

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PINTAKÄSITTELYPROSESSIN LAADUNVARMISTUS SILLAN KORJAUSHANKKEESSA

TEKIJÄ Kalle Ylönen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Kalle Ylönen	
Työn nimi Pintakäsittelyprosessin laadunvarmistus sillankorjaus hankkeessa	
Päiväys 25.4.2022	Sivumäärä/Liitteet 28/1
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Oteran Oy	
Tiivistelmä	
<p>Tässä opinnäytetyössä keskityttiin tutkimaan sillan teräsosien uudelleenpinnoitusprosessin vaiheita ja laatimaan kerätyn tiedon pohjalta laadunvarmistustyökalu. Työn tavoitteena on tehdä toimiva työkalu, jonka avulla pääurakoitsijan olisi helppo valvoa aliorakoitsijan työtä.</p> <p>Opinnäytetyössä tehtiin kysely Väylävirastolle ja perehdyttiin SILKO-ohjeisiin, vanhan pinnoitteen puhdistus- ja maalausmenetelmiin, LIVI-maalausjärjestelmään ja rasitusluokkiin. Lisäksi opinnäytetyössä perehdyttiin laatuvaatimuksiin suihkupuhdistuksen ja pintakäsittelyn osalta. Kyselyn tarkoituksena oli kertoa yleisimmät virheet, joita esiintyy suihkupuhdistustarkastuksissa ja pintakäsittelytarkastuksissa. Näiden taustatietojen ja kyselyn avulla tehtiin laadunvarmistukseen liittyviä tarkastuslistoja. Tarkastuslistat tehtiin sekä suihkupuhdistustarkastusta että pintakäsittelytarkastusta varten. Lisäksi tehtiin tarkastelu Väyläviraston sillamääriin, jotta tiedostettaisiin kuinka, paljon teräsrakenteisia siltoja Suomessa on.</p> <p>Tarkoituksena oli kehittää laadunvalvontaa työmaalla ja näin ollen parantaa työn laatua ja vähentää tarkastuksissa esiintyviä virheitä. Laadun paraneminen auttaa työn sujuvuuteen, joka helpottaa työmaan aikataulussa pysymistä ja parantaa työn tuottavuutta. Pelkästään Väyläviraston omistuksessa on 1 112 terässiltaa ja niiden lisäksi on vielä kaupunkien, kuntien, metsähallituksen ja yksityisteiden omistamat sillat, joiden tarkkaa määrää ei tiedetä ja niiden korjaussuunnitelmissa viitataan myös SILKO-ohjeisiin. Tarkastuslistoja ei ehditty aikataulusyistä kokeilemaan käytännössä ennen opinnäytetyön valmistumista, mutta voidaan olettaa niiden helpottavan tarkastuksia. Tarkastuslistojen kehittämistä jatketaan tarpeen mukaan tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat terässilta, pintakäsittely, suihkupuhdistus	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Management	
Author(s) Kalle Ylönen	
Title of Thesis Quality Assurance of a Surface Treatment Process in a Bridge Repair Project	
Date 25.4.2022	Pages/Appendices 28/1
Client Organisation /Partners Oteran Oy	
<p>Abstract</p> <p>This thesis focused on studying the stages of a resurfacing process of steel parts of a bridge and creating a quality assurance tool based on the collected knowledge. The aim was to make an effective tool that would make it easier for a main contractor to supervise the work of subcontractors. The purpose was to develop quality control at a site and therefore improve the quality of work and reduce errors in inspections.</p> <p>In this thesis, a survey for the Väylävirasto was conducted. In addition, SILKO instructions, methods for cleaning and resurfacing an old coating, LIVI painting system and stress classes were studied. Furthermore, the quality requirements for an abrasive blasting and a surface treatment were acquainted with. The purpose of the survey was to reveal the most common errors occurring in abrasive blasting inspections and surface treatment inspections. In addition, a review of the bridge quantities of the Väylävirasto was carried out in order to find out how many steel-built bridges there are in Finland.</p> <p>As a result, the background information and the survey were used to create checklists for the quality assurance. Inspection lists were made for both abrasive blasting inspection and surface treatment inspection. Based on the results, the fluency of work will benefit from the improved quality, which in return makes it easier to stay on the schedule of the site and it also improves work productivity. In Finland, there are 1,112 steel bridges owned by the Väylävirasto alone. In addition, there is an unknown number of bridges owned by the cities, municipalities, forest government and private road administrations. These instances also refer to SILKO guidelines in their renovation plans. Due to scheduling reasons, the audit lists could not be tested in practice before completion of the thesis, but they can be expected to simplify inspections. Further development of the audit lists will continue in the future if needed.</p>	
<p>Keywords steel bridge, surface treatment, abrasive blasting</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	SILLAN TERÄSOSIEN PINNOITUSPROSESSI.....	8
2.1	Miksi teräsosat pintakäsitellään	8
2.2	Väyläviraston sillat	8
2.3	Puhdistusmenetelmät vanhalle pinnoitteelle ja ruosteelle.....	9
2.3.1	Suihkupuhdistusmenetelmä	9
2.3.2	Hankausmenetelmä	12
2.3.3	Kemiallinen menetelmä	13
2.4	Teräsosien esikäsitely.....	13
2.5	Teräksen pinnoitusmenetelmät	13
2.5.1	Märkämaalaus	13
2.5.2	Kuivamaalaus	14
2.5.3	Silloissa käytetyt maalausmenetelmät	15
2.6	LIVI-Maalausjärjestelmät.....	15
2.7	Rasitusluokat	18
3	LAATUVAATIMUKSET SUIHKUPUHDISTUKSELLE JA PINTAKÄSITTELYLLE	19
3.1	Suihkupuhdistusluokat.....	19
3.2	Laatuvaatimukset pintakäsittelylle	19
4	KYSELY YLEISIMMISTÄ VIRHEISTÄ SUIHKUPUHDISTUSTARKASTUKSESSA JA PINNOITUSTARKASTUKSESSA SEKÄ LAATUDOKUMENTTIEN TUOTTAMINEN	21
4.1	Kysely	21
4.2	Laadunvarmistustyökalun tuottaminen	22
5	POHDINTA.....	24
	LÄHTEET	25

KUVALUETTELO

KUVA 1.	Säänkestävästä teräksestä valmistettu silta (SSAB Weathring julkaisuaika tuntematon)	9
KUVA 2.	Teräsosan suihkupuhdistus avopuhalluksena (Steel-Bull julkaisujankohta tuntematon)	11
KUVA 3.	Yleisesti käytettyjä suihkupuhallusrakeita (SFS-EN ISO 8504-2:2019 Teräspintojen esikäsitely ennen maalien ja vastaavien tuotteiden levitystä. Esikäsitelymenetelmät. Osa 2: Raesuihkupuhdistus)	12
KUVA 4.	Palkin märkämaalaus korkeapaineruiskulla (Akateg julkaisuaika tuntematon)	14

KUVA 5. Jauhemaalattavana Rammer poravasara (Haapanen julkaisuajankohta tuntematon)	14
KUVA 6. LIVI maalausjärjestelmät osa 1/2 (Väylävirasto 2021)	16
KUVA 7. LIVI maalausjärjestelmät osa 2/2 (Väylävirasto 2021)	17
KUVA 8. Kuva SILKO 3.551 teräsiltojen pintakäsittelyn arviointiin käytettävistä rasitusluokista	18

KÄSITTEITÄ

Kuivamaalaus

Kuivamaalaus eli jauhemaalauus on kappaleiden pinnoitus menetelmä, jossa sähköstaattisesti varattu jauhe tarttuu pinnoitettavaan kappaleeseen. Sähköstaattinen varaus tapahtuu maaliruiskun suutin-osassa, jonka läpi se virtaa paineilman avulla. Kun kappaleeseen on levitetty maalijauhe, siirretään se 160–200 asteiseen uuniin, jossa maali sulaa, verkkoutuu yhtenäiseksi ja tarttuu kappaleeseen. (Pulver-paint julkaisuaika tuntematon.)

LIVI Maalausjärjestelmät

SILKO ohjeissa on Väyläviraston määrittelemiä LIVI alkuisia tunnuksia. LIVI A maalausjärjestelmässä käytetään sinkkipohjaisia pohjamaaleja. LIVI B maalausjärjestelmässä käytetään muita kuin sinkkipohjaisia maalausjärjestelmiä. LIVI C maalausjärjestelmää käytetään kuuma- ja ruiskusinkityille pinnoille. (Väylävirasto 2021.)

Puhdistusluokat

Puhdistusluokat määrittelevät millaiseksi suihkupuhallettu tai mekaanisesti puhdistettu pinta saa jäädä. Eli saako jäädä vanhan maalin jäämiä, valssihilettä, ruostetta tms. Esikäsitteilyasteen eli puhdistusluokan mukaan määräytyy myös yhteensopiva pinnoitusmenetelmä. (SFS-EN ISO 8501-2 2001)

Rasitusluokat

Rasitusluokka määritellään sen perusteella, millaista kappaleeseen kohdistuu. Kappaleeseen voi kohdistua useita erilaisia rasituksia, esim. sää/ilmastorasitusta, mekaanista rasitusta tai kemiallista rasitusta. Pintakäsittely riippuu vaaditusta rasitusluokasta. (SFS-EN ISO 12944-2:2017; Väylävirasto 2015)

SILKO

SILKO – sillankorjausohjeet on Väyläviraston laatima ohje kokonaisuus. SILKO sisältää koko sillankorjausprosessiin liittyvät yleiset laatuvaatimukset, työkohtaiset laatuvaatimukset ja voimassa olevien SILKO-tuotteiden luettelot. SILKO on ilmainen ja sitä voi lukea väyläviraston internet sivulta. (Väylävirasto julkaisuajankohta tuntematon.)

Suihkupuhdistus

Suihkupuhdistus on kappaleen mekaanista puhdistusta, jossa hiotaan kappaleen pinnasta esimerkiksi ruoste tai vanha pinnoite paineilman avulla puhaltamalla. Suihkupuhdistuksessa voidaan käyttää hiekka-, alumiini-, sooda-, lasikuula- tai teräsraetta. (FSP julkaisuaika tuntematon.)

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheen sain Oteran Oy:ltä ollessani siellä kesätöissä. Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena tutustua pääpiirteittäin teräsosien pintakäsittelyprosessiin ja tuottaa siihen liittyen laadunvarmistustyökalu Oteran Oy:lle. Työn tarkoitus on siis luoda työkalu, jolla pääurakoitsijan olisi helppo valvoa aliurakoitsijoiden työtä. Tarkoituksena on kehittää laadunvalvontaa työmaalla ja näin ollen parantaa työn laatua. Laadun parantumisen seurauksena tarkastuksissa esiintyvät virheet vähenyvät. Laadun paraneminen auttaa työn sujuvuuteen, joka helpottaa työmaan aikataulussa pysymistä ja parantaa työn tuottavuutta. Opinnäytetyössäni tein kyselyn Väylävirastolle liittyen suihkupuhdistustarkastukseen ja pintakäsittelytarkastukseen. Tarkoituksena oli saada tietoa tarkastuksissa esiintyvistä yleisimmistä virheistä ja asioista, joihin kannattaa kiinnittää huomiota tarkastusta tehtäessä. Tämän kyselyn avulla oli helpompi painottaa tarkastuslistassa yleisimpien virheiden valvontaa. Laadunvalvontaa varten tehdyt tarkastuslistat ovat vain yrityksen omaan käyttöön, eikä niitä julkaista tämän opinnäytetyön yhteydessä.

Suomessa Väylävirastolla on yhteensä 17 570 tie- ja ratasiltaa ja näistä 1 112 on terässilloja. Väyläviraston siltojen lisäksi on vielä kaupunkien, kuntien, metsähallituksen ja yksityisteiden omistamat sillat, joiden tarkkaa määrää ei tiedetä ja niiden korjaussuunnitelmissa viitataan myös SILKO ohjeisiin.

Opinnäytetyössäni kerrottiin ensin lähdetietoa teräsosien pintakäsittelyprosessista. Osio sisältää teräsosien esikäsittely- ja pinnoitusmenetelmiä. Opinnäytetyöni seuraavassa osiossa on tuotu esille esikäsittelyn ja pintakäsittelyn laatuvaatimukset. Seuraavassa osiossa käsitellään laadunvarmistustyökalun luomista ja lopuksi on pohdintaosio, jossa kerrotaan ajatuksia tästä opinnäytetyöstä.

Oteran Oy on vuonna 2009 perustettu infra-alan yritys, joka korjaa ja rakentaa uutta. Toimialaan kuuluvat tiet ja kadut, sillat ja taitorakentaminen, kunnallistekniikka sekä vesistö rakentaminen. Vuonna 2021 liikevaihto oli noin 40 miljoonaa euroa ja henkilöstöä oli 37 ammattilaista. Alue toimistoja Oteran Oy:llä on Kuopiossa, Jyväskylässä, Pirkkalassa, Mikkelissä, Lappeenrannassa, Turussa ja Espoossa. (Oteran julkaisuaika tuntematon.)

2 SILLAN TERÄSOSIEN PINNOITUSPROSESSI

2.1 Miksi teräsosat pintakäsitellään

Teräspinnat pintakäsitellään, jotta teräs ei pääsisi vaurioitumaan korroosion vaikutuksesta ja, jotta teräsrakenteille saataisiin pitkä käyttöikä. Yleisimmin korroosiota aiheuttaa voimakas suola- ja kosteusrasitus. Vaurioitumista edistäviä tekijöitä ovat puutteellinen pintakäsittelytyö, maalauksen ikä, voimakasta rasitusta huonosti kestävä maalityyppi tai mekaaninen vaurioituminen. Maalipinnassa voi esiintyä myös hilseilyä, halkeilua ja rakkuloitumista. Korroosion aiheuttama teräksen heikkeneminen merkitsisi esimerkiksi siltapalkissa sitä, ettei palkki kestäisi enää sille suunniteltuja kuormia. Yleisimpiä pintakäsittelytapoja ovat märkämaalaaminen, kuivamaalaaminen eli jauhemaalaaminen ja sinkitys. Teräsosat voidaan suojata myös lakkaamalla tai öljymällä. Siltapalkit maalataan pääasiassa märkämaalausmenetelmällä siltaosien suuren koon vuoksi. Sillan kaiteet ovat yleisimmin kuumasin-kittyjä. (Väylävirasto 2015; Teknos 2013; Väylävirasto 2008.)

Sillan teräsosien suojaaminen on aloitettu jo 1890-luvulta lähtien, jolloin käytettiin pellavaöljyvernissaa. 1890-luvulta tähän päivään on maaleja ja maalaustekniikkaa kehitetty paljon ja nykyisin maalina käytetään useimmiten epoksi-polyuretaaniyhdistelmiä. (Väylävirasto 2015; Teknos 2013; Väylävirasto 2008.)

On olemassa myös säänkestävää terästä. Säänkestävä teräs on seostettu kuparilla, kromilla, nikkelillä ja fosforilla. Teräksen pintaan muodostuvan oksidikerroksen ansiosta korroosio ei jatku syvemmälle, ja näin ollen terästä ei tarvitse pinnoittaa maalilla ominaisuuksien säilyttämiseksi (kuva 1). Säänkestävää terästä käytettäessä sillan huoltotoimenpiteet vähenevät. Säänkestävää terästä voidaan kylmämuokata ja hitsata, joten se on monikäyttöistä. Käyttökohteena säänkestävälle teräkselle ovat muun muassa rakennusten julkisivut, siltojen rakenteet, säiliöt, merikontit, savupiiput ja muut säälle alttiit teräsrakenteet. (Ruukki julkaisuajankohta tuntematon; Flinkenberg julkaisuajankohta tuntematon.)

2.2 Väyläviraston sillat

Väyläviraston sillat 31.12.2020 -julkaisun mukaan Väylävirastolla oli omistuksessa tiesilloja 15 093 ja ratasilloja 2 477. Terässiltojen osuus tiesilloista oli määrällisesti 850, joka on 6 % siltojen lukumäärästä. Pinta-alallisesti terässiltojen osuus oli 14 %, josta voidaan päätellä, että terässillat ovat yleensä pinta-alaltaan suuria. Väyläviraston raportissa siltojen kuntoluokkia on 5. (1) Erittäin huono, joka tarkoittaa, että peruskorjaus on myöhässä. (2) Huono, joka tarkoittaa, että peruskorjaus olisi tehtävä hetimiten. (3) Tyydyttävä eli peruskorjaus on tulossa. (4) Hyvä eli vähäistä kunnostusta vaativa ja (5) Erittäin hyvä, joka tarkoittaa, ettei ylläpitotarpeita esiinny. Väyläviraston sillat -julkaisusta käy ilmi, että kuntoluokkiin 1 ja 2 kuuluu yhteensä 5 % silloista ja kuntoluokkaan 3 kuuluu jopa 42 % silloista. (Väylävirasto 2020.)

Rautatiesiltojen kokonaismäärästä 11 % on terässilloja ja rautatiesiltojen osuus kokonaispinta-alasta on 12 %. Rautatiesiltojen kuntoluokassa 1 ei ole yhtään siltaa, mutta kuntoluokka 2 kuuluu 5 % ratasilloista. Luokkaan 3 kuuluu 35 % silloista. (Väylävirasto 2020.)

Säänkestävästä teräksestä tehtyjen siltojen määrästä saatiin Väylävirastolta listan, joka oli saatu Taitorakennerekisteristä. Listan ensimmäinen silta oli rakennettu 1933 ja suurin osa rakennetuista silloista oli rakennettu 1978 ja 1990 välisenä aikana. Listassa oli kaikkiaan 92 siltaa, joista 1 oli jo purettu. Säänkestävästä teräksestä valmistettujen siltojen tarkkaa määrää ei tiedetä, koska yksityisten ja kaupunkien omistamat sillat eivät välttämättä ole Väylävirastolla tai Taitorakennerekisteriin kirjattuna. (Peltomaa 2022.)



KUVA 1. Säänkestävästä teräksestä valmistettu silta (SSAB Weathring julkaisuaika tuntematon)

2.3 Puhdistusmenetelmät vanhalle pinnoitteelle ja ruosteelle

2.3.1 Suihkupuhdistusmenetelmä

Suihkupuhdistus on menetelmä, jossa hiekka, lasi, teräs tai soodarakeita ammutaan paineilman avulla puhdistettavaan kohteeseen (kuva 3). Suihkupuhdistus voidaan toteuttaa avopuhalluksena, tyhjiöpuhalluksena tai sinkopuhalluksena. Yleisin tapa on käyttää seulottua hiekkaa ja avopuhallusmenetelmää, tällöin puhutaan hiekkapuhalluksesta (kuva 2). Suihkupuhdistus on siis pohjakäsittely- ja pinnanpuhdistusmenetelmä, joka tehdään juuri ennen maalausta. Suihkupuhdistuksella saadaan poistettua vanha maali, lika ja ruoste sekä mahdollinen valssihile. Näin saadaan varmistettua hyvä uuden maalin tarttuvuus ja teräsosan pitkä kesto aika. (Teräsrakenneyhdistys julkaisuaika tuntematon; FSP Julkaisuaika tuntematon; Teknos 2013.)

Siltaosien suihkupuhdistuksessa siltapaikoilla käytetään yleensä kertakäyttöisiä ja ympäristölle haittattomia raemateriaaleja. Yleisimmät kertakäyttöiset rakeet ovat luonnonhiekkia ja kuona. Kvartsihiekkia ei suositella käytettäväksi puhallusmateriaalina sen terveydelle aiheuttamien vaarojen takia. Siltapalkkeja puhallettaessa menetelmänä käytetään avopuhallusmenetelmää. Etuna avopuhallusmenetelmässä on sen tehokkuus ruosteenpoistossa ja pinnan karhennuksessa. Huono puoli avopuhalluksessa on sen pölyväisyys. Tyhjiöpuhalluslaitteita voidaan käyttää, mikäli pölyhaittaa ei sallita. Tyhjiöpuhalluksen huono puoli on sen hitaus, jonka seurauksena se soveltuu vain pieniin paikkamaalauksiin. Maalaamoissa käytettävät rakeet ovat yleensä kierrätettäviä, esimerkiksi teräsrakeita. Suihkupuhalluksen jälkeen pinta tulee puhdistaa huolellisesti puhtaalla ja pehmeällä harjalla, paineilmalla tai pölynimurilla. SILKOssa on määritelty, että suihkupuhdistuskohde tulee suojata tiiviisti pölyn leviämisen estämiseksi. Maalijäte, joka sisältää lyijyä, sinkkiä tai kromia ei saa kulkeutua vesistöön, joten sen talteenottoaste on 100 prosenttia ja se tulee hävittää ongelmajätteenä. Muu suihkupuhdistuksessa syntyvä maalijäte tulee ottaa talteen 90 prosenttisesti. Talteenotto tapahtuu imuroimalla tai alipainejärjestelmän avulla. Talteen otettu puhdistusjäte mitataan. Mitatun määrän avulla pystytään laskemaan talteen otetun määrän prosenttiosuus ja urakoitsijan tulee esittää talteenottomäärä kirjallisesti tilaajalle. (Väylävirasto 2008; Väylävirasto 2005.)



KUVA 2. Teräsosan suihkupuhdistus avopuhalluksena (Steel-Bull julkaisuajankohta tuntematon)

Taulukko 1 Teräspinnan esikäsitelyssä yleisesti käytetyt suihkupuhdistusrakeet

Tyyppi		Lyhenne	Alkuperäinen raemuoto (ks. taulukko 2)	Vertailukappale ^a	Huomautuksia		
Metalliset (M) suihkupuhdistusrakeet ^c	Valurauta	Karkaistu	M/Cl	G	G	Pääasiassa paineilmasuihkupuhdistukseen	
	Valuteräs	Hiilirikas	M/HCS	S tai G	S ^b tai G	Pääasiassa sinkopuhdistukseen	
		Hiiliköyhä	M/LCS	S	S		
Teräslankakatko	-	M/CW	C	S ^b			
Ei-metalliset (N) suihkupuhdistusrakeet ^c	Luonnon-tuotteet	Oliviini	N/OL	G	G	Pääasiassa paineilmasuihkupuhdistukseen	
		Staurolitti	N/ST	S	G		
		Almandiitti granaatti	N/GA	G	G		
	Synteettiset	Rautakuona	(Kalsiumsilikaatti)	N/FE1	G	G	Pääasiassa paineilmasuihkupuhdistukseen
		Teräskuona	(Kalsiumsilikaatti)	N/FE2	G/S		
		Kuparin raffinointikuona	(Rautasilikaatti)	N/CU	G/S		
		Nikkelikuona	(Rautasilikaatti)	N/NI1	G		
		Ferronikkeli-kuona	(Magnesiumsilikaatti)	N/NI2	G/S		
Hiili(uuni)-kuona	(Alumiini-silikaatti)	N/CS	G				
Sintrattu alumiinioksidi		N/FA	G	G	-		
Selite M: Metalliset suihkupuhdistusrakeet N: Ei-metalliset suihkupuhdistusrakeet ^a Vertailukappale, jota käytetään pintaprofiilin arvioinnissa. Pintaprofiilin arviointimenetelmä vertailukappaleilla on esitetty standardissa ISO 8503-2. ^b Tietyt raetyypit muuttavat muotoaan nopeasti käytössä, riippuen kovuudesta. Heti kun muutos tapahtuu, pintaprofiilin ulkonäkö muuttuu ja lähestyy "pyöreä rae"-vertailukappaleen ulkonäköä. ^c Kansainväliset standardit tässä luetelluille suihkupuhdistusrakeille on standardisarjassa ISO 11124 metallisille suihkupuhdistusrakeille ja standardisarjassa ISO 11126 ei-metallisille suihkupuhdistusrakeille.							

Taulukko 2 Rakeiden alkuperäinen muoto

Merkintä ja rakeiden alkumuoto	Lyhenne
Pyöreä rae - pyöreä	S
Särmikäs rae - särmikäs, epäsäännöllinen	G
Sylinterimäinen - teräväreunainen	C

KUVA 3. Yleisesti käytettyjä suihkupuhdistusrakeita (SFS-EN ISO 8504-2:2019 Teräspintojen esikäsitely ennen maalien ja vastaavien tuotteiden levitystä. Esikäsitelymenetelmät. Osa 2: Raesuihkupuhdistus)

2.3.2 Hankausmenetelmä

Mekaaninen hankaus teräsharjalla voidaan suorittaa käsin tai koneellisesti. Koneellisesti suoritettussa harjauksessa harja voidaan kiinnittää esimerkiksi kulma- tai suorahiomakoneisiin. Teräsharjauksella voidaan poistaa ruoste ja epäpuhtaudet, mutta sillä ei saavuteta teräkseen yhtä karkeaa pintaa, kuin hiekkapuhaltamalla. Teräsharjauksella ei myöskään saavuteta yhtä hyvää tulosta ruosteenpoistossa, kuin hiekkapuhalluksella eli ruostetta ei saada kokonaan pois. (Teräsrakenneyhdistys julkaisuaika tuntematon; Teknos 2013.)

Kaavintaa ja teräsharjausta käytetään yleensä siltakohteessa, kun on kyse pienistä paikkamaalaus- töistä tai kaidepylvään juurien ja laakereiden kunnostustöistä. Kaavinta tarkoittaa maalin tai ruos- teen poistoa kaapimella, jossa on kovametalliterä. Kaavinta voidaan tehdä käsin tai koneellisesti. Paikkamaalaustyö voidaan katsoa pieneksi, mikäli yksittäisen paikkamaalauksen koko on korkeintaan 50 X 50 mm² ja niitä esiintyy enintään 3kpl/m². (Väylävirasto 2008.)

2.3.3 Kemiallinen menetelmä

Kemiallista ruosteenpoistoa kutsutaan peittaukseksi. Peittauksessa käytetään emästä tai happoa, jonka avulla sekä ruoste, että valssihile poistetaan. Valssihile on kerros, joka muodostuu teräksen pintaan kuumavalssatessa terästä. Happepeittauksessa valitaan metallille sopiva happo, jolla pyri- tään poistamaan hapettunut kerros syövyttämättä perusmetallia. Erilaisia käytettäviä happoja ovat esimerkiksi rikkihappo, typpihappo ja suolahappo. Alkalipeittauksessa käytetään yleensä emäksenä natriumhydroksidia, jonka pitoisuus liuoksessa on 50–80 %. Alkaliliuos poistaa myös epäorgaanisia epäpuhtauksia, mutta ruosteenpoisto on hitaampaa verrattuna happoon. (Teräsrakenneyhdistys julkaisuaika tuntematon; Teknos 2013.)

2.4 Teräsosien esikäsitteily

Ennen suihkupuuhdistusta tulee tarkastaa teräsosien pinnat epäpuhtauksien osalta. Mikäli pinnalla esiintyy rasvaa, öljyä, suoloja tai muita epäpuhtauksia tulee ne poistaa rasvanpoisto- tai pesumene- telmää käyttäen. Mikäli pinnan epäpuhtauksia ei poisteta, ne saattavat siirtyä puhdistusrakeisiin, jonka seurauksena puhdistusrakeiden uudelleenkäyttöä varten tehtävä rakeiden puhdistus on vai- keaa tai mahdotonta. Myös hitsiliitosten esikäsitteilyä on huolehdittava asianmukaisella tavalla. Pur- seet, jäysteet ja hitsausroiskeet tulee poistaa sekä kulman pyöritykset on tehtävä ohjeiden mukaisesti. (SFS-EN ISO 8504-2:2019 Teräspintojen esikäsitteily ennen maalien ja vastaavien tuot- teiden levitystä. Esikäsitteilymenetelmät. Osa 2: Raesuihkupuuhdistus.)

2.5 Teräksen pinnoitusmenetelmät

2.5.1 Märkämaalauus

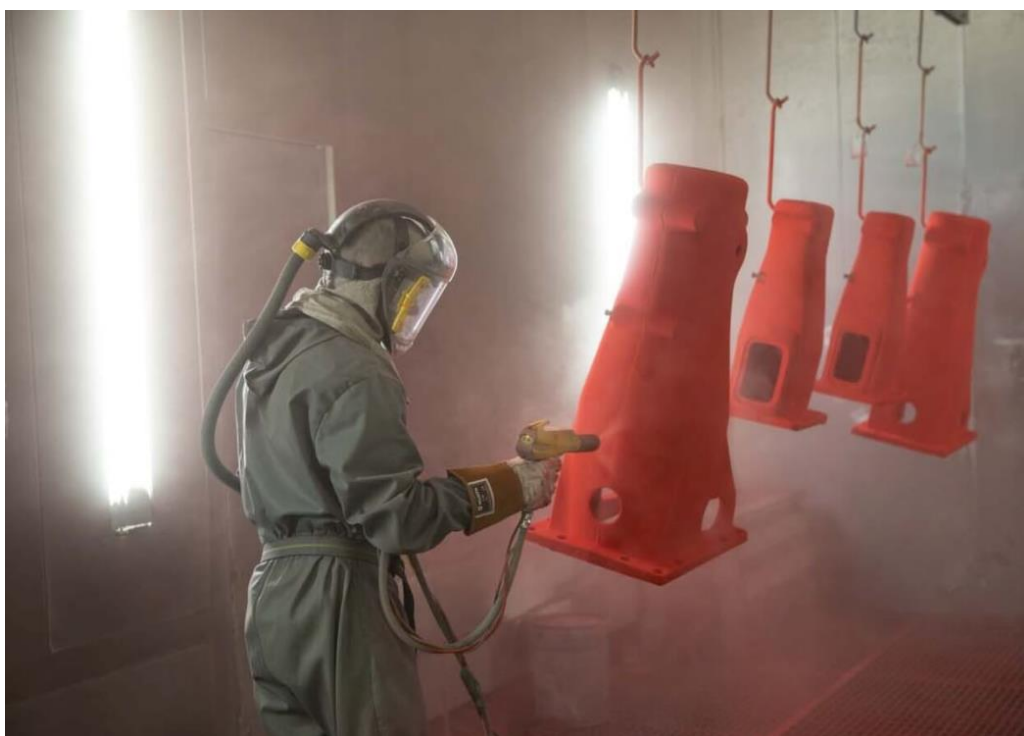
Märkämaalauksessa on mahdollisuus käyttää erilaisia menetelmiä. Maali voidaan levittää joko ilma- hajoitteisella- tai korkeapaineruiskulla, pensselillä ja telalla tai uppokastamalla. Märkämaalauus vali- taan usein, mikäli maalattavaan kappaleeseen kohdistuu säärasitusta ja/tai mekaanista räsitusta, kappale tarvitsee hyvän korroosiokestävyyden, kappaleesta halutaan tehdä monivärinen tai maalat- tava kappale ei mahdu uuniin. Märkämaalauksen etuna on myös mahdollisuus tehdä pinnoitukset työmaalla, eli esimerkiksi siltapalkkien maalaus onnistuu märkämaalauksella (kuva 4). (Polttoväri julkaisuaika tuntematon; FSP julkaisuaika tuntematon; Espek julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 4. Palkin märkemaalaukku korkeapaineruiskulla (Akateg julkaisuaika tuntematon)

2.5.2 Kuivamaalaus

Kuivamaalaus on maalausmenetelmä, jota kutsutaan myös nimillä jauhemaalaukku ja pulverimaalaus. Jauhemaalauksessa levitetään ruiskulla sähköstaattinen maali maalattavaan kappaleeseen (kuva 5). Maalattu kappale lämmitetään uunissa 160–200 celsius-asteeseen, jolloin jauhemaalikerros sulaa kiinnittyen kappaleen pintaan ja muodostaa yhtenäisen kalvon, joka ei murru ja lohkeile, vaan venyy. Jauhemaalaukku pinnoitusmuotona rajoittaa yleensä kappaleen koko ja materiaalivahvuus, sekä pinnoitettavan materiaalin ominaisuudet uunituksesta johtuen. Etuna jauhemaalauksessa on sen nopea kuivumisaika, visuaalisesti siisti ja tasainen pinta sekä pieni hukkamäärä maalissa. (Polttoväri julkaisuaika tuntematon; FSP julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 5. Jauhemaalattavana Rammer poravasara (Haapanen julkaisuajankohta tuntematon)

2.5.3 Silloissa käytetyt maalausmenetelmät

Siltojen maalauksessa käytetään yleensä märkämaalaustekniikkaa siltaosien suuren koon vuoksi. Märkämaalauksen etuna on myös, että se voidaan suorittaa työmaalla. Pulverimaalausta käytetään siltaosissa lähinnä, kun halutaan maalata sinkityt kaideosat. (Väylävirasto 2008; Väylävirasto 2015.)

Maalaus on suoritettava välittömästi suihkupuhalluksen jälkeen. Maalaustyö suoritetaan korkeapaineruiskulla. Lähellä olevat pinnat on suojattava huolellisesti teippaamalla tai repäisylakalla maalisumun leviämisen estämiseksi. Kulmiin, särmiin ja hitsausaumoihin tehdään vahvennusmaalaus sivellin levityksellä. Vahvennusmaalaus on ylimääräinen maalauskerros, jonka tehtävä on varmistaa, että maalia tulee riittävän paksu kerros kyseisiin kohtiin. (Väylävirasto 2008; Väylävirasto 2015.)

2.6 LIVI-Maalausjärjestelmät

LIVI-maalausjärjestelmät ovat Väyläviraston omia järjestelmiä ja ne ryhmitellään 3 luokkaan. LIVI-maalausjärjestelmät ovat laboratoriotestattuja ja Väyläviraston hyväksymiä. Tarkoituksena on varmistaa, että nämä maalausjärjestelmät täyttävät asetetut laatuvaatimukset. Ryhmä LIVI A on sinkkipohjaisten pohjamaalien maalausjärjestelmä. Nämä maalausjärjestelmät ovat ensisijaisesti käytössä uudissiltojen maalauksessa. Ryhmästä LIVI A on myös koekäytössä oleva maalausjärjestelmä versio LIVI A.2. Se on ympäristöystävällisempi versio ja sen VOC-arvo on 150 g/m². VOC tarkoittaa haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Ryhmä LIVI B on muiden kuin sinkkipohjaisten maalien maalausjärjestelmä. Nämä maalausjärjestelmät ovat ensisijaisesti käytössä korjaus- ja erikoiskohteissa. Ryhmä LIVI C käsittää kuuma- ja ruiskusinkittyjen pintojen maalausjärjestelmät. LIVI C.3 maalausjärjestelmä on teräsputkisiltojen lisäsuojaukseen tarkoitettu. Maalausjärjestelmät esitetty kuvissa. (kuva 6) ja (kuva 7). (Väylävirasto 2021; Sisäilmayhdistys julkaisuaika tuntematon.)

Järjestelmän tunnus	Pintakäsittelyjärjestelmän kuvaus	EN 12944-5	Esikäsittely	Kerrosten lukumäärä	Minimi kerrospaksuus μm	Rasitusluokka	Vanha TIEL-järjestelmä
Uudet sillat/sinkki-pohjaiset maalausjärjestelmät							
LIVI A.1	EPZn(R)EPPUR 320/5 - FeSa2½					C5(VH)	TIEL 4.12
	Sinkkiepoksimaali	EPZn(R)	Sa2½	1	40		
	Epoksimaali	EP		1	80		
	Epoksimaali	EP		1	80		
	Polyuretaanimaali	PUR		1	60		
	Polyuretaanimaali	PUR		1	60		
					320		
LIVI A.2 (VOC) ²⁾	EPZn(R)EPPUR 280/3...5 - FeSa2½ ³⁾					C5(VH)	TIEL 4.12
	Sinkkiepoksimaali	EPZn(R)	Sa2½	1	40		
	Epoksimaali tai polyuretaanimaali	EP tai PUR		1-2	2x80 tai 1x160 ⁴⁾		
	Polyuretaani- tai polysiloksaanimaali	PUR tai PS		1-2	2x40 tai 1x80		
					280		
LIVI A.3	EPZn(R)EPPUR 200/3...4 - FeSa2½ ³⁾					C3(VH)	Uusi
	Sinkkiepoksimaali	EPZn(R)	Sa2½	1	40		
	Epoksimaali	EP		1-2	2x50 tai 1x100		
	Polyuretaanimaali	PUR		1	60		
					200		
Korjaus- ja muut erikoiskohteet							
LIVI B.1	EPPUR 250/3 - FeSa2½					C3(VH)	TIEL 4.9
	Epoksimaali	EP	Sa2½ (Sa2 ⁵⁾)	1	100		
	Epoksimaali	EP		1	100		
	Polyuretaanimaali	PUR		1	50		
					250		
LIVI B.1+ (optio)	EPPUR 300/4 - FeSa2½					C5(VH)	Uusi
	Epoksimaali	EP	Sa2½ (Sa2 ⁵⁾)	1	100		
	Epoksimaali	EP		1	100		
	Polyuretaanimaali	PUR		1	50		
	Polyuretaanimaali	PUR		1	50		
					300		
LIVI B.2	EP 260/2 - FeSa2					C3(VH)	TIEL 4.3/4.4/4.5
	Hartsimodifioitu ⁷⁾ epoksimaali	EP	Sa2	1	130 ⁴⁾		
	Hartsimodifioitu ⁷⁾ epoksimaali	EP ⁶⁾		1	130 ⁴⁾		
					260		
LIVI B.2+ (optio)	EPPUR 310/3 - FeSa2					C5(VH)	Uusi
	Hartsimodifioitu ⁷⁾ epoksimaali	EP	Sa2	1	130 ⁴⁾		
	Hartsimodifioitu ⁷⁾ epoksimaali	EP		1	130 ⁴⁾		
	Polyuretaanimaali	PUR		1	50		
					310		

KUVA 6. LIVI maalausjärjestelmät osa 1/2 (Väylävirasto 2021)

Järjestelmän tunnus	Pintakäsittelyjärjestelmän kuvaus	EN 12944-5	Esikäsittely	Kerrosten lukumäärä	Minimi kerrospaksuus μm	Rasitusluokka	Vanha TIEL-järjestelmä
Kuuma- ja ruiskusinkittyjen⁸⁾ pintojen maalausjärjestelmät							
LIVI C.1	PE 80/1 - ZnSaS					C3(VH)	Uusi
	Polyesteripulverimaalaus	PE	SaS	1	80		
					80		
LIVI C.2	EPPUR 160/3 - ZnSaS					C5(VH)	TIEL 4.20
	Epoksimaali	EP	SaS	1	50		
	Epoksimaali	EP		1	50		
	Polyuretaanimaali	PUR		1	60		
					160		
LIVI C.3	EP 200/2 - ZnSaS					C5(VH)	Uusi
	Hartsimodifioitu epoksimaali	EP	SaS	1	100		
	Hartsimodifioitu epoksimaali	EP ⁶⁾		1	100		
					200 ⁹⁾		
LIVI C.3+ (optio)	EP 300/2 - ZnSaS					Im1(VH)	Uusi
	Hartsimodifioitu epoksimaali	EP	SaS	1	150 ⁴⁾		
	Hartsimodifioitu epoksimaali	EP ⁶⁾		1	150 ⁴⁾		
					300		
LIVI C.3++(optio)	EP 450/3 - ZnSaS					Im2(VH) ja Im3(VH)	Uusi
	Hartsimodifioitu epoksimaali	EP	SaS	1	150 ⁴⁾		
	Hartsimodifioitu epoksimaali	EP		1	150 ⁴⁾		
	Hartsimodifioitu epoksimaali	EP ⁶⁾		1	150 ⁴⁾		
					450		

1) = Sarakkeessa on esitetty lähin vastaava vanha TIEL-järjestelmä.

2) = Ryhmän LIVI A.2 maalijärjestelmät ovat koekäytössä.

3) = Esimerkki hyväksytystä maalausjärjestelmästä. Maalausjärjestelmässä LIVI A.2 ja LIVI A.3 maalaus voidaan tehdä useammalla kerroksella kuin hyväksytyssä maalausjärjestelmässä. Maalituotteet täytyy olla samat kuin hyväksytyssä maalausjärjestelmässä. Mikäli maalausjärjestelmän hyväksyntätestit on tehty viiden tai neljän kerroksen maalaukselle, maalauskerrosten lukumäärää ei saa vähentää. Maalauskerrosten määrän ja kerrospaksuuksien valinnassa tulee ottaa huomioon eri maalityyppien ja maalattavan rakenteen ominaisuudet, jotka vaikuttavat maalattavan kerrospaksuuden valintaan.

4) = Maalattaessa yli 100 μm:n kuivakalvokerroksia tulee kiinnittää erityistä huomiota maalivalmistajan ohjeisiin päällemaalaamisaikoja koskien.

5) = Pinnan esikäsittelyastetta Sa2 voidaan käyttää, mikäli vanhaa maalia ja ruostetta ei voida kokonaan poistaa.

6) = Epoksimaalin pinta liituu. Tämä tulee huomioida, kun valitaan maalausjärjestelmää kohteeseen, jossa on vaatimuksia ulkonäön suhteen.

7) = Maalina voidaan käyttää Väylän hyväksynnän perusteella muutakin epoksimaalityyppeä kuin hartsimodifioitua epoksimaalia. Käytettävän epoksipohjamaalityypin on kuitenkin sovelluttava teräspinnan puhdistusasteelle Sa2.

8) = Ruiskusinkityillä rakenteilla teräspinnan esikäsittelyvaatimus Sa3 konepajalla tehtävissä töissä ja Sa2½ työmaalla tehtävissä korjaustöissä.

9) = Teräsputkisilloissa maalausyhdistelmän kerrospaksuus määritetään ohjeen "Teräsputkisillat, suunnitteluohje LO 10/2014" mukaisesti

KUVA 7. LIVI maalausjärjestelmät osa 2/2 (Väylävirasto 2021)

2.7 Rasisusluokat

Rasisusluokka määritellään sen perusteella millaista ja kuinka kovaa rasisusta kappaleeseen kohdistuu. Kappaleeseen voi kohdistua useita erilaisia rasisuksia, esim. sää/ilmastorasitusta, mekaanista rasisusta tai kemiallista rasisusta. Pintakäsittely riippuu vaaditusta rasisusluokasta. Rasisusluokat esitetty kuvassa. (Kuva 8.) (SFS-EN ISO 12944-2:2017 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suoja-
maaliyhdistelmillä. Osa 2: Ympäristöolosuhteiden luokittelu; Väylävirasto 2015.)

Rasisusluokka SFS-EN ISO 12944-2	Korroosio- vaikutus	Esiintymisympäristö ja rasisukset	Rakenneosa
C3	Kohtalainen ilmastorasitus	Kaupunki-, rannikkomeri- tai teollisuusilmasto. Rannikkomeri-ilmaston suolapitoisuus alhainen. Maaseutuilmasto silloin, kun rakenteet ovat usein kosteina.	Sillan teräsrakenteet, joihin ei kohdistu erikoisrasisuksia; ei suolattavat väylät.
C5	Hyvin ankara teollisuus- ja rannikkomeri- ilmastorasitus	Siltojen rakenteisiin paikalli- sesti kohdistuvia erikoisrasi- tuksia yhdessä ilmastorasitus- ten kanssa ovat – suolasumurasitus – vesi- ja lumiroiskeet, joissa on suolaa, hiekkaa ja muita epäpuhtauksia – mekaaninen rasisitus – lahonestoaineet. Rannikkomeri-ilmaston suolapitoisuus korkea.	Tyypillisiä erikoisrasisuksen alaiseksi joutuvia sillan teräsosia ovat – suolasumurasitetut pinnat ¹⁾ – kaidepylväiden juuret ja suolatta- vien teiden kaitteet – kosteutta ja epäpuhtauksia keräävät teräksen ja muun materiaalin raja- pinnat – lähellä vedenpintaa (alle 2 m) olevat päällysrakenteet. – teräsrakenteiden helposti likaantu- vat vaakasuorat pinnat – kulkuaukot – riippuköydet ja -tangot – pylonien ulkopinnat neljän metrin korkeudelle ajoradasta ja sisäpin- nat, jos tuuletus ei toimi – läppäsillan ankkurikammion teräsosat.
Im1 – Im3 ²⁾	Upotusrasisitus	Im1: Makea vesi; Jokiraken- teet, vesivoimalat Im2: Meri- tai murtovesi; Upotetut rakenteet ilman katodista suojausta (esim. satama-alueen rakenteet kuten patoluu- kut, sulkulaitteet, laiturit) Im3: Maaperä; Jokirakenteet, vesivoimalat	– vedenpinnan vaikutusalue (roiske- ja jäätymsvyöhyke)
CX			Tätä rasisusluokkaa sovelletaan vain maalauksjärjestelmien testauksessa.

¹⁾ Suolasumun oletetaan vaikuttavan kuuden metrin etäisyydelle sillan alittavan suolattavan tien reunasta. Meren suolasumurasitus vaikuttaa kaikkiin ulkoilman kanssa kosketuksissa oleviin pintoihin.

²⁾ Rasisusluokissa Im2 ja Im3 ei ole ohjeen kirjoittamishetkellä hyväksytyjä maalauksjärjestelmiä.

KUVA 8. Kuva SILKO 3.551 teräsiltojen pintakäsittelyn arviointiin käytettävistä rasisusluokista

3 LAATUVAATIMUKSET SUIHKUPUHDISTUKSELLE JA PINTAKÄSITTELYLLE

3.1 Suihkupuhdistusluokat

Puhdistusasteet aiemmin käsitellylle pinnalle on määritetty standardissa SFS-EN ISO 8501-2. Puhdistusasteen merkinnässä P tarkoittaa paikoittaista ja kirjainyhdistelmät Sa, St tai Ma merkitsevät käytettyä menetelmää. Sa tarkoittaa suihkupuhdistusta, St tarkoittaa puhdistusta käsi- tai konetyökaluilla ja Ma tarkoittaa konehiontaa. Numero, joka tulee kirjain yhdistelmän jälkeen, merkitsee puhdistusastetta. (SFS-EN ISO 8501-2:2001 Teräspintojen esikäsitteily ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 2: Ennestään pinnoitetun teräksen esikäsitteilyasteet sen jälkeen, kun aikaisemmat pinnoitteet on poistettu paikoittain.)

P Sa 2 Perusteellinen paikoittaissuihkupuhdistus

Tiukasti kiinniolevien maalipinnoitteiden tulee olla vaurioitumattomia. Ilman suurenuslasia katsottaessa tulee muiden osien pintojen olla vapaita näkyvästä öljystä, rasvasta ja liasta, irtonaisesta maalipinnoitteesta ja suurimmasta osasta valssihilsettä, ruosteesta ja vieraasta aineesta. Jäljellä olevien epäpuhtauksien tulee olla tiukasti kiinnitarttuneita. Vertaamista varten katso valokuvat C Sa 2 ja D Sa 2 standardissa ISO 8501-1. Valinta riippuu kuopparuostumisasteesta.

P Sa 2½ Hyvin perusteellinen paikoittaissuihkupuhdistus

Tiukasti kiinni olevien maalipinnoitteiden tulee olla vaurioitumattomia. Ilman suurenuslasia katsottaessa tulee muiden osien pintojen olla vapaita näkyvästä öljystä, rasvasta ja liasta, irtonaisesta maalipinnoitteesta ja suurimmasta osasta valssihilsettä, ruosteesta ja vieraasta aineesta. Jäljellä olevien epäpuhtauksien jäämät saavat näkyä ainoastaan lievänä pistemäisinä tai raitamaisina tahroina. Vertaamista varten katso valokuvat C Sa 2½ ja D Sa 2½ standardissa ISO 8501-1. Valinta riippuu kuopparuostumisasteesta.

P Sa 3 Paikoittaissuihkupuhdistus silmämääräisesti puhtaaksi teräkseksi

Tiukasti kiinni olevien maalipinnoitteiden tulee olla vaurioitumattomia. Ilman suurenuslasia katsottaessa tulee muiden osien pintojen olla vapaita näkyvästä öljystä, rasvasta ja liasta, irtonaisesta maalipinnoitteesta ja suurimmasta osasta valssihilsettä, ruosteesta ja vieraasta aineesta. Niillä tulee olla yhtenäinen metallinen väri. Vertaamista varten katso valokuvat C Sa 3 ja D Sa 3 standardissa ISO 8501-1. Valinta riippuu kuopparuostumisasteesta. (SFS-EN ISO 8501-2:2001 Teräspintojen esikäsitteily ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 2: Ennestään pinnoitetun teräksen esikäsitteilyasteet sen jälkeen, kun aikaisemmat pinnoitteet on poistettu paikoittain.)

3.2 Laatuvaatimukset pintakäsittelylle

Pintakäsittelylle pinnalle on SILKO ohjeissa määritelty laatuvaatimukset. Pintakäsittelyä varten on tehtävä erillinen pintakäsittelysuunnitelma. Teräspinnan maalauksessa on käytettävä SILKO hyväksytyjä maalausjärjestelmiä. Laatuvaatimukset sisältävät maalipinnan tarkastelun, maalikalvon paksuuden ja maalin tarttuvuuden mittaavat vetolujuuskokeet. (Väylävirasto 2021; Väylävirasto 2015; Väylävirasto 2008.)

Pintakäsittelysuunnitelma sisältää kohteen tiedot, maalausjärjestelmän ja puhdistusmenetelmän. Asiakirjassa esitetään maalikerrokset ja jokaiseen maalikerrokseen on merkitty kyseisessä kerroksessa käytettävä maali, maalikalvonpaksuudet, maalausmenetelmä ja värisävy. Lisäksi olosuhde

edellytykset pintakäsittelytyölle on määritetty ja esitetty kyseisessä asiakirjassa. (Väylävirasto 2021; Väylävirasto 2015; Väylävirasto 2008.)

Maalipinnassa ei saa esiintyä rakkuloitumista, halkeilua, hilseilyä eikä huokoisuutta, joka voisi heikentää korroosionesto-ominaisuuksia. Edellä mainittujen asioiden lisäksi tulee silmämääräisessä tarkastelussa huomioida myös maalipinnan kiiltoaste, karheus ja värisävy. Mikäli maalipinnassa on valumia tai muuta edellä mainittua poikkeavaa, tulee ne hioa pois ja korjata paikkamaalauksena. (Väylävirasto 2021; Väylävirasto 2015; Väylävirasto 2008.)

Pinnoitteen on täytettävä pintakäsittelysuunnitelmassa määritellyt kalvopaksuusvaatimukset. Mitattujen kalvopaksuuksien keskiarvon tulee olla vähintään vaadittu nimellispaksuus ja enintään kaksi kertaa nimelliskalvopaksuus. Yksittäisten mittaustulosten kalvopaksuus tulee olla vähintään 80 % nimelliskalvopaksuudesta ja se saa olla korkeintaan kolminkertainen. Jos mittauksissa esiintyy tuloksia, joissa kalvopaksuus on vähintään 80 % vaaditusta ja enintään nimelliskalvopaksuus tulee näiden tulosten jäädä alle 20 % tehtyjen yksittäismittausten kokonaismäärästä. Kalvopaksuusmittauksia tulee tehdä tarkastusalueelta 30 kappaletta, jonka lisäksi 10 kappaletta jokaista alkavaa 100m² kohden. Pienissä paikkamaalauksissa mittaukset tehdään urakoitsijan määrittämän laatusuunnitelman pohjalta. (Väylävirasto 2021; Väylävirasto 2015; Väylävirasto 2008.)

Vetolujuuskokeet on tehtävä SFS-EN ISO 4624 standardin mukaisesti tai kenttäolosuhteissa SFS-EN ISO 16276-1 standardin mukaisesti. Vetolujuudelle on määritetty omat hyväksyntäkriteerit maalausjärjestelmästä riippuen. Vetolujuuden kelpoisuusrajat on esitetty SILKO-sillankorjausohjeissa. Vetolujuuskokeita tehdään valmiista pinnasta 3 kappaletta alkavaa 1000m² kohti, mutta kuitenkin vähintään 6 kappaletta per silta. Vetolujuuskokeella mitataan maalintarttuvuutta maalausalueeltaan. Vetolujuusmittaus suoritetaan siihen rakennetulla vetokojeella. Työ on hylättävä, mikäli vetolujuuskokeissa irtoaminen tapahtuu adheesiomurtumana ja keskiarvo on alle 5N/mm² tai jos irtoaminen tapahtuu kokonaan alustasta. Jos yksittäisen vetokokeen tulos on pienempi kuin 50 % keskiarvolle asetetusta vaatimuksesta on työ hylättävä. Alueet, joissa maalin tarttuvuus on heikko, täytyy korjata uusintamaalauksena. (Väylävirasto 2021; Väylävirasto 2015; Väylävirasto 2008.)

4 KYSELY YLEISIMMISTÄ VIRHEISTÄ SUIHKUPUHDISTUSTARKASTUKSESSA JA PINNOITUSTARKASTUKSESSA SEKÄ LAATUDOKUMENTTIEN TUOTTAMINEN

4.1 Kysely

Opinnäytetyössä oli tarkoitus kehittää Oteran Oy:n laadunvalvontaa. Laadunvalvonnan avulla saadaan parannettua työnlaatua, joka helpottaa aikataulussa pysymistä ja vähentää tehdyn työn korjaamista, eli turhaa työtä. Opinnäytetyössä tehtäväni oli laatia pintakäsittelyprosessiin liittyviä laadunvarmistus työkaluja, joiden laatimista varten tein (20.1.2022) kysymyslistan Wordilla ja lähetin sen sähköpostilla Väylävirastolle (liite 1). Kysymyslista sisälsi kysymyksiä yleisimmistä virheistä tarkastuksissa ja esikäsitteilytavoista. Sain vastaukset kysymyksiini, joihin yksi Väyläviraston teräsrakenteiden asiantuntija oli vastannut sähköpostitse. (Peltomaa 2022) Kysely tehtiin väyläviraston asiantuntijalle, koska haluttiin tietoa yleisimmistä virheistä, joita esiintyy suihkupuhdistustarkastuksessa ja pintakäsittelytarkastuksessa. Kyselyn tein väylävirastolle, koska SILKO ohjeet ovat Väyläviraston laatimia ja Väyläviraston asiantuntijoilla on paljon tietoa pintakäsittelyprosessista, sekä virheistä, joita esiintyy kyseisessä prosessissa.

Kyselyn esikäsitteilyosiossa kysyttiin mitkä ovat yleisimpiä virheitä, jotka tulee esille esikäsitteily jälkeisessä tarkastuksessa ja mihin asioihin kannattaa kiinnittää huomiota tarkastaessa suihkupuhdistettua pintaa? Vastauksen perusteella yleisimpiä ongelmia oli vajavainen puhdistusaste hankalissa paikoissa, kuten raot, reiät, kolot, nurkat ja paikat, joihin ei kunnolla näe. Pyyhkäisy-suihkupuhallus kohteissa voi esiintyä myös liikapuhallusta, eli puhdistusjälki ei vastaa enää vaadittua puhdistusastetta. Tässä osiossa kysyttiin myös, onko esikäsitteilytapa kohteesta riippuvainen ja voiko esikäsitteilytapaa korvata toisella. Esikäsitteilytapa on myös osittain kohteesta riippuvainen, ja käytännössä suihkupuhallus on lähtökohtaisesti paras vaihtoehto lopputuloksen kannalta. Esikäsitteilytapaa ei myöskään voi yleensä korvata toisenlaisella esikäsitteilyllä, koska maalausjärjestelmät edellyttävät tietynlaisen esikäsitteilyn.

Viides kysymys oli, että mitä eri esikäsitteily tapoja on ja miten yleisiä kyseiset tavat ovat? Vastauksena oli: Ks. SILKO 1.351 Taulukko 3. Käytännössä vain suihkupuhdistus (Sa). Voidaan hankalissa paikoissa korvata paikallisesti esim. Bristle Blaster -laitteella. Teräsharjaus (St) on toissijainen menetelmä, koska sitä menetelmää käyttäen ei ikinä saada kaikkea ruostetta pois. Vanhaa maalipintaa voidaan joskus myös hioa, varsinkin jos sitä ei ole tarkoitus poistaa kokonaan. Korkeapainevesisuihkutus (Wa) on myös joskus ollut esillä, mutta sitä ei sallita Väyläviraston kohteissa esikäsitteilymenetelmänä. Korkeapainevesisuihkutukseen on oma standardi SFS-EN ISO 8501-4.

Kyselyn maalaustarkastusosiossa kysyttiin mitkä ovat yleisimpiä virheitä, jotka tulevat esille maalauksen jälkeisessä tarkastuksessa ja mihin asioihin kannattaa kiinnittää huomiota tarkastaessa maalattua pintaa? Vastauksesta käy ilmi, että yleisempiä virheitä, joita tarkastuksessa tulee esille, ovat poikkeamat kalvopaksuudessa. Myös maalatessa omat haasteensa luo hankalat paikat, joita ovat raot, reiät, kolot, nurkat ja paikat, joihin ei kunnolla näe. Tällaisiin paikkoihin voi olla hankala saada maaliumu leviämään tasaisesti. Kalvopaksuuden poikkeamat ovat joko ylikalvoa, joka tarkoittaa, että maalikalvon paksuus ylittää annetun vaatimustason tai alikalvoa, jolloin maalikalvon paksuus

alittaa vaaditun kalvopaksuuden. Ylikalvoa löytyy usein yläpuolisilta pinnoilta. Tarkastuksessa saattaa esiintyä myös kokonaan maalaamattomia kohtia. Liian ohut maalikalvo ei anna vaadittua korroosiosuojaa ja liian paksu maalikalvo hidastaa liuottimien haihtumista, joka huonontaa maalikalvon ominaisuuksia. Pinnan laatuun kiiltoasteen ja karheuden osalta on myös syytä kiinnittää huomiota.

Kyselyn viimeisenä kysymyksenä oli, että onko mielestänne pintakäsittelyprosessissa ja/tai siihen liittyvissä ohjeissa sekä standardeissa kehitettävää? Jos kyllä, niin mitä? Vastauksena oli, että varmasti on. Väyläviraston SILKO-ohjeistusta kehitetäänkin jatkuvasti. Vanhentuneita ohjeita päivitetään ja uusia laaditaan tarpeen mukaan. Myös standardit uudistuvat ja ne ovat myös Väyläviraston ohjeistuksen perusta. Onneksi kokemusta pintakäsittelymenetelmistä ja standardien soveltamisesta on pitkältä ajalta, joten perusta on sikäli kunnossa. Toki tekniikka kehittyy myös pintakäsittelyalalla jatkuvasti, tulee uusia tuotteita jne.

4.2 Laadunvarmistustyökalun tuottaminen

Aluksi mietimme tilaajan kanssa millainen työkalu laadunvarmistukseen olisi hyvä. Ensisijainen toive tilaajalla oli, että työkalu olisi helppokäyttöinen ja käytännöllinen. Päädyimme tarkastuslistaan, koska se on helppokäyttöinen ja helposti muokattavissa. Tein suihkupuuhdistustarkastukselle ja pintakäsittelytarkastukselle omat tarkastuslistat. Tarkastuslistaa käytetään urakoitsijan tekemissä tarkastuksissa valvottaessa aliurakoitsijan työtä. Tarkoituksena oli pyrkiä parantamaan ja helpottamaan laadunvalvontaa. Työ alkoi tutustumalla Väylävirastolle tekemäni kyselyn vastauksiin, ja sen lisäksi etsin runsaasti tietoa SILKO sillankorjausoppaasta, eri standardeista ja InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset palvelusta (Rakennustieto revisio 2021/2). SILKO sillankorjausoppaassa on ohjeita ja laatuvaatimuksia sillankorjausta varten. Useissa kohdissa SILKOa viitattiin johonkin asiaan liittyvään standardiin. Näin tärkeäksi asiaksi tutustua myös niihin standardeihin. Tämän lisäksi tutustuin InfraRYL:iissä esitettyihin laatuvaatimuksiin sillan pintakäsittelyn osalta.

Dokumentit tein Excelillä niin ne ovat helposti muokattavissa, jos ja kun kehitettävää tulee. Dokumentti pohjan muotoiluun oli tärkeää käyttää aikaa, jotta dokumenteista tulisi selkeästi luettavia ja helppokäyttöisiä. Dokumenttien sisältö tuli miettiä huolella, jotta siinä esiintyy kaikki tarvittavat tiedot. Dokumentit sisältävät projektin tiedot, vastaavan työnjohtajan tiedot, tarkastettavat asiat, sarakkeen onko virheitä/puutteita ja milloin ne on korjattu, muut huomautukset sekä tarkastajan ja hyväksyjän tiedot. Lisäksi keräsin näiden tiedostojen välillehtiin tärkeää tietoa mm. laatuvaatimuksesta, jotta tarvittava tieto olisi helposti löydettävissä. Tilaaja katsoi tekemäni dokumentit ja kommentoi, kuinka niitä voisi kehittää ja muuttaa. Tein tarvittavat korjaukset ja lopputulos oli tilaajan mielestä hyvä.

Pintakäsittelytarkastuksessa tarkastellaan asioita, jotka olivat kyselyn perusteella yleisimpiä virheitä. Tarkastuksessa keskitytään kalvopaksuuden lisäksi maalipinnan tarkasteluun hilseilyn, ryppyntyymisen, valumien, halkeilun ja kraatterien osalta. Tarkastuslomakkeessa painotetaan hankalien paikkojen tarkastamista, joita oli kyselyn mukaan nurkat, kolot, raot ja reiät sekä hankalasti nähtävät paikat. Maalikavon paksuus tulee todeta tarkoitukseen valmistetulla mittarilla. Suihkupuuhdistustarkastuksessa keskitytään tarkastamaan, onko suihkupuuhallusjälki vastaavaa kuin vaaditun suihkupuuhdistusluokan määritelmä kertoo. Tarkastuksessa painotetaan hankalia paikkoja, jota oli kyselyn mukaan

nurkat, kolot, reiät ja raot sekä hankalasti nähtävät paikat. Tarkastuksessa tulee kiinnittää myös huomiota pahasti korroosiosta kärsineiden alueiden ruosteenpoistoasteeseen. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota myös reunojen pyörityksiin ja hitsausaumoihin sekä niiden ympäristöön, jotta pintakäsittelylle olisi tarvittavat edellytykset. Reunat täytyy pyörittää, jotta maalikalvo olisi riittävän paksu myös pintojen taitekohdassa.

Tarkastuslistoja ei aikataulusyistä keretty kokeilemaan käytännössä. Tarkastuslistojen mahdollinen jatkokehitys tapahtuu tulevaisuudessa.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä teräsrakenteisen sillan pintakäsittelyprosessiin ja kehittää laadunvarmistukseen liittyviä tarkastuslistoja/laatudokumentteja. Opinnäytetyötä tehdessäni tutustuin SILKO-sillankorjausohjeessa esikäsittelyprosessille ja pintakäsittelyprosessille tehtyihin ohjeisiin ja laatuvaatimuksiin sekä LIVI-maalaujärjestelmään. Lisäksi tutustuin SILKOssa viitattuihin SFS-standardeihin. Tarkoitukseni oli kerätä tietoa ohjeista ja laatuvaatimuksista, joiden pohjalta voin luoda laadunvarmistukseen käytettäviä dokumentteja. SILKOssa esitettyjen laatuvaatimusten avulla oli helppo lähteä kehittämään laatudokumenttia. Kerätyn tiedon ja tekemäni kyselyn avulla pystyin painottamaan tarkastuslistassa yleisimpiä virheitä, joita tarkastuskissa esiintyy. Mielestäni dokumenttien tuottaminen onnistui hyvin. Tilaaja oli myös tyytyväinen tekemiini dokumentteihin. Sain tehtyä dokumenteista selkeitä ja helppokäyttöisiä. Ne ovat myös helposti muokattavissa, kun kehitysideoita tai kehitystarvetta ilmene. Aikataulusyistä dokumenttien toimivuutta laadunvalvonnassa emme ehtineet kokeilemaan ennen tämän opinnäytetyön kirjoittamista.

Tämä opinnäytetyö oli tilaajan kannalta hyödyllinen, koska vastaavia laadunvarmistusdokumentteja ei yrityksellä vielä ollut. Aiemmin suihkupuhdistustarkastuksissa ja maalaustarkastuksissa tuli usein esille virheitä. Esimerkiksi puhdistusasteeseen nähden riittämätöntä suihkupuhdistusta tai reunojen puutteellista pyöritystä. Maalaustarkastuksessa puolestaan ali- ja ylikalvot olivat yleisimpiä virheitä. Näiden laadunvalvonta dokumenttien avulla on helpompi valvoa laatua. Kun saadaan laaduntaso nousemaan, niin samalla vähenee turhat tarkastukset tai jopa sakkomaksut puutteellisesta laadusta. Kun virallisissa tarkastuksissa ei tule enää esille virheitä, joiden takia on tehtävä ylimääräisiä tarkastuksia, säästetään aikaa ja samalla saadaan myös tuottavuutta työlle. Ajansäästö helpottaa myös aikataulussa pysymistä ja töiden aikataulutukseen.

Ottaen huomioon Väyläviraston omistamien yhteensä 17 570 tie- ja ratasillan lisäksi on vielä kaupunkien ja kuntien sekä yksityisteiden omistamat sillat, joiden korjaussuunnitelmissa viitataan SILKO-ohjeisiin. Tästä voidaan päätellä että, tulevaisuudessa korjattavia siltoja riittää.

Tämä opinnäytetyöprosessi on auttanut minua kehittymään ammatillisen tiedon hakemisessa ja löytämisessä. Olen tutustunut SILKO:n ja standardeihin kartuttaen omaa tietotaitoa. Etenkin sillankorjaushankkeissa tästä keräämästäni tiedosta on hyötyä. Teräsrakenteiden onnistuneeseen pintakäsittelyprosessiin liittyvää tietoa voidaan hyödyntää myös muissa kuin siltakohteissa, mutta silloin täytyy muistaa perehtyä kyseisen rakenteen laatuvaatimuksiin ja ohjeistuksiin. Uskonkin tämän kyseisen opinnäytetyön antavan minulle hyvät edellytykset jatkaa työelämään, jossa voin kehittyä paremmaksi alan osaajaksi.

LÄHTEET

Akateg Julkaisuaika tuntematon. Kuva palkin märkämaalauksesta ruiskulla. <http://www.akateg.fi/teollinen-maalau-upotuksella-ja-ruiskumaalauksella/> Viitattu 8.3.2022

ESPEK Pintakäsittely julkaisuaika tuntematon. Hiekkapuhallus ja märkämaalau. Verkojulkaisu. <https://www.xn--pintaksittelyhyvink-lwbna.fi/pintakasittely?> Viitattu 1.3.2022

Flinkenberg julkaisuaikakohta tuntematon. Säänkestävä teräs. Verkojulkaisu. <https://www.flinkenberg.fi/steel/teraslevyt/saankestavat-terakset/> Viitattu 23.3.2022

FSP julkaisuaika tuntematon. Suihkupuhallus ja sinkopuhallus. Verkojulkaisu. <https://www.fspcorp.com/pintakasittely/suihkupuhdistus-ja-sinkopuhallus/> Viitattu 11.1.2022

FSP Julkaisuaika tuntematon. Märkämaalau. Verkojulkaisu. <https://www.fspcorp.com/fi/palvelut/pintakasittelypalvelut/markamaalaus/> Viitattu 1.3.2022

Peltomaa, Mikko 2022. Asiantuntija, Teräsrakenteet. Väylävirasto. Yleisimmät virheet esikäsitelyssä ja pintakäsittelyssä. Yksityinen sähköpostiviesti 20.1.2022. Viestin saaja: Kalle Ylönen

Peltomaa, Mikko 2022. Asiantuntija, Teräsrakenteet. Väylävirasto. Säänkestävän teräksen käyttäminen silloissa. Yksityinen sähköpostiviesti 21.3.2022. Viestin saaja: Kalle Ylönen

Polttoväri julkaisuaika tuntematon. Jauhemaalau. Verkojulkaisu. <https://www.polttovari.fi/maalau/jauhemaalau/> Viitattu 1.3.2022

Polttoväri julkaisuaika tuntematon. Märkämaalau. Verkojulkaisu. <https://www.polttovari.fi/maalau/markamaalaus> Viitattu 1.3.2022

Pulverpait julkaisuaika tuntematon. Jauhemaalau. Verkojulkaisu. <https://www.pulverpait.fi/palvelut/jauhemaalau/> Viitattu 2.3.2022

Ruukki julkaisu ajankohta tuntematon. Cor-Ten teräs. Verkojulkaisu. <https://www.ruukki.com/fin/building-envelopes/products/facade-claddings/facade-cladding-materials/cor-ten?TabfiltersB2B=1tabfilter> Viitattu 11.1.2022

Rakennustieto julkaisu ajankohta 29.12.2021. InfraRyl. Verkojulkaisu. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/ryl/InfraRYL/2021_2/ Viitattu 1.2.2022

SFS-EN ISO 12944-2:2017 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 2: Ympäristöolosuhteiden luokittelu. Viitattu 17.3.2022

SFS-EN ISO 8501-2:2001 Teräspintojen esikäsitely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 2: Ennestään pinnoitetun teräksen esikäsitelyasteet sen jälkeen, kun aikaisemmat pinnoitteet on poistettu paikoittain. Viitattu 17.3.2022

SFS-EN ISO 8501-2. 2001. Kuva. Kuvassa esitetty eri suihkupuhdistusluokat Viitattu 18.3.2021

SFS-EN ISO 8501-2. 2001. Kuva. Kuvassa esitetty eri puhdistusluokat käsi ja konetyökaluilla, sekä konehiontana Viitattu 18.3.2021

SFS-EN ISO 8504-2. 2019. Kuva. Yleisesti käytettyjä suihkupuhallusrakeita Viitattu 2.2.2022

SFS-EN ISO 8504-2.2019 Teräspintojen esikäsitely ennen maalien ja vastaavien tuotteiden levitystä. Esikäsitelymenetelmät. Osa 2: Raesuihkupuhdistus Viitattu 2.2.2022

Sisäilmayhdistys Ry Julkaisuaika tuntematon. haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Verkojulkaisu. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Muut-sisailmatutkimukset/Kemialliset-tutkimukset> Viitattu 6.4.2022

SSAB Weathering julkaisuajankohta tuntematon. Säänkestävästä teräksestä valmistetun silta. Valokuva. <https://www.ssab.fi/brandit-ja-tuotteet/ssab-weathering/articles/a-weathering-steel-bridge-built-to-last-in-the-forests-of-finland> Viitattu 11.1.2022

Steel-Bull julkaisuajankohta tuntematon. Kuva. Teräsosan hiekkapuhaltaminen. <https://www.steel-bull.fi/hiekkapuhallus.html> Viitattu 15.1.2022

Teknos 2013. Korroosion estomaalauksen käsikirja. Pdf-Tiedosto. Julkaistu 2013. https://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/teollisuuteen/aineisto/fi_korroosionestomaalauksen_kasikirja_2013.pdf Viitattu 16.1.2022

Teknos julkaisuajankohta tuntematon. Teräsosien pintakäsittely. Verkkojulkaisu. <https://www.teknos.com/fi-FI/ammattilaisille/tuotteet/terasrakentaminen/> Viitattu 11.1.2022.

Teollisuusmaalaamo Haapanen Julkaisuajankohta tuntematon. Kuva jauhemaalattavana oleva Rammer poravasara. <https://haapanen.fi/jauhemaalaus/> Viitattu 8.3.2022

Teräsrakenneyhdistys. Teräspinnan puhdistus ja esikäsitteily. Pdf-tiedosto. julkaisu aika tuntematon. https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/528/cf92927/Teraspinnan_esikasittely.pdf Viitattu 11.1.2022

Väylävirasto, SILKO 1.112. Suihkupuhdistus. Pdf-Tiedosto. Julkaistu toukokuu 2011 <https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio1/s1112.pdf>. Viitattu 28.3.2022

Väylävirasto, SILKO 1.351. Teräsosien pintakäsittely. Pdf-Tiedosto. Julkaistu maaliskuu 2015 <https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio1/s1351.pdf> Viitattu 11.1.2022.

Väylävirasto, SILKO 1.351 Silloissa käytetyt maalausmenetelmät. Pdf-Tiedosto. Julkaistu maaliskuu 2015 <https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio1/s1351.pdf> Viitattu 19.3.2022

Väylävirasto, SILKO 1.351 Rasitusluokat. Pdf-Tiedosto. Julkaistu maaliskuu 2015 <https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio1/s1351.pdf> Viitattu 18.3.2021

Väylävirasto, SILKO 1.351 Laatuvaatimukset pintakäsittelylle. Pdf-Tiedosto. Julkaistu maaliskuu 2015 <https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio1/s1351.pdf> Viitattu 19.3.2022

Väylävirasto, SILKO 2.352. Kuva. Teräspinnan uusintamaalauksen laatuvaatimukset. Pdf-Tiedosto. Julkaistu syyskuu 2008 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio2/s2352_08.pdf Viitattu 19.3.2022

Väylävirasto, SILKO 2.352 Sillan uusintamaalauksen laatuvaatimukset. Pdf-Tiedosto. Julkaistu syyskuu 2008 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio2/s2352_08.pdf Viitattu 2.2.2022

Väylävirasto, SILKO 2.352 Kaavinta ja hankausmenetelmä siltakohteissa. Julkaistu syyskuu 2008 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio2/s2352_08.pdf Viitattu 20.3.2022

Väylävirasto, SILKO 2.352 Suihkupuhallus siltakohteissa. Pdf-Tiedosto. Julkaistu syyskuu 2008 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio2/s2352_08.pdf Viitattu 20.3.2022

Väylävirasto, SILKO 2.352 Silloissa käytetyt maalausmenetelmät. Pdf-Tiedosto. Julkaistu syyskuu 2008 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio2/s2352_08.pdf Viitattu 19.3.2022

Väylävirasto, SILKO 2.352 Laatuvaatimukset pintakäsittelylle. Pdf-Tiedosto. Julkaistu syyskuu 2008 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio2/s2352_08.pdf Viitattu 19.3.2022

Väylävirasto, SILKO 3.351 LIVI Maalausjärjestelmät. Pdf-Tiedosto. Julkaistu huhtikuu 2021
<https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio3/s3351.pdf> Viitattu 19.3.2022

Väylävirasto, SILKO 3.351 Laatuvaatimukset pintakäsittelylle. Pdf-Tiedosto. Julkaistu huhtikuu 2021
<https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio3/s3351.pdf> Viitattu 19.3.2022

Väylävirasto, Väyläviraston sillat. Pdf-Tiedosto. Julkaistu 31.12.2020 https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2021-38_vaylaviraston_sillat_web.pdf Viitattu 21.3.2022.

Väylävirasto 2021. Kuva. LIVI maalausjärjestelmät SILKO 3.351 Laatuvaatimukset pintakäsittelylle.
<https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio3/s3351.pdf> Viitattu 19.3.2022

Väylävirasto 2021. Kuva. SILKO 3.551 terässiltojen pintakäsittelyn arviointiin käytettävistä rasitusluokista <https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio3/s3351.pdf> Viitattu 19.3.2022

LIITTEET

Kysymyslista opinnäytetyöhön liittyen.

Kalle Ylönen ERR18ST

Mitkä ovat yleisimpiä virheitä, jotka tulee esille esikäsitteilyn jälkeisessä tarkastuksessa?

Vajaa puhdistusaste, hankalasti puhdistettavien kohtien (raot, reiät, kolot, nurkat, korkealla/näkymättömissä olevat kohteet) puutteellinen käsittely. Voi olla myös niin, että on puhallettu liikaa (lähinnä pyyhkäisy-suihkupuhdistuksen tapauksessa).

Mitkä ovat yleisimpiä virheitä, jotka tulee esille maalauksen jälkeisessä tarkastuksessa? (joka kerroksen jälkeisissä tarkastuksissa)

Kalvonpaksuudessa poikkeamia (yli- ja/tai alikalvo). Kokonaan maalaamattomat kohdat (pohjat [paistaa läpi](#)).

Mihin asioihin kannattaa kiinnittää huomiota tarkastaessa suihkupuhallettua pintaa?

Hankalat paikat (nurkat, kolot, jne.), alapuoliset pinnat, pahasti korroosiosta kärsineiden alueiden ruosteenoistoaste.

Mihin asioihin kannattaa kiinnittää huomiota tarkastaessa maalattua pintaa?

Kalvonpaksuus (ylikalvoa löytyy usein yläpuolisilta vaakapinnoilta, esim. alalaipan päältä). Pinnan laatu (kiiltoaste, karheus).

Mitä eri esikäsitteily tapoja on ja miten yleisiä kyseiset tavat ovat?

Ks. SILKO 1.351 Taulukko 3. Käytännössä vain suihkupuhdistus ([Sa](#)). Voidaan hankalissa paikoissa korvata paikallisesti esim. [Bristle Blaster](#) -laitteella. Teräsharjaus (St) on toissijainen menetelmä, sillä ei ikinä saada kaikkea ruostetta pois. Vanhaa maalipintaa voidaan joskus myös hioa, varsinkin jos sitä ei ole tarkoitus poistaa kokonaan. Korkeapainevesisuihkutus ([Wa](#)) on myös joskus ollut esillä, mutta sitä ei sallita Väyläviraston kohteissa esikäsitteilymenetelmänä. Tuohon on oma standardikin SFS-EN ISO 8501-4.

Onko esikäsitteilytapa kohteesta riippuvainen?

Jossain määrin kyllä, mutta suihkupuhdistus on käytännössä aina lähtökohta. Muiden menetelmien kanssa lopputulos on aina jossain määrin epävarma.

Voiko esikäsitteilytapaa korvata toisella? (Esimerkiksi kemiallisen tavan korvaaminen suihkupuhalluksella)

Ei oikeastaan. Maalausjärjestelmät (maalit) vaativat tietyn esikäsitteilyn, jotta ne toimivat tarkoitetulla tavalla.

Onko mielestänne pintakäsittelyprosessissa ja/tai siihen liittyvissä ohjeissa sekä standardeissa kehitettävää? Jos kyllä, niin mitä?

Varmasti on. Väyläviraston SILKO-ohjeistusta kehitetäänkin jatkuvasti. Vanhentuneita ohjeita päivitetään ja uusia laaditaan tarpeen mukaan. Myös standardit uudistuvat ja ne ovat myös Väyläviraston ohjeistuksen perusta. Onneksi kokemusta pintakäsittelymenetelmistä ja standardien soveltamisesta on pitkältä ajalta, joten perusta on sikäli kunnossa. Toki tekniikka kehittyy myös pintakäsittelyalalla jatkuvasti, tulee uusia tuotteita jne.

Liite 1. Kysely Väylävirastolle