

Teräsrakenne-lehden pintakäsittelyartikkeleita 2011-2018



Sisällysluettelo

- 3 Esipuhe
- 4 TRY:n Pintakäsittelyjaos perustettu
- 4 Kestävää maisemataidetta Tikkurilan tuotteilla
- 5 Värit tuovat kilpailuetua
- 6 NORSOK-standardi parantaa laatua ja alentaa kustannuksia
- 6 Tikkurila toimitti maalit öljynporauslautan asuntomoduliin Kaspianmerellä
- 7 Pintakäsittelyn huomioon ottaminen suunnittelussa
- 8 Ohutpinnoite suojaa näkymättömästi
- 9 Kuumasinkittyjen teräsrakenteiden maalaus
- 10 Metallinhohtosävyjen suosio kasvussa
- 11 Pintakäsittelyalan koulutus ja tutkimus
- 12 TRY:n jaostot ja niiden toimintaperiaatteet
- 13 TRY:n pintakäsittelyjaosto esittäytyy
- 14 Uudet ultranopeat matalapoltojauhemaalit
- 15 Pintakäsittelypäivä 2013
- 16 Teknoksen maalit kiertelevät Helsingissä
- 17 Pintakäsittelijät-toimialaryhmä - yhteistyötä neljällä vuosikymmenellä
- 18 Teräsrakenteiden pinnoitteet ja käyttöikäsuunnittelu
- 20 Pinnoitettujen teräsohutlevyjen käyttöikäsuunnittelu
- 22 Ravintolaelämyksiä raiteilla
- 23 Heijastava julkisivupinnoite viimeistelee energiatehokkaan seinärakenteen
- 24 Teräsohutlevyjen maalaus työmaalla
- 26 Raskaiden kappaleiden jauhemaalauksen yleistynyt
- 28 Konepajamaalauksen laatuvaatimukset ja niihin liittyvät tarkastukset
- 30 Heurekaan spektriseinä loistaa entistä kirkkaammin
- 32 Sinkitysmenetelmät
- 35 Konepajapohjamaalaus teräksen kuljetuksen ja varastoinnin aikaisena suojana
- 37 Kuumasinkittyjen teräsrakenteiden maalaus
- 38 Uudet maamerkit Tampereelle
- 40 Teräksen ja kuumasinkityn teräksen kemiallinen esikäsittely
- 42 Näyttävä pinta vuosikymmeniksi - Ahvenkosken silta valmis Venäjän-liikenteelle
- 44 Teräksen korroosion alkuvaiheista
- 46 Kaksikerrosjauhemaalauksen korroosiosuojana
- 48 Forssa-Hikiä voimalinja
- 49 Pintakäsittelytarkastajien FROSIO-koulutus
- 50 Terästyöasteen vaikutus pintakäsittelyssä saatavaan korroosiosuojaan
- 52 Polyuretaanipinnoittaminen uudessa nousussa
- 54 YM-ohjeet teräsrakenteiden pintakäsittelyn kannalta
- 55 Korroosioestomaalauksen maalauslaitteistot
- 57 Kasviöljyä kattopeltiin - biopohjaiset maalipinnoitteet teräsohutlevyissä
- 59 ISO 12944 (2018) standardin päivitykset

Esipuhe

Tähän Teräsrakenneyhdistys ry:n julkaisemaan tekniseen julkaisuun on koottu Teräsrakenne -lehdessä vuosina 2011-2018 julkaistut pintakäsittelyn artikkelit. Artikkeleiden kirjoittamisesta on vastannut TRY:n Pintakäsittelyn kansallinen asiantuntijaryhmä (ent. Pintakäsittelyjaosto), jossa ovat aktiivisesti mukana edustajat seuraavista organisaatioista: Ruukki Construction Oy, FSP Finnish Steel Painting Oy, SSAB Europe Oy, Tikkurila Oyj, Teknos Oy, Recion Oy, Aurajoki Oy, Boliden Kokkola Oy, Sweco Rakennetekniikka Oy, Ramboll Finland Oy, Metropolia Ammattikorkeakoulu, Suomen tuotemaalausstekninen yhdistys Summa ry, Suomen Korroosioyhdistys SKY ry ja Teräsrakenneyhdistys ry. Pintakäsittelyn asiantuntijaryhmän tehtäviin kuuluu teräksen ja muiden metallien pintakäsittelyalan seuranta ja tiedottaminen.

Julkaisun artikkeleissa käsitellään mm. teräksen korroosiosuojausta, erilaisia sinkitys- ja maalausmenetelmiä, laatuvaatimuksia ja standardeja, uudenlaisia pintakäsitte-

lyn tuotteita ja tekniikoita sekä kiinnostavia metallien pintakäsittelyn hankkeita. Tämän koostejulkaisun tarkoituksena on toimia tie-topakettina teräksen pintakäsittelyyn liittyvistä viime vuosien kuluessa ajankohtaisista aiheista.

Teknisen julkaisun sisältö on tarkastettu huolellisesti, mutta kuten aina inhimillisessä toiminnassa, julkaisuun on saattanut jäädä virheitä. Ristiriitatapauksissa on luonnollisesti käytettävä standardin tai lain ja asetuksen mukaista menettelyä. Teräsrakenneyhdistys ry tai kirjoittajat eivät vastaa teknisissä julkaisuissa esitettyjen ohjeiden soveltamisesta aiheutuvista välittömistä tai välillisistä vahingoista. Sarjassa ”tekniset julkaisut” julkaistut artikkelit ovat luonteeltaan ohjeellisia.

Teräsrakenneyhdistys ry kiittää kaikkia artikkeleiden kirjoittamiseen osallistuneita henkilöitä.

Janne Tähtikunnas
Teräsrakenneyhdistys

TRY:n Pintakäsittelyjaos perustettu

Teräksen ja muiden metallien pintakäsittelyt muodostavat oman tärkeän osansa teräs- ja metallirakentamisessa. Myös kestävä rakentamisen kautta pintakäsittelyjen merkitys rakentamisessa ja muussakin metallien käytössä korostuu.

Näistä syistä johtuen Teräsrakenneyhdistyksessä päätettiin, alan edustajien kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen, esittää ympäristöjaoston yhteyteen erityisen pintakäsittelyjaoksen perustamista. Näin pystytään erottamaan pintakäsittelyasiat omaksi kokonaisuudekseen sen sijaan, että niitä käsiteltäisiin ainoastaan ympäristönäkökulmasta.

Teräs tarvitsee toisinaan niin suojakseen kuin väri-ilmeekseen erilaisia pintakäsittelyjä. Eri pintakäsittelyvaihtoehtojen esille tuominen suunnittelusta ja materiaalivalinnoista vastaaville tahoille on tärkeää koko teräs- ja metallirakentamisan tulevaisuuden kannalta. Vanhat uskomukset teräksen korroosiokestävyyden riittämättömyydestä tulee kumota nykyaikaisella tiedolla eri pintakäsittelymenetelmistä.

Teräsrakenneyhdistyksessä pintakäsittelyjen merkittävyys on tunnustettu ja 6.5.2011 pidetyssä kokouksessa päätettiin kuuden yrityksen voimin Pintakäsittelyjaoksen perusta-

misesta. Paikalla olleista yritysedustajista päätettiin muodostaa ns. suunnittelutoimikunta, joka valmistelee seuraavaan kokoukseen (syyskuussa) jaoksen toiminnan kannalta keskeisiä asioita, mm. jaoksen alustavan toimintasuunnitelman ja esityksen toimihenkilöiksi (puheenjohtaja ja varapuheenjohtaja). Perustamiskokouksessa valittiin jaoksen sihteeriksi erityisasiantuntija Elina Wanne TRY:stä.

Kokouksessa käydyissä keskusteluissa nousi esille mm. seuraavaa:

- ohjeistuksen tarve kuumasinkityn pinnan maalaamiseen
- tiedottaminen eri pintakäsittelyvaihtoehtojen ominaisuuksista, eduista ja mahdollisuuksista
- käyttöikäasiat
- teräksen pintakäsittelyt osana kestävää rakentamista

Jaos päättää itse toimintamuodoistaan, mutta keskusteluissa on nyt jo tullut esiin tarve ohjeiden ja julkaisujen tuottamiseen nykyaikaisen

tiedon saattamiseksi teräs- ja metallirakentamisen alalla työskenteleville, alan viranomaiset, oppilaitokset ja tilaajatahot mukaan lukien. Tiedotustyön tärkein kohderyhmä on suunnittelijakunta. Tavoitteena on tarjota heille ajantasaisia tietoja eri pintakäsittelymenetelmistä. Tiedotuskanavina käytetään mm. tätä kädessäsi olevaa lehteä sekä TRY:n www-sivuja.

TRY:n jäsenyrityksissä uusi jaos on otettu mielenkiinnolla vastaan. Pintakäsittelyjen ilosanomaa halutaan viedä eteenpäin yhteistyössä eri toimijoiden kanssa.

Jaoksen toimintaan ovat tervetulleita kaikki TRY:n jäsenyritykset. Mukaan pääsee ottamalla yhteyttä jaoksen sihteeriin.

Teräsrakenneyhdistys ry
Pintakäsittelyjaoksen sihteerinä Elina Wanne,
elina.wanne@tryry.fi

Kestävää maisemataidetta Tikkurilan tuotteilla

Kemin kaupunki kirkastaa mielikuvaansa julkisen tilan taiteella, joka näkyy myös niille, jotka pyyhkälvät moottoritietä pitkin kaupungin ohi. Tikkurilla oli mukana mielenkiintoisessa design-projektissa, jossa moottoritietä elävöitettiin valoportilla.

Maisemasuunnittelu tekee ohitusteistä ajatusten herättäjän. Tämän voit kokea Kemissä. Yli 30 metriä leveä Valoportti-teos sijoitettiin Kemin keskustaliittymän siltaraken-teeseen E18-moottoritiele. Liikennevirasto ja Lapin ELY-keskus halusivat tuottaa autoilijoille elämyksiä sekä myönteistä mielikuvaa Kemin kaupungista.

– Taide tarjoaa hyviä keinoja mielenkiintoisen väyläympäristön suunnitteluun, kertovat väyläilmeprojektia johtanut suunnittelutoimisto WSP:n muotoilu yksikön päällikkö Mari Siikonen ja kuvanveistäjä Marjukka Korhonen.

Haluttu ja kestävä värisävy lakkaefektillä

Kemin valoportti 03Valoportti-teoksen valmisti valaisinyrityksiin erikoistunut Tehomet Oy. Teos koostuu Plastilon Oy:n valmistamista komposiittiputkista, jotka on pintakäsitelty Tikkurilan Jäänsininen III -lakkaefektisävyllä. Teoksen

valo-ohjausyksiköllä voidaan tehdä tuhansia valaisuvaihtoehtoja. Öisessä moottoritiemaisemassa teos näkyy kilometrien päähän ja tuo raikasta valoa myös sillan alle.

Tikkurilassa putkien pintakäsittelyratkaisun suunnitteli Application Engineer Märten Juslin. Hän sanoo, että tehtävä ei ollut niitä helpoimpia. Sijoituspaikka on vaativa, ja teoksen on lisäksi toimittava näyttävänä ympäristötaiteena kellon ja vuoden ympäri.

– Kemin korkeudella luonnollisesti lämpötilan vaihtelu on vuoden mittaan rajua, mutta sitäkin enemmän ulkona olevia pintoja rasittavat auringon UV-säteily ja liikenteen aiheuttama likaantuminen, Märten Juslin kertoo.

– Valitsimme valopylväitä varten Temadur-sarjasta tuotteen, jota sävyttämällä saimme aikaan halutun vaikutelman. Sävytetty polyuretaanilakka tarttuu hyvin alustaan ja muodostaa valoa läpäisevän väripinnan. Aikaisemmin samantyyppistä vaikutelmaa on luotu karamellilakoilla tai jopa kaukaisesti Alvar Aallon huonekaluissaan käyttämällä maitolakoilla.

– Valoputkien säleä pinta minimoi likaantumisen. Putket pestään vain kerran–pari vuodessa – ei moottoritiele enempiin ole mahdollisuuksiakaan.



Valoportti pohjoisen olosuhteisiin

Auringonpaisteella komposiittiputket tuottavat jäänsinistä metallista hohtoa, ja yöllä putket valaisevat ympäristön taianomaisesti. Kemin maisema-arkkitehti on tehnyt rohkean avauksen kaupungin mielikuvan kehittämiseksi. Onnistunut lopputulos vaati huolellista yhteistyötä.

– Testasimme efektiivisen valonläpäisykyvyn huolellisesti tiimiin kuuluneiden muotoilijoiden, arkkitehtien, valosuunnittelijoiden ja valmistajan kesken ja uskomme että valittu sininen sävy kuvastaa ja kestävä myös vaativaa pohjoista ilmastoa, Märten Juslin vakuuttaa.

Samaa Tikkurilan lakkaefektistä on käytetty aikaisemmin sisustusratkaisuissa kuten elokuvateattereiden ja useiden risteilyalusten sisustuslevyissä sekä Linnanmäen huvipuistossa.

– Kunnianhimoiset suunnittelijat antavat tarkan ohjeistuksen mitä hakevat ja vaativat tinkimätöntä laatua ja erikoisia sävyratkaisuja. Sillä tavalla myös oma osaamisemme kehittyy jatkuvasti, kun näitä erikoisprojekteja toteuttaa, Märten Juslin korostaa.

Teksti: Alpo Räänä
Kuva: Kati Leinonen

Värit tuovat kilpailuetua

Värit luovat myönteisiä mielikuvia tuotteen laadusta. Kahdesta teknisesti samanarvoisesta tuotteesta valitaan helposti se, mikä miellyttää enemmän silmää. Silti teollisessa toiminnassa ei ole vielä täysimääräisesti osattu hyödyntää muotoilun ja värien antamia mahdollisuuksia parantaa tuotteiden kilpailukykyä.

Erottuminen nykypäivän globaaleilla markkinoilla on yhä vaikeampaa. Ei riitä, että tuotteet on valmistettu kustannustehokkaasti ja että ne toimivat moitteettomasti vaativissakin oloissa. Pitää erottua kilpailevista tuotteista. Ratkaisevaa on, mikä näkyy päällepäin eli tuotteen pinta, värit ja muotoilu.

– Teollisesti valmistettujen tuotteiden värisuunnittelun ja värimarkkinoinnin merkitys kasvaa. Värit tekevät tuotteista yksilöllisiä ja erottuvia, jolloin niistä ollaan valmiita maksamaan korkeampaa hintaa, Tikkurila Oyj:n kotimaan teollisuusmaalien myyntijohtaja Petri Järvinen sanoo.

Tikkurila kouluttaa säännöllisesti suunnittelijoita, teollisia muotoilijoita ja arkkitehteja sekä omia jälleenmyyjiään. Koulutuksen tarkoituksena on auttaa eri sidosryhmiä hyödyntämään Tikkurilan maalituotteita parhaalla mahdollisella tavalla.

– Suunnittelijoiden koulutuksessa perehdytään tuotteiden ominaisuuksiin sekä värisävyjen valintaan. Oikein valitut pintamateriaalit suojaavat tuotteita ja varmistavat, että pinnat toimivat niissä käyttöoloissa, joihin ne on tarkoitettu. Värisävyillä voidaan lisätä näkyvyyttä ja huomioarvoa. Lisäksi värit korostavat tuotteen muotoa ja rakennetta.

Järvinen kertoo, että monet yritykset käyttävät tuotteissaan omia brändivärejään. Se vahvistaa yritysidentiteettiä ja luo yhtenäisyyttä.

– Kaikki eivät tyydy valmistajan vakioväriin tilatessaan uusia koneita tai laitteita, vaan ovat valmiita maksamaan korkeampaa hintaa tuotteesta voidessaan itse valita värityksen, esimerkiksi omat brändiväriinsä. Ehkä valmistajien kannattaisi rohkaistakin asiakkaitaan tähän.

Tikkurila tarjoaa tuotevalikoimansa myös RAL EFFECT -kokoelman värisävyissä. Kokoelma sisältää laajan valikoiman moderneja värisävyjä sekä perinteiset värisävyt ja metallinhohtosävyt.

– RAL EFFECT -kokoelman laajuuden ansiosta asiakkaamme pystyvät valitsemaan tuotteisiinsa juuri ne värisävyt, jotka parhaiten erottavat ne kilpailevista tuotteista.

Värisuunnittelijalta viimeinen silaus

Julkiset tilat ja rakennukset saa näyttävämmiksi ammattitaitoisen värisuunnittelun avulla.

– Nykyään on vielä tavallista, että yhdestä kappaleesta koostuvissa rakenteissa on käytet-

ty vain yhtä värisävyä. Värisävyjen yhdistelmästä saataisiin rakenne aivan eri tavalla esiin. Yritysten kannattaisi hyödyntää värien käyttöön perehtyneiden suunnittelijoiden osaamista, Järvinen sanoo.

– Suunnittelija puolestaan saa värien avulla töistään yksilöllisempiä. Työt erottuvat kilpailijoiden joukosta, ja suunnittelija saa tunnettuutta sekä uusia työmahdollisuuksia.

Värit myös lisäävät tilojen viihtyisyyttä ja houkuttelevuutta, mikä näkyy varsinkin ravintoloissa ja myymälätiloissa.

Järvinen kertoo ääriesimerkin pohjoisirlantilaisesta polkupyöräliikkeestä, joka teki myymälästään muotoilun ja värivalintojen avulla taideteoksen.

– Väkeä alkoi vaeltaa myymälään ihan vain sen ulkonäön takia, mutta kun ihmisiä tuli riittävän paljon, myös myynti kasvoi. Eikä aikaa kukaan, kun myymälän pintakäsittelyyn sijoitetut rahat oli saatu moninkertaisesti takaisin.

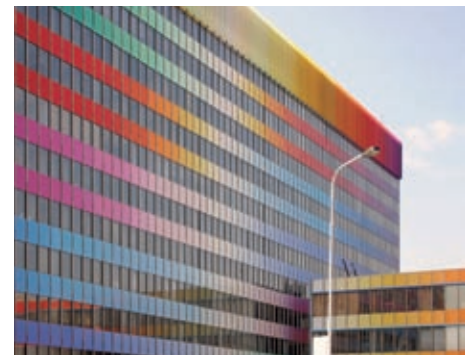


RAL EFFECT - teollisuusvärien uusi suunta

Saksalaisen RAL Instituutin RAL CLASSIC -värikokoelma on ollut tunnetuin teollisuuden käyttämä värisävystandardi, ja se sisältää 213 sävyä. Vuonna 2007 instituutti lanseerasi uuden RAL EFFECT -värikokoelman.

– Syinä nykyaikaisen RAL EFFECT -värikokoelman luomiseen olivat asiakkaiden vaatimukset laajemmasta väritarjonnasta ja teollisuuden tarpeista erottautua markkinoilla. Lisäksi lainsäädäntöä on muutettu kiristämällä määräkysiksi terveydelle vaarallisten pigmenttien käytöstä maaleissa, Petri Järvinen kertoo.

RAL EFFECT -värikokoelman valmistuksessa on käytetty vesiohenteista maaliteknologiaa. Värisävyjen pigmentit ovat samoja, joita käytetään yleisesti maaliteollisuudessa tänä päivänä. Käytännössä tällä varmistetaan, että



värikokoelmassa ja maaleissa käytettävät sävyt vastaavat toisiaan. Samalla vältetään myös metameria eli värisävyjen poikkeama valaistuksen vaihdellessa.

RAL EFFECT koostuu 490 värisävyistä, joista 70 on metallinhohtosävyjä. Kaikki metallinhohtosävyt voi helposti ja harmonisesti yhdistää kokoelman muihin, luonnollisiin värisävyihin.

Metallinhohtomaaleilla trendikkyyttä pintoihin

Metallinhohtomaalit elävöittävät tuotteiden pintaa ja korostavat rakenteen muotoja. Pinnan hohtoa voi korostaa valaistuksella.

– Kun valo osuu tuotteeseen, maalipinnan pienet metallipartikkelit heijastavan valon takaisin, ja tämä luo mielikuvan pinnan yksilöllisyydestä ja laadukkuudesta, Tikkurila Oyj:n Application Engineer Märten Juslin kuvailee.

Metallinhohtomaalit soveltuvat sekä puuttä metalliteollisuuden tuotteisiin. Tikkurila on kehittänyt betonilattioille metallic-perusmaalin, jota sävyttämällä lattiapintaan saa lisää eloa ja erottuvuutta.

– Metallisen lattiamaalin avulla suunnittelijat ja arkkitehdit pääsevät ideoimaan ja toteuttamaan omaperäisiä lattiapintoja eri asiakas-kohteisiin, myymälöistä ja lastentarhoista aina teattereihin ja edustustiloihin.

Liisa Strann

Vanha Kodanskán palatsi Prahassa on remontoitu toimistokeskukseksi, ja samalla rakennus sai uuden julkisivun, jonka suunnitteli ranskalais-israellilainen taiteilija Yaacov Agam. Julkisivu koostuu eloksoiduista alumiinilevyistä, ja siinä on 410 väriä, jotka muodostavat vaikutelman moniulotteisesta sateenkaaresta. Julkisivu on maalattu Tikkurilan maaleilla. Pohjamaali on Temacoat GF Primer, pintamaali on Temadur 90 ja pystysuorille profiileille Temadur Clear.

Valokuva: Montako Color S.R.O

Kuvanveistäjä Pekka Jylhän suunnittelema ja Halikko Works Oy:n valmistama teräksinen, monivärinen rantapallo on ilahduttanut keväästä 2007 Salon urheilupuistossa kävijöitä. Pintakäsittely on tehty Tikkurilan tuotteilla.

Valokuva: Heidi Hirvelä

NORSOK-standardi parantaa laatua ja alentaa kustannuksia

NORSOK M-501 -standardi asettaa kovat vaatimukset offshore-rakenteiden esikäsitteilylle, maalausmenetelmille ja suoja-pinnoitteille. Standardin käyttöönotto on parantanut selvästi pinnoitustyön laatua ja alentanut kustannuksia Norjan offshore-teollisuudessa. Myös muu teollisuus on kiinnostunut näistä vaativien kohteiden maaliyhdistelmistä.

Vuonna 1994 Norjan teollisuus- ja energiaministeriö aloitti NORSOK-hankkeen tavoitteenaan vähentää offshore-teollisuuden suunnittelu-, rakennus-, toiminta- ja huoltokustannuksia. Hankkeeseen kuului myös offshore-laitteistojen ja -rakenteiden pinnoitteita koskevan standardin kehittäminen. Uusi standardi korvasi öljy-yhtiöiden omat standardit ja yhtenäistäisi käytäntöjä ja käytettäviä pinnoiteyhdistelmiä.

Standardia kehittämään perustettiin työryhmä, johon kuului edustajia öljy-yhtiöistä ja suunnittelu-yhtiöistä sekä pinnoitteiden valmistajia ja testauslaitosten edustajia. Työn tuloksena syntyi samana vuonna standardi NORSOK M-501: Surface preparation and protective coating. Standardi käsittää maalit, termisesti ruiskutetut alumiinipinnoitteet sekä palosuoja-pinnoitteet. Siinä määritellään vaatimukset maaliyhdistelmille, pinnan esikäsitteilylle, applikoinnille sekä tarkastukselle. Nyt von voimassa revisio 5 vuodelta 2004, ja revisio 6 on juuri työn alla.

Maalit käyttökohteiden mukaan

Maaliyhdistelmät on jaettu NORSOK M-501 -standardissa käyttökohteiden mukaan yhdeksään ryhmään. Kullekin ryhmälle esitetään esimerkkiyhdistelmä ja vaatimukset, jotka sen tulee täyttää. Standardin vaatimukset täyttävät maaliyhdistelmät soveltuvat sekä offshore-rakenteisiin että muihin vaativiin rasitusolosuhteisiin tarkoitettuihin rakenteisiin, joissa tuotteita vaaditaan pitkää kestoikää ja hyviä korroosionesto-ominaisuuksia. Maaliyhdistelmien 1, 3B, 4, 5A, 5B ja 7 vaatimustenmukaisuus pitää lisäksi varmentaa puolueettoman testauslaitoksen tekemillä testeillä. Nämä ovat pitkäaikaisia, kiihdytettyjä testejä, joilla pyritään jäljittelemään niitä ankaria rasitusolosuhteita, joihin maalatut pinnat käytännössä esim. öljynporauslauttoilla joutuvat.

Eniten käytetty Norsok M-501:n maaliyhdistelmistä on yhdistelmä n:o 1. Sitä käytetään suojaamaan teräsrakenteita, joiden käyttölämpötila on alle +120 °C ja jotka ovat vesirajan

yläpuolella. Vesirajan alapuolelle tulevista yhdistelmistä ja roiskealueelle tarkoitetuista yhdistelmistä (yhdistelmä n:o 7) pitää lisäksi testata soveltuvuus katodisen suojauksen kanssa. Yhdistelmän n:o 1 mukaiset maaliyhdistelmät testataan sykliässä testissä, jossa maalattua pintaa rasitetaan sekä suolasumussa että UV-valossa yhteensä 4 200 tuntia.

NORSOK-standardin edellyttämät testit tehdään ISO 20340 -standardin mukaisesti. Oheisesta piirroksesta näkyy syklinen testausmenetelmä: koekappaleen on suoriuduttava 25 syklistä 6 kk:n aikana, eikä korrosio saa levitä yli 3 mm koekappaleeseen tehdystä naarmusta. Maalattujen koekappaleiden tartuntalujuuden on oltava vähintään 5 MPa, ja tartuntalujuuden pitää olla testin jälkeen vähintään 50 % alkuperäisestä arvosta. Lisäksi yhdistelmän pitää olla testin jälkeen ylimaltaavissa ja tartunnan hyvä ilman, että pintaa välihoitetaan tai esikäsitellään millään tavalla.

**Leena Tuisku, tutkimuspäällikkö
Tikkurila Oyj**

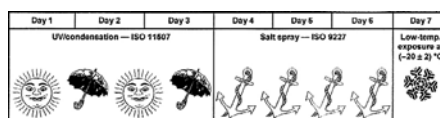
Tikkurila toimitti maalit öljynporauslautan asuntomoduliin Kaspianmerellä

Tikkurila Oyj:n ruotsalainen tytäryhtiö Tikkurila AB on toimittanut maalit Apply Emtunga AB:n valmistamaan asuntomoduliin, joka asennetaan öljynporauslauttaan Kaspianmerellä. Yhtiöllä on vankka kokemus maalien toimittamisesta vaativiin kohteisiin.

Tällä kertaa kyseessä on vesiohenteinen hybridijärjestelmä, jonka kokonaiskuivakalvonpaksuus on 280 µm. Maaliyhdistelmä täyttää alan tiukimman standardin NORSOK 501-M Coating system no. 1:n vaatimukset. Tikkurilalla on kahdeksan muuta NORSOK-hyväksynnän saanutta maaliyhdistelmää.

Apply Emtunga AB on maailman johtava pitkälle kehitettyjen teräsmoduulirakennusten toimittaja öljy- ja kaasuteollisuudelle. Valmistusvaiheessa rakennus on jaettu pienempiin osiin, jotka suunnitellaan, hitsataan, maalataan ja sisustetaan erikseen ja kootaan sitten yhteen, joko Ruotsissa tai asiakkaan luona josakin päin maailmaa. Tämän projektin moduulin osat valmistettiin Emtungassa, Ruotsissa.

Maalaustyö tehtiin sisätiloissa suurpaine-laitteistolla lukuun ottamatta pintamaalia, joka



Lähde: ISO 20340:2009(E)

levitettiin hajotusilmaruiskulla. Levityskertojen välillä maali sai kuivua normaalissa huoneenlämmössä, joten kunkin kappaleen valmiiksi maalaamiseen meni kaksi vuorokautta. Valmistusvaihe on saatu hiljattain päätökseen, ja moduulin osat on kuljetettu laivalla Venäjän kanavaverkoston kautta telakalle Kaspianmerelle, jossa ne asennetaan öljynporauslautalle. Moduulin osien liitoskohdat maalataan paikan päällä, jolloin tarvitaan vielä Tikkurilan asiantuntija-apua.

**Arja Schadewitz
Markkinointiviestintävastaava
Tikkurila Oyj**

Kuva 1: Esimerkki öljynporauslautasta, johon Apply Emtunga on toimittanut asuntomodulin.

Kuva: Apply Emtunga



Tuote	Kuivakalvonpaksuus (µm)
Temazinc 99	60
Fontecoat EP 50 Beige	60
Fontecoat EP 50 Beige	100
Fontedur HB 80	60
Yhteensä	280

Apply Emtungan teräksinen asuntomoduli käsiteltiin Tikkurilan vesiohenteisella hybridijärjestelmällä, joka täyttää NORSOK 501-M -standardin vaatimukset.

Pintakäsittelyn huomioon ottaminen suunnittelussa

Onnistuneen lopputuloksen saavuttamista ja sujuvaa projektin etenemistä edesauttaa pintakäsittelyn huomioon ottaminen jo suunnitteluvaiheessa. Hyvä suunnittelu minimoi projektin aikaiset lisätyöt ja -kustannukset sekä auttaa pysymään aikataulussa. Samalla varmistetaan tuotteen oikea laatu ja siten minimoidaan reklamaatiot.

Rakenteellinen suunnittelu

Teräsrakennekomponentit tulee tehdä valmiiksi jo teräsrakennetehtaalla. Työmaalla pyritään suorittamaan vain asennus puuttililtoihin. Hitsausliitoksissa pinnoite vaurioituu, eikä työmaalla välttämättä ole mahdollista suorittaa vaadittua esikäsitteilyä tai käyttää suojausominaisuuksiltaan parhaita tuotteita. Lisäksi suotuisien maalausolosuhteiden järjestäminen saattaa olla työmaalla mahdotonta.

Teräsrakenteen pintakäsittely mitoitetaan ottaen huomioon rakenteen elinkaaren aikaiset ympäristörasitukset ja suunniteltu käyttöikä (SFS-EN 1990). Jotta suunniteltu käyttöikä saavutetaan menestyksekkäästi, tulee pintakäsittelyjä pintoja tarkistaa ja huoltaa määräajoin.

Suunnitellun rakenteen tulee soveltua vaaditulle käsittelylle. SFS-EN1090-2 mukaan CE-merkittävät teräsrakenteet esikäsitellään suihkupuhdistamalla ennen maalausta. Suihkupuhdistus edellyttää rakenteelta riittävää materiaalivahvuutta (yli 3 mm), sillä ohuet teräkset vääntyvät suihkupuhdistettaessa. Käsiteltävien pintojen edessä pitää olla riittävästi tilaa suihkupuhdistusletkulle, suuttimelle ja työn suorittamiselle. Ohjeistusta suunnitteluun antaa standardi SFS-EN ISO 12944-3.

Rakenteessa ei saa olla vesi- ja kuraloukkuja, eli rakenteen muotoilulla ehkäistään lian tai veden kerääntyminen.

Materiaalivalinnat

Kuumavalssatun teräksen pinnassa on valssihilse, joka voidaan poistaa vain happopeittauksella tai suihkupuhdistamalla. Happopeittausta käytetään esimerkiksi kuumasinkityslaitoksissa ja se vaatii tarkoituksen mukaisen kastoallaslinjan. Suihkupuhdistus voidaan suorittaa joko sinkoamalla tai käsin paineilmatoinisella suihkupuhdistuslaitteistolla.

Rakenteessa pitää välttää potentiaalipareja - ruostumattomat teräslaadut ja kupari voivat aiheuttaa suotuisissa olosuhteissa teräksen ja etenkin alumiinin voimakkaan korroosion.

Jos kuumasinkittäviä rakenteita on tarkoitus maalata, pitää rakenteissa käyttää teräslaatuja, jonka piipitoisuus on alle 0,04 %. Korkeammat piipitoisuudet tekevät sinkityksestä huokoisen. Huokosiin tiivistynyt vesi aiheuttaa maalikerroksen tarttuvuusongelmia.

Terästyön viimeistely

Terästyön viimeistelyyn antaa ohjeistusta standardi SFS-EN ISO 8501-3. Terästyön viimeistelyn laatuaste määritellään käsiteltävän rakenteen elinkaaren, ilmastorasitusten ja suunnitellun käyttöikänsä mukaan (SFS-EN 1090-2). On kuitenkin hyvä ottaa huomioon, että terästyön viimeistelyasteella on huomattava merkitys pintakäsittelyn kestävyteen. Jos viimeistely tehdään minimivaatimuksia paremmin, on pintakäsittelyn odotettu kestoikä ja huoltokäsittelyväli odotettua pidempi.

Pintakäsittelyjärjestelmän valinta

Standardin SFS-EN 1090-2 mukaan CE-merkittävät teräsrakenteet suojataan korroosiolta standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaisilla maalausjärjestelmillä tai maalituotteilla, joiden toimivuus on testattu SFS-EN ISO 12944-6 mukaisesti. UV-säteilylle alttiit rakenteet on suositeltavaa pintamaalata UV-säteilyn kestäville akryyli- tai polyuretaanipintamaaleilla.

Jos pintamaalaus suoritetaan vasta asennuksen jälkeen, tulee varmistua, ettei pohjamaalin ylimaalausaikaa ylitetä ja että pinta- maalin vaatiman maalausmenetelmän käyttö on mahdollista asennuspaikalla. Esimerkiksi metallihohto- ja helmiäissyvyt ruiskutetaan siivuilmailmaruiskulla halutun efektin aikaansaamiseksi.

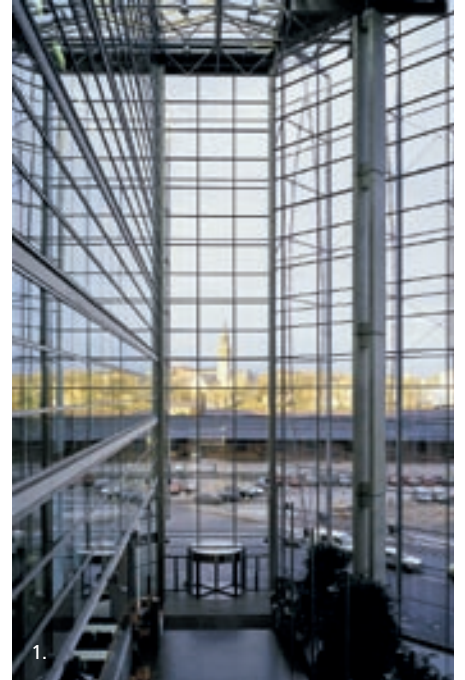
Ympäristön huomioon ottaminen suunnittelussa

Pohdittaessa pintakäsittelyn ekologisuutta tulisi ajatella koko tuotteen elinkaarta ja sen tuottamaa kuormitusta. Valitsemalla laadukas ja kestävä maalausjärjestelmä ja suorittamalla työ hyvin, minimoidaan huolto- ja korjaustoimenpiteiden aiheuttamat kuormitukset ympäristölle. Maalauksessa suurimmat ympäristörasitukset aiheutuvat työn aikaisista väli- aikaisratkaisista - esimerkiksi työmaa-aikainen kuivaaminen ja lämmittäminen saattavat viedä huomattavasti normaalia enemmän energiaa.

Uusien teollisuusmaalien kehitystä ohjaavat lisääntyvä tietoisuus puhtaan ympäristön arvosta ja entistä tiukemmat ympäristösäännökset. Kestävin ja pitkällä tähtäyksellä edullisin ratkaisu liuotepäästöjen vähentämiseksi on siirtyä mahdollisimman kattavasti vesiohenteisten maalien käyttöön kaikissa niissä kohteissa, missä se nykyisillä tuotteilla on mahdollista.

Juha Kilpinen

Tekninen Palvelu / SBU Finland



Kuva 1: Sanomatalo, Helsinki.

Kuva 2: Kauppakeskus Skanssi, Turku. Valokatkokset Waynes aukiolla.

Kuva 3: Merikeskus Vellamossa Kotkassa sijaitsevat Suomen merimuseo, Kymenlaakson museo ja Tietokeskus Vellamo.

Valokuvat: Tikkurila Oy, 1 Voitto Niemelä, 2 Matti Kallio, 3 Jussi Tiainen

Ohutpinnoite suojaa näkymättömästi

Pinnoitteita on kaikkialla ympärillämme. Suuri osa niistä on sellaisia, että emme niitä edes huomaa.

Sooli-geelitekniikalla valmistetut ohutpinnoitteet ovat tyypillisesti paksuudeltaan sadoista nanometreistä joihinkin mikrometreihin. Koska ne useimmiten ovat läpinäkyviä, pinnoite ei välttämättä muuta pinnoitettavan materiaalin ulkonäköä, mutta sillä voidaan saada aikaan haluttuja pintaominaisuuksia.

VTT on kehittänyt ohutpinnoitteita yli kymmenen vuotta. Pinnoitteella on useita tavoiteominaisuuksia, joista muutama on jo tutkittu ja testattu niin kattavasti, että ne voidaan luvata asiakkaalle. Näille pinnoitteille VTT:llä on oma tuotemerkki – AddSol®.

- Pinnoitteella pinnasta saadaan muun muassa helposti puhdistettava, kulutusta kestävä ja hapettumiselta suojaava, sanoo VTT:n asiakaspäällikkö Asko Ojala.

Muita ominaisuuksia, joita sooli-geelipinnoitteella ehkä saadaan jatkossa aikaan, ovat muun muassa kosteuden hallinta, pintaenergian muokkaaminen, antibakteerisuus ja dekoratiivisuus.

- Näitä ominaisuuksia vasta tutkitaan. Esimerkiksi antibakteerisuus olisi tärkeä ominaisuus elintarviketeollisuuden tai sairaaloiden tarpeisiin. Ja pintaenergian muutos tukisi muita ominaisuuksia. Kun pinta muutetaan esimerkiksi hydrofiilistä hydrofobiseksi, vesi ei enää leviä materiaalin pinnalle, vaan muodostaa isoja pisaroita, Ojala sanoo.

Ohutpinnoite sopii kaikenlaisiin materiaaleihin, ja sillä voidaan käsitellä myös sellaisia pintoja, joihin on jo lisätty jokin muu pinnoite. Sitä voidaan käyttää metallin, keraamin, lasin, muovin, puun ja maalipintojen käsittelyyn.

- Jotkut pinnat ovat melko haasteellisia, mutta esikäsittelemällä saamme pinnoitteen kyllä tarttumaan, Ojala toteaa.

Ilmastoinnin päätelaitteet ovat yksi, jo kaukallistettu tuote, johon VTT:n sooli-geeliosuamista on käytetty. VTT:n johtava tutkija Markku Leivo toteaa, että ilmastointikanavien päät ovat tyypillisesti paikkoja, jonne likaa kertyy.

- Pinnoite vähentää lian tarttumista ja helpottaa puhdistamista.

Ohuen ohuita

Kuten nimikin kertoo, ohutpinnoitteet ovat hyvin ohuita. Koska tärkeää on ainoastaan funktionaalisuus, pinnoitteiden ei tarvitse näkyä eikä tuntua. Yksi kehitystyön tavoite on myös dekoratiivisuus, mutta peittäviä ja maalimaisia pinnoitteita ei ole tarkoitus tehdä, vaan ne ovat nimenomaan läpikuultavia. Ojala kertoo, että erilaisia sävyjä on kokeiltu.

Vaikka pinnoitteen ei tarvitse erottua, se ei välttämättä ole täysin huomaamaton. Jos pin-

nasta esimerkiksi halutaan helposti puhdistettava, se saattaa tuntua liukkaalta. Mutta pinnoitteen tuntukin vaihtelee sen mukaan, mihin tarkoitukseen sitä on sovellettu. Se voi myös olla karhea.

- VTT:n vahvuus pinnoitteen kehityksessä on siinä, että voimme tuottaa hyvin monenlaisia ominaisuuksia. Voimme kehittää niitä yhdessä asiakkaan kanssa sen mukaan, mitä tarvitaan, Ojala toteaa.

VTT:n rooli on nimenomaan tutkimuksessa ja kehityksessä. Yhteistyöyritykset valmistavat pinnoitteen ja huolehtivat sen eteenpäin viemisestä.

Kestävä säästää ympäristöä

Pinnoitteella muodostetaan keraamisia, lasimaisia pintoja. Koska pinta on hyvin ohut ja pinnoite alun perinkin lähes näkymätön, sen kulumistakaan ei näe. Siitä ei esimerkiksi lohkea palasia, kuten joistakin muista pinnoista.

Aineen ominaisuudet ovat peräisin pihyhdisteistä. Valmistusprosessi on tiukasti kontrolloitu ja esimerkiksi haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt pysyvät raja-arvojen alla. Lopputuotteissa päästöjä ei ole enää lainkaan. Lopputuote on kierrätettävissä samalla tavalla kuin se olisi ilman sooli-geelipinnoitettakin. Esimerkiksi polttoleikkauksen yhteydessä ei synny päästöjä.

- Ympäristöä sooli-geelipinnoitteet säästävät siinäkin mielessä, että useimpiin muihin pinnoitteisiin verrattuna materiaalin kulutus on hyvin pieni. Erot voivat pinnoitteesta riippuen olla esimerkiksi kymmenkertaisia, Leivo sanoo.

Kun tuote kestää pidempään, sen taloudellisenkin kannattavuus paranee. Korjauksen ja tuotteen uusimisen tarve vähenee. Ja jos pinnoitteella saadaan aikaan tarvittavat ominaisuudet, itse materiaali voi olla myös vähemmän kestävä ja mahdollisesti sitten myös edullisempää.

Leivo toteaa, että koko rakenteen ei välttämättä tarvitse olla samalla tavalla kulutusta kestävä, jos oikeasti tarvitaan kestäväksi vain se pinta.

- Esimerkiksi jokin vähän heikompiatuinenkin teräsläätty saadaan pinnoitteella suojattua korroosiolta. Ainakin ruostumattoman

Sooli-geeli-teknologiassa sooli tuotetaan esimerkiksi piin nestemäisistä yhdisteistä kemiallisten reaktioiden avulla. Tekniikalla voidaan valmistaa keraamisia ja yhdistelmä-materiaaleja nestemäisistä matalaviskositeisistä lähtöaineista, melko matalissa, 100-200 °C lämpötiloissa.



teräksen puolella hinta lähtee nopeasti ylös laadun kanssa.

Pinnoitusprosessi tavalliseen tapaan

Sooli-geelipinnoite saadaan tuotteen pintaan hyvin samankaltaisilla prosesseilla kuin muutkin pinnoitteet, esimerkiksi ruiskuttamalla tai upottamalla. Kovettamiseen tarvitaan riittävä lämpötila, mutta sekään ei välttämättä vaadi lisätyötä.

- Esimerkiksi kuumasinkitty kappale voidaan pinnoittaa siinä vaiheessa, kun sinkki on vielä kuuma. Sinkki tuo suojaa jo itsessäänkin, mutta alkaa kuitenkin heti kulua ja valkoruostua, joten lisäpinnoitteesta voisi olla merkittävää hyötyä, Leivo sanoo.

VTT:llä on kokeiltu esimerkiksi kuumasinkityn auton peräkärryn pinnoittamista sooli-geelillä. Yli 30000 ajokilometrin jälkeen pinta on vielä täydessä iskussa.

Markkinatutkimuksissa on huomattu, että sooli-geelin tapaisille ohutpinnoitteille on runsaasti kysyntää. Ojalan mukaan rohkeita päänaavaajia on silti vielä puuttunut.

- Tarvitaanhan tuotteiden markkinoille viemiseksi aina myös soveltavaa tutkimusta ja jonkinlaisia investointeja. Täällä VTT:llä me pystymme tekemään yrityksille tutkimusta ja erilaisia demoja ja siten auttaa mahdollisuuksien selvittämisessä. **-JP-T**

Hybridimateriaaleja saadaan valmistettua lisäämällä epäorgaanisiin lähtöaineisiin molekyyliytasolla esimerkiksi orgaanisia komponentteja tai nanokokoisia kiinteitä partikkeleita. Pinnoitteet ovat tyypillisesti läpinäkyviä ja ohuita, ehkä joitakin satoja nanometrejä.

Kuva 1: VTT:n Asko Ojala (vasemmalla) ja Markku Leivo toteavat, että ohutpinnoitteilla on valtavan potentiaalia varsinkin rakennuslalla, koska kaikelta vaaditaan nykyisin kestävyyttä."

Valokuva: Johanna Paasikangas-Tella

Kuumasinkittyjen teräs- rakenteiden maalaus

Kuumasinkityn teräksen käytön lisääntyminen rakentamisessa on lisännyt myös kuumasinkittyjen rakenteiden maalausta. Korroosiokeston kannalta niiden maalaus on Suomen ilmasto-olosuhteissa tarpeetonta, maalaustarve rakentamisessa tulee yleensä eteen arkkitehtuurisista syistä johtuen. Toinen merkittävä syy maalata sinkittyjä rakenteita on turvallisuus- tai huomioväri vaatimukset, joita ovat esimerkiksi suojakaiteiden värit, sekä linkkimastoissa vaadittavat lentoeste maalaukset.

Miten varmistetaan hyvä lopputulos?

Suunnittelussa, materiaalivalinnoissa, valmistuksessa sekä kuumasinkittyjen kappaleiden käsittelyssä ja pinnan puhdistuksessa ennen maalausta ovat suurimmat riskit sille, että lopputulos ei täytä vaatimuksia. Suunnittelijan rooli on tärkeä ja mikäli kokemusta sinkittävien tuotteiden suunnittelusta ei ole, niin tietoa löytyy alan standardeista ja kaikki kuumasinkitsijät antavat myös ohjeita tarvittaessa. Ohutlevylle, joka on valmiiksi sinkittyä, noudatetaan maalinvalmistajien ohjeita.

Suunnittelu ja valmistus

Mikäli rakenteet ovat monimutkaisia ja vaikeasti sinkittäviä on vaarana, että sinkittyyn pintaan jää valumia tai epätasaisia paksua pintaa, joka korostuu erityisesti kiiltävien maalien alta. Tämä vähenee kun suunnitellaan rakenteet tasomaisiksi ja kertakastona sinkityseen sopiviksi ja käyttää suurissa rakenteissa ruuviliitoksia. Rakenteiden suunnittelussa ja valmistuksessa tulee noudattaa standardin EN-ISO 14713 antamia ohjeita.

Materiaaleja valittaessa on huomiota kiinnitettävä erityisesti pii-pitoisuuteen (Si) jonka tulee olla hyvän lopputuloksen kannalta välillä 0,15 - 0,22 % (ns. rajoitetun piipitoisuuden teräs). Alle 0,1 % pitoisuuksilla ja korkeilla (yli 0,25 %) piipitoisuuksilla sinkkikerroksen paksuus kasvaa ja pinnoite irtoaa helposti, varsinkin ohutlevyistä ja ohuista profiileista.

Kuumasinkitys ja maalaus

Kuumasinkitys suoritetaan standardin SFS-EN ISO 1461 mukaan. Mikäli maalattavalle tuoterälle halutaan kuumasinkityksen jälkeen maalausta varten erityinen jälkipuhdistus ja valumioiden hionta, pitää siitä ja sen laajuudesta, sekä mahdollisista edustavista pinnoista sopia sinkitsijän kanssa aina etukäteen.

Kuumasinkityksen ja maalauksen väliset varastoinnit ja kuljetukset on järjestettävä niin, etteivät tuotteet pääse kastumaan, mahdollisesti kastuneet tuotteet on kuivattava ennen



suihkupuhdistusta.

Suihkupuhdistus ennen maalausta suoritetaan ns. pyyhkäisy-suihkupuhdistuksena (SaS). Puhalluksessa käytetään alennettua painetta (1,5 - 3,5 bar), raekooltaan 0,2 - 0,5 mm alumiinioksidi- tai luonnonhiekkaa. Ja suihkutuskulma on noin 45 astetta ja etäisyys puhdistettavasta pinnasta 0,3 - 1 m. Puhdistuksen aikana on tarkkailtava, ettei sinkkipinnoite irtoa, irtoamisvaara on suurin paksulla sinkkikalvolla, jonka tunnusmerkkinä on usein tummanharmaa mattapinta. Mikäli irtoamista havaitaan, on tarkasteltava yllämainittuja arvoja.

Puhdistetun pinnan maalaus aloitetaan välittömästi puhdistuksen jälkeen ja pohjamaalaus loppuunsaatetaan neljän tunnin kuluessa.

Laadunvarmistus

Koko tämän ketjun hallintaan on olemassa standardi PSK 2702, jolla varmistetaan, että kaikki vaatimukset tulee huomioiduiksi ja kaikki osapuolet tuntevat vaatimukset. Standardissa on myös valmiit asiakirjapohjat teknisille erittelyille, pintakäsittelyn tarkastuspöytäkirjoille ja tuotetodistukselle.

Ville Poutiainen
YIT Teollisuus Oy

Metallinhohtosävyjen suosio kasvussa

Helsingin Ruoholahdessa sijaitseva Länsilinkki-silta on ympäristöteos, jonka suunnittelussa on erityisesti jalankulkijat otettu huomioon. Muotokieleltään ympäristöstään poikkeavan sillan pintakäsittely toteutettiin jauhemaalauksena ja metallinhoitoiset erikoissävyt räätälöitiin varta vasten projektia varten.

Länsilinkki-sillan suunnittelijan kuvanveistäjä Martti Aihan mukaan ympäristöestetiikka tähtää asiakkaan ja kuluttajan tarpeiden täyttämiseen. Länsilinkki-sillan sävyt määräytyivät hyvin pitkälle ympäristön mukaan, vaikka muotokieleltään silta siitä poikkeaaakin.

”Aluksi kaupungin suunnitelmana oli rakentaa normaali betonisilta, jossa oli, kuten tavallista, tyltät sivut. Suostuin siltaprojektiin sillä ehdolla, että saan suunnitella koko sillan. Mielestäni synkkä betonisilta ei olisi koristelemalla parantunut. Yllättävää kyllä, siihen suostuttiin”, Martti Aiha iloitsee.

Länsilinkkiin käytettiin noin 7000 m² molemmin puolin jauhemaalattua alumiinilevyä. Taiteilijalle väri on erittäin tärkeä ja siksi sävyn on oltava juuri se oikea.

”Lopputuloks on sitä mitä haettiin, olen tyytyväinen siihen”, Martti Aiha toteaa.

Valoisa ja värikäs alikulku

Erityisen poikkeuksellista Länsilinkissä on sen alikulku. Rajallinen, maksimissaan 3 metrinen korkeus heitti haasteen, johon taiteilija vastasi.

”Satsasin alikulkuun erittäin paljon. Yleensä sillanaluset ovat synkkiä. Halusin pyöreiden muotojen avulla avata sillan alikulkuun siten, että valo pääsee mahdollisimman pitkälle sisään. Myös kattoikkuna antaa valoa sillan alle. Valon ansiosta mataluuden tunnetta ei synny ja jalankulkijoiden osuudesta tulee mahdollisimman miellyttävä”, Martti Aiha kuvailee.

Maalaustyö

Länsilinkin maalaustyö suunniteltiin alun perin tehtäväksi märkämaalilla, mutta erittäin tiukan aikataulun vuoksi työ päätettiin toteuttaa jauhemaalauksena. Jauhemaalauksena oli myös kustannuskysymys, sillä jauhemaalauksella näyttävä lopputuloks saatiin aikaan edullisemmin.

Metallisävyjen valmistaminen on haastavaa. Näytelevyille märkämaalattujen, taiteilija



Martti Aihan määrittämien erikoissävyjen pohjalta valmistettiin vastaavat jauhemaalit Teknosin laboratorioissa.

Kaikki maalattavat etupinnat hiottiin koneellisesti käsittelyn aikana syntyneiden naarmujen poistamiseksi ja maalin tartunnan varmistamiseksi. Ympäristöystävällisellä Oxsilan esikäsitellyllä varmistettiin korroosiosuoja sekä maalin tartunta.

Teoksen taustamaaliksi valittiin erikoisväriä lähinnä oleva sävy. Oma haasteensa oli myös 2-värimaalauksen kaarevat muodot, joiden rajauksessa käytettiin kuumankestävää teippiä. Manuaalisen ruiskumaalauksen jälkeen isokoiset, näyttävät ja voimakkaasti metallinhohtosävyiset pylväät viimeisteltiin automaattisella maalauslinjalla tasaisen pinnan varmistamiseksi.

Kohteessa käytetyn pintakäsittelyjärjestelmän erinomaiset korroosionesto-ominaisuudet varmistettiin standardin ISO 9227 mukaisesti suolasumutestissä.

Maalaustyön suorittaneen Fullpaint Oy:n toimitusjohtaja Jouni Pulkkinen tähdentää, että mikään projekti ei enää tänä päivänä kestä useiden viikkojen toimitusaikoja.

”Hinta, laatu ja saatavuus, nämä kolme ratkaisivat maalinvalinnan tässäkin projektissa”, Pulkkinen toteaa.

**Merja Jakobsson, Tiedottaja
Metallimaalit, Teknos Oy**

Pintakäsittelyalan koulutus ja tutkimus

Yleisimmät teräsrakenteiden pintakäsittelymenetelmät ovat korroosionesto- ja palosuojamaalaus sekä metallipinnoitus sinkillä, alumiinilla tai näiden seoksilla. Metallointimenetelminä käytetään kuumauopotusta ja termistä ruiskutusta. Pintakäsittelyn suorittaminen niin, että se vastaa asetettuja vaatimuksia, edellyttää pinnoituksen suunnittelijoilta ja suorittajilta tietoutta ja taitoja, jotka saavutetaan koulutuksen ja kokemuksen myötä. Pinnoitustoiminnan tuottavuuden parantaminen ja entistä pitkäikäisempien pinnoitusratkaisujen kehittäminen vaativat jatkuvaa tutkimustoimintaa. Pinnoitteiden käyttöön merkitys korostuu kohteissa, joissa huoltopinnoitus on hankala suorittaa kohteen sijainnin, suuren koon tai muodon takia, kuten katuvalaisinyvässä, tietoliikennemastoissa ja tuulimyllyissä.

Koulutus

Pintakäsittelyalaa opetetaan peruskoulun jälkeisessä ammatillisessa koulutuksessa sekä korkea-asteen koulutuksessa ammattikorkeakouluissa ja yliopistoissa.

Ammatillisissa oppilaitoksissa metallituotteiden pintakäsittelyjen opetus keskittyy pitkälti maalaukseen. Metallipinnoituksessa tarvittavia laitteistoja ammattioppilaitoksissa ei yleensä ole, mutta joissakin kouluissa näihin tutustumisen on mahdollista yritysten kanssa tapahtuvan yhteistyön kautta. Tutkintoni-mikkeellä pintakäsittelijä valmistuneet osaavat ruiskumaalata metallituotteita ja he ovat voineet lisäksi erikoistua korroosionestomaalaukseen, jauhemaalaukseen tai kuumasinkitykseen.

Ammatillinen opetus voi olla nuoriso- tai aikuiskoulutusta, ja opinnot on mahdollista suorittaa myös näyttötutkintona.

Metallituotteiden pintakäsittelyä on mahdollista opiskella seuraavissa ammatillisissa oppilaitoksissa, mutta monet niistä opettavat vain joitakin pintakäsittelyitä:

- Amiedu (ruisku- ja palosuojamaalaus)
- Koulutuskeskus Sedu (ruiskumaalaus)
- Koulutuskeskus Tavastia (ruiskumaalaus)
- Savon ammatti- ja aikuisopisto (ruiskumaalaus ja kuumasinkitys)
- Tampereen ammattiopisto (ruiskumaalaus)
- Turun ammattiopistosäätiö (ruiskumaalaus ja kuumasinkitys)
- WinNova -ammatillinen oppilaitos (ruiskumaalaus)

Laajimmin pintakäsittelyalaa opetetaan Metropolia Ammattikorkeakoulun Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan koulutusohjelmassa

(kuva 1). Kaikki valmistuvat insinöörit ovat opinnoissaan perehtyneet korroosionestomaalaukseen. Lisäksi he ovat voineet syventää ja laajentaa metallirakenteiden pintakäsittelyosaamistaan valinnaisilla korroosionestomaalauksen, termisen ruiskutuksen ja kuumauotuspinnoitusten opintojaksoilla. Näitä opintoja tukevat joukko muita materiaali- ja pintakäsittelytekniikkaan liittyviä opintojaksoja.

Yliopistotasoisena varsinaista teräsrakenteiden pintakäsittelyn opetusta ei ole tarjolla. Tampereen teknillisen yliopiston Materiaaliopin laitoksella opetetaan laajasti materiaalitekniikkaa, mutta pintakäsittelymenetelmiä käsitellään vain yhdellä yleisluonteisella opintojaksolla. Samoin Aalto-yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulun Materiaalitekniikan koulutusohjelmassa opetetaan pintakäsittelyn perusteita muun laajan materiaalitekniikan opetuksen ohessa.

Tutkimus

Merkittävimpiä teräsrakenteiden pintakäsittelyä koskevaa julkista tutkimusta suorittavia tahoja ovat

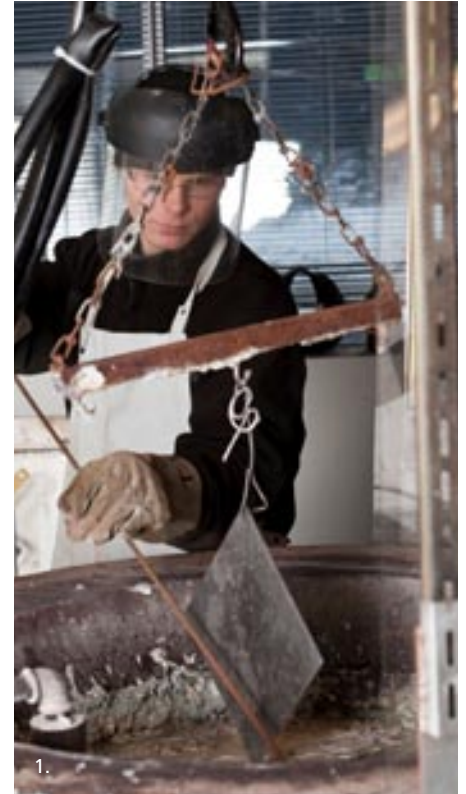
- VTT
- Tampereen teknillinen yliopisto
- Aalto-yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulu
- Hämeen ammattikorkeakoulu
- Metropolia Ammattikorkeakoulu.

VTT:n Tutkimus ja teknologiat -toimialan Sovellettu materiaalitekniikka -yksikössä sekä Palvelut-toimialan Kiinteistöt ja rakentaminen -yksikössä kehitetään uusia materiaaliratkaisuja myös teräsrakenteiden pinnoittamiseen. Tutkimushankkeet ovat usein laajoja, mutta Palvelut-toimialalla on mahdollista teettää myös suppeita toimeksiantoja.

Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Pinnoitustekniikan laboratorio toteuttaa yhdessä teollisuuden kanssa erilaisia tutkimus- ja kehityshankkeita lyhytkestoisista toimeksiannoista kansallisiin ja kansainvälisiin laajoihin tutkimushankkeisiin. TTY:n erityisosaamisalueena on terminen ruiskutus.

Oppilaitoksissa tutkimukset toteutetaan useimmiten opiskelijoiden opinnäytteinä, mutta hankkeet voivat olla myös maksullisia toimeksiantoja tai usean eri tahon yhteistyönä toteutettavia kansallisia tai kansainvälisiä projekteja.

Aalto-yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulun Materiaalitekniikan koulutusohjelmassa tutkitaan erilaisissa hankkeissa esimerkiksi pinnoitteiden korroosiosuojauskykyä.



Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) Ohutlevykeskuksessa toteutetaan teräsrakenteiden pinnoitteiden kehityshankkeita ja olosuhdetestausta.

Metropolia Ammattikorkeakoulun Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratoriossa on hyvät valmiudet suorittaa terästen koepinnoituksia eri menetelmin ja myös tutkia pinnoitteita, mikä antaa hyvät valmiudet osallistua monenlaisiin tutkimushankkeisiin.

Julkisen tutkimuksen lisäksi monilla yrityksillä on omaa sisäistä kehitys- ja tutkimustoimintaa.

Lähteitä:

Pintakäsittelyalan perustutkimus. Määräys 37/011/2010. Opetushallitus 2010. Oppilaitosten ja VTT:n verkkosivut

Kai Laitinen

Metropolia Ammattikorkeakoulu Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka

(Artikkeli tehty TRY:n Pintakäsittelyjaoston puolesta ja jaoston kanssa yhteistyössä)

Kuva 1. Kuumasinkityksen opiskelua Metropolia Ammattikorkeakoulussa.

Valokuva: Markku Lempinen & Julius Haukkasalo

TRY:n jaostot ja niiden toimintaperiaatteet

TRY:ssä toimii tätä kirjoitettaessa seuraavat jaostot tai jaoston toiminta on alkuvaiheessa:

- Infrajaosto
 - Ympäristöjaosto
 - Pintakäsittelyjaosto
 - Mastojaosto
 - Suunnittelu ja toteutusjaosto (30.6.2014 asti jaoston tehtäviä hoitaa TEP-ohjausryhmä). TEP-hanke on tätä kirjoitettaessa TRY:n laajin kehityshanke. TEP tulee ilmaisusta: Teräsrakentamisen Eurooppalaiset Pelisäännöt – suunnittelu ja toteutus.
 - Palojaosto (tarkoitus on jatkaa ns. paloasiamesprojektiä)
 - Ruostumattomien terästen jaosto (tarkoitus on jatkaa ns. rosteriasiamiesprojektiä)
 - Betoni- teräs liittorakennejaosto (Yhteistyössä BY:n kanssa). Jaosto toimii jo käytännössä, mutta sitä ei ole vielä tarkemmin organisoitu. Parin viime vuoden aikana jaosto on keskittynyt Liittorakenteita koskevan kirjan aikaansaamiseen, joka valmistuu vuoden 2012 aikana.
- Mitä TRY:n jaostoihin tulee, niin ydinasia on, että teräsrakentamisen eri osa-alueille on perustettu ja perustetaan jatkossakin tarpeen mukaan jaostoja. Jaostojen perustehtävinä ovat mm.:
- jaoston alueeseen kuuluvan T&K-toiminnan seuraaminen ja T&K-toimintaan vaikutta-

minen ja tarpeen mukaan uusien T&K-hankkeiden aloittaminen

- jaoston alueeseen liittyvän kansainvälisen standardisoinnin seuraaminen ja siihen vaikuttaminen tarpeen ja tilanteen mukaan
- jaoston alueeseen kuuluvista asioista tiedottaminen erityisesti TRY:n jäsenille ja alalle muutoinkin
- oleellinen asia TRY:n jaostoissa on myös se, että jaosto muodostaa keskustelufoorumin, jonka tehtävänä on oman erikoisalansa asioiden eteenpäinvieminen teräsrakentamisen kannalta katsoen ja alan ihmisten yhteen saattaminen yhteisiä asioita eteenpäin viemään.

TRY:n hallituksen linjausten mukaisesti erilaisia jaostoja on perustettu ja tarpeen mukaan perustetaan jatkossakin, koska kaiken aikaa menossa oleva eurooppalainen ja globaali kehitys on sellainen, että tuskin minkään alan yrityksen omat voimavarat riittävät kehityksen seurantaan ja siihen vaikuttamiseen. TRY:ssä on katsottu viisaaksi, että TRY:n jäsenistö yhdistää voimavarojaan ja kaikkia jäsenyrityksiä koskevia yhteisiä asioita hoidetaan yhdessä jaostojen kautta. Kaikissa TRY:n jaostoissa kilpailijat toimivat yhdessä muiden alan toimijoiden kanssa ja yhdessä päätetään siitä, mitä asioita hoidetaan yhdessä ja mitkä asiat jäävät alan yritysten keskinäisen kilpailun varaan tai yritysten itsensä hoidettavaksi. TRY:n käsitys

on, että alan kilpailijoita koskevien yhdessä hoidettavien asioiden määrä on kasvamaan päin, kuten esim. standardisointi ja globaali kehitys ylipäättään. Edelleen TRY:ssä on katsottu, että pienenä kansakuntana ja globaalissa mittakaavassa pienenä teollisuuden alana - teräsrakentajina – meidän on järkevää yhdistää henkisiä voimavarojamme alan yleisten ja yhteisten asioiden hoidon osalta. Suomalaisen teräsrakenneteollisuuden vienti on jo monen vuoden ajan ollut keskimäärin luokkaa 30-40% ja joillakin TRY:n jäsenyrityksillä huomattavasti suurempikin, luokkaa 60-70% ja silloin tällöin ylikin.

Useilla TRY:n jaostoilla on omat kotisivut ja niitä kehitetään kaiken aikaa edelleen.

TRY:n Pintakäsittelyjaosto esittäytyy

Kuva 1: TRY:n Pintakäsittelyjaoston puheenjohtaja, Tutkimus - ja kehityspäällikkö, Risto Sipilä, Ruukki Construction Oy

Kuva 2: TRY:n Pintakäsittelyjaoston varapuheenjohtaja, Myyntipäällikkö, Juhani Ylitalo, Aurajoki Oy

Kuva 3: TRY:n Pintakäsittelyjaoston sihteeri Dipl.-Ins., Tekninen johtaja, Jouko Kouhi, TRY



1.



2.



3.

Päätös TRY:n Pintakäsittelyjaoston perustamisesta tehtiin vuonna 2011 ja konkreettinen toiminta alkoi vuonna 2012.

Vuonna 2011 Suomen Kuumasinkitys Yhdistys ry. päätti lopettaa aktiivisen toimintansa vaikka em. yhdistystä ei sinänsä ole lopetettu. TRY:ssä katsottiin, että em. yhdistyksen ansiokasta toimintaa on syytä jatkaa ja/tai ylläpitää tavalla tai toisella. Joidenkin kuumasinkitsijöiden ja maalausalan yritysten ja muiden tahojen kanssa käytyjen keskustelujen perusteella päädyttiin siihen, että lyödään kilpailijoiden kanssa hynttyyt yhteen ja viedään pintakäsittelyyn liittyviä alan yleisiä ja yhteisiä asioita yhdessä eteenpäin.

Käytyjen keskustelujen perusteella päädyttiin siihen, että TRY:n yhteyteen perustetaan Pintakäsittelyjaosto, johon kootaan niin kuumasinkitsijät, maalausalan yritykset kuin muutkin alan toimijat ja pyritään yhdessä viemään eteenpäin teräsrakentamisen pintakäsittelyyn liittyviä asioita ja siten auttamaan alan suunnittelijoita, toteuttajia ja rakentamisen muita osapuolia.

TRY:n Pintakäsittelyjaoston yleiset lähtökohdat ovat samankaltaisia kuin TRY:n muidenkin jaostojen yleiset lähtökohdat. Pintakäsittelyjaoston tehtäviin kuuluu teräksen ja muiden metallien pintakäsittelyalan seuranta ja tiedottaminen. Myös kestävän rakentamisen kautta pintakäsittelyjen merkitys rakentamisessa ja muussakin metallien käytössä korostuu. Teräsrakenteiden pintakäsittelyn osalta kaksi välttämätöntä ovat maalaus ja kuumasinkitys.

TRY:n Pintakäsittelyjaoston keskeisimmistä asioista todetaan seuraavat asiat:

TRY Pintakäsittelyjaosto on julkaissut omat - kaikille julkiset sivut - pintakäsittelyyn liittyen osana TRY:n kotisivujen uudistamista

Sivut on avattu kesällä 2012 ja sivujen kehittäminen jatkuu edelleen ja sivuille tulee uutta pintakäsittelyyn liittyvää aineistoa.

Tavoitteena on, että TRY:n Pintakäsittelyjaoston kotisivut ovat avuksi niille, jotka toimivat pintakäsittelyn kanssa ja tarvitsevat erityisesti pintakäsittelyyn liittyvää tietoa.

TRY Pintakäsittelyjaosto toivoo saavansa palautetta sivujen sisällön osalta jatkokehittämisen pohjaksi. Palaute tulee toimittaa jaoston sihteerille.

TRY Pintakäsittelyjaosto järjestää valtakunnan ensimmäisen teräsrakentamiseen liittyvän Pintakäsittelypäivän 7.2.2013 Hämeenlinnassa. Päiville ilmoittautuminen ja ohjelma, ks. TRY:n kotisivut.

Pintakäsittelyyn liittyen alan yleisen kehityksen seuraaminen ja siitä aktiivisesti tiedottaminen (esim. TRY:n Pintakäsittelyjaoston omat kotisivut, erilaiset alustukset eri tilaisuuksissa, lehtiartikkelit, jne.) on TRY Pintakäsittelyjaoston yksi keskeinen tehtävä ja haaste.

TRY:n Pintakäsittelyjaosto katsoo, että pintakäsittely on yksi osa teräsrakentamista ja jaosto haluaa kantaa oman kortensa yhteiseen teräsrakentamisen kekkoon eli hoitaa oman tonttinsa ja siihen liittyvän yleisen tiedonlevityksen.

Ydinasiaksi on todettu myös se, että alan toimijat saadaan yhteisen pöydän ääreen tulevia asioita miettimään ja yhdessä niitä eteenpäin viemään – muuta mahdollisuutta Suomen pienellä kansalla kun ei ole

Vuonna 2012 TRY Pintakäsittelyjaosto on laatinut jokaiseen TRY:n Teräsrakennelehteen ajankohtaisen artikkelin pintakäsittelyyn liittyen. Resurssien puitteissa aktiviteetti jatkuu vuonna 2013.

TRY Pintakäsittelyjaosto osallistuu myös alan muihin tapahtumiin tilanteen mukaan.

TRY Pintakäsittelyjaoston pitkän tähtäimen tavoitteena on mm., että kaikki alan toimijat saadaan yhteisen pöydän ääreen yhteistä suomalaisen teräsrakenneteollisuuden menestystä rakentamaan. Teknologiateollisuus ry:n Pintakäsittely – toimialaryhmän edustaja on jo mukana TRY Pintakäsittelyryhmässä tuomassa oman näkemyksensä yhteisiin pyrkimyksiin.

TRY Pintakäsittelyjaosto antaa myös lausuntoja tarpeen ja tilanteen mukaan. Viimeksi viime lokakuussa 2012 jaosto on yhdessä TRY:n kanssa antanut lausunnon erään ammattikorkeakoulun opetussuunnitelmiin.

TRY:n jäsenyritykset ovat tervetulleita mukaan TRY Pintakäsittelyjaostoon.

TRY:n Pintakäsittelyjaoston kokoonpano (varsinaisen jäsenet) on seuraava:

Risto Sipilä, Ruukki Construction Oy
puheenjohtaja
Juhani Ylitalo, Aurajoki Oy,
varapuh.johtaja
Asmo Nieminen, Ruukki Metals Oy
Juha Kilpinen, Tikkurila Oyj
Ville Poutiainen, YIT Teollisuus Oy
Kari Sandberg, Teknos Oy
Jorma Panula, Boliden Kokkola Oy
Matti Spolander, Teknologiateollisuus ry
Mika Linnainmaa, Teknotyö Kuumasinkitys Oy
Jukka Lähde, FSP Finnish Steel Painting Oy
Kai Laitinen, Metropolia Ammattikorkeakoulu
Jouko Kouhi, Teräsrakenneyhdistys ry
sihteeri

TRY Pintakäsittelyjaostossa on myös varajäseniä.

TRY:n Pintakäsittelyjaoston puolesta ja jaoston kanssa yhteistyössä

**Jouko Kouhi, TRY
TRY Pintakäsittelyjaoston sihteeri**



Uudet ultranopeat matalapolttojauhemaalit

Uusissa matalapolttojauhemaaleissa yhdistyvät erinomainen säänkesto sekä alhainen polttolämpötila. Matalapolttojauhemaaleilla on mahdollista säästää energiaa sekä tehostaa tuotantoa.

Matalapolttojauhemaalit verkkoutuvat huomattavasti normaalijauheita matalammissa lämpötiloissa, mikä merkitsee selvää energiansäästöä. Toisaalta normaaleissa uunituslämpötiloissa tuotantoa voidaan tehostaa, koska silloin uunitusaika on merkittävästi lyhyempi. Linjanopeutta voidaan nostaa uunitusparametrejä säätämättä. Matalapolttojauhemaalien ylipolttokerkyys ei ole normaaleja jauhemaaleja suurempi. Matalapolttojauhemaalit sopivat siis kaikille jauhemaalaamoille.

Uusi ultranopea matalapolttoinen INFRALIT PUR 8476 polyuretaanijauhemaali soveltuu käytettäväksi sekä teräs- että alumiinirakenteissa, sisällä ja ulkona. INFRALIT PUR 8476 muodostaa mekaanisesti ja kemiallisesti kestävän, hyvin tasoittuvan kalvon, jolla on erinomainen UV-valon kesto. Maalipinta ei kellastu ja on erittäin säänkestävä.

Hyöty korostuu massiivisia teräskappaleita maalattaessa

Matalapolttojauhemaalien hyöty korostuu erityisesti raskaita teräskappaleita, kuten massiivisia teräspalkkeja, maatalouskoneita, traktoreita, kaivostyökoneita ja rekkojen runkoja

maalattaessa, koska jauhemaali verkkoutuu huomattavasti matalammassa kappaleen lämpötilassa.

Jauhemaalauksessa pitkät ja korkeat kappaleet saadaan virtaamaan pintakäsittelyprosessin läpi. Kappaleiden siirtelyt saadaan minimoitua ja maalaustyön hoitaa pääosin automaattinen manipulaattori, joka varmistaa tasaisen ja siistin maalikerroksen. Matalapolttoinen jauhemaali mahdollistaa myös paksuhkojen laippojen ja varusteluosien uunituksen kohtuuajassa, kertoo Best-Hall Oy:n tuotantopäällikkö Kari Herronen.

Lämpöherkät, sähköä johtamattomat alustat

Jauhemaalauksen peruseriaatteisiin kuuluu, että jauhemaalattavan kappaleen on johdettava sähköä ja sen tulee kestää korotettua lämpötilaa, jossa jauhemaali verkkoutuu. Edellä mainituista syistä lämpöherkkien ja sähköä johtamattomien alustojen jauhemaalaaminen on erittäin haastavaa.

Matalapolttojauhemaalit mahdollistavat myös lämpöherkkien alustojen, kuten MDF-levyjen, vanerin, muovin ja komposiittimateri-



aalin jauhemaalaamisen. Sähköä johtamattomat kappaleet esikäsitellään siten, että niiden jauhemaalaus on mahdollista. Esikäsitteilymenetelmät vaihtelevat alustasta riippuen.

Varastointi, kuljetukset ja käsittely

Koska matalapolttojauhemaalit ovat reaktiivisempia kuin tavalliset jauhemaalit, on erittäin tärkeää, että missään vaiheessa kuljetusta, varastointia tai käsittelyä jauhemaalien lämpötila ei pääse kohoamaan yli suositellun varastointilämpötilan.

Teknoksen jauhemaaliosasto antaa mielellään lisätietoja matalapolttojauhemaaleista sekä niiden maalauksesta.

Merja Jakobsson
Tiedottaja, Metallimaalit
Teknos Oy

Kuvat 1 ja 2: Best-Hall Oy käyttää teräsrakenteiden maalaamisessa matalapolttoista INFRALIT PE 8643-02 polyesterijauhemaalia.

Valokuvat: Best-Hall Oy

Pintakäsittelypäivä 2013

TRY Pintakäsittelyjaosto järjesti pintakäsittelypäivän Hämeenlinnassa 07.02.2013. Koulutuspäivään osallistui lähes 40 henkilöä. Päivän tiiviissä ohjelmassa oli seuraavat esitykset:



Kuva 1: Pintakäsittelypäivän osallistujia.
Valokuva: Mirja Nurola, Ruukki Metals Oy

1. TRY:n jaostot

TRY:n runsaan 40 vuoden historian aikana TRY:ssä on vuosien varrella toiminut tarpeen mukaan erilaisia toimikuntia, lautakuntia, ryhmiä, jne. Runsaat kaksi vuotta sitten edellä mainittuja on alettu kutsua jaostoiksi yhtenäisyyden vuoksi. Jaostojen perusajatus on koota alan ihmiset ja yritykset yhteen ja tehdään yhdessä tarpeellisia yhteisiä kehitysasioita.

Juuri minkään yrityksen omat resurssit eivät riitä kaiken kehityksen seurantaan, joten perusajatus on yhdistää resurssit ja hoidetaan alan yleisiä yhteisiä asioita yhdessä tilanteen ja tarpeen mukaan.

2. Käyttöikäsuunnittelu

Pintakäsittely vaikuttaa erittäin paljon teräsrakenteiden kestävyysasteeseen. Pintakäsittelyn (ml. pinnoite) valintaa tehdessä on tunnettava alan EN-standardit kuten EN 1990, EN 1993-1-1, EN 1993-1-3, EN 1090-2 + A1, EN 505, EN 508-1, Suomen rakennusmääräyskokoelma B6 ja B7, standardisarja EN ISO 12944, EN ISO 8501 sekä EN ISO 14713-1 ja -2. Myös ympäristöolosuhteet (ilmastorasitusluokka, upotusrasitus) on otettava huomioon pintakäsittelyä valittaessa. Luokitteluperusteet on esitetty standardissa EN ISO 12944-2.

Monesti ympäristöolosuhteet joudutaan arvioimaan. Teräsrakenteiden yleisimmät pintakäsittelyt ilmasto-olosuhteissa ovat kuumasinkitys, kuumasinkitty teräs maalattuna (maalipinnoitettu, jauhemaalattu tai märkämaalattu) tai teräs märkämaalattuna. Pintakäsittelyn kestoikää tarkasteltaessa pitäisi esteettinen ja tekninen käyttöikä erottaa toisistaan

3. Maalaus

Teräsrakenteiden jauhemaalauks

Jauhemaalien käyttö on laajentunut teräsohutlevy tuotteiden maalauksesta massiivisten kappaleiden sekä korroosionestomaalauksen puolelle. Jauhemaalihin perustuvat maalauk-

kappaleiden sekä korroosionestomaalauksen puolelle. Jauhemaalihin perustuvat maalauksjärjestelmät testataan yleensä standardin SFS-EN ISO 12944-6 mukaisesti. Jauhemaalauksen varten otettava vaihtoehto märkämaalauksjärjestelmien rinnalle tuote- ja korroosionestomaalaukseen..

Metallipinnoitetut teräsohutlevyt konepajamaalauksessa

Ennen maalausta suojaöljy pestään pois ja esikäsittely voidaan näin suorittaa puhtaalle sinkkipinnalle. Sinkkityt teräsohutlevy tuotteet yleensä esikäsitellään joko perinteisellä rauta- tai sinkkifosfatoinnilla tai uudemmilla yhä enemmän yleistyvillä fluozirkonaatti- tai silaanipohjaisilla kemikaaleilla. Uudemmissa esikäsitelymenetelmissä on useita etuja perinteisiin menetelmiin verrattuna: parempi korroosiosuoja, pienemmät prosessikustannukset sekä pienempi ympäristökuormitus.

Kuumasinkityn teräskaton työmaamaalaus

Kuumasinkityn teräskaton maalattavuutta arvioidessa työmaalla silmämääräinen tarkastus ei aina riitä, apuvälineinä tarvitaan joskus suurenuslasia, mikroskooppia, kalvonpaksuusmittaria ja joskus jopa vanhan maalikerroksen analysointia ennen maalaustyön suunnittelua ja toteutusta. Maalaushetken olosuhteilla, säällä on suuri merkitys maalauksen onnistumiseen.

4. Pinnoitteiden testaus

Teräsrakenteiden korroosiosuojaukseen käytetään pääasiassa sinkki- ja maalipinnoitteita. Pinnoitetestausta tarvitaan pinnoitustyön laadunvarmistuksessa sekä uusien pinnoiteratkaisujen kehittämisessä. Pinnoitteiden keskeisiä tutkittavia ominaisuuksia ovat paksuus, tartunta ja korroosiosuojaukskyky. Orgaanisten maalipinnoitteiden keskeinen ominaisuus on säänkestävyys, johon vaikuttavat UV-säteily, lämpötila ja kosteus. Lisäksi orgaanisista pinnoitteista mitataan yleisesti huokoisuutta, kiiltoa ja värisävyä. Ulkotestaus on varmin tapa

saada tietoa pinnoitteiden pitkäaikaiskestävyydestä, mutta testien ongelmana on tiedon saannin hitaus.

5. Kuumasinkitys ja sulametallihauraus

Kuumasinkityissä rakenteissa sulametallihauraus, eli LMAC, tarkoittaa sulan metallin tunkeutumista teräksen raerajoille. Sulametallihaurauden edellytyksenä on rakenteen korkea jännitystila, ilmiölle alttiit (lujat) teräkset ja sula sinkki. Riskit voidaan hallita suunnittelijan konepajan ja kuumasinkitsijän saumattomalla yhteistyöllä. Ruukin sekä alan muiden toimijoiden v. 2006 käynnistämässä eLusiter-tutkimushankkeessa saatiin tietoa ja riskien hallittavuutta erikoislujien putkien kuumasinkitykseen.

6. Standardit SFS-EN 1090-1 ja -2 (Pintakäsittely)

Teräsrakenteita ja kantavia teräskokoonpanoja käsittelevät standardit SFS-EN 1090-1 ja SFS-EN 1090-2. Näissä standardeissa pintakäsittely tarkoittaa niitä menettelyjä, joilla teräskokoonpanon ominaisuuksien säilyvyys voidaan taata suunnitellun käyttöajan ajan. Käytännössä tämä tarkoittaa teräskokoonpanon terästyön esikäsitelyä, pinnan esikäsitelyä korroosionsuojausta varten sekä korroosionsuojausta.

7. Teräsrakenteiden CE-merkintä

Rakennustuotteiden hyväksynnästä CE-merkinnällä määrittelevä Rakennustuoteasetus CPR 305/2011 tulee kokonaisuudessaan voimaan kaikissa EU- ja ETA-maissa 1.7.2013. Rakennustuoteasetus määrittää niiden markkinoille saatettavien rakennustuotteiden ominaisuuksien esittämisestä CE-merkinnällä, jotka kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan tai valmistaja on hakenut tuotteelleen Eurooppalaisen teknisen hyväksynnän ETA:n.

Teräsrakennetehtaassa valmistettavat rakenteelliset teräskokoonpanot, kuten pilarit, palkit, ristikot ja muut rakennuksen rungon kantavat ja jäykistävät osat, kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 1090-1 soveltamisalaan. Standardin SFS-EN 1090-1 siirtymäaika jatkuu 1.7.2014 asti, jonka jälkeen näiden tuotteiden ominaisuuksien esittäminen CE-merkinnällä tulee pakolliseksi.

8. FICAT-hanke ja -palvelukeskus FICAT

(Forum for Intelligent Coating and Anti-corrosion Technologies). Toiminta-ajatus on uuden ja ajantasaisen teknologian nopeutettu soveltaminen yritysten tarpeisiin parantamaan tuotteiden laatua ja kansainvälistä kilpailukykyä.

Pintakäsittelypäivän aiheista laajemmin TRY Pintakäsittelyjaoston sivuilla.

Teknoksen maalit kiertelevät Helsingissä



Mereltä tuleva kosteus sekä talvisin teille kylvetty hiekka ja suola tarjoavat erittäin hyvät edellytykset korroosiolle. Ankarasta meriilmastosta ja kaupunkiolosuhteista huolimatta, Transtechin suunnittelemat ja valmistamat uudet raitiovaunut on suunniteltu palvelemaan pääkaupungin liikennettä useita vuosikymmeniä.

Ensimmäisen Transtech Artic raitiovaunun testiajot aloitettiin Helsingissä kesällä. Uutta raitiovaunua on tarkoitus testata liikenteessä myös tulevana talvena ennen varsinaisen sarjatuotannon aloittamista. Helsingin kaupungin liikennelaitos HKL ja suomalainen kiskokalustonvalmistaja Transtech ovat tehneet sopimuksen 40 uudesta raitiovaunusta. Sopimus käsittää myös option 90 lisävaunusta, mikäli Helsingin raitiovaunuliikenteen laajennukset tullaan toteuttamaan suunnitelmien mukaisesti.

Maalaus huomioon teräsrakenteen suunnittelussa

Teräsrakenteiden pintakäsittelyssä on tärkeää ottaa huomioon materiaalien yhteensopivuus. Uuden raitiovaunun korin teräsrakenteen sekä korroosionsuojauksen suunnittelussa myös maalaus otettiin huomioon.

- Oikeiden materiaalien valinnalla on suuri merkitys korroosionestossa. Erilaisten teräksen tutkimisen jälkeen päädyttiin rakenneteräkseen. Lisäksi vaunun korien rakenteessa ei käytetty ontelomaisia muotoja, jotka altistaisivat rakenteet korroosiolle, Transtech Oy:n tuotantoinsoööri Jukka Savilampi kertoo.

Maalaukseen liittyvät tutkimustyöt tehtiin sekä kenttä- että laboratoriokokeina. Pohjamaaliksi valittiin Teknoksen TEKNOZINC 90 SE sinkkiepoksimaali.

- Sinkki on hyvä ratkaisu, koska epäjalompana metallina se uhrautuu mahdollisessa vauriokohdassa ja antaa katodista suojaa korroosioelementin vaikutuspiirissä. Teimme laboratoriossa esim. suolasuolamukokokeita koelevyillä, jotka oli puhdistettu valitun esikäsitte-

lyn mukaisesti sekä maalattu sinkkipolymaalilla, Jukka Savilampi selittää.

Pintamaalina toimii Teknoksen TEKNO-DUR COMBI 3560-78 high solids polyuretaanimaali.

- ISO 12944-05 standardin mukaisella EPZn(R)PUR maaliyhdistelmällä päästään ratkaisuun C5-M. Yksi ratkaiseva tekijä maaliyhdistelmän valintaan on myös sen erittäin alhaiset VOC-päästöt, Savilampi jatkaa.

- Pintakäsittelyprosessissa haettiin menetelmäkehityksen kautta maalausjärjestys sinkkipolymaalin ruiskutukseen. Tämä on maalauksen lopputuloksen kannalta tärkeä asia, koska korin rakenteessa tulee märkämaalauksessa paljon ohiruiskutusta. Pintamaalaus tehdään eri maalausjärjestyksessä, Savilampi lisää.

Pintamaalauksen jälkeen korin alustaan ruiskutetaan vielä alustansuoja-aine, joka suojaa maalipintaa kolhuilta ja kulumiselta. Kaikkien pinnoitteiden toimivuus on testattu keskenään, ja ne täydentävät toisiaan korroosiosuojauksessa.

Kaikki työvaiheet tarkastetaan

Työvaiheiden tarkastukset aloitetaan jo ennen suihkupuhdistusta terästyön laatuasteen ja rasvanpoiston osalta. Ennen pohjamaalauksen varmistetaan, että pinta on suihkupuhdistettu tarpeeksi karkeaksi. Pohja- ja pintamaalien eränumerot, maalikalvonpaksuudet, vetokokeiden tulokset sekä maalausolosuhteet kirjataan tarkasti vaunukohtaisiin mittapöytäkirjoihin.

Pintakäsittelyn laaduntarkastaja Marko Sorvisto kertoo, että uusissa raitiovaunuissa käytetyn maaliyhdistelmän tartunta on ollut

Kuva 1: Uudet raitiovaunut ovat 27,3 m pitkiä matalalattiavaunuja. Vaunussa on 73 kiinteää istumapaikkaa, kokonaispaikkamäärä on yli 140:n. Raitiovaunussa on tilaa myös neljälle pyörätuolille tai lastenvaunuille.

Kuva 2: Transtechin 5,1 hehtaarin kokoinen konepajahalli on vaikuttava, hallin sisään mahtuisi kuusi jalkapallokenttää.

Valokuvat: Transtech Oy



hyvä, vetokokeiden tulokset ovat ylittäneet reilusti standardin vaatimukset. Jokaisen raitiovaunun maalauksen aikana mukana kulkee koelevyjä, jotka jäävät referenssilevyiksi tulevaisuuden varalle. Osa levyistä laitetaan ulos kenttäkoestukseen.

- Tuote voidaan jäljittää mittapöytäkirjoista ja niiden perusteella kyetään tekemään myöhemmin nopea analyysi, Marko Sorvisto kertoo.

Suomen suurimmalla konepajalla suhtaututaan tulevaisuuteen myönteisesti. Tilauskanta on hyvä, minkä vuoksi nykyisen noin 440 henkilön henkilöstön lisäksi myös uutta työvoimaa tarvitaan.

- Haluamme olla yrityksen edelläkävijöitä niin materiaalien kuin tuotteidenkin osalta, Transtechin Otanmäen tehtaan johtaja Esa Rintala sanoo.

Pohjoinen ulottuvuus sekä paikallisten olosuhteiden tuntemus varmistavat uusien raitiovaunujen kuten muidenkin Transtechin valmistamien tuotteiden laadun ja toimivuuden kaikkien haastavimmissakin ympäristöissä. Lisätietoja: www.transtech.fi

Merja Jakobsson
Teknos Oy

Pintakäsittelijät-toimialaryhmä

- yhteistyötä neljällä vuosikymmenellä

Teknoliateollisuus ry:ssä on vuodesta 1980 alkaen toiminut pinta-käsittelijät-toimialaryhmä. Sen tavoitteena on oman alansa edistäminen ja sen kehityksen seuraaminen ja tätä tarkoittavien esitysten tekeminen sekä yhteistyön syventäminen jäsentensä kesken.

Kuva 1: Pintakäsiteltyjä polttoainesäiliöitä Haminan satamassa. Kuva: FSP Finnish Steel Painting Oy

Kuva 2: Polttoainesäiliön suihkupuhdistusta Haminassa.

Valokuvat: FSP Finnish Steel Painting Oy



1.



2.

Toimialaryhmässä on 27 jäsentä. Näistä 25 edustaa alan yrityksiä ja 2 tutkimusta ja koulutusta. Ryhmän yritykset tekevät mm. korroosionesto- ja tuotemaalausta, kuumasinkitystä ja erilaisia sähköisesti saostettavia pinnoitteita sekä toimittavat laitteistoja. Jäseniksi voivat liittyä yritykset, joiden toiminta liittyy pintakäsittelyyn. Toimialaryhmä tekee yhteistyötä alan muiden järjestöjen kanssa, kuten Suomen Galvanotekninen Yhdistys ry ja Suomen Korroosiosioyhdistys ry.

Toimialaryhmä käsittelee jäsenyritystensä yhteisiä asioita. Se on julkaissut mm. metallien pintakäsittelijöiden sopimusehdot "MET Pinta 2007". Vuosien varrella toimialaryhmä on osallistunut myös alaan liittyvien kirjojen ja sähköisten julkaisujen tekemiseen.

Toimialaryhmä tavoitteena on edistää pintakäsittelyalan tutkimus-, koulutus-, julkaisu- ja standardisointitoimintaa sekä tietojen saattamista yritysten käyttöön. Viime aikoina ympäristöön ja energiankäyttöön liittyvät asiat ovat olleet vahvasti esillä. EU:n kemikaalimääräykset sekä eri aineiden käyttörajoitukset vaikuttavat jo nyt yritysten toimintaan. Suomessa toimivat yritykset ovat osa globaalia taloutta ja niiden pitää kilpailla sen ehtoilla. Jos Suomessa tai muualla EU-alueella jonkin aineen käyttöä rajoitetaan, heikentää se Suomessa toimivien yritysten kilpailukykyä ja johtaa mahdollisesti kyseisen tuotannon siirtymiseen muualle.

Pintakäsittelijöiden haasteita

Pintakäsittelijät ovat usein ympäristölupamennettelyn piirissä. Näiden myöntämisen edellyttämässä päästörajoissa tuntuu olevan alueellisia

eroja. Suuri haaste toimialaryhmälle on pystyä yhdenmukaistamaan päästörajat valtakunnallisesti. Näin alan yritykset pääsisivät tältä osin samalle viivalle.

Markkinatilanne pintakäsittelyn osalta on Suomessa haastava. Pintakäsittelyä käyttävien teollisuudenalojen, kuten koneenrakennuksen ja erityisesti elektroniikkateollisuuden, tuotannon määrä ei ole vuoden 2008 romahduksen jälkeen kasvanut lähellekään lamaa edeltänyttä tasoa. Alalla on ylikapasiteettia, mikä näkyy kovana hintakilpailuna.

Pintakäsittelyala on Suomessa suuruudeltaan varsin rajoitettu. Tämä lienee eräänä syynä alan koulutuksen tilaan Suomessa. Alalle tarvittaisiin nuoria ammattilaisia korvaamaan eläkkeelle siirtyviä. Toimialaryhmä tekee osaltaan nuorille alaa tunnetuksi. Ryhmä on lisäksi edustettuna opetusministeriön koulutus- ja tutkintotoimikunnissa.

Kasvua haetaan

Pintakäsittely näyttäisi olevan varsin paikallista toimintaa. Pintakäsittelyn toimittajaa ei ole lähdetty hakemaan, usein jo pelkästään logistisista syistä, kovinkaan pitkän matkan päästä. Suomessa kuitenkin alan kasvunäkymät ovat vähintäänkin rajalliset. Uusien toimintamahdollisuuksien kartoittamiseksi toimialaryhmä toteutti maaliskuun lopulla fact finding-matkan Venäjälle Moskovan ExpoCoating 2013-messujen yhteydessä. Matkan tavoitteena oli luoda käsitystä Venäjän tarjoamista mahdollisuuksista niin pintakäsittelypalvelujen tarjoajalle kuin prosesseja ja alan laitteita etsiville. Matkan yhteydessä ryhmä tapasi Venäjän Galvanointiyhdistyksen edustajia.

ExpoCoating-matkan yhteydessä heräsi ajatuksia mahdollisesta hanketoiminnasta suomalaisten ja venäläisten yritysten ja korkeakoulujen kesken. Pintakäsittelijät-toimialaryhmän edustajat yhdessä tutkimuslaitosten edustajien kanssa ovat kevään ja kesän aikana selvittäneet mahdollisuuksia venäläisten kanssa yhteisen tutkimusprojektin käyntiin saattamiseksi.

Pintakäsittelijät-toimialaryhmä keskittyy alan toimintaympäristön kehittämiseen ja yritysten kilpailukykyyn edistämiseen. Kotimaassa alan kysynnän kehitys ei ole viime vuosina ollut kovin suotuisaa. Alan yrityksillä on edessään mahdollisesti suuriakin muutoksia. Toimialaryhmän tehtävänä on osaltaan edistää alan yritysten kilpailukykyä sekä vaikuttaa alan toimintaympäristön suotuisaan kehitykseen.

Matti Spolander, Teknoliateollisuus ry

Vastaavan teräsrakennesuunnittelijan ja vastaavan teräsrakennetyönjohtajan koulutukset EN-standardien mukaan

Rakenneluokat RL1 (AA) ja RL2 (A)
Teräsrakenteiden toteutus
EN 1090:n mukaan 2013-2014

Ajankohta

4.12.2013, 11.12.2013, 17.12.2013 ja
7.1.2014 (kesto 4 päivää)

Koulutuspaikka

Innopark, Vankanlähde 7, 13100 Hämeenlinna,
tila Konseptori

Päiväkohtainen hinta

TRY:n yritysjäsenet: 300 eur + alv 24%

Ei-jäsenet: 450 eur + alv 24%

Koko kurssin hinta

TRY:n yritysjäsenet: 1100 eur + alv 24%
Ei-jäsenet: 1700 eur + alv 24%

Ilmoittautuminen 20.11.2013 mennessä

<https://www.surveypal.com/app/>

Lisätietoja

Pekka Yrjölä, Erityisasiantuntija, DI
Teräsrakenneyhdistys ry
Gsm 050 522 9563
pekka.yrjola@terasrakenneyhdistys.fi

Teräsrakenteiden pinnoitteet ja käyttöikäsuunnittelu

Eurokoodeissa (teräsrakenteiden osalta SFS-EN 1993) esitetään yhteiset rakennesuunnittelu-säännöt tavanomaiseen käyttöön koko rakenteiden ja rakenneosien suunnittelua varten. Eurokoodeja käytetään yhdessä ko. maan kansallisten liitteiden kanssa. Lähtökohtana rakenteiden kestävyysuunnittelulle on SUUNNITELTU KÄYTTÖIKÄ eli oletettu ajanjakso, jolloin rakennetta tai sen osaa on määrä käyttää aiottuun tarkoitukseensa ennakoiduin kunnossapitotoimenpitein, mutta ilman että olennaiset korjaukset ovat välttämättömiä. Standardin SFS-EN ISO 1990+A1+AC mukaan viitteellinen suunniteltu käyttöikä jaetaan viiteen luokkaan (taulukko 1).

Rakennustoimeen ryhtyvän tulee määrittää suunniteltu käyttöikä, koska monet asiat riippuvat siitä. Rakennusten yleisin suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta. Teräsrakenteiden pintakäsittelyt ja pinnoitus tulee suunnitella ja toteuttaa seuraavien standardien ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti:

- SFS-EN 1993-1-1. Teräsrakenteiden suunnittelu. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt.

- SFS-EN 1993-1-3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Yleiset säännöt. Lisäsäännöt kylmämuovatuille sauvoille ja levyille.

- Suomen rakennusmääräyskokoelmat B6 (teräsohutelvyrakenteet) ja B7 (teräsrakenteet).

- SFS-EN 1090-2 + A1. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteuttaminen. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset.

- SFS-EN 505 (täysin tuetut) ja SFS-EN 508-1 (kantavat). Metalliset vesikatetuotteet.

- SFS-EN ISO 8501 standardisarja. Teräspintojen esikäsitteily ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla.

- SFS-EN ISO 14713-1 ja SFS-EN ISO 14713-2. Sinkkipinnoitteet. Ohjeet ja suositukset rauta- ja teräsrakenteiden korroosionestoon.

- SFS-EN ISO 12944-3. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 3: Rakenteen suunnitteluun liittyviä näkökohtia.

- SFS-EN ISO 12944-7. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 7: Maalaukseen toteutus ja valvonta.

Ympäristöolosuhteiden luokittelu

Ympäristöolosuhde on aina otettava huomioon pintakäsittelyä valittaessa. Korroosionopeus kasvaa, kun ilman suhteellinen kosteus nousee, esiintyy kondensoitumista tai kun

Taulukko 1. Viitteellinen suunniteltu käyttöikä standardin SFS-EN ISO 1990+A1+AC mukaan.

Suunnitellun käyttöiän luokka	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä, vuotta	Rakennusesimerkkejä
1	10	Tilapäisrakenteet (*)
2	10 - 25	Vaihdeettavissa olevat rakenteen osat
3	15 - 30	Maatalous- ja vastaavat rakennukset
4	50	Talonrakennukset ja muut tavanomaiset rakenteet
5	100	Monumentaaliset rakennukset, sillat ja muut maa- ja vesirakennuskohteet
(*) Sellaisia rakenteita tai niiden osia, jotka voidaan purkaa uudelleen käytettäväksi, ei pidetä tilapäisinä.		

Taulukko 2. Teräksen sinkitys- ja maalausmenetelmät.

Sinkitys	Maalaus
Kuumasinkitys - teräsohutellevyn jatkuva toiminen kuumasinkitys - kappaletavarasinkitys	Maalipinnoitus - jatkuva toiminen maalipinnoitus
Sähkösinkitys	Jauhemaalaukset
Ruiskusinkitys (terminen ruiskutus)	Märkämaalaukset (ruiskutus, sively, telaus)
Mekaaninen sinkitys	Kastomaalaus (upotuskäsittely)
Sherardisointi	Valelumaalaus
(Kylmägalvanoointi = sinkkipolymaalaukset)	

ilmatilan epäpuhtauksien määrä kasvaa. Kuvissa sisätiloissa ei tarvita korroosiosuojausta. Kylmissä rakennuksissa, joissa esiintyy pintojen kondensoitumista, on korroosiosuojaukseen kiinnitettävä huomiota. Ulko-olosuhteissa korrosio on vähäisintä puhtaassa maaseutuilmastossa, kun taas teollisuus- tai meriilmastossa voi esiintyä voimakasta korroosiota. Terästä käytetään myös veteen tai maahan upotetuissa rakenteissa, jotka ovat korroosion kannalta vaativia. Riittävän kestävä pintakäsittely valitaan standardin mukaisesti. Mikroilmasto on myös otettava huomioon ennalta, esim. rikkipitoiset savukaasut.

Standardissa SFS-EN ISO 12944-2 on määritelty ilmastorasitusluokat (C1, C2, C3, C4, C5-I, C5-M). Lisäksi standardissa ilmoitetaan sinkin sekä teräksen syöpyvämmät ensimmäisen koestusvuoden aikana näissä ilmastorasitusluokissa. Kun halutaan tarkastella teräksen ja sinkkipinnoitteen syöpymistä pidemmällä aikavälillä, löytyy standardista SFS-EN ISO 9224 näille maksimisyyöpyvämmät 20 vuoden ajalle. Syöpyminen on nopeinta ensimmäisenä vuonna, sen jälkeen se hidastuu. Standardissa ISO 9223 on määritelty vielä ilmastorasitusluokka CX (ääriolosuhteet; esim. trooppinen vyöhyke tai hyvin korkea rikkidioksidisaaste pitoisuus (> 250 µg/m³)), joka on vielä syöpyvämpi

olosuhde kuin C5-I ja C5-M. Lisäksi standardista SFS-EN ISO 12944-2 löytyy luokitus veteen upotetuille ja maanalaisille rakenteille: Im1, Im2 ja Im3.

Pintakäsittelytekniikat ja pintakäsittelyn valinta

Teräsrakenteiden yleisimmät pintakäsittelytekniikat ovat kuumasinkitys ja maalaus. Sinkityn rakenteen kestävyttä voidaan parantaa huomattavasti maalauksella. Sinkitys- ja maalausmenetelmiä on useita ja ne on esitetty taulukossa 2. Sinkityksen tarkoitus on estää teräksen syöpyminen ja parantaa näin terästuotteen korroosionkestävyyttä. Sinkki on terästä epäjalompi ja suojaa näin terästä katoisesti ("uhrautuva anodi"). Sinkkipinnoitteen kestävyys on lähes suoraan verrannollinen sen kerrospaksuuteen; mitä paksumpi sinkkipinnoite on, sitä pidempään se kestävä.

Maalauksella voidaan edelleen parantaa korroosionkestävyyttä sekä lisäksi saavuttaa halutut esteettiset ominaisuudet. Maalin esteettisten ominaisuuksien pysyvyys ulkorakennuksissa on erittäin tärkeä asia ottaa huomioon. Esimerkiksi rakennusten julkisivuissa ja katoilla maalien esteettisten ominaisuuksien (väri ja kiilto) suurimmat rasiustekijät ovat au-

ringonsäteily ja ilman epäpuhtaudet. Auringon ultraviolettisäteily sekä lämpö muuttavat vähitellen maalin kemiallista rakennetta. Tämä näkyy kiillon himmentymisenä ja värin haalistumisena. Ajan myötä myös korroosiosuojaus heikkenee, koska kosteus pystyy läpäisemään haurastuneen maalikalvon helpommin. Maalin haurastuessa myös sen adheesio alustaan yleensä heikkenee, jolloin kosteus pääsee maalikalvon ja alustan rajapintaan, mikä kiihdyttää korroosionopeutta. Maalausjärjestelmät (märkämaalit) valitaan standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaisesti. Maalausjärjestelmän valinta tehdään ko. ympäristöolosuhteen (esim. C4) perusteella. Standardissa SFS-EN ISO 12944-1 on määritelty kestävyysluokat (L, M ja H), eli aikavälit, joiden jälkeen ensimmäiset huoltotoimenpiteet (paikka/huoltomaalaus) tulee suorittaa. Maalipinnoitteen ja jauhemaalien valinta suoritetaan valmistajan suositusten perusteella.

Pintamaalien (alkydi, polyesteri, akryyli, polyuretaani, PVDF, jne) UV-säteilyn ja lämmönkestävyydessä on hyvin suuria eroja, esim. PVDF kestää erinomaisesti, kun taas alkydimaalit haalistuvat ja menettävät kiiltonsa ulkona melko nopeasti. Kun valitaan mahdollisimman hyvin alustaan tarttuva korroosionestopohjamaali sekä sen päälle hyvin auringon UV-säteilyä sekä lämpöä kestävä pintamaali, saavutetaan yleensä alhaisemmat elinkaarikustannukset sekä yleensäkin arvokkaampi ulkonäkö. Maalipinnoitteiden UV-säteilyn kestävyystiedot löytyvät valmistajan tuote-esitteistä. Jauhemaalien UV-säteilyn kestävyys taso tiedetään sen hyväksynnän perusteella (Qualicoat I, II tai III, ja vastaavasti GSB standard, master, premium). Tarkempia tietoja löytyy osoitteista www.qualicoat.net ja www.gsb-international.de.

Risto Sipilä
Ruukki Construction Oy

Pinnoitettujen teräsohutlevyjen käyttöikäsuunnittelu

Pinnoitetut teräsohutlevyt ja niiden käyttökohteet

Teräsohutlevyjä pinnoitetaan jatkuvatoimisilla kuumasinkityslinjoilla sekä maalipinnoituslinjoilla. Teräsohutlevy suojataan kuumasinkityksellä korroosiota vastaan. Kuumasinkittyä teräsohutlevyä maalipinnoitetaan ulkonäöllisistä syistä sekä korroosionkestävyyden edelleenparantamiseksi. Maalipinnoitettua teräsohutlevyä valmistetaan 0,5 – 1,5 mm paksuuksilla. Kattolevyissä paksuus on yleensä joko 0,5 mm tai 0,6 mm ja julkisivukaseteissa 1,2 mm. Maalipinnoitteita on ominaisuuksiltaan erilaisia ja niiden kestävydessä on siten eroja. Kuvassa 1 on esitetty kuumasinkityn ja maalipinnoitetun teräsohutlevyn rakenne.

Teräsohutlevyrakenteiden suunniteltu käyttöikä on yleensä 50 vuotta eli pinnoitetun teräsohutlevyn pitää kestää tämä aika huollettuina. Kuumasinkittyjä teräsohutlevyjä käytetään mm. kantavissa teräskattoprofiileissa (kuva 2) ja ilmastointikanavissa (kuva 3). Maalipinnoitettuja teräsohutlevyjä käytetään ulkona rakennusten katoissa (kuva 4), julkisivuissa (kuva 5), rakennuspellityksissä, sadevesijärjestelmissä, melusteissa sekä rakennusten sisäkatoissa ja –seinissä.

Pinnoitteen valinta

Kun teräsohutlevyä valitaan käyttökohteeseen, on seuraavat pääkohdat otettava huomioon:

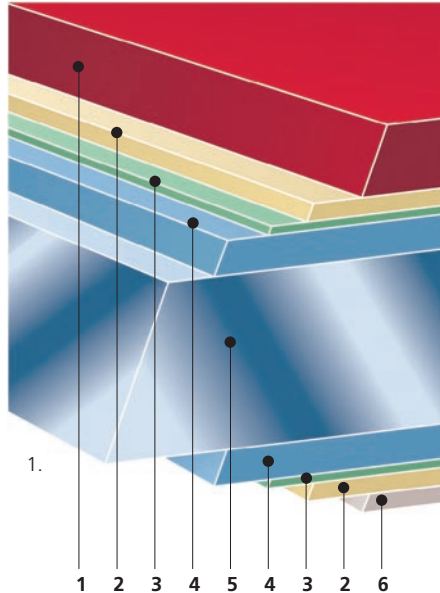
- Suunniteltu käyttöikä (olisi suositeltavaa määritellä esteettinen ja tekninen kestoikä erikseen).

- Standardien vaatimukset.
- Ympäristöolosuhteet (ilmastorasitusluokka, UV-säteily, erityisolosuhteet).
- Huollon tarve ja toteutus (ympäristöolosuhteista riippuvainen).

Standardien vaatimukset

Lyhyesti todeten standardien vaatimukset löytyvät seuraavista standardeista:

- SFS-EN 1990+A1+AC (viitteellinen suunniteltu käyttöikä),
- SFS-EN 1993-1-3 + AC (säilyvyys),
- Suomen rakennusmääräyskokoelman B6-ohjeet (teräksen suojaaminen ympäristövaikutuksilta),
- SFS-EN 505 ja SFS-EN 508-1 (vaatimukset/materiaalit sekä liite C, metallipinnoitteet),
- SFS-EN 10346 (kuumasinkityt teräsohutlevyt, tekniset toimitusehdot) sekä
- SFS-EN 10169 (jatkuvatoimisessa linjassa orgaanisilla aineilla pinnoitetut ohutlevyteräkset, tekniset toimitusehdot).



- 1 Pinnoite
- 2 Pohjamaali
- 3 Passiivointikerros
- 4 Sinkkikerros
- 5 Teräslevy 0,5 – 1,5 mm
- 6 Taustamaali

Kuumasinkitty teräsohutlevy

Sinkkipinnoitteen paksuus ilman maalipinnoitetta on ulkokäytössä yleensä 25 µm (molemmilla puolilla teräsohutlevyä) eli Z350 (350 g/m²). Sisäkäytössä C1-rasitusluokassa (SFS-EN ISO 12944-2) voidaan käyttää 7 µm (Z100) paksuista sinkkipinnoitetta.

25 µm kuumasinkityksellä saadaan aikaan teräsohutlevylle hyvä peruskestävyys korroosiota vastaan, mutta maaseutuolosuhdetta rankemmassa ilmastossa tämän paksuinen sinkkipinnoite on maalattava. Syy siihen, miksi kuumasinkitty teräsohutlevy on maalattava kaupunki- ja/tai teollisuusilmastossa on se, että ilmassa on rikkiyhdisteitä, jotka yhdessä ilman kosteuden kanssa muuttavat sinkin pintaa suojaavan emäksisen sinkkikarbonaatin helposti pois huuhtoutuviksi sinkkisulfidiksi ja -sulfaatiksi. Tällöin sinkkipinnoite syöpyy tavallista nopeammin. Toisaalta ilman rikkidioksidipitoisuus on vähentynyt huomattavasti useimmissa Euroopan maissa viime vuosikymmenien aikana. Samalla sinkkipinnoitteen syöpymisnopeus on hidastunut selvästi.

Standardin SFS-EN ISO 9224 liitteestä A (opastava) löytyy taulukko, jossa on esitetty sinkin maksimi syöpymä eri ilmastorasituksissa (esimerkkejä taulukossa 1). Ko. taulukon mukaan sinkin syöpymisnopeus hidastuu ensimmäisten vuosien jälkeen. Tämän taulukon antama informaatio on luonnollisesti vain



suuntaa-antavaa. Arvioidaan esimerkiksi jatkuvatoimisesti kuumasinkityn teräsohutlevyn kestävyyttä rasitusluokassa C3 sinkin paksuudella Z350 (25 µm). Taulukosta voidaan arvioida että teräksen ruostuminen saattaa pahimmassa tapauksessa alkaa jo 15 - 20 vuoden kuluttua asennuksesta, koska syöpyminen on harvoin tasaista joka kohdassa. Tämän takia Z350-sinkkipinnoite kannattaa maalata kun ilmastorasitusluokka on ≥C3. Sen sijaan maaseutuolosuhteessa (ilmastorasitusluokka C2) Z350-sinkkipinnoitteen kestoikä on erittäin pitkä, jolloin sitä ei tarvitse maalata.

Teräsohutlevyn kuumasinkityslinjoilla voidaan nykyään valmistaa entistä paksumpia sinkkipinnoitteita eli Z450 (32 µm) ja Z600 (42 µm) -pinnoitteita, jolloin saavutetaan pidempi kestoikä kuin perinteisellä Z350-sinkkipinnoitteella. Paksumpia sinkkipinnoitteita voidaan käyttää esimerkiksi siloissa, tierummuissa, liikennemerkkiputkissa, tiekaiteissa, sähkökaapien runkorakenteissa ja kaapelihyllyissä.

Kuumasinkityn teräsohutlevyn maalaus työmaalla

Kuumasinkityn teräsohutlevyn maalaukseen voidaan käyttää monia maaleja, mutta on erittäin tärkeää, että maalin adheesio sinkittyyn pintaan on erittäin hyvä. Kaikki maalit eivät valitettavasti alkuunkaan sovi sinkityn teräsohutlevyn maalaukseen. Vesihihkekapesua tai vastaavaa ei saa käyttää, sillä se vaurioit-

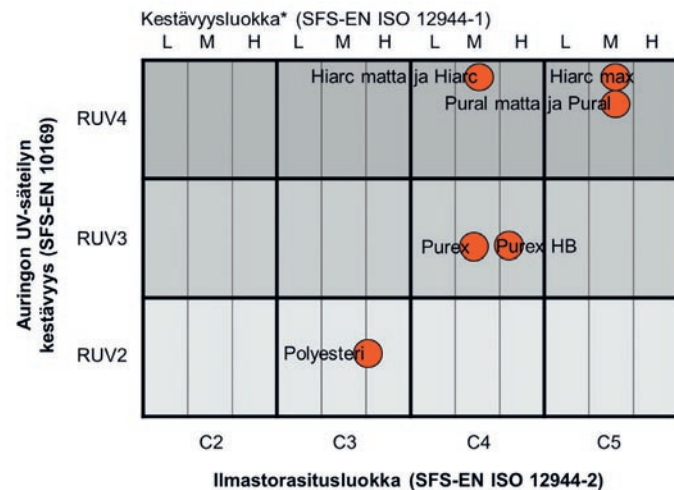
Taulukko 1

Standardin SFS-EN ISO 9224 mukaiset sinkkipinnoitteen maksimi syyöpymäärät (µm) ilmastorasitusluokissa C2, C3 ja C4.

Ilmastorasitusluokka (SFS-EN ISO 12944-2)	Ulkonaoloaika (vuotta)					
	1	2	5	10	15	20
C2	0,7	1,2	2,6	4,5	6,3	8,0
C3	2,1	3,7	7,8	13,6	19,0	24,0
C4	4,2	7,4	15,5	27,3	38,0	48,0

Taulukko 2

Ruukin maalipinnoitettujen teräsohutellevien (sinkkipinnoitteena Z275) korroosionkestävyysluokka sekä auringon UV-säteilyn kestävyys, joka ilmoitetaan RUV-luokituksen avulla (paras luokka on RUV4 ja huonoin RUV1).



(*) Ensimmäinen huoltomaalaus:

L (low) 2 - 5 vuoden kuluttua
M (medium) 5 - 15 vuoden kuluttua
H (high) yli 15 vuoden kuluttua



taa sinkkipinnoitetta. Siitä ei ole oleellista lisähyötyä tarttuvuuden suhteen silloin, kun käytetään parhaita maaleja. Alkalinen pesuaine antaa riittävän hyvän pesutuloksen, kunhan pinta sen jälkeen huuhdellaan vedellä huolellisesti.

Kun käytetään hyviä maaleja, ei ole suurta merkitystä, maalaako uutena vai muutaman vuoden kuluttua asennuksesta. Sinkin pinta hapettuu ulkona, jolloin maalattavuus jonkin verran paranee. Toisaalta esim. kaupunki-ilmastossa sinkin pintaan kertyy epäpuhtauksia, jotka puolestaan huonontavat maalaustulosta. Epäpuhtaudet on monesti hankalaa pestä kokonaan pois sinkin pinnasta. Näin ollen muutaman vuoden odottamisesta on käytännössä hyötyä vain puhtaassa maaseutuilmastossa, jossa maalausta ei korroosionkestävyyden vuoksi muutenkaan välttämättä tarvittaisi. Alkydimaaleja ei kannata käyttää ilman soveltuvaa tartuntapohjamaalia. Kuumasinkityn teräksen maalaukseen tarkoitettujen akrylaattimaalisysteemit sekä kaksikomponenttiset polyuretaanimaalit ovat yleensä hyviä.

Maalipinnoitettu teräsohutellevy

Maalipinnoitettua teräsohutellevyä käytetään rakennusmateriaalina ulkona ja myös sisällä vaihtelevissa olosuhteissa. Korroosion- ja kulumiskestävyyden sekä auringon UV-säteilyn kestävyysvaatimukset voivat rakennusosissa olla hyvinkin erilaisia. Rakennuksen suunniteltu

käyttöikä edellyttää maalipinnoitteelta tiettyjä ominaisuuksia. Erilaiset maalipinnoitteet on kehitetty täyttämään muuttuvat vaatimukset ja oikealla valinnalla pinta täyttää sille asetetut kriteerit. Maalipinnoitteiden UV-säteilyn ja korroosionkestävyydessä on isoja eroja. Polyesteripinnoitteen UV-säteilyn kestävyysominaisuudet ovat tyydyttävät. Purex-pinnoitteen (hybridipinnoite) UV-säteilyn kestävyys on tasolla hyvä - erittäin hyvä. Pural- (polyuretaanipinnoite) sekä Hiarc-pinnoitteilla on erinomainen UV-säteilyn kestävyys, jolloin niiden värin- ja kiillonpysymä on erinomainen ulkokäytössä. Hiarc on maksimaaliseen UV-säteilyn kestävyteen kehitetty PVDF-pohjainen pinnoite. Hiarc-pinnoitteen puhtaanaapysyvyys on erinomainen. Maalipinnoitetut teräsohutellevyt kuumasinkityn ennen maalipinnoitusta. Ulkokäytössä maalipinnoitettuna sinkkipinnoitteen paksuus on Z275 ja sisäkäytössä se voi olla Z100 - Z275 riippuen vaatimuksista ja määräyksistä. Pural- sekä Hiarc max (sisältää paksumman korroosionestopohjamaalin) -pinnoitteilla on erinomainen korroosionkestävyys, jolloin niitä voidaan käyttää ilmastorasitusluokassa C4 sekä tapauskohtaisesti jopa ilmastorasitusluokassa C5. Purex- ja Hiarc-pinnoitetta sekä polyesteria käytetään pääsääntöisesti korkeintaan ilmastorasitusluokassa C3. Purex HB (high build) -pinnoitteessa on paksumpi korroosionestopohjamaali kuin Purexissa, jolloin sen korroosionkestävyys on parempi. Maalipin-

noitettujen teräsohutellevien säänkestävyysominaisuudet on esitetty taulukossa 2. Yleensä katoilla käytetään Pural matta, Pural tai Purex -pinnoitteita. Julkisivuissa käytetään Hiarc-pinnoitetta ja erittäin vaativassa ympäristöolosuhteissa Hiarc max -pinnoitetta. Polyesteripinnoitetta käytetään varasto- ym rakennuksissa sekä sisäkäytössä, joissa käyttäjälle ei aseteta korkeita vaatimuksia. On hyvä huomioda, että eri valmistajien samantyyppisten maalipinnoitteiden kestävyysominaisuudet voivat olla hyvinkin erilaiset, koska maalipinnoitteissa käytetään erilaisia sideainemodifikaatioita, pigmenttejä, apuaineita sekä pohjamaaleja. Myös pinnoitepaksuuksissa on eroja. Eri valmistajien PVDF-pinnoitteilla voi olla tasoero kestävydessä, sama tilanne on myös muiden maalipinnoitteiden kohdalla.

Risto Sipilä
Ruukki Construction Oy

Kuva 1: Ruukin maalipinnoitetun teräsohutellevyn rakenne.

Kuva 2: Kantava teräskattoprofiili.

Kuva 3: Ilmastointikanavien osat.

Kuva 4: Teräskattoprofiili.

Kuva 5: Julkisivulevyt.

Valokuvat: 1,2,4,5 Ruukki, 3 Fläkt Woods

Ravintola-elämyksiä raiteilla

Kaksikerroksinen DuettoPlus-ravintolavaunu on ainoa laatuun maailmassa: alakerrassa on moderni ravintola ja yläkerrassa moneen muuntautuva matkustus- ja kokousosasto.

VR on tilannut kaikkiaan 26 uutta ravintolavaunua kajaanilaiselta Transtech Oy:ltä. Uudet vaunut liitetään pitkän matkan InterCity-juniin, ensimmäinen vaunu aloitti liikennöinnin Helsingin ja Oulun välisellä rataosuudella tammi-kuun lopussa. Maaliskuussa uusia ravintolavaunuja tuli lisää Helsingin ja Oulun välille sekä Helsingin ja Joensuun välille. Kaikki 26 vaunua on liikenteessä alkuvuoteen 2015 mennessä, reitistö kattaa tuolloin keskeisimmät isot asemapaikat.

Ravintolapalveluita 1900-luvulta lähtien

Suomessa välimatkat ovat pitkiä ja ravintolapalvelut ovat kuuluneet olennaisena osana suomalaisen junamatkustamiseen yli sadan vuoden ajan. Uuden kaksikerroksisen DuettoPlus-ravintolavaunun myötä VR pystyy tarjoamaan asiakkailleen entistäkin parempaa palvelua ympäristössä, jossa on kiinnitetty huomiota viihtyvyyteen, toimivuuteen ja ekologisuuteen.

Modernit tilat muuntuvat moneksi

– Uusi DuettoPlus-ravintolavaunu on viiden vuoden suunnittelu- ja testaustyön tulos, tiivistää VR:n palvelujen kehityspäällikkö Pia-Mari Sotavalta.

– Suunnittelutyön joka vaiheessa on pidetty mielessä kohderyhmiemme tarpeet. Uuden ravintolavaunun konsepti ja palvelut on suunniteltu vastaamaan niin isojen yritysryhmien kuin kaveri- ja työporukoidenkin matkustustarpeisiin, oli kyseessä sitten kokoukset, juhlat tai yhdessä rentoutuminen matkan aikana.

Vaunun modernit ja viihtyisät tilat muuntuvat moneen käyttöön. Alakerrassa sijaitseva Duetto-ravintolasta löytyvät kahvila-baari sekä toisella välitasolla ruuhka-aikoina käytettävä kioskki, josta voi hakea tuotteita myös muille vaunuosastoille.

– Alakerran ravintolasalissa on lisäksi esiintymispiste, joten matkaa voi taittaa myös esimerkiksi trubaduurin säestyksellä, Sotavalta kertoo.



Ravintolavaunun yläkerrasta löytyy 41 hengen matkustajaosasto, jossa yksittäisiä istuimia voi kääntää haluamaansa suuntaan. Yläkerran 12-paikkaisen kabinetin tai koko matkustajaosaston voi varata kokous- tai virkistyskäyttöön. Yläkerrassa on myös anniskeluoikeudet paikan varannoille.

– Ravintolavaunun suunnittelussa on huomioitu tilojen toimivuuden lisäksi erityisesti ympäristönäkökohdat, Pia-Mari Sotavalta toteaa.

– Jätteiden kierrätys onnistuu sekä keittiössä että asiakastiloissa ja pakkausmateriaaleissa ja astioissa käytetään biohajoavia materiaaleja.

Teknoksen maalit osana brändi-ilmettä

Teknoksella ja VR:llä on pitkä yhteinen historia. Myös uuden DuettoPlus-ravintolavaunun kaikki maalatut pinnat ovat Teknoksen teollisuusmaaleilla käsiteltyjä.

– Suurin visuaalisesti erottuva maalipinta on luonnollisesti vaunun kori, selvittää Teknoksen metalliteollisuusmaaleista Suomessa vastaava myyntijohtaja Kari Sandberg.

– Kaikkien vaunussa käytettävien pintojen takana on vuosikymmeniä kestänyt, pitkäjänteinen tuotekehitystyö yhdessä VR:n sekä vaunun valmistajan Transtechin kanssa, Sandberg jatkaa.

VR:n matkustajaliikenteen kalustopäällikkö Joel Lindström on seurannut raidekaluston pinnoitusvaatimusten muutoksia ja tuotteiden kehitystä 70-luvun lopulta lähtien.

– Vaunuissa käytettävät maalipinnoitteet ovat vuosikymmenten saatossa muuttuneet alkydimaaleista epokseihin ja edelleen niukaliotteisiin polyuretaaneihin. Tuotekehityksen myötä olemme päässeet käyttämään korkean kuiva-ainepitoisuuden polyuretaanipinnoitteita, jolloin VOC-päästöt ovat mahdollisimman alhaisia, Lindström kertoo.

Ympäristövaatimusten lisäksi pintojen tulee kestää jatkuvaa ulkokäytössä syntyvää rasiutusta, kuten esimerkiksi sadeveden, pölyn ja talviaikana lumen ja jään mukanaan tuomaa

kuormitusta. Maalipinta altistuu myös mekaaniselle- ja kemialliselle rasitukselle. Hiilipöly ja rasva nousevat kylkiä pitkin kattoon asti ja vaunut joudutaan harjapesemään vähintään neljän päivän välein.

VR:n omat maalaamot sijaitsevat Hyvinkäällä ja Pieksämäellä. Molemmissa maalaamoissa käytetään Teknoksen tuotteita matkustajavaunujen huoltomaalauksessa sekä tavaravaunujen huolto- ja uudismaalauksessa.

– Vaunujen huoltomaalausväli on pitkä, joten maalipinnan tulee säilyä ehyenä ja edustavana pitkään, Lindström kertoo.

VR ottaa kaikki 26 uutta DuettoPlus-ravintolavaunua liikenteeseen alkuvuoteen 2015 mennessä

- Investoinnin kokonaiskustannus noin 68,5 miljoonaa euroa
- Kaksikerroksisessa ravintolavaunussa yhteensä 94 asiakaspaikkaa
- Fennia Price –suunnittelupalkinto

Vaunun maalauksessa käytetyt tuotteet

- TEKNOPLAST PRIMER 7 epoksipohjamaali
- TEKNOPOX FILLER 2112 epoksitasoite
- TEKNODUR COMBI 3560 polyuretaanimaali
- TEKNODUR 0290 polyuretaanilakka

Vaunun telin maalauksessa käytetyt tuotteet

- TEKNOZINC 90 SE sinkkiepoksimaali
- TEKNODUR COMBI 3560 polyuretaanimaali

Kuva: Uusi kaksikerroksinen DuettoPlus-ravintolavaunu.
Valokuva: VR

Heijastava julkisivupinnoite viimeistelee energiatehokkaan seinärakenteen

Ruukki kehitti auringon lämpösäteilyä heijastavan julkisivupinnoitteen arkkitehtonisesti vaativiin rakennuksiin. Hiarc reflect -pinnoite pitää seinärakenteen viileämpänä ja parantaa rakennuksen energiatehokkuutta.

Hiarc reflect -pinnoite on ensimmäinen Ruukin markkinoille tuoma toiminnallinen julkisivupinnoite. Pinnoite heijastaa takaisin osan auringon lämpösäteilyä ja pitää paneelin pinnan viileämpänä kuin tavallinen julkisivupinnoite. Tummissa värisävyillä teräksen pintalämpötila voi nousta auringonpaisteessa jopa 80–90 asteeseen.

”Heijastavalla pinnoitteella pintalämpötilasta voidaan värisävystä ja olosuhteista riippuen saada jopa 20 astetta pois, jolloin rakennuksen jäähdystystarve vähenee ja lämpötilan vaihtelusta johtuva teräslevyjen lämpölaajeneminen on maltillisempaa”, sanoo pinnoitteen kehityksestä vastannut tuotekehitysinsinööri Katri Kivihaka Ruukki Metalsilta.

Suosituimmat julkisivuvärit

Hiarc reflect -pinnoite on saatavana suosituimissa julkisivuväreissä: kirkas valkoinen, tumman harmaa, hopea ja tumma hopea.

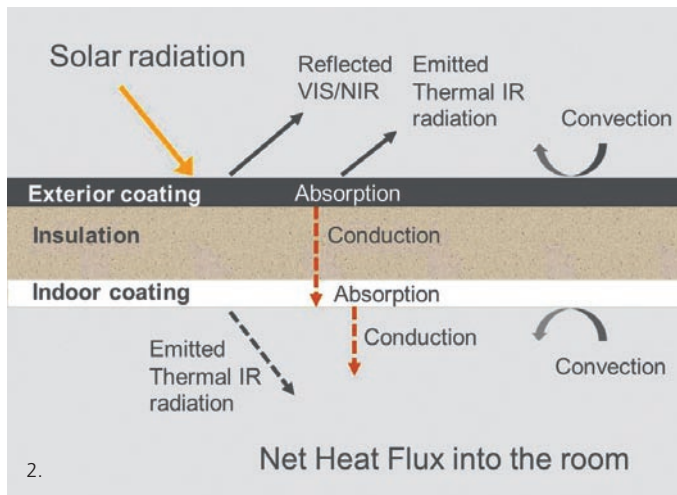
Pinnoitteen toiminta

Pinnoitteen heijastusominaisuus perustuu pintamaalin väripigmenttien muokkaukseen.

Lähes puolet auringon lähettämästä energiasta on lämpösäteilyä ja jokaisella väripigmentillä on oma luonnollinen kykynsä heijastaa sitä. Tummat värit ovat vaikeampia, koska niissä on paljon mustaa pigmenttiä, joka imee ja pidättää itseensä tehokkaasti auringon lämpöenergiaa.

”Hiarc reflect -pinnoitetta varten jokaisesta väripigmentistä on valittu se pigmentti, joka heijastaa parhaiten auringon lämpösäteilyä. Esimerkiksi sinisistä pigmenteistä on valittu parhaiten lämpösäteilyä heijastava sininen pigmentti”, Kivihaka selittää.

Ruukki kehitti pinnoitteen tiiviissä yhteistyössä maalinvalmistajan kanssa. Tuotekehityksessä tavoitteiksi asetettiin myös pinnoitteen hyvä naarmunkestävyys ja paras mahdollinen UV-luokka.



Kuva 1: Hiarc reflect on auringon lämpösäteilyä heijastava julkisivupinnoite, joka heijastaa takaisin osan auringon lämpösäteilyä ja pitää paneelin pinnan viileämpänä. Hiarc reflect soveltuu sandwich-paneelien ulkopinnoitteeksi, ja eristämättömissä rakennuksissa sitä voidaan käyttää profiileissa.

Kuva 2: Kuvassa eri lämmönsiirtymismekanismit, kun auringon säteily osuu paneelin pintaan. Hiarc reflect -pinnoitteen avulla pois heijastuvan säteilyn osuus kasvaa ja pintaan absorboituu vähemmän lämpösäteilyä. Lähde: Beckers Group.



Kuva 3: Ruukki otti käyttöön uuden Hiarcinimen kaikille julkisivupinnoitteilleen. Hiarc-pinnoitettujen terästen käyttökohteita ovat sandwich-paneelit, julkisivukasetit ja design-profiilit.

Kuva 4: Hiarc reflect on auringon lämpösäteilyä heijastava julkisivupinnoite arkkitehtonisesti vaativiin rakennuksiin. Valokuvat: Ruukki

”Hyvin kulutusta ja UV-säteilyä sietävä julkisivupinnoite säilyttää haalistumatta alkupehkeisen kiiltonsa ja värinsä sekä pysyy puhtaan. Myös strukturoitu pintarakenne erottaa pinnoitteen kilpailevista tuotteista”, Kivihaka sanoo.

Heijastava pinnoite pitää tumman julkisivun viileämpänä

Hiarc reflect -pinnoite on tarkoitettu ulkikäyttöön, mutta ei pelkästään lämpöeristettyihin rakennuksiin.

”Lämpösäteilyä heijastava pinnoite toimii tehokkaasti myös profiililevyissä”, Katri Kivihaaka huomauttaa.

Teräsjulkisivu, kuten muutkin metallista valmistetut julkisivut, laajenee lämpötilan vaihtuksesta. Heijastava pinnoite pitää tumman julkisivun viileämpänä ja vähentää teräksen taipumista.

”Heijastava pinnoite mahdollistaa myös pidempien jänneväliden käytön tummanvärisissä elementeissä” sanoo maalipinnoitettujen ohutlevyjen teknisen asiakaspalvelun päällikkö Lasse Hämäläinen Ruukki Metalsilta.

Hän sanoo, että suurin hyöty pinnoitteen saadaan silloin, kun se yhdistetään energia- tehokkaaseen seinärakenteeseen, esimerkiksi Ruukin energiapaneeliin, jossa Sandwich-elementtien saumarakenteeseen on kiinnitetty erityistä huomiota.

Heijastava julkisivupinnoite on yksi niistä ratkaisuista, joita Ruukki kehittää jatkuvasti rakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi ja ympäristövaikutusten vähentämiseksi.

Pinnoitteen päämarkkinat ovat Etelä- ja Keski-Euroopassa, jossa lämpötilat ovat korkeampia ja lämpimät kaudet pidempiä kuin Pohjoismaissa.



”Asiantuntijoiden mukaan tilanne saattaa silti kääntyä Pohjoismaissakin ilmastonmuutoksen ja rakentamisen energiamääräysten myötä niin, että aikaa myöten jäähdytykseen kuluu lähes sama energiamäärä kuin lämmittämiseen”, Hämäläinen muistuttaa.

Hiarc reflect parantaa energiatehokkuutta

Auringon lämpösäteilyä heijastava julkisivupinnoite arkkitehtonisesti vaativiin rakennuksiin.

- Alentaa tummien teräsjulkisivujen pinta- lämpötilaa ja vähentää lämpötilan vaihtelusta johtuvaa teräksen lämpölaajenemista.

- Vähentää sisätilojen jäähdytystarvetta.

- Mahdollistaa pidempien jänneväliden käytön tummanvärisillä elementeillä.

- Parhaan mahdollisen UV-kestävyyden ansiosta julkisivu säilyttää hyvin väriinsä ja kiiltonsa.

- Soveltuu Sandwich-paneelin ulkopinnoitteeksi lämpöeristetyissä rakennuksissa.

- Voidaan käyttää myös profiililevyissä eristämättömissä rakennuksissa.

Mikä on Hiarc reflect -pinnoite?

Ruukin kehittämä julkisivupinnoite, joka heijastaa auringon lämpösäteilyä.

Miten se säästää energiaa?

Heijastavan pinnoitteen ansiosta tummanvärinenkin julkisivu pysy viileämpänä. Se puolestaan vähentää lämpötilan vaihtelusta johtuva teräksen lämpölaajenemista. Sisätilojen jäähdytystarve vähenee ja rakennuksen energiatehokkuus paranee.

Miten pinnoite saadaan heijastamaan?

Muokkaamalla pinnoitteen pintamaalin väripigmenttejä. Pinnoitetta varten jokaisesta väripigmentistä on valittu se pigmentti, joka heijastaa parhaiten auringon lämpösäteilyä. Esimerkiksi sinisistä pigmenteistä on valittu parhaiten heijastava sininen pigmentti.

Mitä muuta hyötyä pinnoitteesta on?

Se kestää hyvin UV-säteilyä ja kulutusta ja säilyttää sen vuoksi pitkään julkisivun alkuperäisen värin ja kiillon. Rakennuksen jälleenmyyntiarvo säilyy. Heijastavan pinnoitteen ansiosta myös jännevälejä voidaan pidentää silloin, kun julkisivu rakennetaan tummanvärisistä Sandwich-elementeistä.

Millaisiin rakennuksiin Hiarc reflect -pinnoite soveltuu?

Se soveltuu kaikkiin arkkitehtonisesti vaativiin julkisiin rakennuksiin, joissa tavoitellaan energiatehokkuutta ja pitkää ikää.

Mitä tarkoittaa Hiarc?

High-Architectural Colour Coatings. Se on Ruukin premium-julkisivupinnoitteiden uusi tuotenimi. Hiarc reflect -pinnoitteen lisäksi siihen kuuluvat kaikki Ruukin aiemmin PVDF-tuotenimellä tunnetut julkisivupinnoitteet.

Ruukki Hiarc takaa laadun

Ruukin premium-luokan julkisivupinnoitteet saivat uuden Hiarc-tuotenimen.

Hiarc-julkisivupinnoitteet (High-Architectural Colour Coatings) on tarkoitettu arkkitehtonisesti vaativaan rakentamiseen. Hiarc reflect -pinnoitteen lisäksi Hiarc-tuoteryhmään kuuluvat kaikki Ruukin aiemmin PVDF-tuotenimellä tunnetut julkisivupinnoitteet.

”PVDF on pinnoitteen sideaineen nimi, jota kaikki valmistajat ovat käyttäneet myös tuotenimenä. Nimenmuutoksella haluamme erottaa kilpailijoista ja viestiä asiakkaalle, että kyse on nimenomaan Ruukin valmistamasta julkisivupinnoitteista”, Lasse Hämäläinen sanoo.

Hiarc-tuoteperheeseen kuuluvat puolikiiltävä Hiarc, mattapintainen Hiarc matta, vaativiin ilmasto-olosuhteisiin soveltuva Hiarc max ja Hiarc reflect. Kaikki Ruukin Hiarc-tuoteperheeseen kuuluvat julkisivupinnoitteet valmistetaan kromivapaasti.

Teräsohutlevyje

Kuumasinkitty pelti on suosittu rakennusten katemateriaali. Ohut sinkkikalvo pellin päällä on itsessään jo erittäin hyvä suoja korroosiota vastaan. Sinkkipinnoite suojaa terästä hyvin kymmeniä vuosia maaseutuolosuhteissa, mutta ilmastorasitusluokassa C3 (SFS-EN ISO 12944-2, esimerkiksi isommat kaupungit ja monet teollisuusalueet) sinkin kestävyys on selvästi lyhyempi (10-20 vuotta), jonka takia se on maalattava ko. ilmasto-olosuhteissa. Tuore sinkkipinta on vaativa maalausalusta, sillä sinkki on reaktiivinen aine ja maalin tartunta sinkkipintaan on ratkaisevan tärkeää. Siksi sinkkipintaista peltiä ei saa maalata suoraan alkydipintamaaleilla, vaan on käytettävä ensin tarkoitukseen soveltuva pohjamaalia.

Maalattut peltikatot joutuvat kestävämmän kovia rasituksia ja niistä johtuvia jännityksiä. Esimerkiksi auringonpaiste aiheuttaa sävyjen haalistumista ja kiiltoasteen alenemista. Katot altistuvat myös ilman epäpuhtauksille ja saasteille kuten rikki-, kloori- ja tyyppihdisteet sekä erilaiset suolayhdisteet, lika ja noki. Yhdessä veden ja auringon UV-säteilyn kanssa epäpuhtaudet rasittavat kattoja ja seinä. Vaikutus on suurimmillaan sellaisissa osissa, joista epäpuhtaudet eivät kunnolla huuhtoudu pois sadeveden mukana.

Maalin irtoamiseen peltikatolta on useita muitakin syitä:

- epäsuotuisat maalausalosuhteet huonosti tehdyt esikäsitellyt (epäpuhtauksia, ruostetta alustassa)
- huonosti huuhdeltu alusta (pesuainejäämiä)
- pintamaalin tai muun huonosti soveltuvan maalin levittäminen suoraan sinkkitylle pellille (huono tarttuvuus sinkkipintaan). Kattopinnoilla tulee myös välttää paksuja maalikalvoja, koska niiden myötä hilseilyriski kasvaa.

Tikkurilan peltikattomaalit

Maalauksella sinkkipinnan ikää voidaan pidentää etenkin epäpuhtaassa ilmastossa ratkaisevasti. Tuoreen sinkkipinnan annetaan olla ilman maalausta vähintään 1-2 vuotta, jolloin pinta muuttuu karheaksi, ja näin saadaan hyvä tartunta pohjamaalille.

Tikkurilan tuotteet sinkkityn pellin pohjamaaliksi ovat Rostex Super ja Rostex Super Akva (vesiohenteisten pintamaalien alle). Peltikattojen pintamaaliksi on tarjolla erityyppisiä maaleja. Panssarimaali on alkydipohjainen kattomaali. Vesiohenteinen vaihtoehto on Panssari Akva, joka soveltuu myös huoltomaaliksi muovipinnoitetuille (=maalipinnoitetuille)

en maalaus työmaalla

Taulukko 1. Maalipinnoitteen uudelleenmaalaus.

Pinnoite	Suosittelava maali
Pural ®	Panssari Akva tai Temaclad SC 50 ²⁾
Pural ® matta	Panssari Akva ¹⁾ tai Temaclad SC 50 ^{1,2)}
Purex TM	Panssari Akva ¹⁾ tai Temaclad SC 50 ^{1,2)}
Polyesteri	Panssari Akva tai Temaclad SC 50 ²⁾
Polyesteri matta	Panssari Akva ¹⁾ tai Temaclad SC 50 ^{1,2)}
Plastisol	Panssari Akva tai Temaclad SC 50 ²⁾

¹⁾ Selvästi kiiltävämpi kuin alkuperäinen ²⁾ Vain ammattikäyttöön

- Tarkasta vanhan maalin kiinnipysyvyys ristiviiltokokeella. Katso kuva 1.
- Poista irtoava vanha maali korkeapainepesulla tai maalinpoistokemikaalilla.
- Poista ruoste hiomalla tai teräsharjalla.
- Pese pinta Peltipesulla tai Panssaripesulla.
- Huuhtelee huolellisesti vedellä ylhäältä alas.
- Varmista pinnan kuivuus.
- Pohjamaalaa pinnat Rostex Superilla.
- Maalaa 1–2 kertaa.



teräshuhteluyville poislukien PVDF-pinnat. Ammattimaalarit saavat aikaan parhaan kestävyysden Temaclad SC 50 -polyuretaanimaalilla.

Milloin huoltomaalaus?

Tarkkaa ajankohtaa huoltomaalaukselle on vaikea antaa, koska maalipinnan kestävyysvaikutukset useat seikat. Näitä ovat maalipinnoitteen tyyppi ja väri, ilmastolliset olosuhteet, kaltevuus, rakennustapa ja asennus. Suurimmillaan pinnoitteen kohdistuva rasitus on tummilla sävyillä eteläpuoleisella lappeella.

Uudelleenmaalaus yleisimpiä syitä ovat maalipinnan merkittävä värisävy ja kiillon muutos. Muutoksiin vaikuttavat eniten ilman epäpuhtaudet sekä auringon UV- ja lämpösäteily. Pinnoitteiden kestävyyksillä on eroja. Esimerkiksi Pural- ja PVDF-pinnoitteilla muutokset ovat 20 vuoden jälkeenkin hyvin pieniä. Plastisol suositellaan yleensä huoltomaalattavaksi 12–20 vuoden kuluttua asennuksesta, polyesteri, mattapolyesteri ja Purex 15–20 vuoden kuluttua ja Pural ja PVDF 20–30 vuoden kuluttua.

Yleissääntönä voidaan sanoa, että tummat sävyt vaativat maalausta aiemmin kuin vaaleat. Ajoissa huoltomaalattulla teräskatolla voidaan saavuttaa erittäin pitkä kestoikä (jopa yli 50 vuotta). Maalipinnoitteen suojauskyky loputtua teräslevy suojaa vielä sinkkipinnoite.

Mitä tehdään vanhalle pinnoitteelle?

Aikaisemman maalin tartunta alustaan tarkistetaan suuntaa antavalla X-viiltomenetelmällä useammasta kohdasta. Mikäli maali irtoaa paloina alustasta, vanha maali tulee poistaa kauttaaltaan. Näin varmistetaan uuden maalin tartunta. Vanha maali tai pinnoite poistetaan myös, jos siinä on havaittavissa säröilyä 50-kertaisella suurennoksella. Säröilyttä pinnoitetta ei kannata haurautensa vuoksi maalata.

Alkydimaalilla maalattujen maalikalvojen yhteenlaskettu paksuus saa olla korkeintaan 350 µm (0,35 mm). Normaalisti yhden maalikalvon paksuus on noin 40 µm. Mikrometrillä voi mitata kalvonpaksuudet riittävän hyvin. Jos maalien enimmäiskalvonpaksuus ylittyy, aiemmat maalit pitää poistaa ennen maalausta.

Jos vanhan maalin tai pinnoitteen laadusta ei ole tietoa tai sen soveltuvuus on epävarmaa, voidaan maalattavalle pinnalle tehdä testialue. Suositelluilla esikäsitteilyillä tehdään noin 1 m² testialueet, jotka maalataan aiotulla maalilla. Maalin kuivuttua tarttuvuus testataan hilaristikkokokeella standardin SFS-EN ISO 2409 mukaisesti tai X-viiltokokeella standardin SFS-EN ISO 16276-2 mukaisesti. Jos tulos on 3 tai huonompi, poistetaan vanha pinnoite ennen maalausta.

Maalausurakoitsijat poistavat vanhat pinnoitteet tehokkaasti ISO 8501-4 -standardin

mukaisilla menetelmillä, joita ovat muun muassa suurpainepesupesä "High Pressure Water Cleaning" (34 Mpa–70Mpa) tai suurpainepesupesä "High Pressure Water Jetting" (70 Mpa–170 Mpa). Käytännössä tämä tarkoittaa, että työtä tehdään korkeapainelaitteilla, joiden paine on 500–800 baria käytettäessä kuumaa vettä, tai yli 1 000 baria käytettäessä kylmää vettä. Kuumalla vedellä ja pienemmällä paineella toimiva menetelmä on saavuttanut enemmän kannatusta kustannussyistä ja helppomman käsiteltävyytensä takia.

Jos vanhan pinnoitteen kunto on hyvä ja se on hyvin kiinni alustassaan ja suunniteltu maali tarttuu siihen hyvin, voidaan huoltomaalaus suorittaa huolellisen pesun ja esikäsitteilyn jälkeen. Mahdolliset vauriokohdat puhdistetaan ruosteesta ja huonosti kiinni olevasta pinnoitteesta koneellisella teräsharjauksella tai hionnalla. Hiontapölyn poiston jälkeen pinnoitteettomat kohdat pohjamaalataan. Pohjamaalin kuivuttua suoritetaan paikka- tai ylimaalaus tarpeen mukaan.

Uudelleenmaalaus

Maalipinnoitteen uudelleenmaalaus suoritetaan taulukon 1 mukaisesti.

Juha Kilpinen, teknisen palvelun päällikkö
Tikkurila Oyj / TRY Pintakäsittelyjaoston puolesta

Raskaiden kappaleiden jauhemaalauksen yleistyminen

Vielä joitakin vuosia sitten suurikokoisten ja raskaiden teräksestä valmistettujen kappaleiden jauhemaalauksen oli melko harvinaista. Jauhemaalauksen sideaineen ja kovetteen verkkoutuminen edellyttää korotettua lämpötilaa ja suuret kappaleet edellyttävät isokokoisia uuneja sekä tavallista pidempää uunitusaikaa. Ympäristöystävällisyys, prosessiajan lyheneminen, kapasiteetin kasvu, viihtyisämpi työympäristö sekä erinomainen pinnan laatu ja korroosiosuoja ovat syitä, joiden vuoksi jauhemaalauksen rakentamiseen halutaan kuitenkin investoida.



Jauhemaalauksen aine on kiinteä, kaksikomponenttinen aine. Kaksikomponenttireaktio aktivoituu korotetussa lämpötilassa (140 - 200°C). Jauhemaalauksen sideaine ja kovete verkkoutuvat kappaleen pintalämpötilan noustessa ja maalikalvon ominaisuudet, kuten värisävy, kiilto, mekaaninen-, UV- ja kemikaalienkestävyys sekä mahdollinen struktuuripinta muodostuvat. Jauhemaalauksen tapahtuu sähköstaattisesti ja maalattavien pintojen tulee olla johtavia ja maadoitettuja.

Nolla VOC -päästöt

Kälviäläinen Pintakäsittely Rimpioja Oy on erikoistunut kappaleiden ja raskaan kaluston märkä- ja jauhemaalaukseen sekä kantavien teräsrakenteiden palosuojamaalaukseen. Vuonna 1982 perustettu perheyrittäjä aloitti jauhemaalauksen neljä vuotta sitten.

Rimpiojan maalaamossa suurten kappaleiden käsittely ei ole ongelma. Raskaan kaluston maalaaminen on yrityksen erikoisosaamisen keihään kärki. Noin kolme metriä korkeat ja 2,5 metriä leveät massiiviset kuljetuspankot, jotka saattavat painaa jopa 250 kg kappale, siirtyvät ketterästi esikäsittelystä jauhemaalauksen kautta uuniin.

”Yksi orsi kantaa noin 800 kg ja uuniin mahtuu kolme orrellista pankkoja kerrallaan”, jauhemaalauksen vastaava Veli-Matti Rimpioja kertoo. ”Nolla VOC -päästöt ja nopea läpimenoaika ovat jauhemaalauksen selkeät edut märkämaalaukseen verrattuna. Jauhemaalaukseen maalaamme kaiken, minkä pystymme jauhemaalamaan, hän jatkaa.

”Myös nopeat toimitukset ovat meille tärkeitä. Teknokselta saamme kaikki tarvitse-

mamme RAL- ja Rautaruukin -sävyt suoraan hyllystä”, toimitusjohtaja Hannu Rimpioja lisää.

Suomen suurin uuni

Vuonna 1975 perustettu Best-Hall valmistaa PVC -katettuja teräsristikkohalleja. Best-Hall siirtyi noin kaksi vuotta sitten yksikerrosepok-sijärjestelmästä jauhemaalaukseen. Singotut teräsristikot siirretään kuljettimelle, josta ne siirtyvät maalauskaappiin. Jauhemaalauksen jälkeen kappaleet uunitetaan 190°C / 50 min, ja ulkona tapahtuvan noin 15 minuutin jäähtymisen jälkeen ne ovat heti valmiita pakattaviksi.

”Ympäristöpaineet olivat yksi iso tekijä jauhemaalauksen siirtymisessä, koska maalia menee paljon. Aiemmin puolet työpäivästä meni edellisenä päivänä maalattujen kappaleiden pakkaamiseen. Jauhemaalauksen ansiosta koko prosessi on nyt huomattavasti nopeampi”, tuotantopäällikkö Kari Herronen sanoo.

Best-Hallin noin 1,5 miljoonan investointi jauhemaalaukseen on osoittautunut kannattavaksi. Useat asiakkaat jopa edellyttävät, että heidän tilaamansa tuotteet maalataan jauhemaalalla.

”Laatu ja luotettavat toimitukset ovat olleet ratkaisevia tekijöitä maalintoimittajan valinnassa, Best-Hall Oy:n toimitusjohtaja Leif Fagerlös toteaa.

Best-Hallin jauhemaalauksen yhteydessä toimiva uuni on Pohjoismaiden suurimpia ja se mahdollistaa jopa tuhat kiloa painavien kappaleiden jauhemaalauksen. Uunin ulkopinta tuntuu viileältä, vaikka sisälämpötila on

noin 200°C. Kolme ilmaverhoa estävät kylmää ilmaa virtaamasta uuniin, kun kappaleet siirtyvät ulos jäähtymään. Talvella uunin lämpöä voidaan hyödyntää mm. rakennusten lämmityksessä.

Nopea läpimenoaika

MSK Cabinsin tehtaalla valmistuu parhaimmillaan yli 50 yksilöllistä traktorin turvaohjaamo päivässä.

”Meillä on 5-6 erilaista runkomallivaihtoehtoa, joista varustellaan kokoonpanolinjalla asiakkaiden tilauksen mukaisia valmiita turvaohjaamoita. Kokoonpanolinjalla numeroidut ohjaamorungot kulkevat oikeassa järjestyksessä automaattista kuljetinrataa pitkin kokoonpanopisteeltä toiselle, osastoinisööri Jarmo Esala kuvailee.

Ennen kokoonpanoa noin 300 kg painavat hitsatut rungot esikäsitellään nelivaiheisella pesulinjalla, joka sisältää kaksivaiheisen pesun, aktiivisuuden, sinkkifosfatin ja huuhtelun. Sinkkifosfati muodostaa metallin pinnalle ohuen, korroosiota estävän ja maalin tartuttaa edistävän sinkkifosfaattikerroksen.

Kauhavan Ylihärmässä sijaitsevalla yrityksellä on jo yli 60 vuoden kokemus ohjaamojen kehitystyöstä ja valmistuksesta. Siirtyminen Teknoksen märkämaalauksesta INFRALIT jauhemaalaukseen perustui kymmeniä vuosia jatkuneeseen luottamukselliseen ja pitkäjänteiseen yhteistyöhön maalinalvalmistajan kanssa.

”Haluamme täyttää asiakkaiden korkeat laatuvaatimukset, siksi meillä on ollut käytössä INFRALIT jauhemaalauksen alusta asti”, työnjohtaja Risto Kortelainen kertoo.

Nopean läpimenoajan ansiosta jauhemaalauksen



laus sopii täydellisesti MSK Cabinsin joustavaan ja innovatiiviseen tuotantoprosessiin.

Monimutkaisetkin rakenteet

Ohutlevyteknologiaan erikoistuneen Relicomp Oy:n Kurikan tehdas kiiltelee uutuuttaan. Keväällä 2014 aloitettu remontti saatiin valmiiksi elokuussa ja tehdas juhli avajaisiaan lokakuun lopulla.

Relicompin tehtaalla valmistetaan niin yksittäiskappaleita kuin suuria sarjatuotantojakin. Eri mallisten ja -kokoisten kappaleiden ripustaminen ja pintakäsittely edellyttää luovaa ajattelua ja ongelmanratkaisukykyä. Relicompin tehtaalla maalattavien kappaleiden koko vaihtelee muutamien senttien kokoisista, ohutlevystä valmistetuista osista raskaisiin trukkihjaamojen runkoihin ja metsäkoneiden polttoainesäiliöihin.

”Metsäkoneen tankki on haastava valmistaa, eikä sitä voi esimerkiksi uppoesta. Jauhe- maalaus sopii erittäin hyvin tankkien pintakäsittelyyn, työnjohtaja Jarkko Kulmala sanoo.

Relicomp käyttää ympäristöystävällistä fosfaatitonta esikäsitteilyä, joka parantaa maalin tarttuvuutta ja korroosionkestävyyttä sekä toimii erittäin lyhyellä kontaktiajalla.

Ainoana suomalaisena yrityksenä Relicomp Oy:llä on käytössään myös edistysellinen numeerinen painomuovaustekniikka. Numeerista painomuovausmenetelmää eli ns. muutitonta muovausta käytetään yleisimmin prototyypin ja pienten sarjojen valmistuksessa. Painomuovaus mahdollistaa erilaisten muotojen toteuttamisen nopeasti ja kustannustehokkaasti.

Massiiviset teräskappaleet

SKS Toijala Works Oy valmistaa koneiden teräsrunkoja ja -puomistoja 50 vuoden kokemuksella. Puomistojen kaikki työvaiheet – hitsaus, koneistus, pintakäsittely, kokoonpano ja testaus – suoritetaan samalla verstaalla ns. ”flow line” –periaatteella. Nostokapasiteettia konepajalla on jopa 75 tonniin saakka.

”Metsäkoneiden puomistojen esikäsitteilynä toimii rautafosfatiointi ja puomistot pintamaalataan jauhe-maalilla. Puomit painavat maksimissaan 400-500 kg. Niiden ripustamiseen käytämme itse valmistamiamme koukkuja, jotka eivät jätä jälkiä puomien ulkopintaan, työnjohtaja Mikko Eloranta kertoo.

Kaikkein massiivisimpien koneiden, kuten TW LogStacker -puukurrottajan teräsrakenteet märkämaalataan Teknoksen korkean kuiva-ai- neen TEKNODUR COMBI 3430 ja TEKNODUR COMBI 3560 polyuretaanimaaleilla. Puukurrottajan nostokapasiteetti on 16-30 tonnia ja nostokorkeus yhdeksän metriä.

Käyttäjäturvallinen jauhe-maali

Jauhe-maalaamossa työskentely on miellyttävää, koska jauhe-maalit ovat täysin liuotteettomia eivätkä ne sisällä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC). Välineet ja vaatteet on helppo puhdistaa paineilmaruiskulla. Lisäksi jauhe-maalit voidaan kierrättää erittäin tehokkaasti ja jauhe-maalijäte voidaan polttaa energiaksi. Jauhe-maalaus on nopea, tehokas ja taloudellinen pinnoitusmenetelmä.

Merja Jakobsson



Kuva 1: Kuljetuspankot siuhkupuhdistetaan puhdistusasteeseen Sa2½. Kuvassa vasemmalta oikealle: Pasi Loukainen, Pekka Rimpioja, Hannu Rimpioja ja Veli-Matti Rimpioja.

Kuva 2: Terminator XXL -pankot on valmistettu Ruukin ultralujasta säänkestävästä ajoneuvoteräksestä.

Kuva 3: Kolme ilmaverhoa estävät kylmää ilmaa virtaamasta uuniin, kun kappaleet siirtyvät ulos jäähtymään.

Kuva 4: Best-Hallin tuotantopäällikkö Kari Herronen (vas.) ja Teknoksen Jan Åkerlund sekä Suomen suurin uuni.

Kuva 5: Nopean läpimenoajan ansiosta jauhe-maalaus sopii täydellisesti MSK Cabinsin joustavaan ja innovatiiviseen tuotantoprosessiin.

Kuva 6: SKS Toijala Works käyttää metsäkoneen puomien ripustamiseen koukkuja, jotka eivät jätä jälkiä puomien ulkopintaan.

Kuva 7: MSK Cabinsin tehtaalla valmistuu parhaimmillaan yli 50 yksilöllistä traktorin turvaohjaamo päivässä.

Kuva 8: Jauhe-maalaus soveltuu erittäin hyvin monimutkaistenkin rakenteiden, kuten metsäkoneiden polttoainesäiliöiden pintakäsittelyyn.

Valokuvat: Merja Jakobsson

Konepajamaalauksen laatuvaatimukset ja niihin liittyvät tarkastukset

Konepajamaalaus kuuluu prosesseihin, joissa prosessin laatua on vaikea arvioida pelkästään valmiin maalikalvon perusteella. Tästä syystä on tärkeää, että maalaus ja jokainen sen työvaihe sekä tarkastukset suunnitellaan huolellisesti. On myös erittäin tärkeää että työn aikana ohjataan ja valvotaan kaikkia niitä tekijöitä, joilla on vaikutusta maalauksen lopputulokseen.

Perinteisesti konepajoilla on suuri määrä eri pintakäsittelyvariaatioita joiden avulla konepajoilla valmistetut tuotteet saavat halutun korroosiosuojan, pintaominaisuudet, ulkonäön tai muun halutun ominaisuuden.

Konepajamaalauksen laatuvaatimukset alkavat perinteisesti jo kappaleen valmistuksesta jolloin luodaan alusta johon konepajamaalaukset suoritetaan. Tämän pinnan tulee olla mahdollisimman tasainen ilman teräviä kulmia tai muita epäjatkuvuuskohtia sekä myös pinnoitettavissa kaikilta suunnitelluilta pinnoilta.

Pintojen esikäsittely tulee suorittaa pintakäsittelysuunnitelman ja maalivalmistajan ohjeiden mukaisesti jotta varmistetaan alustan oikean tyyppisestä esikäsittelystä maalaukselle.

Maalin levitykselle on olemassa useita eri tapoja mutta tehtäessä maalauksia konepajoilla ovat ne yleisesti sivelemällä tai ruiskuttamalla suoritettuja.

Valittujen laatuvaatimusten taso tyypillisesti määräytyy tuotteen käyttökohteen ilmasto- ja maalausjärjestelmän vaatimusten mukaan.

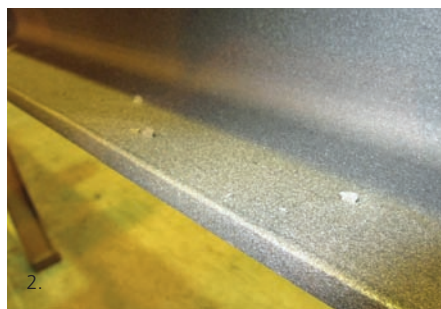
Terästyöt

Pintakäsittelyn onnistumisen edellytyksenä on oikein tehdyt terästyöt. Puutteellisesti tai virheellisesti tehdyt terästyöt voivat aiheuttaa pintakäsittelytyön edellytykset heikoiksi tai jopa mahdottomiksi.

Terästyön virheet tulee ensisijaisesti tarkastaa jo valmistavassa konepajaympäristössä, koska tyypillisesti pintakäsittelytiloissa korjaaminen voi olla arvokasta jos niihin ei ole erikseen varattuja tiloja (kipinöivät työstöt EX-tiloissa!). Toisaalta virheet eivät ole välttämättä helposti havaittavissa ennen esim. suihkupuhdistusta.

Esikäsittely

Pinnan esikäsittelyllä ennen maalausta varmistetaan pinnan kunto ja puhtaus maalaukselle sopivaksi. Konepajoilla tyypillisesti käytössä olevat menetelmät ovat rasvanpoisto, mekaaninen- ja kemiallinen esikäsittely.



Kuva 1: Reikä hitsausten yhtymäkohdassa.

Kuva 2: Kuoriutumista teräksen pinnalla.

Kuva 3: Avosuihkupuhdistusta suihkupuhdistuskammiossa.

Rasvan ja muiden epäpuhtauksien poisto

Pinnan mekaanista esikäsittelyä ja maalauksen onnistumista haittaavat epäpuhtaudet poistetaan ISO 12944-4 mukaisin lian- ja rasvanpoistomenetelmin. Konepajoilla yleisessä käytössä olevat menetelmät ovat liuotin-, emulsio- tai alkalinen rasvanpoistopesu.

Mekaaninen esikäsittely

Mekaanisessa esikäsittelyssä maalattavalta pinnalta poistetaan kiinteä lika. Tällaisia ovat tyypillisesti valssihilse, ruoste, vanha maali tai muu vastaava. Mekaanisia esikäsittelymenetelmiä ovat teräsharjaus käsin tai koneellisesti ja suihkupuhdistus. Mekaaniset esikäsittelyt määritetään standardissa SFS-ISO 8501.

Suihkupuhdistus

Raesuihkupuhdistuksessa raemateriaali suihkutetaan puhdistettavalle pinnalle paineilmaa tai sinkopyörää käyttäen. Puhdistuksen lisäksi raesuihku tuottaa halutunlaisen pinnan profiilin kappaleen pintaan. Suihkupuhdistus on konepajamaalauksessa käytetty esikäsittelymenetelmä kuumavalssatuille teräksille. Suihkupuhdistus suoritetaan haluttuun suihkupuhdistusasteeseen Sa, standardin SFS-ISO 8501-1 mukaisesti.

Puhdistus käsi- ja konetyökaluilla

Puhdistus tehdään käsi- tai koneellisesti harjaamalla tai hiomalla. Puhdistus käsi- tai konetyökaluilla suoritetaan haluttuun puhdistusasteeseen St, standardin SFS-ISO 8501-1 mukaisesti. Puhdistusta käsi- tai konetyöka-

luilla käytetään tyypillisesti pinnoille joita ei muuten saada puhdistettua tai pinnoille joiden maalausjärjestelmä tai ympäristöolosuhteet sen sallivat. Tyypillinen puhdistusaste on St 3.

Muut puhdistusmenetelmät

Muita pinnan puhdistusmenetelmiä ovat liekipuhdistus (Fl) ja vesisuihkupuhdistus (Wa). Liekipuhdistus on puhdistusmenetelmä jossa pinnalla oleva vanha maali, ruoste tai valssihilsekerros irrotetaan käyttäen happi-asetyleeni- liekkiä. Vesisuihkupuhdistuksessa suihkutetaan vettä suurella paineella (yli 700 bar) puhdistettavalle pinnalle. Vesisuihkupuhdistuksessa ei käytetä rakeita tai muita hiovia aineita edistämään työn tulosta.

Kemiallinen esikäsittely

Tavallisimmat kemialliset esikäsittelyt puhtaalle teräspinnalle ennen maalausta ovat konversiokäsittelyt kuten fosfointi, nanopinnoitus (zirkonium, silaani). Nämä kemialliset käsittelyt edistävät maalin tarttuvuutta metallin pintaan ja hidastavat maalikalvon alla tapahtuvaa korroosiota.

Esikäsittelyt suoritetaan yleensä automaattipesukoneissa taikka linja tyypisissä pesutunneleissa ja niiden laadullinen hallinta tapahtuu kylpyjen arvoja säätämällä.

Konversiokäsittely

Konversiokäsittelyt eli rauta- ja sinkkifosfointi ja ns. nanopinnoitteet soveltuvat käytettäväksi teräspinnoille. Konversiokäsittelyä käytetään pääasiassa kylmävalssatuille ohutlevytuotteille, varsinkin jauhemaalauksen esikäsittelynä.

Fosfatoinnissa muodostetaan maalattavalle metallipinnalle kiinteästi tarttuva, ohut, hienokiteinen fosfaatti- tai nanopinnoitekerros joka soveltuu erinomaisesti maalausalustaksi.

Muut

Muita konepajamaalauksessa käytettäviä esikäsittelymenetelmiä ovat peittäus ja tartunta-pohjamaalaus.

Maalaus

Maalin levittämistä kappaleen pintaan kutsutaan maalaukseksi. Konepajamaalauksissa maali tyypillisesti levitetään kappaleen pintaan märkämaalauksessa sivelemällä, ruiskuttamalla tai jollain muulla tavalla ja jauhemaalauksessa ruiskuttamalla.

Maalaus onnistuakseen vaatii hyvät ympäri-olosuhteet. Ympäri-olosuhteiden tulee tyypillisesti olla ilmankosteus alle RH 80%, ilman lämpötila yli 10 °C ja kappaleen pinnan lämpötilan vähintään 3 °C yli kastepisteen. Mikäli nämä eivät toteudu, maalausta ei tulisi suorittaa.

Märkämaalaukset

Märkämaalauksessa laadukkaan työn tuloksen saavuttaminen vaatii työn tarkkailua koko työväijeen ajan. On tärkeää osata huomioida ympäri-ilmaston soveltuvuus maalaukselle ja maaleille, maalien komponenttien mittaamisen valmistajan ilmoittamalla tavalla, maalin ohentamisen ja maalin levittämisen vaikutukset maalauksen lopputulokseen.

Siveltimellä

Sivellinmaalauksessa maali levitetään siveltimellä kappaleen pintaan. Konepajamaalauksissa tätä työmenetelmää käytetään yleensä vahvistusmaalauksien tekemiseen nurkkiin, kulmiin, hitsisaumoihin ja paikkoihin joihin ruiskumaalauksella ei saada riittävän paksua maalikalvoa.

Ruiskulla

Ruiskumaalaus on konepajamaalauksen märkämaalauksimenetelmistä käytetyin. Ruiskumaalauksessa maali levitetään pieninä pisaroina kappaleen pintaan jolloin saadaan tasainen hyvä maalausjälki. Konepajoilla käytettäviä ruiskutusmenetelmiä on matalapaineinen sivuilmaruiskutus, suurpaineruiskutus, ilma-avusteinen suurpaineruiskutus ja sähköstaattinen ruiskutus. Ylivoimaisesti käytetyin ruiskutusmenetelmä on suurpaineruiskutus, jossa voi olla yhdistettynä ilma-avustus tai sähköstaattikka.

Muut levitystavat

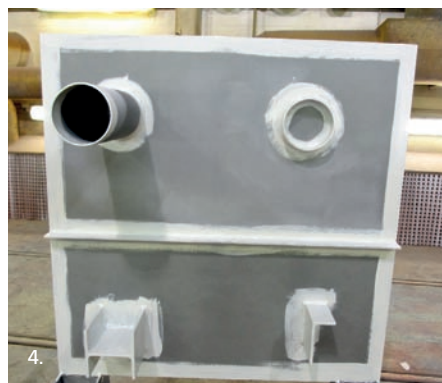
Telaamalla: Telamaalauksessa maali levitetään kappaleen pintaa telaamalla. Telamaalauksessa maalausjälki on tyypillisesti huonompi kuin ruiskumaalauksessa mutta parempi kuin sivellinmaalauksessa.

Kastamalla: Kastomaalauksessa kappale upotetaan maaliin. Kyseinen maalin levitystapa soveltuu monimutkaisille kappaleiden pohjamaalaukseen.

Valelemalla: Valelumaalauksessa kappale valellaan virtaavalla maalilla kauttaaltaan.

Taulukko 1. Yleisimmät käytössä olevat tarkastus ja testaus menetelmät konepajamaalauksessa.

Tarkastus	Mittaus tapa	Tyypilliset hyväksymiskriteerit
Ympäri-olosuhteet	Mittaus olosuhdemittarilla. Ilman ja kappaleen lämpötila °C. Suhteellinen kosteus RH-%. SFS-ISO 8502-4	Ilman ja kappaleen lämpötila sekä suhteellisen kosteuden tulee olla vähintään maalinvalmistajan ilmoittamalla tasolla koko maalausprosessin ajan.
Terästyöt	Visuaalinen tarkastus SFS-ISO 8503-1	Laatuvaatimus esim. P2, SFS-ISO 8503-1. Laatuvaatimus esim. 04, SFS 8145
Pinnan puhtaus	Visuaalinen tarkastus SFS-ISO 12944-4	Ei öljyä, rasvoja tai muita epäpuhtauksia
Suihkupuhdistusaste	Visuaalinen tarkastus SFS-ISO 8501-1	Täyttyvätkö laatuvaatimukset esim. Sa 2½
Pinnan karheus	Vertailulevy tai testex replica teippi SFS-ISO 8503	Pintakäsittelysuunnitelman tai maalinvalmistajan vaatimuksen mukaan. Yleisesti keskikarhea 60-100µm.
Suolatesti	Bresle metodi SFS-ISO 8502-6	Pintakäsittelysuunnitelman mukaisesti. Tyypillisiä raja-arvoja: Offshoretteollisuudessa 20mg/m², yleisessä teollisuudessa upotusrasitus 50mg/m², yleisessä teollisuudessa ilmastorasitus 70mg/m².
Maalauksen ulkonäön tarkastus	Visuaalinen tarkastus	Pintakäsittelysuunnitelman mukaisesti. Yleensä ei sallita valumia, appelsiinipintaa, reikiä, kuplia tai liuotinvärjäymiä. Värisävy on määritellyn mukainen esim. RAL 3000. Kiilto on määritellyllä tasolla esim. 80 mitattuna 60° kulmassa.
Huokostestaus	Korkea- tai matalajännitteinen testeri	Käytettävä jännite riippuu testattavan maalikalvon paksuudesta. esim. 500µm kalvonpaksuudelle käytettävä jännite on 1,5 kV
Kalvonpaksuuden mittaus	Elektroninen kalvonpaksuusmittari. Kalvonpaksuuden mittaaminen sileiltä pinnoilta SFS-ISO2808 ja karheilta pinnoilta SFS-ISO 19840	Pintakäsittelysuunnitelman mukaiset maalikalvot. Yleisesti käytössä standardin SFS-ISO 19840 mukainen 80/20 sääntö kalvonpaksuuden määrittämisessä.
Adheesio/koheesio	-Alle 250 µm kalvoille Hilaristikkokoe SFS-ISO 2409 -Yli 250µm kalvoille Irtivetokoe SFS-ISO 4624	Hilaristikkokokeessa tyypillinen maksimitulos on 0 tai 1. Irtivetokokeessa tyypillinen vetokokeen minimitulos on 5 MPa.
Myös muita tarkastukseen ja testaukseen tarkoitettuja standardeja ja ohjeistuksia on olemassa ja käytössä. Tällaisia ovat esimerkiksi kemiallisen esikäsittelyn tarkastus ja testausmenetelmät joista on tyypillisesti olemassa kemikaalinvalmistajan ohjeet.		



Jauhemaalaukset

Jauhemaalaukset suoritetaan tyypillisesti ruiskuttamalla maali kappaleen pintaan sähköstaattisella ruiskulla.

Märkämaalain kuivaus ja jauhemaalain polymerointi

Märkämaalit vaativat kuivuakseen hyvät olosuhteet kuten itse maalauskin. Märkämaalain kuivumisen aikana olosuhteet tulee olla maalinvalmistajan ilmoittamissa rajoissa ja niitä tulee tarkkailla koko kuivumisprosessin ajan.

Jauhemaalain polymerointi eli verkkoutta-



Kuva 4: Pensselillä vahvistusmaalatut kulmat ja reunat.

Kuva 5: Tuotteen jauhemaalaukset robotilla.

Valokuvat: FSP Finnish Steel Painting Oy

minen tapahtuu tyypillisesti sille varatussa uunissa +160 - 220 °C lämpötilassa. Liian alhainen lämpötila tai liian lyhyt uunitusaika voivat pilata polymeroinnin onnistumisen.

Tarkastukset

Konepajamaalauksien tarkastuksia tehdään tyypillisesti tarkkailemalla esikäsittelyn tulosta silmämääräisesti ja mittaamalla maalikalvojen kokonaispaksuutta. Myös muita tarkastuksia ja testauksia maalauksien laadun varmistamiseksi olisi hyvä tehdä. Tarkastuksien ja testauksien määrä riippuu tietenkin maalauksen prosessista ja sen hallinnasta.

Maalauksen tarkastuksia tehtäessä tulisi tarkastajalta löytyä vähintään seuraavat tarkastusvälineet:

- Olosuhdemittari
- Kalvonpaksuusmittari
- Myös taskulamppu, peili, veitsi, suurennuslasi
- Maaluserittely
- Maalien tuoteselosteet
- Sovellettavat standardit

Oheisessa taulukossa on korroosionesto-maalauksessa tyypillisesti käytössä olevat tarkastusmenettelyt hyvyysmiskritereineen.

Konepajamaalauksen kaikista tarkastuksista testauksista tulisi tehdä pöytäkirja. Pöytäkirjaan tulisi merkitä vähintään seuraavat asiat:

- Käsiteltävä tuote
- Olosuhteet koko prosessin ajan sovitulta kohdilta
- Teräksen ruostumisaste
- Pesumenetelmä
- Suihkupuhdistus aste ja käytetty puhallusmateriaali
- Käytetyt maalit tuotenimiseen ja eräkoodeineen. Myös ohentimet ja niiden käyttömäärät tulisi mainita
- Kuivakalvonpaksuudet jokaiselta kalvolta mitattuna. Myös tavoitellut märkäkalvonpaksuudet tulisi mainita
- Muut maalaukseen kohdistuneet tarkastukset ja testaukset
- Mahdolliset korjaukset ja niiden tulokset

Maalipintojen tarkastuksia voidaan toisinaan joutua tekemään myös jonkin ajan kuluttua itse maalaustapahtumasta. Tällaisia tarkastuksia voivat olla takuusiin liittyvät tarkastukset tai tarkastukset suunniteltaessa tuotteen huoltomaalauksista.

Vanhentuneiden maalipintojen tarkasteluun ja arviointiin on olemassa SFS-ISO 4628 standardisarja. Standardisarjassa esitetään yleiset periaatteet joiden mukaan maalipintoitteen virheiden määrä ja koko voidaan luokitella.

Jukka Lähde, teknologiajohtaja
FSP Finnish Steel Painting Oy /TRY Pintakäsittelyjaoston puolesta

Heurekan spektriseinä loistaa entistä kirkkaammin



Heurekan spektriseinä on salaisuus, joka avautuu ohikulkijoille vain tietystä kulmasta tarkasteltuna. Viime kuukausina seinä on läpikäynyt perusteellisen remontin.

Vantaan Tikkurilassa pääradan ja Keravanjoen risteyskohdassa sijaitseva Heureka on Suomen suosituimpia vapaa-ajankohteita, jossa käy noin 280 000 vierailijaa vuodessa. Vuonna 1989 avatussa tiedekeskuksessa tutustutaan tieteeseen ja teknologiaan itse tehden ja koekillen.

Vuoden 2014 lopulla Tiedekeskus Heureka ilmoitti laajennuksesta, jonka määrä valmistuu vuoteen 2017 mennessä. – Spektriseinä ei kuulu laajennushankkeeseen ja sen välittömässä yhteydessä olevaan peruskorjaukseen. Se on osa talon peruskorjausohjelmaa, joka etenee rakennuksen eri osissa PTS:n ja vuosittaisten korjaussuunnitelmien mukaan, kertoo Heurekan kiinteistöpäällikkö Ulla Kortelainen.

Värit spektrin aallonpituuksista

Heurekan julkisivussa radan puolella on lasiseinä, jonka teräsrakenteet kertovat näkyvän valon systemaattisesta jakamisesta eri väreiksi. Rakenteet jaksottavat 100 metrin pituisen julkisivun 31 tasaväliseen osaan, joita vastaavat spektrin värit perustuvat Tikkurila Oyj:n laboratoriossa aikoinaan tehtyihin analyyseihin ja niiden perustella luotuihin erikoissävyihin.

– Kukin pystyrunko kiinnityslevyineen on maalattu alkuperäisen värityssuunnitelman mukaisesti spektrin väreihin valon aallonpituuksien mukaan välillä 460–610 nanometriä viiden nanometrin välein, kuvailee arkkitehti SAFA Markku Puumala tiedekeskuksen suunnitelleesta Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen-Komonen Oy:stä.

– Seinä on 11,5 metriä korkea, ja sen kulma on muodostunut talon tilaohjelman sijoittamisesta eri kerroksiin siten, että kerrokset porrastuvat. Vinon lasiseinän käytännöllinen tehtävä on meluntorjunta. Tämä ylimääräinen kylmä julkisivuverho vähentää ratkaisevasti rautatien ääniä sisätiloissa.

Alun perin teräkset oli maalattu liuoteohenteisella Readur-polyuretaanimaalilla (nykyään Temadur), mutta nyt päädyttiin valitsemaan vesiohenteinen vaihtoehto Fontedur. Vesiohenteiset tuotteet sävytetään eri sävytyspastoilla ja -koneilla kuin liuoteohenteiset tuotteet, ja niinpä Tikkurila Color Service laski väreille uudet kaavat.



Kuntotarkastus paljasti puutteita

Tikkurilan teknisen palvelun päällikkö Juha Kilpinen tarkasti Heurekan spektriseinän teräsrakenteiden maalausten kunnan vuonna 2011.

– Silmämääräisesti tarkasteltuna pintamaali oli kulunut monesta kohdasta kokonaan pois, ja se oli myös osittain huonosti kiinni. Teräsrakenne oli alkanut monin paikoin ruostua lähinnä erilaisissa liitoskohdissa.

Rakenteiden kunnostamiseen valittiin suositelluista vaihtoehdoista uusintamaalaus maalaamossa hallituissa olosuhteissa sen sijaan, että olisi korjattu seinä paikan päällä. Runkorakenne on koottu pulttiliitoksia, ja se koostuu profiilimaisista ja putkimaisista komponenteista, joten seinän purkaminen ja pintakäsittely maalaamossa saattaisi olla edullisin ja lopputuloksen kannalta paras vaihtoehto. Samalla voitaisiin korjata rakenteen korroosiota aiheuttavia osia.

Purku ja uudelleenasetus

Heurekan spektriseinän peruskorjauksessa pääurakoitsijana toimi NCC Rakennus Oy ja sen aliurakoitsijana Teräsnyrkki Steel Oy.

– Teräsnyrkin vastuulle kuuluivat lasien ja teräsrungon purku, teräsoisien kunnostus ja uudelleenasetus sekä lasien uudelleenasetus. Purkuvaiheessa tarvittavat osat numeroitiin uudelleenasetuksen mahdollistamiseksi, kertoo projektipäällikkö Veikko Kotolampi.

Koska vanhat ”pystypilarit” todettiin vaikeiksi korjata suurien muodonmuutosten vuoksi, ne uusittiin täysin. Samoin pilareiden väleissä olevat vetotangot korvattiin uusilla.

– Seinä purettiin kokonaan, ja osat siirrettiin konepajallemme Vantaan Hakkilaan. Uudet pystypilarit valmistettiin noin viiden kappaleen erissä siinä järjestyksessä kuin takaisinasennus tehtiin. Takaisinasennus oli

huomattavasti haasteellisempaa ja enemmän työvoimaa vaativaa purkutyöhön verrattuna, toteaa Kotolampi.

Teräsrakenteiden uusintamaalaus

Pystypilarit maalattiin kiiltävällä Fontedur-polyuretaanipintamaalilla useammassa erässä 31 eri sävyyn ja lasituksen taustaputket puolikiiltävällä harmaalla Temadurilla kaikki kerrallaan.

Veikko Kotolammen mukaan työ tehtiin märkämaalauksena, eikä mitään erillistä kuivusmenetelmää käytetty. Koska Teräsnyrkin konepajalla ei ollut juuri aikaisempaa kokemusta vesiohenteisista maaleista, kuivumisnopeutta tutkittiin ennen pintakäsittelyä. Kuivumisajoissa noudatettiin valmistajan ohjeita, ja kuivusaajat tarkastettiin maalaamon lämpötilan mukaisiksi, jolloin ongelmia ei syntynyt.

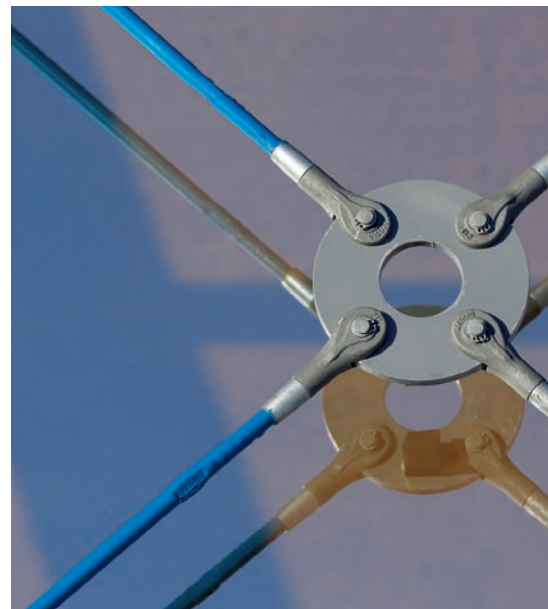
Ennen pintakäsittelyä teräsosat pestiin ja puhdistettiin esikäsittelyasteeseen Sa2½. Maalaus tehtiin alla olevalla järjestelmällä, jonka odotettu kestoikä on yli 15 vuotta rasisluokassa C3 (SFS-EN ISO 12944-2).

Temazinc 99	60 µm
Fontecoat EP 50 Beige	80 µm
Fontedur HB 80	60 µm
Yhteensä	200 µm.

Videokooste spektriseinän remontista:

<https://www.facebook.com/heurekafi?fref=photo>

Teksti: Arja Schadowitz, Tikkurila Oyj
Valokuvat: Aki Schadowitz



Sinkitysmenetelmät

Sinkitysmenetelmiä on useita. Tuotteen tuleva käyttötarkoitus määrittelee useimmiten kulloinkin kyseeseen tulevan pinnoitusmenetelmän.

Tärkeää on tietää onko tuotteen korroosiosuoja vai ulkonäkö ratkaisevaa tuotteen tulevassa käytössä. Sähkösinkitys on paikallaan rakennusten sisälle tulevissa osissa mutta ulkokäyttöön tulevat tuotteet kannattaa kuumasinkittää.

Samoin rakenteiden koko määrittelee tuotteiden tulevan sinkityskäsittelyn. Rakenteet jotka eivät mahdu sinkkipataan voidaan suojata korroosiolta ruuskusinkityksellä.

Samoin ohutlevytuotteet esim. kattopellit sinkitään jatkuvatoimisella automaattilinjalla. Ruuvit ja naulat kuumasinkitään taas ns. linkosinkityksellä.

Kuumasinkitys

Kuumasinkitys on pitkäaikaisen korroosiosuojauksen käytetyin menetelmä.

Keksintönä kuumasinkitys on vanha menetelmä, sen patentoi ranskalainen insinööri Stanislaus Sorel jo vuonna 1847. Suomessa kuumasinkitys aloitettiin Tampereella vuonna 1903. Vaikka menetelmä on vanha, kuumasinkitys on silti edelleen yksi edistyneimmistä tavoista suojat teräs ruostumiselta.

Kuumasinkityksessä teräksen pinnoilta poistetaan ruoste, valssihilse ja muut metalliset epäpuhtaudet peittaamalla teräkset laimeassa suola- tai rikkihapossa.

Pinnat joilla on maalia, putkilakkaa tms. epäpuhtautta tulee puhdistaa mekaanisesti ennen peittausta. Peittauksen jälkeen teräskappaleille suoritetaan vesihuuhtelun jälkeen juoksetekäsittely upottamalla kappaleet hetkeksi juoksetekälypyyn (sisältää sinkki ammoniumklorideja) jolloin teräksen pinnoille saadaan ohut suojaokerros. Kuivauksen jälkeen kappaleet upotetaan sulaan (noin 460 °C) sinkkiin. Sinkkilyvyssä rauta ja sinkki reagoivat keskenään ja pinnoite muodostuu erilaisista rautasinkkifaaseista, joiden rautapitoisuus pienenee asteittain pinnoitteen pintaa kohti, esineen ylösnostovaiheen aikana pinnoitteen uloimmaksi kerrokseksi jää vielä ohut puhdas sinkkikerros. Kuumasinkityksellä aikaan saadaan 45-85µm:n pinnoitepaksuus (standardi SFS EN ISO 1461 mukaan). Vahvemmatkin pinnoitepaksuudet ovat mahdollisia.

Kuumasinkitys suojaa teräsrakenteita ruosteelta yleensä vuosikymmeniä ilman mitään huoltoa.

Lisäksi on huomioitava, että kuumasinkityksen elinkaarianalyysistä selviää kuumasinkityksen ruosteensuojana tukevan kestävä kehitystä.

Pientavaran kuumasinkitys – linkosinkitys

Pikkuosat kuten ruuvit ja naulat puhdistetaan edellä kuvatulla tavalla. Juoksetekäsittelyn jälkeen tuotteet laitetaan rei'itetystä levystä tehtyyn koriin.

Kori upotetaan sinkkilypyyn ja ylösnoston jälkeen kori viedään linkoon tai lingotaan heti sinkkilylyn yläpuolella. Linkouksen ansiosta pinnoitteen pinnalla oleva ylimääräinen sinkki lentää pois ja tuotteiden pinnat jäävät tasaisiksi ja sileiksi.

Linkosinkitys tapahtuu normaalia korkeammassa lämpötilassa (540-560 °C).

Rakenteiden suunnittelu ja muotoilu kuumasinkityksessä.

Koska esineet upotetaan sinkkilypyyn, muodostuu sinkkipinnoite myös putkien sisäpinnoille ja muille vaikeapääsyisille pinnoille.

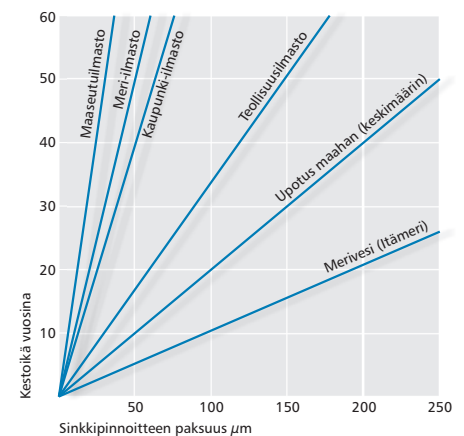
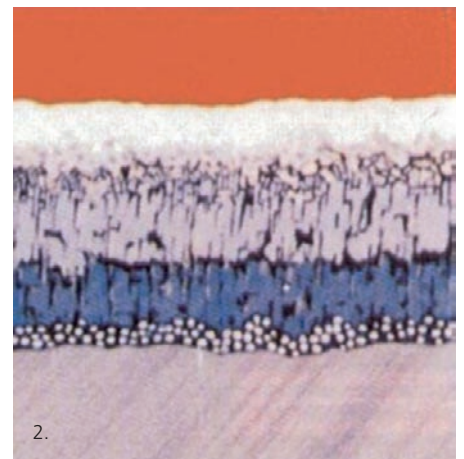
Sinkin tulee päästä myös rakenteiden sisäpuolelle, tämän takia suunnittelussa on huomioitava kuumasinkityksen edellyttämät umpinaisten rakenteiden sinkinvaluma- ja ilmanpoistoaukot.

Kuumasinkityksessä kappaleen nosto tapahtuu vinossa asennossa, jotta sinkki valuisi tasaisesti pois.

Ohutlevyjen jatkuvatoiminen kuumasinkitys

Jatkuvatoimista kuumasinkitysmenetelmää käytetään yleensä kylmävalssatuille ohutlevyteräksille. Jatkuvatoimisessa kuumasinkityslinjassa teräsnauhan pinnan puhdistus, lämpökäsittely ja sinkkipinnoitus tehdään samassa valmistuslinjassa jatkuvana prosessina. Linjan alussa teräskelat hitsataan jatkuvaksi nauhaksi. Teräksen pinta puhdistetaan alkalilla pesulla tai vaihtoehtoisesti avoliekkikuivissa. Tämän jälkeen teräsnauha lämpökäsitellään mekaanisten ominaisuuksien säätämiseksi 700-850 °C lämpötilassa. Ennen upotusta sulaan sinkkiin (450 °C), jäädytetään nauha lähelle sinkkilylyn lämpötilaa. Teräsnauhan nousussa sinkkipadasta säädetään sinkin paksuus ns. ilmaveitsillä. Riippuen vaatimuksista, sinkin paksuus vaihtelee 7-40 µm. Sinkin paksuus varmistetaan jatkuvatoimisella mittauksella.

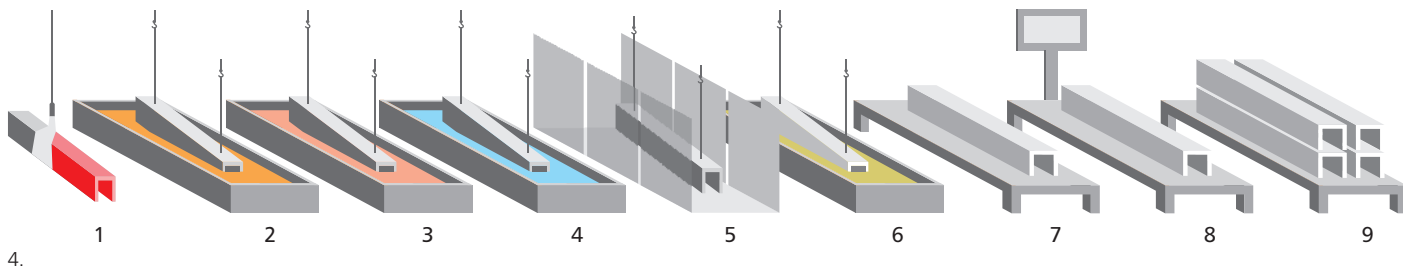
Lisäksi linjassa on jälkikäsitteilyyn tarkoitettuja laitteita, joilla parannetaan sinkkipinnan ulkonäköä, teräksen ominaisuuksia ja nauhan tasomaisuutta. Koska tuore sinkkipinta on altis valkoruosteelle, tehdään sinkityslinjassa sinkkipinnan väliaikainen lisäsuojaus kemiallisella passivoinnilla tai suojaöljyllä. Viimeisenä pro-



Kuva 1: Kastokuumasinkitys.

Kuva 2: Sinkkikerroksen poikkileikkaus. Ylin eta-faasi ns. puhdas sinkkikerros Fe-pitoisuus 0,3%
Zeta-faasi Fe-pitoisuus 5,8-6,7 %
Delta-faasi Fe-pitoisuus 7-11 %
Gamma-faasi Fe-pitoisuus 21-28 %

Kuva 3: Kuumasinkityksen kappaleen elinikä eri ilmasto-olosuhteissa.



4.

sessivaiheena on nauhan kelaus. Kuumasinkity teräsohutellevy voidaan toimittaa asiakkaille keloina tai sitä voidaan jalostaa edelleen leikkaamalla arkeiksi, rainoiksi tai maalaamalla.

Sähkösinkitys, elektrolyyttinen sinkitys

Sähkösinkityksessä teräksen pinnalta poistetaan ensin rasva ja tämän jälkeen kappaleesta poistetaan valssihilse ja ruoste peittaamalla. Esikäsitteilyä täydennetään sähköisellä rasvanpoistolla.

Kappaleiden esikäsitteilyn jälkeen ne upotetaan sinkkisuolaliuokseen, (elektrolyyttiin) ja kytketään katodina tasavirtalähteeseen. Anodeina käytetään puhtaasta sinkistä valmistettuja levyjä tai palloja. Elektrolyyttiliuos voi olla hapan, neutraali tai emäksinen sinkkisuolan tyyppi määräytyy sen mukaan.

Kun virta kytketään, sinkkiä liukenee anodista ja kulkeutuu sinkki-ioneina sinkkisuolan välityksellä katodille ja saostuu teräksen pinnalle.

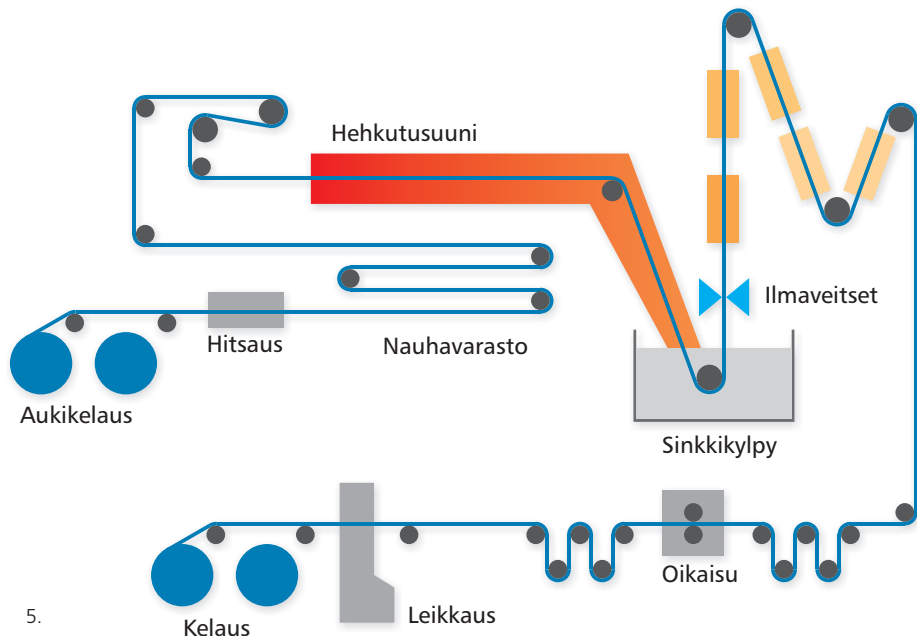
Isot kappaleet ripustetaan yleensä työkaluun ja pienet esineet (ruuvit, mutterit, helat yms.) käsitellään rummussa.

Saostunut kerros kiinnittyy teräspintaan mekaanisesti. Standardin mukaiset kerrosspaksuudet ovat 3,5,8,12 ja 25 µm. On huomiotava, että kerrosspaksuus saattaa vaihdella eri paikoissa kappaleen pinnalla riippuen esineen muodosta ja anodin sijainnista (putkien sisäpinnat jäävät ilman pinnoitetta).

Sähkösinkitty pinta on erittäin tasainen ja väriltään hopeanhohtoinen. Useimmiten sähkösinkityt pinnat lisäksi passivoidaan varastoinnin ja kuljetuksen aikana tapahtuvan korroosion estämiseksi. Passivointikerros voi olla väritön, sininen, keltainen, vihreä tai musta.

Ruiskusinkitys

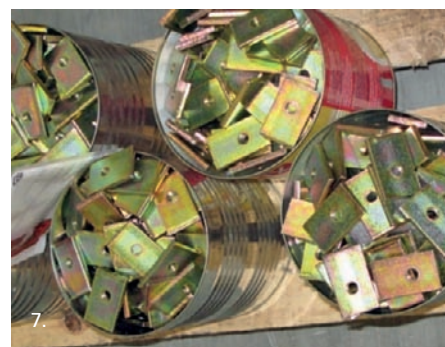
Teräksen pinnalta poistetaan epäpuhtaudet suihkupuhdistuksella vähintään asteeseen Sa 3 (standardi SFS-EN ISO 2063). Tärkeää on tietty



5.



6.



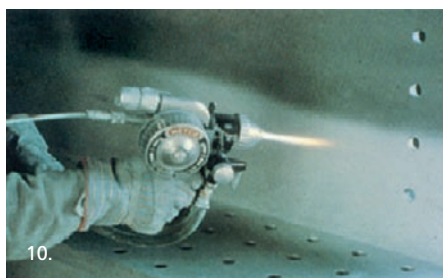
7.



8.



9.



10.

Kuva 4: Kuumasinkitysprosessi.
1a Maalin, rasvan ym. lian poisto
1b Rasvanpoistopesu (varastorasva)
2 Ruosteenpoisto happopeittauksella
3 Vesihuuhtelu
4 Juoksuteainekäsittely
5 Kuivaus
6 Upotus sulaan sinkkiin
7 Jäähdytys ja viimeistely
8 Punnitus
9 Tarkastus ja mittaus

Kuva 5: Jatkuva toiminen kuumasinkitys.
Kuva 6: Sinipassivointi.
Kuva 7: Keltapassivointi.
Kuva 8: Viherpassivointi.
Kuva 9: Mustapassivointi.
Kuva 10: Ruiskusinkitys.



11.

pinnanprofiilin saavuttaminen, ei pelkästään suihkupuhdistusaste Sa3, koska sinkkikerros on mekaanisesti kiinni alustassa.

Langan tai jauheen muodossa oleva sinkki syötetään sinkkiruiskuun ja sulatetaan kaasuliekillä tai valokaarella. Pieninä pisaroina oleva sula sinkki puhalletaan paineilmalla teräksen pintaan. Sinkki tarttuu teräksen pintaan mekaanisesti, pinnoite on huokoinen ja karhea. Kerrosvahvuutta voidaan vaihdella enimmillään 300 µm asti. Ruiskusinkitty pinta on hyvä maalausala. Maalaus parantaa lisäksi pinnoitteen korroosiosuojaa.

Menetelmä soveltuu suurille esineille. Lisäksi ruiskusinkitystä voidaan käyttää kuumasinkittyjen tuotteiden pinnoitteen korjauksessa kun pinnoite on vaurioitunut hitsauksen tai jonkin muun syyn takia.

Sherardisointi

Teräskappaleet puhdistetaan epäpuhtauksista joko peittaamalla tai suihkupuhdistamalla. Tämän jälkeen kappaleet panostetaan rumpu-uuniin yhdessä sinkkijauheen ja hiekan kanssa. Rumpu-uunia pyöritetään ja lämmitetään niin, että lämpötila jää hieman sinkin sulamislämpötilan alapuolelle. Tietyn ajan kuluttua rumpun pyörittämisen aikana rauta ja sinkki reagoivat keskenään muodostaen rautasinkkiseoksen teräksen pinnalla.

Näin aikaansaatu pinnoitteiden tartunta on hyvä ja pinnoitepaksuudet ovat vahvuudeltaan 15-40µm ja väriltään tumman tai ruskean harmaita.

Menetelmää käytetään samanlaisille tuotteille kuin sähkösinkitystäkin.

Suomessa tätä menetelmää ei käytetä.

Mekaaninen sinkitys

Rasvasta puhdistetut esineet panostetaan lasikuulien kanssa rumpuun, jossa suoritetaan ensin hapan puhdistuskäsittely ja sen jälkeen kuparointi. Rumpuun lisätään sinkkijauhe ja aktivoivia kemikaaleja. Näin aikaansaadaan 12-15 µm:n pinnoitepaksuus tuotteiden pintaan. Pinnoitteet ovat tasaisia ja pinnoitteen väri on himmeä.

Maalaus sinkkipölymaalilla

Tuotteet puhdistetaan suihkupuhdistuksella vähintään asteeseen Sa2 ½ (SFS ISO 8501-1)

Tämän jälkeen suoritetaan maalaus joko yksi tai kaksikomponenttisellä sinkkipölymaalilla. Kuivan maalipinnan sinkkipitoisuuden tulee olla vähintään 92 paino-%, mikä vastaa 62 tilavuus-%. Maalaus voidaan suorittaa joko siiveltimellä tai ruiskuttamalla.

Maalaus sinkkipölymaalilla on maalausmenetelmä eikä metallipinnoitusmenetelmä.

**Juhani Ylitalo, Aurajoki Oy /
TRY Pintakäsittelyjaoston puolesta**

Kuva 11: Sherardisointi.
Valokuvat: Aurajoki Oy



Konepajapohjamaalaus teräksen kuljetuksen ja varastoinnin aikaisena suojana

Teräksen pinnanlaatu voi heiketä korroosion vaikutuksesta kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Konepajapohjamaali (eng. shop primer tai prefabrication primer) on yksi tehokkaimmista keinoista suojata teräs korroosiota vastaan ennen tuotteen jatkokäsittelyä. Kun asiakkaalle toimitetusta terästuotteesta on valmiiksi poistettu valssihihse ja pinta on suojattu konepajapohjamaalilla, jatkokäsittelylle luodaan hyvät lähtökohdat.

Teräksen korrosio

Teräs ruostuu ympäristötekijöiden, kuten veden ja ilman hapen vaikutuksesta. Ruostumista kiihdyttävät voimakkaasti suolat, joita voi joutua teräksen pintaan kuljetuksen aikana merivedestä tai tiesuolasta. Lisäksi ruostumiseen voivat vaikuttaa muut ympäristötekijät, kuten teollisuusilmastossa esiintyvän rikkidioksidin aiheuttama happamuus. Ilman suhteellisella kosteudella on merkitystä, sillä suojaamattoman teräksen ruostuminen alkaa pelkän ilmankosteuden vaikutuksesta, kun kosteus ylittää 60 %. Kun ruostuminen on kerran alkanut, sen jatkumiseen tarvittava ilman kosteuspitoisuus voi olla vieläkin matalampi. Ympäristön lämmönvaihtelu saattaa aiheuttaa ilmassa vallitsevan kosteuden tiivistymistä teräksen pinnalle esim. kuumen auringon paistamisen jälkeen, kun terästuote jäähtyy yön aikana. Suomen olosuhteissa kosteuden aiheuttamat kondenssi-ongelmat pahenevat syksyä kohden.

Konepajapohjamaali

Konepajapohjamaalaus on suihkupuhalluksella puhdistetulle teräspinnalle levitettävä ohut pinnoite, joka antaa lyhytaikaisen suojan korroosiota vastaan kuljetuksen, varastoinnin ja konepajakäsittelyjen aikana. Se ei ole varsinaisen pohjamaali, kuten nimestä voi ymmärtää, vaan sen tarkoituksena on suojata terästuotetta korroosiolta kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Konepajapohjamaalattu teräs tulee puhdistaa suihkupuhalluksella ennen lopullista korroosiosuojamaalauksia. Maalista tulee poistaa vähintään sen pintakerros, jolloin varmistetaan siitä, ettei pinnalla ole jatkokäsittelyä haittaavia epäpuhtauksia. Kaikkea maalia ei ole välttämättä pakko poistaa, jos käytettävä maalausjärjestelmä on yhteensopiva konepajapohjamaalin kanssa. Yhteensopivuus on varmistettava maalien valmistajalta. Jos maalausjärjestelmä ei ole yhteensopiva tai siitä ei ole varmuutta, tulee konepajapohjamaali poistaa kokonaan suihkupuhalluksella. Teräksen suojaaminen konepajapohjamaalilla on kuvattu standardissa SFS-EN ISO 12944-5. Taulukossa 1 on esitetty yleisten konepajapohjamaalityyppien yhteensopivuus eri maalausjärjestelmien pohjamaalien kanssa.

Jos lopullinen terästuote tulee kohteeseen, jossa siihen ei kohdistu ympäristörasitusta, voi konepajapohjamaali muodostaa tuotteen lopullisen pinnoitteen. Yleisimpiä maalityyppejä ovat rautaoksidiepoksi- ja sinkkisilikaattimaalit niiden erinomaisen korroosionkestävyyden johdosta. Rautaoksidiepoksilla saavutetaan

riittävä korroosiosuoja useimpiin tarpeisiin ja vaativammassa suojaustarpeissa käytetään sinkkisilikaattimaalia. Konepajapohjamaalattujen tuotteiden tyypillisiä käyttökohteita ovat säiliörakentaminen, yleinen koneenrakennus, laivanrakennus, painelaiterakentaminen ja offshore-projektit. Sinkkisilikaattipohjamaalia käytetään yleisesti valtamerikuljetuksissa toimitettavien teräslevyjen suojana.

Konepajapohjamaalin käyttö ja ominaisuudet

Teräslevyt käsitellään konepajapohjamaalilla maalauslinjalla, jossa teräslevyt ajetaan ensin sinkkupuhalluslaitteen lävitse ja heti perään maalaus- ja kuivauskoneiden lävitse. Linjalta käytettävän maalin tulee levittyä ja kuivua nopeasti. Konepajapohjamaalit ovat yleensä liuotinhenteisiä kaksikomponenttimaaleja, mutta myös vesiohenteisiä konepajapohjamaaleja löytyy maalinvalmistajien valikoimista. Vesiohenteisten maalien yleistymistä jarruttaa niiden pidempi kuivumisaika. Maalauslinjalla on yleensä esilämmitysuni, jossa levyt lämmitetään hieman huoneenlämpötilaa korkeampaan lämpötilaan. Esilämmitys nopeuttaa maalin kuivumista ja poistaa kosteutta teräslevyn pinnalta. Suihkupuhallus suoritetaan standardin SFS ISO 8501-1 mukaisesti esikäsitelyasteeseen Sa2½. Levyt suihkupuhdistetaan pinnan karheuteen, joka antaa konepajapohjamaalille parhaan mahdollisen kiinnipysyvyyden. Tyypillisesti pinnan profiili (Rz) on 30 – 70 µm. Maalauksessa käytetään korkeapaine-

Taulukko 1. Yleisten konepajapohjamaalityyppien yhteensopivuus eri maalausjärjestelmien pohjamaalien kanssa. Maalien koostumukset vaihtelevat, joten yhteensopivuus tulee tarkistaa aina valmistajalta. Lähde: SFS EN-ISO 12944-5

Konepajapohjamaali		Yleisten konepajapohjamaalityyppien yhteensopivuus maaliyhdistelmien pohjamaalien kanssa						
Sideainetyyppi	Korroosionesto-pigmenti	Alkydi	CR	Vinyyli/PVC	Akryyli	Epoksi	Polyuretaani	Sinkki-silikaatti
Alkydi	Sekalainen	ok	ei	ei	ok	ei	ei	ei
Poly(vinyyli-butyraali)	Sekalainen	ok	ok	ok	ok	ei	ei	ei
Epoksi	Sekalainen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ei
Epoksi	Sinkkipöly	ei	ok	ok	ok	ok	ok	ei
Silikaatti	Sinkkipöly	ei	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Akryyli (vesiohenteinen)	Sekalainen	ei	ok	ei	ok	ei	ok	ei

Taulukko 2. Konepajapohjamaalattujen tuotteiden yleismitat. Yleismittojen puitteissa teräslajikohtaiset enimmäis- ja vähimmäismitat ovat määrääviä.

Levyn mittasuure	Mitta-alueet, mm
Paksuus	5 – 150
Leveys	800 – 3300
Pituus	2500 - 19500

Kuva 1: Jäänmurtaja rakentuu konepajapohjamaalattusta teräksestä.

Kuva 2: Konepajapohjamaalattua palkista hitsattua teräsrakennetta.

Kuva 3: Konepajapohjamaalattua teräslevystä taivutettuja aihioita. Kaitentyyppisiä teräslevyjä on saatavilla konepajapohjamaalattuna.

Valokuvat: SSAB

maaliruiskuja ja tyypilliset maalikalvon paksuudet ovat 12 – 25 µm. Kuljetettavaksi joutuvien teräspuolivalmisteiden, kuten säiliöiden, konepajapohjamaalaus suoritetaan käsityönä ruiskumaalauksella. Maalipinnan tulee kestää kuljetuksen ja varastoinnin aikana pintaan kohdistuva mekaaninen rasitus.

Vaikka tuote on suojattu huolellisesti korroosiolta, se suositellaan varastoimaan kuivissa

olosuhteissa. Veden ja kosteuden pääsy tuotteen pinnoille on estettävä. Paras varastointitapa on säilyttää tuotteet kuivissa sisätiloissa. Ulkona varastoitessa on huolehdittava hyvästä suojauksesta. Levynpölyjen välissä on syytä käyttää välipuita tuuletuksen parantamiseksi. Levytuotteet kannattaa varastoida hieman vinossa; kalteva taso estää veden kertymisen pinnoille. Hyvän korroosiosuojan ja päälle maalattavuuden lisäksi konepajapohjamaalattun tuotteen tulee soveltua hitsaukseen ja polttoleikkaukseen.

Konepajapohjamaalattun teräksen hitsaus ja polttoleikkaus

Konepajapohjamaalia ei tarvitse välttämättä poistaa ennen hitsausta tai polttoleikkausta, vaan konepajapohjamaali voi olla teräksen pinnalla termisen työstön aikana. Maalilta edellytetään, ettei se aiheuta hitsauksessa juurikaan huokosia hitsausaumaan ja savun muodostus on hillittyä työstön aikana. Rautaoksidiepoksimaali toimii hyvin ja sinkkisilikaatti erinomaisesti edellä mainittujen vaatimusten suhteen. Konepajapohjamaaleista vapautuu savukaasujen mukana pieniä määriä haitallisia aineita, mutta tutkimusten mukaan pitoisuudet alittavat asetetut raja-arvot. Hitsaaminen ja polttoleikkaus on kuitenkin syytä tehdä hyvin tuuletetussa tilassa ja tarvittaessa voidaan käyttää hengityssuojainta. Konepajapohja-

maali vähentää hitsausroiskeiden tarttumista työstettävän kappaleen pintaan.

Konepajapohjamaalattut tuotteet SSAB:lta

SSAB toimittaa kaitentyyppisiä kuumavalssattuja teräslevytuotteita konepajapohjamaalilla suojattuna. Tuotteita on saatavilla pehmeimistä perusteräksistä erikoislujiin rakenne-, kulutus- ja suojausteräksiin. Ainoa rajoittava tekijä on käytettävän linjan suorituskyvyn rajat. Taulukosta 2 löytyvät Raahen tehtaalla konepajapohjamaalattujen levytuotteiden yleismitat. Käsiteltävän levyn vähimmäispaino on 2000 – 5000 kg riippuen levyn paksuudesta. Yleisimpiä käytettyjä konepajapohjamaaleja ovat rautaoksidiepoksi tai sinkkisilikaatti (tavoite kuivakalvon paksuudet vastaavasti $16 \pm 5 \mu\text{m}$ ja $21 \pm 5 \mu\text{m}$). Teräslevyt voidaan käsitellä myös muilla maaleilla erillisen sopimuksen mukaan. Yli 7 mm paksuja teräslevyjä voidaan toimittaa tarvittaessa myös pelkästään yhdeltä puolelta maalattuna. Tuotteita voidaan toimittaa myös pelkästään suihkupuhallettuina, jolloin korroosiosuojaus täytyy hoitaa erikseen.

Esa Virolainen, SSAB / TRY Pintakäsittely- jaoston puolesta





Kuumasinkittyjen teräsrakenteiden maalaus

Sinkityn teräksen maalaamiseen on useita syitä. Näistä yleisimpiä ovat rakenteen suojausajan pidentäminen, sinkityn pinnan suojaus syövyttävässä ympäristössä, turvallisuusmerkinnät sekä esteettiset vaatimukset.

Kuumasinkitys on suhteellisen edullinen teräsrakenteiden korroosionestomenetelmä, joka suojaa korroosiolta tavanomaisessa ilmastorasituksessa jopa kymmenien vuosien ajan. Sinkitty teräs näyttää hillityn harmaalta metalliselta pinnalta, joka sopii sellaisenaan lukuisiin käyttökohteisiin.

Sopivalla pintamaalin värisävyn valinnalla voidaan rakenteet joko sulauttaa ympäristöön tai tuoda ne näyttävästi esille. Väreillä on myös tärkeä merkitys niin teollisuudessa käytetyissä huomio- ja turvamerkinnoissä kuin korkeiden mastojen havaittavuudessa lentoturvallisuuden parantamiseksi.

Lisäksi maalauksella voidaan pidentää sinkityksen kestoikää merkittävästi erityisesti sinkkipintaa voimakkaasti syövyttävässä ympäristössä. Kuumasinkityksen ja maalauksen yhdistelmällä, joka tunnetaan myös Duplex-käsittelyn nimellä, voidaan saavuttaa jopa 1,5–2,3 -kertainen kestoikä verrattuna kuumasinkityksen ja maaliyhdistelmän yhteenlaskettuun kestoikään (kuva 1). Tämä käsittely on siis taloudellisesti järkevä tapa suojata teräsrakenteita korroosiolta. Myös vanhan, kuumasinkityn rakenteen käyttöikä voidaan pidentää maalaamalla.

Kuumasinkitty pinta maalaus- alustana

Kuumasinkityn pinnan ulkonäkö voi vaihdella huomattavasti. Se voi olla hyvin sileä ja kiiltävä tai täysin matta ja karkea. Yleensä sinkitys on sitä kiiltävämpi mitä ohuempi se

on. Kappalekuumasinkityksessä sinkkikerroksen paksuus voi vaihdella 60 µm:stä yli 200 µm:iin. Kerroksen paksuus riippuu sinkittävän teräksen pii- ja fosforipitoisuudesta sekä kastoajasta. Sinkityksen ulkonäkö ei sinänsä vaikuta suojausominaisuuksiin, mutta kylläkin maalaustyöhön ja maalin tarttuvuuteen sinkittyyn pintaan.

Sinkki on hyvin reaktiivinen metalli. Väliittävästi kastosinkityksen jälkeen se reagoi hapen kanssa muodostaen sinkkioksidia, joka edelleen reagoi veden ja hiilidioksidin kanssa ja muodostaa sinkkipatinaksi kutsutun yhdisteen. Sinkkipatina on hyvin alustassa kiinni oleva, veteen huonosti liukeneva yhdiste, joka sellaisenaan soveltuu hyvin maalusalustaksi. Sitä esiintyy kuitenkin harvoin puhtaana, sillä sinkki reagoi myös monien ilman epäpuhtauksien, kuten kloridien ja rikkidioksidin, kanssa muodostaen sinkitystä syövyttäviä ja maalausta haittaavia vesiliukoisia yhdisteitä.

Valkoruoste koostuu sinkkihydroksidista ja pienistä määristä sinkkioksidia ja sinkki-karbonaattia. Sitä muodostuu erityisesti silloin, kun sinkittyjä kappaleita varastoidaan tiiviisti pakattuna kosteissa olosuhteissa. Valkoruoste on hygroskooppista, ja sen muodostuminen voi jatkua kosteissa olosuhteissa myös maalikalvon alla ja heikentää maalin tarttuvuutta (kuvat 2 ja 3). Valkoruoste pitää aina poistaa ennen maalausta.

Sinkki voi myös reagoida maalin eri komponenttien kuten sideaineen, liuotteen tai pigmentin kanssa. Koska samaan maali-tyyppiin kuuluvia maaleja voidaan formuloida hyvin eri tavalla, pitää maalin soveltuvuus sinkitylle pinnalle aina varmistaa maalin toimittajalta.

Kuumasinkityn pinnan esikäsittely maalausta varten

Sinkitty pinta suositellaan maalattavaksi mahdollisimman nopeasti sinkityksen jälkeen ennen kuin sinkki ehtii reagoida ilman epäpuhtauksien kanssa. Oikealla esikäsittelyllä on ratkaiseva merkitys maalaustyön onnistumiselle.

Erittäin hyviä kokemuksia on saatu pyyhkäisysuihkupuhdistuksesta, joka sinkin korroosiotuotteiden poiston lisäksi karhentaa pinnan hyväksi tartunta-alustaksi maalille. Ennen pyyhkäisysuihkupuhdistusta sinkityltä pinnalta on poistettava tartuntaa heikentävä öljy ja rasva emäksisellä tai emulgoivalla pesuaineella, minkä jälkeen pinnat on huuhdeltava huolellisesti.

Pintojen kuivatukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota ennen mekaanisen esikäsittelyn aloittamista, sillä sinkkikerroksen huokosiin jäävä kosteus aiheuttaa maalipinnan reikeyntymistä ja valkoruosteen muodostumista.

Pyyhkäisysuihkupuhdistuksessa on käytettävä alhaista puhalluspainetta ja riittävää puhallusetäisyyttä ettei sinkkipinnoite vaurioituisi. Väärin tehtynä suihkupuhdistus voi irrottaa sinkityksen kokonaan tai ohentaa sitä, jolloin menetetään sinkityksen antama korroosiosuoja. Suositeltavia puhallusmateriaaleja ovat puhdas luonnonhiekkä, alumiinioksididi ja silikaatit.

Maalaustyö

Kuumasinkittyjen pintojen maalaukseen käytetään yleisimmin kaksikomponenttisiä epoksi- ja polyuretaanimaaleja, joista on saatu erittäin hyviä käytännön kokemuksia. Myös yksikomponenttisiä joko vesi- tai liuoteohenteisia akryylimaaaleja on käytetty hyvällä menestyksellä kevyemmissä ilmasto-olosuhteissa.

Tärkein vaihe kuumasinkittyjen rakenteiden maalauksessa on pohjamaalaus, jonka oikeaan suorittamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Ensimmäinen pohjamaalikerros suositellaan ruiskutettavaksi ns. harsotustekniikalla, jolla estetään kuplien ja huokosten muodostuminen maalipintaan. Harsotuksessa pohjamaalia ohennetaan yleensä 20–30 %. Ohennetulla pohjamaalilla maalataan yksi tai useampia ohuita kerroksia sinkkipinnalle niin kauan, että siinä olevat huokokset saadaan täytettyä ja kuplien muodostus ja reikeyntyminen loppuu.

Varsinainen pohjamaalikerros levitetään noin 15 min kuluttua harsotuksesta tavanomaisella maalaustekniikalla. Jatkokäsittely tehdään maalien tuoteselosteiden mukaisesti.

Valmiiksi maalattuja rakenteita on siirrettävä varoen ja ne on pakattava huolellisesti, etteivät sinkitys ja maalattu pinta vaurioitu nostoissa tai kuljetuksen aikana. Asennuspaikalle on myös varattava riittävä nostokalusto turhien asennusvaurioiden välttämiseksi.

Kuva 1: Valkoruoste maalipinnan alla heikentää oleellisesti maalin tarttuvuutta alustaansa.

Standardeista apua suunnitteluun ja toteutukseen

Metallirakenteiden maalauksesta on saatavilla standardi SFS-EN ISO 12944. Metallien korroosionestomaalaus, joka opastaa mm. suojamaaliyhdistelmien valinnassa ja maalaustyön suorittamisessa. Tähän standardiin nojataan vahvasti myös teräsrakenteiden toteutusta koskevassa standardissa SFS-EN 1090-2.

Vaikka SFS-EN ISO 12944 käsittelee myös kuumasinkittyjen pintojen maalausta, on sekä tilaaja- että toimittajapuolella nähty suurta tarvetta kerätä yhteiset hyvät kokemukset kuumasinkityn pinnan maalauksesta omaksi standardikseen. PSK Standardisointiyhdistys ry julkaisi maaliskuussa 2003 standardin PSK 2702 Kuumasinkittyjen teräsrakenteiden hankinta ja maalaus. Käyttösuositus prosessiteollisuudelle. Standardisointiryhmään on osallistunut laaja joukko kuumasinkityksen, maalien ja maalaustyön asiantuntijoita.

Standardin tavoitteena on yhdenmukaistaa ja helpottaa kuumasinkityn rakenteen suunnittelua, hankintaa ja maalaamista prosessiteollisuuden eri käyttökohteisiin. Se sisältää ohjeita mm. teräslaadun valinnasta, sinkityn pinnan esikäsitteilyä, soveltuvista suojamaaliyhdistelmistä, maalaustyöstä sekä maalattujen kappaleiden kuljetuksesta ja varastoinnista.

Kuumasinkityn teräsrakenteen maalaus on vaativa prosessi, jossa jokainen työvaihe on suoritettava ammattitaidolla ja oikeita materiaaleja käyttäen. Näin toimien voidaan täyttää odotukset, jotka tilaaja on asettanut rakenteen kestävyydelle ja kauniille ulkonäölle.

Lisätietoja: info.coatings@tikkurila.com

Leena Tuisku, Group Technical Manager
Metalliteollisuusmaalit, Tikkurila Oyj, Vantaa/
kirjoittanut TRY:n pintakäsittelyjaoston puolesta

Uudet maamerkit Tampereelle

Tampereella rakenteilla olevan Rantatunnelin suuaukkojen läheisyyteen asennetaan loppuvuonna 2015 kaksi ilmanvaihtopiippua, joiden kautta ohjataan suurin osa pakokaasuista pois tunnelista. Tampereen kaupunki halusi elävöittää piippujen ulkonäköä ja järjesti taidekilpailun, jonka voitti Jan-Erik Anderssonin työ.

Valtatie 12 siirretään Tampereella 4,2 kilometrin matkalta uudelle linjaukselle välillä Santalahti–Naistenlahti vuosien 2013–17 aikana. Tiestä noin 2,3 kilometriä tulee kulkemaan tunnelissa, lajissaan Suomen pisimmässä, ja samalla rakennetaan tarvittavat eritasoliittymät. Valmistuessaan Rantatunneli edesauttaa Tampereen keskustan kehittämistä ja parantaa liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta. Työmaalla on keskimäärin 300 työntekijää, ja hankkeen tavoitekustannus on 180,3 miljoonaa euroa.

– Hanke toteutetaan allianssimallilla. Allianssin muodostavat Liikennevirasto, Tampereen kaupunki, Insinööritoimisto Saanio & Riekkola Oy, A-Insinöörit Suunnittelu Oy ja Lemminkäinen Infra Oy, joka on myös hankkeen päätoteuttaja, kertoo Jari Humalajoki Lemminkäinen Infra Oy:stä. Hän on Rantatunnelin allianssissa siltojen aluevastaava.

Rantatunnelin läntinen suuaukko tulee Santalahden alueelle, jossa 39,8 metriä korkea ilmanvaihtopiippu asennetaan ajo-kaistojen väliin noin 30 metrin etäisyydelle suuaukosta. Itäinen suuaukko rakennetaan Naistenlahden alueelle, ja 41,3 metrin korkuinen piippu sijoittuu ulostulorampin muodostaman silmukan keskelle. Molempien piippujen halkaisija on 6,2 m.

– Saarijärven Säiliövalmiste Oy urakoi allianssille ilmanvaihtopiiput maalauksineen. Sekä ulkovaippa että hormit ovat Corten B-terästä. Valmistus on käynnissä konepajalla ja piiput on tarkoitus maalata syys-lokakuun aikana. Ne asennetaan paikoilleen yhtenä kappaleena loka-marraskuussa. Molempien piippujen teräsbetoniset perustukset rakennettiin valmiiksi kesällä 2015, selvittää Jari Humalajoki.

Hausa inhimilliset teräsrakenteet

Tampereen Rantatunnelin ilmanvaihtopiippujen taidekilpailun tarkoituksena oli toteuttaa itsenäiset taideteokset, jotka toi-



Jan-Erik Anderssonin suunnittelemat ilmanvaihtopiiput viittaavat Tampereen teollisuusarkkitehtuuriin ja järvimaisemiin.

misivat kaupunkikuvan maamerkkeinä sekä inhimillistäisivät massiivisia teräsrakenteita. Taideteokset eivät saaneet sisältää elementtejä, jotka kiinnittäisivät liaksi autoilijoiden huomiota ja vaarantaisivat siten liikennettä.

Kilpailu toteutettiin kaksivaiheisena. Ensimmäisessä vaiheessa avoin ideakilpailu. Palkintolautakunta valitsi teknisesti toteuttamis- ja kehityskelpoisista ehdotuksista kolme, joiden jatkokehittely toteutettiin tiiviissä yhteistyössä rakennuttajan ja taidemuseon kanssa. Tarkemmat tekniset värimääritykset tehtiin tässä vaiheessa.

Ehdotuksessa oli otettava kantaa teoksen huoltoon ja hoidettavuuteen. Huoltovapaus katsottaisiin eduksi. Jos ehdotus sisältäisi vanhentuvaa tekniikkaa, teoksille olisi määriteltävä elinkaari.

Tullakseen otetuksi kilpailussa huomiota ehdotetut suunnitelmat eivät saisi lisätä piippujen tuulikuormaa. Piippujen taideteosten materiaaleihin varattiin yhteensä noin 150.000 euroa.

Tampereen ominaispiirteet ilmanvaihtopiipuissa

Kilpailun voitti Jan-Erik Anderssonin ehdotus ”Tuli ja sade”. ”Ehdotus oli jo kilpailun ensimmäisessä vaiheessa niin viimeistelty, että se vaati jatkossa lähinnä hienosäätöä. Voittajateoksen valinnassa tärkein kriteeri oli taiteellisen idean kantavuus. Pelkästään maalauksen keinoin perustuva esitystapa takaa hallitun ja helposti huollettavan lopputuloksen, joka on verraten edullinen toteuttaa ja toimii ilman tekniikkaakin”, todetaan palkintolautakunnan perusteluissa.

– Lähtökohtana on luoda molemmista piipuista selkeä ikoninen kokonaisuus, joka vaikuttaa ympäristöön inspiroivalla tavalla ja tekee piipuista maamerkkejä, taiteilija itse kertoo ehdotuksensa taustoista.

– Piiput ovat isoja ja raskaita ja niiden putkimaista muotoa on vaikea esteettises-

ti rikkoo jollain järkevällä tavalla, kun tuuliormaa ei voida kasvattaa niiden päälle kiinnitetyillä elementeillä. Sen takia olen otanut päinvastaisen lähtökohdan ja vahvistanut niiden omaa olemusta pitkillä, vertikaalisilla aiheilla.

– Santalahden piipun aihe lähtee tullesta ja Tampereelle ominaisen tummanpunaisen teollisuusarkkitehtuurin väristä ja olemuksesta. Naistenlahden piipun aihe tulee vedestä ja viittaa kaupungille ominaisiin järvimaisemiin. Tampereella joskus myös työhuonetta pitäneen ja ”kaupungin sieluun” tutustuneen Anderssonin mukaan myös Tammerkoski toimi innoittajana.

Pintakäsittely SILKO-hyväksytyllä järjestelmällä

Jan-Erik Andersson kokeili noin 20 erilaista Tikkurilan Symphony-kokoelman sävyä, joista löytyi mustan lisäksi mieleiset 10 väriä Rantatunnelin ilmanvaihtopiippuihin. RAL-kartan väreissä ei hänen mielestään ollut tarpeeksi ”siirtymäsävyjä”, joita tarvittiin tulen ja veden kuvaamiseen. Maalausaloitoina olivat noin 1 x 1 m kokoiset MDF-levyt. Koekappaleiden piti olla riittävän suuria, että niitä voi verrata toisiinsa ja tarkastella myös ulkovalossa.

Ilmanvaihtopiippuihin on valittu Liikenneviraston (aiemmin Tiehallinto) SILKO-hyväksytty maalausjärjestelmä TIEL 4.10 teräspinnoille erityisrasituksen alaisiin kohteisiin, joissa on korkeat ulkonäkövaatimukset. Saarijärven Säiliövalmisteen tiloissa alihankkijana toimiva KST-palvelut Oy koemaalasi syyskuussa teräksisen pienoismallin käyttäen samaa maaliyhdistelmää ja samaa tekniikkaa, jolla luonnollisen kokoiset piiputkin tullaan käsittelemään. Kookkaiden kuvioiden teippaus tulee olemaan haasteellista, ja siihen on valjastettu kokenut Matti Hoppula.

– Maalausjärjestelmässä on Tikkurila Oyj:n epoksipolyuretaaniyhdistelmä TP27-EPPUR250/2-FeSa2½, jonka huoltoväliksi luvataan 15 vuotta rasitusluokassa C5. Piippuja varten järjestelmää säädettiin siten, että pintamaalikerroksen päälle lisätään lakka hidastamaan värien haalistumista, kertoo Mika Viita-aho, joka on Tikkurilan Etelä-Suomen myynnistä metalliteollisuudelle vastaava avainasiakaspäällikkö.

Ennen maalausta teräspinta suihkupuhdistetaan esikäsitteilyasteeseen Sa2½. Pohjamaalina on vähäliuotteinen, modifioitu Temabond ST 300 -epoksimaali, jota levitetään kaksi 100 µm:n paksuista kerrosta. Pintamaalina on yksi 50 µm:n kerros puolikiiltävää Temadur 50 -akryylipolyuretaanimaalia. Pinta viimeistellään 30 µm:n kerroksella täyskiiltävää Temadur Clear -akryylipolyuretaanilakkaa, joka suojaa maalikalvoa ja värejä säältä ja muilta ympäristörasituksilta. Järjestelmän kokonaiskalvonpaksuudeksi tulee näin 280 µm.

Lisätietoja

www2.liikennevirasto.fi/rantatunneli
www.tampere.fi/taidemuseo/kokoelmat/taidekilpailu

Teksti: Arja Schadewitz

Havainnekuvat: Jan-Erik Andersson

Teräksen ja kuumasinkityn teräksen kemiallinen esikäsitteily

Teräs on ja on ollut ihmiskunnalle tärkeä rakennusmateriaali. Sen keksiminen mahdollisti sellaisten työkalujen ja rakenteiden valmistamisen, mistä ihminen oli vain voinut uneksia aiemmin. Teräs kiehtoo ihmistä edelleen ja sen kehityskulku jatkuu vuodesta toiseen mahdollistaen jälleen niitä asioita, joista hetki sitten vain uneksittiin.

Vuosikymmenten saatossa teräs on materiaalina kehittynyt huomasti. Teräksestä saadaan nykyään lujempaa, notkeampaa, paremmin korroosiota kestäväää jne. Mutta yksi asia on ihmiselle vieläkin erittäin tärkeää – teräksen ulkonäön parantaminen.

Teräksen ja sinkityn teräksen ulkonäköä on perinteisesti muutettu maalaamalla. Maalaaminen on myös tuonut teräkselle rakenteelle, oli kyseessä sitten talon katto, silta tai vaikkapa auto, ulkonäön lisäksi myös pidempää kestoikää. Maalin pysyminen teräksen ja sinkityn teräksen pinnassa vaativammassa olosuhteissa on ollut sen sijaan haaste, jonka kanssa painitaan vieläkin.

Metallin esikäsitteily maalausta varten

Terästä ja muita materiaaleja pitää valmistaa maalausprosessia varten, jotta maalauksesta saataisiin mahdollisimman virheetön ja maalin pinta pysyisi myös sellaisena mahdollisimman pitkään. Raskaammille rakenteille perinteinen maalauksen esikäsitteily on karhennus, joka tapahtuu joko puhaltamalla tai hiomalla. Jos teräksen pinnalla on kuumasinkityskerros, hionta muuttuu ”laahinnaksi” ja puhallus hellävaraisemmaksi. Silti puhallus ja hionta on monessa tapauksessa hyvin hankala toteuttaa, esimerkiksi ohuella ainevahvuudella tai erittäin monimuotoisella kappalegeometrialla. Tämän vuoksi kemiallinen esikäsitteily voi olla taloudellinen ja laadukas ratkaisu kappaleiden esikäsitteilyksi.

Kemiallinen esikäsitteily on ollut eri muodoissaan käytössä jo 1900-luvun alkupuolelta ja on vuosien saatossa kehittynyt suorituskyvyltään paremmaksi, eri materiaaleille soveliaammaksi ja nyt viimeaikoina ympäristö- ja käyttäjystävällisemmäksi.

Kemiallinen esikäsitteily

Kemiallinen esikäsitteily on aina prosessi, joka koostuu useista eri vaiheista, ja jotka kaikki vaikuttavat toisiinsa. Normaali kemiallinen esikäsitteilyprosessi nykyaikaisessa kappalevaramaalauksessa lähtee aina kappaleiden ripustuksesta radalle. Ripustuksen tulee olla tarkoituksenmukainen, tehokas ja suunniteltu siten, että kappaleet voidaan esikäsitellä ja maalata samalla ripustusker-



ralla. Hyvin usein ripustukseen ei kiinnitetä erityistä huomiota, ja sen vuoksi maalaamon kapasiteetista menetetään jopa kymmeniä prosentteja. Toinen yleinen virhe ripustuksessa on, että kappale ei joko kastu/peseedy tehokkaasti tai kappale vie esikäsitteilyvaiheesta toiseen tarpeettoman suuren määrän nestettä.

Kun ripustus on hoidettu ja kappaleet lähetetty varsinaiseen esikäsitteilyyn, tapahtuma alkaa aina huolellisella pesulla. Rasvanpoisto ja sen soveltuvuus käsiteltävälle materiaalille on koko prosessin yksi tärkeimmistä vaiheista. Rasvanpoiston tulee olla tehokas ja silti hellävarainen käsiteltävälle materiaalille. Yleensä teräskappaleille paras ja tehokkain rasvanpoisto on voimakkaasti alkalinen rasvanpoisto. Korkealla pH:lla varsinkin työstetyt kappaleet peseytyvät hyvin öljystä ja leikkuunesteistä, sekä rasvanpoiston korkea pH suojaa terästä ruostumasta esikäsitteilyprosessissa.

Kun materiaalina on myös kuumasinkitty ohutlevy, tulee ensin varmistua siitä, että kuumasinkitty materiaali on soveltuvaa maalattavaksi. Kuumasinkitty ohutlevy tulee olla joko öljyttyä tai toimitettu nk. kuivana, mutta ei missään tapauksessa passivoituna. Passivointi kuumasinkityssä ohutlevyissä antaa kyllä suojan valkoruostumista vastaan, mutta se myös tekee kappaleen pinnasta hydrofobisen, jolloin kappale ei välttämättä kastu kunnolla esikäsitteilyprosessissa ja saattaa myöhemmässä vaiheessa näkyä pi-sarointina, maalauksivirheinä ja pitkällä ai-

kävällä korroosiona ja maalainirtoamisena lopputuotteessa. Hyvin ja oikein valitulla rasvanpoistolla on mahdollista minimoida passivoinnin vaikutusta kappaleen pinnassa, mutta ei kuitenkaan täysin poistaa ongelmaa. Kuumasinkitylle ohutlevyille yleensä paras pesu on lievästi alkalinen rasvanpoisto, jolloin pH-alue rasvanpoistossa on rajattu ja siten sinkikerroksen liiallinen peittaantuminen on estetty.

Hyvin yleisesti käytössä oleva rautafosfointi soveltuu teräkselle ja sinkitylle teräkselle sisäkäyttötuotteisiin hyvin, mutta jos rakenteet ja kappaleet joutuvat ulkoräsi-tukseen, tulisi rautafosfointia käyttää ainoastaan happamana pesuna ja pinta täydentää muulla konversiopinnalla esikäsitteilyprosessissa (esim. passivointi). Sinkitylle materiaalille rautafosfointi toimii vain lievästi happamana pesuna.

Rasvanpoiston tehokkuutta on joissain erityistapauksissa tarpeen täydentää erillisellä peittausvaiheella, joka voidaan suorittaa joko esipesuna neutraalilla peittauksella tai rasvanpoiston ja parin huuhtelun jälkeen omana peittausvaiheena tarkoitukseen soveltuvalla hapolla. Hapon ja peittauksen tyyppin valintaan vaikuttaa haluttu peittautaso, sekä mitä materiaalia peitataan. Myös peittauksen jälkeen oleva konversiopinnoitus vaikuttaa soveltuvan peittauksen valintaan.

Rasvanpoiston jälkeen kappale tulee huuhdella huolellisesti pesukemiasta ja esikäsitteilyprosessissa tulisi olla vähintään kaksi kunnollista huuhtelua ennen konver-

sio- tai aktivointivaihetta. Nyrkkisääntönä on mitä puhtaampaa vettä huuhteluissa on, sitä puhtaampia kappaleista tulee, ja sitä laadukkaampi esikäsitteily kappaleisiin muodostuu.

Konversiopinnoituksessa on nykyään monia vaihtoehtoja: on erilaisia sinkkifosfatoiteja, joista trikationisinkkifosfatoiteja soveltuu sinkitylle materiaalille ja täyttää tiukimmatkin vaatimukset märkäadheesiosta; silaani-pohjaisia konversiopinnoitteita, jotka ovat täysin metalli- ja fosfaattivapaita; zirkonium/titaani-pohjaisia esikäsitteilyjä, joista on lukemattomia eri versioita käyttötarkoituksen mukaan; sekä Si/Zr/Ti-pohjaisia prosesseja joilla saadaan hyvä yhteensopivuus muun muassa katodisen maalauksen kanssa.

Konversiopinnoituksen valinnan tulisi läheteä lopputuotteen käyttöolosuhteiden määrittämisestä, lopputuotteen mahdollisten standardien vaatimuksista sekä myös käytävissä olevien tuotantovälineiden soveltuvuudesta käyttää mitään esikäsitteilyprosessia. Esimerkiksi sinkkifosfatoitinta ei voi suorittaa laadukkaasti rautafosfatoitintilinjalla.

Konversiopinnoituksen jälkeen kappaleet tulee prosessista riippuen joko huuhtella huolellisesti tai kuivata korotetussa lämpötilassa, ennen maalausta. Viimeisessä huuhtelussa tulee käyttää mahdollisimman puhdasta vettä, mielellään RO- tai ionivaihdettuavettä.

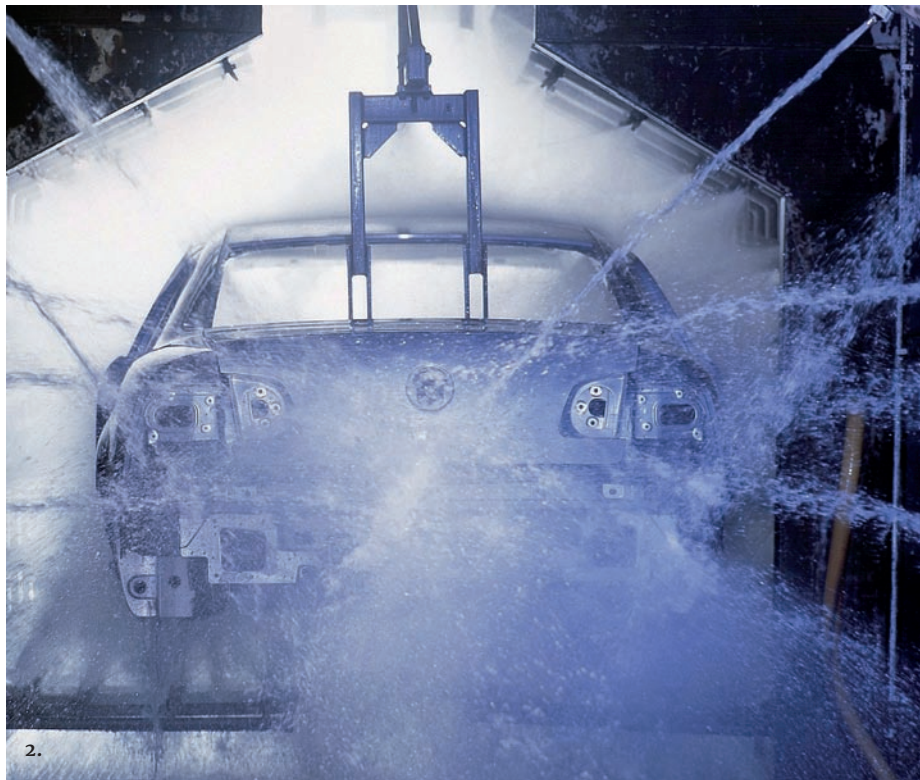
Kappaleen esikäsitteilyprosessi päättyy kuivaukseen, jolloin kappaleesta poistuu vesi ja esimerkiksi silaanipohjaiset esikäsitteilyt verkottuvat valmiiksi pinnaksi. Fosfatoineilla yleisesti suositeltu kuivauslämpötila on alle 140 °C, kun taas ohutkalvoteknologiassa kuivauslämpötilaa voidaan tarvittaessa nostaa jopa 250 °C:een. Energiankulutuksen kannalta matalampi lämpötila on suositeltavaa, mutta joissain erikoisrakenteissa korkeammalla kuivauslämpötilalla saatetaan saavuttaa tuotannollisia etuja.

Esikäsitteilyprosessin päivittäminen vaatimuksia vastaavaksi

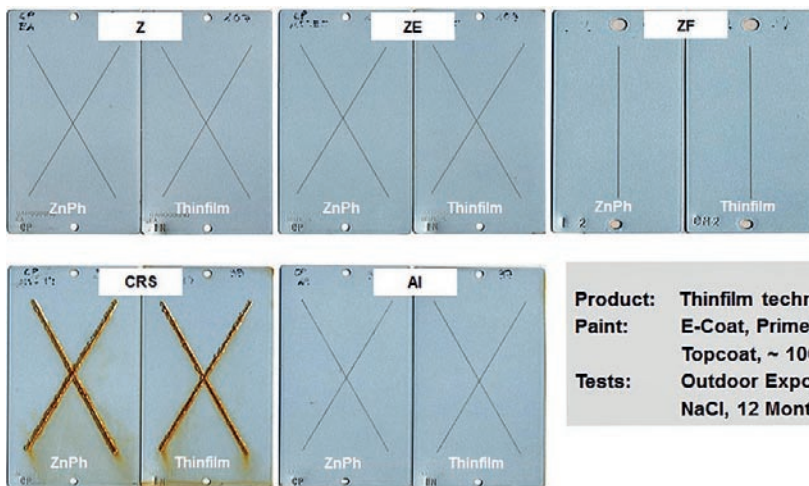
Kuten kaikkia tuotantovälineitä, myös maalaamoja ja sen esikäsitteilyä tulee huoltaa ja tarvittaessa päivittää. Vaatimukset ja materiaalit ovat muuttuneet viime aikoina merkittävästi, ja oman osansa muutospaineeseen tuo muuttuva ja kiristynyt lainsäädäntö tiettyjen kemikaalien osalta.

Jos esikäsitteilyprosessissa havaitaan tarve muutokselle, tulee koko prosessi tarkastaa, vastaako se nykyisiä vaatimuksia ja onko se sovelias nykyisille tuotteille. Tarkastelu on hyvä ulottaa myös hieman tulevaisuuteen, sillä ennakkointi on hyvä keino ylläpitää kilpailukykyä.

Menetelmää valittaessa tulee tarkasti määrittää mitä prosessilta halutaan kapasiteetin ja laadun osalta, millaisia kappaleita siitä aiotaan ajaa läpi ja millaisia tulevaisuudessa, vaikuttaako muutos jotenkin ympäristölupaan ja miten prosessin käyttäjien työhyvinvointi voidaan turvata ja jopa parantaa sitä. Laitteiston huollettavuuteen tulee kiinnittää huomiota, sillä hyvin huollettu ja puh-



2.



3.

Product: Thinfilm technology
Paint: E-Coat, Primer, Topcoat, ~ 100 µm
Tests: Outdoor Exposure + NaCl, 12 Months

das laitteisto tuottaa tasaisempaa ja parempaa laatua.

Kemiallinen esikäsitteily ei ole tuotannossa se välttämätön paha. Se varmistaa lopputuotteen moitteettoman ulkonäön ja kestävyuden, ja voi olla jopa oleellinen tekijä erottua aina kovenevassa kilpailutilanteessa.

Kirjoittanut TRY:n pintakäsittelyjaoston puolesta Jouko Salonen, Chemetall AB, Suomen sivuliike (branch in Finland)

Kuva 1: Si/Zr-pohjainen esikäsitteily teräksellä.

Kuva 2: Sinkityn ohutlevyn rasvanpoisto.

Kuva 3: Sinkkifosfatointi vs ohutkalvoteknologia ulkoilmarasituksessa. Ohutkalvoteknologia pärjää laadullisesti sinkkifosfatointia vastaan, mutta sinkkifosfatoinnilla on etu standardien valossa.

Valokuvat: Chemetall AB



Näyttävä pinta vuosikymmeniksi

Ahvenkosken silta valmis Venäjän-liikenteelle

Loviisan lähellä sijaitseva Ahvenkosken uusi langerpalkkisilta sai viimeistelyn FSP:n pintakäsittelyammattilaisilta. Sillan pintasuojaus alkoi lohkosaumojen käsittelyllä konepajalla ja päättyi ylimaalaukseen paikan päällä. Laatu ja aikataulu olivat keskeisiä kriteereitä, joilla FSP valittiin pintakäsittelijäksi.

Kymijoenvarren Ahvenkoskelle nousseen suuren yksikaarisen langerpalkkisillan pintakäsittely oli mittava ja monivaiheinen urakka. Aluksi lohkot hitsattiin kasaan siltatelakalla, jonka jälkeen FSP pintakäsitteli lohkosaumut konepajalla. Toukokuussa 2013 silta tunnattiin eli hinattiin kokonaisena paikalleen, mikä oli huomattava tapaus Ahvenkosken kylässä ja lähiseudulla.

FSP tuli valituksi tarjouskilpailun voittajaksi aikataulun hallinnan, korkean laadun ja hyvän hinta-laatusuhteen takia. Sillan noin 100 metriä pitkä kaari tuotiin paikalle kolmena osana syksyllä, minkä jälkeen FSP jatkoi sen pintakäsittelytyötä. ”Syksyllä pystytettiin telineet joen yli ja aloitettiin ylimaalaus vedenpäällisistä osista. Silloin sillan kaari oli pystytetty paikalleen. Talvitaun jälkeen pääsimme jatkamaan urakkaa huhtikuussa. Työ valmistui kesän alussa. Yhteensä kaikki työvaiheet kestivät muutaman kuukauden”, projektipäällikkö Pasi Kovalainen FSP:ltä kertoo projektin kulusta.

Langerpalkkisilta tarkoittaa kaarisillan

tapaista siltatyyppejä, jossa kantavana rakenteena ovat kaari ja jäykistyspalkki, johon kaari tukeutuu.

Viisinkertainen pintakäsittely

Kovalainen luonnehtii Ahvenkosken projektia mittaluokaltaan melko suureksi. Uuden sillan pintakäsittely on kuitenkin pienempi urakka kuin vanhan kunnostus, koska siitä puuttuu vanhan pinnoitteen poisto.

Sillan käsittelytyö vaatii vahvaa osaamista ja huolellisuutta, sillä pintakäsittelyn on kestettävä kymmeniä vuosia. Huoltokäsittelyitä tehdään tarvittaessa pinnan kulumisen mukaan. Työn lopputarkastuksen teki Tielaitos, joka myös tarkastaa pinnan kunnan ja päättää mahdollisista huolloista jatkossa.

”Sillan pintakäsittelyssä on tehtävä viisi maalikerrosta, jotta pinta on tarpeeksi kestävä. Tarkastuksessa mitataan esimerkiksi maalikerroksen paksuus sekä tarkastetaan maalin kiinni pysyminen vetokokeella”, Kovalainen luettelee.

Valtatie 7:lle Kotkan ja Koskenkylän välille pystytetään kaikkiaan 68 siltaa, joista Ahvenkosken sillan rakennus oli haasteellisin ja rakennustavaltaan poikkeuksellinen. Valtatie on osa kansainvälistä E18-moottoritietä Turusta Vaalimaalle, ja silta on yksi tien näyttävimpiä kohtia. Ahvenkoski on yksi kuudesta uudesta moottoritien eritasoliittymästä.

Vaikka sillan yksikaarinen rakenne on erikoinen, Kovalaisen mukaan pintakäsittely sujui totutusti ilman suurempia yllätyksiä. FSP:n henkilöstöä oli eri vaiheissa paikalla 2-4 sekä työnjohto.

”Projektin tapahtui joustavasti ja hyvässä yhteistyössä tilaajan, Normek Oy:n ja Työyhteisliittymä Pulterin kanssa”, FSP:n projektipäällikkö sanoo.

SILKO maalaujärjestelmä:

TIEL 4.12 EPZn(R)EPPUR 320/5-FeSa2½
SFS-EN ISO 12944-5, Rastitusluokat C5-I (H)
ja C5-M (H)

Teknozinc 90 SE	1 x 40µm
Inerta 51 MIOX	2 x 80µm
Teknodur 0050	2 x 60µm
Yhteensä	320µm

Huputtaminen estää luonnon saastumisen

Siltasuunnittelun tavoitteena oli mahdollisimman vähän maisemaa rikkova silta. Samoin sen suunnittelussa ja käytössä on huomioitu luontoarvot. FSP:lle ympäristön huomioon ottaminen kuuluu sen toimintastrategiaan.

”Kun teimme hiekkapuhallusta sillan keskiosan lohkosauomoissa, ympäristö suojattiin huputtamalla siltarakenteet pintakä-

sittelyn ajaksi. Näin teemme aina, kun ympäristö joutuu alttiiksi irtoavalle ainekselle.”

Puhallusjäte lähetetään myös tutkittavaksi, jotta voidaan määritellä, kuuluuko se kaatopaikkajätteisiin vai vaarallisten jätteiden sijoituspaikkaan.

Sillan suunnittelussa on otettu huomioon myös sen tarjoama esteettinen ulottuvuus. Melusteiden ansiosta siltamaisemaa voi ihailla ilman häiritsevää liikenteen humua.

Liikenne on kulkenut toistaiseksi vanhaa tietä pitkin, ja uusi moottoritie ja Ahvenkosken silta avattiin liikenteelle syksyn 2014 aikana. Venäjän liikenteen takia sen käyttöaste on korkea etenkin raskaan liikenteen osalta.

Rannikkoa seuraavalle E18-tielle rakennetaan Ahvenkosken silta mukaan lukien yhteensä 18 vesistösiltaa.

Teksti yhteistyössä Jukka Lähde, Teknologiajohtaja/CTO, FSP Finnish Steel Painting Oy ja Viestintätoimisto VCA Oy



Ahvenkosken silta

- Kymijoen ylittävä silta Kotkan ja Loviisan välillä
- Suomen ainoa yksikaarinen siltarakenne
- Koostuu kahdesta betonipalkkisillasta, jotka johtavat langerpalkkisillalle (143 m)
- Sillan kokonaispituus: 400 metriä
- Langerpalkkisillan runko: teräsrakenne 136 metriä pitkä, pääjänne 90 metriä, paino 1 000 tonnia
- Pintakäsittelytyön tilasi FSP:ltä Normek Oy
- Langerpalkkiosuuden suunnittelija: Sito

Kuva 1: Valtatie 7:lle Kotkan ja Koskenkylän välillä olevan Ahvenkosken sillan rakennus oli haasteellinen ja rakennustavaltaan poikkeuksellinen. Valtatie on osa kansainvälistä E18-moottoritietä Turusta Vaalimaalle, ja silta on yksi tien näyttävimpiä kohtia. Ahvenkoski on yksi kuudesta uudesta moottoritien eritasoliittymästä.

Kuva 2: Hiekkapuhallusta tehtäessä sillan keskiosan lohkosaumoissa, ympäristö suojattiin huputtamalla siltarakenteet pintakäsittelyn ajaksi.

Valokuvat: Sofia Virtanen

Teräksen korroosion alkuvaiheista

Johdanto

Korroosio on yksi mekanismeista, joilla materiaalit kuluvat ja tuhoutuvat. Metallien taipumus syöpyä on tunnettu varmasti yhtä kauan kuin ihmiskunta on hyödyntänyt metalleja. Jalometallien taipumus muuttaa väriään käsiteltäessä ja patsaiden patinoituminen ovat vanhimpia esimerkkejä korroosiosta, ja näissä kohteissa haitat olivat lähinnä esteettisiä.

Raudasta tuli tärkein käyttömetsalli 1000–500 eKr. Rautaesineitä on säilynyt, mutta ei niin runsaasti kuin voisi olettaa. Syitä ovat raudan korroosio ja esineiden kierrättäminen. Käyttömetsallina raudalla ei ole ollut samanlaista kulttuuriarvoa kuin kulta- tai kupariesineillä. Korroosion vaarallisia vaikutuksia ei havaittu ennen kuin metalleja alettiin käyttää runsaasti rakenteisiin, koneisiin ja laitteisiin. Teknologiaan liittyviä uusia käyttökohteita alkoi tulla merkittävästi 1700-luvulla. Takorauta, valurauta ja teräs olivat tärkeimmät käyttömetsallit lähes sadan vuoden ajan 1700-luvun lopulta, ja korroosiotutkimus keskittyi ainoastaan niihin. Korroosio yleistyi ja korroosionestomenetelmien kehitys alkoi teollisen vallankumouksen myötä 1850-luvulta alkaen.

Jo muinaiset roomalaiset...

Vanhin tunnettu kirjallinen maininta korroosiosta on ilmeisesti kreikkalaiselta Platonilta (427–347 eKr.). Platon ei pyrkinyt selvittämään korroosion syitä, vaan ainoastaan selittämään ruosteen ilmestymisen sen ajan ajatusmaailman mukaan. Kreikkalaisessa filosofiassa oli neljä alkuainetta, maa, vesi, ilma ja tuli, ja ruoste käsitettiin metallista ulos pyrkiväksi maaksi. Platon ei siis ollut pohjimmiltaan väärässä, mutta korroosiotutkimus juuttui tälle tasolle noin 2000 vuodeksi.

Roomalaisten Marcus Vitruvius Pollion ja Plinius vanhemman kirjojen De architectura (noin 25 eKr.) ja Naturalis Historia (77–79 jKr.) perusteella roomalaiset tunsivat raudan, lyijyn ja kuparin korroosion. Rauta on ruostunut aina, ja Plinius vanhempi valitti Rooman legioonalaisten aseiden ruostumisesta. Roomalaiselta ajalta on säilynyt metalliesineitä, joiden perusteella roomalaiset tunsivat myös keinoja korroosion estämiseen. Rooman valtakunnan hajoamisen jälkeen rautaa käytettiin edelleen aseissa, käyttöesineissä sekä rakennusten ja laitteiden kiinnittimissä ja osissa. Raudan valmistustekniikan kehittyessä uusia käyttötarkoituksia olivat haarniskat ja tuliaseet.

Korroosio alkoi aiheuttaa ongelmia teknisissä ratkaisuihin jo 1400–1600-luvuilla. Uudet tekniikan sovellukset toivat mukanaan



uusia ongelmia. Esimerkiksi vuonna 1412 Augsburgissa, Saksassa rakennettu ensimmäinen takorautainen vesijohto syöpyi nopeasti, ja se korvattiin muutamassa vuodessa vanhastaan käytetyillä puuputkilla. Suuria valurautaesineitä opittiin valmistamaan Euroopassa 1400-luvun lopulla, ja valurautaisen vesiputkien syöpyminen toi esille erilaiset korroosion mahdolliset ongelmat.

Teollinen vallankumous

Teollinen vallankumous toi mukanaan tärkeitä käyttökohteita rautametsalleille kuten sillat ja rakennukset, laivat sekä erilaiset koneet. Ensimmäinen raudasta valmistettu silta rakennettiin Severn-joen yli vuonna 1779. Valurautaiset rakenteet kestivät yleensä

Kuva 1: Säänkestävän teräksen ilmastollisen korroosion testi 5 vuoden jälkeen.

hyvin ilmastollista korroosiota. Takoraudan käyttö silloissa alkoi yleistyä 1840-luvulla. Teräksen valmistuksen yleistyttyä alettiin valmistaa terässilloja ja vaijereilla tuettuja riippusilloja. Riippusiltojen ketjujen, vaijereiden ja niiden kiinnitysten korroosioriskiä ei ymmärretty. Rakenteiden suojaamiseen käytetyt orgaaniset pinnoitteet eivät toimineet riittävän hyvin ja varsinkin ketjuissa ja vaijereissa maalit halkeilivat ja keräsivät vettä alleen. Useimmat maalit eivät kestäneet ilmastorasitusta, ja maalaus korvattiin vaseliinin ja lyijymönjän sekoituksella. Vasta kuumasinkityksen käyttö ratkaisi korroosiongelmat. Teräksestä valmistettujen siltojen ja rakenteiden korroosioon alettiin kiinnittää erityistä huomiota 1870–1880-luvuilla. Fossiilisten polttoaineiden käyttö tuotti happamat olosuhteet, joita rautametsallit eivät kestäneet. Poikkeuksellisen hankalia kohteita olivat rautateitä ylittävät sillat.

Vesijohtoputket valmistettiin pitkään valuraudasta. Valuraudan terästä pienemmän lujuuden takia oli käytettävä suurempia seinämävahvuuksia, mikä antoi lisää käyttöikää korroosion kannalta. Valurautaputkia suojattiin 1840-luvulta alkaen upottamalla ne kuumaan käsiteltyyn kivihiilitervaan. Kun suuria putkia ryhdyttiin valmistamaan teräksestä, tarvittiin parempaa korroosiosuojausta, esimerkiksi asfalttipinnoitusta ja maalausta. Kaupunkien kasvu edellytti myös jätevedestä huolehtimista. Viemäroinnissä käytettiin myös rauta- ja teräsputkia. Joissakin tapauksissa nämä putket syöpyivät hyvin nopeasti, ja korroosiota verrattiin jopa väkivän rikkihapon aiheuttamaan korroosioon.

Rautalaivoja alettiin ottaa käyttöön kun laivojen koko ja höyrykoneet edellyttivät



puuta lujempaa rakennusmateriaalia. Rautalaivoilla oli materiaalin takia kaksi ongelmaa, eli kasvusto ja korroosio. Rautalaivojen kasvuston estämiseksi kokeiltiin kuparivuorausta huonolla menestyksellä. Kunnollisia kasvustonestomaaleja ei ollut ja kuparointi vain pahensi raudan korroosiota. Pahimmassa tapauksessa rautarunko oli syöpynyt

kuparipitoisen maalin takia niin pahasti, että vain kasvusto piti pohjaa koossa. 1900-luvun alussa laivojen maalauksessa oli päädytty ratkaisuun, jossa pohjamaali antaa korroosiosuojan, pintamaali suojaa pohjamaalia ja pintamaalin päällä on kasvustonestomaali, vaikka varhaiset maalit eivät vielä kovin hyvin toimineetkaan.

Höyrykoneita yritettiin ottaa käyttöön jo 1600-luvulla. Wattin lauhdutin ja Trevitchikin korkeapainekone saivat höyrykoneet yleistymään teollisuuslaitosten ja rautateiden voimanlähteinä. Höyrykattiloiden määrän kasvaessa niiden vauriotapausten määrä kasvoi. Höyrykattiloiden repeämisten ja räjähdysten syyt luokiteltiin neljään ryhmään: Väärä suunnittelu, huolimaton valmistus, kuluminen ja korrosio sekä huolimaton käyttö. Saostumien muodostuminen kattilan sisälle, korrosio ja huolimaton valmistus olivat tärkeimmät syyt. 1890-luvulla Iso-Britanniassa puolet kattilavaurioista ja Yhdysvalloissa kolmasosa vaaratilanteista johtui korroosiosta.

1900-luvun alussa todettiin, että raudan ja teräksen tuhoutuminen on nopeampaa kuin puun, betonin ja muiden rakennemateriaalien. Koska rautaa ja terästä käytettiin yhä enemmän ja yhä vaativammassa kohteissa, korroosion estäminen oli tärkeää toimivuuden ja turvallisuuden takia. Materiaalien valmistusmäärien kasvaessa niiden laatuakin oli heikentynyt, laatu vaihtelut kasvaneet eikä laadunvarmistus ollut pysynyt tuotantomäärien kasvussa mukana.

Miksi teräs syöpyy?

Termillä ”korrosio” tarkoitettiin ensin kaikkea metallien syöpymistä, kunnes 1800-luvun loppupuolella erotettiin toisistaan tasainen oheneminen ja pistemäinen korrosio. Tasiseen korroosioon vaikuttavia tekijöitä olivat muassa metallin jalous, vedynkehityksen nopeus, rakenteen ja pinnan tasalaatuisuus, kyky passivoitua sekä ympäristön vetyionipitoisuus, happipitoisuus, virtausnopeus ja lämpötila. Pistemäiseen korroosioon vaikuttivat metallin epähomogeenisuus, pinnan saostumat, valssihilse sekä happipitoisuuden ja liuenneiden suojojen pitoisuuksien vaihtelut pinnalla. Paikallisen korroosion esitettiin olevan samaa kuin yleinen korrosio, mutta vain tietyissä kohdissa. Nykyään yleisen korroosion ja paikallisen korroosion eri muotojen tiedetään tapahtuvan erilaisilla mekanismeilla. Kun teräsrakenteiden määrä kasvoi 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa, korroosiota alettiin havaita muissakin muodoissa kuin yleisenä tai pistemäisenä ruostumisena. Uusia korroosionmuotoja havaittiin maahan upotetuissa rakenteissa, värähtelevissä koneissa, korkean lämpötilan sovelluksissa ja nopeasti virtaavissa liuksissa.

Korroosion taustalla vaikuttavista tekijöistä kehitettiin useita teorioita 150 vuoden ajan, kunnes 1930–1940-luvulla yhdistettiin tärkeät peruskäsitteet sekapotentialiteoria ja passivoituminen, ja erilaiset korrosiot teoriat saatiin sovitettua yhteen. Korrosioilmiöiden esitettiin jo 1800-luvun alussa olevan sähkökemiallisia. 1900-luvun alun

elektrolyyttisen korroosioteorian mukaan korrosio on sähkökemiallinen ilmiö, johon vaikuttavat metallin ja ympäristön potentiaaliero ja muodostuvan sähköisen piirin vastus. Vuonna 1910 esitettiin, että raudalla on ”osmoottinen paine” liueta kiinteästä tilasta liuokseen. Metallin pinnan joillakin kohdilla pintaa on voimakkaampi taipumus siirtää metalliatomeja liuokseen. Tekijöitä, jotka saattoivat vaikuttaa erityisesti teräksen pinnalla, olivat rakenteen epähomogeenisuus, epäpuhtauspitoisuus, väärä lämpökäsittely, liian pitkä peittäusaika ja muut valmistuksen virheet, hiilipitoisuus ja mikrorakenne, sekä muokkaus ja mekaaninen rasitus.

1920- ja 1930-luvuilla erityisesti Iso-Britanniassa tutkittiin ympäristön vaikutusta. Taustalla olivat käytännön ongelmat, ku-



ten lauhduttimien korrosio ja ilmastollinen korrosio, mutta myös teoreettiset lähtökohdat kuten hapen vaikutus sekä passivoitumisilmiö. Korrosio voi olla tasaista, mutta ympäristön ominaisuuksien poikkeamat keskittävät korroosion vain tietyille alueille. Ympäristöstä poikkeamia saivat aikaan myös paikoitellen muodostuneet korroosiotuotteet.

Nykyinen korroosiota kuvaava sekapotentialiteoria esitettiin 1938. Sen mukaan syöpyvällä pinnalla on anodisia ja katodisia alueita, jotka voivat ajan kuluessa muuttaa paikkaa. Korrosio tapahtuu siten, että pinnalle muodostuu paikallisporeja, joiden välillä virta kulkee. Sekapotentialiteoriaan liittyi merkittävänä ajatuksena se, että metallin liukeneminen on yksinkertainen hapettumisreaktio. Monimutkaisempia ilmiöitä olivat katodiset reaktiot ja ne reaktiot, joihin metalli-ioni osallistuu liukenemisen jälkeen.

Miten teräksen korrosio estetään

Korroosioneston päätavoite on varmistaa rakenteen toiminta. Korroosion estämiseksi tai hidastamiseksi on eri tapoja. Teräksen korrosio-ongelmat saatiin hallittua kun kehitettiin toimivia korroosionestomaaleja, ryhdyttiin käyttämään kuumasinkitystä sekä lisäksi joissakin kohteissa katodista suojausta.

Maalauksen käyttö alkoi kehittyä 1800-luvun puolivälissä sekä ilmastollisen korroosion että merivesikorroosion estämi-

seen. Rakenteen kestävyuden kannalta maali ja sen ominaisuudet olivat yhtä tärkeitä kuin käytetty teräs ja sen ominaisuudet. Toimivia maalien sideaineita ja pigmenttejä ei kuitenkaan ollut montaa ja maalaustyön onnistuminen riippui paljon säästä. Vielä 1900-luvun alussa materiaalivahvuudet saattoivat olla viisinkertaisia tarvittavaan kuorman kantokykyyn verrattuna, koska ruostuminen oli nopeaa eikä kunnollisia korroosionestomaaleja ollut. Luonnosta saatavien öljyjen ja kivihiilitervan rinnalle kehitettiin synteettiset alkydimaalit 1920-luvulla, kloorikautsu 1930-luvulla, sinkkipohjamaalit, epoksit ja korkeiden lämpötilojen silikoni 1950-luvulla sekä polyuretaanit ja poly- ja vinyylesterit 1960-luvulla.

Kuumasinkitys teräksen suojana alkoi yleistyä 1800-luvun puolivälissä ilmastollisen korroosion estämiseen. Katodinen suojaus uhrautuvilla anodeilla alkoi yleistyä laivojen suojauksessa 1800- ja 1900-luvun vaihteessa. Putkilinjastojen katodinen suojaus kehitettiin 1920-luvulla mutta menetelmä alkoi yleistyä 1930- ja 1940-luvuilla kun putkien ulkopinnoille ymmärrettiin laittaa sähköisesti eristäviä pinnoitteita.

Yhteenvedo

Teoreettiselta kannalta korrosio on yksinkertainen ilmiö, mutta käytännössä korroosion estäminen on aina työtä vaativaa, usein kallista ja toisinaan mahdotonta. Korrosio voidaan estää valitsemalla riittävän kestävä materiaali tai suojaamalla materiaali jollakin keinoin. Useat materiaalit ovat koeteltuja, mutta uusia materiaaleja ja vanhojen muunnoksia ilmestyy jatkuvasti. Suojauskeinot, kuten pinnoitus, sähköinen suojaus ja inhibointi, ovat vanhoja keksintöjä, mutta nekin kehittyvät koko ajan. Uusissa sovelluksissa korrosio voi edelleen yllättää.

Käytännön ratkaisuja korrosio-ongelmiin kehitettiin nopeammin kuin teoreettinen näkemys ehti muotoutua. Käytännön ratkaisuihin panostettiin Manner-Euroopassa ja Yhdysvalloissa, ja teoreettista taustaa kehitettiin Englannissa ja Saksassa. Korroosioneston kehittyminen eteni pitkään käytännön ongelmien ratkaisuna, ja teräs eniten käytettynä metallina oli se, jonka korroosion estämiseen panostettiin. Vasta sähkökemiallisten reaktioiden ja teorian hyväksyminen 1930-50-luvuilla antoi työkalut korroosioneston ja sen menetelmien tieteelliseen tutkimukseen.

Kirjoittanut TRY:n pintakäsittelyjaoston puolesta Jari Aromaa, Aalto-yliopisto Kemian tekniikan korkeakoulu

Kuva 2: Kokeellisen työn asennusta merikorrosio-asetella.

Kuva 3: Esimerkki muutaman vuosikymmenen korroosiosta rautaporttikossa.

Valokuvat: Jari Aromaa

Kaksikerros- jauhemaalau- korroosiosuojana

Tässä artikkelissa käsittelen 2-kerrosjauhemaalausta lähinnä korroosioneston kannalta. Monet eri alojen laitevalmistajat ovat siirtyneet tuotteittensa pinnoituksessa käyttämään jauhemaalaa märkämaalin sijaan. Yhtenä merkittävänä syynä voidaan pitää lainsäädännön tuomia vaatimuksia VOC-päästöjen vähentämiseksi. Jauhemaalien tuottamien VOC-päästöjen on todettu jäävän alle 0,1 prosenttiin verrattuna perinteisiin märkämaaleilla tehtäviin monikerros pinnoituksiin.

Lähtökohtaisesti jauhemaalaja on käytetty pääasiassa ohutlevytuotteiden pinnoitukseen. Nyt käytön laajentuessa tuotteisiin vesi-, energia-, petrokemia-, rakennus- ja laivateollisuuden käyttöön on painotus (ulkonäön sijaan) siirtynyt korroosiolta suojaamiseen. Tuotannossa muutos märkämaaleista jauhemaaloihin tuo mukanaan joukon erilaisia vaatimuksia. Vaikkapa vaatimus, että jauhemaalatuksen tuotteen pitää täyttää C5-M ilmastorasitus luokka standardin DIN 55633 mukaisesti. Myös osien suunnittelu ja tuotannon toiminnan pitää omaksua ja ymmärtää vaikutuksensa pinnoituksen laatuun siirryttäessä märkämaaleista jauhemaalien käyttöön.

Aluksi kuitenkin on syytä jälleen keran kiinnittää huomio pintakäsittelyn onnistumisen kannalta oleelliseen ja tärkeään asiaan, esikäsitteilyyn. Liutinpohjaiset märkämaalit ovat sallivampia esimerkiksi raepuhalluksen paineilman mukana maalattavaan pintaan siirtyneiden öljyperäisten epäpuhtauksien suhteen. Toisin on jauhemaalien osalta. Jauhemaalit eivät siedä alleenkään vertaa öljyperäisiä epäpuhtauksia kuin märkämaalit. Tästä johtuen, kun raepuhallusta (suihkupuhdistus, hiekkapuhallus) käytetään jauhemaalattavien tuotteiden esikäsitteilyä, on suositeltavaa tehdä tuotteille raepuhalluksen jälkeen pesu, esimerkiksi silaaniesikäsitteily tai tarvittaessa joku muu korroosiosuojan kannalta parempi esikäsit-

tely. Käytettäessä raepuhallusta jauhemaalausta edeltävänä esikäsitteilyä on erityinen huomio kiinnitettävä raepuhalluksen pintaprofiiliin. Yleisimmin raepuhallusta käytetään esikäsitteilyä massiivisille ja korroosiokeston kannalta vaativille rakenteille. Standardi DIN 55633 määrittelee puhtausasteeksi Sa 2½ ja sopivaksi pinnan karheudeksi Rz=4,0µ (ks. DIN EN ISO 4287). Apuvälineenä pinta-profiilin seurannassa käytetään kuvan 1. kaltaista ISO 8501-1 profiilin vertailulevyä.

Edellä mainittu standardi DIN 55633 sisältää näkökohtia, jotka ovat merkittäviä asianmukaiselle korroosiosuojaukselle ottaen huomioon standardiryhmän DIN EN ISO 12944, joka käsittelee yksinomaan nestemäisiin pinnoitteisiin perustuvia pinnoitusjärjestelmiä. Huomattavaa on, että yksikään yhden kerroksen jauhepinnoitus ei standardin DIN 55633 mukaan yllä rasiitusluokkaan C4.

Otettaessa metalliteollisuudessa käytön moderneja työmenetelmiä on laserin käyttö lisääntynyt voimakkaasti metallien leikkaamisessa. Jokaiseen uuteen menetelmään liittyy useimmiten myös tiettyjä haittoja, erityisesti kun on kysymys leikkausta seuraavista työstö- tai jalostusvaiheista. Näin tapahtuu myös laserleikkaukseen liittyen, missä muodostuu erittäin terävä ja kovan oksidikerroksen peittävä reuna. Laserleikkauksen reuna-alueelle syntyvä metallin oksidoitumisesta johtuva kuonakerros on yksi tehokkaimmin korroosiosuojaukselta heikentävä tekijä. Riippuen siitä, mitä suoja-kaasua leikkauksessa käytetään, muodostuu reuna-alueelle joko paksuhko tummansininen tai ohuempi vaalean harmaa kuonakerros. Asiantuntijoiden mukaan on viime vuosina jouduttu käsittelemään yhä uudestaan vauriotapauksia, joissa on kysymys metallisilla perusaineilla jauhemaalain täydellistä irtoamista pitkin leikkausreunaa. Myös reuna-alueen ulkopuolella on rekisteröity toistuvasti suhteellisen vähäisen korroosiorasituksen aiheuttamia vaurioita esimerkik-

si säiliöissä, koneiden rakenteissa, sähkökeskuksissa ja hisseissä. Näissä tapauksissa oikeudellisen syyllisyyden osoittaminen on usein ristiriitaista ja alihankkija joutuu suorittamaan huomattavan suuria jälkitöitä ja kantamaan reklamaatiokustannuksia, erityisesti, jos alihankkija ei ole tavaroiden vastaanottotarkastuksessa huomauttanut mahdollisista ongelmista. Lisäksi on huomattava, että laserilla leikattujen reunojen jälkityöstö aiheuttaa suunnatonta vaivaa. Reunojen mekaaniseen suihkupuhdistukseen tai peittaukseseen laserkuonan poistamiseksi tarvitaan myös omat laitteensa joita ei välttämättä kaikilla jauhemaalamoilla ole. Näin ollen vaurioiden taloudelliset seurausvaikutukset saattavat kasvaa huomattaviksi.

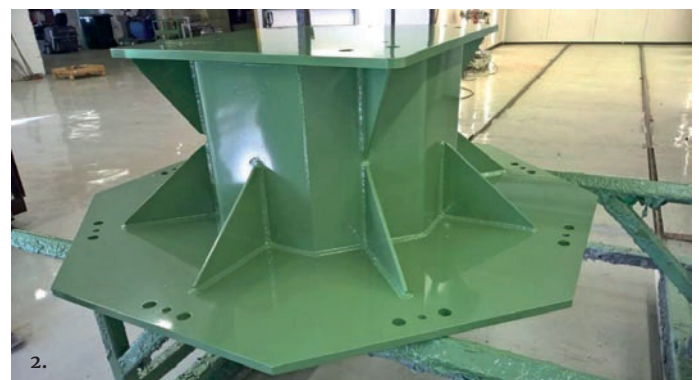
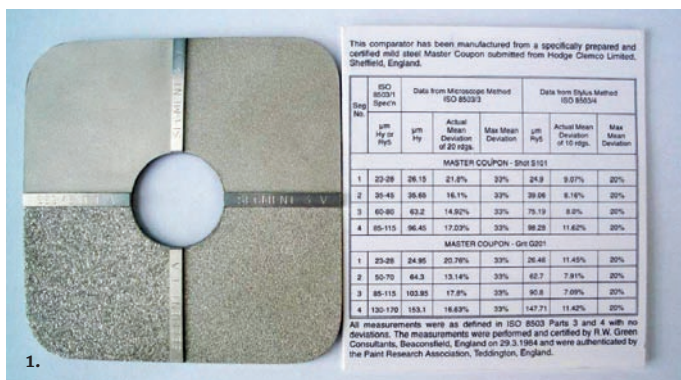
Lukuisien vauriotapausten käsitteilyyn liittyvissä laboratoriotutkimuksissa on voitu todeta, että happea käytettäessä syntyvissä korkeissa lämpötiloissa muodostunut tumma oksidi-kuonakerros käyttäytyy sähkökentässä, erityisesti sähkövarausten siirtymisessä, eri tavalla kuin tyypeä suojakaasuna käyttämällä syntyvät reunat. Korkeajännitevarauksella (60..80 kV) suoritetuissa maalauskokeissa on ilmennyt, että jauhemaalaa tarttui selvästi heikommin reunoihin ja varisi tärähdyksissä olennaisesti helpommin hapella leikatusta kuin tyypellä leikatusta reunoista. On siis oletettavaa, että hapella leikatusta reunoissa paksuampi oksidikalvo aiheuttaa epäedullisemmat varausolosuhteet.

Tämän lisäksi on otettava huomioon se seikka, että verkottumisprosessissa terävien reunojen ja purseiden kohdalla jauhemaalikalvo ohenee yleensä voimakkaammin ja peitto reunoissa on huomattavasti huonompi kuin tasaisilla pinnoilla. Muut vaikuttavat tekijät kuten liian nopea polttoprosessi, jauhemaalain epäsuotuisa morfologia (jauhesulan liian alhainen viskositeetti), valitulle jännitteelle ja siirtoilmalle sopimattomat maalausparametrit heikentävät myös maalikalvoa reunoissa. Jauhemaalain tarttuvuutta voidaan

Kuva 1: Oleellinen informaatio taulukon muodossa.

Kuva 2: Robotin jalka. Esikäsitteilynä "hiekkapuhallus", suihkupuhdistus Sa 2 ½ + PE-jauhemaalaa 80 µm (polyesteri) + PE-jauhemaalaa 80 µm (polyesteri). Huom. robotti asennetaan sisätiloihin.

Kuva 3: Kaide, maalattu kuumasinkitylle pinnalle. Esikäsitteilyä pyyhkäisy suihkupuhdistus SaS + EP-jauhemaalaa (epoksi-polyesteri) 80 µm + PE-jauhemaalaa 80 µm (polyesteri) pintamaalina.



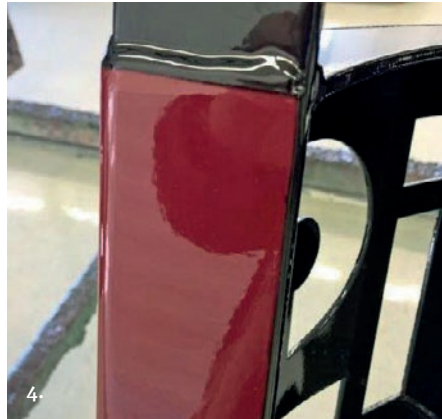
parantaa valitsemalla käyttöön hyvän kulmopeittävyyden omaava maali jolla lisäksi on korkea sulaviskositeetti yhdistyneenä keltolisiin levittäytymisominaisuuksiin. Toisaalta, maalikalvon oheneminen on vältettävissä poistamalla kappaleista purseet ja tekemällä reunapyöritykset oikein. Kuva 2. tai 3.

Rasituskokeet neutraalissa suolasumukokeessa ovat antaneet tulokseksi kalvon irtaamista reunoista ja laserilla leikatusta reunasta alkavaa voimakasta ruostumista kalvon alla jopa jo 100 h kuluttua. Tyypeä käyttäen laserilla leikatut reunat ovat osoittautuneet vertailukelpoisessa rasituksessa selvästi kestävämmäksi korroosiota vastaan. Jauhemaalikalvon vaurioista tasaisella pinnalla ei samanmittaisessa rasituskokeessa ole juurikaan ilmennyt korroosion kulkeutumista maalikalvon alle, mikä osoittaa selvästi, mistä vaurioitumisongelma on peräisin.

Tämän takia pitää maalaja-alihankkijan tiedustella maalattavien osien toimittajalta, olisiko mahdollista leikata osat käyttäen laserissa tyypeä suojaakaasuna sekä voisiko toimittaja itse puhdistaa leikkureunat. Tällöin pitää varmistaa erityisesti, että laserleikkauksessa hapen vaikutuksesta syntyvät kriittiset tummansiniset oksidikuonakerokset poistetaan täydellisesti. Jos asiakas ei pysty tähän, pitää maalaus-alihankkijan itse ryhtyä sopiviin toimenpiteisiin, luonnollisesti korvausta vastaan, laserilla leikatujen reunojen käsittelemiseksi (suihkupuhdistus, hionta tai peittäys).

Vaadittaessa 2-kerrosjauhemaalauksena ovat kyseessä yleensä tuotteet, joita ulkonäön lisäksi pinnoitetaan korroosiota vastaan. Liittyen 2-kerrosjauhemaalaukseen, on syytä huomioida tiettyjä jauhemaalien kemiaan liittyviä ominaisuuksia. Jännityshalkeamat ja niiden syyt on syytä ottaa huomioon varsinkin 2-kerrosjauhemaalauksen kyseessä ollessa. Koska mahdolliset halkeamat ilmenevät usein vasta kuukausien kuluttua maalauksesta, niiden syiden etsiminen ei ole yksinkertaista. Yleisimmin jännityshalkeilua on havaittu valkoisilla ja kirkkailla (lakat) jauhemaalilla ja maaleilla joilla on erityisen korkea täyteainepitoisuus. Jännityshalkeamia syntyy satunnaisesti myös silloin, kun maalauksparametrit ovat olosuhteiden takia muuttuneet tai päällekkäisten kalvojen polymeerit ovat olleet jossain määrin toisilleen sopimattomia. Edellä kerrotusta johtuen ovat eräät jauhemaalivalmistajat kehittäneet ja tuoneet markkinoille ”tuotepereitä” eri metallilaatujen (alumiini, teräs, valut)

2-kerros jauhemaalauksia varten. Omat erityisvaatimuksensa jauhemaalauksen kannalta asettavat valetut metallirakenteet. Ne ovat alustoja joista on taipumus purkautua maalipinnan pilaavia kaasuja uunitusvaiheen aikana. Kaksikerrosmaalauksessa ja erityisesti ”kaasunpoistoon” suunniteltu pohjamaali mahdollistavat välttämään ”kaasunpoisto” ongelman kuten myös rakkulat ja huokos-



reiät. Jauhemaalivalmistajilla on niin halutessaan mahdollisuus useilla eri lisäaineilla kuten bentsoe, steariinihappo, hydratat risiinöljyjohdannaiset jne. vaikuttaa jauhemaalien ”kaasunpoisto-ominaisuuksiin”.

Itse maalaustyössä mahdollisten sallitun kerrospaksuuden ylittämisen riskit on otettava huomioon. Tältä osin vastuusta pinnoituksen onnistumisen kannalta kuuluu myös tuotteiden suunnittelijoille.

Pääosin haasteet ovat samat kuin märkämaaleilla, mutta erojakin on. Syvennyksiin ja onteloihin jauhemaalilla kertyy helposti liikaa joka uunituksen jälkeen ilmenee huokoisena ei hyväksyttävänä pinnoitteena. Keskenään hitsauksella sulkeamattomat päällekkäiset tuki ym. rakenteet jäävät usein esikäsitellyssä väleistään puhdistumatta mikä ei välttämättä haittaa vielä maalauksenvaiheessa, mutta ilmenee uunituksen jälkeen maalipintaan purkautuneina pinnan pilaavina epäpuhtauksina.

Yleisimmin käytössä ovat olleet ja ovat edelleen jauhemaalilaadut joiden kovettumisprosessin vaatima lämpötila on +180-200°C vaaditun uunitusajan vaihdelta 10-20min laadusta riippuen. Uunitusaikaan on aina huomioitava, että maalattavan kohteen on ensin saavutettava tuo vaadittu lämpötila.

Raskaiden komponenttien pinnoitusta

kustannustehokkaasti 2-kerros jauhemaalauksella ovat edesauttaneet huomattavasti viime aikoina kehitetyt matalalämpö-jauhepinnoitteet.

Matalalämpö jauhemaalien saatavuus avaakin uusia käyttömahdollisuuksia jauhepinnoitteille varsinkin raskaiden metallirakenteiden ja laitteiden korroosiosuojausta ajatellen.

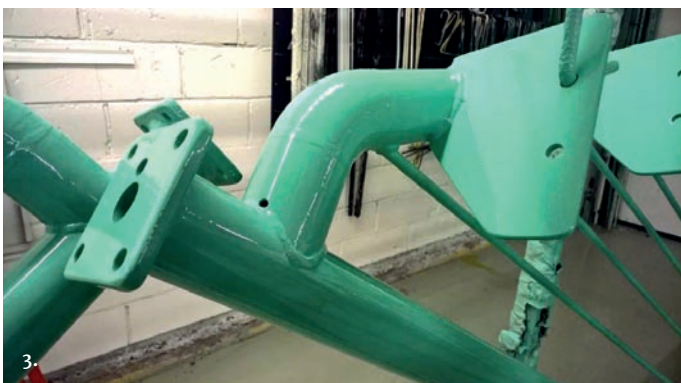
Pintakäsittely maalauksen osalta voidaan aloittaa pitkäkestoisen suojan korroosiota vastaan antavalla matalalämpö primerillä. Esimerkiksi primer, joka on täysin verkoutunut 15 min jälkeen kappaleen ollessa lämpötilassa +130°C. Pintamaaliksi voidaan valita matalalämpö polyesterijauhemaalilla, uunijalla 12 min kappalelämpötilan ollessa +150°C. Matalalämpö jauhemaalien käyttö ei saatujen kokemusten perusteella tule vaatimaan laatu- tai ulkonäkö kompromisseja. Lieneekin selvää, että 2-kerros jauhemaalauksella yhdistämällä kaksi yhteensopivaa matalalämpöjauhemaalilla ja käyttämällä oikeita esikäsittelemenetelmiä avaa uusia mahdollisuuksia korkealuokkaisen pinnan ja kestävä korroosiosuojan saavuttamiselle raskaille ja suurille komponenteille. Uunin lämpötilaa voidaan alentaa ja näin pienentää energiaa kustannuksia. Energian säästöön liittyviä eri tietolähteiden arvioita kustannussäätöistä vertailtaessa on syytä ottaa huomioon eri maissa vallitsevat energiamuotojen väliset kustannuserot. Toisaalta, uunin lämpötila voidaan pitää entisellään ja näin kasvatetaan tuotantonopeutta ja lisää tuottavuutta. Tuotantonopeuden kasvattaminen antaa useiden asiantuntijoiden mielestä suuremman hyödyn matalalämpö-jauhemaalien käytössä kuin energian säästö. Mainitut hyödyt ovat saavutettavissa kunhan matalalämpö-jauhemaalien hinnat ovat kilpailukykyisiä suhteessa perinteisiin jauhemaalihin.

Kirjoittanut TRY:n pintakäsittelyjaoston puolesta Martti Kukkonen, pj, Suomen Tuotemaalaustekninen yhdistys ry

Kuva 4: Kävelykadun kaluste. Esikäsitellynä suihkupuhdistus Sa 2 1/2 + sinkkirikas jauhemaalilla + musta PE-jauhemaalilla + punainen PE-jauhemaalilla + anti-graffiti jauhemaalilla (lakka), eli osittain 4-kerros jauhemaalauksena.

Kuva 5: Lumiaura. Suihkupuhdistus Sa 2 1/2 + EP-jauhemaalilla 80 µm (epoksi-polyesteri) + PE-jauhemaalilla 80 µm (polyesteri).

Tuotekuvat: PereColor Oy Arkistot



Forssa-Hikiä voimalinja

Aurajoki Oy on toteuttanut ja toteuttaa useita Voimalinja-rakentamisen teräspylvästörakentamisia Itämeren alueella. Viimeisimpänä merkittävän kokoluokan referenssiprojektina toteutimme vuosina 2014-2015 Forssan ja Hikiän välisen voimajohtoprojektin teräsrakenteet.

Aurajoki Oy oli projektin teräspylväiden päätoimittaja.

Voimajohto on osa 1920-luvulla rakennettua historiallista Rautarouva-johtoa. Linjalle valmistettiin tehtaillamme muun muassa peltopylväitä, (kuva1) jotka mahdollistavat viljelyn ja työkoneiden turvallisemman käytön aivan pylvään juurella. Lisäksi toteutettiin putkijalkapylväitä jotka ovat erityisesti suunniteltu Suomalaiseen maastonmuotoon sopivaksi. Kokonaisuudessaan tehtaillamme projektiin valmistettiin peltopylväitä 54kpl ja putkijalkapylväitä 183kpl ja toimitettujen rakenteiden kokonaisuudessa oli n. 2000 tonnia.

Projekti toteutettiin yhteistyössä linjan pääurakoitsijan Saksalaisen SAG GmbH:n kanssa ja projektin eri vaiheissa rakenteiden laatua seurattiin Asiakkaan ja Aurajoen projektien hallinnan edellyttämällä tavalla, mukaan lukien tuotantoprosessien valvonnan mm. teräshankinnan, konepajavalmistuksen sekä kuumasinkitys pinnoituksen osalta. Projektin aikana ei Aurajoki Oy:n laatuun tai toimituksiin liittyen tilaajalla ollut huomautettavaa. Projektissa erityistä kiitosta saimme Suomalaisesta voimalinjarakentamisen projektiosaamisesta sekä erityisesti projektin aikaisesta logistiikasta kuten varastointipalvelustamme kuumasinkityslaitoksilla sekä pylvästörakentamistamme pylväspaikoille, näillä tarjoamillamme logistiikka palveluilla on merkittävä vaikutus projektien kokonaiskustannuksiin.

Vastine teräsrakenne lehdessä nro. 3/2016 esitettyyn artikkeliin "Vaurioanalyysi: Putkiprofilien nurkkien pituussuuntainen halkeaminen"

Artikkelissa on käyty varsin seikkaperäisesti läpi kyseisen tuotteen vauriomekanismin mahdollista syntyä ja myös todennettu tehdyin tutkimusanalyysien.

Artikkeli kuitenkin jättää muutamia oleellisia asioita mainitsematta, kuten mis-



1.



2.

Kuva 1: Aurajoki Oy:n valmistama putkijalkapylväs.

Kuva 2: Valmista Forssa Hikiä voimalinjaa, putkijalkapylväitä.

Valokuvat: Aurajoki Oy

sä kyseinen rakenne on valmistettu ja mitkä ovat tutkitun tuotteen tuotanto prosessit ja niiden mahdolliset vaikutukset lopputuotteen laatuun. Aurajoki ei ole ollut millään tavalla osallisena jutussa esitettyyn tuotteeseen, projektiin tai sen pinnoittamiseen.

Olemme Aurajoki Oy:llä selvittäneet artikkelissa esitetyn vaurioituneen tuotteen valmistuspaikkaa ja on selvinnyt, että tuote on kokonaisuudessaan (teräs, konepajavalmistus sekä kuumasinkitys) tullut Etelä Itä-Euroopan alueelta, joten artikkeli (nro.

3/2016) ei millään tapaa kritisoi myöskään yleisesti Suomalaista teräs- ja kuumasinkitys tuotantoa tai niiden laatua.

Artikkelin yhteenvedossa vauriomekanisminä mainittiin kuumasinkitysprosessissa tapahtunut ulipeittaantuminen sekä sen mahdollisesti aiheuttamien esisäröjen hermistämisen rakenteen sulametallihaurastumiselle.

Aurajoki Oy:n kuumasinkitys prosessit ovat 50-vuoden kokemuksella ja tutkimustyöllä hiottu vastaamaan vaativi-

en rakennuskohteiden vaateita. Kuumasinkityslaitostemme peittäusprosesseissa ylipeittäminen ei ole mahdollista, koska peittäushappomme on inhiboitu eli peittäushappoon on seostettu ainetta joka estää puhtaan teräspinnan syöpmisen:

- Happokylpyjen inhibiittipitoisuutta valvotaan
- Peittäusaikoja valvotaan ja peittäusajat kirjataan (jäljitettävissä)
- Inhibiitin teho on varmistettu tehdyin tutkimuksin

Ei sulametallihaurautta koska:

- Prosessin esikäsitteilykylpyjä valvotaan säännöllisesti ja pitoisuudet pidetään raja-arvoissa
- Sinkkikylpyyn lisäaineet pidetään sallituissa rajoissa, määräaika-analyysit

Viimeisten vuosien aikana kotimaisen terästuotannon jalostus ja sen mukana myös kuumasinkitys määrät ovat pienentyneet Suomessa, samalla teräsrakenteiden kokonaiskäyttö ei ole pienentynyt läheskään samassa suhteessa. Tarkoitteen, että kyseisiä rakenteita tulee yhä suuremmissa määrin myös maamme rajojen ulkopuolelta. Vaarana tässä kehityksessä on, että lisääntynyt hankinta ulkomailta ja erityisesti ns. halvan tuotannon maista tuo tullessaan monenkirjavaa toimintaa ja mahdolliset rakenteissa piilevien vaurioiden määrin mahdollisuudet lisääntyvät.

Me Suomalaisena teräsalan moniosaajana toimimme mielellämme asiakkaidemme vastuullisena yhteistyökumppanina, kokonaiskustannukset huomioiden kilpailukykyisiä projekteja ja palveluita tuottaen. Ylitämme asiakkaiden odotukset jatkosakin.

TRY Pintakäsittelyjaoston puolesta
Tommi Kivinen, Aurajoki Oy

Pintakäsittelytarkastajien FROSIO-koulutus

Korroosionestomaalauksen laatua ei voida todeta valmiista pinnasta. Varmuus riittävästä laadusta saadaan vain varmistamalla kaikkien työvaiheiden onnistumisesta. Tämä edellyttää osaavien työntekijöiden lisäksi myös työn huolellista tarkastamista.

Norjassa perustettiin ammatillinen pintakäsittelyn tarkastajien koulutus- ja sertifiointineuvosto FROSIO (Faglig Råd for Opplæring og Sertifisering av Inspektører innen Overflatebehandling) vuonna 1986, jotta korroosiosuojaukseen saadaan riittävän päteviä tarkastajia. Tarkastajien pätevyysvaatimukset kuvattiin standardissa NS 476. Pätevyys edellyttää riittävää alan teoreettista tietämystä sekä taitoa käyttää tarkastusvälineitä.

FROSIO auditoi kouluttajatahot ja myöntää hyväksymilleen kouluttajille oikeuden järjestää FROSIO-pintakäsittelytarkastajien koulutusta. Koulutuksen jälkeen FROSIO pitää tarkastajakandidaateille loppukokeen, jonka hyväksytysti suorittaneet voivat hakea FROSIO-tarkastajapätevyyttä. FROSIO-tarkastajille on kolme pätevyystasoa. Tasoon I riittää koulutuksen hyväksytyt suorittaminen. Tasolle II pääsee, kun koulutuksen lisäksi alan työkokemusta on vähintään kaksi vuotta. Viiden vuoden työkokemus oikeuttaa hakemaan ylintä tasoa III.

Nykyään FROSIO-tarkastajapätevyys hyväksytään maailmanlaajuisesti, ja tarkastajia on jo 83 maasta. Koulutusta on ollut tarjolla vain englanniksi ja joillakin muilla vierailukielillä, mikä on rajoittanut suomalaisten osallistumista koulutukseen. Siksi Metropolia Ammattikorkeakoulu on hakenut oikeutta antaa FROSIO-koulutusta ja ensimmäinen suomenkielinen koulutus järjestettiin syyskuun 2016. Teräsrakenneyhdistys ry on koonnut pätevyiden arviointilautakunnan, joka järjestää loppukokeen eli kääntää koekysymykset suomeksi, valvoo kokeen ja tarkastaa vastaukset. Koulutusta järjestetään jatkosakin tarpeen mukaan. Tarjontaa voi seurata esimerkiksi Metropolian verkkosivuilta (<http://www.metropolia.fi/koulutukset/taydennyskoulutus/tekniikka/>).

Norjalaisen standardin NS 476 mukaisesti koulutuksen sisältö kattaa metalli- ja betonipintojen suojaus- ja tarkastuskäytännöt. Koulutukseen osallistuvilla oletetaan



olevan perustiedot rakennemateriaaleista, korroosiosista, pinnoista ennen esikäsitteilyä ja sen jälkeen, ilman suhteellisen kosteuden ja kastepisteen mittaamisesta, yleisistä maalityypeistä ja niiden koostuksesta, maalin levityksestä, maalauskerroksista ja -työkuvausista sekä työturvallisuuteen liittyvistä tekijöistä. Myös nämä perustiedot sisältyvät koulutukseen, mutta laajan koulutussisällön omaksumista helpottaa, jos nämä asiat ovat jo entuudestaan tuttuja.

Koulutuksen keskeisimmät osa-alueet ovat:

- rakenteen suunnittelu ja liitokset
- korroosio- ja -lajit sekä korroosiosuojausmenetelmät
- käsiteltävien pintojen arviointi ja esikäsitteily
- ympäristöolosuhteiden mittaaminen, arviointi ja kontrollointi
- maalityypit ja niiden ominaisuudet sekä maalikalvojen ominaisuudet ja virheet
- kuumaupotuksella ja termisellä ruiskutuksella tuotettavat metallipinnoitteet
- passiivinen palosuojaus
- säiliöpinnoitteet
- laadunhallinta pintakäsittelyssä
- pintakäsittelyn standardit
- pintakäsittelytarkastajan rooli, tehtävät ja menettelyt
- työturvallisuus ja -suojelu

FROSIO-koulutuksen vähimmäislaajuus on 80 h. Metropolia AMK järjestää koulutuk-

Kuva 1: Teijo Vikstedt suorittaa pinnan karheuden arviointia.

Kuva 2: Arne Michelsen FROSIOsta opastaa Emmi Reinikaista pinnan suolapitoisuuden mittauksessa.

Kuva 3: Mikko Asikainen mittaa maalipinnoitteen erillisten kalvojen paksuudet.

Valokuvat: Kai Laitinen



sen kahdessa viikon jaksossa, joista jälkimmäisen päätteeksi on loppukoe. Loppukoe jakaantuu kahteen neljän tunnin osaan, joista toinen on kirjallinen teoriaosuus ja toinen koskee käytännön tarkastustaitoja. Tarkastajapätevyyteen vaaditaan koulutukseen osallistuminen sekä kummankin koeosion hyväksytyt suorittaminen (2/3 tehtävistä oikein). Teoria- ja käytännön koe arvioidaan erikseen ja hylätyt kokeet on mahdollista uusia kaksi kertaa.

Kirjoittanut TRY Pintakäsittelyjaoston puolesta Kai Laitinen, yliopettaja, TKT, puhtaasti teknologiat, Metropolia Ammattikorkeakoulu

Terästyöasteen vaikutus pintakäsittelyssä saatavaan korroosionsuojaan

Valittavan usein puhuttaessa terästyöasteesta monessa konepajassa on heikko tai jopa olematon tietämys aiheesta ja sen merkityksestä lopputuotteen laadulle. Terästyöasteen merkitystä ei useinkaan huomata ajatella, kun halutaan asettaa pintakäsittelyllä saavutettavalle ilmastorasitusluokalle tavoitteita. Vaikka pintakäsittely olisi tehty huolellisesti standardien mukaisesti ja se itsessään olisikin vaatimusten mukainen, voi vaillinainen terästyöaste viedä pohjan kaikeelta tehdyiltä korroosiosuojaukselta. Koska aiheesta ei ollut saatavilla käytännönläheistä tutkimusta, jota voitaisiin käyttää koulutustarkoituksessa, toteutettiin sellainen Ponsse Oyj:ssä Hämeenlinnan AMK testilaboratorion kanssa yhteistyössä keväällä 2014.

Toteutetussa testissä oli tarkoitus tutkia ja havainnollistaa terästyöasteen vaikutusta märkämaalamalla tehtävän pinnoituksen korroosionkestoon. Tutkimustulosten pohjalta laadittiin myöhemmin opetusmateriaali, jota on nyt esitetty kymmeniä kertoja eri tilaisuuksissa. Erityisesti kuulijoissa on herättänyt kiinnostusta tutkimuksen tulosten selkeys ja se, että terästyöasteen vaikutus on silmin havaittavissa valokuvista.

Tutkimuksen materiaaliksi ja menetelmiksi valikoituivat yleisesti käytetyt materiaalit ja menetelmät. Testi toteutettiin noudattaen työvaihekohtaisia standardeja. Hitsaus toteutettiin SFS-EN ISO 3834-2 mukaisesti. Terästyön viimeistelyaste toteutettiin soveltaen EN ISO 8501-3 mukaisesti. Suihkupuhdistuksessa noudatettiin standardia SFS-ISO 8504-2.

Teräslevyt S355 leikattiin määrämittaana 200 x 50 x 5 mm. Havainnollisuuden vuoksi testikappaleen rakenne toteutettiin hitsaamalla kaksi lattarautaa pienahitsausaumalla T-asentoon. Testissä hitsausparametreja muutettiin halutun lopputuloksen saavuttamiseksi.

Pintakäsittelyssä noudatettiin Teknos Oy:n maalausjärjestelmää k59b=PUR120/1 FeSa2½. Kalvonvahvuusmittaus suoritettiin standardin SFS-ISO 19840 ja vetokoe SFS-ISO 4624 mukaisesti.

Testimenetelmäksi valittiin suolasumutestaus, joka on yleisesti käytetty nopeutetun olosuhtetestauksen menetelmä. Testikappaleet suihkupuhdistettiin (raepuhallus), esikäsiteltiin ja märkämaalattiin Ponssen pintakäsittelyjärjestelmän mukaisesti. Pintakäsittelyprosessin toimivuus testattiin vetotestillä Ponssella, kuva 1. Vetotestin tulokset vaihtelevat 16 - 26 MPa välillä. Testikappaleet altistettiin 240 h ajaksi suolasumulle HAMK:n testilaboratoriossa standardin ISO 9227 mukaisesti. 240 h vastaa ilmasto-
rasitusta vuoden ajan esim. Helsingissä ul-



koilmassa. Testikappaleet kuvattiin ennen ja jälkeen testin. Testiaika rajattiin sopivan lyhyeksi, jotta ruostumisen alkaminen on selkeästi havaittavissa virheiden kohdalta. Todennäköisesti testiaikaa jatkamalla korroosiotuote leviäisi nopeasti pinnoitetulla alueella, eikä sen lähtöpistettä pystyisi enää helposti havaitsemaan.

Kuvista voidaan selkeästi nähdä, mikä vaikutus on huolellisesti tehdyllä hitsauksen viimeistelyllä tuotteen korroosionsuojaan. Sen lisäksi, että hitsaukseen tehdyt virheet testilevyissä altistuivat korroosiolle, on huomattavissa, että myös reiät ja terävät reunat altistuivat omalta osaltaan sille. Tämä johtuu siitä, ettei niihin saada riittävää maalikerrosta maalauksen yhteydessä.

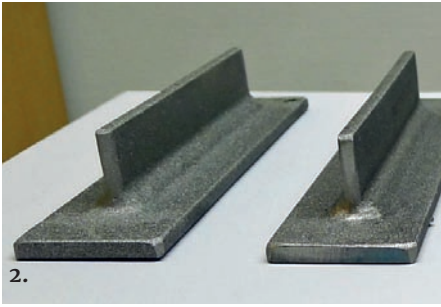
Tutkimus on herättänyt suurta kiinnostusta ja sen laajuus ehkä hieman yllättänytkin testin tekijät. Tästä voidaan päätellä, että tätä aihetta olisi syytä tutkia syvällisemmin muissakin yhteyksissä. Kiitokset Hämeenlinnan AMK:n testilaboratorion henkilökunnalle suolasumukaappitestin tekemisestä.

Testatut viisi erilaista testilevytyyppiä olivat:

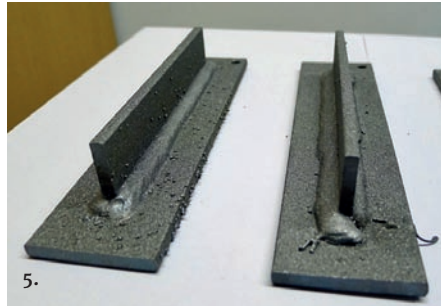
1. Hyväksytyt eli vertailukappale, ilman virheitä, kuvat 2, 3 ja 4
2. Hitsausroiskeita kappaleen pinnassa, kuvat 5, 6 ja 7
3. Hitsauslangan pätkiä kappaleen pinnassa, kuvat 8, 9 ja 10
4. Huokosia hitsausaumassa, kuvat 11, 12 ja 13
5. Reunahaavaa hitsausaumassa, kuvat 14, 15 ja 16

Kirjoittanut TRY:n Pintakäsittelyjaoston puolesta Mielikki Härmä ja Hannu Tarvainen Ponsse Oyj

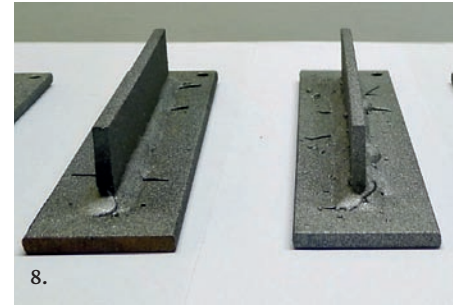
Kuva 1: Ponsse Oyj vetonuppitestin tuloksia.



2.



5.



8.



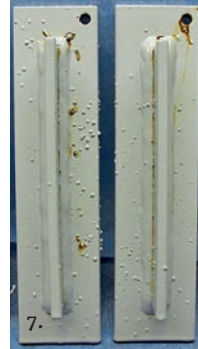
3.



4.



6.



7.



9.



10.

Kuva 2: Ponsse Oyj suihkupuhdistettuja vertailulevyjä.

Kuva 3: HAMK maalattuja vertailulevyjä ennen suolasumutestiä.

Kuva 4: HAMK vertailulevyt suolasumukaappitettin jälkeen.

Kuva 5: Ponsse Oyj suihkupuhdistettuja hitsausroiskelevyjä.

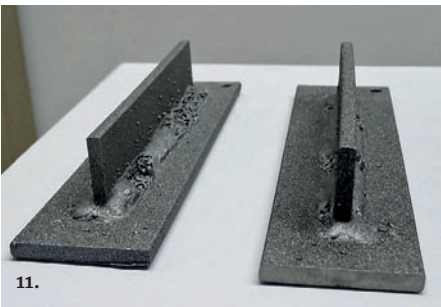
Kuva 6: HAMK maalattuja hitsausroiskelevyjä ennen suolasumutestiä.

Kuva 7: HAMK hitsausroiskelevyjä suolasumukaappitettin jälkeen.

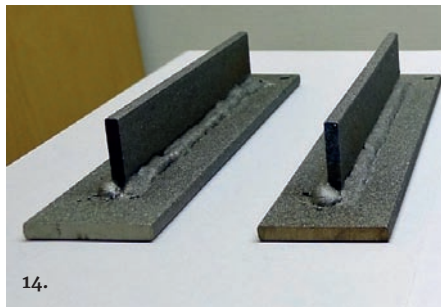
Kuva 8: Ponsse Oyj suihkupuhdistettuja langanpätäkälevyjä.

Kuva 9: HAMK maalattuja langanpätäkälevyjä.

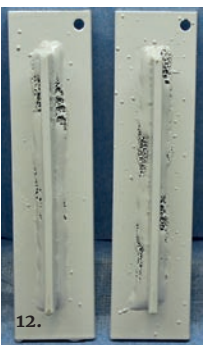
Kuva 10: HAMK langanpätäkälevyjä suolasumukaappitettin jälkeen.



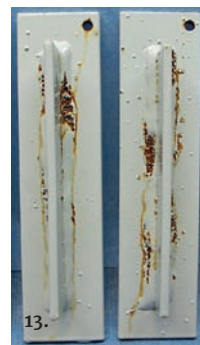
11.



14.



12.



13.



15.



16.

Kuva 11: Ponsse Oyj suihkupuhdistettuja huokoslevyjä.

Kuva 12: HAMK maalattuja huokoslevyjä ennen testiä.

Kuva 13: HAMK huokoslevyjä testin jälkeen.

Kuva 14: Ponsse Oyj suihkupuhdistettuja reunahaavalevyjä.

Kuva 15: HAMK maalattuja reunahaavalevyjä ennen testiä.

Kuva 16: HAMK reunahaavalevyjä suolasumutettin jälkeen.

Valokuvat: Ponsse Oyj, HAMK



Polyureapinnoittaminen on uudessa nousussa

Polyureateknologia soveltuu kohteisiin, joissa tarvitaan erittäin tehokasta korroosionestoa, mekaanista suojaa tai täydellistä vedeneristystä. Polyurean tyypillisiä käyttökohteita ovat lattiat, katot, teräsrakenteet, putket, varoaltaat, koneet, kuljetuskalustot, betonirakenteet ja uima-altaat.

1.

Polyurea on teknologia, jossa kahden reaktiivisen komponentin ominaisuuksia säätämällä saavutetaan nopeasti kovettuva, äärimmäisiä olosuhteita kestävä pinnoite, jonka kovettuminen tapahtuu sekunneissa. Lujutensa ja joustavuutensa ansiosta polyurea kestävä kovaa kulutusta ja äärimmäisiä mekaanisia rasituksia. Saumaton, vedenkestävä maalikalvo tekee pinnoitteesta vertaansa vailla olevan vedeneristeen. Polyurean ruiskutusta varten tarvitaan erityinen kaksikomponenttilaitteisto, joka lämmittää pinnoitteen noin 80 °C:n lämpötilaan.

Prosessiteollisuuden pintakäsittelyn moniosaaja

Polyurean käyttöönoton jälkeen kokkolalaisella Kotek Factory Service Oy:lla on riittänyt urakoita ja yritystoiminta on lähtenyt uuteen voimakkaaseen kasvuun.

”Vaikka polyurea on teknologiana ollut markkinoilla jo kauan, niin vasta kun vahva kotimainen Teknos lähti mukaan, tilanne muuttui täysin. Polyurean toimitusvarmuus on parantunut huomattavasti. Nopeiden toimitusten ansiosta voimme tehdä ns. täsmäostoksia eikä pinnoitetta tarvitse ostaa varmuuden vuoksi varastoon”, sanoo Ko-

tek Factory Service Oy:n toimitusjohtaja Pasi Koskinen.

”Prosessitilat ovat haastavia ja siitä syystä kiinnostavia, niissä on paljon muutakin kuin pinnoittamista. Teemme kaiken itse pohjatöistä, hiekkapuhalluksista, tasoituksista ja asennuksista lähtien”, Koskinen kertoo.

Nopeaakin nopeampi

Lännen Pinnoitetyö Oy on polyureapinnoittamisen asiantuntija ja uranuurtaja, jolle on ehtinyt kertyä paljon kokemusta polyureasta.

”Vedeneristyshommissa polyurea on ehdoton, koska sillä saa aikaan saumattonta pintaa ja pinnoitettu kohde voidaan ottaa nopeasti käyttöön. Tämä on esimerkiksi pihakansien ja huopakattojen pinnoittamisessa suuri etu”, Lännen Pinnoitetyön myynnistä ja hallinnosta vastaava Ville Pihlava sanoo.

Aina ei ole aikaa odotella maalin tai pinnoitteen kuivumista. Viking Linen ajoramppi jouduttiin ottamaan käyttöön jo kahdeksan tunnin kuluttua polyurean ruiskuttamisesta. Teknoksen valmistaman TEKNOPUR 300 elastomeeripinnoitteen geeliytymisaika on vain 4 sekuntia ja se on ylikäveltävissä jo noin 40 sekunnin kuluttua ruiskuttamisesta.



Kuva 1: Polyurealla saadaan aikaan saumattonta pintaa ja kohde voidaan ottaa nopeasti käyttöön, mikä on suuri etu esimerkiksi pihakansien pinnoittamisessa.

Kuva 2: Prosessiteollisuuden n. 400–500 m² lattia-alaan ja 100 m² varoaltaiden pinnoittaminen valmistui ultranopealla polyurealla alle viikossa. Vastaavan neliömäärän pinnoittamiseen olisi mennyt normaalisti 4–5 päivää enemmän.

Kuva 3: Viking Linen ajoramppi jouduttiin ottamaan käyttöön jo kahdeksan tunnin kuluttua polyurean ruiskuttamisesta.

Valokuvat: Lännen Pinnoitetyö, Kotek Factory Service ja Teknos

Täysin kovettunut maalikalvo on noin vuorokauden kuluttua.

”Pinnoitteen ruiskuttamista edeltäneenä päivänä hiekkapuhalsimme rampin. Kun laiva lähti seuraavana aamuna satamasta, pohjalakkasimme rampin TEKNOPUR SEALER 100 polyuretaanilakalla ja ruiskutimme pintaan 10 mm TEKNOPUR 300 elastomeeripinnoitetta”, Pihlava kertoo.

”Rampin päässä näkyviä pieniä jälkiä lukuun ottamatta pinnoitteessa ei ollut mitään jälkiä, vaikka sen päältä ajettiin heti samana päivänä. En ole kuullut, että autojen aiheuttamista kolinastakaan olisi tullut enää valituksia”, Pihlava iloitsee.

Hyvänkin tuotteen maineen voi kuitenkin pilata tekemällä työn huonosti. ”Huonosti tehty työ vie vakuuttavuutta myös tuotteelta. Työ kannattaa siis tehdä kerralla oikein”, Pihlava tähdentää.

Onnistuneen pinnoitusurakan resepti kuulostaa melko yksinkertaiselta; hyvä ja toimiva tuote osaavien ja ammattitaitoisten pintakäsittelijöiden käsissä.

Teksti: Merja Jakobsson



YM ohjeet teräsrakenteiden pintakäsittelyn kannalta

Ympäristöministeriö (YM) teki mittavan säännösuudistuksen rakenteiden lujuuden ja vakauden osalta saattamalla voimaan joukon asetuksia ja julkaisemalla samassa yhteydessä 1.1.2017 uusia ohjeita. YM antoi asetuksilla vaatimuksia suunnitteluperusteista, kuormista ja geotekniseen suunnitteluun yleisiä sääntöjä. Tämä uudistus ohjaa suunnittelua yhä enemmän Eurocode-pohjaiseen suunnitteluun vaikkakin muiden suunnittelujärjestelmien käyttö on kuitenkin vielä mahdollista. Rakennustoimeen ryhtyvän on luonnollisesti huolehdittava, että rakennukset ja rakenteet suunnitellaan ja rakennetaan niin että ne ovat ”lujia ja vakaita” ja että ne kestävät suunnitellun käyttöiän – kun rakennetta pidetään kunnossa asianmukaisesti.

Mitä tämä tarkoittaa pintakäsittelyn osalta? Nämä uusitut asetukset ja ohjeet muodostavat yhdessä hyväksytyt kokonaisuuden suunnitella ja toteuttaa teräsrakenteiden pintakäsittelyjä. Ensinnäkin suunnittelijan on pystyttävä osoittamaan, että asetusten vaatimukset täyttyvät. Ja toiseksi noudattamalla YM:n ohjeita voidaan tulkita

aggressiivisiä olosuhteita (M = meri-ilma, I = teollisuusilma).

YM:n ohjeissa on ohjeistettu kylmämuovattujen rakenteiden suunnittelun osalta sopivia pintakäsittelyjä ilmastorasitusluokissa C2, C3, C4 ja C5 eli suositeltavia minimiarvoja. Nämä on annettu Teräsrakenteet 2017 ohjeiden kohdassa suunnittelustandardiin SFS-EN 1993-1-3 liittyvinä ristiriidattomina lisäohjeina (NCCI ohjeina) taulukossa 1 sivulla 34. Ohjeet koskevat kylmämuovattuja teräsrakenteita kuten teräspeltikatkoja.

Taulukossa 1 sana maalipinnoitettu tarkoittaa jatkuvatoimisella teollisella maalauslinjalla tehtyä pinnoitusta. Sana maalaus tarkoittaa työmaalla tapahtuvaa maalausta. Lyhenne Z tarkoittaa jatkuvatoimisella linjalla tapahtuvaa kuumasinkitystä. Numero Z kirjaimen perässä tarkoittaa sinkityksen massaa grammoina neliöllä eli levyn kummatkin puolet yhteenlaskettuna.

Maalaus työmaalla edellyttää kemiallista esikäsitelyä, jolloin metallipinnoitetta vaurioittavaa mekaanista puhdistusta (esim. hiekkapuhallus) ei saa käyttää.

Mikä on rakennuksen omistajan rooli pintakäsittelyn osalta? Jotta rakenne säilyisi odotetun käyttöiän on sitä hoidettava, huollettava ja kunnossapidettävä. Huolletaanhan autojakin määrävällein. YM:n ohjeissa on annettu sivulla 33. aikasuosituksia em. toimenpiteiden aikaväleiksi. Hoito tarkoittaa määrävällein tapahtuvaa puhdistusta sekä esim. lehtien ja neulasten poistoa peltikatolta. Pintakäsittelyn tarkastuksen perusteella valitaan sitten mahdolliset huolto- tai kunnossapitotoimenpiteet. Huolto tarkoittaa esim. paikkamaalausta. Kunnossapitotoimenpide voi olla tietyn ajan jälkeen katon vaihto, mikä voi tulla kyseeseen myös esteettisistä syistä. Näillä toimenpiteillä on tavoitteena teräskaton tapauksessa ylläpitää katon moitteeton toiminta koko odotetun suunnitellun käyttöiän ja mahdollista ikävilta vesivahingoilta välttyminen. Yleensä esteettinen haitta näkyvä käyttäjälle aiemmin, kuin tekninen haitta eli esim. korroosion aiheuttamat tiiveysongelmat.

TRY Pintakäsittelyjaoston puolesta
Veikko Numminen, TRY ry



tarkoittavan, että rakentamisessa noudatetaan ”hyvää rakentamistapaa” kuten MRL:n vaatimuksissa kehoitetaan toimimaan.

Pintakäsittelyyn liittyen on ”suunniteltu käyttöikä” ja oletetut ”ilmastorasitukset” kaksi olennaista tekijää, jotka yhdessä vaikuttavat suunnitteluvaiheessa sopivan pintakäsittelyn valintaan. Rakennuksien tyyppilinen suunniteltu käyttöikä on 50 v ja YM:n ohjeissa mainitaan, että esim. ”arvorakennuksilla” suunniteltu käyttöikä on tyyppillisesti 100 v. Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi toki muutakin suunniteltua käyttöikää vaatia esim. 70 vuotta.

Ilmastorasitusten arvioinnissa käytetään standardin SFS-EN ISO 12944-2, kohdassa 5.1.1, ympäristöarastusluokkia, jotka on luokiteltu kuuteen eri luokkaan: C1, C2, C3, C4, C5(I), C5 (M), missä C1 tarkoittaa vaatimatonta ilmastorasitusluokkaa eli lämmitettyä puhdasta sisätilaa ja C5 taas erittäin

Kuva 1: Arvorakennuksen katto voi olla osa näkyvää julkisivua.

Taulukko 1: Ote YM:n ohjeista, Teräsrakenteet 2017.

Taulukko 1. Teräslävyjen korroosiosuojauksen valinta.

Ilmastorasitusluokka, SFS-EN ISO 12944-2	Korroosiosuojaus
C2	Z350 ¹⁾ tai maalipinnoitettu ²⁾ Z275 ¹⁾
C3	Z350 ¹⁾ + maalaus ³⁾ tai maalipinnoitettu ²⁾ Z275 ¹⁾
C4	Z350 ¹⁾ + maalaus ³⁾ tai maalipinnoitettu ²⁾ Z275 ¹⁾
C5	Valitaan tapauskohtaisesti

1) Jatkuvatoimisesti linjalla kuumasinkitty levy (EN 10346), sinkin nimellispaksuudet: Z275 = 20 µm / puoli ja Z350 = 25 µm / puoli tai korroosionkestävyydeltään edellisiä vastaava metallipinnoite, kuten esimerkiksi ZA- tai AZ -pinnoite, jos se on paksuudeltaan Z-pinnoitetta vastaava (Z275=20 µm, ZA25=20 µm, AZ150= 20 µm).

2) Jatkuvatoimisesti linjalla pinnoitettu korroosionestopohjamaalin sisältävä orgaaninen maalipinnoite (EN 10169): polyesteri-, polyuretaani- tai PVDF-pinnoite, jonka paksuus on vähintään 25 µm tai korroosion kestävyydeltään edellisiä vastaava maalipinnoite.

3) Maalaus työmaalla edellyttää metallipinnoitteen kemiallista esikäsitelyä. Metallipinnoitetta vaurioittavaa mekaanista puhdistuskäsittelyä ei saa käyttää.

- Ilmastorasitusluokassa C2 jatkuvatoimisesti kuumasinkityn (Z350) levyn maalaus ei ole välttämätöntä. Mikäli levy maalataan, suojauksen odotettavissa oleva huoltotoimenpiteiden väli on 5-10 vuotta, kun maalauksen kokonaiskalvonpaksuus on yleensä vähintään 40 µm ja 10-20 vuotta, kun maalauksen kokonaiskalvonpaksuus on yleensä vähintään 80 µm.

- Ilmastorasitusluokassa C3 maalauksen kokonaiskalvonpaksuus on vastaavasti yleensä vähintään 80/120 µm.

- Ilmastorasitusluokassa C4 maalauksen kokonaiskalvonpaksuus on vastaavasti yleensä vähintään 120/160 µm.

Toteutusertelmässä esitetään korroosionestomaalaustyölle asetettavat vaatimukset. Maalaustyöissä noudatetaan ko. maalausyhdistelmiä koskevia ohjeita sekä maalaustyön yleisiä laatuvaatimuksia.

4) Jatkuvatoimisesti linjalla pinnoitettu korroosionestopohjamaalin sisältävä orgaaninen maalipinnoite (EN 10169): polyesteri-, polyuretaani- tai PVDF-pinnoite, jonka paksuus on vähintään 35 µm tai korroosionkestävyydeltään edellisiä vastaava maalipinnoite.

Huom 1.

Käytettäessä muita pinnoitetyyppejä ja/tai -paksuuksia niiden korroosionkestävyys selvitetään tapauskohtaisesti.

Huom 2.

Kemikaalirastitusta (etenkin syövyttäviä kemikaaleja) sisältävissä olosuhteissa korroosiosuojauksen valinta ja riittävyys selvitetään tapauskohtaisesti.

Korroosioesto- maalauksen maalauslaitteistot



1.

Yleiset pinnoitus/maalauksen menetelmät

Pinnoite levitetään yleensä pinnoitettavalle pinnalle eri pinnoitusmenetelmin ja maalauslaittein. Ruiskumaalaus, sively, telaus, kastomaalaus, valelu- ja valukone- sekä valssimaalaus ovat tavallisimmat pinnoitusmenetelmät. Pinnoitusmenetelmän valinnassa otetaan huomioon mm.

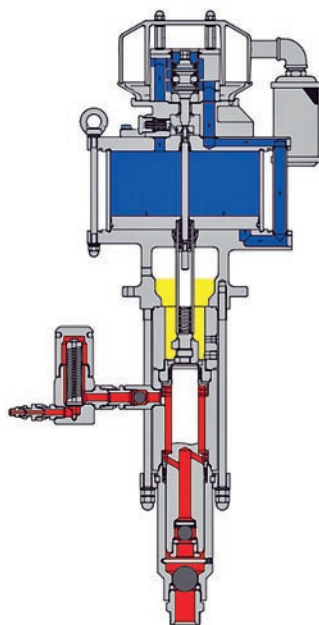
- pinnoituspaikka
- pinnoitettavien kohteiden muoto, koko, lukumäärä sekä tuotannon rytmi
- pinnoitetyyppi
- värisävyjen lukumäärä
- turvallisuus- ja ympäristötekijät
- pinnoitusvälineiden yhteensopivuus käytettävien pinnoitteiden kanssa

Sivellinpinnoitus

Sivellinmaalauksen etuna on maalin hyvä tunkeutuminen maalattavan pinnan huokosiin sekä maalin levitettävyyden lisäksi ruiskumaalauksella saavuttamattomiin tai huonosti saavutettaviin paikkoihin. Sivellinmaalauksen on kuitenkin hidasta ja suhteellisen kallista. Kalvonpaksuus yksistään siveltimellä maalattaessa jää aina todennäköisesti ohuemaksi kuin vaaditaan. Sivellinmaalauksessa käytetään usein vahvistamaan/paikkaamaan ruiskumaalauksella tehtyä maalaamista paikoissa ja alueissa, joihin ei ruiskumaalaus-teknisistä syistä saada varmuudella riittävästi maalikalvoa.

Telamaalaus

Telamaalauksessa käytetään joskus korroosionestomaalauksessa sivelyn asemesta, koska se on edellistä nopeampi työtapa. Telalla maali applikoidaan käsiteltävälle pinnalle eikä hierota kuten sivellinmaalauksessa. Telalla on vaikea päästä riittävän tasaiseen ja yleensä vaadittavaan kalvonpaksuuteen. Tella on myös korroosionestomaalauksissa avustava maalausväline esimerkiksi pintamaaleja levitettäessä. Telamaalauksista ei suositella



2.

käytettäväksi pohjamaalauksen maalustavan aiheuttamien maalikalvon ilmakuupien vuoksi.

Ruiskumaalaus

Ruiskumaalaus on nykyään eniten käytössä oleva suurten pintojen maalauksen menetelmä. Vaihteleviin käyttötarpeisiin on kehitetty erilaisia ruiskutyyppisiä, joka valitaan maalattavan kohteen ja käytettävän maalauksen järjestelmän mukaan.

Hajotusilmaruisku

Sivuilmali eli hajotusilmaruiskua käytetään runsaasti esim. automaalauksessa ja pienempien kappaleiden pintamaalauksessa. Maalattavalla saavutettava maalauksen jälki on erittäin hyvä mutta kalvonpaksuudet usein riittämättömiä raskaampaan korroosionestomaalaukseen.

Ilmaton eli korkeapainaruisku

Ilmaton ruiskutus on eniten käytetty maalien levitysmenetelmä korroosionestomaalauksessa. Tärkeimpiä ilmaton ruiskun etuja ovat, että se soveltuu useimmille maaleille, siinä on suuri kapasiteetti, pieni maalinhennustarve, sillä pystytään saavuttamaan suuri kuivakalvonpaksuus ja se synnyttää maalattaessa vähän maaliumua. Haittapuolista voidaan mainita, että maalattaessa syntyy suuri letkupaine (yleensä 150–400 bar), menetelmä ei yleisesti sovi pienten maalimäärien levitykseen sekä maalipinnan ulkonäkö ei ole aina yhtä hyvä kuin hajotusilmaruiskua käytettäessä.

Fiksua maalaamista

Maaliteknologioiden muutokset vaativat älykkäämpiä ja kehittyneempiä maalauslaitteita nykyaikaiseen korroosionestomaalaukseen teräsrakenteissa.

Maalien kehittyminen nopeammiksi ja korkeamman kuiva-ainetta sisältäviksi tuotteiksi, vaativat myös osaltaan maalauslaitteistoilta enemmän. Maalien kehittyminen korkean ja erittäin korkean kiintoaineen tuotteiksi, jotka vaihtelevat jopa 80: sta 100: aan prosenttia kiintoaineita ja joilla on usein erittäin lyhyt käyttöaika (pot-life) - joskus minuutteja tai jopa sekunteja.

Pinnoitteiden kehitys ajaa vaihtamaan laitteita

Pinnoitteiden kehittyessä, myös käytettävien maalauslaitteiden on kehityttävä. Korkeapainemaalauslaitteiden (kuva 2) tarkoitus on käsitellä ja tuottaa maalarille yhtenäisen sekä tehokas materiaalivirta maalauksen suorittamiseen. Niin yksi- kuin kaksi-komponenttimaalauslaitteiden on nykyään pysyttävä siirtämään korkeamman viskositeetin maaleja. Uusien suurempi viskositeettisten maalien ja niihin liittyvien painehäviöiden haasteet toteutetaan eri tavoin. Tyypillisesti käytetään korkeampia käyttöpaineita ja lämmitysjärjestelmiä alentamaan maalin viskositeettia ilman liuottimien lisäämistä. Tällä hetkellä pinnoitteissa käytetään kahta laitevalikoimaa – yksikomponenttiset maalausjärjestelmät ja kaksikomponenttiset maalausjärjestelmät.

Yksikomponenttiset järjestelmät

Yksikomponenttijärjestelmiä (1K) käytetään tyypillisesti kahden tyyppisten maalien levittämiseen (kuva 3). Ensinnäkin niitä voidaan käyttää pinnoitteisiin, jotka eivät koostu useammasta kuin yhdestä komponentista. Toiseksi niitä voidaan käyttää pinnoitteisiin jotka koostuvat kahdesta komponentista (ns. 2K) ja joiden käyttöaika sekä reaktioaika sekoitettuna on riittävän hidat, jotta ne voidaan ruiskuttaa ennen käyttöajan ylittymistä.

Tämän jälkeen järjestelmä voidaan puhdistaa asianmukaisella puhdistusaineella, liuottimella tai vedellä. Näitä järjestelmiä voidaan myös muokata tiettyjen sovellusvaatimusten täyttämiseksi. Tällaisiin muunnelmiin voi sisältyä syöttösuppilo tai säiliö joka syöttää maalia pumpun nesteosaan, jos se on liian korkea viskoosista. Lisäksi, pumpu voidaan asentaa hissiin tai ram-tyyliseen kehykseen, jolla sen nesteosa voidaan laskea esimerkiksi maaliastian maalin pumppaamisen helpottamiseksi. Lisäksi nämä järjestelmät voidaan toimittaa maalin virtauslämmittimellä, joka laskee maalin viskositeettia tehokkaamman ja paremman maalin levittämisen tukemiseksi.

Kaksikomponenttiset järjestelmät

Kaksikomponenttiset (2K) ruiskutuslaitteistot ovat laitteistoja jotka on kehitetty useampien kuin yksikomponenttisiä pinnoitteita varten. Ruiskutuslaitteistossa pinnoitteiden eri komponentit sekoitetaan oikeassa



3.

seossuhteessa ja automaattisesti pinnoitusta varten ruiskutuslaitteiston avulla. Kaksikomponenttisiä ruiskutuslaitteistoja käytetään pinnoitettaessa erittäin korkeita ja jopa 100-prosenttisesti kiintoainetta sisältäviä pinnoitteita joiden käyttöaika (pot-life) ja reaktioaika on erittäin lyhyt sekä jotka eivät salli käyttöä yksikomponenttisissä järjestelmissä.

Nämä järjestelmät on suunniteltu siirtämään kaksikomponenttisiä materiaaleja erikseen sekoitinasemaan. Tässä vaiheessa nämä kaksi materiaalia yhdistetään ja sekoitetaan sekä sen jälkeen toimitetaan ruiskutuslaitteelle. Tämän järjestelmän lisäetuna on se, että näitä kahta materiaalia sekoitetaan mahdollisimman lähellä ruiskutuspuolella, tämä vähentää käytettävän materiaalin hukkaa ja pinnoituksen jälkeen laitteiston puhdistettavaan osaan käytettävän pesuliuottimen kulutusta. Kaksikomponenttiset ruiskutuslaitteistot koostuvat useista eri kokoonpanoista. On olemassa kolme perusmuotoiluvaihtoehtoa; kiinteä seossuhde, muuttuvasuhteinen mekaaninen annostelu ja elektronisesti ohjattu annostelu (kuva 4).

Kiinteä suhde-annostelu on ruiskutuslaitteiston kokoonpano, joka pystyy tuottamaan pinnoitetta vain tietyssä komponenttisuhteessa, kuten 1: 1 tai 2: 1. Nämä järjestelmät voidaan konfiguroida saavuttamaan eri seossuhteet muuttamalla pumpun nesteosaa.

Muuttuvasuhteinen mekaaninen annostelu on järjestelmä, joka on konfiguroitu tuottamaan laitteen seossuhdealueen pinnoitetta mekaanisesti lukitsemalla nesteosa valittuun asentoon. Myöhemmin pinnoitteen seossuhdetta voidaan muuttaa avaamalla nesteosan lukitus ja siirtämällä se toiseen asentoon. Seossuhteen ollessa ulkona laitteen nesteosien saavuttamasta seossuhteesta, joudutaan laitteeseen vaihtamaan sopivat nesteosat.

Elektronisella muuttuvan seossuhteen laitteistolla on mahdollista saavuttaa eri seossuhteet muuttamalla laitteen asetuksia elektronisesta ohjauspaneelistä, joka muut-



4.

taa järjestelmän annostelutoimintoja.

Kaksikomponenttisiin ruiskutuslaitteistoihin voidaan lisätä komponentteja, mikäli esimerkiksi pinnoitteen eri komponentit ovat varastoituna erillisessä varastossa jossa voidaan mahdollisesti hallita komponenttien lämpötiloja, ympäristövaatimuksia tai erillistä lämmitystarvetta viskositeetin alentamisen komponenttien siirron, sekoituksen tai ruiskutuksen vuoksi.

Saatavilla on monia erilaisia laitekonfiguraatioita kunkin sovelluksen vaatimusten mukaisesti. Kaksikomponenttisten järjestelmien oikean ja kuhunkin sovellukseen sopivan konfiguraation löytämiseksi on hyvä olla yhteydessä materiaalien ja ruiskutuslaitteistojen toimittajiin. Tällöin pystytään varmistamaan pinnoitusprosessin sopivan järjestelmän saanti. Kuvassa 1 on esitetty korroosionestomaalauksen suorittamista.

Kirjoittanut TRY:n Pintakäsittelyjaoston puolesta Jukka Lähde FSP Finnish Steel Painting Oy

Kuva 1: Korroosionestomaalauksista

Kuva 2: Korkeapainepinnoituslaitteiden rakennekuva

Kuva 3: Yksikomponenttinen ruiskutusjärjestelmä pneumaattisella hissillä jolla maali voidaan ”prässätä” pumpun nesteosaan.

Kuva 4: Elektroninen kaksikomponenttinen ruiskutuslaitteisto

Valokuvat: WIWA Wilhelm Wagner GmbH & Co. KG / SerSale Oy

Kasviöljyä kattopeltiin – biopohjaiset maalipinnoitteet teräsohutlevyissä

Kuvat 1 ja 2: GreenCoat®-teräsohutlevyjen valmistuksessa yksi olennaisin osa maalia, liuotin, on vaihdettu fossiilisesta tuotteesta seokseen, jossa merkittävä osa on kasviöljyä.

1.

Biopohjaiset raaka-aineet teollisuusmaaleissa

Vielä 1900-luvun alussa kaikki maalit olivat 100-prosenttisesti biopohjaisia, luonnonöljymaaleja kuivuen ilman hapen vaikutuksesta. Aina 1950-luvulta lähtien maaleissa on käytetty myös petrokemian teollisuuden sivutuotteita. Tällöin alettiin mm. valmistaa teollisuuteen lämmön avulla kuivattavia maaleja, jotka perustuvat fossiilisiin öljyihin.

Ympäristötietoisuuden lisääntyessä ja vihreiden arvojen korostuessa biopohjaiset raaka-aineet tulevat korvaamaan myös maaleissa yhä enemmän perinteisiä petrokemian teollisuudessa syntyviä fossiilisia raaka-aineita. Ympäristöystävällisyyden lisäämiseksi tavoitteena onkin palata takaisin biopohjaisiin raaka-aineisiin, jotka soveltuvat käytettäviksi myös teollisuusmaaleissa. Ratkaisut tarjoavat samalla tuotteelle erinomaisen kestävyuden ja käytettävyyden. Esimerkiksi maalatun teräsohutlevyn tärkeimmät käyttöominaisuudet liittyvät korroosion ja ultraviolettiasteilyn keston sekä muovauksen ja mekaanisen kulumisen keston.

SSAB:n GreenCoat®-pinnoitteen valmistus

SSAB:n valmiiksi maalattujen GreenCoat®-teräsohutlevyjen valmistuksessa yksi olennaisin osa maalia, liuotin, on vaihdettu fossiilisesta tuotteesta seokseen, jossa merkittävä osa on kasviöljyä.

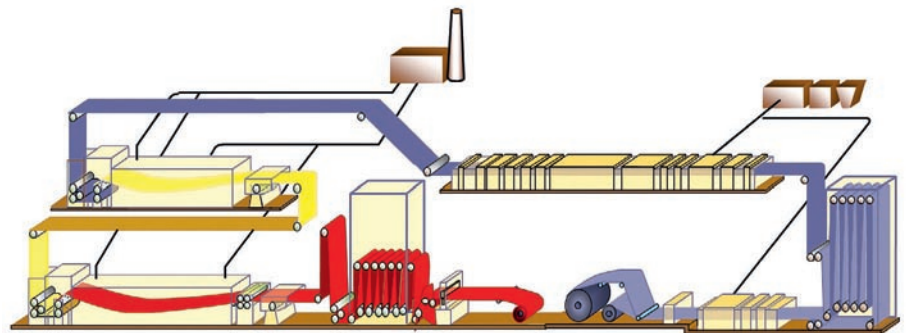
Ennen maalipinnoituslinjaa ohutlevyteräs kuumasinkitään jatkuvatoimisella linjalla. Maalipinnoituslinjalla teräsnauha esikäsitelyvaiheiden jälkeen pohjamaalataan molemmilta puolilta ja leimataan GreenCoat®-tuotteeksi. Pohjamaalin kuivaamisen jälkeen teloilla levitetään yläpuolelle pintamaali ja alapuolelle taustamaali.

Nämä kerrokset kuivataan kymmenien metrien mittaisissa uuneissa yli 300 °C lämpötilassa. Tämän noin puoli minuuttia kestävä vaiheen aikana merkittävä osa reaktiivisesta kasviöljystä jää maalikerrokseen muodostaen osan pinnoitteesta. Reaktiivisen

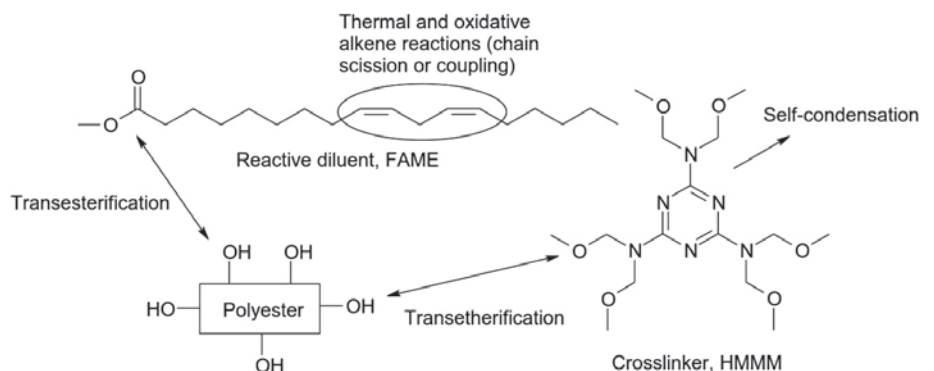


Kuva 3: Periaatekuva SSAB:n Hämeenlinnan maalipinnoituslinjasta.

Kuva 4: GreenCoat®-pinnoitteen kemiallinen muodostuminen.



3.



4.

kasviöljyn lisääminen vähentää fossiilisen raaka-aineen käyttöä prosessissa, samalla pienentäen siitä johtuvia kasviuonekaasupäästöjä. Muutoksella on siis myönteinen vaikutus ympäristöön, mikä on onnistuttu toteuttamaan niin, että lopputuote ei missään suhteessa ole teknisiltä ominaisuuksiltaan aikaisempaa huonompi. Osoituksena tästä SSAB on mm. nostanut GreenCoat Pural BT-tuotteen pinnoitetakuun 25 vuoteen.

Valmiissa tuotteessa on pintapuolella 25 – 50 mikrometrin kerros maalipinnoitetta ja rakentamisen tuotteissa useimmiten vähintään 275 grammaa sinkkiä neliometrillä. Itse teräslevy on sovelluksesta riippuen paksuudeltaan 0,5 – 1,5 millimetriä.



GreenCoat®-pinnoitteen kemiallinen muodostuminen

Maalissa kasviöljypohjainen rasvahapon metyyliesteri, toimii reaktiivisena ohentimena, alentaen maalin viskositeettia ja varmistaen maalin optimaalisen reologian. Lämpökui-vauksessa reaktiivinen ohennin, rasvahapon metyyliesteri (FAME), reagoi maalin side-aineen, funktionaalaisia hydroksyyliiryhmiä sisältävän polyesterin kanssa. Sideaine kokonaisuus kovetetaan ristisilloittajan, esim. HMMM kanssa. Uusi kasviöljypohjainen ohennin on siis reaktiivinen eli se muodostaa maalin kuivuessa pysyviä yhdisteitä maalin muiden komponenttien kanssa. Merkittävä osa kasviöljystä jää reaktioiden kautta osaksi

maalikerrosta, muodostaen kestävä pinnoitteen.

Perinteisistä fossiilisista öljyistä valmistettu liuotin haihtuu maalin kuivuessa täysin. Tällöin haihtunut osuus kerätään talteen ja poltetaan maalipinnoituslinjan polttolaitoksella. Yhdellä litralla kasviöljypohjaista maalia voidaan siis maalata enemmän teräseliöitä, mikä vähentää myös maalin käyttömäärää.

GreenCoat®-pinnoitteet nyt ja tulevaisuudessa

Idea kasviöljyjen käyttämisestä on SSAB:lla ollut vireillä vuosituhannen alusta alkaen. Ensimmäisiä tuotteita lanseerattiin 2012, ja

nyt on meneillään kasviöljyjen soveltaminen Suomessa valmistettavissa kattotuotteissa.

SSAB:n tuotekehityksessä GreenCoat®-maalipinnoitteita on testattu erittäin monipuolisesti, ja esimerkiksi muovatun pinnoitteen olosuhteiden, kuten kosteuden- ja lämpötilankestävyyttä on parannettu entisestään UV-, korrosio- ja muovattavuuskokeista saatujen tulosten pohjalta. Yhtiö on kehittänyt kasviöljyteknikkaa yhteistyössä tutkimuslaitosten ja maalien valmistajien kanssa, mutta uutuuteen liittyvät patentit ovat SSAB:n omassa hallussa. Tällä hetkellä biokomponentti valmistetaan ruotsalaisesta rapsiöljystä ja muidenkin kasviöljyjen käyttöä tutkitaan. Esimerkiksi puupohjaiset öljyt voisivat tulla kysymykseen.

Materiaalin valmistuksen ympäristövaikutukset kiinnostavat kattoprofiilien valmistajia, loppukäyttäjiä ja arkkitehtejä yhä enemmän. Tällä hetkellä SSAB:n tuoteohjelmassa on useita eri nimellä myytäviä maalipinnoitettuja tuotteita, joista noin puolessa käytetään rapsiöljypohjaista ohenninta. Maalipinnoitteiden määrä, joissa hyödynnetään biopohjaista teknologiaa todennäköisesti kasvaa vielä lähivuosina.

Tulevaisuuden kehityssuunta on lisätä edelleen kasviöljypohjaisten komponenttien osuutta maalissa. Tällä hetkellä GreenCoat®-maalipinnoitteet sisältävät jo nyt merkittävän määrän kasviöljypohjaista komponenttia ja tulevaisuudessa biopohjaisen raaka-aineen määrä on tarkoitus kolminkertaistaa menettämättä tuotteen käytettävyyteen ja pitkäaikaiskestävyyteen liittyviä erinomaisia ominaisuuksia. SSAB:n pitkäjähtäimen tavoitteena onkin täysin fossiilivapaat maalipinnoitteet.

TRY:n Pintakäsittelyjaoston puolesta
Asmo Nieminen, SSAB Europe Oy



Kuvat 5 ja 6: Pinnoitteiden pitkäaikaiskestävyyden testausta SSAB:n tuotekehityslaboratorion suolasuomukaapissa sekä Ruotsin Bohus Malmön ulkotestaustestikentällä.

Kuva 7: GreenCoat®-pinnoitetusta teräsohutellevyistä valmistettuja teräskatteita Porin asuntomessuilla kesällä 2018.

Valokuvat: SSAB

Kuvat 5 ja 6: Pinnoitteiden pitkäaikaiskestävyyden testausta SSAB:n tuotekehityslaboratorion suolasuomukaapissa sekä Ruotsin Bohus Malmön ulkotestaustestikentällä.

Kuva 7: GreenCoat®-pinnoitetusta teräsohutellevyistä valmistettuja teräskatteita Porin asuntomessuilla kesällä 2018.

Valokuvat: SSAB

ISO 12944 (2018) standardin päivitykset

ISO 12944 standardi; Maalit ja lakat – teräs-rakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä, julkaistiin ensimmäisen kerran v. 1998. Tällöin se koostui kahdeksasta osasta. Myöhemmin v. 2008 päivitettiin osaa 5. Vuonna 2017–2018 päivitettiin standardia laajemmin sekä siihen lisättiin osaa 9. Seuraavassa on käyty läpi pääasialliset muutokset standardin eri osissa.

ISO 12944-1

Kestävyysluokkien muutokset. Uutena luokkana VH (very high).

alhainen	Lo	-7v	(aiemmin 2–5v)
kohtalainen	M	7–15v	(aiemmin 5–15v)
korkea	H	15–25v	(aiemmin yli 15v)
hyvin korkea	VH	yli 25v	(-)

ISO 12944-2

Uudet rasisitusluokat CX (extreme, lähinnä offshore), Im2 meri- tai murtovesiupotukseen ilman katodista suojaa sekä Im4 katodisen suojauksen kanssa.

C5-I ja C5-M on yhdistetty uudessa päivityksessä C5:ksi. Offshore-tyyppinen ympäristö, joka sisältyi ennen C5-M:ään, sisältyy nyt uuteen rasisitusluokkaan CX.

ISO 12944-5

Maalityyppien luettelo:

- Kloorikautsu- (CR) ja Vinyylidikloridimaali (PVC) poistuneet

- Uudet: Polyaspartic (PAS) ja Polysiloksaani (PS), Fluoropolymeeri (FEVE)

Uusia maalausjärjestelmiä uusiin kestävyys- ja rasisitusluokkiin. Joitakin 1-kerrosmaalijärjestelmiä (DTM = direct-to-metal) alhaisiin ilmastorasitusluokkiin.

Kalvonpaksuuksia ja maalikerrosten lukumääriä muutettu.

Liite C (Tyyppillisten maalityyppien yleisominaisuudet) poistettu.

ISO 12944-6

Koestusmenetelmät pääosin samat kuin aiemmin eli neutraali suolasumutesti sekä kondenssitetesti. Rasisitusluokissa C4-VH ja C5-H uutena vaihtoehtona myös syklinen koestus (ISO 12944-9). Rasisitusluokassa C5-VH vaatimuksena vain pitkä syklinen koestus.

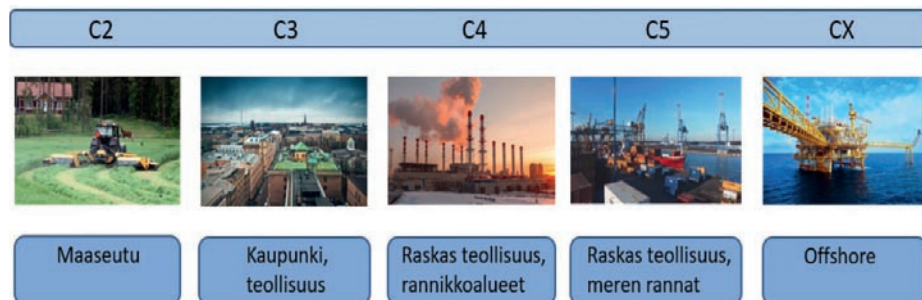
Testausvaatimukset yhtenäistettiin teräsalustalle, kuumasinkitylle alustalle sekä termisesti ruiskutetulle sinkkialustalle eli uutena vaatimuksena on, että sinkityille alustoille on samat testausvaatimukset kuin teräsalustalle.

ISO 12944-9

Kokonaan uusi osa. Kuvaa syklisen testin rasisitusluokkaan CX sekä C4-VH, C5-H ja C5-VH. Testi on standardin ISO 20340 mukainen ja tullee jatkossa korvaamaan tämän.

Testausaika esim rasisitusluokan CX testille on 4200h.

TRYn pintakäsittelyjaoston puolesta, Teknos/Kalevi Panka.



1.

Päivä 1	Päivä 2	Päivä 3	Päivä 4	Päivä 5	Päivä 6	Päivä 7
UV/Kondensaatiotesti - ISO 16474-3			Neutraali suolasumu - ISO 9227			Alhainen lämpötila (-20±2) °C

2.

Kuva 1: ISO 12944-2 mukaiset ilmastorasitusluokat.

Kuva 2: ISO 12944-9 mukaisen syklisen koestuksen eri vaiheet.

Teräsrakenne-lehden
pintakäsittelyartikkeleita
2011-2018

