohden kolmesta kohtaa siltakantta. (Tiehallinto 2005, 15.)

Lasihelmikoe suoritetaan pyöreillä lasihelmillä, joiden raekoko on 18/25 mm. Lasihelmet kaadetaan mitta-astiaan, jonka tilavuus tulee olla 25 ml. Valitut mittauskohdat tulee puhdistaa huolellisesti pölystä, pintakiviainerakeista ja roskista ensiksi teräsharjalla ja sen jälkeen pehmeämmällä harjalla. Mittauskohdan tulee olla kuiva, tasalaatuinen alue, eikä mitattavalla alueella saa olla halkeamia tai saumoja. Tuulisella säällä mittauspaikka suojataan tuulelta. Lasihelmet kaadetaan puhdistetulle alueelle kasaan ja levitetään pyörivällä liikkeellä pyöreällä kumisella työkalulla, jonka halkaisija on 60-75 mm. Lasihelmiä levitetään pyörivällä, kasvavalla liikkeellä kunnes lasihelmet ovat täysin täyttäneet alustan kolot. Lasihelmien täyttämä pyöreä alue mitataan vähintään neljästä eri kohdasta ja lasketaan näiden keskiarvo. (Liikennevirasto 2017.)

4.3 Alustan kosteus

Betonin sisältämä kosteus tulee selvittää ennen eristys- ja epoksointitöiden aloittamista. Kosteuden selvittämisessä olennaista on absoluuttisen kosteuden selvittäminen. Kosteus betonissa on vaihtelevaa, johon vaikuttaa betonirakenteen vahvuus ja mittaussyvyys. (InfraRYL 2008, 199.)

Ennen kannen epoksointia tai eristystöiden aloittamista, kannen betonin on täytettävä enimmäiskosteusvaatimukset absoluuttinen kosteus < 5 % ja suhteellinen kosteus < 93 %, sekä mastiksieristyksessä absoluuttinen kosteus < 6 % ja suhteellinen kosteus < 96 %. (InfraRYL 2008, 199.)

Joissain tapauksissa epoksitiivistys voidaan tehdä edellä mainittua enimmäiskosteutta kosteammalle alustalle, jos Väylävirasto on tuotemerkkikohtaisesti hyväksynyt käyttöönsä epoksin edustajan laatiman, kosteammalle eristysalustalle salliman asennusohjeen. (Tiehallinto 2005, 37.)

Absoluuttisen kosteuden mittaus suoritetaan kuivatus-punnitusmenetelmällä. Menetelmässä otetaan 3 rinnakkaisnäytettä samalta etäisyydeltä reunapalkista noin 50 cm etäisyydellä toisistaan. Näytteenottokohdat valitaan kohdista, joissa betonin kosteus on todennäköisesti korkeimmillaan esimerkiksi reunapalkin vierusta. Valituista näytteenottopaikoista kartoitetaan raudituksen sijainti raudituksen ilmaisimella ennen porausta. Porataan halkaisijaltaan 55 mm olevalla näytteenottoporalla 30 mm syvyyteen ja irrotetaan lieriö kiilojen avulla. Porauksessa ei saa käyttää vesikastelua. Näytteenottoreiät paikataan heti porauksen jälkeen. Näytteet merkitään tunnistetiedoin ja toimitetaan laboratorioon mitattaviksi. (Liikennevirasto 2017.)

Suhteellisen kosteuden mittaus suoritetaan porareikämenetelmällä. Mittaus suoritetaan poraamalla kanteen reikä ja mittaamalla kosteusanturilla porareikästä ilman suhteellinen kosteus. Ennen mittausta poratun reiän kosteuden tulee tasaantua 3–7 vuorokautta. (Liikennevirasto 2017.)

5 VEDENERISTYS

Teräsbetonirakenteisen sillan kannen eristäminen koostuu kahdesta vaiheesta, eristysalustan tiivistyksestä ja eristyksestä. Yleisimmin käytetty eristysratkaisu on alustaansa kauttaaltaan kiinnitetty kaksinkertainen kermieristys. Tätä eristysratkaisua puoltaa sen monikäyttöisyys, sillä se sopii kaikille silloille. Muita eristystapoja ovat mastiksieristys, nestemäisinä levitettävät eristyksset ja kumimattoeristys. Suunnittelija määrittää käytettävän vesieristyksen tapauskohtaisesti sillan käyttötarkoituksen mukaan. (Väylävirasto 2019, 35-37.)

Sillat pyritään rakentamaan pääsääntöisin kesäisin, jolloin myös vedeneristystyöt tehdään. Alkukesän kuivat ja viileät olosuhteet ovat otollisimmat eristystyölle. Lämpötilan lasku ja kosteuden lisääntyminen syksyn lähestyessä aiheuttavat vedeneristystöiden aikatauluttamiselle haasteita, joka on syytä ottaa huomioon aikataulua laatiessa. Kiire ja liian tiukka aikataulu johtavat herkästi työvirheisiin, joita sillan käyttökään kriittisesti vaikuttavassa erityistyössä tulee välttää. Epäonnistunut eristystyö saattaa pahimmillaan johtaa eristyksen ja päällysteen purkamiseen, jotka aiheuttavat suuria kustannuksia.

5.1 Eristysalustan tiivistys

Eristysalustan tiivistämisen tarkoituksena on estää eristeaurioita. Eristettävä betonikansi esikäsitellään aina joko kumibitumiliuoksella tai epoksilla. Eristysalustan tiivistys estää betonikannesta kosteuden siirtymisen varsinaisen eristyksen alle, jolla vältytään eristykselle haitalliselta kuplimiselta. Epoksitiivistys tai kumibitumiliuos suojaa myös betonirakennetta estämällä veden ja kloridien kulkeutumista rakenteseen sekä toimii tartunta-alustana eristeelle. Tiivistysaineita käytetään betonirakenteisilla kansilla, kun vedeneristysmateriaalina toimii kermi, nestemäisenä levitettävä eristys tai kumibitumimastiksi. (Liikennevirasto 2016.)

Eristysalusta tiivistetään epoksilla betonikantisilla silloilla, kun siltakan-
nen rakennepaksaus on vähintään 400 mm ja jokin seuraavista ehdoista on voimassa:

- sillan liikennemäärä (KVL) on vähintään 3000 ajon/vrk tai
- siltakannelle levitetään liukkaudentorjuntasuolaa tai silta on suolattavan tien ramppisilta tai
- jos silta sijaitsee liikennevalojen läheisyydessä tai
- jos sillan pituuskaltevuus on vähintään 4%. (Tiehallinto 2005, 17.)

Ennen työn aloittamista sijoitetaan materiaalit ja työvälineet kannelle siten, ettei niitä tarvitse työn edetessä siirrellä tai hakea kaukaa. Epoksitiivistyksen levittäminen kannattaa suunnitella siten, että vältytään märän epoksin päällä kävelemiseltä. Työn etenemisessä kannattaa kiinnittää huomiota, ettei kannelta tarvitse poistua kesken töiden.

Epoksitiivistys tehdään valmistajan ohjeiden mukaisesti kahtena kerroksena. Ensimmäiseen kerrokseen levitetään 300-500 g/m². Mikäli kannen pinnassa on epätasaisuuksia, käytetään epoksin ja kvartsihiekan yhdistettä. Kvartsihiekan käyttö myös parantaa toisen epoksikerroksen, sekä eristeen tartuntaa. Toiseen epoksikerrokseen levitetään vähintään 600 g/m². (InfraRYL 2008, 200-201.)

Valmiin epoksitiivistyskerroksen tulee olla vesitiivis. Eristysvastuksen tulee olla minimissään 500 MΩ, joka todetaan matalajännitemenetelmällä. Menetelmässä epoksikerroksen läpi porataan halkaisijaltaan 8–10 mm reikä. Porareikä kostutetaan testinesteellä, kuitenkin niin, että neste ei lammikoidu porareikään. Porareiän viereen noin 30 cm etäisyydelle asetetaan suodatinkankaan pala, joka on kasteltu testinesteellä märäksi. Kankaan päälle asetetaan kuparilevy. Sähkövastuksen mittalaitteeseen valitaan jännitteeksi 500 V. Mittauselektrodit kytketään porareikään ja kuparilevyn pintaan. Laitteen näytöltä saadaan luettua elektrodien välinen sähkövastus. (Liikennevirasto 2017.)

Vesitiiviys voidaan mitata myös korkeajännitemenetelmällä, joka tunnetaan myös nimellä kipinäharavamittaus. Korkeajännitemenetelmällä pystytään löytämään betonialustalle levitetyn nestemäisenä levitettävän vedeneristyksen tai epoksitiivistyk-

sen ohuimpia kohtia. Tällä menetelmällä voidaan paikantaa myös epoksitiivistyksessä ilmeneviä epäjatkuvuuskohtia, joita on esimerkiksi kuplat, halkeamat, neulamaiset reiät tai poikkeavan huokoiset kohdat. Mittauksessa kipinäharavaan johdetaan sähköä, jolla kuljetaan mitaten koko epoksitiivistetty alue läpi. Mikäli epoksikerros on liian ohut tai kohdassa on poikkeavan huokoinen kohta, laite antaa ilmoituksen tästä. Mittausta suorittaessa pinnoitteen päällä tai huokosissa ei saa olla kosteutta, koska kosteus aiheuttaa virheellisen mittaustuloksen. Mittauslaitteen maadoituskaapeli kytketään esimerkiksi sillan kaiteeseen tai kanteen ammuttuun betoninulaan. (Liikennevirasto 2017.)

Epoksitiivistyksen tartuntalujuus tulee olla joka kohdassa vähintään 1,0 N/mm² sekä keskimäärin 1,5 N/mm². Tartuntalujuus määritetään tartuntavetokokeella. Epoksintyö tehdään aina kansilaatasta mitattuna laskevaan lämpötilaan, eikä lämpötila saa laskea alle +10 °C epoksin levityksen ja kuivumisen aikana. (Liikennevirasto 2016.)

5.2 Kermieristys

Eristysalustan pinnan lämpötilan tulee olla vähintään 3 °C ilman kastepisteen yläpuolella ja ilman suhteellinen kosteus saa olla enintään 85 % eristystöiden aikana. Rakennekosteuden tulisi olla mahdollisimman lähellä tasapainokosteutta. (Liikennevirasto 2018, 8.)

Ennen eristystyön aloittamista pidetään eristysalustan vastaanottotarkastus, johon osallistuvat tilaajan, pääurakoitsijan ja eristysurakoitsijan edustajat. Tarkastuksessa todetaan eristysalustan täyttävän sille asetetut vaatimukset. (Tiehallinto 2005, 17.)

5.2.1 Aluskermi

Kermieristys voidaan aloittaa, mikäli epoksitiivistys on tehtynä ja todettu tiiviiksi, sekä eristysalustan vastaanottotarkastus on tehtynä ja hyväksytynä. Ensimmäinen kerros tehdään kumibitumilla liimaamalla epoksikerroksen päälle ja kumibitumikerroksen on oltava mahdollisimman tasainen. (Tiehallinto 2005, 17-18.)

Ennen aluskermin liimaamista, kuljetetaan kermirullat kannelle arvioidun levitysmatkan päähän toisistaan, etteivät rullat tule työn edetessä tielle ja aiheuta näin ylimääräisiä siirtoja. Työkohteelle otetaan myös ensisammutusvälineet mukaan.

Kumibitumi sulatetaan Väyläviraston hyväksymällä termostaatilla, lämpömittarilla ja sekoittimella varustetulla sulatuspadalla. Kumibitumin lämpötila ei saa ylittää sekoittaessa 210 °C. Kumibitumin levityslämpötila tulee olla välillä 180–210 °C. Kumibitumin ylikuumentaminen saattaa heikentää sen laatuominaisuuksia. Kermieristys aloitetaan siltakannen alimpana olevasta kohdasta ja asennetaan sillan pituussuuntaan. (Tiehallinto 2005, 17-18.)

Asennuksen aikana kuumaa kumibitumia kaadetaan kaatonokallisella kannulla kermirullan eteen, jolloin kermiä rullattaessa kumibitumi kulkee pienenä aaltona kermin edellä koko mattorullan leveydeltä. Kermin tulee tarttua alustaan kauttaaltaan eikä ilmakuplia saa jäädä kermin alle. Kermit limitetään sivusaumoissa vähintään 100 mm ja päätysaumoissa vähintään 150 mm. Kermien saumat tiivistetään telaamalla. (Liikennevirasto 2018, 18.)

Jos aluskerminä käytetään paineentasauskermiä, asennetaan sillan molempiin reunoihin ensimmäinen kermikaista tavallisena aluskerminä ja sitä seuraavat paineentasauskermeinä, jotka kiinnitetään alustaansa pisteittäin. Paineentasauskermillisessä rakenteessa kansi varustetaan suunnitelmien mukaisilla paineentasausputkilla. (Liikennevirasto 2018, 18.)

Aluskermin tartuntalujuusvaatimus yli 100 m² kansilla on esitetty taulukossa 1. Taulukon tartuntalujuusarvoista voidaan vähentää 0,10 N/mm², jos tartuntavetoko-keessa irtoaminen johtuu kiinnitysbitumin sisäisestä koheesiomurtumasta ja eristystyön jälkeen kiinnitysbitumista otettujen näytteiden testitulokset täyttävät taulukon vaatimukset. Paineentasauskermin tartuntalujuus mitataan kermin liimatulta osalta. Alle 100 m² siltakansilla tartuntalujuuden mittaus voidaan suorittaa käsin vetäen. Tartuntalujuus on riittävä, jos kermi ei irtoa käsin vetäen ja mikäli kermikaista irtoaa, on bitumia jäätävä betoniin yli 50 % irrotuskaistan pinta-alasta. Mikäli edellä mainitut ehdot eivät toteudu, tehdään eristys näiltä osin uudestaan. Jokaisesta tartuntalujuuden mittaustuloksesta lasketaan, kuinka monta prosenttia mittaustulos on taulukon vaatimuksesta. Mittaustulosten yhteenlaskettu keskiarvo tulee ylittää 60 %. Mikäli hylkäysraja ei ylity, on eristys poistettava ja kermi uusittava. Kuplineet tai ylikuumentuksen takia poimuuntuneen kermit on poistettava ja korvattava uusilla. (Tiehallinto 2005, 18-19.)

Taulukko 1. Kermieristyksen tartuntalujuusvaatimus siltakannella (yli 100 m²). (Tiehallinto 2005.)

Eristysalustan pintalämpötila (°C)	Tartuntalujuusvaatimus (N/mm ²)	Eristysalustan pintalämpötila (°C)	Tartuntalujuusvaatimus (N/mm ²)
5	1,06	16	0,58
6	1,00	17	0,55
7	0,95	18	0,52
8	0,90	19	0,50
9	0,85	20	0,47
10	0,81	21	0,45
11	0,77	22	0,42
12	0,72	23	0,40
13	0,69	24	0,38
14	0,65	25	0,36
15	0,62		

5.2.2 Pintakermi

Pintakermin asennus suoritetaan aluskermin päälle kuumentamalla kermin liimapintaa monisuuttimisella nestekaasuliekillä. Kermiä kuumennetaan siten, että se tarttuu hyvin alustaansa. Liiallinen kuumentaminen kuitenkin aiheuttaa kermissä pömuuntumista, jolloin kermiä ei voida käyttää ja se on vaihdettava uuteen. Pintakermin limitys suoritetaan samalla tavalla kuin aluskermin, mutta niin, että alus- ja pintakermin saumat eivät satu samaan kohtaan. Pintakermi limitetään vähintään 100 mm aluskermin saumoihin verraten. (Liikennevirasto 2018, 18.)

Pintakermiä asennettaessa tulee aluskermin pinta puhdistaa roskista, eikä aluskermin pinta saa olla märkä. Märkä pinta heikentää pintakermin tartuntaa, sekä aluskermin päällä oleva kosteus jää kermikerrosten väliin, joka aiheuttaa kermin kupliintumista. (Liikennevirasto 2018.)

5.3 Läpiviennit

Sillan kansirakenteissa läpivienneillä tarkoitetaan vedeneristeen läpi tulevia rakenteita, yleensä pintavesikaivoja ja tippuputkia.

Tarvittaessa kannen pinta muotoillaan suppilomaiseksi siten, että vedet ohjautuvat vedeneristuksen päältä tippuputkeen. Vedeneristys tuodaan suppilon päälle tukkimatta tippuputkea. Eristys liitetään pintavesikaivoon puskusaumalla ja tiivistetään liitoskohta kaksinkertaisella kumibitumisivelyllä. Mikäli kermi- tai mastiksieristystä tehtäessä tippuputkilinjaan tulee salaoja, se asennetaan eristyksen päälle puusoi-ron avulla tehtyyn tilaan suoja- ja sidekerrokseen. Nestemäisenä levitettävässä eristyksessä salaoja painetaan eristyksen ylimpään kerrokseen ennen massan sitoutumista tai salaojan yli ruiskutettava panta, jos massa on nopeasti siotutuvaa. (Liikennevirasto 2018, 21.)

Massa- ja mattosalaojat tehdään ilman edellä mainittuja toimenpiteitä. EPDM- kumimattojen läpiviennit tiivistetään materiaalitoimittajien ohjeiden mukaisesti. (Liikennevirasto 2018, 21.)

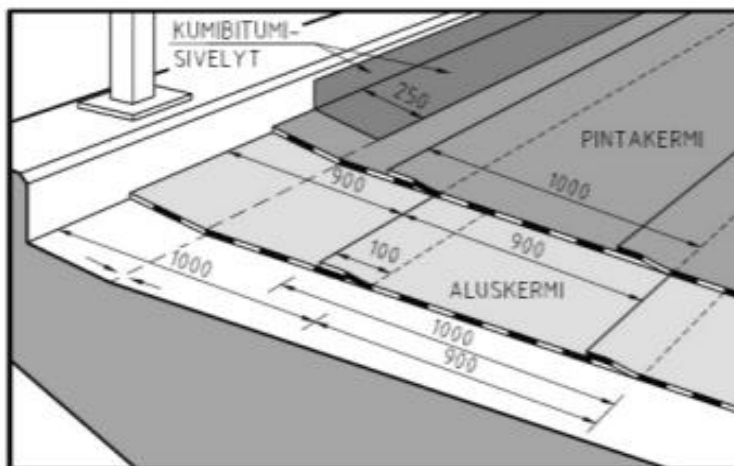
5.4 Liikuntasaumat

Mikäli liikuntasauman liike on 1–3 mm, voidaan kermieristys irrottaa alustastaan 500 mm:n kaistalta, jolloin sauma pääsee liikkumaan vedeneristystä rikkomatta. Normaalisti irrotuskaistana käytetään silikonilla pinnoitettua paperia. Tarvittaessa sauman yli voidaan asentaa ruostumattomasta teräksestä valmistettu teräslevy. Jos liikuntasauman kokonaisliike on yli 2 mm, voidaan liikuntasauma tehdä ruiskutettavasta polyuretaanista. (Liikennevirasto 2018, 22.)

5.5 Sillan reunat

Yksi herkimmin vaurioituvista kohdista on sillan vedeneristysten reuna, joten sen suunnittelu ja vedeneristystyö on tehtävä huolellisesti. Eristyksen saumat ja reunat tiivistetään kumibitumilla tai kumibitumipohjaisella saumausmassalla. (Liikennevirasto 2018, 22.)

Reunapalkkiin puskusaumalla päättyvä eristys tiivistetään kaksinkertaisella kumibitumisivelyllä. (Kuva 1).



Kuva 1. Sillan pääty. (Liikennevirasto 2018, SILKO 1801, 22.)

Vedeneristysmassat ovat valumattomia, joten reunapalkin sisäpinnassa vedeneristys voidaan nostaa riittävän korkealle. Kermi-, mastiksi- tai EPDM-kumimattoeristystä ei saa tehdä terävien särmien tai taitteiden yli, vaan sisä- ja ulkokulmat ja terävät taitteet pyöristetään. (Liikennevirasto 2018, 22.)

5.6 Mastiksieristys

Mastiksieristystä tehtäessä käytetään sillan kannella paineentasausputkia. Mikäli kyseessä on korjauskohde, porataan kanteen paineentasausreiät. Kuivalle ja puh- taalle alustalle levitetään sillan pituussuuntaisesti paineentasausverkko, jonka sil- mäkoon tulee olla minimissään 0,7 mm. Paineentasausverkon pitää olla pinnaltaan muovikäsiteltyä. Eristettävän alueen reunoilta jätetään 200 mm:n kokoinen alue il- man paineentasausverkkoa ja alue sivellään kumibitumiliuoksella tai epoksilla, eris- tystmastiksin tarttuvuuden varmistamiseksi. (Liikennevirasto 2018, 19.)

Kumibitumimastiksi valmistetaan asfalttiasemalla esisekoituksena, joka kuljetetaan työmaalle matkalla sekoittaen erottumisen välttämiseksi. Kumibitumimastiksi on le- vitettävä 32 tunnin aikana kumibitumin lisäämisestä. Kumibitumimastiksin lämpöti- lan tulee olla alle +210 °C. (Liikennevirasto 2018, 19.)

Mastiksi levitetetään kahtena kerroksena käsin kolaamalla. Levitetyn mastiksin me- nekki tulee olla keskimäärin 55 kg/m² koko sillan kannella. Keskimäärin eristyksen paksuuden tulee olla 20 mm ja joka kohdassa minimissään 15 mm ja enintään 30 mm. Tippuputkien tukkeentuminen on estettävä tulppaamalla. (InfraRYL 2008, 203.)

Mastiksieristyksen saumat tiivistetään nestekaasuliekillä lämmittämällä ja lisäämällä tarvittaessa kumibitumia. Eristyksen reunat tiivistetään kumibitumilla. (Liikennevi- rasto 2018, 19.)

Valmis mastiksieristys tulee olla pinnaltaan kiiltävä eikä pinnassa saa esiintyä huo- kosia tai halkeamia. Reunapalkin sisäreunaan ja siitä katsottuna eristyksen päälle tehdään 250 mm levyinen kaksinkertainen kumibitumisively. (Tiehallinto 2005, 20.)

Mastiksieristyksen vaatimuksenmukaisuus osoitetaan seuraavilla menetelmillä:

- Sekoitetusta mastiksista otetaan 5 kg näyte sideaine- ja massanäytetutki- muksia varten jokaista alkavaa 1500 m² kohden, kuitenkin vähintään kaksi näytettä. Näytteistä tutkitaan rakeisuus, painuma ja sideainepitoisuus.

- 10 kpl kerrospaksuusmittauksia
- Mastiksin vedenpitävyys todetaan vesikokeella. Eristyksen on kestettävä vuotamatta 300 mm:n vesipatsaan staattinen paine, sekä kahden tunnin kastelu.
- Silmämääräinen mastiksieristyksen vaatimuksenmukaisuuden todentaminen. Pinnan tulee olla kiiltävä kauttaaltaan, eikä pinnassa saa olla halkeamia tai huokosia. (InfraRYL 2008, 208.)

5.7 Nestemäisinä levitettävät eristeet

Nestemäisenä levitettävät eristeet ovat polyuretaaneja, polymeerimodifioituja akryylihartseja tai polyureaa ja ne levitetään ruiskuttamalla. Nestemäisinä levitettävien eristeiden ominaisuuksia ovat niiden joustavuus ja niiden kyky ottaa vastaan rakenteiden taipumia ja muita muodonmuutoksista aiheutuvia jännityksiä. Eristysalustaan syntyvät vähäiset halkeamat eivät yleensä riko nestemäisinä levitettyjä eristyksiä. (Liikennevirasto 2018, 14.)

Eristysalusta käsitellään tuotekohtaisella tiivistysaineella, mikäli käytetään nestemäisenä levitettävää eristystä. Paksuilla kansilaatoilla, jos rakennepaksuus on yli 400 mm, alusta tiivistetään epoksilla, mikäli jokin seuraavista ehdoista toteutuu:

- sillan liikennemäärä on vähintään 3000 ajoneuvoa vuorokaudessa
- siltakannelle levitetään suolaa
- silta on suolattavan tien ramppisilta
- silta sijaitsee liikennevalojen läheisyydessä
- sillan pituuskaltevuus on minimissään 4 %. (InfraRYL 2008, 203.)

Mikäli jokin ehdoista toteutuu, epoksi tiivistys tehdään paksuilla kansilaatoilla koko kansilaatan osalle ja teräsbetonipalkkisilloilla yli 400 mm ylittävillä kansilaatan osuuksille sekä palkkien kohdille 300 mm ylitse palkin leveyden molemmin puolin. Alle 400 mm paksuilla kansilla kansi voidaan pohjustaa tiivistysaineella tai epoksilla. Nestemäisinä levitettävien eristysten tiheys ei saa alittaa 3 % optimia. Optimitiheys määritetään ennakkokokeissa tai SILKO-hyväksyntätietien yhteydessä. (InfraRYL 2008, 203.)

Eristysmateriaalista tehdään aina työvuoron alkaessa koelevitys noin 1 m² kokoiselle muovikelmun päälle kerrospaksuuden sekä tiheyden säätöä varten. Koe-eristys irrotetaan materiaalin kuivuttua ja siitä leikataan kolme 100 x 100 mm² kaistalletta, joista mitataan työntötkilla kerrospaksuus. Koepalat upotetaan testinesteeseen, jonka tiheyden on oltava 3 % pienempi kuin eristyksen optimitiheys. Mikäli näytepalat eivät uppoa testinesteeseen, eristyksen tiheys ei ole laatuvaatimuksien mukainen. Hyväksytyyn tiheyden saavuttaneesta eristysnäytteestä leikataan sen kuivuttua kaksi 250 x 400 mm² kokoista näytepalaa, mahdollisia myöhempiä tutkimuksia varten. Eristysmateriaalin osa-aineista ja tartunta-aineesta, joiden ainesmäärä riittää 2,5 kg massaseoksen valmistamiseen, otetaan eri astioihin näytteet mahdollisia myöhempiä tutkimuksia varten. (InfraRYL 2008, 203.)

Eristystyössä on noudatettava tuotekohtaisia käyttöohjeita huolellisesti. Massa ruiskutetaan kahtena kerroksena ristikkäin. Mikäli ylempi kerros ruiskutetaan seuraavana päivänä, varmistetaan kerrosten välinen tartunta tartunta-ainekäsittelyllä. Ruiskuttaessa eristettä on kaistoja limitettävä vähintään 50 mm. Eristettävän pinnan lämpötilan tulee olla tuoteselosteen mukainen, kuitenkin vähintään +5 °C ja ilmastepistelämpötilan yläpuolella vähintään 3 °C. Eristeen paksuuden tulee keskimääräisesti olla vähintään 2,5 mm ja joka kohdassa vähintään 2,0 mm. Hitaasti kovettuvan, sitoutumattoman eristyksen paksuutta seurataan levitystyön aikana kampatulkilla ja nopeasti kovettuvasta eristyksestä leikataan näytepala, joka mitataan työntötkilla. (Tiehallinto 2005, 21.)

Valmiista eristyksestä tehdään kolmesta eri kohtaa tartuntavetokoe jokaista alkavaa 1000 m² kohden, joiden tulosten tulee olla keskimäärin yli 1,2 N/mm² ja joka kohdassa yli 1,0 N/mm². Jos tartuntalujuusmittausten keskiarvo on alle 0,80 N/mm², on eristys poistettava huonosti kiinnittyneiltä kohdilta ja uusittava. Jos nestemäisenä levitettävä eristys sisältää bitumia, tulee kannen pintalämpötilan olla välillä +5...+25 °C. Eristeen paksuus mitataan 5 kpl/ alkava 250 m², mikäli mittauskohdat valitaan silmämääräisesti. Jos mittauskohtien määrittämisessä käytetään apuna korkeajännitemenetelmää, mittausmäärä on 1 kpl/ 250 m², mutta kuitenkin vähintään 3 kpl/ silta. (Tiehallinto 2005, 21-28.)

5.8 Kumimattoeristys

Kumimattoeristystä käytetään ensisijaisesti korjausrakentamisessa, kun kannen korjaustöihin varattu aika on niin lyhyt, ettei kermieristystä ehditä tehdä. Kumimattoeristyksen alustan vaatimukset ovat samat kuin kumibitumikermeillä tehtävän eristyksen. Kumimattomateriaali on vesitiivistä ja joustavaa materiaalia, yleensä EPDM-kumia. Maton paksuus on oltava vähintään 1,25 mm. Maton huopamainen alapinta asennetaan siltakantta vasten ja kumimatto liimataan alustaansa vain kannen reunoilla kumibitumia käyttäen tai mattotoimittajan ohjeiden mukaisella liimalla. Kumimattojen reunojen tiiviys varmistetaan tiivistyspakkelilla tai kiinnityslistoilla. Paineentasausputkia ei tarvita höyrynpaineen poistamiseen vanhoissa siltarakenteissa. (InfraRYL 2008, 204.)

6 ERISTYKSEN SUOJAKERROS

Valmis eristys on suojattava viimeistään viikon kuluttua eristystyön valmistuttua. Ennen suojausta eristeen pinta on puhdistettava. Eristyksen suojakerroksen tartunnan tulee olla alustaansa ja päällysteeseen sellainen, että ne eivät pääse liukumaan toistensa suhteen. Vesi ei saa lammikoitua suojakerroksen päälle ja kannen vietto- kaltevuuden tulee olla vähintään 1 % vedenpoistolaitteiden suuntaan. (Tiehallinto 2005, 28-29.)

Eristysmenetelmien mukaisia suojaustapoja on esitetty taulukossa 2. Taulukossa esiintyvistä ratkaisuisista voidaan tilaajan suostumuksella kuitenkin poiketa. (Tiehallinto 2005, 28-29.)

Taulukko 2. Eristyksen suojaustapoja. (Tiehallinto 2005, 28-29.)

Eristystyyppi	Kermirakenteen käyttöluokka	Eristyksen suojaus
Kaksikerroskermieristys	Käyttöluokka 1	Suojakerros AB 5/50 tai AA 5/50
Kaksikerroskermieristys	Käyttöluokka 2	AB 5/50, AA 5/50 tai suojabetoni
Yksikerroskermieristys	Käyttöluokka 3	AB 5/50, AA 5/50 tai suojabetoni
Maakantisella sillalla kaksikerroskermieristys	Käyttöluokka 2	Suodatinkangas ja hiekka tai suojabetoni
Maakantisella sillalla yksikerroskermieristys	Käyttöluokka 3	Suodatinkangas ja hiekka tai suojabetoni
Mastiksieristys		AB 11/60
Nestemäisenä levitettävä eristys		a) 1. päällystekerros KBVA/VA tai b) erillinen tartunta-aine ja/tai sirote asfalttibetonin kanssa, jos Tiehallinto on sen tuotteelle erikseen hyväksynyt
Muu eristys		Erillisen hyväksytyyn suunnitelman mukaan

6.1 Suojabetoni

Suojabetonointi tehdään 50 mm vahvuisena kerroksena teräskuitubetonilla, joka sisältää teräskuituja 50 kg/m³. Betonilta vaaditaan pakkasenkestoa (P 50) ja lujuusluokan on oltava C45-1. Ennen asfaltointia betonin lujuuden tulee olla vähintään 70 % suunnitellusta lujuudesta. Suojabetonin pinnan tulee olla tasainen ja siinä ei saa olla 2 metrin matkalla yli 6 mm poikkeamia. Reunapalkkien juureen tehdään suoja-betonoinnissa 50 mm korkea ja 200 mm leveä viiste. (InfraRYL 2008, 210.)

6.2 Suoja-asfaltti

Työkohtaiset laatuvaatimukset suoja-asfalttoinnille esitetään urakka-asiakirjoissa. Kermieristyksen suojakerroksena voidaan käyttää asfalttibetonia AB 5/50 tai avointa asfalttikerrosta AA 5/50. Mastiksieristyksessä käytetään suojakerroksena asfalttibetonia AB 11/60. Suoja-asfaltti kerroksen tulee olla paksuudeltaan joka kohdassa vähintään 20 mm ja sen on täytettävä päällystystöiden yleiset laatuvaatimukset. (Tiehallinto 2005, 28-29.)

Suoja-asfalttoinnissa massan lämpötilan tulee olla välillä +130...+150 °C ja massan levityksessä ei saa käyttää tela-alustaista levitystyökalua. Mastiksieristyksen suoja-kerrosta tehtäessä asfalttimassa levitetään käsin kolaten, mikäli mastiksieristyksen lämpötila on asfaltointihetkellä yli + 20 °C. Suoja-asfaltin tiivistys suoritetaan käyttämättä tärytystä enintään 4 t painoisella valssijyrällä, jonka molemmat valssit vetävät. (InfraRYL 2008, 209.)

6.3 Suodatinkangas ja hiekka

Suojattaessa kermieristystä hiekalla ja suodatinkankaalla tulee suodatinkankaana käyttää N3-käyttöluokan suodatinkangasta. Hiekkapatjan paksuuden tulee olla 20 mm ja sen tulee olla maksimiraekooltaan enintään 2 mm. Suodatinkangas kiinnitetään pisteittäin alla olevaan kermiin SILKO-hyväksytyllä kiinnitysbitumilla. Kangasta kiinnittäessä tulee kiinnittää huomiota, ettei kangas pääse poimuuntumaan. (InfraRYL 2008, 211.)

6.4 Nestemäisinä levitettävien eristysten suojaus

Nestemäisinä levitettävien eristysten suojausena käytetään kumibitumivaluasfalttia (KBVA), valuasfalttia (VA) tai asfalttibetonia (AB), mikäli se on leikkauslujuudeltaan SILKO-hyväksytty. Kumibitumiasfalttia käytettäessä tulee asfaltin lämpötilan olla levityshetkellä +200...+210°C. Valuasfaltin levityshetken lämpötilan tulee olla +230...+240°C. (Tiehallinto 2005, 28-29.)

7 VEDENERISTYKSEN PAIKKAAMINEN

7.1 Vauriot

Vaurioita vedeneristykseen aiheuttavat huono suunnittelu, työvirheet tiivistämisen ja eristämisen aikana sekä materiaalin vanheneminen. Yleisimpiä syitä eristyksen vaurioitumiseen ovat:

- Liian kostea eristysalusta, joka aiheuttaa kermien kuplimisen ja irtoamisen alustastaan.
- Eristyskerroksen lasikankainen tukikerros on vaurioitunut emäksisen veden vaikutuksesta
- Mastiksi on sekoittunut päällysteeseen
- Eriste on irronnut reunapalkista
- Halkeilu kansilaatassa rikkoo vedeneristyksen
- Sillan kuivatusjärjestelmä ei toimi tai sitä ei ole ollenkaan
- Päällysteen vaurioituminen
- Eristysalustaan on päässyt työkoneista öljyä tai muita haitallisia aineita
- Eristysalusta ei ole ollut ohjeiden mukainen
- Suojabetoni on vahingoittunut suolakorroosion vaikutuksesta (Väylävirasto 2018, 6.)

Vedeneristämisen vauriot aiheuttavat edelleen raudoituksen korroosiota, betonirakenteiden jäätymisvaurioita ja sillan päällysteeseen halkeilua ja epätasaisuutta. Vedeneristyksen vaurioitumisen tunnusmerkkejä ovat esimerkiksi kannen alapinnassa esiintyvät kalkkipuikot tai kalkkihärmä, vesivuoto työsaumoista, paineentasausputkien päissä esiintyvät jääpuikot pakkasella pitkän lämpimän jakson jälkeen ja päällystevauriot eristyksen halkeamien ja kuplien kohdilla. (Väylävirasto 2018, 1.)



Kuva 2. Kalkkivuotoja kannen alapinnassa. (Väylävirasto 2018, 2.)

7.2 Vaurioiden korjaus paikkakorjauksena

Vedenerityksen vaurioiden korjaus voidaan tehdä paikkakorjauksena tai eristyksen uusimisena kauttaaltaan. Eristeen kuplimisvaurio saattaa nostaa kuplimiskohdassa pintarakennetta kummulle, joka aiheuttaa ajorataan epätasaisuutta. Mikäli vaurio on liikennettä vaarantava, tulee päällysteen vauriot korjata välittömästi. Kyseisissä tapauksissa voidaan kohta joutua korjaamaan huonoissa olosuhteissa. Kuplimiskohdilla eristys saattaa rikkoontua, kun päällyste korjataan liikenteelle riittävään kuntoon. Kyseiset eristysvauriokohdat tulisi korjata myöhemmin uudelleen, kun sääolot ovat eristysolosuhdevaatimuksien mukaiset. (Väylävirasto 2018, 2.)

Paikkakorjaus soveltuu pienellä pinta-alalla esiintyvien vaurioiden korjaamiseen esimerkiksi eristyksen kuplimiskohtiin, näyttereikien korjaamiseen ja paikallisiin vuoto-kohtien paikkaamiseen. Paikkausta voidaan käyttää myös, kun eristyksen ja sen suojaamien rakenteiden vauriot ovat vielä pieniä sekä laaja-alaisen korjauksen siirtämiseen myöhempään ajankohtaan. Päällyste joudutaan aina paikkaamaan eristyksen paikkauskohdassa, jolloin järkevintä olisi ajoittaa paikkaustyö ennen päällysteen uusimista. (Väylävirasto 2018, 2.)

Vedeneristyksen paikkaustöissä noudatetaan samoja vaatimuksia olosuhteille kuin vedeneristystöissä. Erityistä huomiota tulee kiinnittää vanhan eristyksen ja eristyksen paikkauskohdan liitoksen vesitiivyyteen.

7.2.1 Valmistelevat työt

Sillan eristysrakenne tulee selvittää siltarekisterin tietojen perusteella tai arvioidaan sillan iän perusteella:

- 1970-luvulle asti käytettiin eristyksenä bitumilla sidottuja jutekankaita
- 1967-1985 eristyksenä käytettiin lasikangasbitumimattoja
- Vuoteen 1983 asti käytettiin bitumimastiksia, jonka jälkeen otettiin käyttöön kumibitumimastiksit
- Vuodesta 1985 alkaen on käyttöön otettu kumibitumikermit
- Vuodesta 1979 lähtien on käytetty nestemäisenä levitettäviä eristyksiä. (Väylävirasto 2018, 4.)

Jutekankaan ja lasikangasbitumimattojen suojakerroksena käytettiin yleensä suoja-betonia. Kermien kuplimisen estämiseksi on käytetty suoja-betonia myös kumibitu-mikermieristyksissä. Päällysteen paikkaamiseen käytetään yleensä kumibitu-miasfalttia tai asfalttibetonia. Eristyksen kunto ja vaurion syy on yleensä varmistet-tava avaamalla pintarakenteita. (Väylävirasto 2018, 4.)

Pelkästään vaurioituneista kohdista tehtävä vedeneristyksen paikkaus on hyväksyt-tävää ainoastaan, jos vauriokohdat pystytään luotettavasti paikallistamaan, paikat-tavat kohdat pystytään selkeästi rajaamaan ja niitä on vähäinen määrä. (Väylävi-rasto 2018, 4.)

Yksittäisiä vauriokohtia paikkaamalla voidaan laajempaa pintarakenteiden uusimis-työtä siirtää muutamilla vuosilla tai poistaa kuplimisen aiheuttamia epätasaisuuksia. Laajoissa eristysvaurioissa tai paikallisten korjausten jälkeiset uusiutuvat vuotovau-riot ja mahdolliset lasikangasmatto- tai jutekangaseristykset joudutaan yleensä kor-jaamaan uusimalla koko kannen vedeneristys. (Väylävirasto 2018, 4.)

7.2.2 Rakenteiden purkaminen ja alustavat työt

Ennen purkutyötä tarkastetaan päällysteen ja suoja-betonin paksuudet huomioiden, että päällysteen yläpinnan muoto ja kaltevuudet saattavat poiketa vedeneristyksen

yläpinnan muodosta ja ennakkotiedoista. Asfalttikerrokset ja mahdollinen suojakerroksen yläosa poistetaan jysintä- ja piikkauskonetta käyttäen, suojabetonin alaosa poistetaan piikkaamalla ja vedeneristys konepetkeleellä (Kuva 3). Paikattava kohta rajataan timanttisahalla tai kulmahiomakoneella leikaten. Leikattaessa uraa tulee varoa vahingoittamasta eristystä. Asfaltti ja mahdollinen suojabetoni poistetaan rajatulta alueelta maakiilavasaralla tai taltalla. Kun pintarakennetta on poistettu noin 15 cm etäisyydeltä leikatusta urasta, poistetaan pintarakenteen ylin osa konepiikkauksella uraan asti ja vedeneristyksen päällä oleva alempi kerros piikataan käsin tai leveää talttavasaraa käyttäen. Eristykseen tehdään puskuuma 10–15 cm etäisyydelle poistetun päällysteen ja suojabetonin reunasta ja eristys poistetaan. (Väylävirasto 2018, 5.)

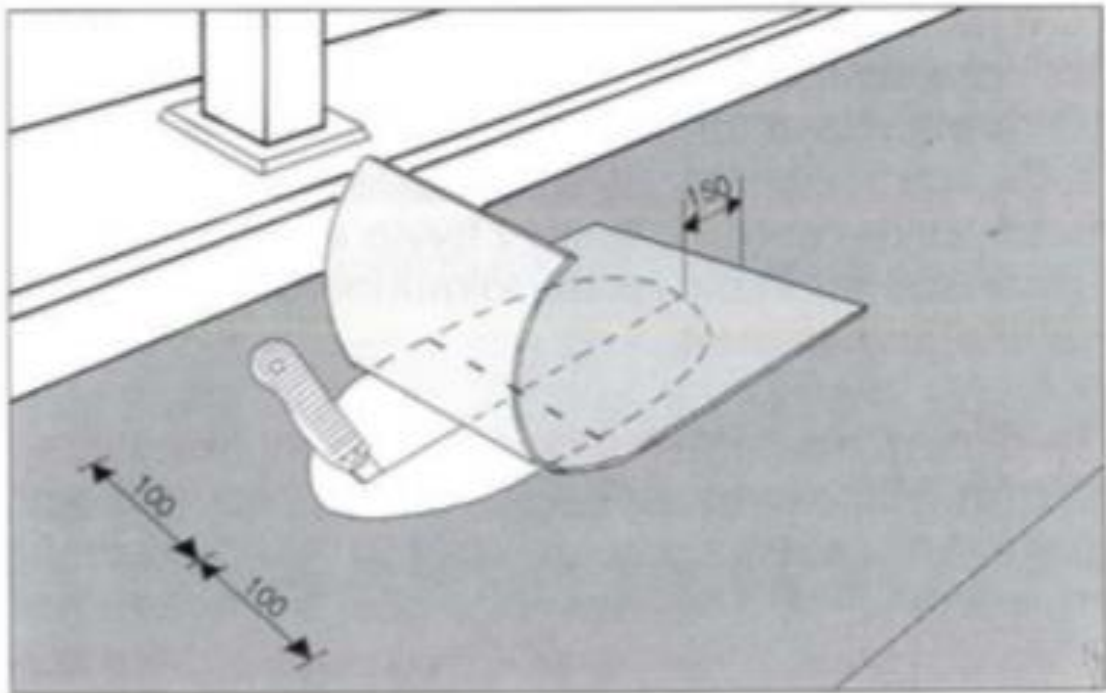
Mikäli eristuksen alla oleva betoni on vaurioitunut, piikataan rapautunut tai liian kloridipitoinen betoni pois ja täytetään kolot juotosmassalla- tai laastilla. Kuumuutta kestävä epoksin ja hiekan seosta käytetään, jos betonipinnan paikkaukset ovat pieniä ja eristystyöhön on päästävä nopeasti tai jos alueelle on tehtävä epoksitiivisyys. (Väylävirasto 2018, 5.)



Kuva 3. Asfalttikerroksen poistoa paikattavasta eristysvauriokohdasta. (Väylävirasto 2018, 5.)

7.2.3 Kermieristyksen paikkaaminen

Kermieristystä paikattaessa käytetään liimaamalla kiinnitettäviä SILKO-hyväksytyjä kumibitumikermejä. Jos liimaamalla tai kuumennetavalla kiinnitettyyn kermiin syntyy kupla ennen asfaltointia, halkaistaan kermin kupla ristiin mattoveitsellä (Kuva 4). Kermin alle kaadetaan kuumaa KB100 kumibitumia ja painetaan kermi eristysalustaan kiinni. Auki viilletty kohta paikataan kermillä kuumaa kumibitumia käyttäen. (Väylävirasto 2018, 6.)

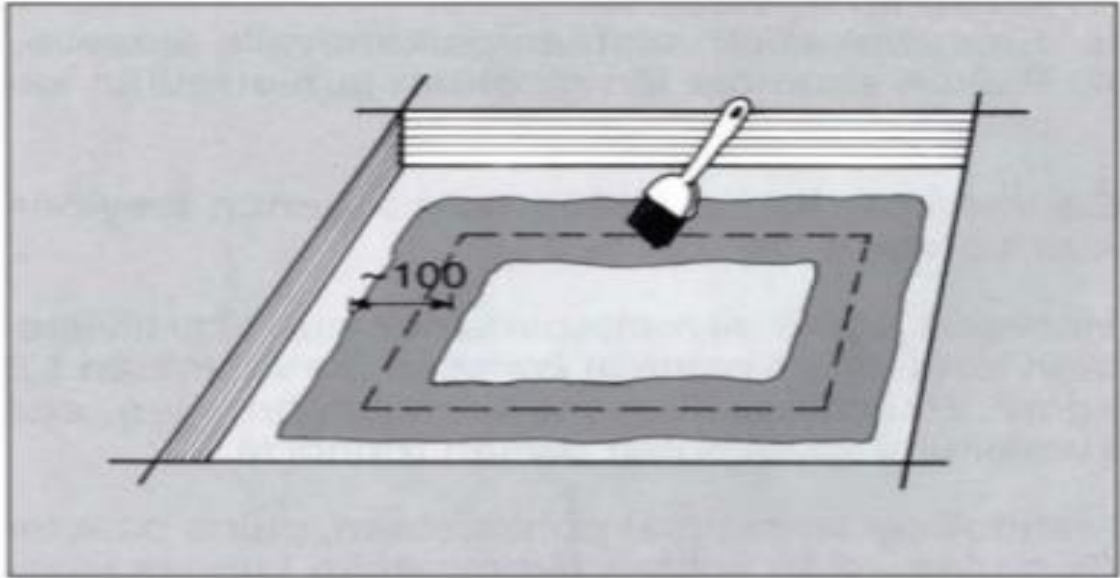


Kuva 4. Kuplineen kermieristyksen korjaaminen ennen asfaltointia. (Väylävirasto 2018, 6.)

Asfaltoinnin jälkeen kuplineista kohdista pintarakenteet puretaan tässä opinnäytetyössä aiemmin esitetyin menetelmin. Paikkauksessa käytetään kermieristystä, jonka aluskermi on alustaan kauttaaltaan liimattu. Aluskerminä voidaan käyttää pisteliimattua paineentasauskermiä, mikäli siitä tilaajan kanssa erikseen sovitaan. (Väylävirasto 2018, 6.)

Jos käytetään paineentasauskermiä paikkauksessa, paikkauksen kohdalle porataan kannen läpi ulottuva paineentasausreikä. (Väylävirasto 2018, 6.)

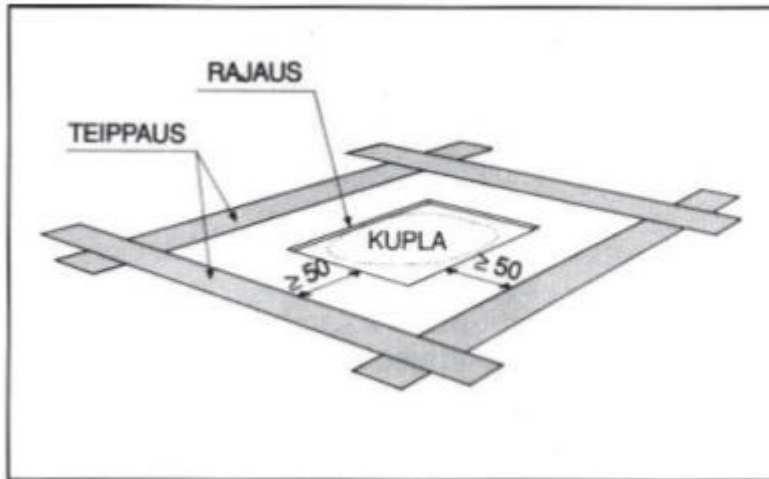
Vanhan ja uuden kermieristyksen saumakohta tiivistetään levittämällä KB100 kumi-bitumia 10 cm leveydeltä sauman päälle, kuvan 5 mukaisesti. (Väylävirasto 2018, 6.)



Kuva 5. Vanhan ja uuden vedeneristyksen sauman tiivistys. (Väylävirasto 2018, 6.)

7.2.4 Nestemäisenä levitettävän eristyksen paikkaaminen

Pinnat korjataan isoissa vauriokohdissa ruiskuttamalla ja pienissä kohdissa telamalla tai sivelemällä, tuotekohtaisen ohjeen mukaisesti. Levityspaksuuden pitää olla keskimäärin vähintään 2,5 mm ja joka kohdassa vähintään 2,0 mm. Vesi ei saa päästä paikkauksen reunasta reunan alle. Paikattavan alueen reunat rajataan suoraviivaisesti mattoveitsellä leikkaamalla ja paikan limitysalueen reuna rajataan suoraviivaisesti, kuvan 6 mukaisesti. Näkyviin jäävät pinnat suojataan suojamaalilla, jos eristysmateriaali ei ole UV-säteilyn kestävä. (Väylävirasto 2018, 7.)



Kuva 6. Nestemäisenä levitettävän eristyksen paikkaaminen. (Väylävirasto 3/2018, SILKO 2.831,6.)

7.2.5 Mastiksieristyksen paikkaaminen

Paikattavan kohdan reunat sahataan timanttiterällä kuivasahauksena kansilaataan asti ja mastiksi irrotetaan rajatulta alueelta varovasti piikkaamalla. Paikkauskohdan reunat kuumennetaan, kunnes mastiksin sideaine alkaa sulamaan. Puhtaalle ja kuivalle alustalle levitetään paineentasausverkko ja kumibitumimastiksieristys kappalessa 5.6 kerrottujen ohjeiden mukaisesti. Paikkauksen liitos vanhaan mastiksiin tehdään limittämällä. Mikäli saumoja ei pystytä limittämään, voidaan liitos tehdä puskusaumalla. Paikkauksen liitossaumat tiivistetään lämmittämällä nestekaasuliekkiä ja tarvittaessa lisäämällä kumibitumia (KB 100) vähintään 10 cm leveydeltä sauman päälle. Mikäli mastiksieristyspaikkaus jää harvaksi tai pinta mattasävyiseksi, levitetään pinnalle kumibitumia. Hyvin tehdyn mastiksieristyksen pinnan tulee olla kiiltävä. (Väylävirasto 2018, 8.)

7.2.6 Näytteenottoreikien paikkaus

Vedeneristyksen lävistäviä reikiä tehdään, jos sillan kannesta otetaan betoninäytteitä esimerkiksi esim. kloridipitoisuuden määrittämistä varten ja eristyksen kunnon selvittämistä varten. (Väylävirasto 2018, 8-9.)

Pintarakenteita lävistävä porareikä paikataan jollain seuraavista menetelmistä:

- Jos näytäreikä on porattu korkeintaan kahden sentin syvyyteen kansilaatan betoniin, reikä täytetään vedeneristyksen yläpintaan asti kumibitumilla KB100. Kumibitumi kuumennetaan korkeintaan 210 °C lämpötilaan bituminsulatuspadassa. Ennen reiän täyttämistä kumibitumilla, vanhan eristyksen reuna kuumennetaan.
- Yli kaksi senttiä syvät kolot paikataan kuumuutta kestäväällä tiivistysepoksilla ja kuivatun hiekan seoksella vedeneristyksen pintaan asti.
- Eristyksen suojakerros ja päällystekerrokset paikataan kaatamalla porareian alaosaan kuumaa kumibitumia ja sirotellaan kuivattuja kiviainesrakeita. Kivirakeiden pitää kokonaan upota kumibitumiin, ettei niiden väliin jää ilmarakoja. (Väylävirasto 2018, 8-9.)

Näytäreiän yläosan paikkaus voidaan tehdä kaatamalla reikään kumibitumia ja painamalla asfalttiporanäyte siten, että kumibitumi pursuaa päällysteen yläpintaan vanhan päällysteen ja poranäytteen saumasta. (Väylävirasto 2018, 8-9.)

8 VEDENERISTYKSEN PERUSKORJAUS

Vedeneristyksen alustan korjaus suoritetaan suunnittelijan laatiman korjaussuunnitelman mukaisesti ja urakoitsijan laatiman työ- ja laatusuunnitelman mukaisesti. Eristysalustan kunnostustapa määräytyy vaurioiden ja kannesta tehtävien tutkimusten perusteella. Vanha vedeneristys poistetaan petkeleellä, koska jyrsintä käytettäessä jyrsimen terät sulattavat bitumia, joka tarttuu teriin, mikä ei takaa riittävän hyvää puhdistustulosta. Vesipiikkausta ja jyrsintää voimakkailla laitteilla voidaan käyttää laajoilla pinnoilla. Kunnostustapa voidaan määrittää lopullisesti vasta, kun pintarakenteet on purettu. (Tiehallinto 2007, 4-5.)

Eristysalustan kunnostamiseen johtavia syitä ovat:

- Kansilaatan betoni on rapautunut tai betonin kosteuspitoisuus on liian korkea. Suhteellinen kosteus saa olla SYL 6:n /2/ taulukon 1 mukaan kermeillä 93 % (absoluuttinen kosteus 5 %), mastiksilla 96 % (absoluuttinen kosteus 6 %) ja massoilla tuotekohtaisten ohjeiden mukainen.
- Kansilaatan pinta on epätasainen, kun betoni on tiivistetty tai hierretty huonosti, muotit ovat antaneet myöten tai tuoreeseen pintaan on aiheutettu painumia laudoilla tai kävelemällä.
- Eristysalustan viettokaltevuus on riittämätön.
- Eristysalustan kloridipitoisuus on liian korkea, jonka seurauksena betoni rapautuu.
- Betoniterästankoja on kansilaatan pinnassa.
- Eristysalustassa on tartuntaa haittaavaa bitumia tai muuta ainetta. (Tiehallinto 2007, 4).

8.1 Kansilaatan pinnan poisto piikkaamalla tai jyrsimällä

Kansilaatan pinta voidaan purkaa vesipiikkaamalla, jyrsimällä tai timanttisahalla piikkausvasaralla. Piikkausraja kansilaatassa määritetään kloridipitoisuus- ja vetolujuusmittausten perusteella. Yläpinnan raudoituksen betonipeite tulee mitata, jolloin voidaan käyttää jyrsimä raudoitusta vahingoittamatta. (Tiehallinto 2007, 6.)

Jyrsimästä ja vesipiikkauksesta tehdään mallityö ennen töiden aloitusta. Vesipiikkausta käytettäessä, määritetään paine, vesimäärä ja suutin. Jyrsimässä selvitetään jyrsimäisyvyys ja käytettävä terä. (Tiehallinto 2007, 6.)

Pienet kohteet piikataan kevyellä tai keskiraskaalla piikkakoneella niin ettei rapautunutta tai irtonaista betonia jää rakenteeseen. Piikattava alue rajataan urajyrsimällä tai käsihiomakoneen katkaisulaikalla suoraviivaiseksi. (Tiehallinto 2007, 6.)

8.2 Kansilaatan muotoiluvalu

Mikäli rakenteen viettokaltevuudet ovat puutteelliset, tehdään kanteen muotoiluvalu, jolla ohjataan pintavedet pintavesiputkiin ja kaivoihin. Yleensä muotoiluvalu tehdään sillan puolisko kerrallaan. Puoliskojen välisen valusauman pitää olla pystysuora ja puhdas irtokiviaineksesta. (Tiehallinto 2007, 7.)

Valun ollessa iso ja paksu, käytetään pinnan tasaukseen ja tiivistämiseen tärypalkkia. Valupaksuuden ollessa ohut, tiivistys suoritetaan usein pinnan tasauksen yhteydessä oikolautaa käyttäen. Valun paksuuden ollessa 100–150 mm, kaksoistärypalkin teho riittää tiivistämään betonin. Sauvatäryttimen käyttäminen on kuitenkin suositeltavaa ennen tärypalkilla tasaamista betonipeitteen ollessa yli 100 mm. (Tiehallinto 2006, 16.)

Pinnan tasauksen jälkeen pinta varhaisjälkihoidetaan, jolla pyritään estämään pinnan liiallinen kuivuminen ennen hierontaa. Suuri kosteuden haihtuminen voi pinnan varhaisjälkihoidon laiminlyönti aiheuttaa pinnan halkeilua ja vaikuttaa pinnan hierontaan. (Tiehallinto 2006, 16.)

Pinnan hiertäminen oikea-aikaisesti on pinnan laadun kannalta tärkeää. Liian aikaisessa vaiheessa hierretty pinta voi aiheuttaa verkkohalkeilua, jonka aiheuttaa hieron yhteydessä pintaan erottuva vesi ja pintakerroksen sementti- ja hienoainesmäärän kasvu. (Tiehallinto 2006, 16.)

Varsinainen jälkihoito suoritetaan pinnan hiertotyön jälkeen. Jälkihoidon laatu sekä sääolosuhteet vaikuttavat merkittävästi halkeilun syntyyn. Jos kosteuden haihtuminen on suurta, on huolehdittava riittävän suuresta jälkihoitoaineen käyttömäärästä. (Tiehallinto 2006, 16.)

8.3 Eristysalustan kunnostus ilman muotoiluvalua

Eristysalustasta poistetaan vanha kermieristys petkeleellä. Lujasti alustassa olevaan bitumia ei ole tarve poistaa, mutta vanha vedeneristys pitää poistaa. Pinnasta hiotaan veden virtausta haittaavat epätasaisuudet pois ja mahdolliset kuopat täytetään SILKO- hyväksytyllä juotoslaastilla. Juotosmassaa käytettäessä, sitoutumattomaan pintaan sirotellaan kuivaa hiekkaa. (Tiehallinto 2007, 9.)

Päällysrakenteen terävät särmät hiotaan pyöreiksi, jotta vältetään kermieristeen murtumiselta. Jos vedeneristys nostetaan reunapalkin sisäpinnalle, tehdään sisätaitteeseen pyöristys, joka on noin 30 mm pyöristyssäteeltään. (Tiehallinto 2007, 7.)

Pinnan karheus todetaan lasihelmimenetelmällä, jonka perusteella voidaan määrittää mahdollisen eristysmassan menekki. (Tiehallinto 2007, 7.)

9 IMPREGNOINTI

Impregnoinnilla tarkoitetaan betonin kyllästämistä aineella, joka tunkeutuu betonin sisälle ja muodostaa betonin pintaan vettähylykivän kalvon. Impregnointiaineita on kolmenlaisia, geelimäinen, nestemäinen ja creme. (Väylävirasto 2019.)

Mikäli siltarakenteen betonipintoja ei ole valettu muottikangasta vasten ja pinnat ovat alttiina veden ja suolojen vaikutuksille, betonipinnat suojataan impregnointiaineella tai pinnoitteella. Impregnoitavia tai pinnoitettavia kohteita voivat esimerkiksi olla sillan reunapalkit, laakeritasot, etumuurit ja välituet. (Väylävirasto 2019, 3.)

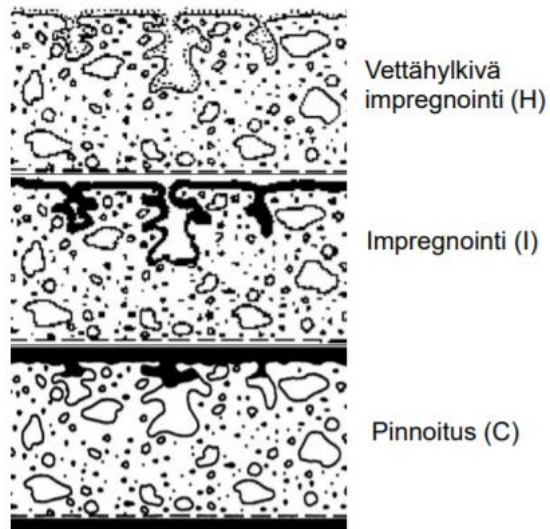
9.1 Suojattavan pinnan esikäsittely

Mikäli valmistajan ohje edellyttää, että suojattavasta pinnasta tulee poistaa sementtiliimakerros ennen suoja-ainekäsittelyä, pinnoitettava alue suihku-puhdistetaan hiekka- tai vesihiekkapuhalluksella kevyeen puhdistusasteeseen. Jos pinta sisältää sementtiliimakerroksen ja valmistajan ohje ei edellytä sementtiliimakerroksen poistamista ennen pinnoittamista, voidaan pinta puhdistaa suurpainepesulla, soodapuhalluksella tai kuivajääpuhalluksella. Vesipesua käytettäessä, tulee pinnan antaa kuivua olosuhteista riippuen noin viikon. (Väylävirasto 2019, 4.)

9.2 Impregnointityö

Impregnointiaineet jakautuvat seuraaviin aineisiin (kuva 7):

- Vettähylykivät impregnointiaineet (H), jotka imeytyvät betonin pintaan muodostaen vettä hylkivän kalvon, jättäen betonin huokosrakenteen avoimeksi
- Vettähylykivät impregnointiaineet (H) ja suojaava kerros, jotka muodostavat yhdessä huokoset sulkevan kalvon joko kokonaan tai osittain
- Impregnointiaineet (I), jotka sulkevat betonipinnan huokosia osittain ja estää veden tunkeutumisen betoniin. (Väylävirasto 2019, 2.)



Kuva 7. Vettäyhkivän impregnointiaineen (H), impregnoinnin (I) ja pinnoituksen (C) kaaviokuva. (Väylävirasto 2019, 2.)

Yleisimmin aineet levitetään kuivalle pinnalle. Osa aineista voidaan levittää kevyesti kostutetulle pinnalle. Nestemäinen vettäyhkivä impregnointiaine (H) voidaan levittää käsikäyttöisellä matalapaineruiskulla, siveltimellä tai telalla valmistajan ohjeita noudattaen. (Väylävirasto 2019, 5-6.)

Vettäyhkivä impregnointiaine (H), joka on geeli- tai paksussa emulsiomuodossa olevaa, levitetään suurpaineruiskulla tai lastalla. Kun aine on kuivunut ja alkanut hilseilemään, aine poistetaan painepesurilla tai harjaamalla noin kahden viikon kuluessa levityksestä. (Väylävirasto 2019, 6.)

Impregnointiaine (I) levitetään telalla, siveltimellä tai ruiskulla. Joitain tuotteita käytettäessä on mahdollista, että tuoreen betonin emäksisyys tuhoaa vettäyhkivän impregnointiaineen (H), tällöin on pinnan kuivuttava 3-6 kuukautta ennen impregnointityön suorittamista. (Väylävirasto 2019, 5-6.)

Työn aikaisten olosuhteiden tulee olla aineen käyttöohjeen mukaiset. Impregnointityötä ei tehdä, jos rakenteen ja ilman lämpötila on alle +5 °C. Alustan kosteuden on oltava ohjeiden mukainen. Pintaan ei saa kohdistua suoraa auringon säteilyä yli +20 °C lämpötilassa. Työtä ei saa tehdä sateella, eikä pintaan kohdistuvan tuulen saa olla yli 5 m/s. (Väylävirasto 2019, 3.)

9.3 Ennakkokoe

Ennakkokokeessa määritetään ainemenekki, aineen tunkeutumissyvyys ja geeli-
mäisten impregnointiaineiden tuoreen kerroksen paksuus märkäkalvonpaksuusmit-
tarilla. Ennakkokoe tehdään rakenteen pintaan tai erillisillä ennakkokokeilla. (Väylä-
virasto 2019, 5.)

Mikäli ennakkokoe tehdään koekappaleilla, valetaan koekappaleet betonoinnin yh-
teydessä samalla betonilla ja koekappaleet jälkihoidetaan samalla tavalla kuin suo-
jattava rakenne. Koekappaleen suojauskäsittelyssä kappaleen tulee olla samassa
asennossa kuin valuhetkellä. Suojakäsittely tehdään samansuuntaiselle pinnalle
kuin varsinainen suojaus on tarkoitus tehdä. Koekappaleelle näin pyritään luomaan
samat olosuhteet kuin suojattavalle rakenteelle. Koekappaleen koepinta-ala tulee
olla vähintään 0,1 m². (Väylävirasto 2019, 5.)

Vettähylkivän impregnointiaineen (H) tunkeutumissyvyys mitataan lieriöporanäyt-
teellä. Rakenteesta porataan, raudoitusta varoen vähintään 30 mm halkaisijaltaan
oleva näyte. Poraliertiöt porataan valvojan valitsemista kohdista vähintään 1 kpl/ al-
kava 100 m², kuitenkin 2 kpl/rakenneosa. (Väylävirasto 2019, 6-8.)

9.4 Vettähylkivän impregnoinnin uusintakäsittely

Nestemäisinä aineilla tehty vettähylkivän impregnoinnin uusintaväli on yleensä 5
vuoden välein. Geelityyppiset joudutaan uusimaan yleensä 10–15 vuoden välein.
Tarve uusimiselle voidaan todeta sumuttamalla vettä betonipinnalle. Jos vesi ei jää
helmeilemään betonipinnalle vaan imeytyy betoniin, on impregnointi uusittava. Uu-
sintakäsittely tehdään samoin periaattein kuin ensimmäinen impregnointikerta.
(Väylävirasto 2019, 7-8.)

9.5 Laadunvarmistus

Työn aikana seurataan ainemenekkiä ja olosuhdemittaukset tehdään työvuoron alussa ja lopussa sekä kerran työvuoron aikana. Geelimäistä ainetta levittäessä, mitataan kerroksen paksuus märkäkalvonpaksuusmittarilla ja kerrospaksuutta verrataan ennakkokokeeseen. (Väylävirasto 2019, 8.)

Impregnoidulle (H) tai impregnoidulle (I) pinnalle tehdään pinnan kastelukoe kauttaaltaan. Impregnoidulle pinnalle sumutetaan vettä ja veden on helmeiltävä käsitellyllä pinnalla. (Väylävirasto 2019, 8.)

Vettähylykivän impregnointiaineen (H) tunkeuma varmistetaan näytelieriöstä, jotka porataan valvojan valitsemista kohdista 1 kpl/alkava 100 m², kuitenkin vähintään 2 lieriötä/rakenneseosa. Mikäli molemmat reunapalkit on käsitelty, molemmista palkeista porataan vähintään yksi lieriö. (Väylävirasto 2019, 9.)

Työstä laaditaan mahdollinen impregnointisuunnitelma, yhdistetty impregnointityö- ja laatusuunnitelma ja kelpoisuuden yhteenvetoraportti, jotka luovutetaan tilaajalle vastaanottotarkastuksessa. (Väylävirasto 2019, 9.)

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata siltojen vedeneristämisen eri vaiheita ja niihin liittyviä menetelmiä ja ohjeita. Sillan rakennusurakassa vedeneristys on yksi työvaihe muiden joukossa, mutta se on yksi kriittisimmistä vaiheista. Teräsbetonisen sillan rakenteiden käyttöään ja toimivuuden kannalta, on vedeneristys ja alustan vaatimuksienmukaisuus oleellista. Vedeneristämällä pyritään suojaamaan sillan rakenteita ja niiden pettäessä sillan rakenteet altistuvat haitallisille aineille. Yleisimmin teräsbetonisten siltojen eristykseenä käytetään epoksiivistetylle pinnalle tehtyä kaksinkertaista kermieristystä.

Eristystyön ongelmat aiheutuvat yleisimmin huonosti suoritetusta eristysalustan tiivistyksestä ja eristystyöstä. Ongelmat ilmenevät usein kuplimisilmiönä, jossa betonin huokosten sisältävä ilma ja rakenteen kosteus purkautuvat epoksikerroksen läpi ja korkkaavat kermieristyksen irti alustastaan. Kermieristyksen irtoaminen alustastaan aiheuttaa päällysteen vaurioitumisen. Päällysteen vaurioituminen aiheuttaa taas mahdollisia ongelmia eristekerroksille ja betonirakenteelle. Oikeissa olosuhteissa ja oikeilla menetelmillä tehdyllä epoksiivistyksellä ja eristämällä on suuri merkitys työn onnistumiseen. Eristyksen tartunta alustaansa tulee olla hyvä, jolloin sillan kannen kosteuden, karheuden ja puhtauden pitää olla ohjeiden mukaiset.

Tässä opinnäytetyössä esiteltiin eristystyön eri vaiheita ja menetelmiä, joilla pyritään luomaan kattava kuva vedeneristystyön kulusta.

LÄHTEET

- InfraRYL 2006. 2008. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustieto Oy. [Viitattu.24.1.2020]. Saatavana: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2014-10920?page=19>. Vaatii käyttöoikeuden.
- Liikennevirasto. 2013. VTT 2650- 2013. Siltakannen absoluuttisen kosteuden mitaus. Kuivatus- punnitusmenetelmä. [Verkkosivu]. Liikennevirasto. [Viitattu 3.2.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/ohje_2013_vtt_2650_betonisen_siltakannen.pdf
- Liikennevirasto. 2016. SILKO 3.254. Betonirakenteet. Eristysalustan tiivistysaineet. [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto. [Viitattu 6.2.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio3/silko_3254.pdf
- Liikennevirasto. 2017. Liikenneviraston ohjeita 2/2017. Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus 2017. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Liikennevirasto. [Viitattu 28.1.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-02_sillan_vedeneristystyomaan_web.pdf
- Liikennevirasto. 2018. SILKO 1.801. Kannen pintarakenteet. Vedeneristykset. [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto. [Viitattu 25.2.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio1/s1801_web.pdf
- Liikennevirasto. 2018. SILKO 2.811. Kannen pintarakenteet. Vedeneristyksen uusiminen kermieristysenä. [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto. [Viitattu 25.2.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio2/s2811_web.pdf
- Liikennevirasto. 2018. SILKO 2.831. Kannen pintarakenteet. Vedeneristyksen paikkaaminen. [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto. [Viitattu 12.3.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio2/s2831_web.pdf
- Tiehallinto. 2005. Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Kannen pintarakenteet- SYL 6. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Tiehallinto. [Viitattu 28.1.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/syl/syl6_2005v.pdf
- Tiehallinto. 2006. Tutkimusselostus. Muotoiluvalun ongelmat ja laatuvaatimukset. [Verkkajulkaisu]. Tiehallinto. [Viitattu 17.3.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/muotoiluvaluselostus_2006.pdf
- Tiehallinto. 2007. SILKO 2.240. Betonirakenteet. Vedeneristyksen alustan kunnostus. [Verkkajulkaisu]. Tiehallinto. [Viitattu 16.3.20]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio2/s2240_2007.pdf

Väylävirasto. 2019. SILKO 2.252. Betonirakenteet. Betonipinnan impregnointi. [Verkojulkaisu]. Väylävirasto. [Viitattu 10.3.2020]. Saatavana: <https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio2/s2252.pdf>

Väylävirasto. 2019. Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun. [Verkojulkaisu]. Väylävirasto. [Viitattu 12.3.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2019-04_toss_web.pdf