

Ruostumattoman teräksen värjäys



Euro Inox

Euro Inox on eurooppalainen ruostumattoman teräksen markkinointia edistävä yhdistys.

Euro Inoxin jäseniin kuuluvat:

- Euroopan ruostumattoman teräksen tuottajat
- Kansalliset ruostumattoman teräksen kehitysyhdistykset
- Seosmetalliteollisuuden yhdistykset

Euro Inoxin ensisijaisena tavoitteena on tiedottaa ruostumattoman teräksen ainutlaatuisista ominaisuuksista ja edistää niiden käyttöä olemassa olevilla käyttöalueilla ja uusilla markkinoilla. Toteuttaakseen näitä tavoitteita Euro Inox järjestää konferensseja ja seminaareja sekä julkaisee ohjeistoja painetussa ja sähköisessä muodossa, mikä auttaa suunnittelijoiden, normin laatijoiden, valmistajien ja loppukäyttäjien tutustumista materiaaliin. Euro Inox tukee myös sekä teknistä kehitystyötä että markkinatutkimusta.

ISBN 978-2-87997-362-3

978-2-87997-360-9 Tšekinkielinen versio

978-2-87997-361-6 Hollanninkielinen versio

978-2-87997-359-3 Englanninkielinen versio

978-2-87997-363-0 Ranskankielinen versio

978-2-87997-364-7 Saksankielinen versio

978-2-87997-365-4 Italiankielinen versio

978-2-87997-366-1 Puolankielinen versio

978-2-87997-367-8 Espanjankielinen versio

978-2-87997-368-5 Ruotsinkielinen versio

978-2-87997-369-2 Turkinkielinen versio

Jäsenet

Acerinox

www.acerinox.com

Aperam

www.aperam.com

Outokumpu

www.outokumpu.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

www.acciaiterni.it

ThyssenKrupp Nirosta

www.nirosta.de

Liitännäisjäsenet

Acroni

www.acroni.si

British Stainless Steel Association (BSSA)

www.bssa.org.uk

Cedinox

www.cedinox.es

Centro Inox

www.centroinox.it

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

www.edelstahl-rostfrei.de

International Chromium Development Association (ICDA)

www.icdachromium.com

International Molybdenum Association (IMOA)

www.imoa.info

Nickel Institute

www.nickelinstitute.org

Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)

www.turkpasder.com

Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)

www.puds.pl

Swiss Inox

www.swissinox.ch

Ruostumattoman teräksen värjäys
Ensimmäinen painos 2011
(Materiaalit ja niiden käyttösovellukset julkaisusarja,
osa 16)
© Euro Inox 2011

Julkaisija

Euro Inox
Diamant Building, Bd. A. Reyers 80
1030 Bryssel, Belgia
Puhelin +32 2 706 82 65
Fax +32 2 706 82 69
E-Mail: info@euro-inox.org
Internet: www.euro-inox.org

Tekijä

Alenka Kosmač, Bryssel, (Belgia)

Käännös

Mikko Palosaari, Tornio (Suomi)

Kiitokset

Euro Inox haluaa kiittää Catherine Houskaa, TMR Pittsburgh, PA (USA), hänen panoksestaan ja kriittisestä käsikirjoituksen läpikäynnistä.

Kansikuvat

Steel Color S.p.a., Pescarolo Ed Uniti (Italia) (vasen)
Inox-Color GmbH, Walldürn (Saksa) (oikea alhaalla)

Vastuuvapauslauseke

Euro Inox on tehnyt kaikki toimenpiteet varmistaakseen, että tässä julkaisussa esitetty tieto on oikeaa. Kuitenkin lukijaa huomautetaan, että esitetty tieto on tarkoitettu vain yleiseksi informaatioksi. Euro Inox, sen jäsenet ja henkilökunta sekä konsultit pidättyvät kaikesta vastuuvollisuudesta tai vastuusta, joka johtuu tähän julkaisuun sisältyvän informaation käytön aiheuttamasta menetyksestä, vahingosta tai vauriosta

Sisältö

1	Johdanto	2
2	Sähkökemiallinen värjäys	3
2.1	Korroosionkestävyys	6
2.2	Vanheneminen valon ja sään vaikutuksesta	8
2.3	Sähkökemiallisesti värjätyyn ruostumattoman teräksen käyttökohteet	8
3	Pinnan mustaus	9
4	PVD pinnoitteet ja sputteroidut värit	10
5	Maalipinnoitus	12
6	Maalaus	14
7	Metalliset pinnoitteet	16
8	Värjätyyn tai pinnoitetun ruostumattoman teräksen puhdistaminen	17
8.1	Esipuhdistus	17
8.2	Määräaikaispuhdistus	17
8.3	Ilkivalta, onnettomuudet ja kunnostava puhdistaminen	18
9	Värjätyjen ruostumattomien terästuotteiden määrittely	19
10	Kirjallisuusviitteet	20

Tekijänoikeudet

Tähän julkaisuun sovelletaan tekijänoikeuslakien mukaisia sääntöjä. Euro Inox varaa kaikki oikeudet käännöksiin kaikille kielille, julkaisemiseen, kuvien käyttöön, esittelyihin sekä radio- ja televisiolähetyksiin. Mitään julkaisun osaa ei saa jälleen tuottaa, varastoida luettavassa muodossa, tai siirtää missään muodossa tai millään keinoin, sähköisesti, mekaanisesti, valokopioimalla, tallentamalla tai muilla menetelmillä ilman tekijän, Euro Inoxin (Luxemburg), lupaa. Rikkomukset voivat johtaa oikeuskäsittelyyn ja taloudelliseen vastuuseen sekä syytteesen panon Luxemburgin tekijänoikeuslain ja Euroopan Unionin lainsäädännön mukaisesti.

1 Johdanto

Ruostumatonta terästä valittaessa ei ole mitään syytä rajoittaa väri vaihtoehtoja ainostaan hopeaan, sillä laaja valikoima sekä läpikuultavia että läpinäkymättömiä pinnoitteita on saatavilla. Taustalla olevan pinnan tekstuuri voi jäädä näkyviin lisäen esteettistä vaikutelmaa. Ruostumattoman teräksen ylivertaisen korroosionkestävyyden ansiosta värjättyt ruostumattomat teräkset tarjoavat täydellisen ja kestäväen ratkaisun vaativiin käyttökohteisiin [1].



Ruostumattomat teräkset ovat ryhmä materiaaleja, joissa yhdistyvät erikoislaatuiset ominaisuudet. Materiaalin pinnalle muodostuu teräksessä olevan kromin ja ympäristön hapen reagoiessa korroosiolta suojaava passiivikerros. Kun valitaan ympäristöön soveltuva teräslaji, ei erillistä korroosionestopinnoitetta tarvita. Mikäli alkuperäinen pinta vahingoittuu naarmuuntumisen tai tarkoituksenmukaisen hiovan viimeistelyn vuoksi, palautuu passiivikerros automaattisesti hapen läsnä ollessa. Tässä julkaisussa käsitellään tapoja muokata tätä suojaavaa kerrosta kemiallisilla prosesseilla muodostaen metallisia värejä. Passiivikalvoa voidaan myös vahvistaa elektrolyysin avulla.

Passiivikerroksen paksuuden hallittu kasvattaminen aikaansaa valon taittumisilmiöitä, jotka havaitaan väreinä.

2 Sähkökemiallinen värjäys

On jo pitkään tunnettu että ruostumaton teräspinta voidaan värjätä käsittelemällä se kuumalla kromi- ja rikkihappoa sisältävällä liuoksella tai hapettavia aineksia sisältävällä emäksisellä liuoksella. Prosessin kaupallistamista on yritetty useasti, mutta edellä mainituilla tavoilla muodostetut pinnat ovat liian pehmeitä ja huokosia tarjotakseen riittävää kulumiskestävyyttä [2].

Alun perin ruostumattomien terästen värjäyksen läpilyönti tapahtui 1972 Inco-prosessina tunnetun, kromioksidin kemialliseen höyrystykseen perustuvan, menetelmän ansiosta.

Tämän jälkeen on kehitetty useita patentoituja (tai muutoin suojattuja) ruostumattoman teräksen värjäysmenetelmiä, jotka perustuvat materiaalin upottamiseen kuumaan kromi-rikkihappoliuokseen ja tämän jälkeiseen katodiseen lujituskäsittelyyn toisessa happoliuoksessa. Käsitteily ei lisää teräksen pintaan minkäänlaista pigmenttiä tai muita värjääviä ainesosia sisältävää kerrosta, joka voisi heikentää ruostumattoman teräksen ominaisuuksia. Värjäysprosessi tekee ruostumattoman teräksen korroosionkestävyyden aikaansaavasta kromioksidikalvosta paksumman. Värit muodostuvat läpikuultavan kalvon absorboidessa heijastuvan valon eri aallonpituuksia [3].

Erityisesti austeniittinen ruostumaton teräs soveltuu tähän sähkökemialliseen värjäysmenetelmään. Teräksen pinnan happoaltistamisen kesto määrittää pintakerroksen paksuuden, valon aallonpituuksien absorboitumisen (tai suodattamisen) sekä heijastuvan värivaikutelman voimakkuuden – joka



vastaa sateenkaaren värien muodostumista saippua- tai öljypintaan. Kalvon läpäisevien valonsäteiden väri (pronssi, kulta, punainen, purppura, sininen ja vihreä) vastaa kalvon paksuuden kasvua $0.02\mu\text{m}$ aina $0.36\mu\text{m}$ asti. Tällä prosessilla ferriittisiä ruostumattomia teräksiä voidaan värjätä vain tumman harmaiksi.

Wienin kaupungin turisti-infopisteet on verhoiltu värjättyllä ruostumattomalla teräksellä.

Kullanvärinen ruostumaton teräs antaa aulatilalle äveriään ilmeen. Kuva: Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (Italia)



Värisävy muuttuu katselukulman mukaan.



Väritön kromioksidikerros ei ole altis ultra-violetti säteilyn aiheuttamalle haalistumiselle. Koska värjäysprosessissa ei käytetä pigmenttejä, voidaan käsittelyn jälkeiset valmistusvaiheet tehdä ilman kalvon vaurioitumista. Esimerkiksi taivuttamisessa passiivikalvo ohenee taipteen kohdalta hieman, vaikuttaen värin syvyyteen vähäisesti [4].

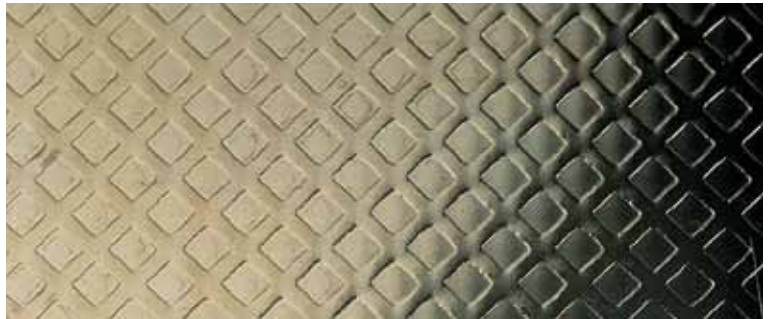
Värjäys voidaan suorittaa tasaisesti tai haluttaessa sateenkaarivaikutelman lailla. Värisävyissä voi olla pientä vaihtelua ja suurien pintojen kohdalla onkin erityisen tärkeää käyttää näytteitä apuna värisävyn määrittämisessä. Koska värisävy riippuu siitä miten valo heijastuu passiivikalvon lävitse, voi pinnan tarkastelukulma vaikuttaa havaittuun värisävyn. Samasta syystä paneelien kaarevuus ja muotoilu voivat vaikuttaa havaitun värin sävyyn. Edellä mainittu tulee ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Suurten paneelien kaarevuudella saavutettavaa värien vaihtelua voidaan käyttää muotoiluelementtinä [1].

Mikäli suurelle kaarevalle pinnalle halutaan hyvin tasainen värisävy, voidaan pinta jakaa pienten suorien paneelien avulla ja näin ollen aikaansaadaan yhtenäinen ulkonäkö.

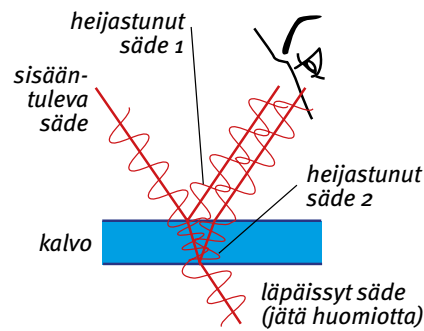
Koska passiivikalvo on läpinäkyvä, alla oleva pinta vaikuttaa lopulliseen materiaalin ulkoasuun. Esimerkiksi mattapinta aikaansaa himmeän mattamaisen pinnan, kun taas peilikiillotettu luo kiiltävän sävyisen väripinnan. Toisin kuin maalatut pinnat, väri ei haalistu auringon paisteessa ajan saatossa. Kuitenkin, mikäli pinta tuhoutuu naarmuuntumisen, käsittelyvirheiden tai korroosion johdosta, sitä ei voi korjata [4].

Väri voi hävitä myös kulumisen johdosta, joten sitä ei tulisi käyttää kohteissa, joissa kulumista voi tapahtua tahallisesti tai tahattomasti, kuten vilkkaasti liikennöidyillä alueilla, joissa ilman mukana kulkee hioivia partikkeleita [2, 5]. Peittäus, etsaaminen sekä sähkökemiallinen kiillottaminen poistavat värjätyyn pintaan.

Tällä menetelmällä värjättyä ruostumatonta terästä ei voi hitsata tuhoamatta pintaa. Hitsausta ja juottoa tulee kuumuuden aiheuttaman pinnan tuhoutumisen johdosta välttää, tai liitokset on sijoitettava ei-näkyviin alueisiin. Käyttämällä erityisiä juotteita ja sulatteita, voidaan juottamista soveltaa myös värjätyille pinnoille. Liimaus soveltuu käytettäväksi ilman rajoituksia, kunhan kovettumislämpötilat eivät nouse liian korkeiksi. Mekaanisista liitosmenetelmistä ruuviliitokset, niittaus ja pinnelliitokset soveltuvat käytettäväksi [3].



Alkuperäinen pinta ja sen kiiltoaste eivät muutu sähkökemiallisessa värjäyksessä.



Valon interferenssin periaate

Säteet 1 ja 2 häiriintyvät

Aallonpituus kalvon sisällä on lyhyempi:

$$l' = l / n$$

n = valon taitekerroin kalvossa

Säteen 1 vaihe-ero on 180 astetta



Valon interferenssi saippuakalvossa



Riikinkukon höyhenien sateenkaarenvärit johtuvat valon heijastuksista monimutkaisessa kerroksittaisessa pinnassa.

Lähde: <http://www.mwit.ac.th/>

2.1 Korroosionkestävyys

Värjätyin pinnan korroosionkestävyys riippuu käytettävästä ruostumattomasta teräksestä. Menetelmä vahvistaa passiivikerrosta, joten sähkökemiallisesti värjätyin pinnan pistekorroosionkestävyys on värjäämätöntä parempi. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet että tällä pienellä parannuksella ei ole merkitystä pitkän aikavälin korroosionkestävyyteen [6]. Jos valittu ruostumaton teräs on altis korroosiolle kyseisessä ympäristössä, tapahtuu korroosiota myös värjätylle pinnalle. Poiketen värjäämättömistä pinnoista, joista pienet korroosion jäljet voidaan poistaa vaikuttamatta pinnan ulkonäköön, värjätyssä pinnassa vähäinenkin korroosio aiheuttaa pysyvän värisävyn muutoksen. Korroosiotuotteen poistaminen poistaa myös värin. Tämän johdosta on valittava teräslaji, joka ei lainkaan altistu korroosiolle valitussa käyttöympäristössä [3]. Oikean ruostumattoman teräslajin valintaan arkkitehtonisissa sovelluksissa on saatavissa ohjeita kirjallisuudesta [7,8].

Kuten taulukosta 1 käy ilmi, lyhytaikainen altistus yleisille ruoka-aineille tai rakennuskemikaaleille ei aiheuta muutoksia sähkökemiallisesti värjätyin ruostumattoman teräksen pintaan.

Kaikenlainen korroosio materiaalin pinnassa poistaa pysyvästi värin altistuneelta alueelta, joten on erityisen tärkeää valita ruostumaton teräslaji, joka kestää korroosiorasituksen täysin.

Taulukko 1. Värjätyin teräksen 1.4301/304 korroosionkestävyys eri kemikaaleja vastaan [2]

Aine	Kon- sentraa- tio (%)	Lämpöti- la (°C)	Aika (h)	Väri		
				Vihreä	Keltai- nen	Musta
Sementtivesi	-	50 100	50 10	∅ □	∅ □	∅ □
Natriumkarbonaatti	5	50 100	50 10	∅	∅	∅
Natriumhydroksidi (NaOH)	5	50 100	50 10	∅	∅	∅
Pesuaine (neutraali)	5	50 100	50 10	∅	∅	∅
Asetoni	100	RT	200	∅	∅	∅
Maalin ohenne	-	RT	200	∅	∅	∅
Triklloorietyleeni	-	RT	200	∅	∅	∅
Soijakastike	-	100	10	∅	∅	∅

∅ Ei muutosta värissä □ Lievä muutos värissä

Sähkökemiallisesti värjätyt ruostumattomat teräspinnat ovat erityisen kestäviä UV-säteilyä vastaan.

Kuva: Rimex Metals, Enfield (Iso-Britannia)



*Reiyuukaa Shakaden -
temppelissä Japanissa
sähkökemiallisesti
värjätty ruostumaton
teräs on toiminut hyvin
vuodesta 1975 lähtien.
Kuva: Nickel Institute,
Toronto (Kanada)*



2.2 Vanheneminen valon ja sään vaikutuksesta

Koska pinta ei sisällä pigmenttejä, jotka voisivat vaalentua tai haalistua, elektrokemiallisesti värjätty ruostumaton teräs omaa pitkän käyttöiän ympäristön rasituksessa. Väri ei vaalene auringon valon tai sään vaikutuksesta. On todettu etteivät elektrokemiallisesti värjättyt kattopaneelit muuta väriään edes 30 vuoden käytössä [1]. Lisäksi, värjätty pinta ei lohkeile tai irtoa eikä vanhene [3].



*Värjätty ruostumaton
teräs korostaa Banca S.
Marinon rakennuksen
kolmiulotteista muotoa.
Kuva: Steel Color, Pesca-
rolo Ed Uniti (Italia)*

*Brand Loyalty - raken-
nuksen, Eindhoven
(Alankomaat), julkisivus-
sa on käytetty perinteis-
esti kattorakenteissa
käytettävää pystysau-
matekniikkaa. Kuva:
Rimex Metals, Enfield
(Iso-Britannia)*



2.3 Sähkökemiallisesti värjätyn ruostumattoman teräksen käyttökohteet

Osa värjättyjen terästen kiinnostavuudesta tulee niiden kyvystä vaihtaa väriä erilaisissa valaistuskulmissa ja valoissa, sekä keinoettä luonnonvalossa. On tärkeää varmistaa että useista paneeleista rakennetuissa kokonaisuuksissa kaikki levyt ovat yhdenmukaisia. Värjättyjen levyjen ja paneelien käyttökohteita ovat arkkitehtoniset ulkoverhoilut (julkisivut, pylväät, katot yms.), sisäverhoilut vähäisen liikenteen alueilla, kilvet, kauppohen näyttöpaneelit ja patsaat.

Värjätyn ruostumattoman teräksen pintaa ei voi korjata jos se naarmuuntuu. Tämän vuoksi pinta on parhaiten soveltuva käyttökohteisiin, joissa naarmuuntuminen ja kuluminen ovat epätodennäköisiä [9].

3 Pinnan mustaus

Ruostumattomat teräspinnat voidaan mustata upottamalla ne natriumdikromaatti suolakylpyyn. Tämä helppokäyttöinen menetelmä on laajasti käytössä autoteollisuudessa ruostumattomien teräsosien (kuten tuulilasinpyyhkimet) mustauksessa sekä ruostumattomasta teräksestä valmistettujen auringonsäteiden kerääjäpaneelien valmistuksessa.



Tämä kaikille ruostumattomille teräslajeille soveltuva menetelmä perustuu ohuen ja tasaisen mustan oksidikerroksen syntyymiseen teräksen pinnalle. Kerros on tavallisesti mattamusta, mutta öljyjen ja vahojen avulla sitä voidaan kiillottaa. Pinta ei vanhene tai menetä väriään käytön aikana. Se on joustava eikä lohkeile tai repeydy irti. Lämpöä pinta kestää normaaliin ruostumattoman teräksen hilseilylämpötilaan asti. Mustattua ruostumatonta terästä voidaan muovata kohtuullisesti ja pinta kestää myös hyvin kulutusta. Korroosio tai erityisen kova kulutus voivat poistaa mustauksen.

Suolakyllyn toimintalämpötila on noin 400 °C ja upotusta (kesto vaihtelee 5 minuutista 30 minuuttiin) seuraa vesipesu. Aurinkopaneeliin saavutetaan sopiva mustaus viidessä minuutissa, kun taas auton osat vaativat 30 minuutin käsittelyn syvemmän mustan värin saavuttamiseksi[16]. Menetelmää on sovellettu myös pienissä arkkitehtonisissa kappaleissa ja aterimien kahvoissa, joissa vaaditaan parempaa naarmuuntumisen kestoa kuin sähkökemiallisella värjäyksellä saavutetaan.



Aurinkovedenlämmittimen kerääjälevyt voidaan tehdä mustattua ruostumattomasta teräksestä. Kuvat: Energie Solaire, Sierre (Sveitsi)



Pinnaltaan mustattua ruostumatonta terästä käytetään yleisesti tuulilasinpyyhkimissä sekä moottoripyörien koristeosissa. Kuva: Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (Italia)

4 PVD pinnoitteet ja sputteroidut värit



PVD pinnoittamalla muodostetaan kova naarmuuntumisenkestävä pinta.

Koska PVD pinnoitus (Physical Vapour Deposition) mahdollistaa koko värispektrin saavuttamisen, on se suosittu vaihtoehto esteettisen vaikutelman luomiseen useissa käyttökohteissa kuten suurissa metallipaneeleissa, hanoissa, ovien mekanismeissa sekä lasiovien raameissa. PVD pinnoitusta käytetään laajalti myös teollisissa ja muissa kuluttajatuotteissa. Pinnan kulutuskestävyys sekä kitka- ja kovuusominaisuudet parantuvat merkittävästi ja pinnoitteen avulla saavutetaan hyvin tasainen ja kestävä väri. Toisin kuin sähkökemiallisesti värjäytyissä pinnoissa, pinnan väri ei muutu tarkastelukulman mukana. Pinta kestää myös paljon paremmin naarmuuntumista.

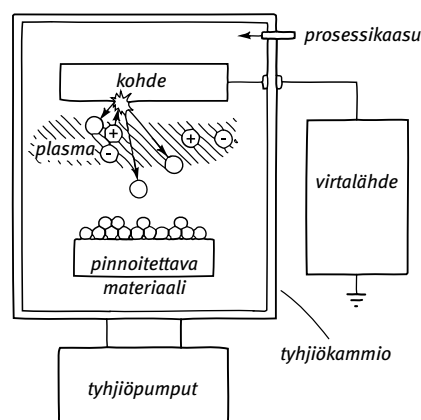
Ohutkalvopinnoitus (PVD) on yleinen termi, jota käytetään menetelmistä, joilla ohut kalvo kiinnitetään materiaalin pintaan (kuten metallilevyt, leikkuutyökalut, kiinnittimet, lasi, puolijohdekiekot sekä jopa kulutustavaroiden pakkaukset). Pinnoitemateriaali höyrystetään ja singotaan perusaineen pintaan. Pinnoitemateriaalin sulattamiseen käytetään useita eri menetelmiä kuten kor-

keatehoinen kaaripurkaus, laser, korkeapaineinen kaasua sekä plasmapommitus (sputterointi).

Nämä höyrypartikkelit siirtyvät inertillä kaasulla (tyypillisesti Argon) täytetyn tyhjiön läpi kiinnittyen pinnoitettavaan materiaaliin. Termiä PVD käytettiin ensimmäisen kerran 1966, mutta Michael Faraday käytti tätä menetelmää pinnoittamiseen jo niinkin varhain kuin 1838.

Kuvassa 1 on esitetty sputterointiprosessi. Yksinkertaisimmassa muodossaan prosessi tapahtuu inertissä (jalo-)kaasussa matalassa paineessa (0,1-10Pa). Sputterointi käynnistyy kun sähköjännite luodaan ja argon ionisoituu. Matalapaineinen sähköpurkaus tunnetaan hohtopurkauksena ja ionisoitua kaasua kutsutaan plasmaksi.

Argon ionit osuvat kohdepintaan –pinnoitemateriaalin lähde, jota ei tule sotkea pinnoitettavaan materiaaliin. Pinnoitemateriaali irrotetaan lähdepinnasta liike-energian avulla. Sputterointi on paras menetelmä ohuiden kalvojen kasvattamiseen. Kasvataminen voidaan tehdä hallitusti, pinnan kiinnittyminen on hyvä sekä laatu, rakenne että kiinnittyneen pinnan tasaisuus ovat erinomaiset [10].



Kuva1: Kaaviokuva sputteroinnista

Värit ja keraamiset pintakerrokset, joita tällä menetelmällä voidaan aikaansaada ovat kulta, punakulta, pronssi, sininen, musta sekä viinipunainen. Koska pinnoite on hyvin ohut (tyypillisesti $0,3\mu\text{m}$) alla oleva pinnan tekstuuri on nähtävissä. Onkin tavallista lisätä ennen pinnoitusta pintaan kuvioita etsaamalla, hiomalla tai kaivertamalla. Vaikka pintoja käytetään vaativissa kohteissa kuten ovien rakenneosissa, on tärkeää muistaa että väri voi vaurioitua aggressiivisessä käytössä, eikä vauriota voida korjata [1].



PVD pinnoitteiden etu on että kalvo (mikäli kyllin paksu) on periaatteessa vapaa huokosista ja täysin tiivis. Tämä vähentää merkittävästi, ellei estä täysin, kosteuden ja kaasujen tunkeutumista pinnoitettuun materiaaliin [10]. Mikäli ruostumatonta terästä taivutetaan tai muovataan valmistuksessa, on tärkeää tehdä taivutustestit materiaalin soveltuvuuden varmistamiseksi.

Pinnoitteen kiinnittymisen toteamiseksi riittää tiukan taivutuksen tekeminen pienelle metallipalalle. Mikäli valmistuksessa on ollut ongelmia, pinnoite halkeilee taivutuksen tai iskun vaikutuksesta. Hyvälaatuisen toimitajan materiaaleissa ei yleensä ole tällaisia ongelmia.

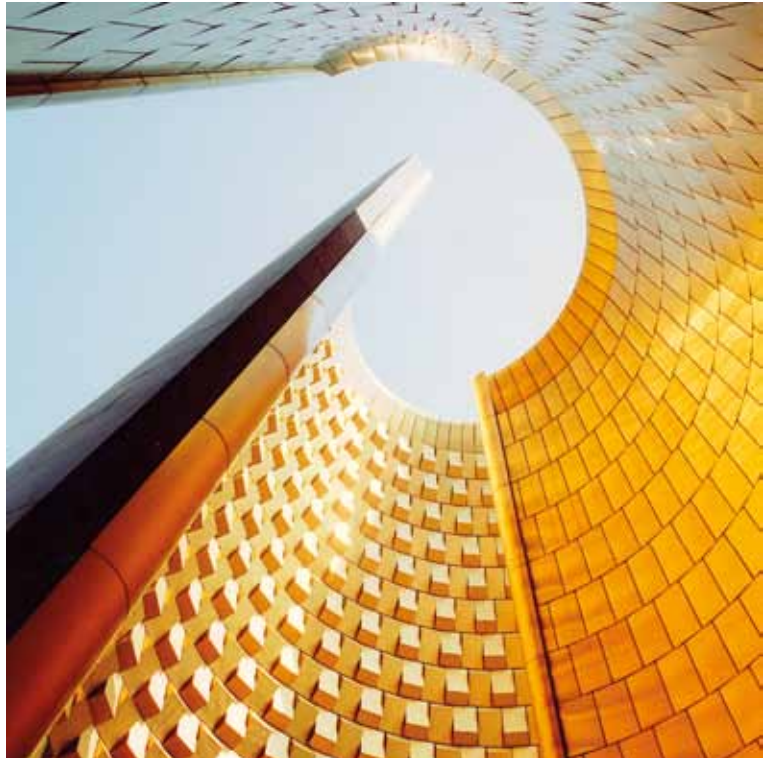
Mahdolliset hitsaukset tulee suorittaa ennen keraamista pinnoittamista [1].

Koristeellisia PVD pinnoitettuja metallilevyjä käytetään usein hisseissä ja pylväiden verhoilumateriaalina henkilökulun alueilla [11].



Sputteroimalla voidaan aikaansaada erityisen kulutuskestäviä pinnoitteita. Kuva: Inox-Color, Walldürn (Saksa)

PVD pinnoitteita on saatavilla eri väreissä. Kuvat: Hans Hollein Atelier, Wien (Itävalta)



5 Maalipinnoitus

Maalipinnoitus on vakiintunut ruostumattomien teräsnauhojen värjäysmenetelmä, joka suoritetaan tavanomaisesti terästehtaalla tai siihen erikoistuneissa yrityksissä. Laajaan värivalikoimaan kuuluvat myös läpikuultavat (anti-fingerprint) pinnoitteet.

Ennen pinnoittamista ruostumaton teräs puhdistetaan kemiallisesti sekä huuhdellaan. Pinnoitettava teräs (austeniittinen tai ferriittinen) sekä pinnoite valitaan käyttökohteen mukaan. Pohja- ja pintamaali lisätään ruostumattomaan teräsnauhaan jatkuvatoimisella pinnoituslinjalla. Ensimmäisessä vaiheessa esikäsiteltyyn teräspintaan lisätään pohjamaali, joka kuivataan uunissa ennen pintamaalin lisäystä. Maalipinnoitettu materiaali soveltuu erinomaisesti erittäin vaativiin ympäristöihin kuten vilkasliikenteisiin tietunneleihin, jotka ovat usein huonosta ilmastoinnista johtuen kosteita ja sisältävät runsaasti auton moottoreista tulevia saastekaasuja.

Pinnan värjäminen ei paranna alla olevan ruostumattoman teräksen korroosionkestävyyttä. Ruostumattomalle teräkselle omi-



Punaiseksi värjätty ruostumaton teräspinta koristaa Piazzale Carlo Maciachini metroasemaa Milanossa. Kuva: Centro Inox, Milano (Italia)

nainen korroosionkestävyys tulee kuitenkin täysimääräisesti hyödynnettyä esimerkiksi levyn maalaamattomalla kääntöpuolella, naarmujen ja maalipinnan vaurioiden kohdalla sekä levyn kulmissa. Tavanomaisista materiaaleista poiketen (esim. galvanoitu ja maalattu teräs), myös mekaanisesti leikatut kulmat säilyttävät ominaisuutensa [12]. Maalia ei siis käytetä korroosiosuojaukseen vaan pinnoitus tehdään esteettisten ja heijastusominaisuuksien muuttamiseksi tai anti-fingerprint ominaisuuden aikaansaamiseksi.



Ruostumaton teräs voidaan pinnoittaa joko läpikuultavalla tai peittäväällä pinnoitteella. Kuva: Replasa, Astrain, Navarra (Espanja)



Maalipinnoitettua ruostumatonta terästä käytetään heijastumisen estämiseksi korroosionkestävissä tunnelin seinälevyissä. Kuva: ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, Terni (Italia)

Maalipinnoitettua ruostumatonta terästä ei voi hitsata, mutta liimaaminen onnistuu erinomaisesti [13]. Mikäli levyn kulmat ovat maalaamattomat, hitsaus voidaan tehdä kuten pinnoittamattomalle ruostumattonalle teräkselle. Muutoin muutamia yksinkertaisia sääntöjä tulee noudattaa [12]:

- Laser- ja plasmahitsausta voidaan käyttää ilman erityishuomioita. Kulmien puhdistaminen maalista ei ole välttämätöntä.
- Pistehitsausta käytettäessä pinnan puhdistaminen maalista liitoskohdan läheisyydestä on suositeltavaa hyvän tarttumisen varmistamiseksi.

Pinnoitteiden värikirjo on laaja ja niitä käytetään useissa eri käyttökohteissa kuten kotitalouskoneissa, kalusteissa, arkkitehtonisissa paneeleissa, koriste-paneeleissa, kylmähuoneissa, ilmastointilaitteissa, metallioivissa sekä valaisimissa [14,15]. Värivastaavuus on erinomainen tarkoin kontrolloidun teollisen valmistusprosessin ansiosta. Tavanomaisimmat värisävyt ovat yleensä varastotavaraa, mutta myös erikoisempia värisävyjä valmistetaan tilattavan määrän ollessa riittävän suuri.

Maalipinnoitettu ruostumatton teräslevy soveltuu taivutukseen – esimerkiksi julkisivuelementeiksi. Kuva: Centro Inox, Milano (Italia)



6 Maalaus



Tämä ruostumattomasta teräksestä valmistettu Venetsiassa sijaitseva silta maalattiin mustaksi, jotta se sulautuisi hyvin historialliseen ympäristöön. Kuvat: IMO, Lontoo (Iso-Britannia)

Muista metalleista poiketen ruostumaton terästä ei maalata korroosiosuojauksen vuoksi, vaan se tehdään pelkästään esteettisistä syistä. Uusien komponenttien maalausta harkittaessa tuleekin muistaa, että pinnoitettava ruostumaton teräs kestää usein paljon maalia paremmin ympäristön kuormitusta. Niinpä tuleekin miettiä mitä tapahtuu kun maalipinnoite lopulta vaurioituu. Jotkin kohteet maalataan uudelleen ja toisissa tapauksissa omistajat päättävät poistaa jäljelle jääneen maalin kokonaisuudessaan paljastaen paljaan ruostumattoman teräspinnan.

Tavanomaisin yksittäinen maalipinnan vaurioitumisyy on liimauksen pettäminen puutteellisen pinnan puhdistuksen ja esikäsittelyn vuoksi. Tämä puolestaan johtaa rumaan maalin irtoiluun ja mahdollisesti

korroosioon. Sen vuoksi tuleekin huolehtia, että maalattava pinta on puhdas suoiloista, saasteista, öljystä, tahroista, ruosteesta, korroosiotuotteista sekä muista epäpuhtauksista. Pinnan tulee olla myös riittävän karhea maalin tarttumisen varmistamiseksi. Ruostumattomien terästen passiivikalvo tulee myös poistaa juuri ennen maalausta hyvän lopputuloksen varmistamiseksi. Ruostumattomien terästen pinta on kova sekä sileä, erityisesti kylmävalssattujen ja muiden sileiden toimitustilojen osalta. Siten pinta tuleekin usein karhentaa peittämällä, syövyttämällä, kuulapuhaltamalla tai hiomalla. Ruostumattomalle teräkselle soveltuva pohjamaali tulisikin lisätä mahdollisimman pian pinnankarhennuksen jälkeen, jotta ruostumattoman teräksen pinnan passiivikalvo ei ehtisi uusiutua.

Ruostumattomasta teräksestä valmistetut värjätyt kaiheet ovat helpommin havaittavissa ja siten soveltuvat myös heikönäköisten ihmisten käytettäväksi. Kuva: Rimex Metals, Enfield (Iso-Britannia)



Pinnan karhentamiseen voidaan käyttää useita erilaisia suihkupuhallusmenetelmiä. Kuulapuhallus kasvattaa pinnankarheutta, mutta sitä tulisi käyttää ainoastaan paksummille kappaleille, jotka eivät muuta muotoaan kuulapommituksen seurauksena. Puhalluksessa tulisi käyttää puhtaita, kovia, ei-rautametalleista valmistettuja ja suhteellisen pienikokoisia kuulia. Myös lasikuulien käyttö karhennuksessa on mahdollista. Käytettävä paineilma ei saa sisältää öljyä. Ohuiden kappaleiden muodonmuutoksia voidaan välttää tukemalla kappale ennen puhallusta, mutta sen toteuttaminen vaatii kokemusta.

Maalien valmistajilta löytyvät parhaat ohjeet sopivien pohja- ja pintamaalien sekä käsittelytoimenpiteiden osalta. Ruostumattomalle teräkselle soveltuvaa pohjamaalia voidaan käyttää passiivikalvon poistamiseen valmiiksi karhennetulta pinnalta. Kuumavalssatut tehdastoimitustilat sekä 2B ja 2D kuin myös hiotut ja harjatut toimitustilat 2G tai 2J (nr.4) soveltuvat maalattaviksi, kunhan passiivikalvo poistetaan ennen maalausta. Puhtaus on erittäin tärkeää ruostumattomien terästen maalauksessa. Parhaan lopputuloksen aikaansaamiseksi maalaus tulisi suorittaa puhtaassa ja pölyttömässä tilassa. On suositeltavaa maalata useita ohuita kerroksia ja antaa yksittäisen kerroksen kuivua hyvin ennen päällemaalausta [16].

Maalausta käytetään usein näkyvyyden parantamiseksi. Kuvat: Centro Inox, Milano (Italia)



7 Metalliset pinnoitteet

Metallipinnoitteita käytetään pääasiassa katemateriaaleissa ja sadevesijärjestelmissä sekä jossain määrin myös ulkoseinien paneeleissa [17].

Tinalla pinnoitettu ruostumaton teräs patinoituu ulkoilmassa keski- tai tummanharmaaksi. Niitä voidaan ostaa myös valmiiksi vanhennettuina. Lopullinen väri on riippuvainen käyttöympäristöstä. Perusaineen korroosionkestävyys ei heikkene pinnoitteen vaurioituessa naarmujen tai kulumi- sen seurauksena. Hiiliteräksistä poiketen metallipinnoitusta ei tavallisesti käytetä ruostumattoman teräksen korroosionkestävyyden parantamiseksi.

Tinapinnoitus parantaa ruostumattoman teräksen maalattavuutta. Katemateriaalien ja sadevesijärjestelmien käyttöympäristöt voi vaatia ruostumattoman teräksen korroosionkestävyyttä, mutta metallinen pinta ei sovellu esteettisesti kyseiseen kohteeseen – tällaisia ovat esimerkiksi suojellut rakennukset. Näihin tapauksiin sopii erinomaisesti tinalla pinnoitettu ruostumaton teräs, minkä maalaaminen onnistuu kenttäolosuhteissa ilman esikäsitteilyä koska passiivikalvoa ei tarvitse poistaa [17,18].

Tinapinnoitettua ruostumatonta terästä on käytetty menestyksellä kate- ja sadevesijärjestelmissä vuosikymmenien ajan. Kuva: Aperam, Luxemburg (Luxemburg)



Ruostumattoman teräksen pintaan voidaan galvanoida myös ohut kuparikerros. Kuva: Roofinox, Schaan (Liechtenstein)



8 Värjätyn tai pinnoitetun ruostumattoman teräksen puhdistaminen

Värjätty pinta on selvästi ruostumatonta perusmateriaalia herkempi kulumiselle. Tämän vuoksi ruostumattomalle teräkselle usein sovelletut hiovat puhdistusmenetelmät eivät ole käyttökelpoisia.

Pinnoitettujen ruostumattomien teräspintojen huoltoa ei tule aloittaa suin päin. Yksityiskohtaiset puhdistusohjeet suositellaan hankittavaksi materiaalintoimittajilta tai pätevilta sähkökemiallisten ruostumattomien teräspintojen puhdistukseen erikoistuneilta yrityksiltä. Useat valmistajat suosittelavat puhdistukseen mietoja pesuaineita tai auton moottoripesuun tarkoitettuja liuotinpesuaineita. Maalinvalmistajien tuotevalikoimasta löytyy usein myös heidän pinnoitteilleen kehitettyjä puhdistusaineita.

Oksidikalvoa manipuloimalla tai PVD-tekniikalla värjättyjen ruostumattomien terästen puhdistuksessa tulee noudattaa erityistä varovaisuutta sillä vaurioiden korjaus jälkikäteen ei ole mahdollista [19].

8.1 Esipuhdistus

Ohjeet on laadittu sillä oletuksella, että pinnat ovat olleet suojatut kuljetuksen, säilytyksen sekä pystytyksen ajan.

Tavallisesti värjättyjen sekä maalattujen pintojen suojaamisessa käytetään liimapintaista muovikalvoa. On erittäin tärkeää, että kalvo poistetaan ennen maksimianajan ylittämistä, sillä muutoin liima voi tarttua



Huolimatta tunnelin sisällä vallitsevasta erittäin rankasta ympäristöstä, seinäpaneelien puhdistuksen yhteydessä ei havaittu ruostetta. Kuva: Centro Inox, Milano (Italia)

levyn pintaan. Mikäli liimaa kuitenkin jää teräksen pintaan, ohjeita sen poistamiseksi on saatavilla joko suojakalvon valmistajalta, ruostumattoman teräksen toimittajalta tai puhdistukseen erikoistuneelta yritykseltä [19]. Vesiliukoiset liima-aineet voidaan tavallisesti poistaa ilman maalatun pinnan vaurioitumista. Mikäli liima-aineen poisto edellyttää liuottimen käyttöä, se voi vaurioittaa maalipinnan.

8.2 Määräaikaispuhdistus

Pinnoitettujen ruostumattomien terästen määräaikaispuhdistuksen jaksotus ei poikkea pinnoittamattomista. Pinnan vaurioitamista tulee kuitenkin välttää, erityisesti pahoin likaantuneiden pintojen puhdistuksessa. Esimerkiksi painepesu voi vaurioittaa pintaa ja siten kevyt huuhtelu pesuaineella onkin suositeltavampaa. Mikäli tahrat eivät lähde pelkällä huuhtelulla, voidaan pesua tehostaa hankaamalla pehmeällä säämiskällä tai muoviharjalla. Tarkempia ohjeita on saatavilla materiaalintoimittajilta tai puhdistukseen erikoistuneilta yrityksiltä [19].

8.3 Ilkivalta, onnettomuudet ja kunnostava puhdistaminen

Seinäkirjoitusten poistaminen on viisainta jättää puhdistukseen erikoistuneiden yritysten tehtäväksi, sillä mikäli värjätty tai maalattu ruostumaton teräspinta vaurioituu, sen korjaaminen jälkikäteen on usein mahdotonta.

Maalattujen ruostumattomien terästen pintaan aikaansaadut naarmut näkyvät kuten maalatussa hiiliteräksessä. Ne eivät kuitenkaan laajene korroosion vuoksi. Maalattujen ruostumattomien terästen pintanaarmujen, ja siten pinnan yleisilmeen, korjaus on tapauskohtaista riippuen käytetystä maalista sekä värisävystä. Sähkökemiallisesti värjättyjen ruostumattomien terästen pinnan korjaus voidaan tehdä ainoastaan vaihtamalla koko seinälevyelementti.

Muurauslaastiroiskeet tulee poistaa pinnoilta välittömästi, sillä niiden alkalisuus voi muuttaa värjätyn pinnan värisävyä. Mi-

käli sementtiä ei kuitenkaan huomata poistaa heti, suurin osa irtoaa helposti sileältä pinnalta kuivumisen jälkeen. Loput sementtijäämät voidaan poistaa kevyellä vesisuihkutuksella sekä hellävaraisella harjauksella varoen kuitenkin pinnan naarmuttamista. Roiskeiden poistamisen jälkeen paneelit tulee tarkastaa emäksisyyden aiheuttaman värjäytymisen varalta. Mikäli värisävystä havaitaan eroja, värjätyt paneelit tulee yleensä vaihtaa. Maalattujen ruostumattomien teräspaneelien vika-alueen uudelleenmaalausta voidaan myös harkita.

On itsestään selvää, että pintoja ei tule missään tapauksessa naarmuttaa metalliharjoilla eikä muilla hiovilla ainesosilla. Rautakontaminaation välttämiseksi pinnat olisi hyvä puhdistaa pehmeällä liinalla.

Suosittelaa, että laajamittainen kunnostava puhdistus suoritetaan ammattilaisten toimesta noudattaen pinnoituksen tehneen yrityksen ohjeita [19].

Sähkökemiallisesti värjättyjen ruostumattomien teräspintojen puhdistukseen soveltuvat yleensä samat ei-hiovat puhdistusaineet, joita käytetään tavallisille ruostumattomille teräksille.



9 Värjättyjen ruostumattomien terästuotteiden määrittely

Standardin EN 10088 – 2 taulukko 6 [20] määrittelee värjätyin ohutlevyn toimitustilaksi 2L. Tämä puolestaan rajaa lähtömateriaalin kylmävalssatuksi tuotteeksi. Ainoastaan toisen puolen tulee olla pinnaltaan ja väriltään sovitun mukainen. Standardi ei määrittele yksittäisiä värejä, ja siten värisävy tuleekin sopia tilaajan ja toimittajan välillä.

Värjättyjen teräslevyjen toimittajilta saa yleensä pienet mallikappaleet sopivan värisävyn valintaa helpottamaan [9]. Myöhemässä vaiheessa voidaan käyttää myös suurempia näytekappaleita esimerkiksi projektin pienoismallissa ja niitä tulee katsoa kaikissa mahdollisissa valaistusolosuhteissa. Niitä voidaan myös käyttää mallikappaleina tilaajan ja toimittajan välisissä sopimuksissa.



*Näytteiden värisävyä tulisi arvioida todellisissa valaistusohjeissa rakennuspaikalla.
Kuva: Inox-Color, Walldürn (Saksa)*



10 Kirjallisuusviitteet

- [1] Houska, C., “Coloured stainless offers a rainbow of possibilities”, Part 1, *Architectural Metal Newsletter*, Vol. 12, No. 1, 2005
- [2] Yoshino, M., *Application of INCO coloured stainless steel in Japan*, Nickel Development Institute, Technical series, No. 13005, 1992
- [3] Wiener, M., “Coloring Stainless Steel”, *Products Finishing*, July, 1991, pp.68-70
- [4] Cochrane, D., *Ruostumattoman teräksen pinnanlaadut, Rakennussarja, julkaisu 1*, Euro Inox 2006, http://www.euro-inox.org/pdf/build/Finishes02_EN.pdf
- [5] Rabelo Junqueira, R. M., de Oliveira Loureiro, C. R., Spangler Andrade, M., Lopes Buone, V. T., *Materials Research*, Vol. 11, No. 4, pp. 421-426
- [6] Kikuti, E., Conrado, R., Bocchi, N., Biaggio, S. R., Rocha-Filho, R. C., *Journal of the Brazilian Chemical Society*, Vol. 15, No. 4, pp. 472-480
- [7] Houska, C., *Stainless Steels in architecture, building and construction*, Nickel Development Institute, Publication No. 11024, 2001
- [8] *Which Stainless Steel Should be Specified for Exterior Applications*, IMOA, http://www.imoa.info/_files/stainless_steel_selection_sw.html
- [9] *Specifying coloured stainless steel finishes and their applications*, BSSA, <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=187>
- [10] *Metals Handbook, Ninth Edition: Volume 13 – Corrosion*, ASM International, pp. 456-458
- [11] <http://www.metalresources.net/pdfs/DecorativeSheetMetalFinishes.pdf>
- [12] *Vernest – Coloured Stainless Steel Flat Products*, ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, <http://www.acciaiterni.com/db/eng/docPubblicazioni/VERNEST.pdf>
- [13] Inossidabile 161, Centro Inox, 2005, http://www.centroinox.it/sites/default/files/rivista/inoss_161.pdf
- [14] <http://www.replasa.es/index.php?id=122&L=9>
- [15] *Vivinox – Painted Stainless Steel Flat Products*, ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, <http://www.acciaiterni.com/db/eng/docPubblicazioni/VIVINOX.pdf>
- [16] *ASM Specialty Handbook, Stainless Steels*, ed. J.R. Davis, ASM International, 1996
- [17] Houska, C., “Colored Stainless Possibilities”, *Architectural Metal Newsletter*, Vol. 11, No. 4, 2005
- [18] *Special Finishes for Stainless Steel*, SSINA, http://www.ssina.com/publications/spe_fin.html
- [19] *Stainless steel in architecture, building and construction, Guidelines for maintenance and cleaning*, Nickel Development Institute, Reference book, No. 11014, 1994
- [20] SFS-EN 10088-2, *Ruostumattomat teräkset. Osa 2: Yleiseen käyttöön tarkoitetut korroosionkestävät levyt ja nauhat. Tekniset toimitusehdot*. 2005

ISBN 978-2-87997-362-3