

siltojen
SILKO
korjaus

TERÄSRAKENTEET

**UUDIS- JA UUSINTA-
MAALAUKSEN
MAALAUS-
JÄRJESTELMÄT**

3

VÄYLÄVIRASTO
Taitorakenneyksikkö

4/2021 (korvaa ohjeen 3/2015)

3.351

SILKO 3.351 Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät

19.4.2021 VÄYLÄ/3003/06.04.01/2021

Ohje korvaa SILKO-ohjeen 3.351 Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät (3/2015).

Voimassa 19.4.2021 alkaen.

Ohje hyväksytään sähköisellä allekirjoituksella. Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja rautatietoimintojen osalta.

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö Minna Torkkeli

Tieliikennejohtaja Jarmo Joutsensaari

Asiantuntija, teräsrakenteet Mikko Peltomaa

SISÄLTÖ

1	KÄYTTÖKOHTEET JA KÄYTTÖRAJOITUKSET	2
2	PINTAKÄSITTELYJÄRJESTELMIEN HYVÄKSYNTÄ	4
2.1	Hyväksyntätesti	4
2.2	Hyväksyntäkriteerit	4
2.2.1	Pinnan laadun kriteerit	4
2.2.2	Vetolujuuskriteerit	5
3	YHTEENVETO VÄYLÄVIRASTON MAALAUSJÄRJESTELMISTÄ	6
4	SUOSITELTAVAT MAALAUSJÄRJESTELMÄT KÄYTTÖKOHTEITTAIN ...	9

Teksti SILKO-terästyöryhmä
Kuvat Kuva 1: Teknos Oy,
Kuva 2: Hämeen ammattikorkeakoulu HAMK
Taitto Väylävirasto

1 KÄYTTÖKOHTEET JA KÄYTTÖRAJOITUKSET



Kuva 1. Maalin tartunnan testausta laboratoriossa.



Kuva 2. Maalausjärjestelmän testauksessa käytettävä korroosiotestilaite.

Tässä ohjeessa esitetään teräsrakenteiden uudismaalauksessa ja kunnossapitomaalauksen uusintamaalauksessa käytettävien LIVI-maalauksjärjestelmien luokitus. Varsinaiset SILKO-hyväksytyt maalauksjärjestelmät ylläpidetään erillisessä taulukossa. Ohjeessa esitetään myös pintakäsittelyjärjestelmien hyväksyntämenettelyt ja laatu-kriteerit.

Maalausjärjestelmä muodostuu alustasta, esikäsittelyistä ja alustan suojaukseen käytettyjen maalien muodostamasta maalikalvosta. Eri maalauksjärjestelmien ja eri maalitehtaiden maalien riskikäyttö ei ole sallittua.

Työtä varten laaditaan aina pintakäsittelysuunnitelma (SILKO 1.351), jossa otetaan huomioon työturvallisuusohjeen (SILKO 1.111) ohjeet maalien turvallisesta käytöstä ja ympäristönsuojeluohjeen (SILKO 1.112) määräykset ongelmajätteiden käsittelystä ja tarvittavista luvista.

Maalien varastoinnissa ja varastointiajoissa on noudatettava maalinvalmistajan ohjeita. Vanhentuneita maaleja ei saa käyttää.

Maalien käyttöturvallisuustiedotteet on oltava työntekijöiden saatavilla.

Erityisesti on kiinnitettävä huomiota maalien kuljetusta, varastointia ja käsittelyä koskeviin määräyksiin ja ohjeisiin.

Maalausjärjestelmät on ryhmitelty standardin SFS-EN ISO 12944-2 mukaisten ympäristön rasisitusluokkien mukaan ja niitä käytetään siltojen rakenneosissa taulukon 1 mukaisesti.

Maalausjärjestelmien kestävyysluokat ovat standardin SFS-EN ISO 12944-1 mukaan seuraavat:

- alhainen (L) 7 vuoteen saakka
- kohtalainen (M) 7...15 vuotta
- korkea (H) 15...25 vuotta
- erittäin korkea (VH) yli 25 vuotta.

Siltojen uudis- ja uusintamaalauksissa vaatimus on luokka VH.

Maalausjärjestelmää valittaessa noudatetaan tämän ohjeen kohdan 4, SILKO-ohjeen 1.351 ja sovellusohjeen NCCI T määräyksiä ja ohjeita. Korjaustoimenpiteen määrittämisessä on suositeltavaa käyttää apuna SILKO-ohjetta 1.356. Vaihtoehtoja vertaillaan tapauskohtaisesti ja vertailussa käytetään maalausalan asiantuntijoita. Sillan eri rakenneosissa käytettävät maalauksjärjestelmät on esitetty kohdassa 4 esitetyssä valintataulukossa.

Taulukko 1. Terässiltojen pintakäsittelyn arvioinnissa käytettävät rasiusluokat ja tyypilliset rakenneosat.

Rasitusluokka SFS-EN ISO 12944-2	Korroosio- vaikutus	Esiintymisympäristö ja rasitukset	Rakenneosa
C3	Kohtalainen ilmastorasitus	Kaupunki-, rannikkomeri- tai teollisuusilmasto. Rannikkomeri-ilmaston suolapitoisuus alhainen. Maaseutuilmasto silloin, kun rakenteet ovat usein kosteina.	Sillan teräsrakenteet, joihin ei kohdistu erikoisrasituksia; 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 rasitus – lahonestoaineet. Rannikkomeri-ilmaston suolapitoisuus korkea.	Tyypillisiä erikoisrasituksen alaiseksi joutuvia sillan teräsoasia ovat – suolasumurasitetut pinnat ¹⁾ – kaidepylväiden juuret ja suolatta- vien teiden kaiteet – 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 teräsoosat.
Im1 – Im3 ²⁾	Upotusrasitus	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 jäätymisvyöhyke)
CX			Tätä rasitusluokkaa 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⁾ Rasitusluokissa Im2 ja Im3 ei ole ohjeen kirjoittamishetkellä hyväksytyjä maalauksjärjestelmiä.

2 PINTAKÄSITTELYJÄRJESTELMIEN HYVÄKSYNTÄ

Pintakäsittelyjärjestelmät ovat SILKO-hyväksytyjä tuotteita. Tässä ohjeessa on annettu hyväksyntäkriteerit pintakäsittelyjärjestelmiä koskien. Väylävirasto ylläpitää erillistä luetteloa, joka sisältää maalivalmistajien maalausjärjestelmät, joilla on Väyläviraston voimassa oleva hyväksyntä.

Väylävirasto hyväksyy silloissa käytettävät maalausjärjestelmät tehtyjen testien tulosten ja käytökokemusten perusteella. Hyväksynnän tarkoitus on varmistaa, että siltojen korroosionestossa käytettävät maalausjärjestelmät täyttävät niille asetetut laatuvaatimukset. Maaliyhdistelmien kestävyuden arvioimiseksi valmistetaan koelevyt, jotka testataan kohdassa 2.1 esitetyllä laboratorio-kokeella. Laboratoriotesteissä käytetään arvosteluperusteena kohdan 2.2 taulukoissa 2 ja 3 esitettyjä vaatimuksia. Maalausjärjestelmän hyväksyntä voidaan myöhemmin peruuttaa huonojen käyttökokemusten perusteella. Hyväksyntä perustuu tuotekohtaisten maalausjärjestelmien

testaamiseen ja myönnetään viideksi vuodeksi kerrallaan. Jatko hyväksynnän saamiseksi maalin valmistajan on annettava kirjallinen vakuutus siitä, että tuote on sama.

Laboratoriotestauksen saa tehdä tarkoitukseen akkreditoitu laboratorio. Tällöin ainakin suolasumutestin (SFS-EN ISO 9227) sekä vetolujuustestin (SFS-EN ISO 4624) pitää olla akkreditoituja. Vaihtoehtoisesti laboratoriotestauksen voi tehdä myös Väyläviraston auditoima laboratorio.

Pienissä erikoiskohteissa käytettävien pintakäsittelyaineiden testauksesta ja hyväksymisestä sovitaan erikseen Väyläviraston asiantuntijoiden kanssa.

Kylmissä olosuhteissa tehtävissä paikkausmaalauksissa voidaan käyttää maalinvalmistajan esittämiä, Väyläviraston taitorakenneyksikön hyväksymiä maaliyhdistelmiä.

2.1 Hyväksyntätesti

Hyväksyntätesti tehdään standardien SFS-EN ISO 12944-6 ja -9 mukaisilla testausmenetelmillä.

Testausvaatimukset poikkeavat standardien SFS-EN ISO 12944-6 ja -9 mukaisista vaatimuksista.

Rasitusluokassa C5(VH) testiaika on standardissa SFS-EN ISO 12944-9 CX-rasitusluokalle esitetyn vaatimuksen mukainen 25 sykliä eli 4200 tuntia (standardin SFS-EN ISO 12944-9 liitteen B mukainen vanhentamistesti). Tällöin näytteiden suolasumurasituksen kesto aika on 1800 tuntia.

Rasitusluokassa C3(VH) testiaika on 7 sykliä eli 1176 tuntia (standardin SFS-EN ISO 12944-6 liitteen B mukainen vanhentamistesti). Tällöin näytteiden suolasumurasituksen kesto aika on 504 tuntia.

Rasitusluokassa Im2(VH) ja Im3(VH) testiaika on standardissa SFS-EN ISO 12944-9 CX-rasitusluokalle esitetyn vaatimuksen mukainen 25 sykliä eli 4200 tuntia (standardin SFS-EN ISO 12944-9 liitteen B mukainen vanhentamistesti). Lisäksi tehdään merivesiupotustesti standardin ISO 2812-2 mukaisesti ja merivesiupotustestin kesto aika on 4200 tuntia.

Rasitusluokassa Im1(VH) testiaika on standardissa SFS-EN ISO 12944-9 CX-rasitusluokalle esitetyn vaatimuksen mukainen 25 sykliä eli 4200 tuntia (standardin SFS-EN ISO 12944-9 liitteen B mukainen vanhentamistesti). Lisäksi tehdään vesiuupotustesti standardin ISO 2812-2 mukaisesti ja vesiuupotustestin kesto aika on 3000 tuntia.

Katodista sidospurkautumista ei testata missään rasitusluokassa.

2.2 Hyväksyntäkriteerit

2.2.1 Pinnan laadun kriteerit

Maalatuilla teräspinoilla ja maalatuilla ruisku- tai kuumasinkityillä pinnoilla ei sallita rakkuloitumista, ruostumista, halkeilua eikä hilseilyä taulukossa 2 ilmoitettuja arvoja enempiä. Korroosio tai irtoama

villosta saa olla korkeintaan taulukossa 2 annettujen arvojen suuruisen. Arvostelu tehdään taulukossa 2 esitettyjen standardien mukaisesti.

Taulukko 2. Vaatimukset maalattujen teräspintojen ja maalattujen ruisku- tai kuumasinkittyjen pintojen ruostumis-, rakkuloitumis-, halkeilu- ja hilseilyasteille ja vaurion etenemiselle viillosta hyväksyntätesteissä.

Ominaisuus	Arvosteluperuste (standardi)	Vaatimisarvo
Rakkuloitumisaste	SFS-EN ISO 4628-2	0(S0)
Ruostumisaste	SFS-EN ISO 4628-3	Ri0
Halkeilu	SFS-EN ISO 4628-4	0(S0)
Hilseily	SFS-EN ISO 4628-5	0(S0)
Vaurion eteneminen viillosta ¹⁾	SFS-EN ISO12944-6 ja -9	korroosion ryömintä $M \leq 3,0$ mm, kun pohjamaalina Zn(R) korroosion ryömintä $M \leq 5,0$ mm, muut pohjamaalit

¹⁾ Toteamiskriteerinä teräspinnoilla on korroosio ja kuumasinkityillä pinnoilla irtoama.

Kahden kolmesta koelevystä on täytettävä kaikki taulukossa 2 esitetyt vaatimukset. Kolmannessa levyssä sallitaan korroosion ryöminnäksi $M \leq 4,0$ mm, kun maalausjärjestelmän pohjamaalina on sinkkipitoinen pohjamaali Zn(R) ja muita pohjamaaleja käytettäessä korroosion ryöminnäksi hyväksytään $M \leq 7,0$ mm. Kasto- ja ruiskusinkittyjen pintojen maalausjärjestelmiä arvioidessa vaatimukset ovat samat kuin sinkkipitoisen pohjamaalin tapauksessa.

Rakkuloitumisen, ruostumisen, halkeilun ja hilseilyn vaatimuserot tarkastetaan ja arvioidaan välittömästi vanhennustestin jälkeen.

Ennen korroosion ryöminnän mittausta maali poistetaan viillon ympäriltä raaputtamalla esim. veitsen kärjellä. Maalinpoistoainetta suositellaan käytettäväksi apuna. Viillon välittömään läheisyyteen muodostunutta rakkuloitumista ei huomioida rakkuloitumisasteen määrittämisessä. Teräspinnoilla rakkuloituminen viillon ympärillä mitataan mukaan korroosion ryömintään, jos rakkuloituminen on edennyt yhtenäisesti viillosta. Kuumasinkityillä

pinnoilla vaurion etenemisen toteamiskriteerinä on irtoama, joten rakkuloitumisen eteneminen mitataan mukaan vaurion etenemään viillosta.

Katodista sidospurkautumista ei arvostella. Liituuntuminen tarkastetaan visuaalisesti maalausjärjestelmistä, joissa pintamaalina polyuretaani- tai polysiloksaanimaali, näissä liituuntumista ei sallita.

2.2.2 Vetolujuus kriteerit

Maalipinnoitteiden vetolujuus testataan vetokokeella standardin SFS-EN ISO 4624 mukaisesti ennen vanhentamista ja vanhentamisen päätyttyä kahden viikon uudelleenvakioinnin jälkeen (SFS-EN ISO 12944-6 ja -9). Ennen vanhentamista tehtävien vetokokeiden tulosten on täytettävä taulukossa 3 esitetyt vaatimukset kaikkien kolmen koelevyn osalta. Jokaisesta kolmesta koelevystä on tehtävä vähintään kolme vetokoetta. Ennen vanhentamista tehtävät vetolujuustestit voidaan tehdä rinnakkaiskoelevyistä. Vetokokeiden tulos lasketaan ja ilmoitetaan standardin SFS-EN ISO 4624 mukaisesti.

Taulukko 3. Vaatimukset teräs- ja sinkittyjen pintojen maalipinnoitteiden vetolujuudelle hyväksyntätesteissä ennen vanhentamista.

Maalausjärjestelmä	Vetolujuus SFS-EN ISO 4624 [MPa] Hyväksyntätestaukset ennen vanhentamista
LIVI A.1, A.2, A.3, B.1, B.2	≥ 5
LIVI C.1, C.2, C.3	≥ 5 ¹⁾

¹⁾ Mikäli irtoaminen tapahtuu ruiskusinkkipinnoitteen tartunnasta alustaansa tai ruiskusinkkikerroksen murtumana, vetolujuuden hyväksyntäkriteeri on 2 MPa.

Vanhentamisen jälkeen vetolujuusvaatimus (SFS-EN ISO 4624) on vähintään 50 % alkuperäisestä lujuudesta, kuitenkin vähintään 2,5 MPa. Jos vanhentamisen jälkeen vetolujuusarvo on ≥ 5 MPa, vetolujuus on hyväksytty.

Kiinnitarttuvuuden pettämistä alustasta ja adhesiomurtumaa ei sallita, elleivät vetolujuusarvot ole vähintään 5 MPa.

3 YHTEENVETO VÄYLÄVIRASTON MAALAU SJÄRJESTELMISTÄ

Väyläviraston käyttämät maalausjärjestelmät on esitetty taulukossa 4. Väylävirasto käyttää maalausjärjestelmien merkintään omia LIVI-alkuisia tunnuksia. Maalausjärjestelmät on ryhmitelty kolmeen eri ryhmään LIVI A, LIVI B ja LIVI C.

Ryhmässä LIVI A on maalausjärjestelmät, joissa käytetään sinkkipohjaisia pohjamaaleja. Näitä maalausjärjestelmiä käytetään ensisijaisesti uusien siltojen maalauksessa. LIVI A.2 on ympäristöystävällisempi maalausjärjestelmä, jonka VOC-arvo on < 150 g/m² (tämä maalausjärjestelmä on vielä koekäytössä).

Ryhmässä LIVI B on muut kuin sinkkipohjaiset maalausjärjestelmät. Näitä maalausjärjestelmiä käytetään ensisijaisesti korjauskohteissa ja muissa erikoiskohteissa.

Ryhmässä LIVI C on kuuma- ja ruiskusinkityille pinnoille käytettävät maalausjärjestelmät. Maalausjärjestelmä LIVI C.3 on tarkoitettu lähinnä teräsputkisiltojen lisäsuojaukseen. Teräsputkisilloissa maalausjärjestelmän kerrospaksuudet määritetään ohjeen "[Teräsputkisillat, suunnitteluohje](#), LO 10/2014" mukaisesti.

Taulukon 4 viimeisessä sarakkeessa on annettu LIVI-maalausjärjestelmää vastaava lähin vanha TIEL-järjestelmä.

Uusintamaalauskohteissa käytetään pinnan puhdistusasteen ja maalausolosuhteiden mukaan seuraavia maaliyhdistelmiä:

- Jos maalattavien pintojen puhdistuksessa päästään puhdistusasteeseen Sa2½, voidaan käyttää sinkkipölypigmentoituihin pohjamaaleihin perustuvia maaliyhdistelmiä LIVI A.1, A.2 ja A.3.
- Jos rakenteellisista tai muista syistä pinnan puhdistusaste on vain Sa2, käytetään epoksi/polyuretaanimaaliyhdistelmiä LIVI B.1 ja B.2.
- Ruiskusinkittävän pinnan puhdistusaste on Sa3 konepajalla tehtävissä töissä ja Sa2½ työmaolosuhteissa tehtävissä korjaustöissä.

Taulukko 4. Väyläviraston käyttämät LIVI-maalaujärjestelmät

Järjestelmän tunnus	Pintakäsittelyjärjestelmän kuvaus	EN 12944-5	Esikäsittely	Kerrosten lukumäärä	Minimi kerrospaksuus μm	Rasitusluokka	Vanha TIEL-järjestelmä ¹
Uudet sillat/sinkki-pohjaiset maalaujärjestelmät							
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	<u>60</u>		
					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	<u>2x40 tai 1x80</u>		
					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	<u>60</u>		
					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	<u>50</u>		
					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	<u>50</u>		
					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	<u>130 ⁴⁾</u>		
					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	<u>50</u>		
					310		

Taulukko 4. (jatkoa)

Järjestelmän tunnus	Pintakäsittelyjärjestelmän kuvaus	EN 12944-5	Esikäsittely	Kerrosten lukumäärä	Minimi kerrospaksuus µm	Rasitusluokka	Vanha TIEL-järjestelmä ¹⁾
Kuuma- ja ruiskusinkittyjen ⁸⁾ pintojen maalausjärjestelmät							
LIVI C.1	PE 80/1 - ZnSaS					C3(VH)	Uusi
	Polyesteripulverimaalaus	PE	SaS	1	<u>80</u>		
					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	<u>60</u>		
					160		
LIVI C.3	EP 200/2 - ZnSaS					C5(VH)	Uusi
	Hartsimodifioitu epoksimaali	EP	SaS	1	100		
	Hartsimodifioitu epoksimaali	EP ⁶⁾		1	<u>100</u>		
					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	<u>150 ⁴⁾</u>		
					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	<u>150 ⁴⁾</u>		
					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 hyväksyntätesti 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 liiuuntuu. Tämä tulee huomioida, kun valitaan maalausjärjestelmää kohteeseen, jossa on vaatimuksia ulkonäön suhteen.

7) = Maalina voidaan käyttää Väylän hyväksynnän perusteella muutakin epoksimaalityyppiä 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.

4 SUOSITELTAVAT MAALAUSSÄRJESTELMÄT KÄYTTÖKOhteittain

Suunnittelija valitsee rakenteessa käytettävän maalausjärjestelmän. Väyläviraston kohteissa saa käyttää ainoastaan SILKO-hyväksytyjä maalausjärjestelmiä tämän ohjeen mukaisesti. [Väyläviraston tuotekohtaisesti hyväksymät maalausjärjestelmät](#) on esitetty Väyläviraston internet-sivuilla.

Taulukossa 5 on annettu esivalinnat erityyppisille rakenteille rasisitusluokissa C3 ja C5. Mikäli silta kuuluu rasisitusluokkaan C2, käytetään C3-luokan järjestelmiä ja vastaavasti C4-luokassa käytetään C5-luokan maalausjärjestelmiä.

Taulukko 5. Väyläviraston käyttämät LIVI-maalausjärjestelmät.

Ryhmä	Siltatyyppi/Rakenneosa	Rasisitusluokat	
		C5 (VH)	C3 (VH)
Uudet sillat-sinkkipohjaiset maalausjärjestelmät (Uudismaalaus)	Puukantinen teräspalkkisilta.	LIVI A.1	LIVI A.3 ¹⁾
	Teräksinen liitto- tai kotelopalkkisilta. Teräksinen ristikko-, riippu-, vino-, köysi-, kaari- tai langerpalkkisilta. Siltojen teräsrakenteet yleisesti.	LIVI A.1 tai LIVI A.2	LIVI A.3 ¹⁾
	Koteloiden ja pylonien sisäpinnat. Riippusiltojen ankkurikammiot.	LIVI B.2+	LIVI B.2
	Rautatiesiltojen teräsrakenteet	LIVI A.1 ²⁾	
	Laakerit	LIVI A.1 ³⁾⁴⁾	
	Liikuntasaumalaitteet	LIVI A.1 ⁴⁾	
Korjaus- ja muut erikoiskohteet (Uusintamaalaus)	Puukantinen tai teräsbetonikantinen teräspalkkisilta.	LIVI B.1+ ⁶⁾ tai LIVI A.1 ⁵⁾	LIVI B.1
	Teräksinen liitto- tai kotelopalkkisilta. Teräksinen ristikko-, riippu-, vino-, köysi-, kaari- tai langerpalkkisilta. Siltojen teräsrakenteet yleisesti.	LIVI B.1+ ⁶⁾ tai LIVI A.1 ⁵⁾	LIVI B.1
	Koteloiden ja pylonien sisäpinnat. Riippusiltojen ankkurikammiot.	LIVI B.2+	LIVI B.2
	Rautatiesiltojen teräsrakenteet.	LIVI B.1+ ⁶⁾ tai LIVI A.1 ⁵⁾	LIVI B.1
	Kaide, jos kuuma- tai ruiskusinkitys ei ole mahdollista.	LIVI B.1+ ⁶⁾	LIVI B.1
	Laakerit	Sama kuin sillan maalausjärjestelmä	
	Liikuntasaumalaitteet	LIVI B.1+	LIVI B.1
Kuuma- ja ruiskusinkittyjen pintojen maalausjärjestelmät (Uudis- ja uusintamaalaus)	Kuuma- ja ruiskusinkityt kaitteet, kun pulverimaalaus on mahdollinen.	LIVI C.1	
	Kuuma- ja ruiskusinkitty pinta, myös kaitteet.	LIVI C.2 ⁷⁾	LIVI C.2 ⁷⁾
	Teräsputkisiltojen lisäsuojaus.	LIVI C.3 ⁷⁾⁸⁾	
Upotusrasitetut ⁹⁾ teräsrakenteet	Makean veden alaiset rakenteet.	LIVI C.3+ (300µm), Rasisitusluokka Im1(VH)	
	Meri- tai murtoveden alaiset rakenteet.	LIVI C.3++ (450µm), Rasisitusluokka Im2(VH)	
	Maanalaiset rakenteet.	LIVI C.3++ (450µm), Rasisitusluokka Im3(VH)	

¹⁾ = Suunnittelija voi aina valita myös maalausjärjestelmän LIVI A.1.

²⁾ = Ristikkorakenteisissa ja muissa vaikeasti uusintamaalattavissa rautatiesilloissa epoksisinkkipohjamaali voidaan korvata ruiskusinkityksellä 80 µm. Tällöin pohjamaalina tulee käyttää sinkitylle pinnalle sopivaa maalituotetta.

³⁾ = Laakerirakenteissa epoksisinkkipohjamaali voidaan korvata ruiskusinkityksellä 80 µm. Tällöin pohjamaalina tulee käyttää sinkitylle pinnalle sopivaa maalituotetta.

⁴⁾ = Laakeri- ja liikuntasaumatuotteissa pintakäsittely voi olla myös muu standardin EN 12944-5 mukainen maalausjärjestelmä, jonka rasisitusluokka on vähintään C5(H). Silloissa, joita muutoin ei ole tarpeen pintakäsittellä maalaamalla, laakerin työmaahitsit voidaan kuitenkin erikoiskohteena pintakäsittellä maalausjärjestelmällä LIVI B.1+. Tällöinkin maalausjärjestelmän on oltava yhteensopiva laakerin alkuperäisen maalausjärjestelmän kanssa.

⁵⁾ = Mikäli vanha maali ja ruoste voidaan poistaa kokonaan esikäsitteilyasteeseen Sa2½.

⁶⁾ = Vanhaa maalia ja ruostetta ei voida kokonaan poistaa, saavutettava esikäsitteilyaste on Sa2.

⁷⁾ = Pohjamaalaus tehdään kahdessa vaiheessa maalin valmistajan ohjeiden mukaan: 1) tiivistysmaalaus tehdään ohennetulla maalilla, 2) varsinainen pohjamaalaus tehdään liuotteen haihduttua ohentamattomalla maalilla siten, että vaadittu kalvon paksuus saavutetaan.

⁸⁾ = Maalikalvonpaksuus määritetään ohjeen "Teräsputkisillat, suunnitteluohje, LO 10/2014" mukaisesti.

⁹⁾ = Kuumasinkitysmättömien upporasituksen alaisten teräsrakenteiden pintakäsittelyjärjestelmät valitaan Väyläviraston ohjeen "Merimerkkien pintakäsittelyohje LO 25/2016" mukaan.