euro inox
The European Stainless Steel Development Association

Ruostumattomasta teräksestä valmistettujen rakennuskomponenttien asennus

Rakennussarja, julkaisu 10

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.

Copyright

Tähän julkaisuun sovelletaan tekijänoikeuslakien mukaisia sääntöjä. Euro Inox varaa kaikki oikeudet käännöksiin kaikille kielille, julkaisemiseen, kuvien käyttöön, esittelyihin sekä radio- ja televiosiolähetyksiin. 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 syytteeseen panoon Luxemburgin tekijänoikeuslain ja Euroopan Unionin lainsäädännön mukaisesti.

ISBN 978-2-87997-250-3

Englanninkielinen versio	978-2-87997-143-8
Saksankielinen versio	978-2-87997-248-0
Espanjankielinen versio	978-2-87997-249-7
Ruotsinkielinen versio	978-2-87997-251-0
Tsekinkielinen versio	978-2-87997-257-2
Hollanninkielinen versio	978-2-87997-259-6
Ranskankielinen versio	978-2-87997-260-2
Puolankielinen versio	978-2-87997-288-6

Jäsenet

Acerinox
www.acerinox.es

ArcelorMittal Stainless Belgium
ArcelorMittal Stainless France
www.arcelormittal.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

Institut de Développement de l'Inox (I.D.-Inox)
www.idinox.com

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.com

SWISS INOX
www.swissinox.ch

Ruostumattomasta teräksestä valmistettujen rakennuskomponenttien asennus
Ensimmäinen painos 2006
Rakennussarja, volyymi 10
© Euro Inox 2006

Julkaisija
Euro Inox
Pääkonttori: 241 route d'Arlon
1150 Luxemburg, Grand Duchy of Luxemburg
Puh.: +352 261 03 050 Fax: +352 261 03 051
Toimeenpaneva toimisto:
Diamant Building, Bd. A. Reyers 80
1030 Brussels, Belgium
Puh.: +32 2 706 82 67 Fax: +32 2 706 82 69
E-mail: info@euro-inox.org
Internet: www.euro-inox.org

Tekijä
Nancy Baddoo, The Steel Construction Institute, Ascot, UK

Varaus

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

Sisällysluettelo

1 Johdanto 2
2 Työmaaolosuhteet 3
3 Sennuksen suunnittelu 4
3.1 Yleistä 4
3.2 Asennussuunnitelma 4
3.3 Koeasennus 4
4 Tuennat, ankkuroinnit ja liitynnät 5
5 Asennuspiirustukset 6
6 Toleranssit 6
7 Kuljetus, käsittely ja varastointi 7
7.1 Yleistä 7
7.2 Kuljetus 7
7.3 Käsittely 7
7.4 Varastointi 9
7.5 Merkitseminem 11
8 Asennusmenetelmät 12
9 Hitsaaminen työmaalla 13
10 Materiaalin pinnan suojaaminen 13
11 Puhdistus ennen käyttöönottoa 15
12 Eri metallien välinen kontakti 17
13 Verhousten asennus 20
13.1 Pinnan yhtenäisyys 20
13.2 Tasomaisuus 20
13.3 Puhtaus 21
14 Kiinnikkeet 22
15 Viitteet

Kiitokset
ArcelorMittal Stainless, Genk (B) p. 19
Cedinox, Madrid (E), p. 22
Centro Inox, Milan (I) p. 17
Niton, Billerica, MA (USA) , p. 10
NTD, Concorezzo (I), p. 10
T. Pauly, Brussels (B), cover, p. 2, 6, 13, 14, 19, 20, 21, 23
V. Röyttä, Tornio (FIN) , p. 8
Stelos Oy, Helsinki (FIN), p. 4, 12
The Steel Construction Institute, Ascot (UK) p. 18
B. Van Hecke, Brussels (B), p. 9, 11, 14, 15, 16

1 Johdanto

Ruostumattomassa teräksessä erinomainen korroosionkestävyys ja näyttävä pinnan viimeistely yhdistyvät edulliseen materiaalin lujuus-paino-suhteeseen [1,2]. Nämä ominaisuudet puoltavat materiaalin valintaa rakennemateriaaliksi.

Tämän informatiivisen julkaisun tarkoituksena on esitellä hyviä rakentamis- ja asennuskäytäntöjä ruostumattomasta teräksestä valmistettaville arkkitehtonisille ja rakenteellisille komponenteille. Yleisimmin rakentamisessa käytetään austeniittisia ruostumattomia teräslajeja; ohjeet ovat kuitenkin sovellettavissa myös ferriittisille ja duplex-teräksille. Tämä julkaisu tarkentaa ja selventää eurooppalaisen standardin EN1090 vaatimuksia, jotka kohdistuvat teräsrakenteiden toteuttamiseen [3,4,5].

Ruostumattomasta teräksestä toteutettavat rakenteet voidaan koota rakennuspaikalla käyttäen hitsaus-, ruuvi- tai muita mekaanisia liittämismenetelmiä.

Ainutlaatuinen yhdistelmä ominaisuuksia; korroosionkestävyys, korkea lujuus ja visuaalinen näyttävyys tekevät ruostumattomasta teräksestä ihanteellisen materiaalin näkyviin jääviin rakenteisiin.

Ruostumattomien komponenttien asennustoimenpiteistä tulee laatia kirjallinen ohje, jossa kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin:

- Materiaalin ominaisuudet ja niiden vaikutukset asennustoimenpiteisiin
- Rakennuspaikalla käytössä oleva tila
- Vaatimukset erikoistyökaluille ja laitteille
- Mahdollinen tarve koeasennukseen
- Asentamisen vaiheet aikataulutettuna muun rakenteen valmistumiseen
- Rakenteiden massat, niiden nostokohdat sekä vaatimukset väliaikaisille tuille tai vinositeille.

Oleellista ruostumattoman teräksen eri työvaiheiden aikana ja jälkeen on säilyttää materiaalin korroosionkestävyys. On tärkeää, että komponentin pinnan ulkonäkö ei muutu tai vahingoitu valmistuksen, kokoonpanon, kuljetuksen tai asennuksen aikana, sillä ruostumattomasta teräksestä valmistettuja rakenteita ei tavallisesti enää maalata tai muulla tavoin pintakäsitellä työmaalla.

2 Työmaaolosuhteet

Rakenteen asennus aloitetaan vasta, kun työmaan turvallisuusvaatimukset on täytetty. Tärkeimpiä huomioitavia vaatimuksia ovat:

- Esteetön pääsy asennuspaikalle ja esteetön liikkuminen asennuspaikalla,
- Kiinteästi asennettujen nostimien varustus ja ylläpito sekä pääsy laitteelle,
- Työmaalle tuotavien komponenttien mittojen ja massojen rajoitukset,
- Lähellä sijaitsevien rakenteiden mahdollisesti aiheuttamat rajoitukset asennukselle.

3 Asennuksen suunnittelu

3.1 Yleistä

Yleisiä turvallisuusnäkökulmia, joita teräsrakenteiden asennuksessa tulee huomioida ovat:

- Teräsosan asennuksen aikainen stabiilius
- Teräsosien turvallinen nosto ja paikoilleen laskeminen
- Turvallinen pääsy asennuskohtaan sekä turvallinen työasento

Ruostumattomien teräsosien asennuksessa eroavaisuuksia teräskomponentteihin ovat:

- Ruostumattomien osien suurempi suhteellinen joustavuus (erikoisesti arkkitehtoonisissa levyosissa), jolla saattaa olla vaikutusta osittain asennetun rakenteen jäykkyyteen;
- Erityinen huolellisuus nostojen sekä paikalleen laskemisen aikana, että arkkitehtoonisesti tärkeitä rakenteiden pintoja ei vaurioiteta; ja
- Turvallinen pääsy ja työasennot oikeinajoitetulle työmaatoiminnalle, mikä ei välttämättä toteudu ellei vaatimuksena ole arkkitehtoninen pinnan viimeistely (esim. hionta ja puhdistus).

Paras keino varmistaa asiantuntemusta vaativien työvaiheiden riittävä huomioon ottaminen on valita ruostumattomien osien asennukseen jo koulutusta ja kokemusta omaava urakoitsija sekä työmaanhenkilökunta. Vain käyttämällä riittävän osaavaa henkilöstöä voidaan työmaan turvallisuus ja toimivuus varmistaa.

Työmaahenkilöstön ohjeistamisen tulee olla säännöllistä ja perustua asennussuunnitelmaan, jolloin voidaan varmistaa, että

- ymmärretään mitä tehdään
- ollaan varustautuneina tarvittavilla työkaluilla ja laitteilla; ja
- ollaan saatu tieto mahdollisista vaaratekijöistä (kuten todennäköisyys terävistä leikatuista reunoista) sekä vastaanotettu henkilökohtaiset suojavälineet.

Yleensä kaikki toiminta työmaalla, joka liittyy ruostumattomien teräsrakenteiden asennukseen tehdään samalla kertaa, yhden jatkuvan työmaakäynnin aikana, ja hyödynnetään tämän toiminnan ulkopuolelle jäävää aluetta eristettynä suoja-alueena.

Työtä ei ole aina mahdollista saada valmiiksi yhden työmaakäynnin aikana, koska pinnan viimeistelytyöt on usein mahdollista tehdä vasta myöhemmin asennuksen jälkeen. Tästä johtuen ruostumattomaan teräkseen liittyvät työt joudutaan limittämään muiden työmaan toimintojen kanssa ja erityistä huomiota tulee kiinnittää työn turvallisuuteen sekä jo aiemmin asennettujen osien suojaamiseen.

Selkeään asennussuunnitelmaan perustuen ruostumattomat teräsosat voidaan pystyttää turvallisesti ja lyhyessä ajassa.

3.2 Asennussuunnitelma

Työmaalla asennustoiminnot voidaan aloittaa kun asennussuunnitelma on valmisteltu ja hyväksytty toimintoihin osallistuvien taholta. Tämä asiakirja kuvaa rakenteen asennuksen turvallisuuden, taloudellisuuden ja ajan käytön. Tyypillisesti asennussuunnitelma sisältää seuraavia asioita :

- työmaalla tehtävien liitosten sijainnin ja tyypin
- suurimman osan dimensiot, painon ja sijainnin
- asennusjärjestyksen
- menetelmät, joilla taataan turvallinen pääsy työpisteisiin sekä turvalliset työasennot
- sallitut toleranssit
- kokemukset aikaisemmasta koeasennuksesta

Oleellista on, että asennussuunnitelma on yhdenmukainen suunnittelussa käytettyjen olettamusten kanssa. Osittain asennetun rakenteen kestävyyden tulee olla riittävä asennuksen aikaisille kuormille. Tämä voidaan ohjeistaa, kun asennussuunnitelmassa on huomioitu osittain asennetun rakenteen stabiilius. Esistandardi prEN 1991-1-6 sisältää asennuksen aikaiset kuormat [6]. Kaikki tarpeet väliaikaisille vinotuille ja muille tukirakenteille sekä ilmiöille, jotka voivat aiheuttaa turvallisuusriskin rakentamisen aikana, tulee ottaa huomioon.

3.3 Koeasennus

Asennettaessa kalliita tai helposti vaurioituvia rakenneosia ja kun osan tilalle on vaikea vaihtaa uusi lyhyellä varoitusajalla vaurion tapahtuessa, on tarpeellista varmistaa, että työmaan toiminnoissa asennussuunnitelmaa noudatetaan tarkasti. Tällaisissa tapauksissa rakenteen tai sen osan koeasennus voi antaa etua:

- mahdollisuuden tarkistaa asennetun rakenteen hyväksyttävyys
- mahdollisuuden tarkistaa suunniteltu asennusjärjestys turvallisuusnäkökohdat huomioiden (erityisesti tilanteissa joissa on kyse rakenteen stabiiliudesta tai saavutettavuuden järjestelyistä).
- Mahdollisuuden määrittää operaatioon kuluva aika (erityisesti jos työmaata voidaan hallita vain rajoitetun ajan).

Kokemuksia koeasennuksesta voidaan siten käyttää palautteena kehittämään asennussuunnitelmaa. Koeasennusta voidaan käyttää myös selvittämään kuljetuksen, käsittelyn ja varastoinnin menetelmiä ennalta ehkäisemään mahdollisia vaurioita siirtojen aikana.

4 Tuennat, ankkuroinnit sekä liitynnät

Teräsrakenteen tuentojen tulee olla oikein valmisteltuja huomioiden olosuhteet, rakenteiden sijainti ja osien määrä, jotta ruostumattomat osat voidaan vastaanottaa ja asentaa. Asennusta ei voida aloittaa ennen kuin tuentojen, ankkurointien tai laakerointien sijainti ja määrät vastaavat hyväksyttyä tai määritettyä hyväksyntäkriteeriä.

Lisälevyjen ja muiden tuenta-apuvälineiden, joita käytetään väliaikaisina tukina pohjalevyjen alla, tulee muodostaa tasainen pinta teräsrakennetta vastaan ja olla riittävia dimensioiltaan, lujuudeltaan ja jäykkyydeltään, jotta vältetään alla olevan betonin paikallinen murtuminen. Jos täytelevyt on jätetty paikalleen jälkivalun jälkeen, on niiden säilyvyyden oltava sama kuin itse rakenteellakin. On huomioitava, että jälkivalussa käytettävät materiaalit, jotka ovat kosketuksissa ruostumattoman teräksen kanssa, eivät saa sisältää klorideja.

5 Asennuspiirustukset

Asennuspiirustusten tulee sisältää kaikki tarvittavat yksityiskohdat koskien teräksen tai pulttien kiinnityksiä perustuksiin, niiden säätömenetelmiä, ruostumattomien teräsosien kiinnityksiä ja liittymistä tukiin sekä hitsaamista, mikäli asennuksen aikana hitsataan. Piirustuksissa tulee myös näyttää yksityiskohdat ja asennusjärjestys sekä teräsrakenteet tai muut rakenteet, jotka ovat välttämättömiä asennusaikaisen rakenteen stabiiliuden tai henkilöstön turvallisuuden varmistamiseksi.

Kylmämuovatuille osille ja levyille osoitetaan asennuspiirustuksissa kiinnikkeiden ja aluslevyjen tyypit sekä kiinnittämisjärjestyksen lisäksi huomautusteksti (esim. reiän halkaisija ja minimi kiristysmomentti). Piirustuksiin tulee sisällyttää myös tieto päittäis- ja sivulimiliitoksista sekä joustavien liikuntasaumojen sijainti.

6 Toleranssit

Ruostumatonta terästä käytetään yleensä rakennuskohteissa arkkitehtonisista syistä. Tämä antaa jo mielikuvan, että normaalisti teräsrakenteiden yhteydessä käytetty laaja toleranssialue, joka toteutetaan käyttämällä lisälevyjä tai vähäistä osien pakottamista, ei ole hyväksyttävää kaikissa ruostumattoman teräksen käyttökohteissa. Ruostumattomasta teräksestä valmistettavien osien yhteydessä voi olla perusteltua käyttää tiukempia toleransseja. Standardissa prEN1090-2 [4] on esitetty taulukot asennustoleranssien arvoille kuten solmukohtien sijainnin poikkeama, suoruus/tasomaisuus asennetulle osalle. Nämä vaatimukset on jaettu kahteen luokkaan. Molemmissa luokissa rakenteen tulee täyttää mitoille annetut stabiiliudelle välttämättömät kriteerit, kun taas tiukempi toleranssiluokka voidaan määrätä, jos tarkempi sovitus vaaditaan muusta syystä.

Koska ruostumattomat teräsrakenteet ovat usein näkyvillä olevia rakenteita, niiden visuaalinen pinnan laatu on tärkeä ja tästä syystä vaativiakin toleransseja tulee kunnioittaa ja noudattaa.

Austeniittisten ruostumattomien terästen lämpölaajenemiskerroin on n. 50% suurempi kuin hiiliteräksillä [7]. Asiantuntevaa harkintaa tulee käyttää suurten ruostumattomasta teräksestä valmistettujen rakenteiden yhteydessä, kun toleranssivaatimuksia asetetaan sekä niiden toteamisessa valmiissa rakenteessa.

7 Kuljetus, käsittely ja varastointi

7.1 Yleistä

Ruostumattomasta teräksestä valmistetut komponentit varustetaan kuljetusta, käsittelyä ja varastointia koskevilla ohjeilla, jotta käyttöä varten toteutuu valmistettu pinnanlaatu. Erikoisesti tämä koskee BA (kirkkaaksi hehkutettuja)-, hiottuja-, teksturoituja- ja värillisiä tai maalattuja pintoja. Kaikissa työvaiheissa, kuljetuksesta ja käsittelystä komponenttien varastoimiseksi työmaalla, on vältettävä vieraiden partikkeleiden, erikoisesti hiiliterästen ja raudan, aiheuttamaa kontaminaatiota materiaalin pinnalla. Hiiliteräksen aiheuttama kontaminaatio voi myöhemmin aiheuttaa pinnan ruostumisen ja värjäytymisen.

Kaikista työvaiheista annetaan työohjeet ruostumattomien terästen ja hiiliterästen käsittelylle, jotta ruostumattoman teräksen kontaminaatio voidaan estää. Jos työmaalla joudutaan työstämään ruostumatonta terästä, on työlle varattava oma ruostumatonta materiaalia varten varattu alue, käytettävä vain ruostumattomalle teräkselle varattuja työkaluja ja harjoja, käytettävä ruostumattomalle teräkselle soveltuvia nostokiinnikkeitä sekä käytettävä trukin sorkissa suojuksia ruostumattoman teräksen siirroissa. Näiden lisäksi kontaminaatio voi olla seurausta öljy- tai rasvatahroista sekä hitsausroiskeista.

Poistettavien muovisuojakalvojen käyttö ruostumattoman teräksen pinnalla estää vieraiden partikkeleiden tarttumisen teräksen pintaan. Mikäli ruostumattoman teräksen pinnalla on muovisuojakalvo, se tulee jättääkin suojaamaan pintaa rakennuksen valmistumisen edetessä ja poistaa vasta juuri ennen rakenteen käyttöönottoa.

7.2 Kuljetus

Ruostumattomalle teräkselle voidaan antaa erilliset pakkausohjeet kuljetuksia varten tapauksissa, joissa materiaalin pinta halutaan erityisesti suojata. Esimerkiksi on syytä huomioida vanteiden aiheuttama kiristys materiaalin pintaan, kun levyt on pakattu paletteihin tai kuljetusautoon. Vanteiden ja materiaalin pinnan väliin laitetaan sopiva eriste. Jos käytetään hiiliteräksestä valmistettuja vanteita sitomaan paletit tai niput, käytetään muovista valmistettua kulmapalaa tai muuta pehmustetta estämään vanteen kiristyksen aiheuttama vaurio ruostumattoman teräksen pintaan tai nurkkiin.

Korroosiovaurioita voi tapahtua kuljetuksen aikana, mikäli materiaalin pintaan kondensoituu kosteutta (tyypillisesti lämmöllä kiristettävissä muovisuojissa). Korroosiovaurio on todennäköisempää, jos pakkaus jää paikoilleen pidemmäksi ajaksi kosteaan ympäristöön ja tuotteet on kuljetettu kosteassa tai suolapitoisessa ympäristössä. Sopivien kosteudenpoistajien käyttö pakkauksissa voi vähentää kosteuden muuten aiheuttamaa ongelmaa. Toimituksen jälkeen ruostumattoman tuotteen pinnanlaatu tulee tarkistaa ja todeta kaikki korjausta vaativat virheet.

7.3 Käsittely

Ruostumattomasta teräksestä valmistettuja komponentteja käsitellään ja varastoidaan niin, että vaurioiden todennäköisyys saadaan minimoitua. Erityistä varovaisuutta tulee noudattaa mekaanisten vaurioiden välttämiseksi. Nostoketjuja käytettäessä

tarraimet helposti liukuvat materiaalin pinnalla aiheuttaen mekaanisen vaurion. Suositeltavia ovat synteettisestä materiaalista valmistetut nostoliinat, jotka voivat vähentää kontaminaation mahdollisuutta.

Lastausten, kuljetuksen, varastoinnin ja asennuksen aikana vaurioituneet komponentit korjataan vastaamaan alkuperäistä vaatimusta. Ruostumattomille teräskomponenteille korjaustyön suorittaminen työmaalla saattaa olla hankalaa, ja vaurioitunut komponentti voidaan joutua palauttamaan tehtaalle tai vaihtamaan uuteen. Materiaalin käsittelymenetelmien merkitys korostuu vaurioiden minimoimiseksi.

Muovisuojat nostolaitteen nostoliinojen päällä sekä suojakalvo ruostumattomien komponenttien päällä estää raudan tarttumisen materiaalin pintaan sekä mekaaniset vauriot.

Yksittäisinä kappaleina käsiteltäessä kylmämuovatut komponentit ja levyt ovat alttiita etenkin reunojen vaurioille ja muodonmuutoksille. Kuljetusta varten nämä on turvallisinta pakata nippuihin. Nostot tulee suunnitella siten, että nostopisteissä ei aiheuteta paikallista vauriota jäykistämättömille levyjen reunoille tai muille alueille, joihin koko nipun massa kohdistuu.

Nostoissa voidaan käyttää nostopuomeja, joilla nostovoima saadaan jaettua useammalle pisteelle sekä voidaan käyttää väliaikaisia tukia rakenteen stabiiliuden varmistamiseksi noston aikana. Holkilla varustetut nostohihnat helpottavat nostoa, mutta paras ratkaisu on rakenteeseen jo valmiiksi asennetut nostokorvakkeet.

Kaikki nostossa tarvittavat välineet tulee puhdistaa ennen kuin niitä käytetään ruostumattoman teräksen käsittelyyn. Tästä syystä on suositeltavaa tehdä suunnitelma ja aikataulu ruostumattoman teräksen käsittelyille. Jos käsittelyssä tarvittavia välineitä käytetään kontrolloimattomasti ja välineiden puhdistus laiminlyödään, on tuloksena pahimmassa tapauksessa materiaalin pinnan kontaminoituminen.

Ruostumaton teräs tulee suojata suoralta kosketukselta hiiliteräksestä valmistettuihin nosto- tai siirtolaitteisiin (ketjut, nostokoukut, siteet ja rullat tai trukin sorkat) eristävällä materiaalilla esim. vanerilevyllä tai käyttämällä levyjen nostoon imukuppijärjestelmiä. Näiden vaatimusten pohjalta tulee laatia työohjeet, jotka lisätään työmaan nostotyösuunnitelmaan ja joita voidaan käyttää työmaalla osallistuvien henkilöiden perehdyttämiseen.

Kosketusta kemikaaleihin mukaan lukien väriaineet, liimat, kiinnittyvät teipit, öljyt ja rasvat tulee välttää. Mikäli edellä mainittuja aineita käytetään, niiden soveltuvuus on varmistettava aineen valmistajalta tai testattava niitä vastaavan materiaalin pintaan.

Ruostumattomia teräskomponentteja nosteltaessa leikatut, terävät reunat voivat aiheuttaa vaaratilanteita sekä vahingoittaa ihmisiä ja ympäristöä. Mikäli teräviä reunoja ei voida suojata, niiden olemassaolo on huomioitava nosto- ja asennustyöohjeita tehtäessä ja näiden töiden suorittamiseksi henkilöstölle on ohjeistettava turvalliset työvälineet.

7.4 Varastointi

Varastoitaessa ruostumattomia komponentteja on huolehdittava, että kontaminaatiota tai pintojen vaurioitumista ei pääse tapahtumaan. Kuiva varastopaikka katon alla on suositeltavin, varsinkin jos rakenteet on päällystetty materiaalilla (esim. pakkauspahvit), joka imee vettä ja voi tahrata pinnan. Levy- ja muut tasomaiset rakenteet suositellaan varastoitaviksi pystyasennossa. Säilytystelineissä ruostumattoman teräksen kanssa kontaktissa olevat pinnat tulee suojata puu-, kumi- tai muovilatoilla tai suojuksilla, jotta telineen rakenteessa mahdollisesti olevat hiiliteräs, kupari- tai lyijyseostus eristetään ruostumattomasta teräksestä.

Kokoonpanot vaativat suojauksen, jotta voidaan estää vauriot ja kontaminaatio varastoinnin, käsittelyn ja kuljetuksen aikana.

Muovipakkaus suojaa ruostumattomasta teräksestä valmistettuja putkipalkkeja rautakontaminaatiolta hiiliteräksestä valmistetussa säilytyskehikossa.

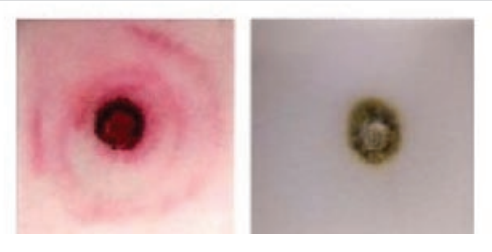
Pitkäaikainen säilytys/kuljetus suolapitoisessa tai muussa aggressiivisessa ilmastossa saattaa vahingoittaa matalaseosteisten, kuten teräslaji EN1.4301 (AISI304), ruostumattomien terästen passiivikalvoa. Siitä syystä matalaseosteisten ruostumattomien terästen varastointiaikaa aggressiivisessa ympäristössä tulee rajoittaa.

Työmaalla kiinnikkeet varastoidaan kuivassa ympäristössä, asianmukaisesti pakattuna sekä tunnistettavissa olevana.

Varastointialueet voivat olla tarpeellista turvata varkaiden varalta, koska materiaali on arvokasta.

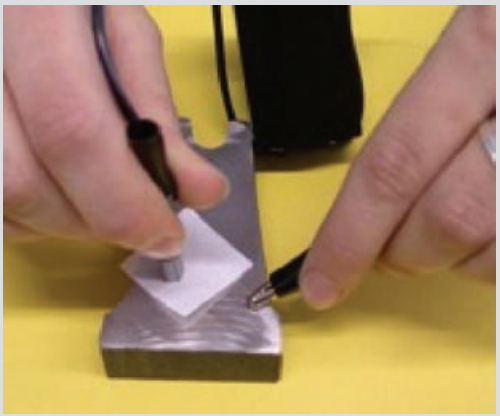
Seuraavan sivun taulukossa on esitetty neljä kohtaa, joiden avulla ruostumaton teräs voidaan työmaalla erotella muista metalleista. Kemiallisia ja elektrokemiallisia yksinkertaisia menetelmiä käytetään erottamaan molybdeenillä seostetut teräslajit kuten EN1.4404 molybdeeniä sisältämättömistä teräslajeista kuten EN1.4301. Saatavilla on käsikäyttöisiä röntgen-säteilyyn perustuvia laitteita, jotka analysoivat metallisen materiaalin kemiallista koostumusta.

Ruostumattoman teräksen tunnistaminen muista metalleista



Testausnesteiden avulla erotellaan molybdeeniä sisältävät ruostumattomat teräkset, kuten 1.4401 tai 1.4404, ei-molybdeeniä sisältävistä teräksistä kuten 1.4301 tai 1.4307.

Helppokäyttöisiä elektrokemiallisia testausmenetelmiä molybdeenipitoisten ruostumattomien terästen toteamiseen on saatavilla.



Teräksen kemiallisen analyysin osoittamiseen on kehitetty käsikäyttöisiä testauslaitteita.

Väri

Ruostumaton teräs on väriltään hyvin hiiliteräksen kaltainen, esimerkiksi juuri työstetyn kappaleen, leikatun tai hiotun, tunnistaminen tottumattomalle havaitsijalle on vaikeaa.

Tiheys

Myös ruostumattoman teräksen tiheys on lähes samansuuruinen kuin hiiliteräksen. Alumiiniseosten tiheys on noin kolmasosa terästen tiheydestä.

Magneettisuus

Ferriittiset ja martensiittiset teräkset ovat magneettisia. Austeniittiset ruostumattomat lajit ovat hehkutetussa tilassa ei-magneettisia, vaikkakin niillä on taipumus muuttua hieman magneettisiksi kylmämuokkauksen vaikutuksesta. Moniulotteisten komponenttien magneettisuus ei ole tasainen kappaleen eri kohdissa, vaan magneettisuus on tyypillistä muokatuilla nurkka-alueilla, lähellä porattuja reikiä sekä koneistetuissa pinnoissa. Austeniittinen ruostumaton teräs on tunnistettavissa magneettisuuden epätasaisesta jakautumisesta pinnoissa. Muissa ruostumattomissa teräksissä, hiiliteräksissä sekä alumiineissa tämän tyyppistä ilmiötä ei havaita.

Korroosionkestävyys

Materiaalin pinnalle jätetty vesijohtovesi aiheuttaa nopeasti materiaalin pinnan värjäytymisen hiiliteräksillä sekä vähän seostetuilla teräksillä ruostumattoman teräksen pinnan jäädessä muuttumattomaksi.

7.5 Merkitseminen

Tyypillisesti materiaalin pintakäsittelyn suuntaisuus, valssaus- tai hiontasuunta, on merkitty pinnan suojana olevaan muovikalvoon. Valmistuksen ja asennuksen aikana on huolehdittava, että kaikissa näkyviin jäävissä komponenteissa valssaus- ja hiontasuunnan osoittava merkitseminen on havaittavissa.

Kaikissa paikalla asennettavissa komponenteissa tulee olla asennusta varten merkintä, joka on sama kaikille saman erän identtisille komponenteille. Komponentti merkitään asennussuunnan osoittavalla merkinnällä mikäli asennussuunta ei ole itsestään selvä komponentin muodon perusteella. Kloridi- ja sulfidipitoisia merkkausjälkiä tulee välttää.

Merkintä tehdään komponentin kohtaan, josta se voidaan helposti havaita sekä varastoitaessa että myös jo asennetusta komponentista. Merkinnät, jotka on tehty komponentin suojakalvon pintaan häviävät, kun kalvo poistetaan komponentin pinnalta. Mikäli ennen kalvon poistamista tarkistetaan komponenttien asennus suunnitelman mukaisesti, voidaan piirustusten ja niiden merkintöjen perusteella luottaa asennettujen komponenttien jäljitettävyyteen.

Merkintäohjeistus on tarpeellinen tapauksissa, joissa merkinnän tekeminen saattaa jättää ulkonäköä haittaavan jäljen valmiiseen osaan. Muovikalvoon tehdyt merkinnät saattavat mennä kalvon läpi materiaalin pintaan. Suositeltavaa on tehdä koemerkintä ylijäämäpalaan tai tiedustella kalvolle soveltuva merkintämenetelmä kalvon valmistajalta.

Irtirepäistävässä suojakalvossa oleva tyypillinen merkintä osoittaa materiaalin valssaussuunnan.

8 Asennusmenetelmät

Teräsrakenteen asennus suoritetaan asennusohjeen mukaisesti varmistaen rakenteen stabiilius kaikissa tilanteissa.

Ruostumattomasta teräksestä valmistetut rakenteet eivät yleensä vaadi mitään erikoistoimenpiteitä olettaen, että rakenneosat on valmistuksen jälkeen todettu suoriksi ja että liitosalueilla ei ole liiallista hitsauksen aiheuttamaa vetelyä (muussa tapauksessa sovitustyö asennuspaikalla voi johtaa kalliiseen työmaalla tapahtuvaan korjaamiseen). Asennuksen ajan rakenteen tulee olla turvallinen rakennusaikaisille voimille, joita aiheutuu keskeneräisille rakenteille asennukseen vaadittavista laitteista sekä luonnonolosuhteista.

Kaikki väliaikaiset tuet ja kiinnikkeet tulee jättää paikalleen kunnes asennus on riittävästi edennyt ja sallii tukien turvallisen irrottamisen.

Ruostumattomalla teräsrakenteella asennustekniikat ovat olennaisilta osiltaan samanlaiset kuin teräksestä valmistetuille rakenteille.

Jokaisen osan linjaaminen tulee tehdä niin pian asennuksen jälkeen kuin se on käytännössä mahdollista ja osan asennus tulee tehdä loppuun välittömästi linjaamisen jälkeen. Lopullisia liitoksia ei pidä tehdä osien välille ennen kuin tarpeelliset osat on linjattu, asennettu oikeaan korkeusasemaan sekä asennettu pystysuoraan ja kiinnitetty väliaikaisesti näin varmistaen, että osat eivät liiku seuraavien komponenttien asennuksen ja linjaamisen aikana.

Rakenteen linjaaminen sekä liitosten sovitusvirheiden korjaaminen voidaan tehdä käyttäen lisälevyjä. Lisälevyn paikallaan pysyminen täytyy varmistaa, mikäli on olemassa epäilys niiden löystymisestä. Ruostumattomasta teräksestä valmistettujen rakenteiden yhteydessä tulee käyttää ruostumattomasta teräksestä valmistettuja lisälevyjä. Niillä tulee olla sama pitkäaikaiskestävyys kuin rakenteella itsellänkin ja niiden minimi levynvahvuus on 2 mm ulkokäyttöön tarkoitetuissa rakenteissa. Mikäli lisälevyjä käytetään linjaamaan päällystettyjä teräsrakenteita, lisälevyt tulee myös käsitellä samalla tavoin kuin muut rakenteet.

9 Hitsaaminen työmaalla

Työmaahitsauksia voidaan suorittaa edellyttäen, että noudatetaan tarkoitusta varten laadittuja hitsausohjeita. Standardi prEN1090-2 antaa ohjeita hitsaustyölle ja viittaa muihin käytössä oleviin eurooppalaisiin hitsausstandardeihin. Standardi EN1011-3[9] sisältää hyödyllistä tietoa ruostumattoman teräksen kaarihitsauksesta.

Työmaalla tapahtuvaa ruostumattomasta teräksestä valmistettavan uima-allasrakenteen hitsausta.

10 Materiaalin pinnan suojaaminen

Työohje voidaan laatia materiaalin pinnan suojaamiseksi vaurioitumiselta sekä kontaminaatiolta valmistuksen, kuljetuksen, työmaalla tapahtuvan varastoinnin ja pystytyksen aikana. Pinnan suojaamisella voidaan minimoida tai joissain tapauksissa kokonaan poistaa pinnan puhdistuksen tarve ennen käyttöönottoa.

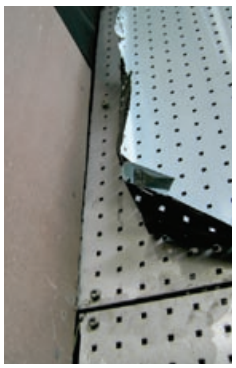
Piiloon jäävien ruostumattomasta teräksestä valmistettujen rakenteellisten osien ulkonäkö ei useinkaan ole tärkeä ominaisuus, josta syystä niiden pinnan suojaaminen voi olla vaatimuksiltaan vähäinen. Pinnan kolhu voi siinä tapauksessa olla vähemmän kriittinen eikä yleensä johda materiaalin ilmastoperäisen korroosiokestävyyden heikkenemiseen. Kontaminaatio, kun se on hiiliteräksestä peräisin, aiheuttaa värjäytymän teräksen pinnalla, kun hiiliteräspartikkelit alkavat ruostua. Ellei pinnan ulkonäön muuttuminen aiheuta suurta huolta, niin yleisen käytännön lisäksi ei tarvita juuri muuta suojausta.

Ruostumattomille rakenneosille, joiden ulkonäölle on asetettu korkeita vaatimuksia, esimerkiksi verhoilevat seinät ja seinäpaneelit, on oleellista pinnan tehokas suojaaminen. Kuten teräspinnoilla, pinnan vaurioita ei voida korjata maalaamalla. Tämä on tärkeää huomioida teksturoiduille, värjätyille tai maalatuille pinnoille, sillä useinkaan näille aiheutuneita vaurioita ei voida työmaalla korjata. Hyvin suunnitellut työohjeet ovat tärkeitä ja sen lisäksi tekijöiden tulee omata kokemusta näiden rakenneosien käsittelystä ja asennuksesta.

Pinnan suojaus tapahtuu usein liimattavalla muovikalvolla. Muovikalvon tulee olla helposti kiinnitettävää, suojaukseen tarkoitettua ja helposti irrotettavaa ilman, että pinnalle jää jäämiä poistamisen jälkeen. Kalvon valmistajalta voi kysyä neu-

voa materiaalista, liiman tyypistä ja maksimi ajasta, jonka muovi voi olla materiaalin pinnalla. Liiallinen altistuminen lämmölle, auringon valolle tai mekaaniselle paineelle voi vaikeuttaa kalvon irrottamista ja jättää liimajäämiä materiaalin pinnalle johtaen edelleen turhaan pinnan puhdistamistyöhön. Tämä on huolenaihe erityisesti rakennuksilla, joihin kohdistuu voimakas ja jatkuva auringon valo.

Kalvon valmistajat antavat tyypillisesti 6 kuukauden takuun sekä liiman säilyvyyden



Ulkorakenteissa suojakalvon tulee olla UV-säteilyn kestävää, säilyä ehjänä eikä repeytyä kovinkaan helposti (vasen). Mikäli sisätiloihin tarkoitettu suojakalvo altistuu suunniteltua pidemmän ajan auringonvalolle, kalvo saattaa olla vaikeasti irrotettavissa ja pintaan jää kalvon sideaineita, joiden poistaminen on aikaa vaativa työvaihe.

että kalvon osalta (alkaen kalvon valmistuksesta sen irrottamiseen työmaalla).

Projektin teknisessä erittelyssä on usein suositeltavinta määrittää alhaisin mahdollinen kiinnipysyvyys, jolla vielä toteutetaan projektin vaatimukset. Mikäli käytössä ei ole aikaisempaa kokemusta päätöksenteon tueksi, voidaan valmistaa koekappaleet, joita testataan simuloidussa käyttöolosuhteessa.

Jos rakennustyö jatkuu vielä muovisuojakalvon poistamisen jälkeen ruostumattomasta teräksestä valmistetun rakenteen ympärillä, on harkittava uuden kalvon kiinnittämistä suojaamattomalle alueelle siihen asti kunnes ympäröivät alueet saadaan valmiiksi.

Kalvon ja tartunnan tyypin, kiinnipysyvyyden sekä kalvon paksuuden välillä on läheinen yhteys. Seuraavat tekijät tulee huomioida kalvon määrityksessä, jotta saavutetaan kustannuksiltaan edullinen ratkaisu:

- Mekaanisen suojauksen tarve, joka kattaa käsittelyn ja siihen liittyvän hankautumisen tai iskut tehdasvalmistuksessa, kuljetuksessa ja työmaalla
- suojauskyky ilma- ja nesteperäisiä epäpuhtauksia vastaan, kuten alkalinen betonipöly jota nousee rakennuspaikalla tai happosateet
- vaatimus kestää UV-säteilyn aiheuttamaa heikentymistä varastoinnin aikana sekä asennuksen jälkeen
- suojattavan pinnan tyyppi (tarvittava tartunta on riippuvainen pintojen kosketuksissa olevasta alasta sekä teräksen paksuudesta)
- hinta

Erikoistapauksissa fyysisen vaurioitumisen todennäköisyys voidaan minimoida eristämällä alue siirrettävillä kevyillä seinillä ja määrittämällä suoja-alue sen ympärille sekä sallimalla vain joitain työvaiheita tehtäväksi tällä alueella.

Komponenttien valmistuksen yhteydessä kalvo laitetaan ruostumattoman teräksen pintaan helpottamaan voitelua sekä suojaamaan muokkauksen ja valmistuksen aikana. Arkkitehtonisissa rakenteissa kalvon tulee olla soveltuva jätettäväksi teräksen pintaan pidemmäksi aikaa ilman, että kalvo vaurioituu altistuessaan ulkoilman ja auringon valon vaikutukselle. Joissain tapauksissa, esimerkiksi paksumpien ja painavampien komponenttien yhteydessä, voidaan pintaan laittaa kaksinkertainen kalvo tehostamaan suojausta.

Kun rakenteeseen tehdään paikallisia hitsauksia, niiden kohdalta kalvo joudutaan poistamaan, mutta näille alueille vastaava kalvo tulee kiinnittää uudelleen hitsien puhdistuksen jälkeen. Kalvo tulee pitää paikallaan niin kauan kuin mahdollista. Kalvo on suositeltavaa poistaa kokonaan vasta juuri ennen rakenteen käyttöönottoa. Kalvon poisto aloitetaan ylhäältä alaspäin, jotta ylhäältä putoavat epäpuhtaudet osuvat suojattuun pintaan rakenteen alaosissa.

Irrotettava muovikalvo voidaan jättää teräksen pinnalle lähes kaikkien muokkaus- ja asennustyövaiheiden ajaksi. Hitsauksen tai paikallisten pintakäsittelyä vaativien alueiden kohdalta voi olla riittävää poistaa muovikalvo vain paikallisesti.

11 Puhdistus ennen käyttöönottoa

Ruostumattomasta teräksestä valmistetun piiloon jäävän rakenneosan puhdistamistarve, mikäli puhdistusta yleensä vaaditaan, on hyvin vähäinen. Mikäli pinnalle on jäänyt kontaminaatiota aiheuttavaa likaa tai partikkeleita, on pinta puhdistettava.

Kalvolla suojattuja ruostumattomia teräsosia ei normaalisti tarvitse puhdistaa.

Ruostumattomat teräsosat, joita ei ole suojattu kalvolla tai jotka ovat olleet pitkän ajan alttiina epäpuhtauksille muovin irrottamisen jälkeen, tulee yleensä puhdistaa ennen käyttöönottoa, jotta pinnoille saadaan paras mahdollinen korroosionkestävyys ja esteettinen näyttävyys.

Puhdistusmenetelmä valitaan riippuen pinnan viimeistelystä, korroosioriskistä ja osan käyttötarkoituksesta. Puhdistusmenetelmä tulee esittää yleisen asennusohjeen työohjeena.

Tyypillinen puhdistusohje kylmävalssatulle (2B) ruostumattomalle teräspinnalle on :

- huuhtele osa vedellä, jotta pinnassa oleva irtonainen lika saadaan poistettua
- pese pinta saippuavedellä, puhdistusaineella tai 5% ammoniakilla käyttäen tarvittaessa pehmeää, pitkäsäikeistä harjaa.
- huuhtele edelleen vedellä
- tarvittaessa viimeistele vielä vesipesulla ja harjaamalla limittäisillä vedoilla ylhäältä alaspäin.

Mikään puhdistuksesta käytettävistä aineista tai materiaaleista ei saa sisältää tai muodostaa klorideja.

Hiottuja pintoja puhdistettaessa puhdistusliikkeen suunnan tulee olla hionnan suuntainen.

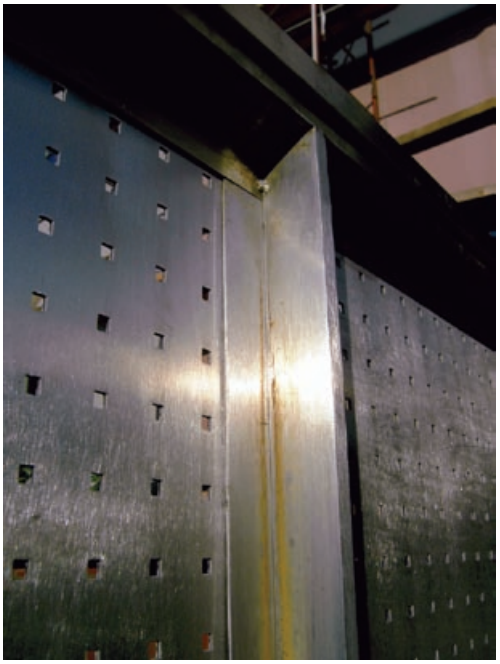
Mikäli materiaalin pintaan epäillään tarttuneen rautapartikkeleita, tämä voidaan todeta standardin ASTM380 mukaisel-

la menetelmällä ja korjata paikan päällä. Materiaalin pintaan painuneet rautapartikkelit voidaan poistaa joko peittaamalla tai passivoimalla. Nämä työvaiheet tehdään, kun pinnalta on poistettu öljy, rasva ja muu pintaan tarttunut orgaaninen aines.

Kaikkia ruostumattoman peruspinnan puhdistusmenetelmiä ei voida käyttää kemiallisesti värjätyn/maalatun pinnan puhdistukseen, koska värjätyt pinnat ovat herkempiä kuin peruspinnat. Värjätyn materiaalin toimittajilla on ohjeita pintojen puhdistukseen. Värjättyjen pintojen käsittely- ja asennusohjeen tulee olla erityisen perusteellinen vaurioiden estämiseksi.

Muurattujen seinien ja kaakeloinnin puhdistuksessa käytettävien vahvojen happojen kontakti minkä tahansa metallin kanssa, mukaan lukien ruostumaton teräs, ei ole sallittua. Mikäli tämänlaatuinen kontaminaatio tapahtuu, happoliuos tulee pestä heti pois käyttäen runsaasti vettä. Työmaalla toiminnot järjestetään niin että kaakeloinnin asennukset ja puhdistus ovat valmiina ennen kuin lähialueen ruostumattomat teräsosat kuten jalkalistat asennetaan. Muussa tapauksessa valumavedet tulee johtaa kontrolloidusti ruostumattoman teräsosan lähellä. Osien jälkivalu saattaa alkalisia tuotteita suoraan kontaktiin ruostumattoman teräksen kanssa. Näiden vaikutukset ruostumattoman teräksen pintaan tulee arvioida.

Puhdistustyötä suunniteltaessa varmistetaan, että käytetyt puhdistusaineet ja valumat eivät vaikuta haitallisesti materiaaleihin, kuten puisiin osiin, muihin metalleihin, eristeisiin tai saumojen tiivistemateriaaleihin [12,13].



Hiontalaikasta, jolla aiemmin on hiottu hiiliterästä, irronneiden rautapartikkeleiden aiheuttama paikallinen ruostevärjäytymä (vasen). Rautapartikkeleiden aiheuttama kontaminaatio voidaan puhdistaa peittaamalla pinta asennuspaikalla (oikea)[12].

12 Eri metallien välinen kontakti

Galvaanisen eli metalliparikorroosion riski on olemassa, kun eri materiaaleista olevat osat ovat kosteissa olosuhteissa keskenään kosketuksessa. Galvaanisen parin muodostuminen voidaan estää välttämällä suoraa kontaktia ruostumattoman teräksen ja toisen metallin välillä. Mikäli suoraa kosketusta eri metallien välillä korroosioalttiissa ympäristössä ei voida välttää, niin yleinen käytäntö on asentaa eriste materiaalien välille. Eristäminen ei ole välttämätöntä kuivissa olosuhteissa ja joissain tapauksissa eristäminen saattaa olla varsin epäkäytännöllistä. Vaihtoehtoisesti korroosioriskiä voidaan pienentää estämällä elektrolyyttinä toimivan veden pääsy metallien kontaktikohtaan.

Galvaanisen parin muodostuminen vältetään joko estämällä sähkövirran kulku tai poistamalla elektolyyttinä toimiva vesi kontaktipinnasta. Valinta riippuu suunniteltavan osan yksityiskohdista ja menetelmästä on syytä keskustella myös komponenttien toimittajien kanssa. Käytettävät menetelmät saattavat olla hankalia luotettavan asennuksen kannalta ja vaativat erityisen huolellisuuden yksityiskohtien suunnittelussa. Seuraavan sivun kuva osoittaa ruuviliitoksen materiaalien eristämisen yksityiskohdittain sekä liitoksen asennusohjeen.

Ruostumattomien materiaalien liittämisessä on suotavaa käyttää ruostumattomasta teräksestä valmistettuja liitososia.

Metallipari- eli galvaaninen korroosio

Sähköä johtavassa liuoksessa eli elektrolyytissä kulkee sähkövirta epäjalommasta materiaalista (anodi) jalompaan materiaaliin (katodi) päin, jolloin epäjalompi metalli syöpyy korroosion vaikutuksesta nopeammin kuin, jos metallit eivät olisi elektrolyytissä kontaktissa keskenään. Tätä ilmiötä kutsutaan galvaaniseksi eli metalliparikorroosioksi. Ruostumaton teräs muodostaa usein katodin metallien välisessä galvaanisessa parissa ja siitä syystä parin toinen metalli saattaa kärsiä voimakkaastakin korroosiosta.

Tyypillisesti elektrolyytti muodostuu sadeveden tai kondensoitumisen aiheuttamana rakenteiden liitoskohtiin. Korroosion nopeus riippuu kontaktissa olevien metallien pinta-alojen suhteesta, lämpötilasta ja elektrolyytin sisältämistä ainesosista Yleisesti metallien käyttäytymistä galvaanisessa parissa maaseutu-, kaupunki-, teollisuus- ja rannikko-olosuhteissa on esitetty mm. dokumentissa [14].

Kiinnikkeiden korroosionkestävyys liitoksissa varmistetaan valitsemalla kiinnikkeen materiaali vähintään yhtä korroosionkestäväksi kuin liitettävillä materiaaleilla. Virheellisesti on käytetty galvanoituja ruuveja tai alumiininiittejä ruostumattomien terästen liitoksissa. Mitä suurempi on katodina toimivan metallin kontaktissa oleva pinta-ala anodina toimivan metallin pinta-alaan, sitä nopeammin galvaaninen korroosio tapahtuu. Ruostumattoman teräksen liitoksessa, jossa kiinnikkeenä on esim. alumiininiitti tai sinkitty ruuvi, galvaaninen korroosio johtaa kiinnikkeen nopeaan vaurioon. Lisäksi liitoksista irronnut ruoste saattaa aiheuttaa värjäytymää ruostumattoman teräksen pinnalle, jonka seurauksena voi ajan kuluessa muodostua pistesyöpymää. Näistä syistä johtuen ruostumattomien terästen liitoksissa on aiheellista käyttää ruostumattomia kiinnikkeitä.

Galvaaninen korroosio on harvoin ongelma erilaisten ruostumattomien teräslajien välisissä liitoksissa.

Kiinnike, jota ei ole valmistettu ruostumattomasta teräksestä, on kärsinyt nopean ja vakavan korroosiovaurion ruostumattoman teräspaneelin kiinnityksessä.

Asennusohjeet

1. Kokoonpanoa tehtäessä on tärkeää huomioida, että eristemateriaalit tulevat asennetuiksi kuten on suunnitelmassa osoitettu ja että vältetään vaurioittamasta eristeitä.

2. Yleisesti jokainen ruuvikokoonpano on oma asennuksensa liitoksen kiinnityksissä. Tästä johtuen liitos tulee aluksi linjata huolellisesti käyttäen soveltuvia metallisia sovituspaloja tai reikien kohdistamiseen soveltuvia työkaluja.

3. Jos käytetään yhden ruuvin ruuvikiinnityksiä, liitosta ei voida sekä linjata että pitää paikallaan metallituurnalla tai ruuviavaimella. Tällöin liitettävät osat on pidettävä paikallaan muulla tavalla ruuvin asennuksen ajan. Liitoksen linjaus ruuvilla pakottamalla ei ole hyväksyttävää, koska tämä vaurioittaisi ruuvin varren eristeholkin.

4. Ennen ruuvien asennusta eristeenä toimivat tiivisteet asennetaan ruuvin reikien ympärille. Tiivisteiden paikallaan pysymisen varmistamiseksi ne voidaan liimata. Liiman osalta on varmistettava, että pitkäaikaiskäytössä se ei vaikuta tiivisteen toimintaan.

5. Liitoksen linjaamisen jälkeen on vielä tarkistettava, että ruuvien reiät levyissä ovat riittävän tarkasti päällekkäin, jotta ruuvien ympärille tulevat eristeholkit eivät vaurioidu, kun ruuvit asennetaan paikalleen.

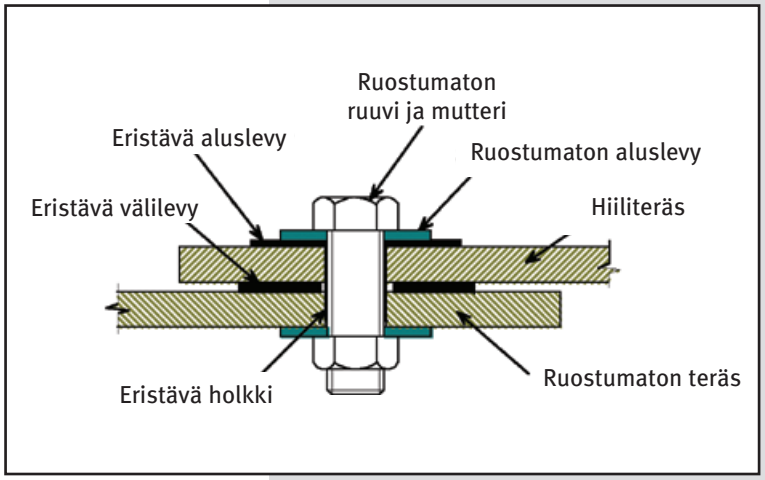
6. Kuvan mukaisessa liitoksessa tulee varmistaa riittävän suuri välys ruuvin ja reiän välille, jotta eristeholkki voidaan asentaa työmaalla huomioiden liitoslevyjen asennuksen epätarkkuus sekä muu asennuksessa tapahtuva epätarkkuus. Liitoksen ja eristeiden asennettavuutta voidaan etukäteen harjoitella tyypillisen liitoksen koeasennuksella ennen varsinaista asennusta työmaalla.

7. Ruuveja ei kiristetä täyteen kireyteensä yksittäisen ruuvin asennuksen jälkeen. Kun kaikki ruuvit ovat paikoillaan, kiristäminen aloitetaan keskimmäisestä ruuviryhmästä ja siirrytään ulospäin.

8. Ruuveja ei pidä kiristää liikaa, jotta vältetään aluslevyjen ja tiivisteiden rikkoutuminen liiallisen puristuksen johdosta. Ruuvit tulisi kiristää momenttiavaimella liiallisen voiman käytön estämiseksi. Koeasennuksen yhteydessä voidaan myös kehittää ohje, jolla kiristys voidaan tehdä sopivan kokoisella mutteriavaimella.

9. Asennuksen jälkeen tai lyhyen käyttöajanjakson jälkeen tiivisteiden eheys voidaan tarkistaa elektronisella vastusmittauksella. Mittaus antaa luotettavan tuloksen kuivissa olosuhteissa ja mikäli sähkövirta ei pääse kulkemaan kappaleiden välillä jotain vaihtoehtoista reittiä pitkin.

Ruostumaton aluslevy ja eristävä holkki estävät galvaanisen parin synnyn ja siten myös galvaanisen korroorion edellytykset.



13 Verhousten asennus

13.1 Pinnan yhtenäisyys

Erityisen tärkeää on varmistaa tarkoituksenmukaisten varastointi- ja käsittelytapojen noudattaminen ohutlevykomponenteille näiden vaurioitumisherkkyyden johdosta.

Hyvinkin pienet muutokset valmistusketjussa voivat aiheuttaa silminnähden havaittavaa vaihtelua materiaalin pintaan. Esimerkiksi uudella hiontanauhalla hiottu pinta näyttää hieman erilaiselta kuin jo käytössä olleella hiontanauhalla hiottu. On suositeltavaa varmistaa, että valmiissa rakenteessa lähekkäin toisiaan sijaitsevat paneelit valitaan siten, että ne ovat myös valmistusprosessissa olleet lähekkäin. Rakenneosat kuten paneelit ja kasetit tulee määritellä ja valmistaa siten, että ne myös voidaan asentaa yhdenmukaisesti alkuperäisen valssaussuunnan kanssa, joko työstösuunta osoittaen alas- tai sivullepäin mutta ei molempiin suuntiin. Tästä syystä on huomioitava, että spesifikaatioon on asetettu vaatimus jonka mukaisesti materiaalin valssaajan tulee merkitä levymateriaalin taustapuolelle valssaussuunta näkyviin, sekä materiaaliin että sitä suojaavaan kalvoon (jälkimmäinen on tavallisesti varmistettu valmiiksi painetulla merkinnällä suojakalvon pinnalla). Jokainen suunnitelmasta eriävään suuntaan asennettu paneeli heijastaa valoa eritavoin tietyssä valaistusolosuhteessa ja siten erottuu erilaisena visuaalisena julkisivupintana. Tämä sääntö pätee sekä käsittelemättömille, hiotuille, teksturoiduille ja värillisille pinnoille.

13.2 Tasomaisuus

Ruostumattomien terästen ruuvikiinnitysten liiallinen kiristäminen saattaa aiheuttaa paneeliin muodonmuutoksia. Levyn rypyttyminen kiinnittimen kohdalla voidaan välttää seuraavasti:

- valitsemalla suurempi materiaalin paksuus
- asettamalla vahvikepalat ruuvin kannan alle
- käyttämällä hattuprofiilia ruostumattoman teräslevyn sisäpinnalla (ruuvi kiristetään hattuprofiiliin, joka jakaa ruuvin aiheuttaman vetovoiman laajalle alueelle levyssä).
- pistehitsauksella, joka voidaan tehdä

Levymateriaalin käyttö eri valmistuseristä voi johtaa epäjatkuvaan visuaaliseen ulkonäköön.

Ruostumaton materiaali samalta toimittajalta sekä samasta valmistuserästä varmistaa pintojen visuaalisen jatkuvuuden.

Taitteiden aiheuttama jäykistys varmistaa levyn optisen tasomaisuuden.

ohuisiin ruostumattoman levyn paksuuksiin. Hitsauksen aiheuttaman paikallisen lämpenemisen seurauksena materiaalissa voi olla värjäytymistä. Ohuilla levynpaksuuksilla ja voimakkaasti heijastavilla pinnoilla tapahtuu muodonmuutoksia tai läpikuultamista. Näiden minimoimiseksi materiaalin paksuutta tulee kasvattaa sekä hitsauspisteen kokoa ja asetuksia on muutettava levynpaksuutta vastaaviksi.

Ohutseinämäiset ja laajat heijastavat ruostumattomat paneelit ovat alttiina optisille vääristymille tai levykentän muodonmuutoksille (oil canning). Mitä kirkkaampi on materiaalin pinta, sitä vaativampi on pinnan tasomaisuusvaade ja sitä suurempi on herkkyys levyalueen muodonmuutoksille. Levyalueen muotovirheet voivat olla seurausta useiden eri tekijöiden vaikutuksesta, mm. käsittelemättömän levyn huono tasomaisuus, leikkaaminen, muotoilu, hitsaus, levyn käsittely tai asennustoimenpide. Muotoilun aikana paneeliin voi muodostua pituussuuntaisia puristusjännityksiä ja näiden seurauksena levykentässä voi tapahtua elastinen levyn lommahdus.

Herkkyys levyalueen muodonmuutoksille voidaan välttää joko

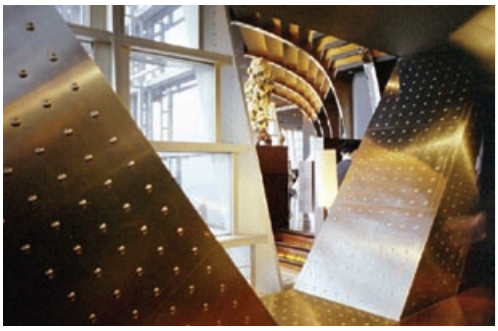
- Valitsemalla paneeliin hieman kovera pinta
- Käyttämällä ohuen ruostumattoman levyn taustana jäykempää materiaalia
- Käyttämällä paneelin pinnassa matalaa, painemuovattua kuviointia
- Rikkomalla heijastava pinta käyttäen teksturoitua ruostumatonta teräspintaa tai käyttäen vähemmän heijastavaa pinnan viimeistelyä tai näiden yhdistelmää
- Valitsemalla paksumman seinämänvahvuuden, joka ei ole niin altis lommahdusilmiöille.

Levyn tasomaisuusvirhe on asennusvaiheessa vaikea havaita, jos pinta on suojattu kalvolla.

Austeniittisella ruostumattomalla teräksellä on alhaisempi lämmönjohtuvuuskerroin ja korkeampi lämpölaajenemiskerroin kuin hiiliteräksellä, mikä voi aiheuttaa paikallisia jännityksiä ja johtaa lommahdusilmiöihin. Tästä johtuen suositellaan, että ruostumattomista paneeleista ei suunniteltaisi liian leveitä ja niille jätettäisiin liikevara lämpöliikkeisiin. Isot paneelit kiinnitetään usein jäykästi yhden referenssipisteen kohdalta ja liikevaran sallivaan urareikään muualla.

13.3 Puhtaus

Pinnanlaatu on ohuilla kylmävalssatuilla materiaaleilla aivan ensiluokkainen. Näitä materiaaleja käsiteltäessä on suositeltavaa käyttää puhtaita pellavasormikkaita sormenjälkien välttämiseksi. Pintaan jääneet jäljet voidaan poistaa käyttämällä mietoja orgaanisia liuottimia tai lämpimällä pesuaineella. Läpikotainen huuhtelu puhtaalla vedellä ja kuivatus viimeistelee puhdistusprosessin.



Kohokuvioidut tai muuten strukturoidut levyt minimoivat riskiä optisen tasomaisuuden epäjatkuvuuksille.

Tarkistuslista:

Yhteydenpito suunnittelijan ja valmistajan välillä

Yhteisymmärryksen varmistamiseksi projektin avainasioista arkkitehdin tai rakennesuunnittelijan ja metallirakenteen rakentajan tai rakennuttajan välille on luotu lyhyt tarkistuslista yleisimpien detaljien läpikäymiseksi:

- Onko ruostumaton materiaali spesifioitu yksikäsitteisesti käyttäen standardin EN10088 osan 1 [15] merkintöjä?
- Onko materiaalin pinta kuvattu standardin EN10088 osan 2 [16] määritelmien mukaisesti ja onko pintanäytteet sovittu arkkitehdin ja toimittajan kanssa?
- Onko varmistettu, että kriittisten esteettisten kohteiden materiaali tulee samasta valmistuserästä?
- Onko varmistettu, että dekoratiivisten komponenttien asennusohje ohjeistaa asennuksen materiaalin valssaussuunnan mukaisesti?
- Onko osien suunnittelussa huomioitu alueet, joihin lika ja kosteus voivat kerääntyä?
- Kuinka valmistaja voi osoittaa osaamisensa aikaisemmissa ruostumattoman teräksen kohteissa?
- Eristääkö valmistaja tuotannossaan ruostumattoman ja hiiliteräksen toisistaan sekä käyttääkö hän materiaaleille omia työkaluja?
- Onko varmistettu, että ruostumattomia teräskiinnikkeitä käytetään kun muita osia liitetään ruostumattomaan teräkseen?
- Kun tehdään eri metallien liitoksia (esim. ruostumaton teräs – hiiliteräs tai ruostumaton teräs-alumiini...), onko huomioitu galvaanisen korroosion riski, esimerkiksi estämällä sähköinen kontakti metallien välillä?

Kuvioitu ruostumaton teräs varmistaa tasaisen pinnan ja suojaa tehokkaasti lommoutumiselta.

14 Kiinnikkeet

Ruostumattomien kiinnikkeiden asennus on kriittinen tekijä asennettavan ruostumattoman komponentin toimivuudelle. Kiinnikkeiden kiristäminen ja osien hankautuminen toisiaan vasten on huomioitava asennuksessa. Kitkasyöpyminen on seurausta materiaalin kromioksidikalvon rikkoutumisesta metallien välisessä suorassa kosketuksessa. Myös kiinteän faasin hitsautumista saattaa tapahtua (kun materiaalia siirtyy pinnalta toiselle). Kitkasyöpyminen on seurausta pinnan vaurioitumisesta ja kiinnileikkautumisesta. Näin voi tapahtua käytettäessä ruostumattomia muttereita ja ruuveja kun niiden kontaktipintoihin kohdistuu liiallisesta kiristämisestä aiheutuvat suuret voimat.

Kiinnikkeiden käsittelyssä tulee noudattaa huolellisuutta, jotta kierteet säilyvät puhtaina ja niiden pinnalle ei jää karkeaa pinttynyttä likaa tai hiekkaa, eikä kierteitä vaurioiteta mekaanisesti. Mikäli kiinnikkeet kiristetään ja kierteissä on hiekkaa, todennäköisyys kitkasyöpymiseen tai kiinnileikkautumiseen kasvaa huomattavasti.

Kitkasyöpymisriskiä voidaan minimoida esim. seuraavilla tavoilla :

Käytä kiinnitintä, jossa on valssatut kierteet
Valssaamalla valmistetut kierteet eivät ole niin herkkiä kitkasyöpymiselle kuin koneistamalla valmistetut kierteet, koska niiden pinta on sileämpi ja rakeisuuden suunta on mieluummin kierteen suuntainen eikä kohtisuorassa kierrettä kuten koneistetulla kierteellä.

Kiristä ennalta määrätyllä momentilla
Liiallinen kiristäminen lisää kitkasyöpymisen todennäköisyyttä; ruuvit tulee kiristää määrättyyn kireyteen käyttäen momenttiavainta.

Voitelu
Voiteluaineiden käyttö kierteisiin ennen asennusta voi minimoida kitkasyöpymistodennäköisyyden. Hyvälaatuisia voiteluöljyjä, jotka sisältävät sitkeitä metallikomponentteja, öljyjä tai vastaavia on saatavilla. Kuitenkin pulttien voiteleminen voi johtaa lian tarttumiseen pultin pinnalle ja aiheuttaa ongelmia varastoinnin aikana. Ruostumattomia ruuveja on saatavilla myös sinkkipinnoitteella, jolla on myös voiteleva vaikutus.

Pinnan kovuuden muutokset
Kitkasyöpymistä voidaan ehkäistä käyttämällä koostumukseltaan, muokkauslujittumiskyvyltään sekä kovuudeltaan eriäviä ruostumattomia lajeja (esim A2-C4, A4-C4 tai A2-A4 pultti-mutteri kombinaatioita standardin EN ISO 3506-1 ja -2 mukaisesti [17]). Vaikeimmissa tapauksissa voidaan käyttää voimakkaasti muokkauslujittuvia ruostumattomia lajeja toiseen kiinnitinkomponenttiin tai materiaali voidaan pinnoittaa kovilla pinnoitteilla, kuten nitraamalla tai kovakromauksella. Käytettäessä eri materiaaleja tai pinnoitteita keskenään on huomioitava, että edellytykset korroosionkestävyydelle säilyvät.

Vain ruostumattomia kiinnikkeitä voidaan käyttää ruostumattomien paneeleiden asennuksessa, kun galvaaninen korroosio halutaan estää.

Ruostumattomat teräskiinnikkeet voivat jo itsessään olla koristeellinen yksityiskohta.

15 Viitteet

[1] CUNAT, Pierre-Jean, "Stainless Steel as a Lightweight Material for the Building Envelope", *Proceedings of the conference Stainless Steel in Structures*, Brussels: Euro Inox, 2000; also available online at www.euro-inox.org

[2] *Design Manual for Structural Stainless Steel, Third Edition* (Building Series, Vol. 11), Luxembourg / London: Euro Inox and The Steel Construction Institute, 2006

[3] *prEN 1090 – 1 Steel and aluminium structural components*. General delivery conditions, September 2004.

[4] *prEN 1090 – 2 Execution of steel structures and aluminium structures. Technical requirements for the execution of steel structures*, April 2005.

[5] *ENV 1090 – 6, Execution of steel structures. Supplementary rules for stainless steel,* January 2000

[6] *prEN 1991, Actions on Structures*, Part 1-6: General Actions. Actions during execution

[7] *Tables of Technical Properties* (Materials and Applications Series, Volume 5), Luxembourg: Euro Inox 2004; also available as a searchable online data base at www.euro-inox.org

[8] A visual demonstration of good practice is shown in the video *Stainless Steel against Corrosion*, available from Euro Inox on CD-ROM and DVD

[9] *EN 1011-3, Welding. Recommendations for welding of metallic materials*. Arc welding of stainless steels, CEN, 2000

[10] CUNAT, Pierre-Jean, *Welding Stainless Steel* (Materials and Applications Series, Volume 3), Luxembourg: Euro Inox 2000

[11] *ASTM A 380, Practice for cleaning and descaling stainless steel parts, equipment and systems,* ASTM, 1994

[12] CROOKES, Roger, *Pickling and Passivating Stainless Steel* (Materials and Applications Series, Volume 4), Luxembourg: Euro Inox 2004

[13] *The Cleaning and Maintenance of Stainless Architectural Finishes,* Luxembourg: Euro Inox 2002

[14] *BS PD 6484, Commentary on corrosion at bimetallic contacts and its alleviation,* British Standards Institute, 1980

[15] *BS EN 10088-1, Stainless steels. List of stainless steels,* CEN 2005

[16] *BS EN 10088-2, Stainless steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosions resisting steel for general purposes*, CEN 2005

[17] *EN ISO 3506, Mechanical properties of corrosion-resistant stainless-steel fasteners. Part 1: Bolts, screws and studs, Part 2: Nuts*, CEN, 1998

euro inox
The European
Stainless Steel
Development Association

ISBN 2-87997-250-3

Diamant Building • Bd. A. Reyers 80 • 1030 Brussels • Belgium • Phone +32 2 706 82-67 • Fax -69 • e-mail info@euro-inox.org • www.euro-inox.org