



Havainnot suojabetonin ja päällysteen välisestä tartunnasta sillan pintarakenteissa

Mika Lehtonen, TRY18S

Opinnäytetyö

Marraskuu 2023

Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Lehtonen Mika

Havainnot suojabetonin ja päällysteen välisestä tartunnasta sillan pintarakenteissa

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Marraskuu 2023**, 47 sivua

Tekniikan ala, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Destia Oy toimi tutkimuksen toimeksiantajana ja tutkimusta toteutettiin Destian projekteilla. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia, mistä johtuu suojabetonin ja päällysteen välisen tartunnan ongelmat, joita on ilmennyt useissa siltakohteissa. Tehtävänä oli etsiä materiaalieroavaisuuksia, työntapoja ja viimeisen 10 vuoden aikana muuttuneita säädöksiä.

Tutkimusaineisto koostui näytteistä ja asiantuntija kyselystä, joka toteutettiin puolistrukturoituna sähköpostihaastatteluna. Teoriaosuus haettiin kirjallisuudesta, jolla haettiin tutkimukseen laadullista aineistoa. Tutkimuksen tulosten perusteella saatiin lisätietoa ja kokemusta, jolla saatiin lisäkysymyksiä jatkokehittämistöihin.

Avainsanat (asiasanat)

Sillanrakennus, vesieristys, päällyste, laadunvarmistus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Liite 2 on salassa pidettävä, ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste on Julkisuuslain 621/1999 24§, kohdat 17,20 ja 21, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus sekä teknologista taikka muuta kehittämistyötä. Salassapitoaika on kaksikymmentäviisi (25) vuotta, salassapito päättyy 1.12.2047.

Lehtonen Mika

Observations on adhesion between protective concrete and pavement in bridge surface structures

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, November 2023, 47 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Civil Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Destia Oy commissioned the research, and the research was carried out on the Destia projects. The aim of the study was to investigate the causes of the adhesion problems between the protective concrete and the pavement, which have occurred in several bridge sites. The task was to look for material differences, working methods and regulations that have changed in the last 10 years.

The research material consisted of samples and an expert survey, which was carried out in a semi-structured e-mail interview. The theoretical part was searched from the literature, which was used to search for qualitative material for the study. Based on the study's results, additional information and experience were obtained, which provided additional questions for further development work.

Keywords/tags (subjects)

Bridge construction, waterproofing, pavement, quality assurance

Miscellaneous (Confidential information)

Appendix 2 is kept secret and has been removed from public work. The basis for confidentiality is the Public Privacy Act 621/1999 § 24, sections 17, 20 and 21, the company's business or professional secret and technological or other development work. The confidentiality period is twenty-five (25) years, confidentiality ends on December 1, 2047.

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Tutkimuksen tavoite.....	6
1.2	Toimeksiantaja	7
1.3	Rajaukset	8
1.4	Eettisyys.....	9
2	Betonirakenteiset sillat	10
2.1	Mikä on silta?	10
2.1.1	Sillan osat	12
2.1.2	Käsitteitä	13
2.2	Vedeneristys sillassa.....	14
2.2.1	Yleiset laatuvaatimukset.....	14
2.2.2	Betonikannen eristys ja vaatimukset.....	16
2.2.3	Kermieristys	20
2.3	Sillan päällyste	23
3	Tutkimuksen tavoitteet, tutkimuskysymykset ja toteutus	24
3.1	Tartuntaongelmat sillan pintakerroksissa	24
3.1.1	Päällystevauriot	24
3.1.2	Päällysteen irtoaminen	26
3.2	Tutkimuskysymykset	27
3.3	Toteutus	28
3.3.1	Tutkimusmenetelmät	28
3.3.2	Aineiston keruu.....	28
4	Tulokset.....	28
5	Pohdinta.....	29
5.1	Luotettavuus	29
5.2	Johtopäätökset ja kehittämissuhteet.....	29
	Lähteet	30
	Liitteet	32
	Liite 1. Haastattelu kysymykset.....	32
	Liite 2. Salassa pidettävä osio.....	35

Kuviot

Kuvio 1 Destia historia	8
Kuvio 3 Kuokkalan silta, Jyväskylä Kuva: Niko Mannonen / Yle.....	11
kuvio 4 Sillan rakenne (RIL 179-2018 / Sillat).....	12
kuvio 5 Betonikantisen sillan pinnan arvoja sekä korjausmenetelmiä.....	17
kuvio 6 Lasihelmikoe	18
kuvio 7 Kermien asennusta sillan kanteen	21
kuvio 8 Pakkasen aiheuttama kutustumishalkeama (Silko s1802)	25
kuvio 9 Alkava purkauma sillan päällysteessä. (Silko s1802).....	26
kuvio 10 Mittakiilan periaatekuva (EN13036-7).	27

Taulukot

Taulukko 1 Siltajakauma rakennusmateriaalin mukaan.....	9
Taulukko 2 Exelin kaava	19
Taulukko 3 Eristysalustan suurin sallittu kosteus ennen eristystöitä.	19
Taulukko 4. Kermieristyksen tartuntalujuusvaatimus siltakannella (yli 100 m ²)	22

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tilaajana on Destia Oy ja tämän opinnäytetyön tarkoituksena on saada selkeyttä ja perehtyä ongelmiin, jotka ovat tulleet eteen päällysteen kiinnittymisessä sillan kanteen. Tässä opinnäytetyössä pohditaan ja tutkitaan vain betonisiltojen rakenteita, joissa ovat löytyneet suurimman ongelmat. Selvitellään miten säännökset muuttuneet taikka materiaali rakenne vuosien saatossa. Pääsääntöisesti Suomessa rakennetaan suurilta osin betoni ja teräs siltoja, jotka ovat syrjäyttäneet puun ja kiven. Kohtaamamme ongelmat ovatkin juuri betonirakenteisissa silloissa, joissa syystä x päällyste ei pysy kunnolla kiinni sillan kannen rakenteessa.

Suomessa betonirakenteisen sillan rakenne on kansi, jonka päälle tulee vesieristys ja tämän päälle sitten suoja- betoni taikka asfaltti ja viimeisenä tulee kulutuskerros, joka on yleensä asfalttia. Vesieristyksen tarkoituksena on suojata sillan kantta korroosiolta ja tien suolauksilta yhdessä kulutuskerroksien kanssa sekä ohjaamalla vesi pois kannelta.

Materiaalina tässä käytämme Destian projekteilla tulleilta kokemuksista ja haastatteluissa olemme saaneet useista työmaista vastauksia, joista sitten saadaan lisävastauksia taikka nostettua lisäkysymyksiä esille, miten muilla työmailla on kohdattu ongelmia ja lähinnä, miten Destialla on niihin suhtauduttu ja miten vastaisuudessa voitaisiin tehdä, ettei nämä samaiset ongelmat pääsisi toistumaan.

1.1 Tutkimuksen tavoite

Tarkoituksena olisi perehtyä siltarakenteisiin ja selvittää niihin kohdistuvia ongelmia, joissa päällyste ei tartu kunnolla, minkä johdosta päällyste pääsee purkautumaan kannelta aiheuttaen ylimääräisiä kustannuksia korjauksien muodossa. Tavoitteena on tutustua vanhoihin sillan rakennussäädöksiin ja niiden vertaaminen nykysäädöksiin. Mikä on muuttunut ja onko muutos ollut hyvä vai huono? Onko kyseessä materiaali, työtapo tai näiden kombinaatio?

Suomesta löytyvät säädökset sillanrakentamiseen ovat kattavat ja eivät anna mahdollisuuksia oikaista, jolloin tiedetään vuosi perustaisesti, onko joku rakennetapa muuttunut sekä materiaalin laadut.

1.2 Toimeksiantaja

Toimeksiantajan historia alkaa vuodesta 1799. 1799–1809 jolloin nimenä oli Kuninkaallinen Suomen Koskenperkausjohtokunta ja perustaja Kustaa IV Aadolffi,(kuvio 1). Vuosina 1925–1989 nimenä oli Tie- ja vesirakennushallitus, jonka loppuvaiheessa nimeksi muutettiin Tie- ja vesirakennuslaitos TVL. 1998 päätettiin Tielaitoksen hallinnolliset viranomaistehtävät erottaa varsinaisesta tienpidosta ja yritys jaettiin kahteen osaan, Tie- ja vesirakennuslaitokseksi sekä Tielaitokseksi. Myöhemmin Tielaitoksesta erotettiin vielä hallinto ja tuotanto, josta tuotanto siirrettiin Tieliikelaitoksen alle, Tiehallinto sai tienpidon ja sen tilauksen. Tieliikelaitos alkoi jälleen kilpailla tiealan urakoista maarakennusyritysten kanssa, kilpailu tosin avattiin vaiheittain, ja avoimen kilpailun aika alkoi alkuvuonna 2005. Vuonna 2002 toukokuussa hallituksen ehdotuksena oli, että nimeksi tulisi Tietapio. Mutta vuonna 2007 kumminkin nimeksi saatiinkin Destia. Vuonna 2014 myytiin Destian koko osakekanta Ahlström Capitalille ja vuonna 2021 lopussa Destia myytiin Colas Groupille ja näin ollen tuli osaksi isoa maailmanyhtiötä noin 12,3 miljardin liikevaihdollaan. (Hallinto ja johtaminen n.d.) Suomessa Destia on suurimmista infra-alan yrityksistä, yli 500 miljoonan euron liikevaihdollaan. (Tilinpäätös ja vuosikertomus 2022.)

200 VUOTTA INFRAN TAJUA



24 © Destia

DESTIA
A COLAS COMPANY

Kuvio 1 Destia historia

1.3 Rajaukset

Siltojen rakennusmateriaali suomessa on teräsbetoni, betonielementit, teräs, puu ja kivi. (Taulukko 1) Tässä opinnäytetyössä keskitytään vain betonirakenteisiin siltoihin ja niissä kohdistuvissa ongelmissa, jotka ovat kermi, joka on suojabetonin alla tai suojabetonin päällä oleva asfaltti kerros.

Taulukko 1 Siltajakauma rakennusmateriaalin mukaan.



1.4 Eettisyys

Haastatteluosuuteen on pyydetty osallistumaan sähköpostitse, jossa kerrottiin tarkoitus haastatteluaineiston käytöstä ja mihin haastattelulla tässä opinnäytetyössä pyritään. Haastattelu toteutettiin sähköpostihaastatteluna, jolloin mahdollistettiin haastattelijoiden perehtyminen kysymyksiin ja tuottamaan kattavammat vastaukset.

Lähteissä käytetään alkuperäisiä sanamuotoja ja näissä käytetään lähdeviittauksia ja nämä tekstit ovat kursivoituja. Sillan rakentaminen on tarkemmin säädeltyä kuin kerrostalon rakentaminen, jolloin ohjeistuksia ja säännöksiä on vähemmän, mutta ovat tarkempia kuin edellä verrattuun talo infraan. Lähteet löytyvät Väylän ja Silkon säädöksistä, ja niissä ei ole tulkinnan varaa. Sanamuotoja muokkaamalla sisältö saattaisi muuttua ja tällöin tehdä asian vääräksi.

2 Betonirakenteiset sillat

2.1 Mikä on silta?

Sillat ovat tärkeitä rakenteita, jotka yhdistävät kaksi paikkaa toisiinsa yli esteiden, kuten joen tai rotkon. Ne ovat olennainen osa liikenneinfrastruktuuria ja auttavat helpottamaan ihmisten ja tavaroiden kuljetusta. Sillat voivat olla erikokoisia ja erimuotoisia riippuen siitä, minkälaiseen maastoon ne on rakennettu. Esimerkiksi riippusillat ovat yleensä pitkiä ja kapeita, kun taas kaarisillat voivat olla lyhyempiä ja leveämpiä. Tärkeintä on, että silta on suunniteltu ja rakennettu kestävästi suurimmatkin painot ja sääolosuhteet, joita se joutuu kohtaamaan. Silloilla on myös merkittävä symbolinen arvo, sillä ne yhdistävät paikkoja ja ihmisiä ja voivat olla tärkeitä maamerkkejä tai matkailukohteita. Suomessa silta määritellään rakenteeksi, jossa on vapaita aukkoja eli vähintään 2 metrin vapaa etäisyys peräkkäisten tukien välillä.

Suomen maanteillä on noin 15 100 siltaa ja niitä rakennetaan vuosittain lisää. (Tilastokeskus 2022) Trafi/Väylä hallinnoivat yleisille teille suunniteltuja ja rakennettuja siltoja mutta katuverkoston sillat ovat kuitenkin pääsääntöisesti kuntien vastuulla. Suomen rautateillä taas on 2 332 ratahallinnon hallinnoimaa siltaa. (Tilastokeskus 2022) Kirjoitus hetkellä Suomen pisimmän sillan titteliä pitää vuonna 1997 valmistunut Raippaluodon silta, jolla kokonaispituus on huimat 1 045 metriä. Tällä hetkellä rakenteilla on arviolta vuonna 2025 valmistuva 1 228 metriä pitkä Kruunuvuorensilta joka tulee viemään tittelin ja ylittää tulevan hopeamitalistin suuremmalla pituudellaan, joka on 183 metriä enemmän (Väylä 2023). Silta on kumminkin enemmän kuin pelkkä kulkuväline; se on taideteos, joka esittelee suunnittelijoidensa ja rakentajiensa luovuutta, innovatiivisuutta ja kekseliäisyyttä (kuvio 3).



Kuvio 2 Kuokkalan silta, Jyväskylä Kuva: Niko Mannonen / Yle

2.1.1 Sillan osat



kuvio 3 Sillan rakenne (RIL 179-2018 / Sillat)

Päälysrakenne muodostuu pääkannattimesta ja pintarakenteista, jotka mahdollistavat kulun esteiden yli. Sillan pääkannattimen rakennusmateriaali kertoo sillan rakennetyypin, joita ovat puu, betoni, kivi ja teräs. Päälysrakenteen tarkoitus on siirtää rakenteen omapainon sekä liikenteestä aiheutuvat kuormat alusrakenteelle. Tiesilloilla pintarakenteet muodostuvat vedeneristyksestä sekä päällysteestä ja rautatiesilloilla kiskot, ratapölkkyt sekä tukikerros muodostavat pintarakenteen.

(kuvio 4) (RIL 179 2018, 44.)

Sillan alusrakenteen tehtävä on siirtää päälysrakenteelta tuleva kuormitus kantaviin maakerrokseen tai kallioon. Sillan alusrakenteeseen kuuluvat rakenneosat: paalut, tukiseinät, muurit sekä sillan siirtymälaatat ja päätytukien tukimuurit. (RIL 2018, 44–45.)

Sillan varusteet ja laitteet tuovat sillalle turvallisuuden, toiminnan sekä tavoitellun käyttöiän. Sillan turvallinen käyttö taataan käyttäjille kaiteiden, valaisimien ja laakereiden sekä muiden turvavälineiden avulla. Liikuntasaumalaitteet sekä laakerit siirtävät sillan kuormituksen tukirakenteisiin. (RIL 2018, 45, 275.) Siltapaikan lisärakenteet sijaitsevat pääosin sillan ulkopuolella mutta ovat välttämättömiä siltapaikan turvallisuuden, pitkäaikaiskestävyyden sekä kuivatuksen takia. Siltapaikan rakenteisiin kuuluvat portaat, luiskat verhoiluineen, sadevesikourut, kaivot sekä pengerkaitteet. (RIL 2018, 45.)

2.1.2 Käsitteitä

Deformi tarkoittaa muodonmuutosta materiaalissa.

Epoksitiivistys on betonisen siltakannen epoksikäsitteily (täytyy tehdä kahteen kertaan), jonka tehtävä on tiivistää betonipinta ja estää veden pääseminen runkorakenteisiin yläkautta.

Eristysalusta on sillankansi, jossa sen yläpinta, reunapalkin sisäpinta sekä muita eristettäviä pintoja sillalla.

Kaksikerroskermieristys on kahdesta kermikerroksesta koostuva kermieristys. Ylempää kermiä sanotaan pintakermiksi ja alemmaa sanotaan aluskermiksi. Paineentasauskermi on aluskermi, joka on kiinnitettyä kauttaaltaan eristysalustaansa ja se auttaa kermien alle syntyviä höyrypaineita taasaantumaan ja poistumaan irti olevia kohtia pitkin asennettuihin paineentasausputkia myöden.

Pintarakenteella tarkoitetaan sillan kannen yläpuolisia rakenneosia.

Kermi on vettä läpipäästämätön materiaali, jota käytetään eristystarkoituksiin.

Kermieristys on yhtenäinen kermeistä tehtävä vedeneristysrakente silloilla. Kermien liimaamiseen käytettävää liimausbitumia tai hitsattavassa kermessä oleva hitsausbitumia sanotaan **kiinnitysbitumiksi**. Materiaalina käytetään yleensä kumibitumia KB100.

Kumibitumi on aine, joka saadaan lisäämällä asfalttiin suuri määrä termoplastista elastomeeria, joka parantaa merkittävästi asfaltin venyvyys- ja taivutettavuutta alhaisissa lämpötiloissa. Tyyppiä edustaa numero, joka osoittaa pehmenemispisteen, kuten KB100.

Kutistumissauma on asfalttipäällysteessä oleva sauma tai asfalttipäällysteiden ja reunapalkkien väliin tuleva sauma, joka ohjaa rakenteiden liikeitä ennalta suunniteltuihin rakennekohtiin.

Sillan alus- ja päällysrakenteen rajakohtaan tai päällysteen osien väliin on tehtävä **liikuntasauha**, jolla päällysrakenteen lämpöliikkeet ja muodonmuutokset voivat tapahtua rakennetta vaurioittamatta. Läpivienti mahdollistaa sillan varusteiden kiinnitykset ja se toteutetaan sillanvedeneristysten avulla.

Nestemäisinä levitettävät eristykset, joita ovat yleensä polyuretaani-, akryyli- tai epoksipohjaisina levitettäviä vedeneristysmateriaaleja. Vaatii erikseen luvan näiden käyttöön. Suomessa ei ole kuin muutamia firmoja, jotka saavat tehdä tämän toimenpiteen.

Saumausmassalla tiivistetään pienehkö liikuntasauha taikka kutistussauma.

Sillan päällyste on kannen pintarakenteiden ylimmäinen osa, joka koostuu sidekerroksesta ja kulumuskerroksesta, jota sanotaan myös kulumus asfaltiksi, jota sitten uusitaan käytön ja kulumisen perusteella.

2.2 Vedeneristys sillassa

2.2.1 Yleiset laatuvaatimukset

Kannen vesieristyksen tulee olla vesitiivis. Tällä tarkoitetaan eristeiden ja liitosten kykyä kestää vallitsevat ilmasto-olosuhteet siltapaikalla ja liikenteen aiheuttama paine, lämpötilan sekä kutistumisen aiheuttamat rakenteelliset muodonmuutokset vuotamatta. Eristysmateriaalien tulee kestää silloissa käytöstä aiheutuvan kulumisen ja vallitsevat olosuhteet sekä haitallisten aineiden vaikutuksia.

"Eristysmateriaalin tulee olla Väylän käyttöönsä hyväksymä. Eristysmateriaalien ja eristysrakenteiden SILKO-hyväksyntävaatimukset." (infraRYL 2018/42310). Pintarakenne, eristysalustan käsittely ja eristemateriaalit on aina esitettävä sillan rakennesuunnitelmissa. Esitetyt vaatimukset ovat valmiiden eristystöiden pätevyystestauksen vaatimuksia, mutta muutoin ne ovat tuotteen SILKO-sertifiointin vaatimuksia. (infraRYL 2018)

"Eristyskerroksien tulee tarttua alustaansa ja toisiinsa siten, etteivät ne liu'u eristysalustan tai toisensa suhteen sillan käyttöönoton jälkeenkään. Valmis vedeneristys on suojattava, ellei tilaaja ole erikseen hyväksyttänyt muuta työtapaa." (infraRYL 2018) Suojaustapa ja -materiaali esitetään työsuunnitelmissa ja suojaus olisi tehtävä mahdollisimman pian eristyksen valmistumisen jälkeen. Eristys tulee suojata esimerkiksi tarpeeksi paksulla vanerilla, jos sen pinnalla meinataan kulkea ajoneuvoilla. Ennen suojauskerroksen tekemistä mutta mieluiten suojakerroksen päälle ei päästettäisi ajoneuvoja kulkemaan koska suojakerroksen mahdollinen rikkoutuminen taas viivästyttäisi töitä. Päällysteen alin kerros tulisi tehdä mahdollisimman nopeasti eristyksen valmistumisen jälkeen, jolloin eristyksen mahdollinen vaurioitumisriski saadaan vähennettyä. *"Materiaalien SILKO-hyväksyntä on voimassa 5 vuotta, ellei Väylä ole muuta sopinut." (infraRYL 2018,42320)*

Eristystyöt tulisi tehdä sääsuojan sisällä.

Kermi, nestemäinen eristysmateriaali tai tiivistysepoksi asennetaan muulloin kuin 15.5.–31.8. välisenä aikana tai- jos mastiksieristys tehdään ilman tiivistysepoksia muulloin kuin 15.5.–30.9. välisenä aikana. (infraRYL 2018,42320)

Säänsuojausta olisi suotava käyttää myös muina aikoina, varsinkin jos sääolosuhteet edellyttävät työn sujuvaa suorittamista tai halutun laatutason saavuttamista. Sääsuoja on mitoitettava riittäväksi, että se kestää tuulen ja sateen sekä lumen aiheuttamat kuormitukset rikkoutumatta, eristystöissä sääsuojaa ei saisi tukea eristystasoilla, jolloin työnteko ei häittäisi esteet ja mahdollistaa eristeiden asentamisen yhtenäisesti. Sääsuojan tulee olla vesitiivis kaikissa sääolosuhteissa koko alueeltaan ja tulisi vähintään ulottua yli sillan sivupalkkien sekä sääsuojan sisällä olevan esteettömän korkeuden tulisi olla yli kaksi metriä sillankannesta mitattuna jotta työskentely olisi helppoa ja joutuisaa sekä sääsuojan tulisi ulottua sillan päästä päähän mieluiten metrin verran yli, jolloin saataisiin myös työskentely varaa sillan päätyihin, mutta tämä koskee vain siltoja joiden pituus on

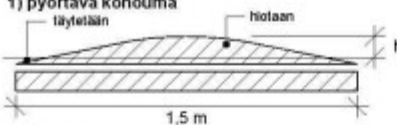
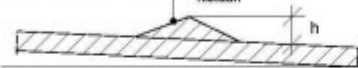
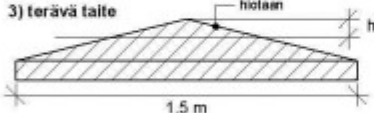
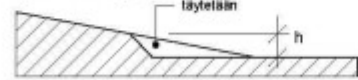


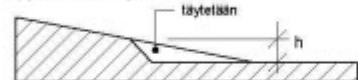

maksimissaan 40 metriä, koska tätä pidemmällä silloilla voidaan käyttää siirrettävää sääsuojaa. Sääsuojan olisi oltava päistä avattavissa, jolloin sitä voidaan tarvittaessa tuulettaa taikka lämmitellä, suojaa lämmitettäessä lämmityslaite kierrättää teltan sisällä olevaa lämmintä ja kuivaa ilmaa, tai/ja ulkoa otettava ilma lämmitetään ja sisällä oleva kostea ilma suodatettaisiin pois. (infraRYL 2018,42320)

2.2.2 Betonikannen eristys ja vaatimukset

Pääurakoitsijan tehtävänä on varmistaa, että eristettävä pinta täyttää SYL3:n kohdassa 3.2.3.4 esitetyt vaatimukset, jotka koskevat kaikkia käytettäviä eristysmateriaaleja. (SILKO-ohje)

Ennen vesieristyksen aloittamista tulee sillan kansi tarkistaa tähän työhön tarkoitettulla oikolaudalla ja mahdolliset kuopat ja kohoamat tulee korjata. Epoksipohjaisten massojen suurena etuutena on niiden nopea kuivuminen ja kovettuminen, jolloin niitä päästää työstämään nopeammin. Kun tasoitettava alue on suuri sekä yhtenäinen voidaan käyttää jyräintä ja lopullinen pinnantasointus tehdään epoksihiekan seoksella tai *”Väylän käyttöönsä hyväksymillä polymeerisideaineisilla juotosmassoilla” (SILKO-ohje 3.231) (kuvio 5).*

Kunnollisen tartunnan saamiseksi kannen eristettävästä pinnasta poistetaan sementtiliima, jälkihoitoaine, sekä muut epäpuhtaudet. Pinta tulee puhdistaa sinko- tai hiekkapuhalluksella (imurointi/puhallus) ennen eristystä. *”Puhdistusaste on normaalisti suihkupuhdistettu betonipinta, jolloin betonipinnasta on irronnut sementtiliimaa siten, että paljaiden kiviainesraepintojen osuus on vähintään 25 % eristettävästä pinnasta” (SILKO-ohje 1.203, kuva 45).*

Mastiksieristys		Vaatimus	Huom.
1) pyörtävä kohouma täytetään		$1h \leq 4 \text{ mm}/1,5 \text{ m}$	mastiikerros voi jäädä liian ohueksi, kun eristyksen pinta kolataan suoraksi
2) terävä harjanne		$h < 3 \text{ mm}$	mastiikerros voi murtua terävän harjanteen kohdilla (lovivaikutus)
3) terävä taite		$h < 4 \text{ mm}/1,5 \text{ m}$	mastiikerros voi jäädä liian ohueksi, kun eristyksen pinta kolataan suoraksi
4) porrastunut pinta täytetään		$h \leq 4 \text{ mm}$	mastiikerros voi jäädä liian ohueksi tai murtua harjanteen kohdalta
5) betoniroskeet, kivet yms.		Vaatimus poistetaan	
6) kolot - kolot paikataan		Vaatimus vesi ei lammikoidu	
Kermieristys		Vaatimus	Huom.
1) terävä harjanne tai taite hiotaan pyörittäväksi		harjanteen korkeus ei ole rajoitettu	terävä harjanne voi rikkoa kermin
2) porrastunut pinta täytetään		$h \leq 4 \text{ mm}$	kermi voi jäädä irti alustasta pykälän vierestä, korkea pykälä voi rikkoa kermin
3) betoniroskeet, kivet yms.		Vaatimus poistetaan	Huom. voivat rikkoa kermin
4) kolot - kolot paikataan		Vaatimus vesi ei lammikoidu	
Polyuretaani eristys		Vaatimus	
Kuten mastiksieristyskohdat 2, 3, 5, ja 6		kuten mastiksieristyskohdissa	

kuvio 4 Betonikantisen sillan pinnan arvoja sekä korjausmenetelmiä (Infraryl 2018 osa3 42300)

Puhdistuksen imuroinnin ja/tai puhaltamisen jälkeen sillankannessa olevat halkeamat suljetaan imeyttämällä, tai tarvittaessa injektoimalla tarkoituksiin soveltuvilla, Väylän käyttöönsä hyväksymällä epokseilla (Silko-ohje). ”Epoksin tulee olla kuumuutta kestävää ja kumibitumin kanssa yh-

teensopivaa materiaalia ”(Silko-tuote). Eristysalustan betonipinnan karheus pitää olla ennen epoksikäsittelyä ja vesieristämistä välillä 0,3–1,2 mm. Eristysalustan pinnan karheus saadaan lasihelmi- menetelmällä (EN 13036-1) (kuvio 6), jokaista alkavaa viidensadan neliötä kohden otetaan kolmesta eri kohdasta sillankantta lasihelmikoe. Pinnan karheuden ollessa alle 0,3 mm pinta karhennetaan sinko- tai hiekkapuhalluksella, kunnes vaatimukset täyttyvät. Käsitellyt kohdat tulee olla täysin kovettuneita ja täyttää eristysalustan enimmäiskosteuden vaatimukset ennen eristystyön aloittamista. (PANK-5103)



kuvio 5 Lasihelmikoe

Joitakin epoksituotteita käytettäessä epoksitiivistys voidaan tehdä alustoille, joiden kosteustaso ylittää taulukossa 3 mainitun enimmäiskosteuden vain, jos Väylä on tuotemerkkikohtaisesti hyväksynyt käyttöönsä epoksin edustajan laatiman, kosteamman asennusohjeen sillan eristysalustalle.

Betonieristysalustan kosteus saadaan, kun käytetään toista kahdesta menetelmästä, joko absoluuttista kosteutta (menetelmä VTT-2650) tai suhteellista kosteutta (menetelmä VTT-2649). Taulukossa 3 on esitetty suurimmat sallitut kosteustasot eristystöiden alkaessa, kun sillankannen pinta-ala on alle sata neliötä ja kun sen rakennepaksuus jää alle neljäänsataan millimetriin, voidaan tällaisissa tapauksissa pintakosteus jättää mittaamatta ja betonin annetaan vain kuivua vähintään 21 päivää jälkikäsittelyn jälkeen, ennen kuin eristystyön voi aloittaa sillalla. Betonin suhteellisen kosteuden mittaustulos tulee varmistaa vähintään yhdellä betonin pinnasta irrotetun ehjällä ja kokonaisella näytteellä, josta saadaan absoluuttisen kosteuden mittauksella tulos, mutta kuitenkin rakenteesta otetaan kolmesta paikasta kolme näytettä, jolloin saadaan varmistettua mittauksen

luotettavuus, kuten taulukossa 2 näytetään. ”Rakenteesta otetun näytteen kosteuden mittaamisella varmistetaan suhteellisen kosteuden mittausmenetelmällä tai absoluuttisen kosteuden mittausmenetelmällä saadun tuloksen luotettavuus.” (SILKO-OHJE) Absoluuttisen kosteus mitataan ottamalla sillan kannesta noin 150g koepala joka punnitaan vaa’alla, jonka jälkeen koepala laitetaan uuniin jonka lämpötila pitää olla tarvittavan suuri veden hauduttamiseksi ja mitataan seuraavan kerran noin 12h kuluessa ja tätä mittausta toistetaan kunnes koepala ei luovuta kosteutta pois(paino ei laske) jolloin voidaan laskea absoluuttinen kosteus kaavalla $((X-Y)/Y)$ mitä paino oli ja on nyt, tästä esimerkkinä taulukko 2.

Taulukko 2 Exelin kaava

	Alkupaino			Mittaus 1		Mittaus 2		Mittaus 3	
	16.2020	Vuoka (g)	Mittaus (g)	2.6.2020	Mittaus (g)	2.6.2020	Mittaus (g)	3.6.2020	Mittaus (g)
1	14:30	7	161,5	7:30	155	14:30	155	6:00	155
2	14:30	7	174,5	7:30	166,5	14:30	166,5	6:00	166,5
3	14:30	7	188,5	7:30	182	14:30	182	6:00	182
	Alkupaino (g)	Mittaus 1		Mittaus 2		Mittaus 3			
1	154,5	148	4,39 %	148	4,39 %	148	4,39 %		
2	167,5	159,5	5,02 %	159,5	5,02 %	159,5	5,02 %		
3	181,5	175	3,71 %	175	3,71 %	175	3,71 %		
		KA	4,374 %	KA	4,374 %				

Taulukko 3 Eristysalustan suurin sallittu kosteus ennen eristystöitä.

Materiaali	Eristysalustan suurin sallittu kosteus	
	Absoluuttinen kosteus (VTT-2650) m-%	Suhteellinen kosteus (VTT-2649) %
Kauttaaltaan kiinnitetty kermi, nestemäisenä levitettävä eristys tai epoksitiivistys	5,0	93
Paineentasauskermi tai kumibitumimastiksi	6,0	96

Sillan eristystyön aikana ilman suhteellinen kosteus ei saa ylittää 85 %. (Taulukko 3)
Kastepistelämpötila määritetään eristuksen asennustyön alkaessa ja sitä seurataan eristystyön aikana säännöllisin väliajoin, jolloin eristettävän pinnan lämpötilan tulee

olla vähintään 3 °C ilman kastepistelämpötilan yläpuolella. Alhaisin eristystyön aikainen alustan pintalämpötila on kermi- ja polyuretaanieristyksillä aina vähintään +5 °C sekä mastiksieristyksillä vähintään +2 °C. (SYL.6)

Eristysalustan kosteus määritetään aina vähintään kolmesta kohdasta kannella. Jos kannen pinta-ala on yli 500 neliötä, lisätään mittauskohtia yksi alkavaa 500 neliötä kohti. Mittaus kohteet valitaan sillan kosteimmista paikoista, jotka voidaan ennalta katsoa betoninkosteus mittarilla, jonka avulla helpotetaan kosteimpien paikkojen löytäminen, jolloin tästä saadaan luotettava kosteusluku sillan kosteudesta. Ennen töiden aloittamista tulee tehdä tarkastuspöytäkirja, jossa hyväksytään sillan kannen pinta eristystä varten. (Silko-ohje)

2.2.3 Kermieristys

Eristettävän alustan pinnalle levitetään tartunnaksi kumibitumiliuosta, jollei pinta ole tehty epoksi tiivistyksellä. Eristyspinnat tiivistetään epoksihartsilla silloissa, joissa on betonikansi, kun kansirakenteen paksuus on minimissään neljäsataa millimetriä ja vähintään yksi seuraavista ehdoista täyttyy:

- 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 %. Paineentasauskermiä käytetään tarkasti määritellyillä silloilla vain poikkeustilanteissa.

Muissa tapauksissa, joissa rakennepaksuus on vähintään 400 mm (massiivilaatta- ja palkkisillat), voidaan käyttää paineentasauskermiä. Jos käytetään paineentasauskermiä, epoksiivistys jää pois. (SYL 6)

Valmiina olevan epoksiivistyskerroksen on oltava vesitiivis kauttaaltaan. ”Vesitiiviin epoksiivistyksen eristysvastuksen tulee olla vähintään 500 MΩ (menetelmä VTT2654). Epoksiivistyksen ja alustan välisen tartuntalujuuden tulee olla vähintään 1,0 N/mm² ja keskimäärin 1,5 N/mm² (menetelmä VTT-2651)”. Kumibitumipatojen on oltava Väylän hyväksyttävää mallia ja tyyppi vaatimukset täyttävää. Padoissa on oltava toimiva sekoitin sekä padat pitää olla tarkistettu vuosittain ja ennen käyttöön ottamista työkohteessa. ”Kumibitumin levityslämpötila on 180–210 °C ja korkein sallittu sekoituslämpötila padassa 210 °C, ellei Väylä ole erikseen hyväksynyt käytettäväksi muuta

lämpötilaohjetta. ”(SYL 6) Tätä lämpötilaa tulee seurata työmailla ja eristysalustan urakoitsijan pitää päiväkirjaa, johon merkataan padassa oleva lämpötila jota tarkastellaan erillisellä lämpömittarilla.

Kermieristys tehdään aina sillan laatu- ja suunnitelmavaatimuksissa määrätyllä kermirakenneyhdistelmällä. Kermit asennetaan sillan pituussuunnassa alkaen sillankannen alimmasta kohdasta, kermit on asennettava oikein limitettyjä ja tasattuja sekä porrastettuja (kuvio 7). Kermien limityksissä olevat rajat ovat minimissään sata millimetriä pituussuuntaan ja sataviisikymmentä millimetriä poikkisuuntaan sekä vierekkäisten kermien päiden jatkoskohdat tulee porrastaa kuten kuviossa seitsemän näkyy (kuvio 7).



kuvio 6 Kermien asennusta sillan kanteen

Eristysalustan sekä kermien välissä ei ole ilmataskuja ja saumojen on oltava tiiviitä sekä että limitettyjen saumakohtien kauttaaltaan kiinnitettyjä sekä telattuina alustaansa. (SYL 6)

”Jos kannen pinta-ala on alle 100 m², mitataan kermin tartunta eristysalustaan käsin vetäen kohdan 6.2.6.2.3 mukaisesti.” (Silko-ohje) Tartunta on tarpeeksi riittävä, kun kermin kaistale ei irtoa käsin vetämällä tai kermikaistale irtoaa niin että yli puolet sen pinta-alan bitumista jää poistokohdassa kiinni eristysalustaan. Taulukossa 4 esitetään vaatimukset (Silko-ohje).

Taulukko 4. Kermieristyksen tartuntalujuusvaatimus siltakannella (yli 100 m²)

(menetelmä VTT-2651, väliarvot interpoloidaan).

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		

Kuplineet kermikohdat tulee aina korjata ja ylikuumennuksessa vaurioituneet tai poimuuntuneet kermit poistetaan ja korvataan uusilla. Reunapalkin sisäreunaan tulee kaksinkertainen kumibitumisively KB100 käyttäen. Kumibitumin tulee kumminkin täyttää SILKO-hyväksyntävaatimukset jotta sitä voidaan käyttää siltakohteissa. Sillankannen kermieristys tulee suojata suunnitelman mukaan. Kumminkaan sen päällä ei saa ajaa autolla ennen sen suojaamista. Pakottavissa tapauksissa tästä voidaan poiketa vain levittämällä kermieristyksen päälle tulevilla vähintään viiden millimetrin paksuisilla vanerilevyillä, jotka tulevat kulkuneuvon pyörien alle, mutta silloinkaan ei saa seisottaa eristyksen päällä. *”Kermin päälle tulevaa ensimmäistä asfalttikerrosta jyrättäessä on käytettävä*

jyrää, jonka molemmat valssit vetävät sekä paino on maksimissaan 4 tonnia, mutta ei saa käyttää jyrän tärytintä.” (Silko-ohje)

2.3 Sillan päällyste

Ennen sillan päällystämistä pitää pinta olla puhdas ja ilman lämpötila vähintään +5 astetta. Asfalttia ei saa levittää sateella taikka alustalle, joka on märkä ja/tai jäässä.

OHJE

Siltapäällysteitä ovat kulutuskerros ja mahdollinen sidekerros ja niiden alla yleensä oleva eristyksen suojakerros. Siltapäällystetyyppejä ovat asfalttibetoni (AB), kivimastikiasfaltti (SMA), valuasfaltti (VA), kumibitumivaluasfaltti (KBVA), betoni ja kuitubetoni sekä ohutkerrospäällyste. Jos sillan kulutuskerroksena on SMA, tulee sen alla olla vähintään yksi asfalttibetonikerros. (infraRYL 2022/2, 22.12.2022)

Vaatus

Päällysteiden tulisi tarttua alustaansa, ettei se pääse liikkumaan joko sillan päällystämisen yhteydessä tai sillan käytön aikana. Päällysteen tartunnan varmistaminen alustaansa esitetään tilaajalle ennen työn aloittamista. Kulutuskerroksen pitkittäissaumat tehdään ajokaistojen reunoille. Siltapäällysteissä kaikki silmiin havaittavat halkeamat, saumavirheet ja lajittumakohdat tulee korjata heti SILKO-ohjeen 2.833 mukaisesti.

Sillalla uuden päällysteen epätasaisuus poikkisuunnassa oleva alku-ura saa olla enintään 3 millimetrin/keskiarvo ja 4 millimetrin/yksittäinen (menetelmä SFS-EN 13036-7, oikolauta 3 m), pituus-suunnassa suurin sallittu epätasaisuus saa olla enintään 4 millimetriä 3 metrin matkalla (SFS-EN 13036-7, oikolauta 3 m). Oikolautaa käytettäessä pituussuuntainen epätasaisuus mitataan sillan koko matkalta kunkin ajokaistan oikeanpuoleisen ajouran kohdalta. Poikkisuunnassa mittaus tehdään 10 metrin välein koko poikkileikkaukselle. Mittauksista raportoidaan poikkeamat sijaintei-

neen. Mittaukset tulee tehdä 2–6 viikon kuluessa päällystystyöstä. ”Epätasaisuudet voidaan mitata yli 150 m pitkillä silloilla PTM-ajoneuvolla. Päällysteessä ei saa olla jyräysjälkiä eikä toistuvia epätasaisuuksia.” (infraRYL 2022/2, 22.12.2022)

Vaatus

Asfalttipäällysteet täyttävät kohdan 42330.0 ja luvun 21411 vaatimukset. (infraRYL 2022/2) Asfalttipäällysteen tulee täyttää työkohtaiset laatuvaatimukset. Jos asfalttipäällysteelle on asetettuihin vaatimuksia, kuten asfalttimassan kulumis-, deformaatio-, vedenkestävyys-, pakkasenkestävyys- tai tiivistettävyyssominaisuudet, ne on tutkittava työsuunnittelun yhteydessä urakka-asiakirjoissa määritettyjen erillisten tuotevaatimusten tai asfalttinormien mukaan. Päällysteen paksuus suunnitellaan ja ilmoitetaan millimetreinä siltasuunnitelmassa. Paksuuden toleranssi on – 0...+10 mm. Asfalttipäällyste salaojitetaan luvun 42543 mukaisesti. (infraRYL 2022/2)

3 Tutkimuksen tavoitteet, tutkimuskysymykset ja toteutus

Tarkoituksena oli selvittää juurisyitä mikä aiheuttaa suojabetonin ja päällysteen välisen heikon tartunnan. Tavoitteena oli saada ehdotuksia ja toimintatapoja, joita voitaisiin tehdä ennen asfalttipäällysteen asennusta siltaan.

Kysymyksiä: Mitä tehdään toisin verrattuna vanhempiin siltoihin? Josta lähdettiin syventymään sillan kannen teoriaan, sekä pintojen materiaaleihin ja näiden yhteis- taikka erillisvaikutuksiin kokonaisuudessa siltaan.

3.1 Tartuntaongelmat sillan pintakerroksissa

3.1.1 Päällystevauriot

Sillan päällystevaurion ja sen syyn selvittäminen on lähtökohtana korjaustöiden suunnittelulle ja toteuttamiselle. Sillan korjaustöihin liittyvän päällystystyön päävaiheet ovat tarkastus, suunnittelu

ja korjaus. Sillan päällysteessä on seuraavat vauriot, pituus-, poikittais- ja saumahalkeamat, uuma-
halkeamat, vedenpoistoreiät, muodonmuutoksia ja uria sekä muita kulumisvaurioita.

Sillan päällysteellä voi esiintyä useita erilaisia vaurioita samanaikaisesti. Erityyppisille silloille ovat
tyypillisiä seuraavat vauriotyypit: teräsriippusiltojen ja teräsbetoni-laattasiltojen taipumisesta ai-
heutuvat poikittaishalkeamat, pääpalkkipisteissä esiintyvät saumapalkkirakenteiden pituussuuntai-
set halkeamat, siipisiltojen päällysteiden liukuminen, muodonmuutos ja halkeilu. Yleisin syy asfal-
tin halkeamiin on yleensä päällysteen kutistuminen matalissa lämpötiloissa. (Kuvio 8)



kuvio 7 Pakkasen aiheuttama kutustumishalkeama (Silko s1802)

Joissain tapauksissa vaurion voi aiheuttaa päällysrakenteen taipuminen, varsinkin raskaanliiken-
teen ja/tai päällysteen suunnitteluvirheet voivat aiheuttaa deformaatiovaurioita lämpimillä
säillä jolloin tienpinnan lämpötila on korkeampi kuin ilman. Muut päällystevauriot syntyvät pääasi-
asiassa liikenteen, sään vaihtelujen, rakennus materiaalien vanhenemisen ja rakennusvirheiden
vuoksi. Yleisin vauriotyyppi on päällysteen urien muodostuminen, mikä on seuraus kulumisesta
ja/tai deformaatiosta. Urien muodostutumukseen vaikuttaa, raskasliikenne, nastarenkaidenlii-
kenne, vallitsevat ajonopeudet ja niiden muutokset, ajoradan leveys ja liikenteen kanavoituminen
sekä raskaanliikenteen seisominen. Päällystemateriaalien ominaisuudet sekä sääolosuhteista ja

talvikunnossapidosta, siltojen kohdalla kuluminen on voimakkaampaa kuin muulla tieosalla, kun liikenne kulkee samoja uria pitkin sekä jos/kun liikennettä joudutaan seisottamaan samassa kohdassa. (SILKO-Ohje)

3.1.2 Päällysten irtoaminen

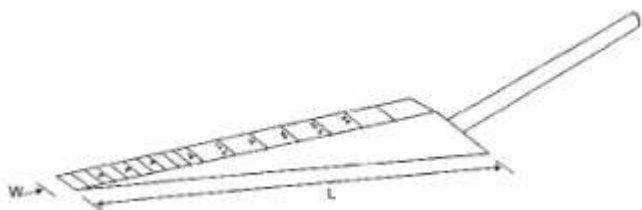
Päällysteeseen saattaa ilmaantua reikiintymisiä ja purkaantumisia erilaisien syitten takia, esim. kuplan kohdalla (kuvio 9), tai puutteellisesta kuivatuksesta. Päällyste purkaantuminen liikuntasaumalaitteen vierestä voi johtua seuraavista syistä, liikuntasaumalaitteen ja tienpinnan välillä on korkeusero, tai asfaltti ei ole tarttunut kunnolla alla olevaan suojaavaan betoniin. Isoimmaksi syyksi voisi kumminkin sanoa päällysten ja liikuntasaumalaitteen väliä, josta joko puuttuu sauma tai se on purkaantunut pois. (Silko s1802)



kuvio 8 Alkava purkauma sillan päällysteessä. (Silko s1802)

Verkon halkeilu ja tienpinnan löysyys johtuvat usein tienpinnan eri kerrosten huonosta vedenpoistosta tai vesihuoltolaitteiden puutteesta. Sisääntulopenkereissä rainan halkeilu johtuu yleensä heikosta päällysterakenteesta. Siltojen ja penkereiden risteyksessä syntyy usein kuoppia, ja ajoneuvot aiheuttavat voimakasta iskua ja tärinää siltarakenteeseen, mikä on erittäin haitallista. (Silko s1802)

Tien pinnan kuntoa tulee seurata säännöllisesti, nämä havainnot kirjataan tarkastuksien yhteydessä, joita ovat vuosi-, yleis- ja erikoistarkastuksia. Samalla suunnitellaan tarvittavien toimenpiteiden ajoitus ja ajankohta, vauriot tutkitaan pääasiassa silmämääräisesti. Päällysteen ja liikunsaumalaitteen liitoskohdassa ilmenevä toimintahäiriö on näkyvä osa päällystevauriota. Visuaaliset havainnot täydennetään tarvittaessa mittauksin. Urien syvyydet sekä laajuudet ja sillan päissä olevat epätasaisuudet mitataan oikolaudan avulla (standardi EN 13036-7). ”Oikolautamittauksessa tulee käyttää standardin mukaista mittakiilaa ja oikolautaa (kuvio 10)” (Silko s1802).



kuvio 9 Mittakiilan periaatekuva (EN13036-7).

Kiilan pituus $L=300 \pm 3$ mm, leveys $W= 25 \pm 1$ mm

3.2 Tutkimuskysymykset

Työmailla oli huomattu, että suurin ongelma sillanrakentamisen kohtaamisessa on ollut päällysteen irtoaminen tai heikko tartunta. Irtoaminen ei ole tapahtunut samanlailla kaikilla työmailla mutta suurimmaksi syyksi löytyi päällysteen irtoaminen sillan kannen suojabetonin päältä, jolloin asfaltti irtosi isoina palaisina tai pääsi ”rullautumaan” sillan kannen pätyihin. Tästä lähdettiin tutkimaan sillan kannen rakenteen ja päällysteen välistä kiinnittäytymistä ja onko materiaali vaihdokset vaikuttaneet asiaan ja jos ovat niin ovatko huonontaneet vaiko parantaneet niiden välistä liitosta. Tästä saatiin kysymys aluille: Miksi päällyste ei pysy sillan kannessa?

3.3 Toteutus

3.3.1 Tutkimusmenetelmät

Selvitetään millaiset vaatimukset sekä ohjeistukset olivat ennen koska tähän ongelmaan on nyt lähiaikoina tultu (noin: 10 v). Kehityksenä haetaan mitä tehdään, että saadaan se pinta, johonka tarttuu pinta kunnolla ja ei lähde murentumalla pois kulutuksen seurauksena.

3.3.2 Aineiston keruu

Kohderyhmänä on sillanrakentajat Destialla. Heiltä tulen saamaan kohdekohtaisia tietoa mitä on käynyt ja mitä on tehty korjaukseksi. Kyselyn kohderyhmänä on Destialla siltatyömaiden esihenkilöiden kokemukset ja materiaalit sekä kyselyiden perusteella saatava materiaali Destialta. Säännökset ja ohjeistukset tulevat taas Väylältä ja InfraRYL:istä sekä materiaali ohjeistukset Silkosta.

Muiden työmaiden kyselyt hoidetaan sähköposti haastattelulla, jolla sitten varmistetaan mitä kyseisellä työmaalla on tapahtunut ja mitä siellä tehtiin, jotta ei näin kävisi vastaisuudessa. Työmaita on valittu 4 kappaletta ja näistä työmaista kyselleen vain sillantyoönjohtajilta päällysteen ja sillan kannen ongelmista.

Haastattelu kysymykset löytyvät liitteestä 1(liite 1).

4 Tulokset

Yhdellä työmaalla päädyttiin asfalttijyrsimen käyttöön koska laite oli jo työmaalla sekä sen kanssa oli mahdollista odottaa ohut ja tasainen pinta pois suojabetonia sillasta ja samalla mahdollistettiin

se, ettei oteta liikaa ja ei saada kuoppia verrattuna käsikäyttöiseen hiontaa ja sen suuren ajan vie-
miseen. Toisella työmaalla oli valussa pinta karhennettu suoraan kuviotelalla käsin, jolloin pinta oli
saanut suoraan karhennuskuvion eikä jätetty ”sileäksi” joka tulee normaalisti, kun betonin liima
hierotaan koneella pintaan. Lisää tuloksia löytyy liitteestä 2.

5 Pohdinta

5.1 Luotettavuus

Kohteina 4 työmaata, jossa tehtiin useita siltoja, joissa haasteena toisi mahdolliset korjaukset, jol-
loin tärkeä onkin, että työ kohtaa laadun ja tehdään kerralla pysyvä ratkaisu. Mietintänä onkin juu-
risyynä betonin ja asfaltin välinen tarttuvuus. Kokeiltuna betonin pinta tultiin karhennettua uudes-
taan mahdollistaen asfaltin tarttuvuus, kun taas toisella työmaalla tämä toteutettiin valun aikana
karhentamalla pinta kuvioidulla telarullalla. Kun betoni hierretään, tulee pinnasta liian sileä, vaikka
se kuinka koitetaan jättää ”rosoiseksi”. Tulisi ennen kuivumista tämä pinta karhentaa taikka sitten
siinä vaiheessa, kun pinta aukaistaan hiekkapuhaltamalla tai sinkopuhaltamalla. Olisiko tässä vai-
heessa mahdollista pinta karhentaa esimerkiksi jyrsimellä? Liimausaineiden käytettävyys ja sovel-
tuvuus tieasfaltin tekemiseen.

5.2 Johtopäätökset ja kehittämissuhteet

Johtopäätös löytyy paremmin liitteestä 2, mutta osaehdotuksenani onkin, että suojabetonin pinta
tulisi käsitellä karheammaksi, joko koneellisesti kun suojabetoni on kuiva tai ennen suojabetonin
kuivumista esimerkiksi työstämällä pinta karheaksi, jolloin saadaan parempi tartunta asfalttilii-
malla ja asfaltin tarttuminen pintaan. Jolloin päästään tilanteisiin, ettei asfaltti pääsisi siitä purkau-
tumaan sillan kannelta.

Lähteet

BY 65 Betoninormit 2016. Helsinki: BY-Koulutus ry Viitattu 1.9.2023. <https://janet.finna.fi>, InfraRYL-verkkopalvelu.

Euroopan laajuinen liikenneverkko TENT-T. 2021. Traficom. Verkkojulkaisu. Viitattu 20.12.2022. <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/liikennejarjestelma/euroopan-laajuinen-liikenneverkko-tent>.

Historia. N.d. Destia Oy. Verkkojulkaisu. Viitattu 1.11.2022. <https://www.destia.fi/yritys/historia.html>.

Liikenne ja väylät (RIL 94), s. 281. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 1975 Viitattu 1.9.2023. <https://janet.finna.fi>, InfraRYL-verkkopalvelu.

RIL 179-2018 Sillat: suunnittelu, toteutus ja ylläpito Viitattu 1.9.2023. <https://janet.finna.fi>, InfraRYL-verkkopalvelu.

Siltojemme historia, s. 492–495. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2004 Viitattu 1.9.2023

Strategia. N.d. Destia Oy. Verkkojulkaisu. Viitattu 5.4.2023. <https://www.destia.fi/yritys/strategia.html>.

Tielaitoksen sillat 1.1.1995, s. 29. Tielaitos. Viitattu 1.9.2023. <https://extranet.vayla.fi/>, Väyläviraston extra verkkopalvelu.

Väylävirasto. (2013). Sillat ja ympäristö. Viitattu 5.12.2022. https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lop_2013-03_sillat_ymparisto_web.pdf

Väylävirasto. (2019). Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun. Viitattu 7.4.2023. https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2019-04_toss_web.pdf

Väylävirasto. (2019). Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun. Viitattu 7.4.2023. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/julkaisut/syl/syl6_2005v.pdf

Väylävirasto. (2019). Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun. Viitattu 7.4.2023. <https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio1/s1802.pdf>

Väylävirasto. SILKO1.802 Verkkojulkaisu. Viitattu 1.9.2023. <http://www.liikennevirasto/sillat/>

Väylävirasto. (2003). Sillanrakentamisen laaduntarkastusohje - SILTO. Haettu 2.5.2023 osoitteesta <https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/silto2003netti.pdf>

Väylävirasto. (2013). Sillantarkastuskäsikirja. Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus. Haettu 5.12.2022 osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-26_sillantarkastuskasikirja_web.pdf

Rakennustieto. (2022) Viitattu 1.9.2023. <https://janet.finna.fi>, InfraRYL-verkkopalvelu.

Liitteet

Liite 1. Haastattelu kysymykset

Oletteko kohdanneet työmaalla tilanteen, että sillan päällyste on irronnut takuuajana tai pian sillan valmistumisen jälkeen?

Tarkentavia kysymyksiä

Minkälainen kohde kyseessä? Urakkamuoto ja kenen vastuulla rakennussuunnitelman laatiminen?

Mikä oli syynä päällysteen irtoamiselle? Oliko deformaatio, liimaus vai joku muu näiden yhdistelmä?

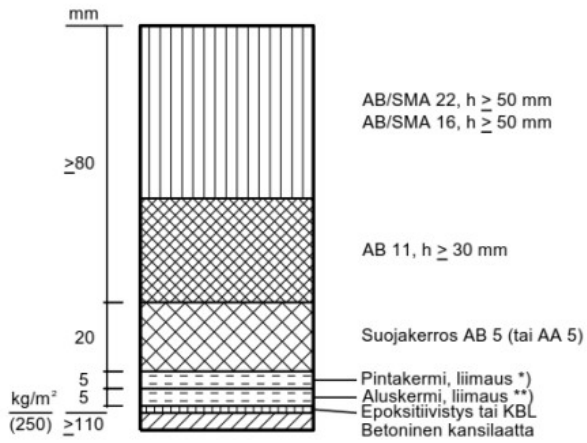
Jokin muu mahdollinen syy. Onko syy tunnistettu ja analysoitu?

Onko ongelma uusi vaiko onko sitä esiintynyt aikaisemminkin? Onko materiaaleissa, laatuvaatimuksissa tai suunnittelu ohjeissa tapahtunut muutoksia?

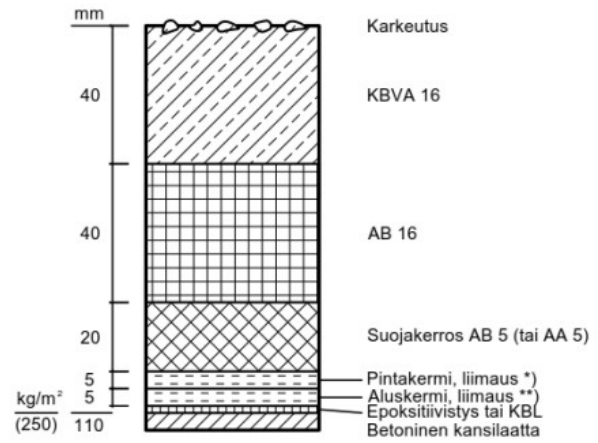
Millaisiin ratkaisuihin päädyttiin kohtaamallanne sillalla, että tämä ongelma saatiin ratkaistua? (yksilöidyt korjaustoimet ja menetelmät)

Pintarakenne sillalla

Valitse oheisista kuvista sillan rakenne kuva ja täydennätkö siltanne kohdalla olevat rakennepak-suudet.



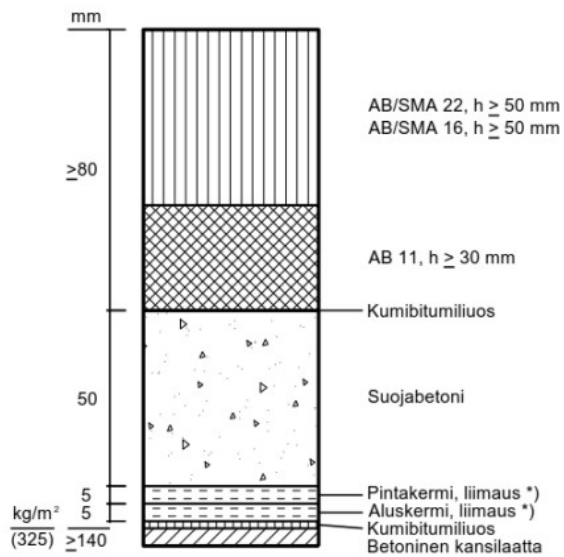
A) Asfalttibetonipäällyste



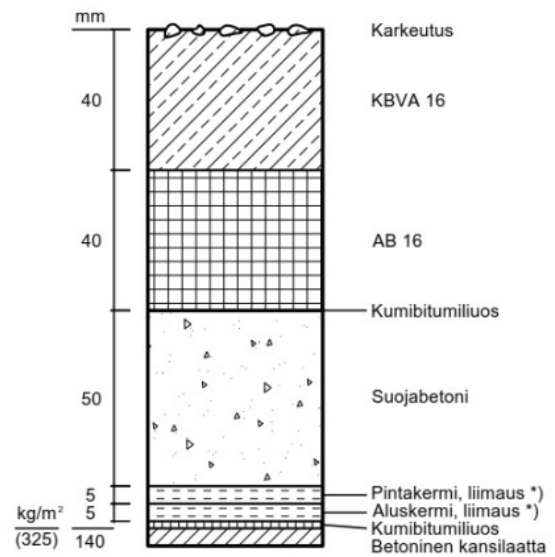
B) Valuasfalttipäällyste

*) tai kuumentamalla kiinnitettävä

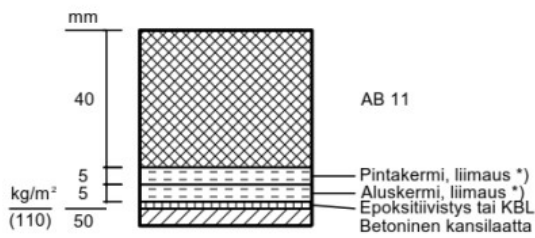
**) tai kuumentamalla kiinnitettävä tai paineentasauskermi (jos suunnitelmassa on niin esitetty)



C)

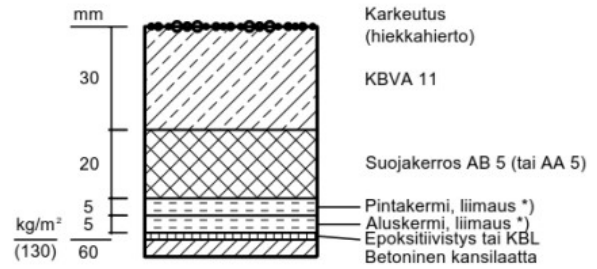


D)



A) Asfalttibetonipäällyste

*) tai kuumentamalla kiinnitettävä kermi



B) Valuasfalttipäällyste

E)

F)

Valintasi rakenteesta: (A) (B) (C) (D) (E) (F)

Pintarakenteiden paksuudet:

Mitä päällystelaatuja käytettiin?

Onko rakentamisen aikana havaittu poikkeamia mm. työn tai materiaalien laadussa tai käytössä missään työvaiheessa?

Keskusteltiin ko korjaus vaihtoehtoista tilaajan kanssa ja oliko tilaaja aktiivinen selvittämään tilannetta vaiko passiivinen?

Mikä oli tilaajan näkemys ja mahdollinen ratkaisuehdotus poikkeamalle?

Mitä tilaajan kanssa on sovittu takuutoimista ja takuu ajasta päällystyksen suhteen?

Muuta huomioitavaa / Vapaa sana.