

Mikko Tamminen

Huoltomaalausten vertailu erilaisilla tartuntapinnoilla

Isotrol -maalaujärjestelmä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka

Insinöörityö

05.03.2015

Tekijä Otsikko	Mikko Tamminen Huoltomaalauksen vertailu erilaisilla tartuntapinnoilla.
Sivumäärä Aika	33 sivua + 6 liitettä 05.03.2015
Koulutusohjelma	Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Erikoistumisvaihtoehto	
Ohjaajat Ohjaava opettaja	Tomi Harju, Diplomi-insinööri Jukka Lähde, Teknologiajohtaja Kai Laitinen, Yliopettaja
<p>Liikennevirasto ja FSP Finnish Steel Painting Oy tilasivat yhteisenä projektina Isotrol -maalausjärjestelmän tutkimisen siltojen huoltomaalaukseen liittyen. Tutkimus tehtiin suuren huollon kunnossapitovälin suurentamiseksi, jotta kustannuksia saataisiin pienennettyä.</p> <p>Työssä vertailtiin korroosionestomaalauksia erilaisilla tartuntapinnoilla. Valittuja korroosionestomaalauksia tutkittiin kirjallisuudesta ja vertailtiin niiden toiminnan periaatetta. Testeihin valittuja maalauksjärjestelmiä tarkasteltiin tarkemmin. Referenssinä käytettiin Liikenneviraston Silko -ohjeessa määrättyä Tiel 4.9 (epoksi-mastic) –maalauksjärjestelmää teräsharjatulla pinnalla.</p> <p>Työssä perehdyttiin Isotrol –huoltomaalauksjärjestelmään, jota vertailtiin referenssiin. Huoltomaalauksessa vanhaa maalia ei poisteta kokonaan, joten tutkimuksissa testattiin Isotrol –maalauksen tartuntaa vanhentuneisiin yleisesti käytettyihin korroosionestomaaleihin. Tartuntaa testattiin ruosteisille St 2- ja Wa 2- esikäsittelyasteisiin puhdistetuille sekä alkydi- ja lyijymönjamaalatuille testilevyille.</p> <p>Tartunta- ja rasiustestit suoritettiin standardin SFS-EN ISO 12944 mukaisesti. Irtivetokokeen märkätartunta- ja kondensaatiotestien aikamääreet muodostuivat rasiustaluokan C5-M(M) mukaisesti. Neutraali suolasumutesti suoritettiin C5-M(H) – rasiustaluokan mukaisesti. Rasiuksia tarkasteltiin myös C3-H rasiustaluokan mukaan.</p> <p>Referenssilevyjen tulokset olivat rasiukseen tuleville maalauksjärjestelmille selvästi hyväksyttävät. Suolasumu- ja viiltokoetestien tulokset olivat moitteettomat.</p> <p>Isotrol –maalauksjärjestelmän tarttuvuus alustaan ilman rasiusta sekä altistettuna kondensaatio –olosuhteille olivat riittävät. Murtuma tapahtui pääosin pohjamaalin koheesiona. Suolasumutestin korroosioympäristö oli kuitenkin liikaa Isotrol :n ominaisuuksille. Rasiuksen jälkeen maali irtosi jopa 1,5 cm keinotekoisien viillon ympäriltä.</p> <p>Tuloksista tutkittiin Isotrol –maalauksjärjestelmän soveltuvuutta standardin SFS-EN ISO 12944 mukaisiin rasiuksiin. Pääteltiin että maalauksjärjestelmä ei sovellu rasiuksiin meneviin käyttökohteisiin.</p>	
Avainsanat	Huoltomaalaus, korroosionesto, Isotrol, Tiel 4.9

Author Title	Mikko Tamminen A comparison of maintenance paintings on different surfaces.
Number of pages Date	33 pages + 6 appendices 5 March 2015
Degree programme	Materials Technology and Surface Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Specialization option	
Instructors Supervisor	Tomi Harju, Master of Science Jukka Lähde, Chief Technology Officer Kai Laitinen, Principal Lecturer
<p>The Finnish Transport Agency and FSP Finnish Steel Painting Ltd commissioned a common project to study the Isotrol painting system with respect to the maintenance painting of bridges. The purpose of the project was to lengthen the maintenance interval so that costs could be cut.</p> <p>Various anticorrosive painting systems were compared on different gripping surfaces. The selected anticorrosive painting systems were studied in the literature and their functional principles were compared. Painting systems selected for the tests were examined in more detail. The Tiel 4.9 (epoxy-mastic) painting system defined in the Finnish Transport Agency's Silko directive was used on a steel-brushed surface as a reference.</p> <p>The Isotrol –painting system was studied and compared to the reference. In maintenance painting, the old paint is not removed completely; therefore, in the project, Isotrol –painting was tested on outdated commonly used anticorrosive paints. Adhesion was tested on rusted St 2- and Wa 2-pre-cleaned test plates as well as on alkyd- and red lead- painted test plates.</p> <p>The tests were performed in accordance with the standard SFS-EN ISO 12944. In the tests, ages were in accordance with the exposure class C5-M(M). Neutral salt spray test was conducted in accordance with the exposure class C5-M(H).</p> <p>The results of the reference plates were clearly acceptable for the systems exposed to environmental stress. The results of salt spray and scribe tests were immaculate.</p> <p>In the Isotrol painting system adhesion to the substrate was adequate when the system was not exposed to environmental stress and also when the system was exposed to condensation conditions. Fracture mainly occurred in the primer cohesion. However, the corrosion environment in the salt spray test was too much for the features of Isotrol. After the test, the paint came off up to 1.5 cm around the artificial scribe.</p> <p>The results were examined for suitability under environmental stress in accordance with the standard SFS-EN ISO 12944. It was concluded that the Isotrol painting system would not be suitable applications exposed to stress.</p>	
Keywords	Maintenance painting, corrosion protection, Isotrol, Tiel 4.9

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Korroosio	3
3	Korroosionestomaalaus	7
3.1	Korroosionestomaalausjärjestelmät	7
3.2	Isotrol –maalausjärjestelmä korroosion estäjänä	10
4	Testilevyt ja esikäsittelyt	12
5	Maalaus ja maaliyhdistelmät	13
5.1	Alkydimaalausjärjestelmä	14
5.2	Lyijypitoinen maalausjärjestelmä (Lyijymönjä)	14
5.3	Tiel 4.9 –järjestelmä	14
5.4	Isotrol –järjestelmä	14
6	Kokeelliset menetelmät	16
6.1	Sideaineen liukoisuus	16
6.2	Kuivakalvonpaksuus	17
6.3	Irtivetokoe	17
6.4	Kondensaatiotesti	18
6.5	Suolasumu	19
6.6	Viiltokoe	20
7	Tulokset ja tulosten tarkastelu	21
7.1	Liukoisuus	21
7.2	Kuivakalvonpaksuus	21
7.3	Irtivetokoe ja kondensaatiotesti	22
7.4	Suolasumu ja viiltokoe	27
8	Johtopäätökset	31
	Lähteet	32

Liitteet

Liite 1. Alkydimaalausjärjestelmän tuoteselosteet

Liite 2. Tiel 4.9 –maalaujärjestelmän tuoteselosteet

Liite 3. Isotrol –maalaujärjestelmän tuoteselosteet

Liite 4. Irtivetokokeen ja viiltotestin tulokset

Liite 5. Kuvia kuiva- ja märkätartuntamittauksista

Liite 6. Kuvia suolasumu- ja viiltokokeesta

Lyhenteet ja käsitteet

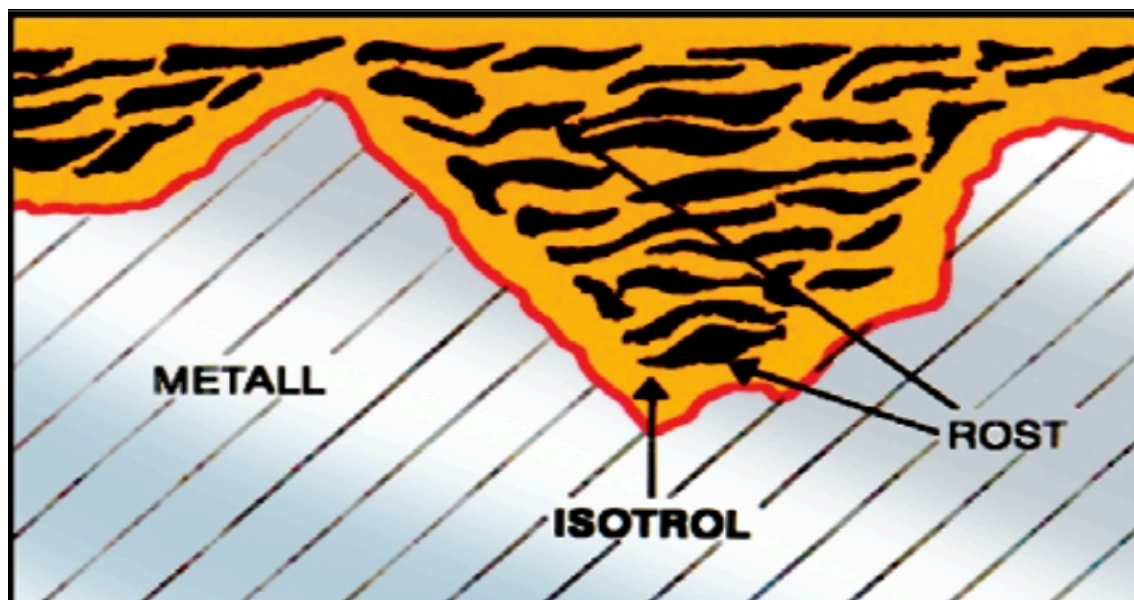
Tiel 4.9	Liikenneviraston koodi epoksimastic -maalaujärjestelmälle.
Lyijymönjä	Vanha yleisesti käytetty lyijypitoinen (Pb_3O_4) ankaraan rasitukseen tarkoitettu maali.
Elektrodipotentiaali	Metallin jalousaste.
Elektrolyytti	Sähköä johtava liuos.
Polarisaatioilmiö	Korroosioreaktion vastusvoima.
Inhibiitti	Korroosionopeutta hidastava aine.
NSS	Neutraali suolasumukoe, jossa käytetään 5 - % :sta natriumkloridiliuosta, jonka pH-arvo on 6,5–7,2.
CH	Tasaiset kondensaatio – olosuhteet.
C3-H	Kohtalainen ilmastorasitus, korkea kestävyysaika.
C5-M(M)	Erittäin ankara meri-ilmastorasitus, kohtalainen kestävyysaika.
C5-M(H)	Erittäin ankara meri-ilmastorasitus, korkea kestävyysaika.
RH	Suhteellinen kosteus.
Ruoste	Raudan korroosiotuote, rautaoksidia ja rautahydroksidia.
Kuivatartunta	Irtivetokokeen tulos ennen rasituksia.
Märkätartunta	Kondensaatiotestin jälkeen suoritetun irtivetokokeen tulos.
Koheesio	Aineen sisäisten molekyylien välinen tartuntavoima.
Adheesio	Aineiden välinen tartuntavoima.
Sa 2 ½	Hyvin huolellinen raesuihkupuhdistus.
St 2	Huolellinen käsityökaluilla tai koneellisesti tehty puhdistus.
Wa 2	Huolellinen suurinopeuksisella vesisuihkutuksella tehty puhdistus.

1 Johdanto

Sillat rapistuvat ja ruostuvat. Teräsrakenteiden korroosionestoa pitää kehittää. Liikennevirasto ja FSP Finnish Steel Painting Oy ovat yhteistuumin tilanneet insinööriyön siltojen korroosioneston kehittämiseen. Insinööriyössä tutkitaan Isotrol -maalauksjärjestelmän soveltuvuutta teräsrakenteiden huoltomaalaukseen ilman vanhojen maalikerrosten poistoa.

Siltojen huoltomaalaukseen kuuluu yleensä vanhan maalipinnan poisto kokonaan tai osittain. Maalipinta poistetaan raesuihkupuhaltamalla käyttäen luonnonhiekkaa. Menetelmä on kallis, koska vanha ympäristölle myrkyllinen maali pitää kerätä talteen. Useat vanhat erittäin ankaran ilmastorasituksen kestävä maali sisältävät haitallista lyijyä, jolloin maalin keruu on välttämätöntä. Nykyään nuo lyijypitoiset maali tunnetaan yleisesti nimellä ”lyijymönjä”.

Maalin poistamista voidaan lykätä eli suuren huollon huoltoväliä voidaan pidentää käyttämällä huoltomaalausjärjestelmää. Isotrol -maalauksjärjestelmällä maali ruiskutetaan vanhan maalin ja ruosteen päälle. Esikäsittelynä kaikki irtonainen aine ja ruoste poistetaan korkeapainevesisuihkutuksella. Pintaan jää vielä vahvasti kiinnittynyttä ruostetta, jonka päälle Isotrol -maali ruiskutetaan. Pellavaöljypohjainen pohjamaali tunkeutuu kuvan 1 tapaan jopa ruosteen läpi teräkseen. Näin varsinaiselle maalille saadaan riittävä tartunta. Nähtäväksi jää onko pellavaöljypohjaisella maalilla tarpeeksi pieni viskositeetti, pintajännitys ja molekyylikoko läpäistäkseen ruosteen pienet huokoset.



Kuva 1. Isotrol Primer :n penetroituminen metalliin ruosteen läpi. [1]

Kyseenalaista on esikäsittely, jolla maalattavaan pintaan jää korroosiotuotetta. Lopputuloksen kannalta maalattavan teräksen ja maalin väliin jäävä materiaali on aina riski. Ympäristönkestävyys vaatii rasisusta kestävästä maalausjärjestelmästä. Tällöin on huolehdittava että korjattavaan maalaukseen ei jää virhekohtia, joihin kosteus pääsee kondensoitumaan ja synnyttämään korroosiota. Ruustumisen laajuutta on vaikea arvioida, koska kaikkea ruostetta ei poisteta, joten virhekohtia voi jäädä esikäsittelyn jälkeenkin.

2 Korroosio

Korroosion vaikutus ympäristössämme on valtava, sen vaikutusta ei saa vähätellä, koska sillä on suuri taloudellinen merkitys koko yhteiskunnalle. Ruostumista tapahtuu sekä polkupyörissä että suurissa rakennuksissa ja rakennelmissa. Polkupyörien korroosion aiheuttamat kustannukset ovat pieniä, mutta suurissa rakennelmissa kuten silloissa korroosion vaikutuksen voivat olla tuhoisat, jopa hengenvaaralliset. Hyvänä esimerkkinä voimme käyttää vuonna 2007 tapahtunutta siltaturmaa Minneapolisissa, Yhdysvalloissa. Sillan rakenteet olivat ruostuneet ja kunnossapitoa oli laiminlyöty. Rakenteiden seinämät olivat ohentuneet, aiheuttaen rakenteen heikkenemistä ja lopulta romahtamista. [2]

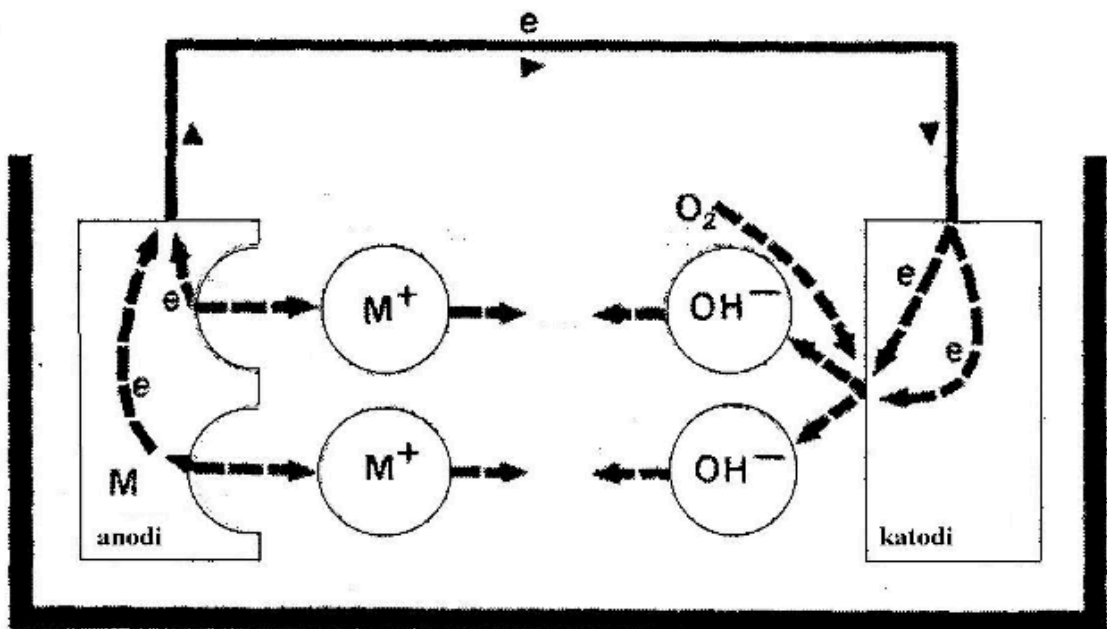
Korroosio aiheuttaa maailmanlaajuisesti taloudellista tappiota vuosittain noin 1,7 biljoonaa euroa. Valtioiden bruttokansantuotteesta se vie keskimäärin 3 %. Suomen bruttokansantuotteesta se veisi noin 6 000 miljoonaa euroa, mikä olisi noin 1 100 euroa asukasta kohden. Arvioiden mukaan panostamalla korroosionsuojaukseen ja korroosionkestäviin materiaaleihin voitaisiin korroosion aiheuttamia tappioita vähentää jopa 20-25 %. [3]

Korroosion aiheuttaa metallien luonnollinen ominaisuus pyrkiä alhaisimpaan stabiiliin energiatilaan. Metallin valmistuksessa malmikivistä käytetään suurta energiamäärää, josta osa varastoituu lopputuotteeseen. Energian varastoituminen korottaa metallin reaktiivisuutta ja energiasisältöä. Korroosioreaktioiden avulla metalli pyrkii vapautumaan varastoituneesta energiasta. [4, s. 17-18; 5, s. 126]

Ilmastollinen korroosio on sähkökemiallinen ilmiö, minkä edellytykset ovat riittävä kosteus, potentiaaliero eli jännitteellinen varaus sekä korroosioparien sähköinen yhteys. Korroosio perustuu korroosioparien eli galvaanisten paikallisparien toimivuuteen. Saman metallin paikallisparit voivat muodostua rakenteellisista tai analyttisistä eroista sekä erilaisista liukenemis- tai hapettumistaipumuksista, jotka ovat omaksuneet muusta metallista poikkeavan elektrodipotentiaalin. Korroosioreaktioiden muodostuminen tarvitsee elektrolyytin yhdistämään eri elektrodipotentiaalin omaavat osat metallista. Myös elektrolyytin jonkin komponentin väkevyyserot voivat aiheuttaa korroosiopareja. Anodi- ja katodireaktiot sekä niitä yhdistävät metallinen yhteys ja elektrolyytti muodostavat suljetun virtapiirin. Näin syntyvä virtapiiri toimii niin kauan kuin

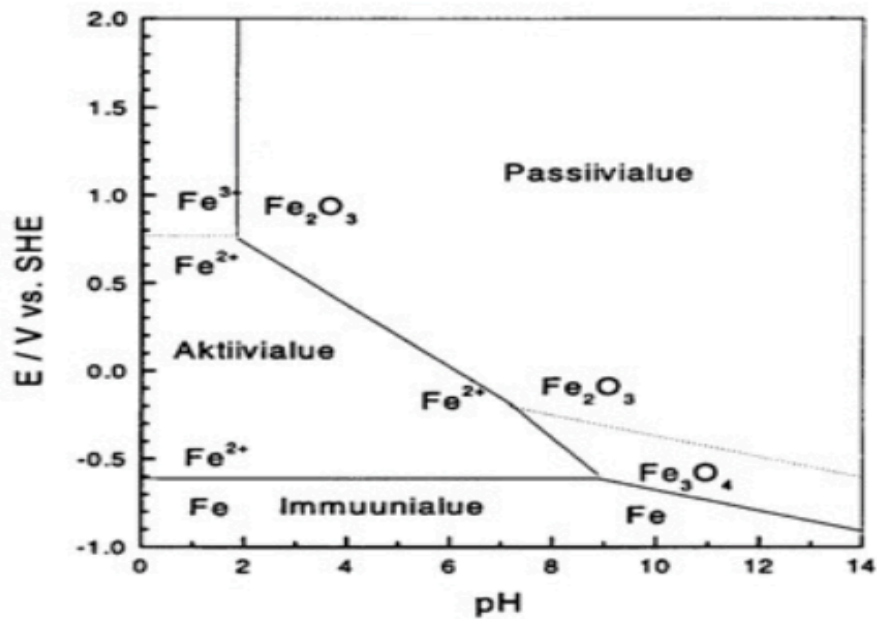
korroosioympäristö on suotuisa korroosiolle eli merkittäviä polarisaatioilmiöitä ei esiinny. Polarisaatioilmiöt ovat korroosioreaktion vastusvoimia. Korroosio voi estyä metalliatomin ylijännitteestä, jolloin metalli ei kykene siirtymään ionimuotoon, tai hitaasta diffuusiosta, jolloin elektrolyytin konsentraatio ei ole suotuisa korroosioreaktioille. Reaktio voi estyä myös liuoksen sisäisestä vastuksesta tai metallin pinnalla olevista kerrostumista, kuten oksideista. [4, s. 22-24. 102; 5, s. 7-15]

Epäjalompi metallin kohta, millä on matalampi elektrodipotentiaali, muodostuu sähköisessä parissa anodiksi ja liukenee ioneina. Anodisessa reaktiossa metalli hapettuu eli luovuttaa elektroneja. Muodostuneen parin jalommasta kohdasta syntyy katodi ja sen liukeneminen hidastuu tai loppuu täysin. Katodireaktiossa metalli pelkistyy, jolloin metalli vastaanottaa elektroneja. (Kuva 2)



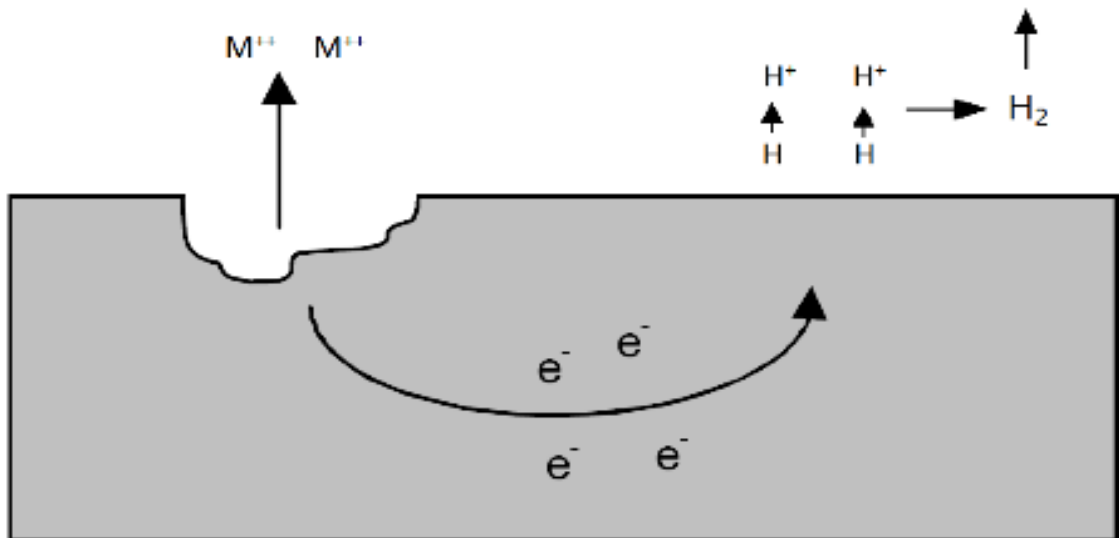
Kuva 2. Klassinen korroosiparin kaavio. [4, s. 22]

Potentiaalimuutokset sekä elektrolyytin pH- arvot määrittävät vahvasti korroosion etenemistä, kuten kuvasta 3 nähdään. Myös elektrolyytin pitoisuudet vaikuttavat korroosioympäristöön.



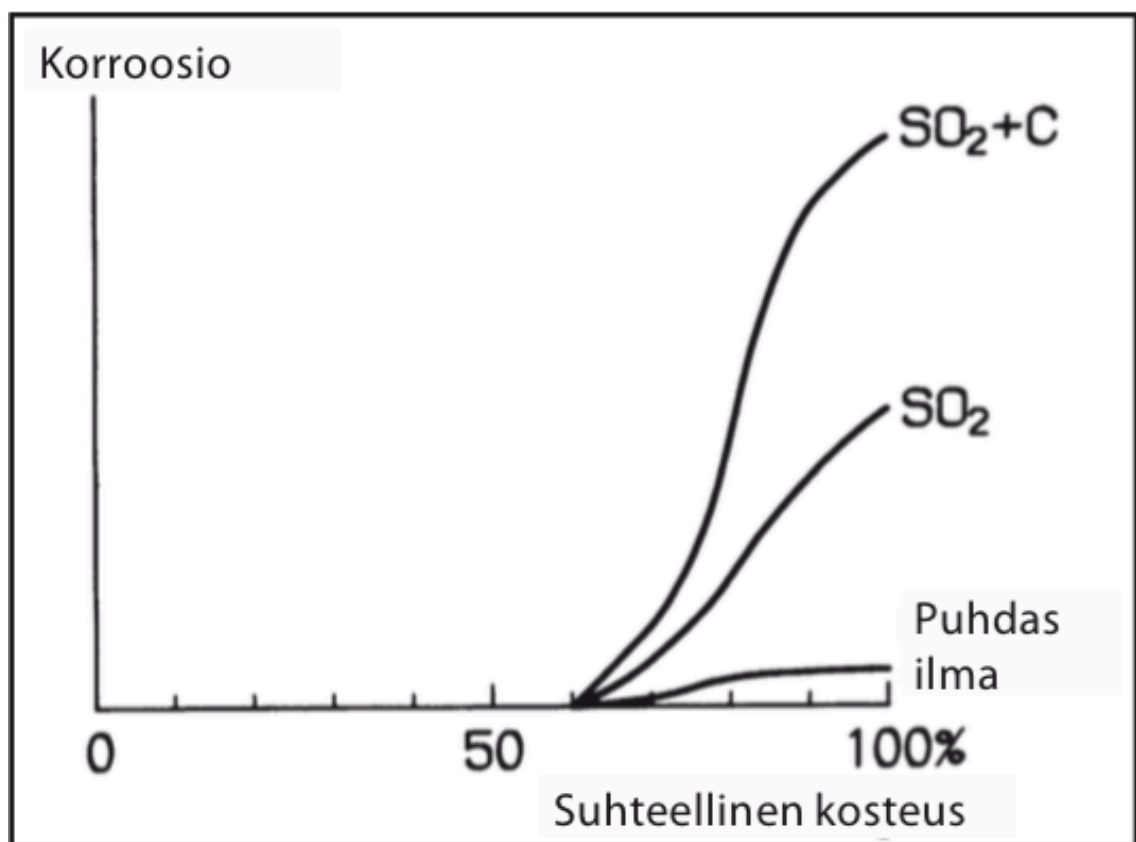
Kuva 3. Raudan Pourbaix -diagrammi vedessä.

Yleisessä korroosiossa metallin pinta liukenee tasaisesti, koska metallin korroosiotuote ja elektrolyytti aiheuttavat jatkuvasti muutoksia korroosioympäristöön. Tällöin anodi- ja katodialueet vaihtavat jatkuvasti paikkojaan. Paikkojen vaihtelu on mahdollista, koska anodi- ja katodipotentiaalien ero on vain muutama millivoltti. Pienikin polarisaatioilmiö esimerkiksi potentiaalimuutos voi olla merkittävä, mikä nähdään kuvan 3 raudan Pourbaix -diagrammista. [4, s. 22, 41, 49; 5, s. 60-63] Kuvan 4 esimerkissä nähdään yksinkertaistettu korroosioreaktio samassa kappaleessa.



Kuva 4. Esimerkki metallin syöpmisestä, kun anodi ja katodialue ovat samassa kappaleessa.

Vallitsevalla ympäristöllä on suuri merkitys korroosioon ja sen nopeuteen. Vesistöjen yllä sekä niiden välittömässä läheisyydessä korroosioympäristön vaikutus on hyvin ankaraa. Tällaiseen ympäristöön rakennetut teräsrakenteet ovat jatkuvasti alttiina korroosiolle. Saman teräskappaleen pinnalla on aina korroosiojälkiä, joten korroosio alkaa heti kun kosteutta pääsee pinnalle. Korroosiota tapahtuu käytännössä aina kun korroosioympäristön suhteellinen kosteus RH ylittää 60 % ja korroosio etenee kuvan 5 mukaisesti. Korroosio voi alkaa myös pienemmillä kosteuksilla, jos teräksen pinnalla on epäpuhtauksia, kuten suolaa. Rikkiyhdisteet sen sijaan kiihdyttävät korroosioreaktioita huomattavasti (kuva 5). [6, s. 127; 7, s. 37; 8, s. 2]



Kuva 5. Ilmastosta johtuva korroosio suhteellisen kosteuden funktiona. [6, s. 127]

3 Korroosionestomaalaus

Korroosionestomaalauksen tavoitteena on eristää metallipinta korroosioympäristöstään ja estää korroosioreaktioiden eteneminen. Korroosioreaktiot estetään lisäämällä maaliin inhibiittoreita eli korroosionestopigmenttejä, jotka vähentävät korroosionopeutta. Näin maalaus ehkäisee suljetun virtapiirin muodostumista, missä elektronit pääsisivät kulkeutumaan.

Erittäin ankarassa korroosioympäristössä korroosion estäminen vaatii maalilta hyvin pienen vedenläpäisyn lisäksi riittävän tarttuvuuden metalliin. Maali ei saa läpäistä vettä, koska veden pääsy metallin pinnalle tarkoittaa korroosion alkamista. Mikään maali ei kuitenkaan ole täysin vedenpitävä, jolloin maalin inhibointi on tarpeen.

Maalaamalla teräsrakenteet saadaan kustannustehokas keino korroosion estämiseksi. Maalaus ja esikäsitteily voidaan tehdä paikan päällä, jolloin tuotetta ei tarvitse ottaa pois käytöstä pitkäksi aikaa.

3.1 Korroosionestomaalausjärjestelmät

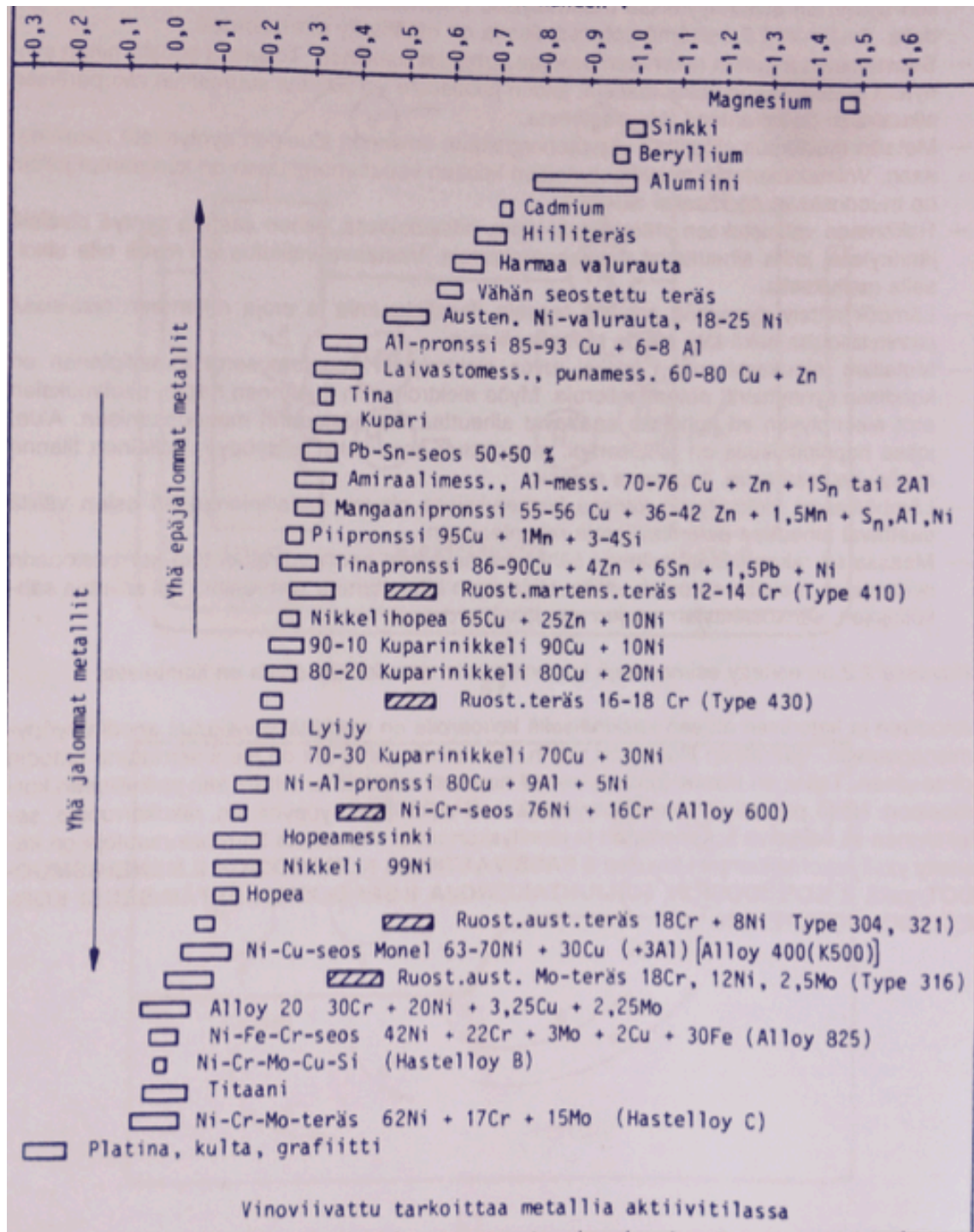
Maalausjärjestelmät koostuvat pinnan esikäsitteilystä ja maalikerroksista. Maalikerroksien määrä ja maalityypit määräytyvät kohteen korroosioympäristöstä, jotka luokitellaan standardissa SFS-EN ISO 12944. Maalausjärjestelmien jokaisella maalikerroksella on siis tarkoituksensa. Yleisesti ottaen järjestelmät koostuvat esikäsitteilystä sekä pohja-, väli- ja pintamaalista. Maalausjärjestelmä on vahvempi monikerroksisena kuin yksikerroksisena, koska mikrokooppisia virheitä syntyy jokaiseen maalaukseen, maalarista ja maalista huolimatta. Eri maalikerrosten virhekohdat osuvat hyvin pienellä todennäköisyydellä kohdakkain. Maalausjärjestelmien korroosiota estävät ominaisuudet ovat eristävyys, inhibointi, sähkövastus sekä katodinen suojaus.

Hyvä esikäsitteily on maalausjärjestelmän pohja, joten alustan puhtaus on ensiarvoisen tärkeää. Lika, rasvat, ruoste ja muut irtonaiset ainekset tulee poistaa huolellisesti, koska ne heikentävät pohjamaalin tarttumista. Epäpuhtaudet maalikalvon alla aiheuttavat korroosiota, kondensoitunut liuos pyrkii tiivistymään näihin kohtiin. Liuos voi

reagoida epäpuhtauksien kanssa kiihdyttäen korroosioreaktioita. Esikäsittely voi olla kemiallista tai fysikaalista, mutta lopputulos tulee olla pohjamaalille sopiva. Usein pinnan tulee olla kaikesta irtonaisesta aineksesta puhdas.

Pohjamaali on maalausjärjestelmän ensimmäinen kerros, joten sen tärkein tehtävä on tarttua teräksen pintaan. Pohjamaalin tarttuvuus voi olla fysikaalista tai kemiallista ja se määrää koko maalausjärjestelmän kiinni pysyvyyden. Hyvä tarttuvuus hidastaa mahdollisen korroosion etenemistä maalikalvon alla. Maali ei kuitenkaan ole koskaan niin hyvin kiinni, että se estäisi ruosteen etenemisen kokonaan. Toinen tärkeä ominaisuus on estää teräksen korrosio, kun liuosta pääsee teräksen pinnalle. Sähkökemialliseen suojaukseen perustuvat korroosionestopigmentit sijoitetaan pohjamaaliin, koska silloin ne sijaitsevat mahdollisimman lähellä teräksen pintaa, jossa korroosiotapahtuu. Maalin tulee myös olla niin pigmenttipitoista, että maalikalvo on itsessään sähköä johtava. Näin pigmenttien ja teräksen sähköinen yhteys on taattu, tällöin pigmentti suojaa terästä katodisesti synnyttämällä galvaanisen korroosioparin. Pohjamaalissa voidaan käyttää myös kemiallisesti suojaavia pigmenttejä. Pigmentit muodostavat tiiviitä yhdisteitä, jolloin suurikokoisten metalli-ionien kulku estyy. [4, s. 685; 8, s. 3]

Sähkökemiallisesti terästä suojaavan pigmentin toiminta perustuu sähkökemialliseen jännitesarjaan, joka kertoo metallien potentiaali- eli jalouserot. Sähkökemiallinen jännitesarja kertoo metallin kyvyn hapettua vetyelektrodiin nähden. Koska korroosioparien toiminta perustuu jalouseroihin, on pigmentin oltava suojattavaa metallia epäjalompi. Yleisin sähkökemiallisesti suojaava pigmentti on sinkkipöly, joka on kuvan 6 galvaanisessa jännitesarjassa terästä epäjalompana. Galvaaninen jännitesarja pohjautuu metallien eri ominaisuuksiin hapettua tietyissä olosuhteissa. [4, s. 19; 9, s. 10-13]



Kuva 6. Galvaaninen potentiaalisarja Calomel (SCE) -elektrodiin nähden eri metalleille ja metalliseoksille + 20 °C:n lämpöisessä merivedessä [4, s. 32]

Välimaali on maalausjärjestelmän toinen maalikerros. Välimaali voi olla samaa kuin pohjamaali käyttötarkoituksesta riippuen. Usein välimaalin tarkoituksena on eristävyys ja maalausjärjestelmän kokonaispaksuuden lisääminen, jotta liuoksella, hapella sekä sähköisellä yhteydellä on pidempi matka teräksen pintaan. Tähän maalikerrokseen lisättävät korroosionestopigmentit suojaavat terästä sekä fysikaalisesti että

kemiallisesti. Välimaalit voivat sisältää tiivistäviä levymäisiä pigmenttejä kuten alumiinijauhetta ja rautakiillettä maksimaalisen korroosioneston saamiseksi. Pigmentit hidastavat tai estävät hapen, liuoksen tai ionien läpäisyä maalikalvossa. Välimaalin ominaisuuksiin kuuluu myös antaa pintamaalille tarpeeksi sileä tartuntapinta, jotta pintamaalauksen ulkonäkövaatimukset onnistuvat. [4, s. 687; 8, s. 3]

Fysikaalisesti terästä suojaavat pigmentit estävät hapen ja liuoksen läpäisyä maalikalvossa. Levymäiset rautakiille- ja alumiinijauhepigmentit ovat tiivistäviä korroosionestopigmenttejä. Levymäiset pigmentit ovat inerttejä ja muodostavat laminaalisen järjestyksen maalissa. Tällöin liuoksella ja hapella on huomattavasti pidempi matka kulkea teräksen pintaan. Tällaisen maalikalvon paksuudella on moninkertainen merkitys maalikalvoa läpäisevien aineiden matkan pituuteen. Tiivistävät pigmentit myös parantavat maalin koheesiovoimia, jolloin maalin ominaisuudet muuttuvat. Maalin sideaineen UV-valon kestävyys, kulutuskestävyys sekä kovuus paranevat.

Kemiallisesti terästä suojaavat pigmentit reagoivat läpäisevän liuoksen ja hapen kanssa muodostaen yhdisteitä, jotka eivät aiheuta korroosiota. Nämä pigmentit sitouttavat läpäisevät aineet ja muodostavat hydrokseja, jotka itsessään estävät liuoksen ja hapen läpäisyä muodostaen suojaavan kalvon. Pigmentit voivat reagoida myös teräksestä syöpyvien oksidien kanssa muodostaen suojaavan kerroksen. [8, s. 3]

Pintamaalin tarkoituksena on vastustaa sähkövirran kulkua sekä eristää liuoksen ja hapen pääsy alempiin maalikerroksiin, joten ympäristönkestävä pintamaalaus on aina tarpeen. Ultraviolettilin vaikutus haurastuttaa ja kellastuttaa maalia, joten pintamaalilta vaaditaan tiiviiden ja eristävyiden lisäksi myös UV-valon kestoja. Tiivis pintamaalikerros toimii hyvin sähkön- ja veden läpäisyn vastuksena, joihin korroosionesto osittain perustuu. Pintamaalin kiiltoaste ja sävyvalinta antavat maalauksjärjestelmälle lopullisen esteettisyytensä. [4, s.687; 8, s. 3]

3.2 Isotrol –maalauksjärjestelmä korroosion estäjänä

Isotrol –maalauksjärjestelmä on korroosion estäjänä poikkeuksellinen, koska pohjamaalin tarkoitus on penetroitua ruosteen läpi tarttuakseen fysikaalisesti teräksen pintaan. Muut korroosionestojärjestelmät vaativat aina ruosteen poiston lähes kokonaan, mutta Isotrolilla kovasti kiinni olevaa ruostetta ei tarvitse poistaa

tunkeutuvan ominaisuutensa vuoksi. Niin sanottua irtonaista ainesta ei saa Isotrolillaakaan maalattaessa pinnassa olla. [1]

Pohjamaalin tunkeutuvuus perustuu pellavaöljyyn, joka on pellavan siemenistä mekaanisesti puristamalla tai kemiallisesti uuttamalla saatava kuivuva öljy. Pellavaöljy on niin sanotusti hengittävä eli se läpäisee liuosta ja ilmaa. Pohjamaalissa pellavaöljy on muodostanut alkydi-sideaineen kanssa polymeerin, joka on helposti huokosiin penetroituva.

Isotrol Primer -pohjamaali penetroituu ruosteen huokosiin ja kovettuessaan kapseloi ruosteen sisäänsä. Kovettunut pohjamaali muodostaa fysikaalisen tartunnan teräkseen ja ruosteeseen. Pinnan eristäminen estää korroosioreaktioita tapahtumasta, koska teräs ei ole sähköisessä yhteydessä hapen ja liuoksen kanssa. Pohjamaali ei ole myöskään sähköä johtava, joten se vastustaa myös korroosioreaktion vaatimaa sähkövirtaa. [1]

Pohjamaali penetroituu huokosiin paine-eron ja kapillaarivoimien takia, mikä estää pigmenttien käytön. Kapillaari-ilmiössä nesteen sisäiset koheesivoimat ovat pienempiä kuin nesteen ja kiinteän aineen väliset adheesivoimat. Pohjamaalin sähkökemiallisesti suojaavaa pigmenttiä tulisi olla niin paljon, että maali olisi sähköä johtava. Tämä tarkoittaisi lähes 90 painoprosentin kuiva-ainepitoisuutta [liite 2]. Tämä aiheuttaisi maalin ominaisuuksissa huomattavia muutoksia viskositeettiin, pintajännitykseen ja muihin penetroitumiseen vaikuttaviin ominaisuuksiin. Pohjamaalin penetroituminen syviin huokosiin ei onnistuisi näillä ominaisuuksilla, koska maalin koheesivoimat suurenevat. [1]

Isotrol –maalaujärjestelmässä käytetään vahvaa tiivistävää korroosionestopigmentointia. Isotrol -maalaujärjestelmän välimaalissa on maalia tiivistävä alumiinihiutale- ja rautakiillepigmentointi, joiden tarkoituksena on estää liuoksen ja hapen läpäisyä. Näin ollen sen korroosionesto perustuu pohjamaalin hyvään tartuntaan, välimaalin tiivistävien pigmenttien vaikutukseen sekä pintamaalin sähkönvastukseen ja ympäristönkestävyyteen. [1]

4 Testilevyt ja esikäsittelyt

Testimateriaalit olivat rakenneterästä ja vanhan teräksisen sillan pala. Teräslevyt olivat kauttaaltaan ruostuneet, mutta muusta liasta mahdollisimman puhtaat. Levyt olivat kooltaan vähintään 3-10 x 70 x 100 mm ja niiden ruostumisaste oli C standardin SFS-EN ISO 8501-1 mukaisesti. [10] Sillan palassa on vanha lyijymönjämäali, joten sen ruostumisaste oli Ri 0 standardin SFS EN-ISO 4628-3 mukaisesti [11]. Sillan pala oli kooltaan noin 30 x 300 x 500 mm. Sillan palan paloitteluun testeihin ei ollut mahdollista, koska paloittelu kuumentaa terästä, jolloin maalipinta voi vaurioitua.

Testattavia näytteitä oli yhteensä 38 kappaletta. Leikattujen tai muuten rajattujen testialueiden mitat olivat vähintään 150 x 100 mm tai 70 x 100 mm standardien SFS EN-ISO 9227 ja SFS EN-ISO 6270-1 mukaisesti. [12; 13] Sillan pala rajattiin viideksi testialueeksi säänkestävää teippiä käyttäen. Irtivetokoe vaatii 3 mm paksut levyt, jotta taipumista ei tapahtuisi.

24:lle teräslevylle ja sillan palalle tehtiin esikäsittely 200 bar:n vesisuihkutuksella esikäsittelyasteeseen Wa 2 standardin SFS EN-ISO 8501-4 sanallisen määritelmän mukaisesti. Huollettavia korrodoituneita rakenneteräksiä käsiteltäessä maalausjärjestelmillä yleisesti vaadittava esikäsittely vedellä on 700 bar:n vesisuihku esikäsittelyasteeseen Wa 2, mutta 700 bar:n painetta ei ollut mahdollista saada, joten tyydyttiin huolelliseen 200 bar:n vesisuihkutukseen esikäsittelyasteen heikkenemättä [14;15]. Vesisuihkutuksen jälkeinen pikaruostuminen minimoitiin kuivaamalla levyt paineilmalla välittömästi vesisuihkutuksen jälkeen.

Yhdeksän vesisuihkutetun levyn esikäsittelyä parannettiin teräsharjauksella esikäsittelyasteeseen St 2, jotta ruostuneiden levyjen esikäsittelyasteelle saadaan vertailua. Teräsharjaus poisti tiukasti kiinni olevaa vierasta ainetta ja aiempaa ruostetta standardin SFS EN-ISO 8501-1 sanallisen määritelmän mukaisesti. [10]

Testilevyistä yhdeksän pestiin alkalisesti, raesuihkupuhallettiin tuoteselosteiden mukaisesti esikäsittelyasteeseen Sa 2 ½ standardin SFS EN-ISO 8501-1 mukaisesti (Liite 1) [10].

5 Maalaus ja maaliyhdistelmät

Koelevyjen ja maalien annettiin vakioitua standardiolosuhteissa 72 tuntia ennen maalausta. Lämpötila oli 23 ± 2 °C ja suhteellinen kosteus RH oli 50 ± 5 %. Maalien komponentit sekoitettiin huolellisesti tuoteselosteiden mukaisesti. Maalauksen ja maalin kuivumisen aikana ilman, pinnan ja maalin lämpötilat olivat noin 23 °C astetta ja suhteellinen ilmankosteus RH oli noin 50 %. Kaikki maalaukset tehtiin tuoteselosteiden mukaisesti siveltimellä. Alkydimaalauksen tuoteselosteen mukaan maali tulisi ruiskuttaa. Valmiiksi maalattujen testilevyjen annettiin kuivua noin 4 päivää ennen jatkotoimenpiteitä.

Yhdeksän raesuihkupuhallettua testilevyä maalattiin ensin alkydimaalausjärjestelmällä. Alkydimaalausjärjestelmällä maalatut testilevyt, viisi sillan palasta rajattua aluetta sekä yhdeksän Wa 2- ja kolme St 2- esikäsitteilyasteeseen puhdistettua testilevyä maalattiin Isotrol –maalijärjestelmällä. Yhteensä 26 testilevyä ja –aluetta maalattiin Isotrol –maalausjärjestelmällä taulukon 1 mukaisesti.

Tiel 4.9 –maalijärjestelmällä maalattiin kuusi Wa 2- ja St 2- esikäsitteilyasteeseen puhdistettua testilevyä taulukon 1 mukaisesti. Jälkimmäisiä levyjä pidettiin työssä referensseinä.

Taulukko 1. Testattavien Isotrol- ja Tiel 4.9 –maaliyhdistelmien tartuntapinnat sekä koekappaleiden määrä eri kokeissa. Lyhenne RT tarkoittaa ruostunutta teräslevyä.

Testattava maali-yhdistelmä	Tartuntapinta/ Esikäsitteily-aste	Suolasumukoe C3/C5		Kuivatartunta-mittaus	Kondenssi/ Märkätartunta-mittaus	Σ
Isotrol	Alkydimaali	3	3	1	2	9
	Lyijymönjän pintamaali (sillan palanen)	-	2	1	2	5
	RT / Wa 2	3	3	1	2	9
	RT / St 2	-	-	1	2	3
Tiel 4.9	RT / Wa 2	-	3	1	2	6
	RT / St 2	-	3	1	2	6
					Yhteensä	38

5.1 Alkydimaalausjärjestelmä

Esikäsittely Sa 2 ½

Pohjamaali Fontecryl 10 (nimelliskalvonpaksuus NDFT 50 µm) on vesiohenteinen yksikomponenttinen akryylipohjamaali, joka sisältää aktiivisia ruosteenestopigmenttejä.

Pintamaali Temalac FD 80 (50 µm) on yksikomponenttinen kiiltävä alkydipintamaali. [Liite 1]

5.2 Lyijypitoinen maalausjärjestelmä (Lyijymönjä)

Pohjamaali Pb₃O₄ -korroosionestopigmenttejä sisältävä pohjamaali. [16]

Pintamaali ---

5.3 Tiel 4.9 –järjestelmä

Tiel 4.9 –järjestelmä on Liikenneviraston Silko –ohjeessa ilmoitettu epoksimastic-PUR-maalausjärjestelmä. Tähän työhön on valittu Teknos Oy:n tuotteet. [17]

Pohjamaali Inerta Mastic (100 µm) on niukkaliukoinen epoksireaktiomaali. VOC –pitoisuus on 210 g/l.

Välimaali Inerta Mastic Miox (100 µm) on niukkaliukoinen MIOX -pigmentoitu epoksireaktiomaali. VOC –pitoisuus on 210 g/l.

Pintamaali Teknodur 0050 (50 µm) on kaksikomponenttinen, puolikiiltävä polyuretaanipintamaali, jonka kovetteena on alifaattinen isosyanaattiharts. VOC –pitoisuus on 430 g/l.

Pohjamaalille sallitut esikäsittelyasteet ovat St 2 ja Wa 2. [Liite 2]

5.4 Isotrol –järjestelmä

Pohjamaali Isotrol Primer (15 µm) on pellavaöljyinen alkydipohjainen kirkaslakka. VOC –pitoisuus on 460 g/l.

Välimaali Isomastic (150 µm) on kaksikomponenttinen vähäliuotteinen alumiinipigmentoitu –epoksimaali. VOC –pitoisuus on 200 ± 20 g/l.

Pintamaali Temadur 50 (50 µm) on kaksikomponenttinen polyuretaanimaali, jonka kovetteena on alifaattinen isosyanaatti. VOC –pitoisuus on 420 g/l.

Pohjamaalille sallitut esikäsitteilyasteet ovat St 2 ja Wa 2. [Liite 3]

6 Kokeelliset menetelmät

Tutkittavasta Isotrol –maalausjärjestelmästä tarvitaan tutkimustietoa varmistukseksi tarpeeksi laadukkaasta ja soveltuvasta tuotteesta. Tuotteen pitää tarttua pintaan ja sen pitää estää veden läpäisyä. Tuote ei saa irrota suhteettoman helposti, vaikka pintaan tulisi viilto. Rasittava korroosioympäristö ei saa vaikuttaa liikaa maalausjärjestelmän kiinnipitävyyteen. Maalausjärjestelmän vaatimukset määräytyvät standardin SFS EN-ISO 12944 mukaan. Testien luotettavuuden arvioimiseksi mitataan käytettävien maalausjärjestelmien pinnanpaksuudet ja tarkastetaan yleinen kunto. Isotrol -maalausjärjestelmää vertaillaan jo hyväksytyyn Tiel 4.9 -maalausjärjestelmään. Referenssinä käytetään Tiel 4.9 -maalausjärjestelmää St 2 -esikäsittelyllä.

Maaliyhdistelmän kiinnipysyvyytsvaatimus ilmastorasitukseen meneville rasittamattomille maalipinnoille on 4 MPa ja rasituksessa olleille maalipinnoille vähintään 2 MPa. Maalikalvon murtuminen ei saa tapahtua adheesiomurtumana alustasta (A/B) edes korroosiorasituksen jälkeen, ellei vetoarvo ole vähintään 5 MPa. Suolasumurasituksen jälkeen korrosio ei saa ylittää missään kohdassa 1 mm viillosta. [18, s. 63; 19]

Huoltomaalauksessa maalataan aina vanhan maalin päälle, joten on tunnistettava vanha maalityyppi. Oikean maalityypin tunnistaminen on tärkeää, koska uusi maali voi reagoida kemiallisesti vanhan maalin kanssa pilaten koko maalauksen. Työssä selvitetään sopiiko Isotrol Primer alkydimaalin sekä lyijymönjä –järjestelmällä maalatun maalin päälle, joita on käytetty paljon siltojen maalauksessa.

6.1 Sideaineen liukoisuus

Vanhan sillan pintamaalin maalityyppiä tutkittiin liukoisuuden avulla, eli pyrittiin liuottamaan maalin sideainetta. Sideaine kertoo maalityypin. Pintamaali altistettiin eri liuottimille vähintään 10 minuutin ajan ja hangattiin kangaspalalla. Liuottimet vaikuttavat eri sideaineisiin taulukon 2 tavoin.

Taulukko 2. Maalin sideaineen liukoisuus. [20]

Maali	Ksyleeni	MEK, asetoni	Etanoli, lakkabensiini	NaOH
Kloorikautsu	Liukenee	Liukenee	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Vinyyli	Ei vaikutusta	Liukenee	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Alkydi	Ei vaikutusta	Nousee /ryppyntyy	Ei vaikutusta	Kellastuu
PVA lateksi	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Liukenee	Ei vaikutusta
Akrylaatti	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Liukenee	Ei vaikutusta
Epoksi	Ei vaikutusta	Pehmenee hieman	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Polyuretaani	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta

6.2 Kuivakalvonpaksuus

Kuivakalvonpaksuudet tarkastettiin jotta maalausjärjestelmä ei jää vaadittavasta pinnanpaksuudesta vajaaksi. Mitattuja kuivakalvonpaksuuksia DFT verrattiin tuoteselosteiden kuivakalvon nimellisiin kuivakalvonpaksuuksiin NDFT. [21] Mittaukset suoritettiin kalibroidulla Elcometer 355 -pinnanpaksuusmittarilla.

6.3 Irtivetokoe

Irtivetokokeet suoritettiin standardin SFS-EN ISO 4624 mukaisesti. [22] Tutkittaville levyille liimattiin kuusi vetonuppia, joiden halkaisija oli kaksi senttimetriä. Liima oli kaksikomponenttista (1:1) Strong Epoxy Professional -epoksiliimaa. Liiman annettiin kuivua vähintään 24 tuntia ennen testiä. Irtivetokokeet suoritettiin kuvan 7 mukaisella HATE Hydraulic Pull Off Adhesion Tester -laitteistolla. Irtivetokokeen tulokseksi saatiin murtojännitys (MPa).



Kuva 7. HATE Hydraulic Pull Off Adhesion Tester -laitteisto.

Murtumaa tarkastellaan silmämääräisesti murtumatyyppin selvittämiseksi ja murtumatyyppi arvioidaan seuraavasti:

- A on alustan koheesiomurtuma;
- A/B on adheesiomurtuma alustan ja ensimmäisen pinnoitekerroksen välillä;
- B on koheesiomurtuma ensimmäisessä pinnoitekerroksessa;
- B/C on adheesiomurtuma ensimmäisen ja toisen pinnoitekerroksen välillä;
- n on koheesiomurtuma monikerrosyhdistelmän kerroksessa n;
- n/m on adheesiomurtuma monikerrosyhdistelmän kerrosten n ja m välillä;
- /Y on adheesiomurtuma liiman ja pintakerroksen välillä;
- Y on liiman koheesiomurtuma
- Y/Z on adheesiomurtuma liiman ja vetokappaleen välillä

Murtumapinta-ala arvioidaan murtumatyypeittäin prosentteina lähimpään 10 prosenttiin.

6.4 Kondensaatiotesti

Tasainen kondensaatiotesti (CH) ajettiin kuvan 8 mukaisella QUV –sääkoelaitteistolla. UV –säteilyn vaikutusta ei testattu. QUV -kondensaatiotestissä olosuhteet ovat standardin SFS-EN ISO 6270-2 mukaisia [23]. Kondensaatiokaapin alaosaan johdettava vesi lämmitetään 40 °C asteen lämpötilaan. Kondensaatiokaapin sisäilman suhteellinen kosteus RH on 100 %. Vesi tiivistyy testilevyjen pintaan, koska huoneen lämpötila pitää koelevyt noin 23 °C asteisina. Testilevyt asennetaan 75 ± 2 asteen kulmaan kondensaatiokaapin seinille, jotta pintaan tiivistynyt vesi pääsee valumaan pois. Koelevyjen reunat teipattiin säänkestävällä teipillä. Jokaisesta maalausjärjestelmästä valmistettiin kaksi rinnakkaiskappaletta. Testausaika 480 tuntia saatiin rasisluokasta C5-M(M) standardin SFS-EN ISO 12944-6 mukaisesti. [19]



Kuva 8. QUV- sääkoelaitteisto.

Kondensaatiokaapissa olleiden koelevyjen maalikalvon kiinnipysyvyyttä arvioitiin standardin SFS-EN ISO 4628-2; 3; 4; 5 mukaisesti. Pinnoitteen huononemisen arviointia ei tehty, koska visuaalisesti havaittavia virheitä ei tullut.

6.5 Suolasumu

Neutraali suolasumutesti (NSS) ajettiin standardin SFS-EN ISO 9227 mukaisesti. [12] Koelevyjen maalaamattomat osat suojattiin säänkestävällä teipillä. Testausaika maksimoitiin 1440 tuntiin rasitusluokkaa C5-M(H) vastaavaksi ja välitarkastus ajoitettiin rasitusluokkaa C3-H vastaavaksi 480 tuntiin standardin SFS-EN ISO 12944-6 mukaisesti. [19] Korroosiorasituksen jälkeen maalipinnassa ei saa esiintyä kuplimista, ruostumista, halkeilua eikä hilseilyä. Korroosiorasituksessa ei ilmennyt edellä mainittuja virheitä.

6.6 Viiltokoe

Viiltokoe tehtiin standardin SFS-EN ISO 4628-8 mukaisesti. [24] Koelevyihin tehtiin 1,00 mm levyinen ja vähintään 7 cm pituinen viilto, joka ulottui perusaineeseen. Viiltokokeen aiheuttamaa korroosiota neutraalissa suolasumussa arvioitiin C3-H ja C5-M(H) rasisluokkia vastaavien ajanjaksojen 480 ja 1440 tunnin jälkeen. Irtonainen maalikalvo poistettiin 30 tunnin kuluessa suolasumutestin loppumisesta. Irtoamisen määrittäminen tehtiin standardin mukaisesti mittaamalla ja laskemalla:

Irtoamisen keskimääräinen kokonaisleveys d_1 määritetään 0,5 mm:n tarkkuudella käyttämällä yhtälöä (1).

$$d_1 = \frac{a+b+c+d+e+f}{6} \quad (1)$$

Lasketaan irtoaminen d millimetreinä käyttäen yhtälöä (2).

$$d = \frac{d_1 - w}{2} \quad (2)$$

jossa

d_1 on irronneen alueen kokonaisleveyden keskiarvo millimetreinä

w on alkuperäisen viillon tai muun keinotekoisien vaurion leveys millimetreinä

a, b, c, d, e, f ovat yksittäisiä irtoamisen mittauksia, ks. kuva 1.

7 Tulokset ja tulosten tarkastelu

7.1 Liukoisuus

Vanhan sillan palasen pintamaalin sideainetta ei saatu määritettyä liukoisuustestillä, koska liukenemista tapahtui taulukon 3 mukaisesti monella eri liuottimella ja ohenteella. Maalin sideaine voi olla vanhentunut tai usean eri sideaineen polymeeri, milloin liukenemista voi tapahtua taulukon 3 mukaisesti. Pintamaalin sideaine saataisiin selville infrapunaspektroskopiaa (FTIR) apuna käyttäen.

Taulukko 3. Lyijymönjä –järjestelmän pintamaalin sideaineen liukoisuus.

Testattava Maali	Ksyleeni (teknolac solv)	asetoni	Etanoli	NaOH	Teknosolv 9506	Tolueeni
X	Liukenee	Liukenee	Liukenee	Ei liukene	liukenee	Ei liukene

7.2 Kuivakalvonpaksuus

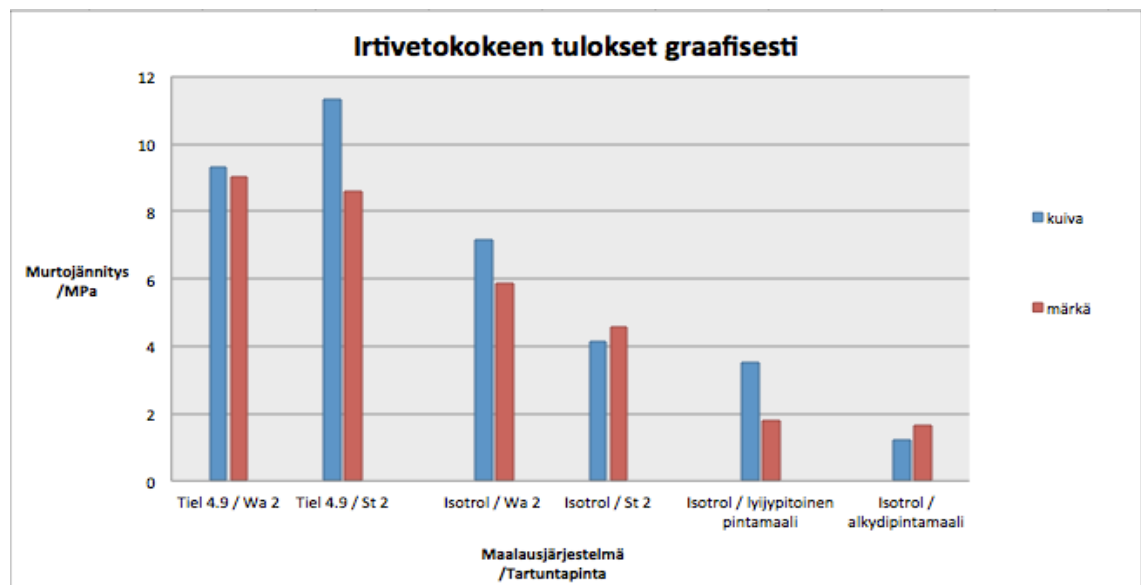
Kuivakalvonpaksuudet olivat taulukon 4 mukaisesti yli 80 % NDFT –paksuuksista, mutta jotkut ylittivät 120 %. Pääosin paksuudet olivat 105-120 % verrattuna NDFT :hen.

Taulukko 4. Maalausjärjestelmien kalvonpaksuudet.

Maalaus - järjestelmä	Tartunta - alusta	DFT (ka)	NDFT
Tiel 4.9	St 2	273	250
tiel 4.9	Wa 2	255	250
isotrol	St 2	252	215
isotrol	Wa 2	260	215
isotrol	alkydi	229	215
isotrol	Lyijymönjä	226	215
alkydi		138	100
Lyijymönjä	-	211	-

7.3 Irtivetokoe ja kondensaatiotesti

Kuvan 9 tuloksista nähdään Isotrol –maalausjärjestelmän ja Tiel 4.9 –maalausjärjestelmän tartunnan ero erilaisilla tartuntapinnoilla, sekä kondensaatiotestin vaikutus tartuntaan. Tulokset kertovat tartunta-alustan selvän vaikutuksen.

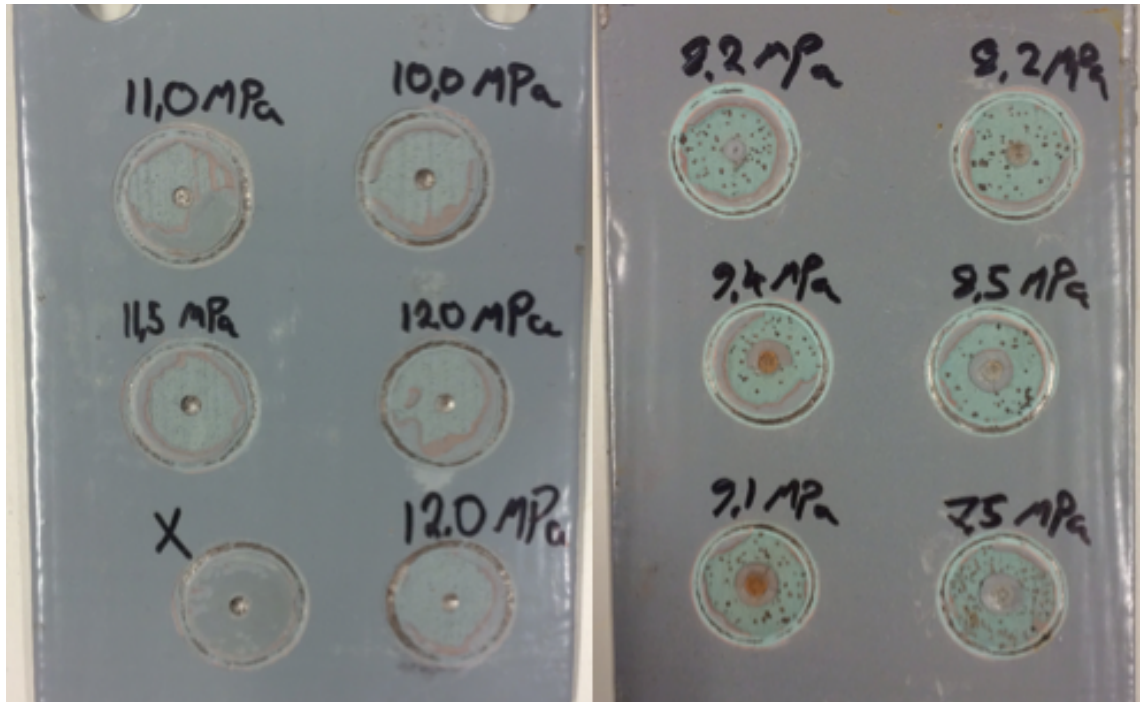


Kuva 9. Irtivetokokeiden tulokset maalien vakioinnin ja kondensaatiotestin jälkeen.

Referenssilevy sai selvästi parhaimman tuloksen kuivatartunnasta, joka oli oletettavaa. Wa 2 –esikäsittelyn tuottama tartunta oli selvästi huonompi kuin St 2 :n. Kuitenkin sekä kuiva- että märkätartunnan tulokset olivat hyviä. Suurimmista osasta Tiel 4.9 –maalausjärjestelmän tartuntanäytteistä petti pohjamaalikerroksen koheesio. Rasiustesti heikensi maalikerrosta, mutta murtumatyyppi ei muuttunut (kuva 9; liite 4, taulukko 1).

Rasiustesti osoitti myös Tiel 4.9 –maalausjärjestelmän haavoittuvuuden. Kondensoitunut vesi oli läpäissyt maalikalvon muodostaen ruostetäpliä metallin pinnalle. Irtivetokokeessa maalin tartunta alustaan petti näistä ruostuneista kohdista (kuva 10). Täplien kerääntymisessäkin esikäsittelyasteella on selvä merkitys. St 2 -puhdistetussa levyssä oli enemmän täpliä kuin Wa 2 -puhdistetussa. Oletettavasti Wa 2 -puhdistetussa levyssä on enemmän ruostetta kuin St 2 –puhdistetussa. Vesi imeytyy ruosteen läpi teräksen pintaan, jossa muodostuu uutta ruostetta. Muodostunut uusi ruoste työntää vanhaa ruostetta irti pinnasta, johon pohjamaali on edelleen kiinnittynyt. Uusi ruoste kiinnittyy myös vanhaan ruosteeseen, jolloin maali ei irtoa. Wa 2 –puhdistetussa levyssä tartuntaa heikentävää voimaa ei synny vanhan ruosteen ja maalin väliin, kun taas St 2 -puhdistetussa levyssä ruosteen muodostuminen irrottaa maalia, koska maali on kiinnittynyt teräkseen. Teräs muuttuu ruosteeksi, jolloin maalin tartunta irtoaa. Täplien määrällä on selvästi huonontava vaikutus murtojännitykseen. Mitä enemmän ruostetäpliä oli, sitä pienempi oli murtojännitys.

Inerta Mastic –pohjamaalin väri oli muuttunut kondensaatiotestin aikana metallin harmaasta orgaanisen vihreäksi, kuten kuvasta 10 nähdään. Alumiinipigmentti oli todennäköisesti hapettunut ja sen peittävyys oli heikentynyt, jolloin maalin orgaanisen sideaineen vihreä väri oli tullut vallitsevaksi. Maalin valmistajan edustajan mukaan värin muutoksella ei ole havaittavaa vaikutusta maalin ominaisuuksiin. [25] Esikäsittelyjen eroilla ei ollut vaikutusta värin muutokseen.

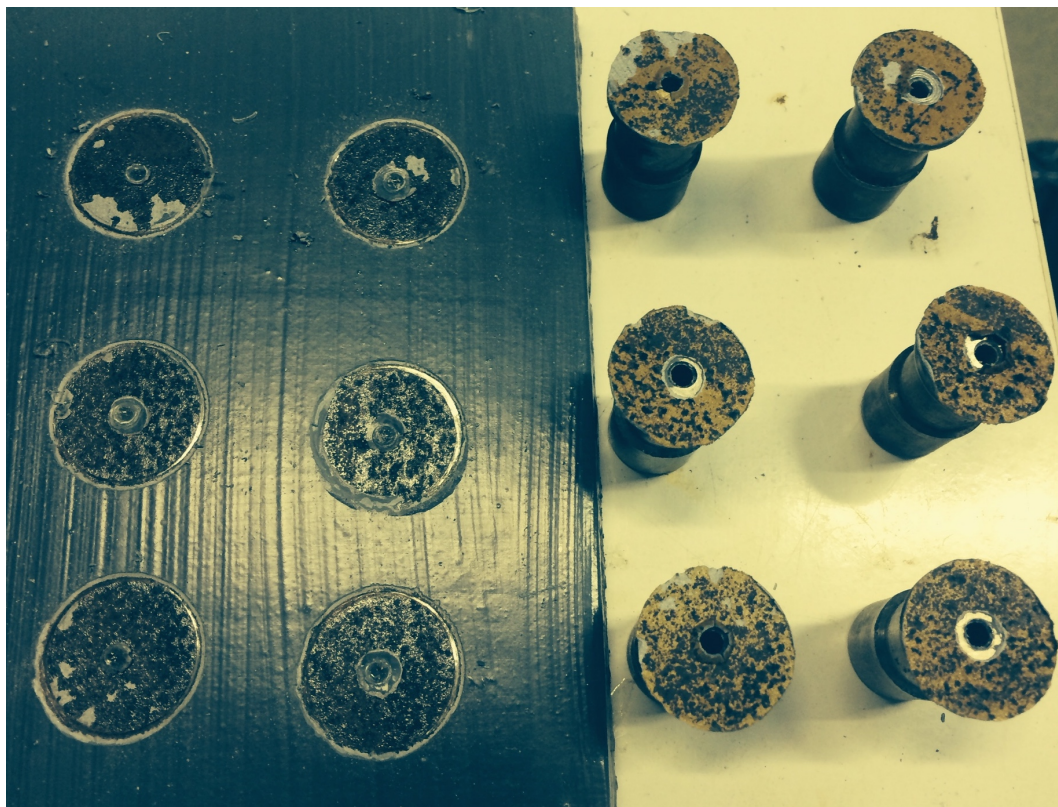


Kuva 10. Tiel 4.9 –maalauksjärjestelmän irtivetokoetulokset. Vasemmalla on kuivatartunnan tulos ja oikealla on märkätartunnan tulos.

Isotrol –maalauksjärjestelmän tartuntamittaustuloksissa oli eroja riippuen tartunta-alustasta. Selvästi yleisin murtumatyyppi Isotrol -maalauksjärjestelmissä oli pohjamaalin koheesiomurtuma B. Huomattavaa oli myös tartunta-alustassa olevan ruosteen koheesivoiman pettäminen A, joka oli osallisena suurimmassa osassa St 2- ja Wa 2-esikäsiteltyjä levyjä. (kuva 11)

Kaikki Isotrol –maalauksjärjestelmän tartunnat olivat referenssiä huonompia. Wa 2 -puhdistettu, Isotrolilla maalattu levy läpäisi selvästi tartuntojen vaatimukset C3-H ja C5-M rasitusluokissa. St 2 -puhdistetun levyn tartunnat ovat hyväksytyissä rajoissa ja murtumatyypit ovat A (alustan koheesio) ja B (pohjamaalin koheesio) (kuva 9). Märkätartunta-arvot ylittävät 4 MPa ja alustan ja pohjamaalin adheesivoiman murtumatyyppiä A/B ei juurikaan esiinny, joten tartunta ruosteeseen alustaan pysyy riittävänä rasituksesta huolimatta. Voidaan päätellä Isotrol Primer:n koheesio heikentyvän kondensoituneen veden johdosta, koska murtumatyyppin B osuus kasvoi kondensaatiotestissä. Murtumatyyppin A osuus lisääntyi myös, joten teräksen ruostuminen ja ruosteessa tapahtuvat muutokset heikentävät tartunta-arvoja. Märkätartunta-arvot ovat pienempiä kuin kuivatartunta-arvot.

Tarkasteltaessa Isotrolilla maalattuja teräslevyjä, murtumapinnoissa nähdään ruostetta ja pohjamaalia päällekkäin. Murtumapinnoilla nähdään pieniä pistemäisiä ruostetäpliä pohjamaalin seassa, mistä voidaan päätellä pohjamaalin penetroituneen ruosteeseen (kuva 11; kuva 12).



Kuva 11. Isotrol –maalauksjärjestelmän irtivetokokeiden murtopinnat esikäsitteilyasteella Wa 2.

Isotrol Primer on väritön kirkaslakka, joten murtumatyyppien ja niiden osuuksien arvioinneissa voi olla virheitä. Ruosteen ja kirkaslakan raja ei ole selvästi erotettavissa, kuten kuvasta 12 voidaan huomata.



Kuva 12. Isotrol –maalauksjärjestelmän irtivetokoetulos.

Lyijymönjä -maalauksjärjestelmän päälle maalatun Isotrolin kuivatartunnat ylittävät 4 MPa:n murtojännityksen. Isotrol -pohjamaalin tartunta lyijymönjä -maalauksjärjestelmän pintamaaliin petti. Märkätartunnat olivat kuivatartuntoja huonommat ja alittivat 2 MPa:n rajan, mutta murtumatyyppi pysyi samana. 2 MPa rajan alittava märkätartuntalujuus ei ole hyväksyttävä tulos. (kuva 13; liite 4; taulukko 1)

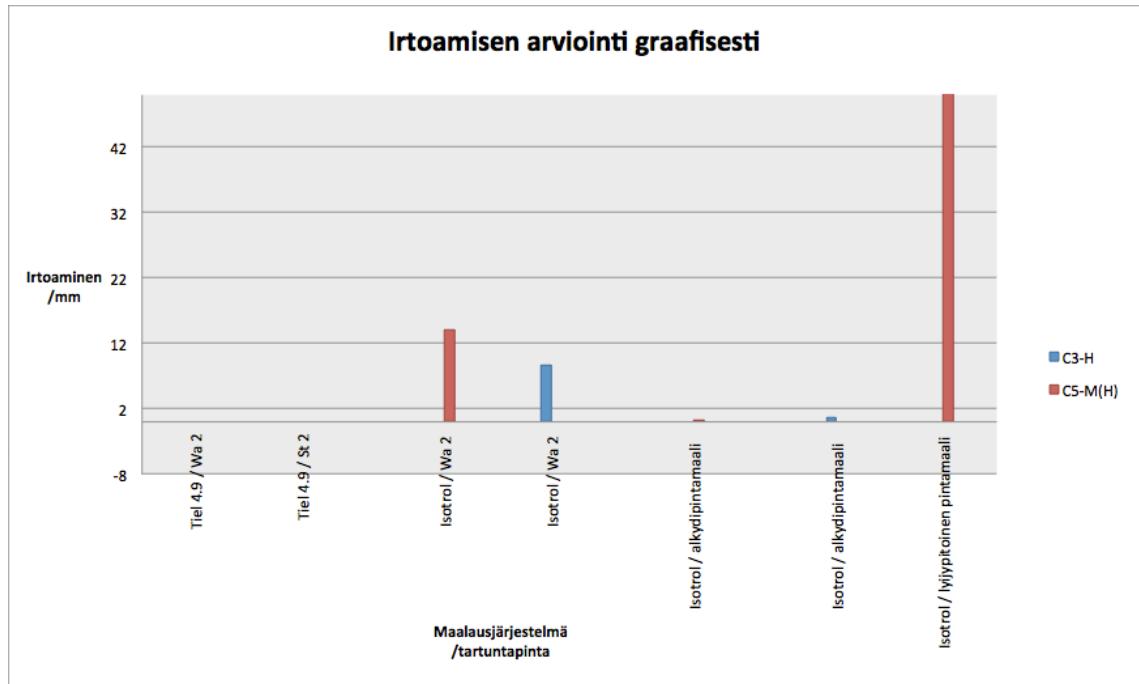


Kuva 13. Isotrol -maalauksjärjestelmän märkätartuntamittauksen tulokset, kun lyijymönjä-järjestelmä oli tartunta-alustana.

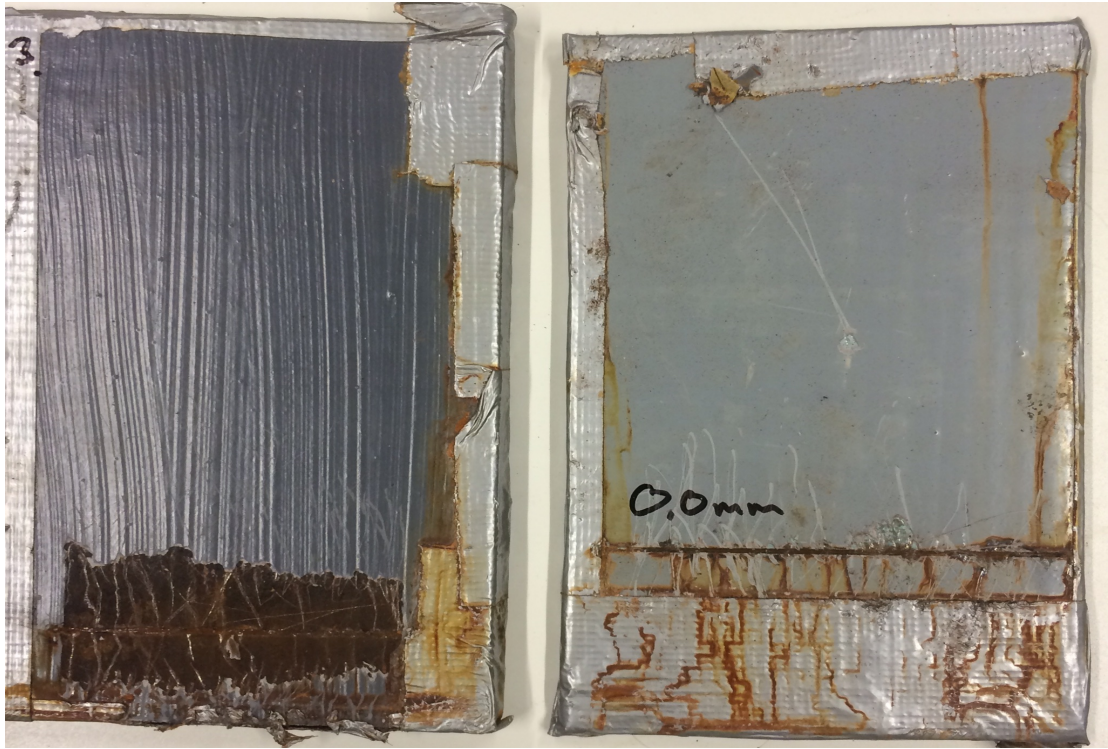
Alkydimaalin päälle maalattu Isotrol -maalauksjärjestelmä pysyi kiinni alustassaan, mutta alkydimaalauksen sisäiset voimat pettivät alle 2 MPa:n arvoilla, koska alkydimaalaus oli epäonnistunut. Alkydimaali oli kuivuttuaan halkeillut yhteen vallitsevaan suuntaan standardin SFS-EN ISO 4628-4 mukaisesti halkeiluasteeseen 3(S3)a [26]. Pintamaalin arvioitiin pilaantuneen pohjamaalin akryylisideaineen vaikutuksesta. Maalipinta oli tavoiteltua paksumpi, millä voi olla merkitystä tuloksiin.

7.4 Suolasumu ja viiltokoe

Isotrol- ja Tiel 4.9 –maalauksen suolasumurasituksen kestävydessä oli selvä ero, mikä nähdään kuvista 14 ja 15. Isotrol -maalaus on irronnut huomattavissa määrin viillon ympäriltä. Tiel 4.9- maalauksessa ei ole tapahtunut irtoamista.



Kuva 14. Maalin irtoaminen viillosta suolasumukokeessa 480 (C3-H) ja 1440 (C5-M(H)) tunnin rasituksen jälkeen.

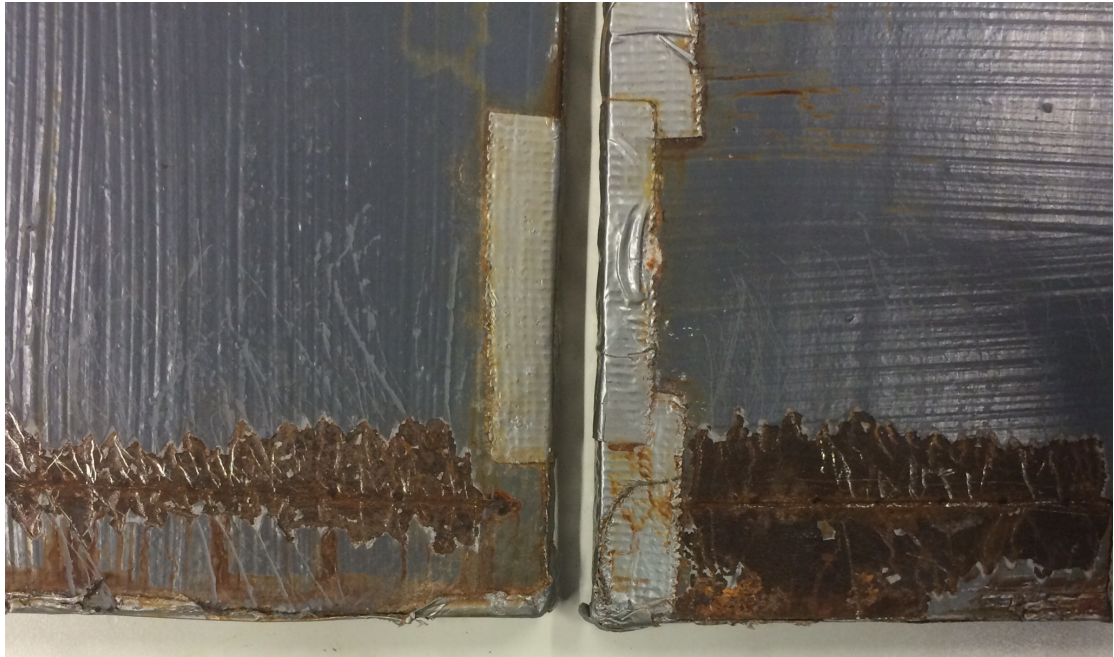


Kuva 15. Viiltokokeen irtoamisen vertailu 1440 tunnin suolasumurasituksen jälkeen. Vasemmalla on Isotrol –maalauksjärjestelmällä maalattu ja oikealla Tiel 4.9 –maalauksjärjestelmällä maalattu koelevy. Koelevyjen esikäsittelyasteet olivat Wa 2.

Referenssilevyjen (Tiel 4.9 –maalauksjärjestelmä esikäsittelyasteella St 2) viiltokoetulokset täyttivät vaatimukset. Viillot eivät olleet laajentuneet ja maali ei lähtenyt irti kovaakaan voimaa käyttäen. Ruostetta oli muodostunut viiltojen päälle kumpareeksi. Välitarkastuksen jälkeen ruosteen muodostumista oli tapahtunut suurin piirtein samaa nopeutta. Muita visuaalisesti havaittavia muutoksia ei ollut lukuun ottamatta sävyn aavistuksenomaista kellastumista. Wa 2 -puhdistetussa levyssä ei ollut St 2 -puhdistettuun referenssiin nähden poikkeamaa.

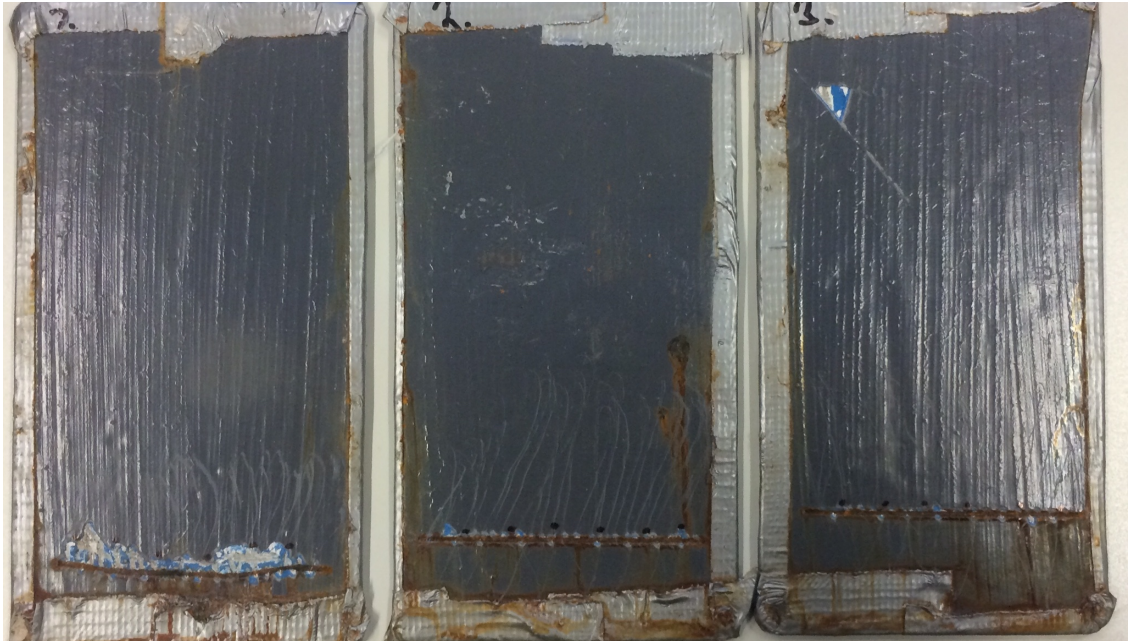
Isotrol –maalauksissa ei ollut sävy muutoksia koko testin aikana. Ruostetta oli muodostunut viillon päälle hieman referenssilevyä enemmän sekä välitarkastuksen että lopputarkastuksen aikaan.

Välitarkastuksessa Isotrol –maalatuista Wa 2 -puhdistetuista levyistä mitattiin viillosta keskimäärin 8 mm :n asti vaurioitunut alue sekä kuvan 16 lopputarkastuksessa irtoaminen oli lähes kaksinkertaistunut. Isotrol –maalauks ei täytä rasisitusluokkien C3-H ja C5-M vaatimuksia. Irtoaminen oli vakavalaatuista jo 480 (C3-H) tunnin suolasumualtistuksen jälkeen standardin 4628-8 mukaisesti [26].



Kuva 16. Isotrol –maalauksjärjestelmän irtoaminen viillosta suolasumukokeessa Wa 2 esikäsitellyllä pinnalla. Vasemmalla on välitarkastuksen (480 h) aikaan tarkistettu ja oikealla on lopputarkastuksen (1440 h) aikaan tarkastettu koelevy.

Alkydimaalin päälle maalattu Isotrol pärjäsi suolasumu- ja viiltokokeessa hyvin. Isotrol ei irronnut alkydimaalista. Alkydimaalausjärjestelmän korroosionestopigmenttejä sisältävä pohjamaali oli estänyt ruosteen muodostumista, kuten kuvan 17 vasemman puolisesta koelevystä voidaan päätellä. Isotrol Primer oli kiinnittynyt alkydimaaliin käsittämättömän mukaan paremmin kuin tartuntamittauksien aikaan. Tartuntamittauksien aikaan osa vetonupeista irtosi ennen kuin testilaitte saatiin testausasentoon. Viiltokokeen viillon ympäriltä maalia raaputettaessa alkydimaali tuntui vahvemmalta.



Kuva 17. Isotrol –maalusjärjestelmän irtoaminen viillosta suolasumukokeen välitarkastuksessa (480 h), alkydipintamaali tartunta-alustana. Levyt ovat kokeen rinnakkaisnäytteitä.

8 Johtopäätökset

Insinööriyössä selvitettiin Isotrol –maalausjärjestelmän toimivuutta ankarassa ja erittäin ankarassa ilmastorasituksessa. Tavoitteena oli tutkia soveltuuko maalausjärjestelmä siltojen huoltomaalaukseksi. Testausmenetelmien valinta ja tehdyt testit ja mittaukset onnistuivat hyvin. Tulokset olivat selvät, mutta eivät odotuksen mukaiset. Isotrol –maalausjärjestelmän kestävydestä ja tartunnasta saatiin tarvittut tiedot.

Testit osoittivat, että pellavaöljypohjainen Isotrol Primer penetroituu ruosteen huokosiin. Tarkasteltaessa murtumapintoja nähdään ruostetta ja Isotrol Primer:a päällekkäin. Primer:n seassa nähdään pieniä ruostepilkkuja, mitkä todistavat aineen tunkeutuneen ruosteeseen. Tartuntaa teräkseen ei saatu todistettua, koska tunkeutumista ei tutkittu teräksen pinnalta. Isotrol –maalausjärjestelmä täyttää irtivetokokeen vaatimukset, mutta ei läpäise suolasumutestin vaatimuksia Wa 2- ja St 2- puhdistetuilla pinnoilla. Lyijymönjä –maalausjärjestelmän päälle maalattu Isotrol läpäisi vain kuivatartuntatestin vaatimukset. Isotrol -maalausjärjestelmä ei sovellu voimakkaaseen rasitukseen meneviin käyttökohteisiin.

200 bar:n vesisuihkutus on esikäsittelynä riittävä, koska molempien testattujen maalausjärjestelmien murtojännitykset Wa 2- puhdistetuille levyille ylittävät vaatimukset rasittamattomana ja rasituksen jälkeen.

Lähteet

- 1 Introteknik AB. Specialized anti corrosive paint systems!. Tuote-esitelmä.
- 2 National Transportation Safety Board. Verkkodokumentti.
<<http://www.nts.gov/doclib/reports/2008/HAR0803.pdf>> Luettu 16.10.2014.
- 3 World Corrosion Organization. Verkkodokumentti.
<<http://corrosion.org/wp-content/themes/twentyten/images/nowisthetime.pdf>>
Luettu 16.10.2014.
- 4 Suomen korroosioyhdistys SKY. 2008. Korroosiokäsikirja. Helsinki: KP-Media Oy.
- 5 Murtomäki, Lasse. Kallio, Tanja. Lahtinen, Riikka. Kontturi, Kyösti. 2010. Sähkökemialla. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.
- 6 Hämeen ammattikorkeakoulu. Verkkodokumentti.
<http://portal.hamk.fi/portal/page/portal/HAMKJulkisetDokumentit/Yleisopalvelut/Julkaisupalvelut/Kirjat/tekniikka_liikenne/HAMK_Teras.pdf> Luettu 6.2.2015.
- 7 Teknos Oy. 2011. Korroosionestomaalauksen käsikirja.
- 8 Raimo, Flink. Killström, Tiina. Kilpinen, Juha. Kotilainen, Pekka. Tuisku, Leena. 2010. Metallipintojen teollinen maalaus. Vantaa: Tikkurila Oyj, Industry.
- 9 Koivunen, Petri. 2014. Ydinvoimalaitosten vesikemia ja korroosionesto. Lappeenranta. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Energiatekniikka, Kandidaatintyö.
- 10 SFS-EN ISO 8501-1. 2007. Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 1: Teräspintojen ruostumisasteet ja esikäsittelyasteet. Maalaamattomat teräspinnat ja aiemmista maaleista kauttaaltaan puhdistetut teräspinnat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 11 SFS EN-ISO 4628-3. 2004. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymien voimakkuuden. Määrän ha koon merkintä. Osa 3: Ruostumisasteen arviointi. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 12 SFS-EN ISO 9227. 2012. Korroosioasteet keinotekoisissa kaasuympäristöissä. Suolasumukokeet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 13 SFS-EN ISO 6270-1. 2001. Maalit ja lakat. Kosteudenkestävyyden määrittäminen. Osa 2: Jatkuva kondensoituminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

- 14 Harju, Tomi. 2014. Diplomi-insinööri, Liikennevirasto. Vantaa. Sähköpostikeskustelu 14.2.2014.
- 15 SFS-EN ISO 8501-4. 2007. Teräspintojen esikäsitteily ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 4: Pinnan kunnan lähtötaso, esikäsitteilyasteet ja pikaruostumisasteet korkeavesipainesuihkutuksen yhteydessä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 16 Tikkurila. Verkkodokumentti.
<http://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/palvelut/tikkurila-opisto/maalitieto/tuotehistoria/maalituotteiden_kehitys_kautta_aikojen/korroosio_nestopigmenteista> Luettu 24.10.2014.
- 17 Liikennevirasto. Verkkodokumentti.
<<http://www2.liikennevirasto.fi/sillat/silko/kansio1/s1351.pdf>> Luettu 8.4.2014.
- 18 Kangasmäki, Paula. 2010. Standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaisten maalausyhdistelmien ominaisuuksien vertailu C5-M ja Im-2 olosuhteissa. Vantaa. Metropolian ammattikorkeakoulu, Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka, Insinööriyö.
- 19 SFS-EN ISO 12944-6. 1998. Maalit ja lakat. Korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 6: Laboratoriomenetelmät toimivuuden testaamiseksi. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 20 Laitinen, Kai. 2014. Yliopettaja, Metropolian ammattikorkeakoulu. Vantaa. Sähköpostikeskustelu. 18.11.2014.
- 21 SFS-EN ISO 2808. 2007. Maalit ja lakat. Kalvonpaksuuden määrittäminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 22 SFS-EN ISO 4624. 2003. Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi vetokokeella. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 23 SFS-EN ISO 6270-2. 2006. Maalit ja lakat. Kosteudenkestävyyden määrittäminen. Osa 2: Koekappaleiden altistaminen kondensaatio-olosuhteille. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 24 SFS-EN ISO 4628-8. 2013. Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten vaurioiden esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 8: viiltoa tai muuta pinnoitteeseen tehtyä vauriota ympäröivän irtoamisen ja korroosion arviointi. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 25 Vaha, Ari. 2014. Kemisti, Teknos Oy, Helsinki. Puhelinkeskustelu 06.11.2014.
- 26 SFS-EN ISO 4628-4. 2004. Maalit ja lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten vaurioiden esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 4: Halkeilemisasteen arviointi. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Alkydimaalausjärjestelmän tuoteselosteet (liite 1)



TUOTESELOSTE 03.10.2006
REF. NO TCF 0002
1 (2)

FONTECRYL 10

TYYPPI	Vesiohenteinen, nopeasti kuivuva yksikomponenttinen akryylipohjamaali, joka sisältää aktiivisia ruosteestopigmentejä.																						
TUOTTEEN OMINAISUUDET JA KÄYTTÖALUE	<ul style="list-style-type: none"> • Käytetään teräspintojen pohjamaalina sisällä ja ulkona. • Voidaan pintamaalata useilla eri tyyppisillä pintamaaleilla, myös liuotinhenteisillä. • Kuivumista voidaan nopeuttaa lämmön avulla. • Ei sovellu upotusrasitukseen eikä jatkuvaan kosteuteen. • Tuotteella on MED (Marine Equipment Directive) sertifikaatti no VTT-C-0840-15-06, jolloin se on hyväksytty laivojen sisäpuoliseen maalaukseen. • Tuotteella on myös U.S. Coast Guard Module B numero (164.112 / EC0809) tyyppihyväksyntä. 																						
TEKNISET TIEDOT																							
Kuiva-ainepitoisuus	43 ± 2 tilavuus-%. (ISO 3233) 53 ± 2 paino-%																						
Tiheys	1,2 ± 0,1 kg/l																						
Tuotekoodi	213-s.																						
Suosittelavat kalvonpaksuudet ja teoreettinen riittoisuus	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Suositellavat kalvonpaksuudet</th> <th>Teoreettinen riittoisuus</th> </tr> <tr> <th>kuiva</th> <th>märkä</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40 µm</td> <td>95 µm</td> <td>10,7 m²/l</td> </tr> <tr> <td>60 µm</td> <td>140 µm</td> <td>7,2 m²/l</td> </tr> </tbody> </table>			Suositellavat kalvonpaksuudet		Teoreettinen riittoisuus	kuiva	märkä		40 µm	95 µm	10,7 m ² /l	60 µm	140 µm	7,2 m ² /l								
Suositellavat kalvonpaksuudet		Teoreettinen riittoisuus																					
kuiva	märkä																						
40 µm	95 µm	10,7 m ² /l																					
60 µm	140 µm	7,2 m ² /l																					
	Käytännön riittoisuuteen vaikuttavat maalaamenetelmä ja -olosuhteet sekä maalattavan rakenteen muoto että pinnan laatu.																						
Kuivumisajat	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kuivakalvonpaksuus 50 µm</th> <th>+ 15 °C</th> <th>+ 23 °C</th> <th>+ 35 °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pölykuiva, kuluttua</td> <td>30 min</td> <td>20 min</td> <td>10 min</td> </tr> <tr> <td>Kosketuskuiva, kuluttua</td> <td>6 h</td> <td>1 - 2 h</td> <td>20 min</td> </tr> <tr> <td>Päällemaalattavissa min.</td> <td>24 h</td> <td>2 - 3 h</td> <td>1 h</td> </tr> <tr> <td>Päällemaalattavissa liuotinpitoisilla polyuretaanimaaleilla, min.</td> <td></td> <td>6 h</td> <td>2 h</td> </tr> </tbody> </table>			Kuivakalvonpaksuus 50 µm	+ 15 °C	+ 23 °C	+ 35 °C	Pölykuiva, kuluttua	30 min	20 min	10 min	Kosketuskuiva, kuluttua	6 h	1 - 2 h	20 min	Päällemaalattavissa min.	24 h	2 - 3 h	1 h	Päällemaalattavissa liuotinpitoisilla polyuretaanimaaleilla, min.		6 h	2 h
Kuivakalvonpaksuus 50 µm	+ 15 °C	+ 23 °C	+ 35 °C																				
Pölykuiva, kuluttua	30 min	20 min	10 min																				
Kosketuskuiva, kuluttua	6 h	1 - 2 h	20 min																				
Päällemaalattavissa min.	24 h	2 - 3 h	1 h																				
Päällemaalattavissa liuotinpitoisilla polyuretaanimaaleilla, min.		6 h	2 h																				
	Kuivumiseen vaikuttavat kalvonpaksuus, lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja ilmanvaihto.																						
Kiiltoryhmä	Himmeä.																						
Värisävyt	Tuote kuuluu TEMASPEED FONTE -sävytysjärjestelmään.																						

TIKKURILA OY

TUOTESELOSTE 03.10.2006
REF. NO TCF 0002
2 (2)

FONTECRYL 10

Pinnan esikäsitteleminen	<p>Öljy, rasva, suolat ja lika poistetaan kohteeseen sopivalla menetelmällä. (SFS-EN ISO 12944-4)</p> <p><u>Teräspinnat:</u> Suihkupuhdistetaan esikäsitteilyasteeseen Sa2½. (SFS-ISO 8501-1) Mikäli suihkupuhdistus ei ole mahdollista, kylmävalssatuille ohutlevyille suositellaan fosfointia tartunnan parantamiseksi.</p> <p><u>Sinkkipinnat:</u> Pinnat pyyhkäisy-suihkupuhdistetaan (SaS) siten, että pinta on kauttaaltaan tasaisen karhea. Puhallusmateriaalina käytetään esim. puhdasta, kuivaa kvartsihiekkää. (SFS 5873) Mikäli pyyhkäisy-suihkupuhdistus ei ole mahdollista, pinnat karhennetaan hiomalla tai pestään FONTECLEAN ZN -pesuaineella.</p> <p>Kuumasinkityt pinnat suositellaan maalattavaksi ns. harsotustekniikalla (maali ohennettuna 25 - 30 %) ennen varsinaista pohjamaalausta.</p> <p><u>Alumiinipinnat:</u> Pinnat pyyhkäisy-suihkupuhdistetaan (SaS) siten, että pinta on kauttaaltaan tasaisen karhea. Puhallusmateriaalina käytetään ei-metallisia materiaaleja. (SFS 5873) Mikäli pyyhkäisy-suihkupuhdistus ei ole mahdollista, pinnat karhennetaan hiomalla tai pestään emäksisellä FONTECLEAN AL -pesuaineella.</p>
Pohjamaalaus	FONTECRYL 10 ja TEMAZINC EE.
Pintamaalaus	<p><u>2 - 3 h kuluttua:</u> FONTECRYL 25, FONTECRYL 50, FONTELAC 90, FONTELAC QD 80, FONTECOAT EP 50, FONTECOAT EP 80, TEMALAC FD 50, TEMALAC FD 80 ja TEMALAC ML 90.</p> <p><u>6 h kuluttua:</u> TEMADUR, FONDUR 90, FONDUR HB 80, DUASOLID, TEMATHANE ja TEMACRYL.</p>
Maalausolosuhteet	Maalattavan pinnan tulee olla kuiva. Maalaustyön ja maalin kuivumisen aikana pitää ilman, pinnan ja maalin lämpötilan olla yli +15 °C ja ilman suhteellisen kosteuden välillä 20 - 70 %. Teräksen pintalämpötilan on oltava vähintään 3 °C ilman kastepiste-lämpötilan yläpuolella.
Maalaus	Ruiskutus ja sively. Levitysmenetelmästä riippuen maalia ohennetaan 0 - 10 %. Suurpaineruiskusuutin vertaushalkaisijaltaan 0,011" - 0,015" ja suutinpaine 100 - 160 baria. Hajoituskulma valitaan maalattavan rakenteen mukaan.
Ohenne	Vesi.
Välineiden pesu	Vesi tai FONTECLEAN 1921. Välineet on puhdistettava välittömästi käytön jälkeen ennen kuin maali ehtii kuivua.
VOC	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrä 95 g/litra maalia. Maalin VOC (ohennettu 10 tilavuus-%) 85 g/l.
KÄYTTÖ- TURVALLISUUS	Noudatettava varoitusetiketin ohjeita. Tuotteen käyttöturvallisuustiedotteessa on selostettu tarkemmin käyttöön liittyvät vaarat ja tarpeelliset suojaustoimenpiteet. Käyttöturvallisuustiedote on saatavilla TIKKURILA OY:ltä.

sn171207/213-s

Yllämainitut tiedot perustuvat laboratorikokeisiin sekä käytännön kokemuksiin ja ne on tarkistettu tuoteselosteeseen merkittynä päivänä. Tarkista tarvittaessa tuoteselosteeseen ajankohtaisuus. Tuotteen laadun varmistaa käyttämämme toimintajärjestelmä, joka täyttää ISO 9001 tasoisen laatu järjestelmän ja ISO 14001 ympäristöhallintamallin vaatimukset. Emme vastaa vahingoista, jotka aiheutuvat tuotteen käytöstä vastoin käyttöohjeita tai -tarkoitusta.



Temalac FD 80

TYYPPI Nopeasti kuivuva, yksikomponenttinen kiiltävä alkydipintamaali.

SOVELTUVUUS Kiiltävä alkydyhdistelmien pintamaali teräspinoille. Säilyttää erittäin hyvin kiiltonsa ja värisävynsä ilmastorasituksessa. Soveltuu erityisesti konepajojen nopearytmiseen tuotantoon ja asemamaalaukseen. Soveltuu myös sähköstaattiseen maalaukseen.

KÄYTTÖKOHEET Käytetään teräksisten runko- ja tukirakenteiden, hoitotasojen sekä koneiden ja laitteiden pintamaalina.

TEKNISET TIEDOT

Värikartat RAL, NCS, SSG, BS, MONICOLOR NOVA ja SYMPHONY värikartat. Tuote kuuluu TEMASPEED -sävytysjärjestelmään.

Kiiltoryhmät Kiiltävä

Riittoisuus

Suositeltavat kalvonpaksuudet		Teorettinen riittoisuus
kuiva	märkä	
40 µm	90 µm	11,1 m ² /l
60 µm	135 µm	7,4 m ² /l

Käytännön riittoisuuteen vaikuttavat maalausmenetelmä ja -olosuhteet sekä maalattavan rakenteen muoto että pinnan laatu.

Ohenne 1006

Työtapu Suurpaine- tai sivuilmaruiskutus.

Kuivumisajat

Kuivakalvonpaksuus 40 µm	+ 10 °C	+ 23 °C	+ 35 °C
Pölykuiva, kuluttua	40 min	15 min	10 min
Kosketuskuiva, kuluttua	3 h	1½ h	1 h
Päällemaalattavissa, kuluttua	12 d	6 d	4 d
Päällemaalattavissa, "märkää märälle", kuluttua	1 - 4 h	½ - 2 h	30 min

Kuivumiseen vaikuttavat kalvonpaksuus, lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja ilmanvaihto.

Kiinteäainetilavuus 45 ± 2 tilavuus-%. (ISO 3233)

62 ± 2 paino-%

Tiheys 1,0 - 1,2 kg/l, värisävystä riippuen.

Tuotekoodi 180-sarja



TUOTESELOSTE 2.1.2006
2 (2)

Temalac FD 80

KÄYTTÖOHJEET

Käsittelyolosuhteet	Maalattavan pinnan tulee olla kuiva. Maalaustyön ja maalin kuivumisen aikana pitää ilman, pinnan ja maalin lämpötilan olla yli +5 °C ja ilman suhteellisen kosteuden alle 80 %. Maalattavan pinnan pintalämpötilan on oltava vähintään 3 °C ilman kastepiste-lämpötilan yläpuolella.
Esikäsitteily	Pohjamaalatut pinnat: Öljy, rasva, suolat ja lika poistetaan kohteeseen sopivalla menetelmällä. Pohjamaalauksen vauriot korjataan. Huomioi pohjamaalin päälle-maalausväliäika. (SFS-EN ISO 12944-4)
Pohjamaalaus	TEMAPRIME EE, TEMAPRIME EUR, TEMAPRIME GF, TEMAPRIME ML ja FONTECRYL 10.
Pintamaalaus	TEMALAC FD 80.
Maalaus	Suurpaine- tai sivuilmaruiskutus. Maali on sekoitettava huolellisesti ennen käyttöä. Suurpaineruiskutuksessa maalia ohennetaan 15 - 20 % viskositeettiin 30 - 40 s DIN4. Suurpaineruiskusuutin vertausalkaisijaltaan 0,011" - 0,015" ja suutinpaine 120 - 180 baria. Hajoituskulma valitaan maalattavan rakenteen muodon mukaan. Sivuilmaruiskutuksessa maalia ohennetaan 20 - 30 % viskositeettiin 20 - 25 s DIN4. Ruiskutukseen suositellaan ns. "märkää märälle" -maalaustekniikkaa. Isoilla pinnoilla Ohenne 1053 (hidas).
Työvälineiden puhdistus	Ohenne 1006.
EU VOC -raja-arvo	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrä on 470 g/litra maalia (seos). Ohennetun maaliseoksen (ohennettu 30 tilavuus-%) max. VOC-määrä on 560 g/l.

KÄYTTÖTURVALLISUUS

Noudatettava varoitusetiketin ohjeita. Tuotteen käyttöturvallisuustiedotteessa on selostettu tarkemmin käyttöön liittyvät vaarat ja tarpeelliset suojaustoimenpiteet. Käyttöturvallisuustiedote on saatavilla TIKKURILA OY:ltä.

Käyttöturvatieote  [TEMALAC FD 80 \[FI-FIN\]](#)

Ohenteen KTT  [OHENNE 1006 \[FI-FIN\]](#)

Yllä mainitut tiedot perustuvat laboratorikokeisiin sekä käytännön kokemuksiin ja ne on tarkistettu tuoteselosteeseen merkittynä päivänä. Tuotteen laadun varmentaa toimintajärjestelmämme, joka täyttää ISO 9001 -tasaisen laatujärjestelmän ja ISO 14001 ympäristöhallintamallin vaatimukset. Emme vastaa vahingoista, jotka aiheutuvat tuotteen käytöstä vastoin käyttöohjeita tai tarkoitusta.

Tikkurila Oyj • PL 53, Kuninkaalantie 1 • 01301 Vantaa • Finland • Puh. 09 857 71 • info@tikkurila.com

Tiel 4.9 –maalaujärjestelmän tuoteselosteet



TUOTESELOSTE 212
16 23.01.2014

INERTA MASTIC epoksinnoite

MAALITYYPPI	INERTA MASTIC on kaksikomponenttinen niukkaluotteinen epoksireaktiomaali.
KÄYTTÖ	Käytetään teräspintojen korjausmaalaukseen maalaujärjestelmissä K41, K46, K56 ja K60 kun ympäristöolosuhteet eivät salli suihkupuhdistusta, tai sivelinmaalauksessa haluttaessa kertamaalauksella tiivis suojaus. Soveltuu myös konopajamaalaukseen.
ERIKOISOMINAISUUDET	Hyvä tarttuvuus teräsharjattuun teräspintaan. Hyvä kemikaalin- ja vedenkestävyys. Pintamaalien tarttuvuus INERTA MASTIC -pintaan on hyvä. Tuotteelle on saatavissa ns. WINTER-kovete, jota käytetään maalattaessa alle +10°C:n lämpötiloissa. Tuotteessa voidaan käyttää myös pidemmän päällemaalauksajan mahdollistavaa INERTA MASTIC-01 HARDENER kovettajaa. Tarkemmat tekniset tiedot löytyvät tuoteselosteesta INERTA MASTIC-01 HARDENER.

TEKNISEET TIEDOT

Sekoitusuhde	Muoviosaa (Comp. A):	2 tilavuusosaa	
	Kovetta (Comp.B):	1 tilavuusosaa	
Käyttöaika, +23 °C	käyttöaika käytettäessä vakiokovetta	käyttöaika käytettäessä WINTER-kovetta	
	2 h	2 h	
Kuiva-ainepitoisuus	80 ±2 tilavuus-% vakiokoveteella		
	75 ±2 tilavuus-% WINTER-koveteella.		
Kiintoainepitoisuus	n. 1200 g/l		
Haittavat orgaaniset aineet (VOC)	n. 210 g/l		
Suosittelava kalvonpaksuus ja teoreettinen riittäisyys	Kuvakalvo (µm)	Märkäkalvo (µm)	Teoreettinen riittäisyys (m ² /l)
	120	150	6,7 vakiokoveteella
	120	160	6,3 WINTER-koveteella

Koska monet maalin ominaisuudet muuttuvat maalattaessa liian paksuja kalvoja, emme suosittele tuotetta maalattavaksi yli kaksinkertaiseen kalvonpaksuuteen verrattuna suurimpaan suositeltuun.

Käytännön riittäisyys
Arvot riippuvat mm. maalauksen menetelmästä, pinnan laadusta sekä ruiskumaalauksessa kohteen rakenteesta johtuvasta ohiruiskutuksesta.

Kuivumisaika, +23°C / 50 % RH	käytettäessä vakiokovetta	käytettäessä WINTER-kovetta
- pölykuiva (ISO 9117-3:2010)	4 h kuluttua	3 h kuluttua
- kosketuskuiva (DIN 53150:1995)	6 h kuluttua	5 h kuluttua

Päällemaalauksenvälitajat

Pintamaalauksessa on tarkistettava pintamaalin elin käyttölämpötila ko. pintamaalin tuoteselosteesta. * Maksimi päällemaalauksenvälitaja ilman karhennusta.

Päällemaalauksenvälitajat käytettäessä vakiokovetta:

pinnan lämpötila	itseään		TEKNOPLAST-pintamaaleilla, INERTA 50:llä tai TEKNOCHLOR 90:llä		TEKNODUR-pintamaaleilla	
	min.	max.*	min.	max.*	min.	max.*
+10°C	1 d	7 d	1 d	7 d	1 d	7 d
+23°C	6 h	7 d	6 h	7 d	6 h	7 d

Päällemaalauksenvälitajat käytettäessä WINTER-kovetta:

pinnan lämpötila	itseään		TEKNOPLAST-pintamaaleilla, INERTA 50:llä tai TEKNOCHLOR 90:llä		TEKNODUR-pintamaaleilla	
	min.	max.*	min.	max.*	min.	max.*
-5°C	2 d	14 d				
0°C	28 h	7 d				
+10°C	16 h	7 d	16 h	7 d	20 h	7 d
+23°C	4 h	7 d	4 h	7 d	6 h	7 d

Kalvonpaksuuden kasvu ja kuivumistilan ilman suhteellisen kosteuden nousu hidastavat yleensä kuivumista.

Ohenne, välineiden pesu	TEKNOSOLV 9506
Kiilto	Puolihihmeä
Värisävyt	Alumiini. Muita sävyjä tilauksesta.
VAROITUSMERKINTÄ	Katso käyttöturvallisuustiedote.

Käännä

KÄYTTÖOHJEET	
Pinnan esikäsittely	<p>Maalattavilla pinnoilla poistetaan esikäsittelyä ja maalausta vaikeuttavat epäpuhtaudet sekä vesiliukoiset suolat liian- ja rasvanpoistomenetelmin. Pinnat esikäsitellään materiaalkohtaisesti seuraavasti:</p> <p>TERÄSPINNAT: Valssihäise ja ruoste poistetaan suihkupuhdistamalla ruosteenoistoasteeseen Sa 2½ (SFS-ISO 8501-1). Ohuhevypinnan karhentaminen parantaa maalin tartuntaa alustaan.</p> <p>YLIMAALAUKSEEN SOVELTUVAT VANHAT MAALIPINNAT: Maalausta haittaavat epäpuhtaudet (esim. rasva ja suolat) poistetaan. Pintojen tulee olla kuivat ja puhtaat. Vanhat, maksimipäälemaalattavuusajan ylittäneet maalipinnat tulee lisäksi karhentaa. Vauriokohtien esikäsittely tehdään alustan ja huollomaalauksen vaatimusten mukaisesti. Pajastuneilta teräspinnoilta poistetaan ruoste esikäsitteysteeseen St 2 (SFS-ISO 8501-1).</p> <p>Vaihtoehtona kuivapuhdistukselle voidaan käyttää korkeapainevesisuihkutusta paineella yli 70 MPa ehjälle, hyvin kiinnipysyvälle maalille ja / tai teräkselle. Ehjä maalipinta tulee olla karhea vesisuihkupuhdistuksen jälkeen. Teräspinnan puhtausasteen tulee olla Wa 2 (ISO 8501-4:2006) tai erittelyn mukainen. Pikaruostumisaste saa olla käsittelyn jälkeen enintään M (ISO 8501-4:2006) ennen maalausta.</p> <p>Esikäsitelyn paikka ja ajankohta tulee valita siten, ettei käsitelty pinta likaannu tai kostu ennen jatkokäsittelyä.</p>
Konepajapohja	Tarvittaessa soveltuvat KORRO E epoksikonepajapohja, KORRO SE sinkkiepoksikonepajapohja ja KORRO SS sinkkisiikaattikonepajapohja.
Komponenttien sekoitus	Kerralla sekoitettava määrä arvioitaessa on otettava huomioon seoksen käyttöaika. Muoviosa ja kivet sekoitetaan keskenään oikeassa sekoitussuhteessa ennen maalausta huolellisesti astian pohjaa myöten. Sekoituksessa suositellaan käylettäväksi hidaskierroksista, sekoittimella varustettua porakonetta. Huolimaton sekoitus tai väärä sekoitussuhde aiheuttaa epätasaisen kovettumisen ja pinnan ominaisuuksien heikkenemistä.
Maalausolosuhteet	Maalattavan pinnan tulee olla kuiva. Maalaustyön ja maalin kuivumisen aikana tulee ilman, pinnan ja maalin lämpötilan olla yli +10°C ja ilman suhteellisen kosteuden alle 80 %. Lisäksi maalattavan pinnan ja maalin lämpötilan tulee olla vähintään 3°C yli ilman kastepisteen. INERTA MASTIC WINTER -kovetta käytettäessä maalattavan pinnan ja ilman alin lämpötila on -5°C. Maalin lämpötilan on oltava yli +15°C sekoituksen ja ruiskutuksen aikana.
Maalaus	Maali levitetään maalausharjalla tai telalla. Suihkupuhdistetuilla pinnoilla voidaan käyttää myös ilmatonta ruiskua. Sopiva ilmaton ruiskun suutin on 0,017 - 0,021", ja suodatin 0,315 mm (50 mesh). Maalausvälineet pestään välittömästi käytön jälkeen TEKNOSOLV 9506:lla. Maalia voidaan käyttää myös yksinään ilman pintamaalausta.
LISÄTIETOJA	Varastointikestävyys ilmoitetaan etiketissä. Varastoitava viileässä ja tiiviisti suljetuissa astioissa. Lisätietoja esikäsitteystä ja huollomaalauksesta on Teknosin käsikirjassa "Korroosionestomaalauksen käsikirja". Opastavia tietoja pinnan esikäsitteystä löytyy standardeista EN ISO 12944-4 ja ISO 8501-2.

Tuoteseloste tiedot ovat ohjearvoja jotka perustuvat laboratoriokeksiin ja käytännön tuloksiin. Teknos vastaa siitä, että tuotteen laatu on laatuajrjestelmämme mukainen. Sen sijaan Teknos ei vastaa lehdyistä maalaustyöstä, koska se on suuressa määrin riippuvainen käsittely- ja maalausolosuhteista. Teknos ei myöskään vastaa vahingoista jotka aiheutuvat maaliuotteen virheellisestä käytöstä. Tuote on tarkoitettu yksinomaan ammattikäyttöön. Tämä edellyttää, että käyttäjällä on riittävät tiedot tuotteen käyttämiseksi sekä teknisesti että työturvallisuustieteessä oikealla tavalla. Katsiivuitamme www.teknos.com löydät ajan tasalla olevat versiot Teknosin tuoteselosteista, käyttöturvallisuustiedoista ja järjestelmäselosteista.



www.teknos.com

TUOTESELOSTE 549
19 19.10.2011

INERTA MASTIC MIOX epoksinnoite

MAALITYYPPI	INERTA MASTIC MIOX on kaksikomponenttinen niukkaliuotteinen MIOX-pigmentoitu epoksireaktiomaali.
KÄYTTÖ	Käytetään teräspintojen korjausmaalaukseen maalausjärjestelmissä K41, K46, 56 ja K60 kun ympäristöolosuhteet eivät salli suihkupuhdistusta, tai sivellinmaalauksessa haluttaessa kertamaalauksella tiivis suojaus. Soveltuu myös konepajamaalaukseen.
ERIKOISOMINAISUUDET	Hyvä tarttuvuus teräsharjattuun teräspintaan. Hyvä kemikaalin- ja vedenkestävyys. Pintamaalien tarttuvuus INERTA MASTIC MIOX-pintaan on hyvä. Tuotteelle on saatavissa ns. WINTER-kovete, jota käytetään maalattaessa alle +10°C:n lämpötiloissa. Maali täyttää ruotsalaisessa standardissa SSG 1021-GK asetetut vaatimukset.

TEKNISET TIEDOT

Sekoitusuhde	Muoviosaa (Comp. A):	2 tilavuusosaa	
	Kovetetta (Comp.B):	1 tilavuusosa	
Käyttöaika, +23 °C	käyttöaika käytettäessä vakiokovetetta	käyttöaika käytettäessä WINTER-kovetetta	
	2 h	2 h	
Kuiva-ainepitoisuus	80 ±2 tilavuus-% vakiokoveteella		
	75 ±2 tilavuus-% WINTER-koveteella.		
Kiintoainepitoisuus	n. 1300 g/l		
Haittavat orgaaniset aineet (VOC)	n. 210 g/l		
Suosittelava kalvonpaksuus ja teoreettinen riittäisyys	Kuivakalvo (µm)	Märkäkalvo (µm)	Teoreettinen riittäisyys (m ² /l)
	120	150	6,7 vakiokoveteella
	120	160	6,3 WINTER-koveteella

Koska monet maalin ominaisuudet muuttuvat maalattaessa liian paksuja kalvoja, emme suosittele tuotetta maalattavaksi yli kaksinkertaiseen kalvonpaksuuteen verrattuna suurimpaan suositeltuun.

Käytännön riittäisyys
Arvot riippuvat mm. maalausmenetelmästä, pinnan laadusta sekä ruiskumaalauksessa kohteen rakenteesta johtuvasta ohiriskukuksesta.

Kuivumis aika, +23°C / 50 % RH (kuivakalvo 120 µm)

	käytettäessä vakiokovetetta	käytettäessä WINTER-kovetetta
- pölykuiva (ISO 9117-3:2010)	4 h kuluttua	3 h kuluttua
- kosketuskuiva (DIN 53150:1995)	6 h kuluttua	5 h kuluttua
- täysin kovettunut	7 d kuluttua	7 d kuluttua

Päälemaalauväliajat, 50 % RH (kuivakalvo 120 µm)

Pintamaalauksessa on tarkistettava pintamaalin ainin käyttölämpötila ko. pintamaalin tuoteleosteesta. *Maksimi päälemaalauväliaika ilman karhennusta.

Päälemaalauväliajat käytettäessä **vakiokovetetta**:

pinnan lämpötila	itsellään		TEKNOPLAST-pintamaaleilla, INERTA 50:ää, tai TEKNOCHLOR 90:ää		TEKNODUR-pintamaaleilla	
	min.	max.*	min.	max.*	min.	max.*
+10°C	1 d	7 d	1 d	7 d	1 d	7 d
+23°C	6 h	7 d	6 h	7 d	6 h	7 d

Päälemaalauväliajat käytettäessä **WINTER-kovetetta**:

pinnan lämpötila	itsellään		TEKNOPLAST-pintamaaleilla, INERTA 50:ää, tai TEKNOCHLOR 90:ää		TEKNODUR-pintamaaleilla	
	min.	max.*	min.	max.*	min.	max.*
-5°C	2 d	14 d				
0°C	28 h	7 d				
+10°C	16 h	7 d	16 h	7 d	20 h	7 d
+23°C	4 h	7 d	4 h	7 d	6 h	7 d

Kalvonpaksuuden kasvu ja kuivumistilan ilman suhteellisen kosteuden nousu hidastavat yleensä kuivumista.

Ohenne, välineiden pesu	TEKNOSOLV 9506
Kiilto	Puolihimmeä
Värisävyt	Harmaa (MIOX-pigmentiä), punainen ja TM-7222/07
VAROITUSMERKINTÄ	Katso käytöturvallisuustiedote.

Käännös

TUOTESELOSTE 212
Sivu 2

KÄYTTÖOHJEET	
Pinnan esikäsitteleminen	<p>Maalattavilta pinoilta poistetaan esikäsitteilyä ja maalausta vaikeuttavat epäpuhtaudet sekä vesiliukoiset suolat liian- ja rasvanpoistomenetelmin. Pinnat esikäsitellään materiaalkohtaisesti seuraavasti:</p> <p>TERÄSPINNAT: Valssihäise ja ruoste poistetaan suihkupuhdistamalla ruosteenpoistoasteeseen Sa 2½ (SFS-ISO 8501-1). Ohuilevyypinnan karhentaminen parantaa maalin tartuntaa alustaan.</p> <p>YLIMAAALUKSEEN SOVELTUVAT VANHAT MAALIPINNAT: Maalausta haittaavat epäpuhtaudet (esim. rasva ja suolat) poistetaan. Pintojen tulee olla kuivat ja puhtaat. Vanhat, maksimipäällemaalattavuusajan ylittäneet maalipinnat tulee lisäksi karhentaa. Vauriokohtien esikäsitteily tehdään alustan ja huoltomaalauksen vaatimusten mukaisesti. Paljastuneilta teräspinoilta poistetaan ruoste esikäsitteilyasteeseen St 2 (SFS-ISO 8501-1).</p> <p>Vaihtoehtona kuivapuhdistukselle voidaan käyttää korkeapainevesisuihkutusta paineella yli 70 MPa ehjälle, hyvin kiinnipysyvälle maalille ja / tai teräkselle. Ehjä maalipinta tulee olla karhea vesisuihkupuhdistuksen jälkeen. Teräspinnan puhtaustasteen tulee olla Wa 2 (ISO 8501-4:2006) tai erittelyn mukainen. Pikaruostumisaste saa olla käsittelyn jälkeen enintään M (ISO 8501-4:2006) ennen maalausta.</p> <p>Esikäsitteilyn paikka ja ajankohta tulee valita siten, ettei käsitelty pinta likaannu tai kostu ennen jakokäsittelyä.</p>
Konepajapohja	<p>Tarvittaessa soveltuvat KORRO E epoksikonepajapohja, KORRO SE sinkkiepoksikonepajapohja ja KORRO SS sinkkisilikaattikonepajapohja.</p>
Komponenttien sekoitus	<p>Kerralla sekoitettavaa määrää arvioitaessa on otettava huomioon seoksen käyttöaika. Muoviosa ja kivet sekoitetaan keskenään oikeassa sekoitussuhteessa ennen maalausta huolellisesti astian pohjaa myöten. Sekoituksessa suositellaan käytettäväksi hidaskierroksista, sekoittimella varustettua porakonetta. Huolimaton sekoitus tai väärä sekoitussuhde aiheuttaa epätasaisen kovettumisen ja pinnan ominaisuuksien heikkenemistä.</p>
Maalauolosuhteet	<p>Maalattavan pinnan tulee olla kuiva ja ilman suhteellisen kosteuden alle 80 %. Käytettäessä vakiokovetetta tulee maalauustyön ja maalin kuivumisen aikana ilman, maalattavan pinnan ja maalin lämpötilan olla yli +10 °C. Lisäksi maalattavan pinnan ja maalin lämpötilan tulee olla vähintään 3°C yli ilman kastepisteen. INERTA MASTIC WINTER -kovetetta käytettäessä maalattavan pinnan ja ilman alin lämpötila on -5°C. Maalin lämpötilan on oltava yli +15°C sekoituksen ja ruiskutuksen aikana. Maalattavalla pinnalla ei saa olla jäätä.</p>
Maalaus	<p>Maali levitetään maalausharjalla tai telalla. Suihkupuhdistetuilla pinoilla voidaan käyttää myös ilmatonta ruiskua. Sopiva ilmaton ruiskun suutin on 0,015 - 0,021".</p> <p>Maalauvälineet pestään välittömästi käytön jälkeen TEKNOSOLV 9506:lla.</p> <p>Maalia voidaan käyttää myös yksinään ilman pintamaalausta.</p>
LISÄTIETOJA	<p>Varastointikestävyys ilmoitetaan etiketissä. Varastoitava viileässä ja tiiviisti suljetuissa astioissa.</p> <p>Lisätietoja esikäsitteilyä ja huoltomaalauksesta on Teknosin käsikirjassa "Korroosionestomaalauksen käsikirja". Opastavia tietoja pinnan esikäsitteilyä löytyy standardeista EN ISO 12944-4 ja ISO 8501-2.</p>

Tuoteseloste en tiedot ovat ohjearvoja jotka perustuvat laboratoriokeisiin ja käytännön tuloksiin. Teknos vastaa siitä, että tuotteen laatu on laatujärjestelmämme mukainen. Sen sijaan Teknos ei vastaa tehdystä maalaustyöstä, koska se on suurella määrällä riippuvainen käsittely- ja maalauolosuhteista. Teknos ei myöskään vastaa vahingoista jotka aiheutuvat maaliuutteen virheellisestä käytöstä. Tuote on tarkoitettu yksinomaan ammattikäyttöön. Tämä edellyttää, että käyttäjällä on riittävät tiedot tuotteen käyttämiseksi sekä teknisesti että työturvallisuusmielessä oikealla tavalla. Kotisivuiltamme www.teknos.com löydät ajan tasalla olevat versiot Teknosin tuoteselosteista, käytöturvallisuustiedoista ja järjestelmäselosteista.



TUOTEESELOSTE 682
12 29.10.2012

TEKNODUR 0050 polyuretaanipintamaali

MAALITYYPPI	TEKNODUR 0050 on kaksikomponenttinen, puolikiiltävä polyuretaanipintamaali, jonka kovetteena on alifaattinen isosyanaattiharts.
KÄYTTÖ	Käytetään teräs- ja metallipintojen pintamaalina TEKNODUR-polyuretaanijärjestelmissä K27 ja K29.
ERIKOISOMINAISUUDET	Maali muodostaa puolikiiltävän kalvon, joka kestää hyvin mekaanista rasitusta ja säätä. Kun pintamaalilla vaaditaan erittäin hyvää kiillon ja värisävyn kestoa, suositellaan kohteiden lakkausta TEKNODUR 0250 polyuretaanilakalla.

TEKNISET TIEDOT

Sekoitusuhde	Muoviosaa (Comp. A): Koveteita (Comp B): TEKNODUR HARDENER 0010	9 tilavuusosaa 1 tilavuusosa
Käyttöaika, +23 °C	4 h	
Kuiva-ainepitoisuus	56 ±2 tilavuus-% (ISO 3233:1988)	
Kiintoainepitoisuus	n. 870 g/l	

Haittavat orgaaniset aineet (VOC)	n. 430 g/l		
Suosittelava kalvonpaksuus ja teoreettinen riittoisuus	Kuivakalvo (µm)	Märkäkalvo (µm)	Teoreettinen riittoisuus (m ² /l)
	40	71	14,0
	60	107	9,3

Koska monet maalin ominaisuudet muuttuvat maalattaessa liian paksuja kalvoja, emme suosittele tuotetta maalattavaksi yli kaksinkertaiseen kalvonpaksuuteen verrattuna suurimpaan suositeltuun.

Käytännön riittoisuus	Arvot riippuvat mm. maalausmenetelmästä, pinnan laadusta sekä ruiskumaalauksessa kohteen rakenteesta johtuvasta ohiruiskutuksesta.
------------------------------	--

Kuivumisaika, +23°C / 50 % RH (kuivakalvo 40 µm)
- pölykuiva (ISO 9117-3:2010) 1 h kuluttua
- kosketuskuiva (DIN 53150:1995) 6 h kuluttua

Päällemaalattavissa, 50 % RH (kuivakalvo 40 µm)

pinnan lämpötila	itsellään	
	min.	max.
+5°C	20 h kuluttua	-
+23°C	12 h kuluttua	-

Kalvonpaksuuden kasvu ja kuivumistilan ilman suhteellisen kosteuden nousu hidastavat yleensä kuivumista.

Ohenne	Vakio-ohenteet: TEKNOSOLV 9521 ja TEKNOSOLV 6220. Muut tuotteelle soveltuvat ohenteet: ks. sivu 2.
---------------	---

Välineiden pesu	TEKNOCLEAN 6496
------------------------	-----------------

Kiilto	Puolikiiltävä
---------------	---------------

Värisävyt	Maali kuuluu Teknomix-sävytysjärjestelmän piiriin.
------------------	--

VAROITUSMERKINTÄ	Katso käyttöturvallisuustiedote.
-------------------------	----------------------------------

Käännä

TUOTESELOSTE 682
Sivu 2

KÄYTTÖOHJEET	
Pinnan esikäsittely	<p>Maalattavilla pinoilla poistetaan esikäsittelyä ja maalausta vaikeuttavat epäpuhtaudet sekä vesiliukoiset suolat liian- ja rasvanpoistomenetelmin. Pinnat esikäsitellään materiaalkohtaisesti seuraavasti:</p> <p>YLIMAALAUKSEEN SOVELTUVAT VANHAT MAALIPINNAT: Maalausta haittaavat epäpuhtaudet (esim. rasva ja suolat) poistetaan. Pintojen tulee olla kuivat ja puhtaat. Vanhat, maksimipäälemaalattavuusajan ylittäneet maalipinnat tulee lisäksi karhentaa. Vauriokohtien esikäsitely tehdään alustan ja huoltomaalauksen vaatimusten mukaisesti.</p> <p>Esikäsitelyn paikka ja ajankohta tulee valita siten, ettei käsitelty pinta likaannu tai kostu ennen jatkokäsittelyä.</p>
Komponenttien sekoitus	<p>Kerralla sekoitettavaa määrää arvioitaessa on otettava huomioon seoksen käyttöaika. Muoviosa ja kovele sekoitetaan keskenään oikeassa sekoitussuhteessa ennen maalausta huolellisesti astian pohjaa myöten. Huolimaton sekoitus tai väärä sekoitussuhde aiheuttaa epätasaisen kovettumisen ja pinnan ominaisuuksien heikkenemistä.</p>
Maalauolosuhteet	<p>Maalattavan pinnan tulee olla kuiva. Maalaustyön ja maalin kuivumisen aikana tulee ilman, pinnan ja maalin lämpötilan olla yli +5° C ja ilman suhteellisen kosteuden alle 80 %.</p> <p>Lisäksi maalattavan pinnan ja maalin lämpötilan tulee olla vähintään 3° C yli ilman kastepisteen.</p>
Maalaus	<p>Ennen käyttöä maali sekoitetaan huolellisesti.</p> <p>Suosittelava levitysmenetelmä on ruiskumaalaus ilmatommalla tai hajotusilmaruiskulla. Ilmatottoman ruiskun suutin 0,011 - 0,013".</p> <p>Maaliruisku ja sekoitusastiat puhdistetaan ennen käyttöä maalille soveltuvalla ohenteella.</p> <p>Vakio-ohenteet: TEKNOSOLV 9521 ja TEKNOSOLV 6220. Hitaat ohenteet: TEKNOSOLV 1640 ja TEKNOSOLV 6291. Käytetään esim. maalattaessa suuria pintoja ja lämpötilan ollessa huoneenlämpötilaa korkeampi. Nopea ohente: TEKNOSOLV 9526. Käytetään ruiskumaalattaessa suuria pintoja harsotustekniikalla sekä käytettäessä sähköstaattista ruiskutusta.</p> <p>Maalia ohennetaan tarvittaessa 10 - 20 %. Yleisohenteita tai tinnereitä ei voi käyttää, koska ne saattavat sisältää aikoheja, jotka reagoivat koveteen kanssa.</p> <p>Maalin kovete ja käyttövalmis seos sisältävät isosyanaatteja. Ilmanvaihdon ollessa puutteellinen sekä erityisesti ruiskutusmaalauksen yhteydessä suosittelemme räitösilmanamanin käyttöä. Lyhytaikaisessa tai väliaikaisessa työssä voidaan käyttää hengityksen suojainta yhdistelmäsuodattimella A2-P2. Tällöin tulee huolehtia silmien ja kasvojen suojaamisesta.</p> <p>Koveteipurkki on avattava varovasti, koska purkkiin saattaa varastoitaessa kehittyä painetta.</p>
LISÄTIETOJA	<p>Varastointikestävyys ilmoitetaan etiketissä. Varastoitava viileässä ja kuivissa sisätiloissa, tiiviisti suljetuissa astioissa. Kovete reagoi ilman kosteuden kanssa, joten avattu koveteipurkki on säilytettävä huolellisesti suljettuna ja se suositellaan käytettäväksi 14 d kuluessa purkin avaamisesta.</p> <p>Lisätietoja esikäsitteystä ja huoltomaalauksesta on Teknosin käsikirjassa "Korroosionestomaalauksen käsikirja". Opastavia tietoja pinnan esikäsitteystä löytyy standardeista EN ISO 12944-4 ja ISO 8501-2.</p>

Tuoteseloste en tiedot ovat ohjevoja jotka perustuvat laboratoriokeisiin ja käytännön tuloksiin. Teknos vastaa siitä, että tuotteen laatu on laatujärjestelmämme mukainen. Sen sijaan Teknos ei vastaa tehdystä maalaustyöstä, koska se on suuressa määrin riippuvainen käsittely- ja maalausolosuhteista. Teknos ei myöskään vastaa vahingoista jotka aiheutuvat maaliuotteen virheellisestä käytöstä. Tuote on tarkoitettu yksinomaan ammattikäyttöön. Tämä edellyttää, että käyttäjällä on riittävät tiedot tuotteen käyttämiseksi sekä teknisesti että työturvallisuusmielessä oikealla tavalla. Kotisivuiltamme www.teknos.com löydät ajan tasalla olevat versiot Teknosin tuoteselosteista, käytöturvallisuustiedoista ja järjestelmäselosteista.

Isotrol –maalaujärjestelmän tuoteselosteet



2011-04-26
1(2)

ISOTROL PRIMER

DESCRIPTION	Highly penetrating linseed oil alkyd-based clearcoat primer.
RECOMMENDED USES	Used as primer for rusty and/or painted surfaces of sheet metal, steel and iron Isotrol Primer is surface tolerant and has excellent penetrating properties and are therefore recommended especially for objects that are hard to clean for example lattice structures, overlaps, fasteners and gaps. Also on surfaces where of some reason you don't want to remove earlier paints such as for example red-lead which cause harm to the environment if not properly collected when removed
TECHNICAL DATA	
Solids volume	45 ± 2 volume %
Density	0,9 kg/l
Viscosity	16 sec (Ford C4)
Flash point	+41° C
Binder	Oil alkyd
Typical film thickness	12-15 µm
Theoretical coverage	12-15 m²/l
Drying Time	6-8h at 23°C and 50% relative humidity. Recoatable after 8h.
Colour	Vaguely oil yellow
Gloss	Semi gloss
Painting	Airless, roller, brush
Storage and transport	0-40° C
Packaging	1, 5, 20 l
Thinner	White spirits
VOC	The Volatile Organic Compounds amount is 460 g/litre of paint.

Adresse
Box 1334
181 25 Lidingö
Sweden

Phone
+46(0)8-59073750
Fax
+46(0)8-59092340

e-mail
info@introteknik.se

Website
www.introteknik.se

This version of our product sheet replaces the previous version. All data presented here are based on our experience and theoretical values. This document does not relieve the recipient the obligation to ensure the product suitability and application for this purpose. We are not responsible for any damages incurred due to misuse of the product at the application or in respect of purpose.



2011-04-26
2(2)

APPLICATION DETAILS

Preparation

Oil, grease, salt and dirt are removed from the surface by appropriate means. Rinse thoroughly with water. Note the overcoating time of primer. (ISO 12944-4)

Clean the surface to a St2 according to ISO 8501-1:2007.

All loose or poorly adhering paint are removed.

Typical cleaning methods are scraping, wire brushing, water blasting, wet blast or sweep blasting. Choice of cleaning method is determined by the rust spread.

Application

Mix the paint thoroughly before use. Thinning is not recommended.

Appropriate size of the nozzle for airless spray is 0.011 "-0.015". Brush Paint around bolts, rivets, overlaps, gaps etc. before priming for best results. Heavy rusted surfaces should be primed, or painted where spots occur, twice or until the surface is saturated and has a shiny surface.

Application conditions

All surfaces must be dry. The temperature of the ambient air, surface or paint should not fall below + 5 °C, or raise above +40 °C, during application and drying. Relative humidity should not exceed 80 %. The surface temperature of the steel should remain at least 3 °C above the dew point.

Top coat

Isotrol Finish, Isoguard Pansar, Isoguard Aluminium, Isomastic

Safety instructions

The paint contains linseed oil. Be careful with the rags, spontaneous combustion can occur. Contains solvents. Do not inhale or ingest. Further information about hazardous influences and protection are detailed in safety data sheets

Adresse
Box 1334
181 25 Lidingö
Sweden

Phone
+46(0)8-59073750
Fax
+46(0)8-59092340

e-mail
info@introteknik.se

Website
www.introteknik.se

This version of our product sheet replaces the previous version. All data presented here are based on our experience and theoretical values. This document does not relieve the recipient the obligation to ensure the product suitability and application for this purpose. We are not responsible for any damages incurred due to misuse of the product at the application or in respect of purpose.



2012-08-08

ISOMASTIC

PRODUKTTYP Tvåkomponent, lösningsmedelsfattig, järnglimmer och aluminiumpigmenterad epoxifärg.

**ANVÄNDNINGS-
OMRÅDEN** Grund-, eller bättringsfärg för stålytor.

- ◆ På grund av järnglimmer- och aluminiumpigmenteringen bildas en synnerligen tät färgfilm, god beständighet gentemot slitage och kemikalier.
- ◆ Lämplig som grundfärg för stålytor utsatta för mekanisk och kemisk belastning samt för undervattensytor.
- ◆ Rekommenderas för maskiner och utrustning inom skogs- och processindustrin såsom pappersmaskiner, pumpar, transportörer samt övriga stålytor, både för nybyggen och underhåll.
- ◆ Låga lösningsmedelsemmissioner tack vare den höga torrhalten.
- ◆ Även lämpad som enskiktsfärg.
- ◆ Kan målas på gammal alkydfärg.

TEKNISK DATA

Volymtorrhalt

Vikttorrhalt

Densitet

Blandningsförhållande 81 ± 2 volym -%. (ISO 3233)

87 ± 2 vikt -%.

Brukstid

1,4 g/cm³ bruksblandning

Färgdel 1 volymdel

Härdare 1 volymdel

1½ h (23°).

Adress

Box 1334
181 25 Lidingö
Sverige

Telefon

+46(0)8-59073750

Fax

+46(0)8-59092340

e-post

info@introteknik.se

Hemsida

www.introteknik.se

Den här versionen av vårt produktblad ersätter tidigare version. Alla data som presenteras här utgår från vår erfarenhet samt teoretiska värden. Detta dokument frångår inte mottagarens förpliktelse att kontrollera produktens lämplighet samt applikation för det aktuella ändamålet. Vi ansvarar inte för några skador uppkomna på grund av felaktig användning av produkten vid applikation eller i fråga om ändamål.



2012-08-08

Skiktjocklekar och teoretisk sträckförmåga

Filmtjocklek 100 µm		Teoretisk sträckförmåga
våt	torr	
125 µm	100 µm	8,0 m ² /l
250 µm	200 µm	4,0 m ² /l

Den praktiska sträckförmågan påverkas av appliceringsteknik och -förhållanden samt form och grovhet på ytorna.

Torktider

Filmtjocklek	+10 °C	+23 °C	+35 °C
Dammtorr	5 h	3 h	1 ½ h
Klibbfri	20 h	7 h	3 ½ h
Övermålningsbar	32 h	16 h	8 h
Max utan mattslipning	7 d	5 d	2 d

Tork- och övermålningstider beror på filmtjocklek, temperatur, relativ luftfuktighet samt luftväxlingen.

**Förtunning
Rengöring av arbetsredskap
Glans
Kulör**

Förtunning 1031
Förtunning 1031

Halvblank
Aluminium

BRUKSANVISNING

Förbehandling

Förberedande rengöring: Rengör ytorna från all fast smuts. Avlägsna vattenlösliga salter, fett och olja med vatten- eller emulsionstvätt. Skölj ytorna grundligt med vatten och låt dem torka (ISO 12944-4)

Stålytor: Blåstras till grad Sa2½ (ISO 8501-1). Mindre ytor kan stålborstas till minst St2. För undervattensytor rekommenderas blåstring till Sa2½.

Gamla målade ytor: Avlägsna fett och smuts samt flagande färg, mattslipa den gamla färgytan.

Grundmåling

Vid rost grundmålas utsatta ytor med Isotrol Klarlack Grund.

Täckfärg

Temadur 50

Adress
Box 1334
181 25 Lidingö
Sverige

Telefon
+46(0)8-59073750
Fax
+46(0)8-59092340

e-post
info@introteknik.se

Hemsida
www.introteknik.se

Den här versionen av vårt produktblad ersätter tidigare versioner. Alla data som presenteras här utgår från vår erfarenhet samt teoretiska värden. Detta dokument frångår inte mottagarens förpliktelse att kontrollera produktens lämplighet samt applikation för det aktuella ändamålet. Vi ansvarar inte för några skador uppkomna på grund av felaktig användning av produkten vid applikation eller i fråga om ändamål.



2012-08-08

Appliceringsförhållanden	Ytan som skall målas skall vara ren och torr. Under arbetet skall luftens, ytans och färgens temperatur ej understiga +10°C och luftens relativa luftfuktighet ej överstiga 80 %. Ytans temperatur bör vara minst 3°C över daggpunkten.
Omrörning	Blanda färg- och härdardelen separat <u>innan</u> komponenterna sammanblandas under omsorgsfull omrörning, maskinell omrörning rekommenderas.
Applicering	Sprutmålning, både konventionell och högtryck, eller penselstrykning. Beroende på komponenternas temperatur förtunnas färgen 0 – 10 %. Munstycke vid högtryckssprutning 0,013" - 0,019", trycket 140-180 bar, spridningsvinkel väljs enligt föremålets form. Vid penselstrykning förtunnas färgen efter rådande förutsättningar.
VOC	Mängden flyktiga organiska komponenter 200 g/liter blandad färg. Maximalt VOC innehåll (spädd 10 volym%) är 260 g/liter.
Skyddsföreskrifter	Följ föreskrifterna som anges på etiketten. I varuinformationsbladet finns noggrannare uppgifter om vilka faror som är förknippade med användningen samt information om vilka skyddsåtgärder som bör vidtagas. Varuinformationsblad kan erhållas på begäran av Introteknik AB

Enbart för yrkesbruk.

Adress
Box 1334
181 25 Lidingö
Sverige

Telefon
+46(0)8-59073750
Fax
+46(0)8-59092340

e-post
info@introteknik.se

Hemsida
www.introteknik.se

Den här versionen av vårt produktblad ersätter tidigare versioner. Alla data som presenteras här utgår från vår erfarenhet samt teoretiska värden. Detta dokument frångår inte mottagarens förpliktelse att kontrollera produktens lämplighet samt applikation för det aktuella ändamålet. Vi ansvarar inte för några skador uppkomna på grund av felaktig användning av produkten vid applikation eller i fråga om ändamål.



Temadur 50

DESCRIPTION A two component, semigloss polyurethane paint, hardener aliphatic isocyanate.
PRODUCT FEATURES Recommended as a semigloss topcoat for epoxy and polyurethane systems exposed to weathering and/or chemical stress.
RECOMMENDED USES Recommended for painting of transport and haulage equipment, storage tank exteriors, steel framework and other steel structures, machinery and equipment.

TECHNICAL DATA

Features Excellent weathering and abrasion resistance. A durable, easy to clean and non-chalking topcoat with good gloss and colour retention. The product has MED (Marine Equipment Directive) certificate no VTT-C-4033-15-09 and is thus accepted for painting surfaces inside the ships.

Colour Cards RAL, NCS, SSG, BS, MONICOLOR NOVA and SYMPHONY colour cards. TEMASPEED tinting.

Gloss groups Semi-gloss

Coverage	Recommended film thicknesses		Theoretical coverage
	dry	wet	
	40 µm	70 µm	14.0 m ² /l
	60 µm	110 µm	9.3 m ² /l

Practical coverage depends on the application method, painting conditions and the shape and roughness of the surface to be coated.

Thinner 1048, 1067 and 1061

Mixing ratio Base 5 parts by volume 506-series
Hardener 1 part by volume 008 7590

Application method By airless or conventional spray or by brush.

Pot-life (+23°C) 4 hours

Drying times	+ 5 °C	+ 10 °C	+ 23 °C	+ 35 °C
DFT 50 µm				
Dust dry, after	45 min	30 min	15 min	10 min
Touch dry, after	8 h	6 h	4 h	2½ h
Recoatable, after	No limitations.			

Drying and recoating times are related to the film thickness, temperature, the relative humidity of the air and ventilation.

Solids volume 56 ± 2 % volume % (ISO 3233)
70 ± 2 % weight %

Density 1.3 ± 0.1 kg / l (mixed)

Product code 506-series

MED Certificate [VTT-C-4033-15-09 Temadur 20 & Temadur 50](#)



Temadur 50

APPLICATION DETAILS

Application conditions	All surfaces must be dry. The temperature of the ambient air, surface or paint should not fall below + 5 °C during application or drying. Relative humidity should not exceed 80 %. The surface temperature of the steel should remain at least 3 °C above the dew point.
Preparation	Primed surfaces: Oil, grease, salt and dirt are removed from the surface by appropriate means. Repair any damage to the primer coat. Note the overcoating time of primer. (ISO 12944-4)
Priming	Temacoat GPL-S Primer, Temacoat GF Primer, Temacoat HB Primer, Temacoat PM Primer, Temacoat GPL-S MIO, Temacoat SPA, Temacoat RM 40, Temamastic PM 100, Temabond, Temadur 20, Temadur Primer, Temaprime GF, Fontecoat EP Primer and Fontecryl 10.
Finishing	Temadur and Temathane.
Painting	By airless or conventional spray or by brush. In order to obtain an even, non-porous finish at the airless spray application the viscosity should be 30 - 60 s DIN4. Depending on the temperature of the components (base, hardener, thinner) and the required viscosity the paint should be thinned 10 - 23 %. Airless spray nozzle tip 0.011" - 0.017" and nozzle pressure 120 - 160 bar. Spray angle shall be chosen according to the shape of the object. At brush application the paint should be thinned according to the circumstances.
Mixing of components	First stir base and hardener separately. The correct proportions of base and hardener must be mixed thoroughly before use. Use Temaspeed Squirrel Mixer for mixing.
Cleaning of tools	Thinner 1048, 1067 or 1061.
EU VOC 2004/42/EC-limit value	The Volatile Organic Compounds amount is 420 g/litre of paint mixture. VOC content of the paint mixture (thinned 23 % by volume) is 495 g/l. Only for industrial use.

HEALTH AND SAFETY CLASSIFICATION

Containers are provided with safety labels, which should be observed. Further information about hazardous influences and protection are detailed in individual health and safety data sheets. A health and safety data sheet is available on request from Tikkurila Oyj.

Product safety data sheet	TEMADUR 50 [GB-ENG]
Thinner safety data sheet	THINNER 1048 [GB-ENG]
Hardener safety data sheet	TEMADUR HARDENER 008 7590 [GB-ENG]

The above information, based on laboratory tests and practical experience, has been proved valid at the date marked on the product data sheet. The quality of the product is ensured by our operational system, based on the requirements of ISO 9001 and ISO 14001. As a manufacturer we cannot be responsible for any damages caused by using the product against our instructions or for inappropriate purposes.

Irtivetokokeen ja viiltotestin tulokset

Taulukko 1. Irtivetokokeiden tulokset

Maalaus	Alusta	Kuivatartunta		Märkäkartunta		Märkäkartunta		Maalikerrokset i
		Mpa	Murtumatyyppi	Mpa	Murtumatyyppi	Mpa	Murtumatyyppi	
Tiel 4,9	Wa 2	11,5	20% B 10% C 70% Y	9,25	40% B 30% C 30% D	8,25	90% B 10% D	A Rakenneteräs
		9	90% B 10% C	9,5	100% B	9,75	90% B 10% C	B Inerta Mastic pohjamaali
		8	90% B 10% C	9,25	70% B 30% C	9	90% B 10% C	C Inerta Mastic MIOX väliinai
		9	80% B 20% Y	10	100% B	7,75	80% B 20% D	D Teknodur 0050 Pintamaali
		9	20% B 80% Y	9,5	90% B 10% D	9	90% B 10% D	Y Liima
		-	-	9	80% C 20% D	8	90% B 10% D	Z vetokappale
		12	90% B 10% C	8	90% B 10% C	7,5	20% A/B 80% B	A Rakenneteräs
		12	80% B 10% C	10	70% B 30% C	9,1	10% A/B 90% B	B Inerta Mastic pohjamaali
		11,5	80% B 10% C	8	90% B 10% D	8,5	90% B 10% D	C Inerta Mastic MIOX väliinai
Tiel 4,9	Sa 2	10	80% B 10% C	9	90% B 10% C	9,4	80% B 20% D	D Teknodur 0050 Pintamaali
		11	60% B 10% C 20% Y	8,5	10% A/B 80% B 10% D	8,2	10% A/B 80% B 10% D	
		-	-	8,5	10% A/B 80% B 10% D	8,2	10% A/B 80% B 10% D	
		6,5	10% A 90% C	5,5	70% B 20% C 10% -/Y	6,5	70% B 20% C 10% -/Y	A Rakenneteräs
		7,5	10% A 90% C	5	90% B 10% -/Y	6,25	70% B 30% C	B Isotrol Prime pohjamaali
		6,5	40% B 60% C	7	60% B 30% C 10% -/Y	6,25	20% A 40% B 40% C	C Isomastic väliinai
		10	40% B 50% C 10% -/Y	4,75	10% A/B 90% B 10% C	5,25	90% B 10% C	D Temadur pintamaali
		5,25	10% A 50% B 40% C	6	60% B 30% C 10% -/Y	6,3	60% B 20% C 10% -/Y	
		-	-	6,25	40% A 40% B 20% C	5,5	10% B 10% C 80% -/Y	
Isotrol	Wa 2	4	10% A 60% B 40% C	4,5	10% A 90% B	5,5	50% A 50% B	A Rakenneteräs
		4	70% C 30% -/Y	4	10% A 90% B	4,75	40% A 50% B 10% C	B Isotrol Prime pohjamaali
		4	70% B 30% C	3,5	10% A 80% B 10% C	4,5	40% A 60% B	C Isomastic väliinai
		4	10% A 30% B 60% C	3	20% A 80% B	6	50% A 50% B	D Temadur pintamaali
		3	10% A 80% B 10% C	5,75	10% A 70% B 20% C	4	50% A 50% B	
		5,75	10% B 90% C	5,5	10% A 90% B	4	20% A 70% B 10% C	
		3	100% D	1,5	100% C/D			A Rakenneteräs
		4	100% C/D	1,5	100% C/D			B Lviijymönjä
		3	100% C/D	2	100% C/D			C Vanha pintamaali
Isotrol	Lviijyptoinen pintamaali	3,5	100% C/D	2,5	100% C/D			D Isotrol Primer
		4	100% C/D	1,5	100% C/D			E Isomastic väliinai
		-	-	-	-			F Temadur pintamaali
		2,5	90% C 10% -/Y	1,5	90% B/C 10% C	2,1	50% B/C 50% C	A Rakenneteräs
		1	80% B/C 10% C 10% -/Y	1	80% B/C 20% C	1,5	50% B/C 40% C 10% -/Y	B Fontecryl pohjamaali
		1	30% B/C 60% C 10% -/Y	2	80% B/C 20% C	1,5	50% B/C 50% C	C Temalac FD 80 alkydipintamaali
		1	10% B/C 10% C 80% -/Y	2	80% B/C 20% C	1	50% B/C 50% C	D Isotrol Primer
		0,5	20% B/C 50% C 30% -/Y	2	80% B/C 20% C	1	40% A/B 60% B/C	E Isomastic väliinai
		-	-	2	90% B/C 10% C	2	20% A/B 80% B/C	F Temadur pintamaali

Taulukko 2. Maalin irtoamisen mittaustulokset viillosta suolasumukokeessa. RT tarkoittaa ruostunutta terästä.

Maalausjärjestelmä	Tartuntaalusta/ Esikäsitteilyaste	Rasitusluokka/irtoaminen (mm) viillosta							
		C3-H/mm			C5-M(H)/mm				
		1	2	3	4	5	6		
Tiel 4.9	RT / Wa 2	a					1,0	1,0	1,0
		b					1,0	1,0	1,0
		c					1,0	1,0	1,0
		d					1,0	1,0	1,0
		e					1,0	1,0	1,0
		f					1,0	1,0	1,0
	RT / St 2	a					1,0	1,0	1,0
		b					1,0	1,0	1,0
		c					1,0	1,0	1,0
		d					1,0	1,0	1,0
		e					1,0	1,0	1,0
		f					1,0	1,0	1,0
Isotrol	RT / Wa 2	a	25,0	15,5	10,5		37,5	29,5	26,5
		b	24,5	15,5	13,0		41,0	28,5	29,0
		c	29,0	13,5	14,0		37,0	31,0	27,0
		d	23,0	14,0	11,5		39,0	25,5	25,0
		e	28,0	19,5	16,5		34,0	19,5	22,5
		f	25,0	15,0	16,5		30,0	21,0	20,5
	Alkydi-maalausjärjestelmä	a	6,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0
		b	7,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0
		c	3,5	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0
		d	4,0	1,0	1,0		1,5	1,0	1,0
		e	6,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0
		f	6,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0
	Lyijymönjäjärjestelmä	a					>100	26,5	
		b					>100	11,5	
		c					>100	7,0	
		d					>100	8,5	
		e					>100	9,5	
		f					>100	18,0	

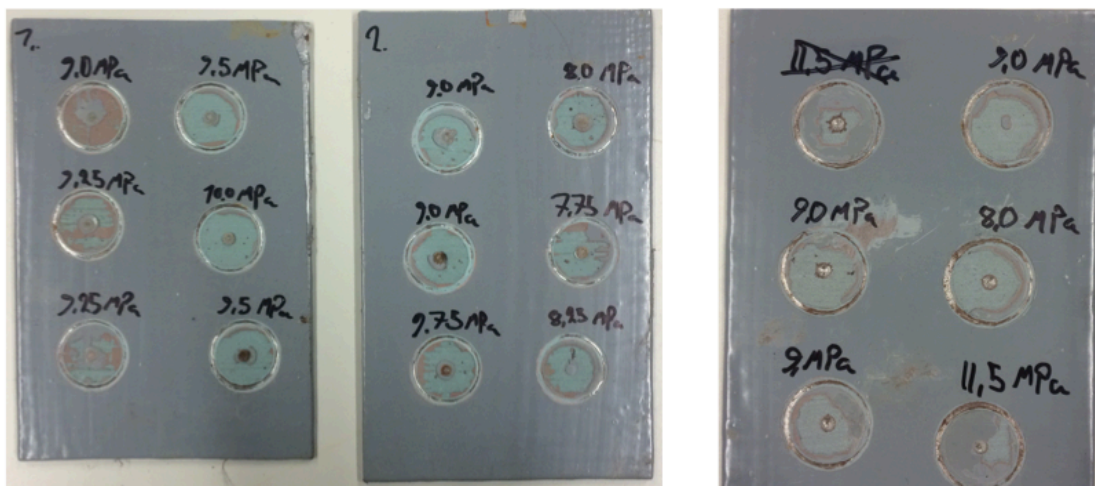
Taulukko 3. Maalin irtoamisen laskeminen viillosta suolasumukokeessa. RT tarkoittaa ruostunutta terästä.

Maalaus järjestelmä	Tartunta-alusta/ Esikäsitteilyaste	kpl	Rasitusluokka		Viilto w/mm	Irtoaminen /mm		
			C3-H	C5-M(H)		ka	d	
Tiel 4.9	RT/Wa 2	1		x	1	1,0	0,0	
		2		x	1	1,0	0,0	
		3		x	1	1,0	0,0	0,0
	RT/St 2	1		x	1	1,0	0,0	
		2		x	1	1,0	0,0	
		3		x	1	1,0	0,0	0,0
Isotrol	RT/Wa 2	1		x	1	36,4	17,7	
		2		x	1	25,8	12,4	
		3		x	1	25,1	12,0	14,1
	RT/Wa 2	1	x		1	25,8	12,4	
		2	x		1	15,5	7,3	
		3	x		1	13,7	6,3	8,7
	Alkydi	1		x	1	1,1	0,0	
		2		x	1	1,0	0,0	
		3		x	1	1,0	0,0	0,0
	Alkydi	1	x		1	5,4	2,2	
		2	x		1	1,0	0,0	
		3	x		1	1,0	0,0	0,7
	Lyijymönjä	1		x	1	>100	>100	
		2		x	1	13,5	6,3	>100
		3						

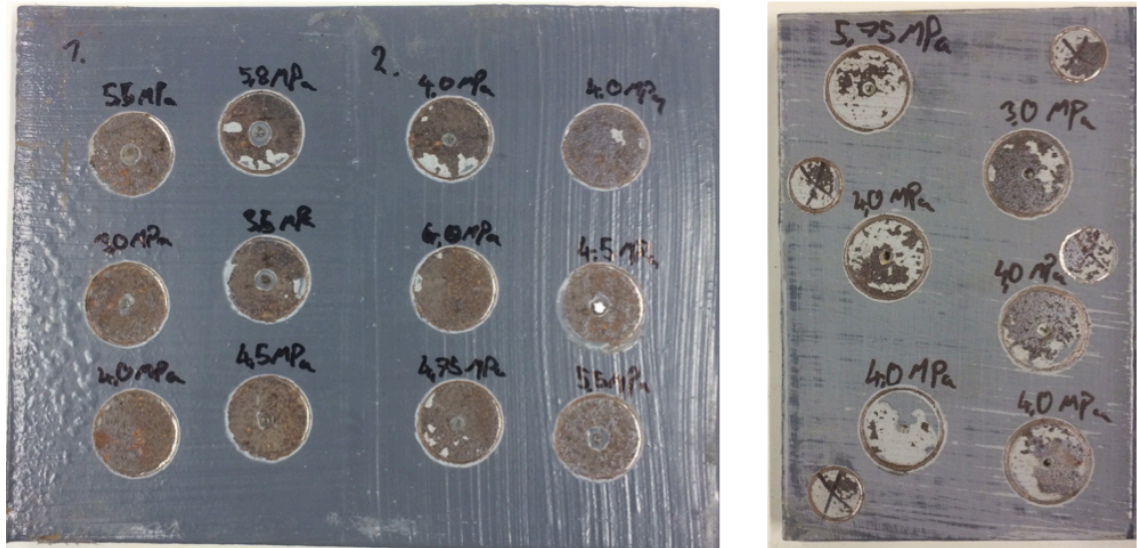
Kuvia kuiva- ja märkätartuntamittauksista



Kuva 1. Referenssilevyjen (Tiel 4.9 –maalausjärjestelmä St 2 –puhdistuksella) tartuntatulokset. Oikealla on kuivatartunnan vetokoetulokset ja vasemmalla on kahden rinnakkaislevyn märkätartunnan vetokoetulokset.



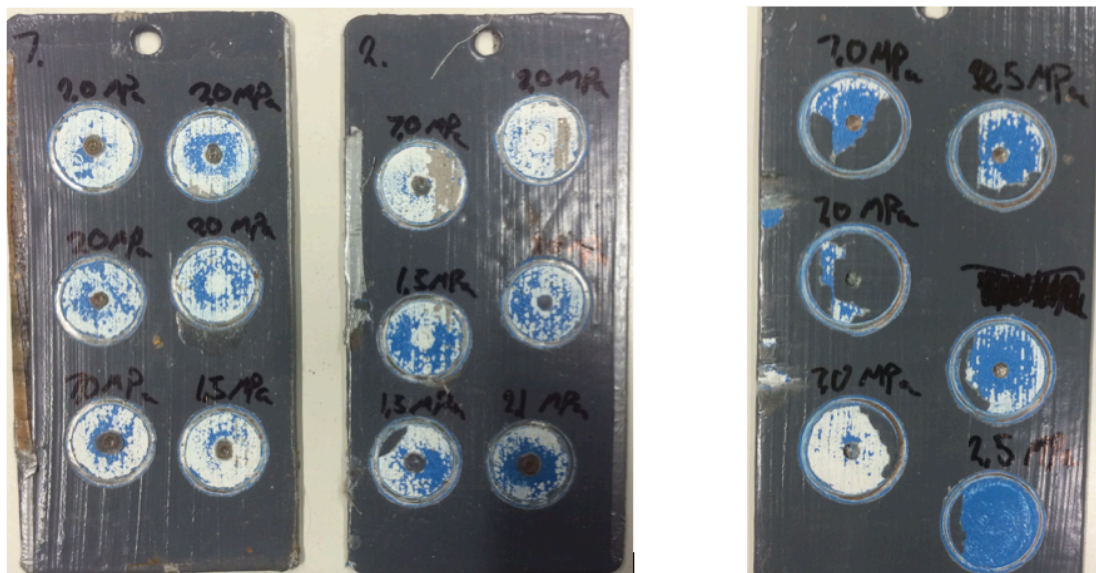
Kuva 2. Wa 2 –puhdistettujen ja Tiel 4.9 –maalausjärjestelmällä maalattujen testilevyjen vetokoetulokset. Oikealla on kuivatartunnan vetokoetulokset ja vasemmalla on kahden rinnakkaislevyn märkätartunnan vetokoetulokset



Kuva 3. St 2 –puhdistettujen ja Isotrol –maalaujärjestelmällä maalattujen testilevyjen vetokoetulokset. Oikealla on kuivatartunnan vetokoetulokset ja vasemmalla on kahden rinnakkaislevyn märkätartunnan vetokoetulokset. Oikealla kuvassa näkyvä maalin kupliminen on tullut pakkasesta testien jälkeen.



Kuva 4. Wa 2 –puhdistettujen ja Isotrol –maalaujärjestelmällä maalattujen testilevyjen vetokoetulokset. Oikealla on kuivatartunnan vetokoetulokset ja vasemmalla on kahden rinnakkaislevyn märkätartunnan vetokoetulokset.

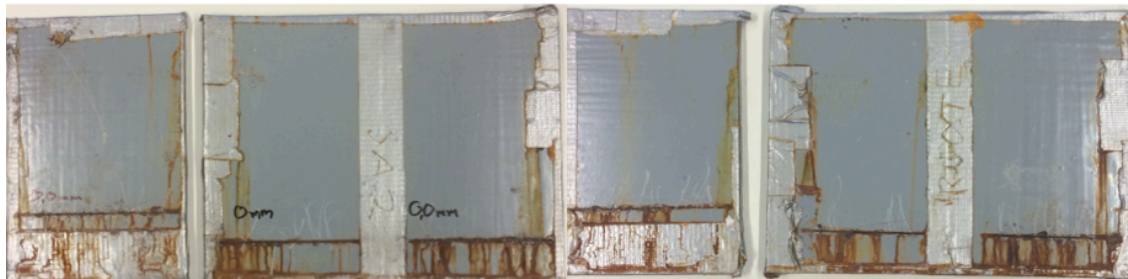


Kuva 5. Alkydimaalipinnalle Isotrol -maalusjärjestelmällä maalattujen testilevyjen vetokoetulokset. Oikealla on kuivatartunnan vetokoetulokset ja vasemmalla on kahden rinnakkaislevyn märkätartunnan vetokoetulokset.



Kuva 6. Sillan palasen pintamaalipinnalle Isotrol -maalusjärjestelmällä maalattujen testialueiden vetokokeen murtumapinnat. Oikealla on kuivatartunnan vetokokeen murtumapinnat ja vasemmalla on kahden rinnakkaisalueen märkätartunnan vetokokeen murtumapinnat.

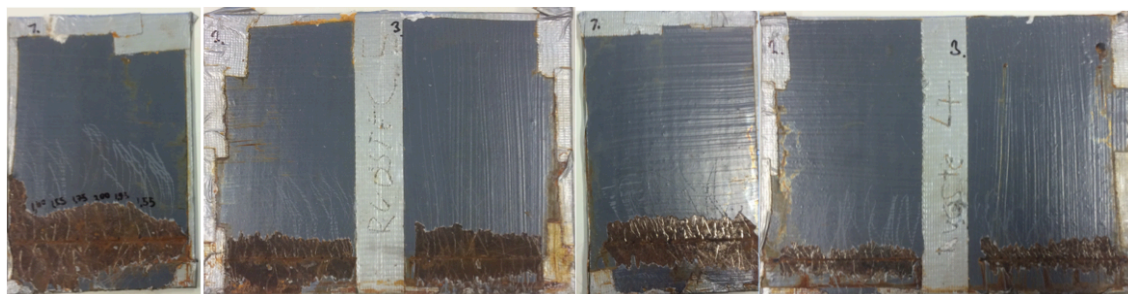
Kuvia suolasumu- ja viiltokokeesta



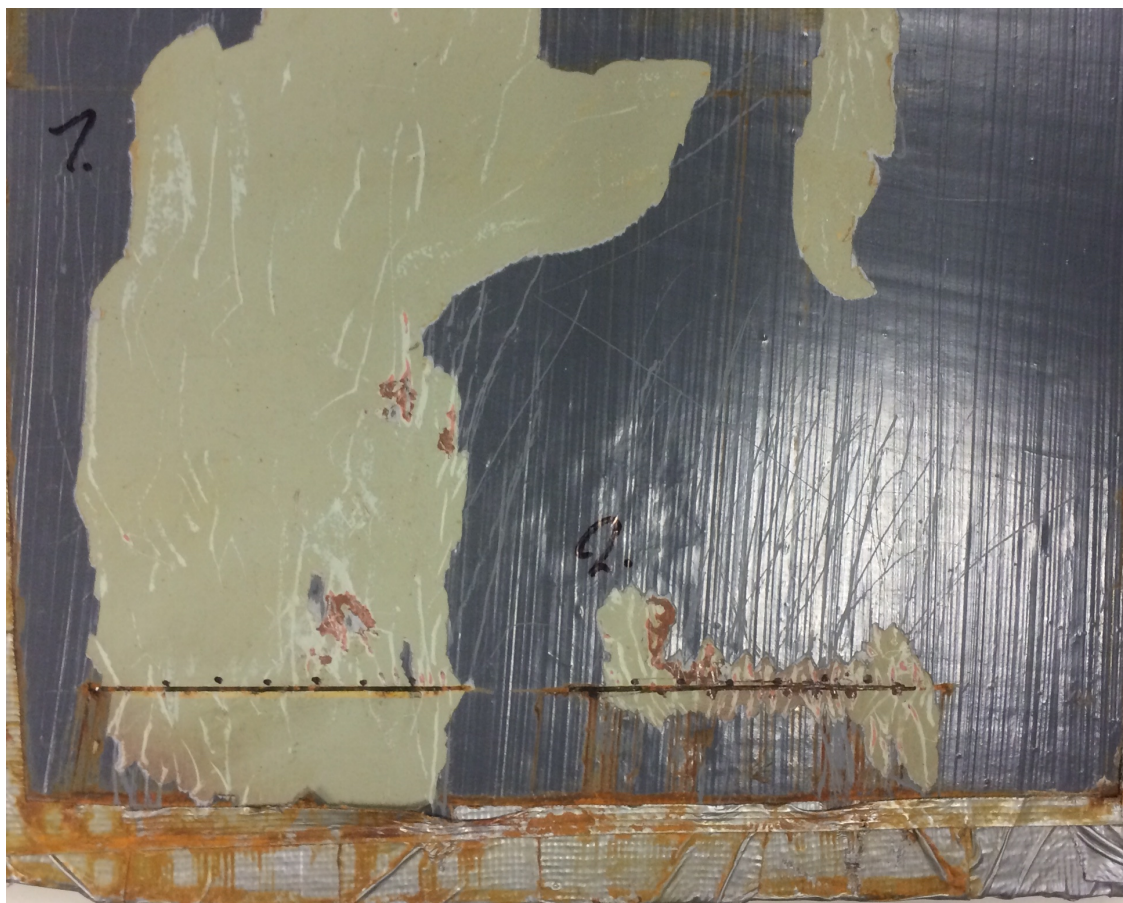
Kuva 1. Tiel 4.9 –maalauksjärjestelmällä maalatut 1440 tunnin suolasumukokeessa ja viiltokokeessa olleet testilevyt. Vasemmalla on kolme St 2 –puhdistettua testilevyä ja oikealla kolme Wa 2 –puhdistettua testilevyä.



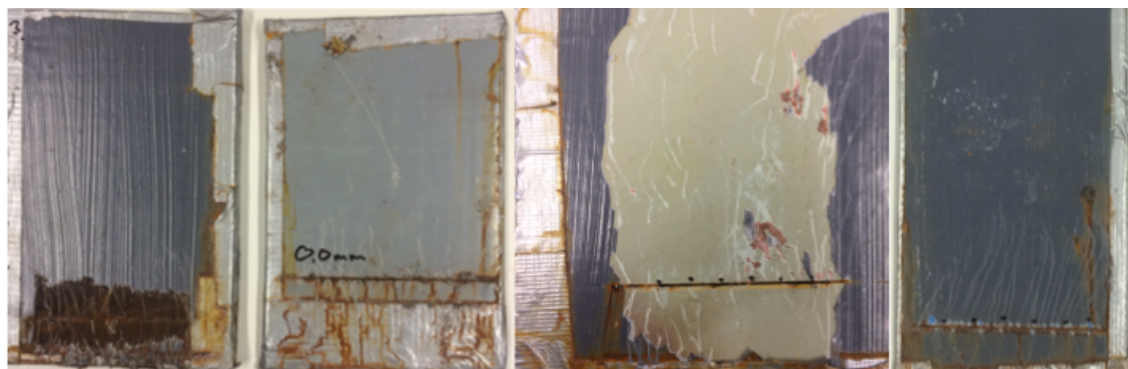
Kuva 2. Alkydipintamaalin päälle maalatut Isotrol –maalauksjärjestelmällä maalatut testilevyt. Vasemmalla on kolme 1440 tunnin ja oikealla kolme 480 tunnin suolasumukokeessa ja viiltokokeessa olleet testilevyt.



Kuva 3. Wa 2 -puhdistetut Isotrol –maalauksjärjestelmällä maalatut testilevyt. Vasemmalla on kolme 1440 tunnin ja oikealla kolme 480 tunnin suolasumukokeessa ja viiltokokeessa olleet testilevyt.



Kuva 4. Alkydipintamaalin päälle Isotrol –maalausjärjestelmällä maalattu sekä 1440 tunnin suolasumutestissä ja viiltokokeessa ollut testilevy. Oikeanpuolisen viillon ympärillä maali on pysynyt kiinni, mutta ylhäältäpäin raaputettaessa maali olisi lähtenyt. Maali lähti irti lastuittain hyvin vähäistä voimaa käyttäen, joten irrottaminen lopetettiin.



Kuva 5. Irtoamisen vertailu viillosta eri tartunta-alustoilla 1440 tunnin suolasumutestin jälkeen. Levyt vasemmalta oikealle; Wa 2 –puhdistettu ja Isotrol-maalattu, referenssi, lyijymönjän päälle maalattu Isotrol sekä alkydimaalin päälle maalattu Isotrol.