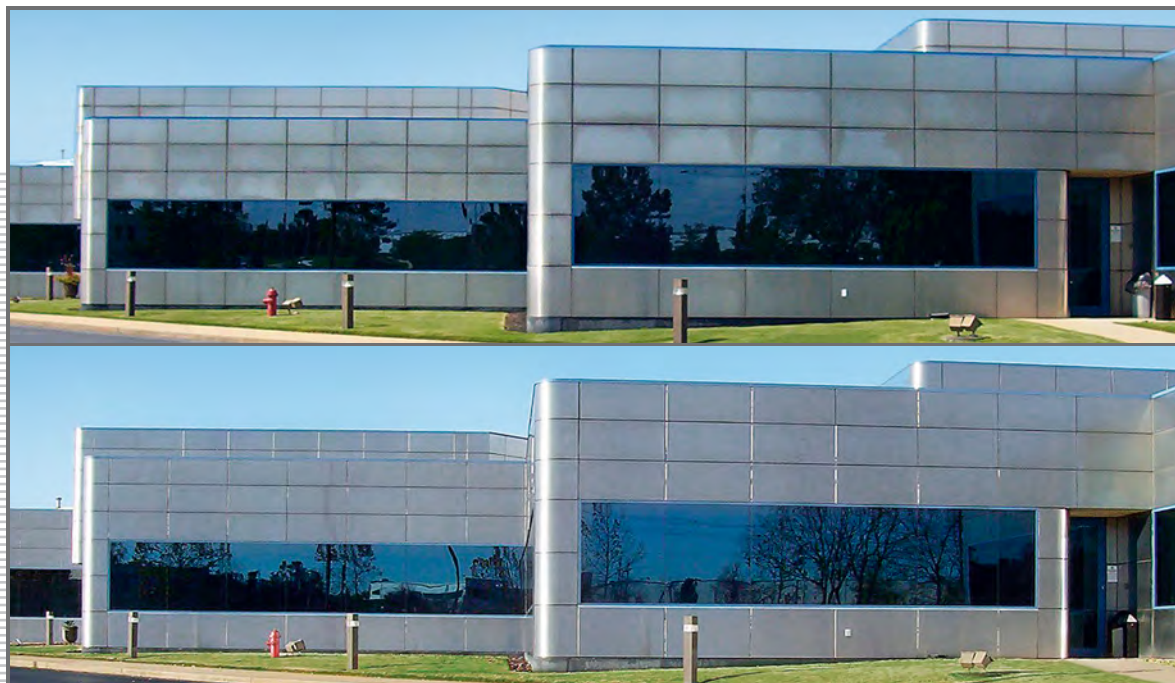


Arkkitehtonisen ruostumattoman teräksen puhdistus



Euro Inox

Euro Inox on eurooppalainen ruostumattoman teräksen markkinointia ja tiedottamista edistävä yhdistys.

Euro Inoxin jäseniä ovat:

- eurooppalaiset ruostumattoman teräksen valmistajat
- kansalliset ruostumattoman teräksen markkinointia edistävät yhdistykset
- seosmetalliteollisuuden yhdistykset.

Euro Inoxin tarkoituksena on tiedottaa ruostumattomien terästen ominaisuuksista ja edistää niiden käyttöä olemassa olevilla käyttöalueilla ja uusilla markkinoilla. Euro Inox järjestää kongresseja ja seminaareja sekä julkaisee ohjeita painetussa ja sähköisessä muodossa, mikä edistää arkkitehtien, suunnittelijoiden, valmistajien ja loppukäyttäjien tutustumista materiaaliin. Euro Inox tukee myös teknistä kehitystyötä ja markkinatutkimuksia.

Jäsenet

Acerinox

www.acerinox.com

Aperam

www.aperam.com

Outokumpu

www.outokumpu.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

www.acciaiterni.com

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

Sisältö

Arkkitehtonisen ruostumattoman teräksen puhdistus
1. painos 2011 (Rakennussarja, julkaisu 15)

ISBN 978-2-87997-294-7

© Euro Inox 2011

Englanninkielinen versio ISBN 978-2-87997-293-0
Espanjankielinen versio ISBN 978-2-87997-299-2
Hollanninkielinen versio ISBN 978-2-87997-292-3
Italianskielinen versio ISBN 978-2-87997-297-8
Puolankielinen versio ISBN 978-2-87997-298-5
Ranskankielinen versio ISBN 978-2-87997-295-4
Ruotsinkielinen versio ISBN 978-2-87997-300-5
Saksankielinen versio ISBN 978-2-87997-296-1
Tšekinkielinen versio ISBN 978-2-87997-291-6
Turkinkielinen versio ISBN 978-2-87997-301-2

Toimittaja

Euro Inox

Diamant Building, Bd. A. Reyers 80

1030 Bryssel, Belgia

Puh. +32 2 706 82 67 Faksi +32 2 706 82 69

E-mail info@euro-inox.org

Internet www.euro-inox.org

Tekijä

Nancy Baddoo, SCI, Ascot (Iso-Britannia)

Käännös: Multiprint Oy, Turku, Suomi/M. Palosaari,
Tornio, Suomi

Layout: Martina Helzel, circa drei, München, Saksa

1	Miksi puhdistus on tärkeää	2
2	Suosituksia arkkitehdeille: Puhdistusta suosiva suunnittelu	3
2.1	Sopivan teräslajin valitseminen	3
2.2	Helposti puhdistuvien pinnan toimitustilojen valitseminen	4
2.2.1	Heijastavat pinnat	4
2.2.2	Heijastamattomat pinnat	6
2.3	Suunnittelunäkökohtia	10
3	Suosituksia rakennusurakoitsijoille: Alkupuhdistus	12
4	Suosituksia kiinteistöhoitajille: Huoltopuhdistus	16
4.1	Puhdistustapa	16
4.2	Puhdistusvälineet	18
4.3	Huoltovälit	19
5	Suosituksia puhdistushenkilökunnalle: Perusohjeet	20
6	Lähteet	21

Vastuunvapauslauseke

Euro Inox on tehnyt kaikki toimenpiteet varmistaakseen, että tässä julkaisussa esitetty tieto on teknisesti oikein. 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. 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 lupaa.

1 Miksi puhdistus on tärkeää

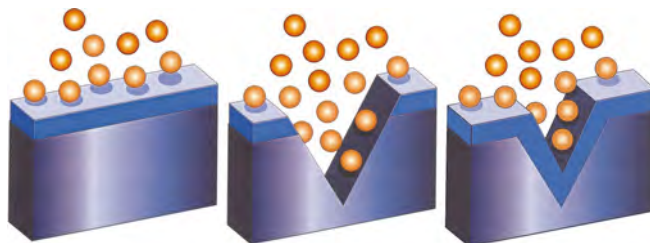
Vastoin yleistä oletusta ruostumaton teräs ei ole vain tiettytyyppinen materiaali, joka säilyy ruostumattomana kaikissa olosuhteissa. Ruostumatonta terästä on olemassa yli 200 eri lajia, joilla on eritasoinen korroosionkestävyys, vaikkakin vain muutamaa niistä käytetään yleisesti rakennuksissa ja arkkitehtuurissa.

Ruostumaton teräs täytyy puhdistaa, jotta se säilyttäisi hyvän ulkonäkönsä ja korroosionkestävyytensä. Ruostumattomat teräskomponentit eivät ruostu normaaleissa ilmaolosuhteissa, mikäli soveltuva teräslaji on valittu ja sopivia valmistusmenetelmiä käytetty. Arkkitehdin tai rakennesuunnittelijan vastuulla on valita oikea laji kuhunkin ympäristöön. Jos käytössä on liian matalaseosteinen laji, lian kertyminen voi johtaa syövyttävien aineiden pitoisuuteen, joka ylittää kyseisen seoksen korroosionkestävyyden rajan. Tämä voi johtaa värjäytymiseen ja – vakavammissa

tapauksissa – korroosion ydintymiseen, mikä voi edellyttää korjaavaa puhdistusta. Tämän vuoksi on tärkeää tietää, mikä teräslaji soveltuu mihinkin käyttöympäristöön.

Ruostumattoman teräksen korroosionkestävyys on prosessin nimeltä passiivoituminen ansiota (ks. inforuutu). Vaikka valittuna olisi-kin sopiva laji, lian kerääntyminen voi johtaa syövyttävien aineiden määrän lisääntymiseen, mikä lopulta murtaa passiivikalvon. Puhdistus on tarpeen, jotta itsekorjautuvuusmekanismi pysyy kunnossa. Se estää epäpuhtauksien kuten rikkidioksidin tai kloridien korkean määrän kertymisen sekä rautakontaminaation. Ruostumaton teräs kestää toistuvaa puhdistusta, koska siinä ei ole kuluva pintakerrosta. Ruostumattoman teräksen puhdistuskertojen tiheys ja kustannukset ovat pienemmät kuin monilla muilla materiaaleilla, mikä voi korvata korkeammat hankintakustannukset.

Ruostumattoman teräksen itsekorjautuvuusmekanismi



Ruostumattomaan teräkseen seostettu kromi muodostaa ohuen ja läpinäkyvän ”passiivikalvon” teräksen pintaan. Vaikka tämä suojaava kalvo on vain muutaman atomikerroksen paksuinen, se suojaa alla olevaa terästä ympäristön vaikutuksilta. Jos käytettävissä on happea ilmasta tai vedestä, kalvo korjaa itsensä välittömästi vaurioituttuaan. Tämän passiivikerroksen ansiosta ruostumaton teräs ei tarvitse pinnoitetta tai muuta ulkoista ruostesuojausta.

2 Suosituksia arkkitehdeille: puhdistusta suosiva suunnittelu

Rakenteen kestävyys ja sen tulevat huoltokustannukset riippuvat arkkitehdin jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa tekemistä päätöksistä. Puhdistettavuus riippuu oleellisesti teräslajin valinnasta, pintakäsittelystä ja komponentin muodosta.

2.1 Sopivan teräslajin valitseminen

Värjäntyminen, joka on merkinä korroosion alkamisesta, voidaan välttää valitsemalla ympäristöön sopivin teräslaji [1, 2]¹:

- Ferriittisten (kromiseostettujen) peruslajien, kuten EN 1.4016, korroosionkestävyys on yleensä riittävä sisäkäytössä (paitsi poikkeuksellisen voimakkaissa olosuhteissa, kuten kloridirikkaassa meri-ilmassassa).
- Kromi ja nikkelseostettu standardilaji 1.4301 (tai sen vähähiilinen variantti 1.4307) on useimmin käytetty ruostumaton teräs sekä sisätiloissa että lievää syöpymistä aiheuttavassa ulkokäytössä



Molybdeeniseostettujen lajien käyttöä suositellaan alueilla, joilla käytetään tiesuolaa.

maaseudulla, kaupunkialueella ja kevyen teollisuuden ympäristöissä.

- Paikoissa, joiden ilmassa on huomattava määrä klorideja tai rikkidioksidia, suositellaan kromi-nikkeli-molybdeeniseostettua lajia 1.4401 tai vastaavia kuten 1.4404. Esimerkkejä ovat rannikkoseudut sekä teolliset ympäristöt ja alueet, jotka altistuvat tiesuolalle.

Merivesipärskeet voivat aiheuttaa suolakerääntymää läheisiin ruostumattomasta teräksestä valmistettuihin rakenteisiin. Voimakkaammin seostettu teräslaji sekä sileä pinta estävät värjäntymistä.



¹ On olemassa lukuisia vaihtoehtoisia ruostumattomia teräslajeja, joilla on vastaavat korroosionkestävyysominaisuudet kuin tässä kappaleessa mainituilla yleisimmillä lajeilla. Kansallisiin rakennusmääräyksiin tulee kuitenkin tutustua teräslajia valitessa.

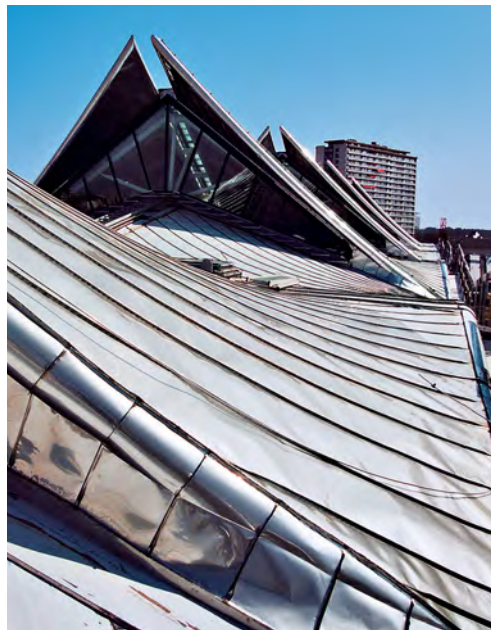
2.2 Helposti puhdistettavien pinnan toimitustilojen valitseminen

Ruostumattomalle teräkselle on olemassa laaja valikoima erilaisia pinnan toimitustiloja ja -viimeistelytekniikoita [3]. Toimitustilojen tekniset tiedot ja määritelmät on käsitelty eurooppalaisessa standardissa EN 10088-2 [4]. Liankertymisen eston kannalta pintominaisuudet ovat ensisijaisen tärkeitä. Pintojen puhdistettavuutta voidaan parantaa useilla tavoilla, esimerkiksi valitsemalla joko sileää tai kuvioitu pinta.

2.2.1 Heijastavat pinnat

Yleisesti ottaen mitä sileämpi pinta on, sitä vähemmän likaa siihen kertyy. Yksi keino saavuttaa hyvä puhdistettavuus on siis käyttää mahdollisimman sileää pinnan toimitustilaa.

Soveltuva puhdistusmenetelmä löytyy kaikelle arkkitehtoniselle käytölle portaiden kyynellevyn karkeasta liukastumisen estävästä pinnasta julkisivupaneelien heijastavaan kylmävalssattuun pintaan. Tästä on esimerkkinä hallintorakennus Espanjan Gavássa. Valokuva: Acerinox, Madrid (Espanja)



Antwerpenin tuomioistuinerakennuksen kattoon valittiin pinnan toimitustila 2B. Meri-ilmaston vuoksi käytettiin molybdeeniseostettua ruostumatonta teräslajia EN 1.4401.

Tavanomaisin EN 10088 mukainen tehdastoimitustila on 2B, mikä on heijastava mutta kuitenkin hieman sameapintainen ja usein kustannustehokkain ratkaisu. Ulkokäytössä se yleensä puhdistuu tehokkaasti sateen ansiosta. Siinä näkyvät sormenjäljet melko selvästi, ja siksi sen käyttöä kannattaa välttää sisätiloissa, jossa osa olisi altis ihmisten kosketukselle.

Huomattavasti heijastavampi pinnan toimitustila on 2R (eli kiiltohehkutettu, BA). Pinta on lähes peilikirkas. Myös tämä on standardi tehdastoimitustila ja sen vuoksi kustannustehokas ratkaisu. Sen puhdistettavuus on



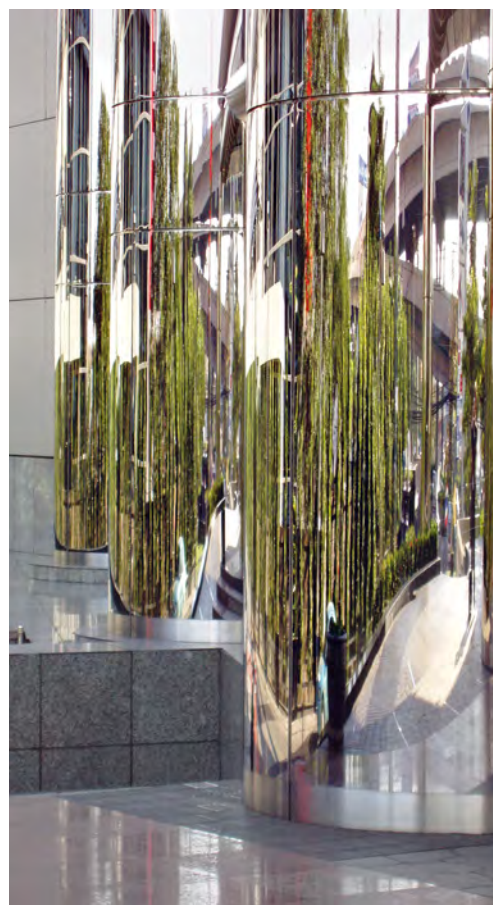
Hyvä itsepuhdistuvuus oli yksi syy, miksi teollisuusrakennuksen julkisivuun Puolan Siemianowice Ślqskiassa valittiin ruostumattoman teräslajiin 1.4526 kiiltohehketettu (2R) pinnan toimitustila. Valokuva: Aperam/ A. Zekri

erinomainen. Käytettävät puhdistusaineet, – välineet ja – menetelmät on kuitenkin valittava huolella, jotta vältetään pinnan naarmuuntuminen.

Mekaaninen tai elektrolyyttinen kiillotus voi parantaa kiiltoa entisestään:

- Mekaanista kiillotusta käytetään esimerkiksi valmistettaessa särkymättömiä peilejä tai ulkonäkösyistä ylellisissä hissi-koreissa. Tällaisia pintoja tulee käyttää vain paikoissa, joissa ammattitaitoista puhdistusta on saatavilla, sillä vaurioita on vaikea korjata.
- Elektrolyyttinen kiillotus alentaa pinnan mikroraketta, ja se voidaan tehdä mille tahansa ruostumattomalle teräspinnalle. Se voi vähentää lian tarttumista merkittävästi ja helpottaa graffitien irroittamista [5].

2R-pinnan toimitustilan arkkitehtonista käyttöä toimistorakennuksen pylvään päällysteessä. Säännöllisen ja oikeaoppisen puhdistuksen ansiosta alkuperäinen kiilto on säilynyt täysin.





Satiinihiottu ja rei'itetty ruostumaton teräs säilyttää sille ominaisen hohdon Charlemagne-rakennuksessa Brysselissä Belgiassa.



Vauxhall Cross -bussi- asemalla Lontoossa materiaaliksi valittiin kuvioitu toimitustila vähentämään puhdistuksen tarvetta.

2.2.2 Heijastamattomat pinnat

Heijastavat pinnat eivät aina sovi arkkitehtoniseen käyttöön, jos esimerkiksi häikäisy voi olla liiallista tai vaadittavan optisen tasaisuuden aikaansaaminen olisi hankalaa. Tällaisissa tapauksissa suositetaan yleensä harjattuja tai hiottuja toimitustiloja. Tavallinen satiinihiottu pinta on juuri se, millaisena useimmat ihmiset käsittävät ruostumattoman teräksen.

On olemassa useita erilaisia hiottuja ja harjattuja pinnan toimitustiloja. Niitä on saatavilla tehdasvalmisteisina kuin myös pienempien valmistajien tuottamina. Puhdistuksen näkökulmasta on syytä pitää mielessä kaksi periaatetta:

- Karheaksi hiottuja pintoja tulisi välttää. Arkkitehtoniseen käyttöön suositellaan yleensä pinnankarheuden R_a maksimiksi arvoa $0,5 \mu m^2$.
- Hiontakuvion tulisi olla pystysuora eikä horisontaalinen, jotta vesi pääsee valumaan pois helposti.



2 Vaikka R_a -arvoa käytetään useimmiten pinnankarheuden määränä, se ei yksin riitä kuvaamaan kaikkia pintaominaisuuksia.

Lähde 6 sisältää lisäohjeita siitä, miten hio-
tuilla ruostumattomilla teräslevyillä saavu-
tetaan yhdenmukainen vaikutelma.

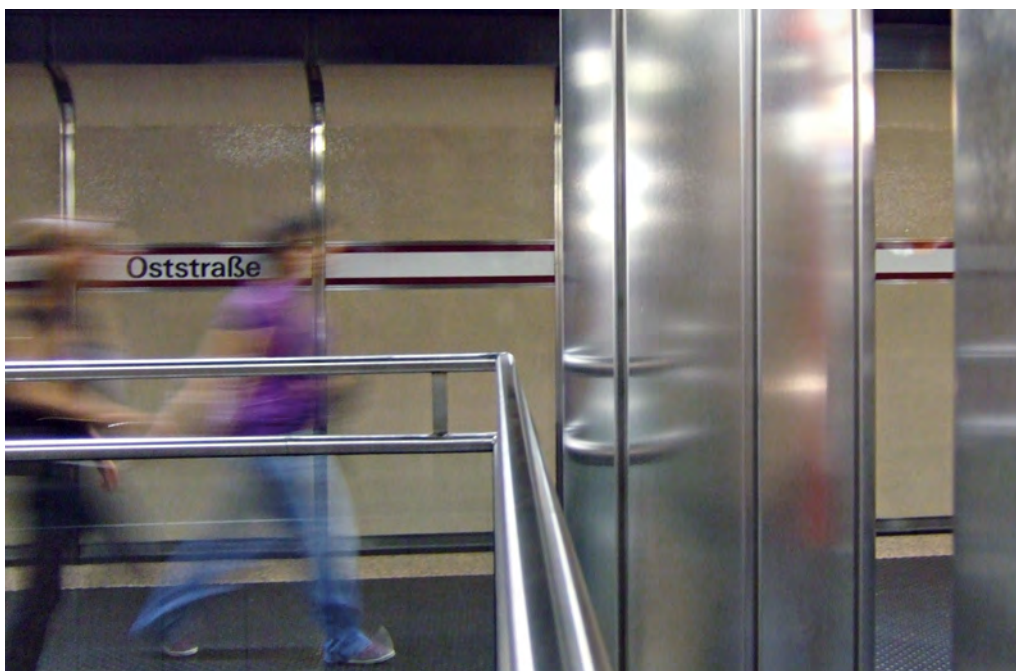
Kuvioidut pinnat ovat suosittuja julkisivuissa
sekä julkisissa paikoissa, kuten lentokentillä
ja rautatieasemilla, sillä ne peittävät usein
naarmut ja muut vauriot. Ne valmistetaan
yleensä kiiltohehkutetusta ruostumattomasta
teräslevystä, jonka alhainen pinnankarheus
helpottaa puhdistusta entisestään.

Sormenjälkiä voi olla vaikea poistaa suihku-
puhalletuista levyistä (yleensä ohutta, kyl-
mävalssattua ruostumatonta terästä). Tätä
pintaa tulisi harkita vain sellaiseen käyttöön,
jossa se ei altistu käsien kosketukselle.

Karheammassa kuumavalssatussa ruostu-
mattomassa teräksessä suihkupuhallus on
toiminut hyvin myös avoimilla paikoilla.



*Suihkupuhallettu ruostu-
maton teräs on osoittanut
mekaanisen kestävyys-
tensä avoimessa paikassa
Southwarkin metroase-
malla (Iso-Britannia).*

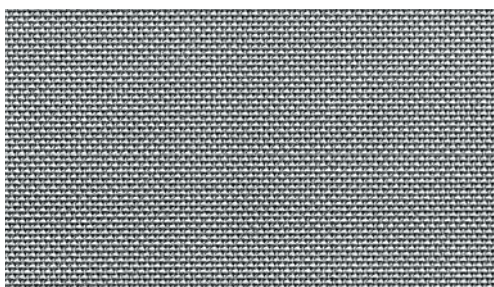


*Tällä metroasemalla
Saksan Düsseldorfissa
pylväiden verhoiluun käy-
tettiin hiottua ruostuma-
tonta terästä. Lisäksi levyt
kiillotettiin elektrolyytti-
sesti pinnan mikrokar-
heuden alentamiseksi,
mikä helpottaa graffitien
poistoa. Tämä ratkaisu on
toiminut hyvin jo yli 20
vuoden ajan. Valokuva:
Euro Inox/Rheinbahn AG,
Düsseldorf (Saksa)*

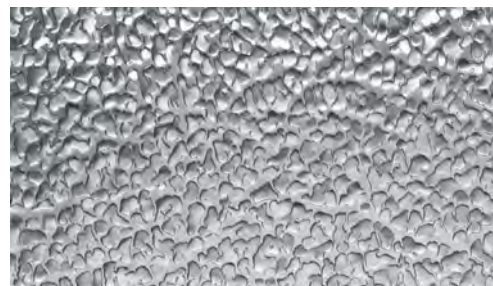


Nykyään on olemassa erityisiä kuviovalssattuja pinnan toimitustiloja, jotka muistuttavat hiottuja tai suihkupuhallettuja pintoja. Kuviovalssatut suihkupuhalletut pinnat ovat tehdastuotteita, jotka ovat erittäin tasalaa-tuisia, ja ruostumattoman teräksen mikrokarheus pysyy pohjimmiltaan samana kuin sileillä pinnoilla. Nämä pinnat ovat helposti puhdistettavia (sisäkäytössä) ja sade puhdistaa ne tehokkaasti (ulkokäytössä).

Ferriittinen laji 1.4016 ja kuviovalssattu pinta, joka muistuttaa perinteisiä satiipintoja. Valokuva: ThyssenKrupp Niosta, Krefeld (Saksa)



Kuvioiduissa pinnoissa yhdistyvät heijastamaton pinta ja hyvä puhdistetavuus. Valokuvat: Aperam



Rakentamisessa tavanomaisesti käytettävien ruostumattomien nauhatuotteiden yleiset toimitustilat standardien EN 10088-2 ja -4 mukaisesti

	Lyhenne *	Käsittelytila	Pinnanlaatu	Huomautukset
Kuuma- valssattu	1D	Kuumavalssattu, lämpökäsittely, peitattu	Hilseetön	Tavallinen pinnanlaatu useimmille teräksille haluttaessa hyvää korroosionkestävyyttä. Myös yleinen pinnanlaatu jatkojalostukseen. Hiontajäljet ovat sallittuja. Ei yhtä sileää kuin 2D tai 2B.
Kylmä- valssattu	2H	Muokkauslujitettu	Kirkas	Kylmämuokattu lujuuden lisäämiseksi
	2D	Kylmävalssattu, lämpökäsittely, peitattu	Sileä	Sopiva muovaukseen. Ei yhtä sileää kuin 2B tai 2R.
	2B	Kylmävalssattu, lämpökäsittely, peitattu, viimeistelyvalssattu	Sileämpi kuin 2D	Tavallisin pinnanlaatu useimmille teräksille haluttaessa hyvää korroosionkestävyyttä, sileyttä ja tasomaisuutta. Myös yleinen pinnanlaatu jatkojalostukseen. Viimeistelyvalssaus voidaan korvata venytysoikaisulla.
	2R	Kylmävalssattu, kiiltohehkutettu **	Sileä, kirkas ja heijastava	Sileämpi ja kiiltävämpi kuin 2B. Tavallinen pinnanlaatu jatkojalostukseen.
Erikois- pintakä- sitelty	1G tai 2G	Hiottu ***	Ks. alaviite ****	Hionta- tai pinnankarheus voidaan määritellä. Yhdensuuntainen hiontajälki, ei erittäin heijastava.
	1J tai 2J	Harjattu *** tai mattakiillotettu ***	Sileämpi kuin hiottu. Ks. alaviite ****	Harjaus- tai pinnankarheus voidaan määritellä. Yhdensuuntainen hiontajälki, ei erittäin heijastava.
	1K tai 2K	Kangaskiillotettu (toim. lisäys satiinihiottu)	Ks. alaviite ****	Lisävaatimus J-pinnanlaadulle haluttaessa riittävä korroosionkestävyys meriolosuhteisiin ja rakennusten ulkopintoihin. Puhdas pinta, jonka poikittainen pinnankarheus $R_a < 0,5 \mu\text{m}$.
	1P tai 2P	Mekaanisesti kiillotettu ***	Ks. alaviite ****	Mekaanisesti kiillotettu. Hionta- ja pinnankarheus voidaan määritellä. Ei yhdensuuntainen kiillotusjälki, selvästi heijastava.
	2F	Kylmävalssattu, lämpökäsittely, viimeistelyvalssattu karhennetuilla valsseilla	Tasainen heijastamaton matta pinta	Joko kiiltohehkutettu tai hehkutettu ja peitattu.
	1M	Kuviovalssattu	Kuvio sopimuksen mukainen, 2. pinta tasainen	Rihla ja kyynelkuvioiset lattialevyt.
	2M			Arkkitehtoniset sovellukset.
	2W	Aallotettu	Muoto sopimuksen mukainen	Käytetään lisäämään lujuutta tai ulkonäkösyistä.
	2L	Värjätty ***	Väri sopimuksen mukainen	
	1S tai 2S	Pinnotettu ***		Pinnotettu esim. tinalla, alumiinilla

* Ensimmäinen merkki, 1 = kuumavalssattu, 2 = kylmävalssattu.

** Voidaan viimeistelyvalssata.

*** Vain toinen pinta, ellei tilauksen yhteydessä toisin sovita.

**** Jokaisen pinnanlaadun ominaisuudet voivat vaihdella ja voi olla tarpeen sopia tarkemmista (esim. hionta- tai pinnankarheus) vaatimuksista valmistajan ja ostajan kesken.

Ruostumattoman teräksen pitkien tuotteiden (tangot ja profiilit) toimitustilat on kuvattu standardeissa EN 10088-3 ja -5. Standardit käsittelevät pinnankarheutta melko yleisellä tasolla, joten kyselyiden ja tilausten aikana on suositeltavaa määritellä R_a -maksimiarvoksi 0,5, jos vaatimuksena on hyvä puhdistettavuus. Samaa periaatetta tulisi soveltaa putkiin, joita käytetään kasinoissa, kaiteissa, apurakenteissa ja muissa pyöreän ja neliöputken sovelluksissa.

2.3 Suunnittelunäkökohtia

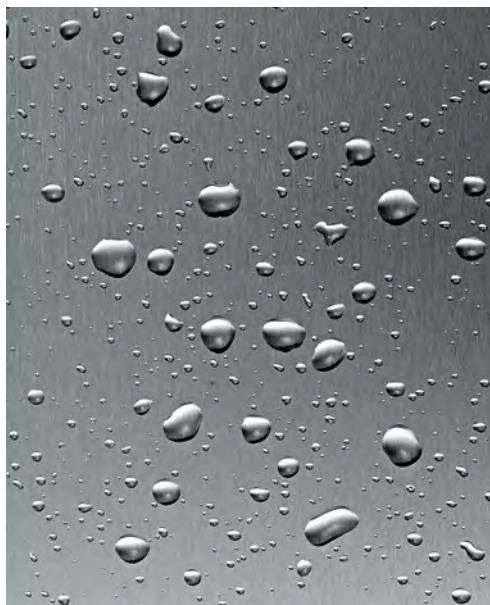
Rakennuksen puhdistustarvetta voidaan pienentää huomattavasti välttämällä yksityiskohtia, joihin lika voi kerääntyä ja optimoimalla sateen huuhtomisen puhdistava vaikutus [7]:

- Pinnoituspaneelit tulee asettaa niin, että sadevesi puhdistaa ne mahdollisimman hyvin.
- Hiottu ruostumaton teräs tulee asentaa niin, että hiomakuvio on pystysuorassa, jolloin veden on helppo virrata pintaa pitkin ja irrottaa likahiukkasia.
- Monimutkaisia muotoja tulisi välttää, sillä ne hankaloittavat käsin suoritettavaa puhdistusta.
- Horisontaalisia, sisennettyjä ja suojattuja alueita tulisi välttää, sillä ne voivat kerätä likaa, joka saattaa myöhemmin valua ruumina juovina pitkin julkisivua.
- Liitokset pitää tiivistää (hitsauksilla tai kitillä) tai niiden on oltava kyllin leveitä, jotta vältetään avoimet raot. Lika voi kerääntyä niihin ja altistaa ruostumattoman teräksen korroosiolle.
- Avointen rakenteiden jäykistyselimenteissä tulee olla aukko, josta vesi voi virrata pois.
- Muiden materiaalien päältä valuvan sadeveden ei tule antaa liata ruostumattomia teräspintoja (etenkin materiaalit kuten hiiliteräs, säänkestävä teräs, klorideja sisältävät sementit, kitit, tiivisteet jne.).



*Sadevesi puhdistaa sää-
oloille alttiit rakennuksen
kuoren osat. Valokuva:
Centro Inox, Milano, Italia*

- Galvanoituja kiinnikkeitä ei pidä käyttää ruostumattomien teräspaneelien kiinnittämiseen. ”Jalon” ruostumattoman teräksen ja vähemmän ”jalon” metallin välillä tapahtuvan galvaanisen reaktion takia jälkimmäinen ruostuu nopeasti jättäen ruosteiset tahrat ruostumattomaan teräkseen. Galvanoidut kiinnikkeet pettävät ennen pitkää ja sen lisäksi korroosion alku edellyttää korjaavaa puhdistusta [8].

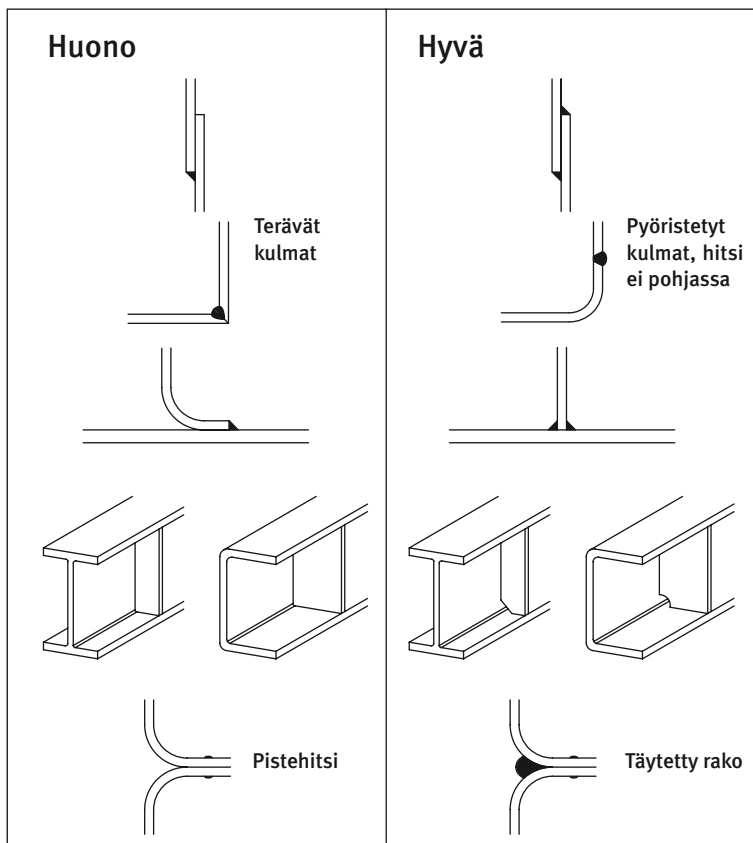


Julkisivupaneelien tulee olla pystysuoraan hiottuja, sillä se helpottaa itsepuhdistusta. Virtaava vesi kuljettaa mukanaan hiukkasia ja vähentää lian tarttumista. Valokuva: Outokumpu, Espoo (Suomi)

Oikean puolen hyvä suunnittelu hyödyntää itsepuhdistuvuutta ja minimoi lian kertymistä, joka voisi johtaa korroosioon. Vasemmalla olevia muotoja tulisi välttää. Lähde: SCI, Ascot (Iso-Britannia)



Vain ruostumattomasta teräksestä valmistettuja kiinnikkeitä tulee käyttää ruostumattomiin teräs-komponentteihin.



3 Suosituksia rakennusurakoitsijoille: alkupuhdistus

Ruostumattomasta teräksestä valmistetut arkkitehtoniset pinnat tulisi puhdistaa ennen rakennuksen luovuttamista omistajalle.

Teräksen pintaan kiinnitettyllä muovikalvolla suojataan ruostumattomia teräsosia vaurioilta ja likaantumiselta valmistuksen, kuljetuksen ja kokoamisen aikana. Jotkut suoja-
kalvot kuitenkin vahingoittuvat auringon ultravioletti-
säteilyn vuoksi, minkä takia niitä voi olla vaikea irrottaa ja osa liima-
aineista voi jäädä kiinni ruostumattoman teräksen pintaan. Suositeltavaa on pyytää neuvoa kalvon valmistajalta kalvon materiaalin valintaan ja liima-
aineen tyyppiin liittyen sekä varmistaa maksimiaika, jonka kalvo saa olla paikallaan. Yleisesti ottaen suojamuovit tulisi poistaa heti kun niitä ei tarvita suojaukseen

asennuksen tai pystytyksen aikana. Poisto aloitetaan ylhäältä ja edetään alaspäin.

Paljaan ruostumattoman teräksen tyyppinen puhdistus:

- 1) Poista irtolika vedellä huuhtelemalla.
- 2) Pese (mieluiten lämpimällä) vedellä, jossa on saippuaa, puhdistusainetta tai 5 % ammoniakkia. Käytä tarvittaessa apuna pehmeää ja pitkää kuituharjaa.
- 3) Huuhtelee vedellä.

Ulkoasua voidaan parantaa pyyhkimällä puhdistettu pinta kuivaksi limittäisin vedoin ylhäältä alaspäin.

Suojaava muovikalvo tulee pitää paikallaan vain rakennustöiden ajan. Etenkin altistuessaan UV-säteilylle kalvo voi vaurioitua, ja sen irrottaminen vaikeutuu.



Harjattuja pinnanlaatuja puhdistettaessa liikkeen tulee olla syiden mukainen.

Monet paljaalle ruostumattomalle teräkselle soveltuvat puhdistustavat eivät käy kemiallisesti värjätylle/maalatulle ruostumattomalle teräkselle, sillä värjäys on herkempi kuin teräspinta. Tarkempaa tietoa puhdistuksesta on tiedusteltava toimittajalta. Asennuspaikalla tapahtuva korjaus ei ole yleensä mahdollista.

Laasti- ja sementtiroiskeet voidaan poistaa liuoksella, jossa on 10–15 % fosforihappoa. Käytettävän liuoksen tulisi olla lämmintä, ja se neutraloidaan laimennetulla ammoniakilla, huuhdellaan vedellä (mieluiten deionisoidulla vedellä³) ja kuivataan. Sopivia tuotteita saa alan erikoisliikkeistä. Laastin poistoon tarkoitettuja aineita tai laimennettua suolahappoa ei tule käyttää ruostumattomalle teräkselle. Jos näitä aineita on vahingossa päässyt roiskumaan ruostumattomalle teräkselle, pinta on huuhdeltava runsaalla vedellä. Suolahappoa sisältävät laastinpoistajat voivat vaurioittaa ruostumatonta terästä vakavasti. Tätä kannattaa painottaa rakennusurakoitsijoille, sillä he eivät aina ole tietoisia asiasta. Työjärjestyksen tulisi aina olla sellainen, että keraamiset laatat kiinnitetään ja puhdistetaan, ennen kuin lähellä olevat ruostumattomat teräsosat kuten jalkalistat ja potkulevyt asennetaan.

Rautakontaminaatio voi syntyä kosketuksesta työkalujen, rakenneteräksen ja rakennustelineiden kanssa tai läheisien toimintojen kuten hiiliteräksen hitsauksen, leikkauksen, porauksen ja hiomisen takia. Rautakontaminaatio tulee poistaa välittömästi, sillä se ruostuttaa nopeasti ruostumattoman teräspinnan, jos kosteutta on saatavilla. Rautahiukkaset voivat myös paikallisesti murtaa itsekorjautuvan passiivikalvon ja aiheuttaa pistekorroosiota. ASTM A 380 [9] tarjoaa sopivan havainnoimismenetelmän kontaminaation varalle.

Asteittaista lähestymistapaa suositellaan rautajäämien poistamiseen värjäntymisen vakavuudesta riippuen. On pidettävä myös huolta siitä, että lika ei leviä laajemmalle alueelle:

- Lievät värjäntymät tai ”kukinnot” voidaan poistaa miedolla, ei naarmuttavalla, puhdistusvaahdolla tai kiillotteella. Ne sisältävät yleensä kalsiumkarbonaattia, ja tensidejä. On mahdollista käyttää myös ruostumattoman teräksen kotitalouspuhdistusaineita, joissa voi olla sitruunahappoa.
- Tuoreet rauta/teräsjäämät tai -pöly voidaan poistaa saturoidulla oksaalihappoliuoksella, jota levitetään pehmeällä pyyhkeellä tai pumpulilla ja annetaan vaikuttaa muutaman minuutin ilman hankaamista tai raaputusta. Tämän pitäisi syövyttää pois rautahiukkaset jättämättä naarmuja tai muuttamatta ruostumattoman teräksen pinnan rakennetta.

³ Deionisoitu vesi pienentää vesijälkien riskiä. Käytetään myös höyrysilitysraudoissa ja autojen akuissa, saatavilla myymälöistä.

- Kohtuulliset ruostetahrat voidaan poistaa fosforihappopuhdistusaineilla, niin että pinnan syöpymisen riski on pieni. Vaihtoehtoisesti laimennettu typpihappo voi poistaa pieniä määriä rautajäämiä.
- Suuremmat rautakontaminaation aiheuttamat ruostetahrat voidaan poistaa joko peittaamalla⁴ tai passivoimalla⁵. Molemmat voidaan suorittaa rasvanpoiston jälkeen (poistetaan öljy, rasva ja orgaaniset epäpuhtaudet) [10].

Huomaa: Näitä tuotteita on käytettävä valmistajan ohjeiden mukaisesti, niin että työmenetelmä on turvallinen ja asiaankuuluvaa ympäristönsuojelulainsäädäntöä noudattava. Erikoistuneet yritykset tarjoavat usein tätä palvelua rakennuspaikalla. Sen lisäksi, että peittäus palauttaa materiaalin korroosionkestävyyden, se voi myös muuttaa teräksen ulkonäköä. Ylimääräiset mekaaniset tai kemialliset käsittelyt voivat olla tarpeen alkuperäisen pinnan ulkonäön palauttamiseksi. Tämän vuoksi on suositeltavaa estää vauriot etukäteen, joko suojaamalla ruostumatonta terästä muiden töiden aikana tai asentamalla teräs vasta sitten, kun muut työt on suoritettu loppuun.

Päästöväri on epätodennäköinen ilmiö normaaleissa arkkitehtonisissa ympäristöissä, ellei ruostumaton teräs altistu korkeille lämpötiloille esim. korjaushitsauksen jälkeen tai palovaurioissa. Peittäuskäsittely voi olla tällaisissa tapauksissa tarpeen sen poistamiseksi. Paikallinen värjäntyminen voidaan poistaa peittaustahnalla, mikä ei edellytä koko osan upottamista peittäuskylpyyn. Peittaustahnaa voidaan käyttää myös pystysuorille pinnoille. Tuotteen voimakkuuden vuoksi on kuitenkin pidettävä huolta siitä, että toimittajan turvallisuus- ja ympäristöohjeita noudatetaan.

4 Peittäus tarkoittaa ohuen metallikerroksen poistamista ruostumattoman teräksen pinnalta, yleensä typpihapon ja fluorivetyhapon seoksella.
5 Passivointi tarkoittaa ruostumattoman teräksen passiivikalvon laadun ja paksuuden parantamista typpihapon avulla.

Huoltopuhdistus vs. korjaava puhdistus

Kun keskustellaan puhdistuksesta ja määritetään toimenpiteitä [11], on seuraavien käsitteiden välille tehtävä ero

- huoltopuhdistus eli lian, graffitien jne. poistaminen muuten ehjältä ruostumattomalta teräspinnalta
- korjaava puhdistus eli näkyvien värjäntymien poistaminen itse ruostumattomasta teräksestä.

Vaikka ruostumattomalla teräksellä on korkea luontainen korroosionkestävyys, yksittäisiä värjäymiä ja paikallista korroosiota voi silti esiintyä. Vaurioihin on yleensä kaksi syytä:

- Rautahiukkaset voivat kerääntyä ruostumattoman teräksen pinnalle. Ne voivat tulla hiilliteräksen leikkauksesta, hitsauksesta tai hiomisesta ruostumattoman teräksen lähellä tai muilta pinnoilta virtaavasta ruosteisesta vedestä.
- Puhdistuksen puute johtaa kloridien tai muiden syövyttävien aineiden korkeaan määrään, joka ylittää valitun ruostumattoman teräslajin korroosionkestävyyden. Merivesipärskeet ja kloridipitoiset tiesuolat ovat yleisiä kerääntymien lähteitä. Näiden kerääntymien alle voi muodostua pistekorroosiota, jota saattaa ympäröidä ruskeahko kehä, värjäntymä.

Värjäntymiset ovat yleensä merkkejä orastavasta korroosioista. Niissä tapauksissa näkyvien tahrojen poistaminen peruspesuaineilla ei riitä. Korrosiiviset aineet tai korroosiotuotteet jäävät ansaan näihin pieniin, tuskin paljaalla silmällä näkyviin kuoppiin, mikä aiheuttaa uusien tahrojen synnyn.

Tällaisissa tapauksissa korjaava puhdistus on paikallinen. Tällä käsittelyllä on peittävä ja/tai passiivivaikutus. Kun lian poistamiseen tavallisesti käytetään neutraaleja tai emäksisiä aineita, korjaavaan puhdistukseen käytetäänkin happamia tuotteita. Niiden koostumus on sellainen, että ne liuottavat korroosiotuotteet kokonaan ja turvallisesti vahingoittamatta kuitenkaan ruostumatonta terästä. Niiden käyttö saa aikaan puhtaan metallisen pinnan jopa mikroskooppisella tasolla, mikä luo täydelliset olosuhteet ruostumattoman teräksen itsekorjautuvuudelle ja varmistaa puhdistuskäsittelyn pitkäkestoisen vaikutuksen.

On pidettävä mielessä, että nämä happamat ruostumattomien terästen erikoispuhdistusaineet voivat vaurioittaa muita metallisia materiaaleja kuten alumiinia tai galvanoitua hiilliterästä. Ainetta käytettäessä on varottava muita osia kuten alumiinisia ikkunan kehyksiä tai galvanoituja tukirakenteita. Myös koristekivi voi vaurioitua happamista puhdistusaineista. Tästä syystä korjaavan puhdistuksen voivat suorittaa vain kokeneet erikoisyrietykset, jotka ottavat huomioon terveys-, turvallisuus- ja ympäristönäkökulmat. Kansalliset ruostumattoman teräksen käyttöä edistävät yhdistykset antavat tietoja puhdistusaineista ja erikoisasantuntijoista.

4 Suosituksia kiinteistöhoitajille: huoltopuhdistus

Ulkokäytössä, kuten julkisivuissa, sadevesi yleensä huuhtelee lian ja muut jäämät tehokkaasti riippuen altistuksen voimakkuudesta. Rutiininomaisten puhdistustoimien aikana tulee kiinnittää erityistä huomiota sateelta suojattuihin alueisiin, jotta varmistetaan ilmasta peräisin olevien jäämien poistaminen. Tämä on erityisen tärkeää meri- ja teollisuusilmastoissa, missä ilmasta peräisin olevat kloridit tai rikkidioksidi voivat johtaa paikalliseen korroosioon, jos niitä ei erikseen poisteta.

Sisäkäytössä sormenjäljet voivat olla ongelma. Saatavilla on useita ruostumattoman teräksen pinnan toimitustiloja, joista monet

soveltuvat hyvin käytettäväksi suuria ihmismääriä palveleviin julkisiin tiloihin. Sisäkäytössä suosituilla harjatuilla pinnoilla sormenjäljet voivat näkyä välittömästi asentamisen jälkeen, mutta jäljet tulevat huomaamattomammiksi ensimmäisten puhdistuskertojen jälkeen.

4.1 Puhdistustapa

Helppo puhdistus on yksi syy ruostumattoman teräksen yleisyyteen arkkitehtonisessa käytössä. Tavanomaisesti pinnoittamattomana käytettävälle ruostumattomalle teräkselle voidaan käyttää useita erilaisia puhdistusaineita [11].

Hiotut, harjatut ja satiinipinnat ovat tyypillisiä ruostumattoman teräksen toimitustiloja rakennuksissa. **Sormenjälkien ja muiden tahrojen** poistaminen arkkitehtonisilta pinnoilta onnistuu usein turvallisesti saippuavedellä tai miedolla pesuaineella. Saatavilla on suihkutettavia puhdistusnesteitä, joiden avulla puhdistus on helppoa. Ne myös muodostavat teräksen pinnalle ohuen väliaikaisen kalvon, joka tuottaa tasaisen ja sileän hehkun. Nämä puhdistussuihkeet poistavat olemassaolevat sormenjäljet ja jättävät pinnan sellaiseksi, joka vähentää uusien sormenjälkien tarttuvuutta myöhemmässä käytössä. Aineen suihkuttamisen jälkeen pinta pyyhitään kuivalla pyyhkeellä. Lähin kansallinen ruostumattoman teräksen käyttöä edistävä yhdistys neuvoo paikallisesta tuotetarjonnasta.

Ruostumattomasta teräksestä valmistettu julkisivu ennen ja jälkeen puhdistuksen. Valokuva: York Property Company Inc., Bethlehem, PA (USA)





Kiiltohehketulla ruostumattomalla teräksellä verhoiltu julkisivu ennen ja jälkeen puhdistuksen. Huoltotoimenpiteet palauttavat heijastavalle pinnalle sen alkuperäisen hehkun. Valokuva: Christian Pohl GmbH, Köln (Saksa)

Peilikirikkaaksi kiillotettu ruostumaton teräs voidaan puhdistaa kloridittomalla lasinpuhdistusnesteellä.

Elektrolyttisesti värjätyin ruostumattoman teräksen kohdalla on varottava erityisesti pintojen naarmuttamista, sillä korjaaminen ei ole mahdollista. Neuvoja tulee pyytää tavarantoimittajalta. **Värjätyin (maalatun) ruostumattoman teräksen** puhdistettavuus riippuu pinnoitteen tyypistä. Yleisesti ottaen on suositeltavaa puhdistaa pinta useammin kuin paljas ruostumaton teräs, sillä pahasti likaantuneita maalattuja pintoja voi olla vaikea puhdistaa ilman, että kiilto vaurioituu tai pinta muuten muuttuu. Painepesurit voivat vaurioittaa pinnoitetta, joten letkukastelu puhdistusaineisella vedellä on parempi vaihtoehto.

Pinttyneempiin tahroihin tehoavat yleensä miedot kotitalouspuhdistusaineet, jotka sisältävät kalsiumkarbonaattia. Tämän pitäisi myös soveltua vesijälkien ja kevyiden värjäytymien puhdistamiseen. Puhdistuksen jälkeen jäämät tulisi poistaa (mieluiten deioni-

soidulla) vedellä välttämättä juovia ja vesijälkiä. Hankausjauheita ei tule käyttää, sillä nämä tuotteet voivat naarmuttaa ruostumattomia teräspintoja.

Kovan veden aiheuttamien saostumien poistaminen onnistuu usein 10–15 % fosforihappoliuoksella, kuten kuvattiin yllä laasti- ja sementtiroiskeiden kohdalla. Myös liuos, jossa on yksi osa etikkaa ja kolme osaa vettä on usein tehokas.

Pahat öljy- ja rasvatahrat voidaan poistaa alkoholipohjaisilla tuotteilla, kuten denaturoidulla sprillä ja isopropyylialkoholilla ja muilla liuottimilla kuten asetonilla. Nämä tuotteet eivät aiheuta ruostumattoman teräksen ruustumista. Liuottimien kanssa on varottava levittämästä likaa ruostumattomalla teräspinnalla, sillä sitä voi olla hankala poistaa kokonaan myöhemmin. Suositeltavaa on puhdistaa pinta useamman kerran puhtaalla naarmuttamattomalla liinalla, kunnes kaikki osittain liuenneet öljy-/rasvatahrat on poistettu. Saatavilla on myös emäksisiä aineita, joissa on lisänä tensidejä⁶.

⁶ Jos käytössä on mahdollisesti syövyttävä tuote, on suositeltavaa kokeilla tuotetta ensin pienelle pinnalle olevalle alueelle, jotta mahdollista muutosta ulkonäössä voidaan arvioida.



Vuonna 1930 valmistunut Chrysler Building (vasemmalla), oli ensimmäinen suuren mittakaavan arkkitehtoninen ruostumattoman teräksen käyttökohte. Socony Mobil Building (oikealla) vuodelta 1956 oli valmistuessaan aikansa suurin ruostumaton teräsjulkisivu. Molemmat julkisivut puhdistettiin tiettävästi ensimmäisen kerran vuonna 1995. Valokuva: Nickel Institute, Bryssel (Belgia)/Catherine Houska, Pittsburgh, PA (USA)

Maali ja graffiti käsitellään sopivalla alkalilla tai maalin poistoon tarkoitetulla liuottimella. Kivien raappojen tai veitsien käyttöä tulee välttää, sillä ne voivat naarmuttaa alla olevaa ruostumatonta teräspintaa.

Pitkään hoitamatta olleet pinnat voidaan käsitellä metallin kiillotusaineella, esimerkiksi kromipintaisten esineiden puhdistamiseen tarkoitettuilla (esim. autojen kunnostus). Myös auton maalipinnan kiillotusaineita voi käyttää. On kuitenkin oltava varovainen, sillä korkeakiiltoiset teräspinnat voivat naarmuuntua. Tahnamateriaalin jäänteet tulee poistaa kokonaan. Lian poistamiseen voi käyttää myös sopivaa ruostumattoman teräksen puhdistusainetta, joka sisältää fosforihappoa. Huuhtelu suoritetaan deionisoidulla

vedellä ja kuivataan. Suositeltavaa on käsitellä osan/kappaleen koko pinta, jotta ulkonäöstä ei tule laikukasta.

Ennen puhdistuksen aloittamista on luettava huolellisesti kaikki toimittajan terveys- ja turvallisuusohjeet. Jos et ole varma jostakin asiasta, kysy lisätietoa. Jos pesuun tai huuhteluun on käytetty vettä, pinnan pyyhkiminen kuivaksi voi olla tarpeen vesijälkien estämiseksi etenkin kovan veden alueella. Deionisoidun veden käyttö estää kovan veden aiheuttamien jälkien syntyä. Kun puhdistusaineita valitaan, tulee tarkistaa niiden soveltuvuus ruostumattomalle teräkselle, mutta myös niiden potentiaalinen vaikutus muille materiaaleille, kuten lasille, tiivisteille, kivelle jne.

Puhdistusaineet, joita ei saa käyttää ruostumattomalle teräkselle:

- kloridia sisältävät aineet, erityisesti suolahappopohjaiset liuokset,
- kloriittia sisältävät valkaisuaineet,
- hopeanpuhdistusaineet.

Jos näitä aineita on vahingossa päässyt ruostumattomalle teräspinnalle, pinta on huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä.

4.2 Puhdistusvälineet

Kostea liina tai säämiskä riittää yleensä poistamaan normaalin lian, sormenjäljet jne.

Pinttyneempi lika voidaan poistaa **nailonista valmistetuilla tyyneillä** kuten Scotch-Brite-tyyny. Herkemmät toimitustilat, kuten kiiltohehketetty ja peilikirkkaaksi kiillotettu, voivat kuitenkin naarmuuntua.

Pehmeitä nailonharjoja voi käyttää kuvioitujen ruostumattomien terästen puhdistamiseen. Tiettyyn suuntaan hiotut pinnan toimitustilat, kuten EN 10088-2 mukaiset G, J ja K, pitää puhdistaa hionnan suuntaisesti, ei poikkisuuntaan. Tavallisen teräksen puhdistukseen tarkoitettuja hankaustyynyjä, trasselialia tai teräsharjoja ei tule käyttää ruostumattomalle teräkselle. Pinnan naarmuttamisen lisäksi tyyny voi jättää hiiliteräsjäämiä ruostumattomalle teräspinnalle, mikä voi myöhemmin pinnan kastuessa johtaa ruosteläikkiin. Ristikontaminaation estämiseksi puhdistusvälineet pitäisi varata ainoastaan ruostumattoman teräksen puhdistukseen eikä niillä saa olla aikaisempaa käyttöä hiili-teräksen kanssa. Ruostumaton teräsvilla estää kontaminaation, mutta se saattaa naarmuttaa dekoratiivisia pintoja pysyvästi.

Painepesureita voidaan käyttää, mutta kuten muidenkin materiaalien kohdalla, veden kova paine voi aiheuttaa kovien teräväkulmaisten likahiukkasten kulun pitkän pintaa naarmuttaen sitä. Jos ruostumaton teräspinta on erittäin likainen, esim. hiekan tai pölyn peitossa, se kannattaa suihkuttaa puhtaaksi ennen painepesurikäsittelyä. Tulee myös huomata, että elementtien ja paneelien valmistuksessa käytetty ruostumaton teräslevy on usein hyvin ohutta, joten paine on pidettävä sellaisella tasolla, että materiaali ei muuta muotoaan.

4.3 Huoltovälit

Rakennusten sisätiloissa olevien ruostumattomien teräsosien huolto ei eroa muiden materiaalien huollosta. Ruostumattomat teräsosat pitää puhdistaa ennen kuin niihin

keräytyy näkyvää likaa tai sormenjälkiä niin, että puhdistuksesta aiheutuvat toimenpiteet ja kustannukset ja samalla pinnan ulkonäössä tapahtuvat pysyvät muutokset voidaan minimoida.

Ulkokäytössä ruostumaton teräs voi olla alttiina erilaisille vaikeille olosuhteille, joita ovat

- meri-ilmastot,
- teollisuuden päästöt
- tiesuolan roiskeet
- ilman saastuminen ja liikenteen päästöt.

Puhdistusaineena voi tällöin käyttää fosforihappoa sisältävää puhdistusainetta. Puhdistusväli riippuu sekä esteettisistä vaatimuksista että ilman syövyttävyydestä. Korkeatasoista puhtautta edellyttävissä paikoissa tai vaativissa ympäristöissä teräspinnat tulisi puhdistaa yhtä usein kuin rakennuksen lasitukset. Jos pinnat altistuvat voimakkailla olosuhteille, ne tulisi pestä muutaman kuukauden välein erityisesti sellaisilta alueilta, joita sadevesi ei huuhtelee. Kokemus on kuitenkin osoittanut, että tyypillisissä oloissa maaseudulla ja kaupungeissa liian näkyvä ja mahdollisesti korroosiota aiheuttava kerääntyminen vie useita vuosia.

5 Suosituksia puhdistushenkilökunnalle: Perusohjeet



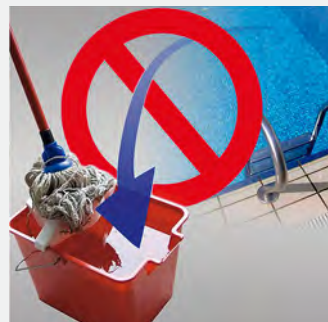
- 1) Pyyhi hiomasuunnan mukaisesti, ei poikkisuuntaan. Työskentele ylhäältä alas limittäisin vedoin.



- 4) Huuhtelee pesuaineet pois runsaalla vedellä. Pyyhi kuivaksi, jos mahdollista.



- 2) Älä käytä teräsvillaa tai muita kovia esineitä pinttyneiden tahrojen poistamiseen.



- 5) Älä käytä puhdistamiseen vettä uima-altaasta.



- 3) Älä käytä klooria sisältäviä pesuaineita kuten valkaisuainetta tai vahvoja happoja (esim. laastinpoistoaineita).

6 Lähteet

- [1] VAN HECKE, B., Mikä on ruostumaton teräs?, Luxemburg: Euro Inox 2. painos 2007
- [2] VAN HECKE, B., Tables of Technical Properties (Ruostumattomien (litteiden) terästen teknisten ominaisuuksien taulukot), Euro Inox: Materiaalit ja niiden käyttösovellukset julkaisusarja, julkaisu 5)
- [3] COCHRANE, D., Ruostumattoman teräksen pinnanlaadut (Rakennussarja, julkaisu 1), Luxemburg: Euro Inox, 2. painos, 2006. Julkaisu on saatavilla myös interaktiivisena CD ROM – levynä, josta löytyy realistiset animaatiot materiaalin heijastusominaisuuksista.
- [4] EN 10088 osa 2: Yleiseen käyttöön tarkoitettut korroosionkestävät levyt ja nauhat. Tekniset toimitusehdot
- [5] KOSMAČ, A., Ruostumattomien terästen elektrolyyttinen kiillotus (Materiaalit ja niiden käyttösovellukset julkaisusarja, julkaisu 11), Luxemburg: Euro Inox 2010
- [6] VAN HECKE, B., Dekoratiivisten ruostumaton teräs – pintojen mekaaninen viimeistely (Materiaalit ja niiden käyttösovellukset julkaisusarja, julkaisu 6), Luxemburg: Euro Inox 2010, saatavilla myös CD-ROM
- [7] BADDOO, N., Ruostumattomasta teräksestä valmistettujen rakennuskomponenttien asennus (Rakennussarja, julkaisu 10), Luxemburg: Euro Inox 2006
- [8] ARLT, N./BURKERT, A./ISECKE, B., Ruostumattomat teräkset kosketuksissa muiden metallisten materiaalien kanssa (Materiaalit ja niiden käyttösovellukset julkaisusarja, julkaisu 10), Luxemburg: Euro Inox 2010
- [9] ASTM A 380 Standard practice for cleaning, descaling and passivation of stainless steel parts, equipment and systems, ASTM 2006
- [10] CROOKES, R., Ruostumattoman teräksen peittäminen ja passivointi (Materiaalit ja niiden käyttösovellukset julkaisusarja, julkaisu 4), Luxemburg: Euro Inox 2004
- [11] Care and Maintenance of Stainless Steel (SSAS Information Sheet No. 7.20), Sheffield: British Stainless Steel Association, 2001

ISBN 978-2-87997-294-7