

HARDOX®
WEAR PLATE

HARDOX®- TERÄKSEN HITSAUS



SSAB

SISÄLLYSLUETTELO

Hardox®-kulutuslevyjen hitsaus	3
Liitoksen valmistelumenetelmät	4
Lämmöntuonti	5
Vetyhalkeilun välttäminen	6
Pienimmät suositellut esikuumennuslämpötilat ja palkojen väliset lämpötilat	8
Suosittelut esikuumennuslämpötilat	10
Esilämmityslämpötilan saavuttaminen ja mittaaminen	12
Kovahitsaus	13
Suosituksia muodonmuutosten minimointiin	14
Jäähymisaika $t_{B/5}$	16
Hitsausjärjestys ja ilmaraon koko	17
Hitsauslisäaineet	18
Ruostumattomasta teräksestä valmistetut hitsauslisäaineet	20
Suojakaasu	21
Konepajapohjamaalattun levyn hitsaaminen	22
Hitsauksenjälkeinen lämpökäsittely	22
Hitsausteknologian uutuudet	23



SSAB:n hitsausopas

Jos haluat syvällisempää tietoa hitsauksen maailmasta suosittelemme tutustumaan SSAB:n hitsausoppaaseen. 132-sivuinen opas tarjoaa valtavan määrän tietoa ja suosituksia tekniikoilta, insinööreiltä ja muilta ammattilaisilta. Se sisältää suosituksia parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi Hardox®-kulutuslevyjä ja Strenx®-rakenneterästä hitsattaessa. Oppaassa kuvataan lämpövirtaa ja -jaksoa, halkeamien välttämistä, muutosvyöhykkeen parannuksia, hitsausaineiden ja lisäaineiden valintaa sekä erimuotoisten liitosten ominaisuuksia.

Voit ladata sähköisen SSAB:n hitsausoppaan tai tilata painetun version sivustosta
ssab.com/support/steel-handbooks

HARDOX®- KULUTUSLEVYJEN HITSAUS

Hardox®-kulutuslevyvalikoima, joka sisältää myös nauhalevyjä, pyörötankoja ja putkia, yhdistää toisiinsa ainutlaatuisen suorituskyvyn ja poikkeuksellisen hyvän hitsattavuuden. Hardox®-terästä voidaan yhdistää muihin hitsattaviin teräksiin millä tahansa perinteisellä hitsausmenetelmällä.

Tässä esitteessä on hyödyllisiä vinkkejä ja tietoja niille, jotka haluavat yksinkertaistaa hitsausprosessejaan ja työskennellä tehokkaammin. Se sisältää esimerkiksi esikuumennuslämpötiloja palkojen välisiä lämpötiloja, hitsausenergiaa ja hitsaustarvikkeita koskevia ohjeita.

Näiden käytännön ohjeiden avulla kaikki käyttäjät voivat hyödyntää Hardox®-terästen ainutlaatuiset ominaisuudet. Esitteessä viitataan seuraaviin:

- TechSupport-asiakirjoissa annetaan lisätietoa ja käsitellään erilaisia aiheita, kuten menetelmiä hitsausvirheiden välttämiseen. Niissä on myös esimerkkejä sopivien hitsauslisäaineiden toimittajista. TechSupport-asiakirjoja saa latauskeskuksesta: ssab.com/download-center.
- WeldCalc™-ohjelmistomme työpöytä- tai sovellusversion avulla käyttäjät voivat optimoida hitsausprosessin suorituskyvyn hitsausolosuhteiden ja hitsattavien rakenteiden asettamien vaatimusten mukaisesti. WeldCalc™-ohjelmiston voi ladata sivustosta ssab.com/support/calculators-and-tools.

Tässä esitteessä on vain yleistietoja. SSAB AB ei vastaa ohjeiden soveltuvuudesta eri käyttökohteisiin. Käyttäjän vastuulla on määritellä, testata ja vahvistaa itsenäisesti kaikkien tuotteiden ja sovellusten soveltuvuus. SSAB AB julkaisee tässä annetut tiedot sellaisenaan kaikkine virheineen. Kaikki tällaiseen tietoon liittyvät riskit ovat käyttäjän vastuulla.



TÄRKEITÄ HITSAUS- PARAMETREJÄ

Laadukkaan hitsausseaman saavuttamiseksi poista hitsausalueelta ennen hitsausta kaikki kosteus, öljy, ruoste ja lika. Ota puhtaiden hitsausolosuhteiden lisäksi erityisesti huomioon myös.

- ▶ Hitsauslisäaineiden valinta
- ▶ Esikuumennuslämpötila ja palkojen välinen lämpötila
- ▶ Lämmöntuonti
- ▶ Hitsausjärjestys ja ilmarako

LIITOKSEN VALMISTELUTAVAT

Liitokset voidaan valmistella perinteisillä menetelmillä, kuten termisellä leikkauksella ja koneistuksella. Termisessä leikkauksessa muodostuu ohut, enintään 0,2 millimetrin paksuinen oksidi- tai nitridikerros. Kerros poistetaan ennen hitsausta, tavallisimmin hiomalla.

LÄMMÖNTUONTI

Useimmissa prosesseissa käytetään DC- tai AC-hitsausta. DC- ja AC-hitsauksen lämmöntuonti lasketaan seuraavan kaavan mukaisesti:

$$Q = \frac{k \cdot U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \text{ kJ/mm}$$

Pulssikaarihitsauksen lämmöntuonti määritellään jommalla kummalla seuraavista kaavoista:

$$Q = \frac{k \cdot IE}{L \cdot 1000} \text{ kJ/mm}$$

tai

$$Q = \frac{k \cdot IP \cdot 60}{v \cdot 1000} \text{ kJ/mm}$$

Q = lämmöntuonti, [kJ/mm]

k = terminen hyötysuhde (dimensioton)

U = jännite [V]

I = virta [A]

v = hitsausnopeus, [mm/min]

L = hitsisauman pituus [mm]

IE = hetkellinen energia [J]

IP = hetkellinen teho [W]

Eri hitsausmenetelmillä on erilainen terminen hyötysuhde. Taulukossa 1 näytetään eri hitsausmenetelmien ohjeelliset arvot.

Eri hitsausmenetelmien termisen hyötysuhteen kertoimet

HITSAUSMENETELMÄ	TERMINEN HYÖTYSUHDE (K)
MAG/GMAW	0,8
MMA/SMAW	0,8
SAW	1,0
TIG/GTAW	0,6

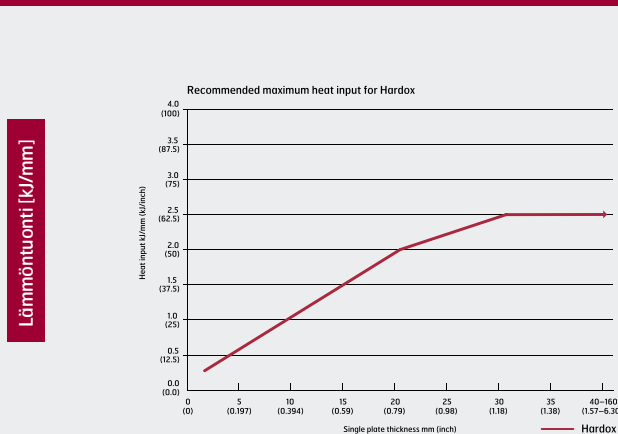
Taulukko 1

Liian suuri lämmöntuonti kasvattaa muutosvyöhykkeen (HAZ) leveyttä, mikä puolestaan heikentää alueen mekaanisia ominaisuuksia ja kulutuksenkestävyyttä. Alhaisen lämmöntuonnin etuja ovat esimerkiksi:

- ▶ muutosvyöhykkeen (HAZ) parempi kulutuksenkestävyys
- ▶ muodonmuutosten pieneneminen (yksipalkohitsatuissa liitoksissa)
- ▶ liitoksen parempi sitkeys
- ▶ lujempi liitos

Hyvin alhainen lämmöntuonti voi kuitenkin vaikuttaa haitallisesti iskusitkeyteen ($t_{8/5}$ -arvot alle 3 sekuntia). Taulukossa 2 näytetään Hardox®-teräkselle suositeltu enimmäislämmöntuonti (Q).

Suurin suositeltu lämmöntuonti kaikille Hardox® -teräksille.



Taulukko 2

yhden levyn paksuus [mm]

VETÝHALKEILUN VÄLTÄMINEN

Kaikkien Hardox®-terästen suhteellisen alhaisen hiiliekvivalentin ansiosta teräs vastustaa vetyhalkeilua muita kulutusteräksiä paremmin.

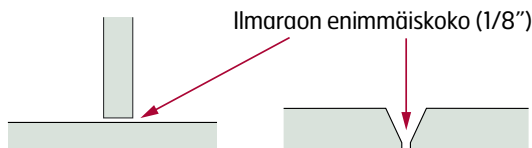
Vetyhalkeilun riski voidaan minimoida noudattamalla seuraavia suosituksia:

- ▶ Esikuumenna hitsausalue suositeltuun vähimmäislämpötilaan.
- ▶ Varmista mittaamalla, että esikuumennuslämpötila on sivulla 10 esitettyjen SSAB:n suositusten mukainen.
- ▶ Käytä sellaisia hitsausmenetelmiä ja -aineita, joissa hitsiaineen enimmäisvetypitoisuus on 5 ml/100 g.
- ▶ Pidä sauma puhtaana ruosteesta, rasvasta, öljystä ja huurteesta.
- ▶ Käytä vain SSAB:n suosittelemia luokituksia vastaavia hitsausaineita. (Lisätietoa hitsausaineista on sivulla 18.)
- ▶ Noudata oikeanlaista hitsausjärjestystä hitsausjännitysten minimoimiseksi.
- ▶ Sijoita hitsin aloitus- ja lopetuskohdat vähintään 50–100 mm:n päähän kulmista, jotta näihin alueisiin kohdistuvat jännitykset ovat mahdollisimman pienet; ks. kuva 1.
- ▶ Varmista, että juuren ilmarako on enintään 3 mm; ks. kuva 2.
- ▶ Ilmarako saa olla enintään 3 mm; ks. kuva 2.

Kuva 1



Kuva 2





PIENIMMÄT SUOSITELLUT ESIKUUMENNUSLÄMPÖTILAT JA PALKOJEN VÄLISET LÄMPÖTILAT

On erittäin tärkeää noudattaa suositeltua vähimmäislämpötilaa, ja lisäksi sauman ja sen ympäristön lämpötila on mitattava ja säilytettävä, jotta vetyhalkeilu voitaisiin välttää.

Seosaineiden vaikutus esikuumennuslämpötilaan ja palkojen väliseen lämpötilaan

Ainutlaatuinen seosaineiden yhdistelmä optimoi Hardox®-kulutuslevyn mekaaniset ominaisuudet. Yhdistelmä määrää Hardox®-teräksen esikuumennuslämpötilan ja palkojen välisen lämpötilan hitsauksen aikana, ja sen avulla voidaan laskea hiiliäkvivalentti. Hiiliäkvivalentti ilmaistaan tavallisesti CEV- tai CET-arvoina oikealla olevien kaavojen mukaan laskettuna.

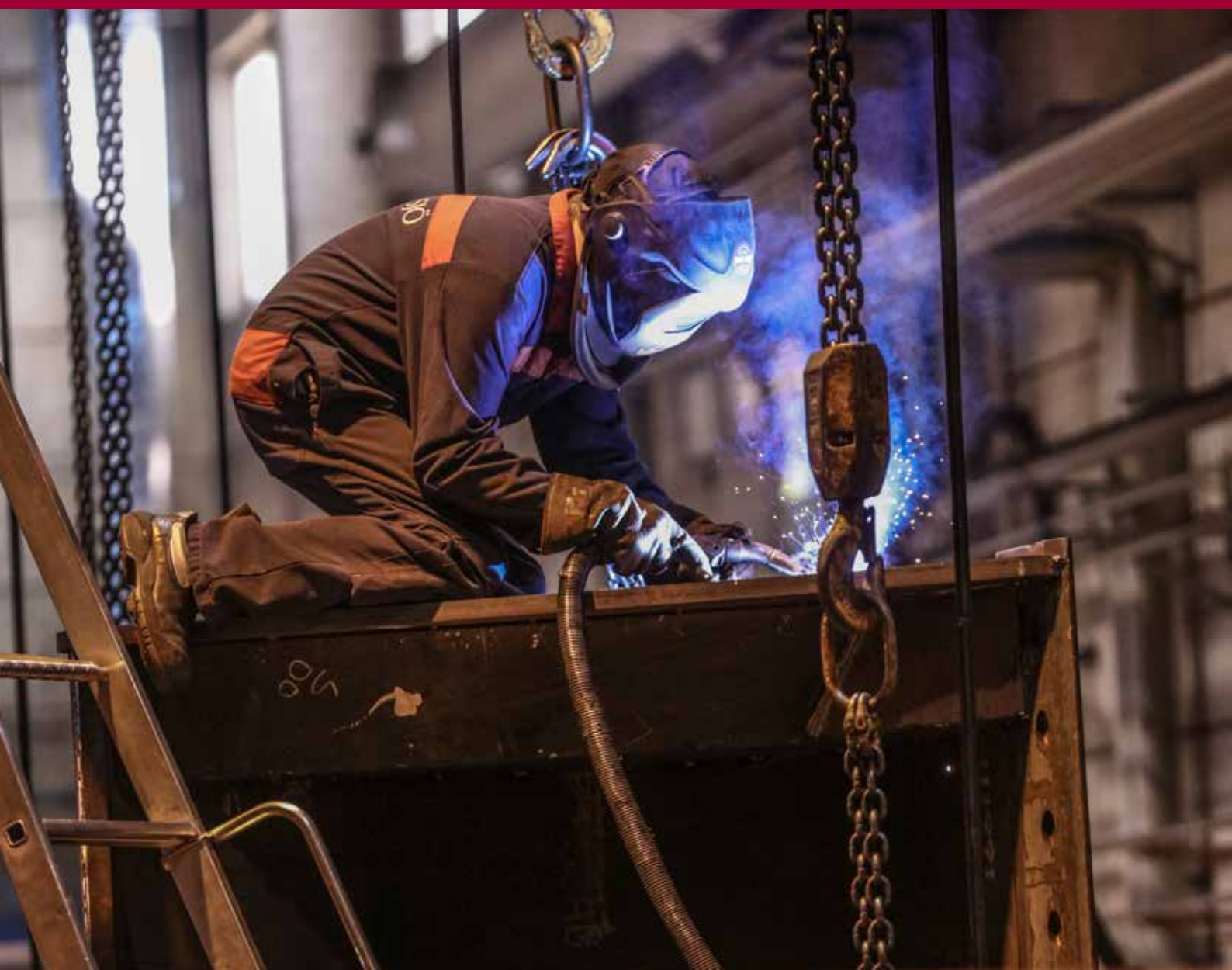
Seosaineet on määritetty Hardox®-teräksen vastaanottotodistuksissa, ja ne on ilmaistu painoprosentteina oikealla olevissa kahdessa kaavassa. Suurempi hiiliäkvivalentti

edellyttää tavallisesti korkeampia esikuumennuslämpötiloja ja palkojen välisiä lämpötiloja. Kaikkien Hardox®-teräslajien tyyppillinen hiiliäkvivalentti taataan SSAB:n tuotteiden teknisissä tiedoissa, jotka ovat saatavilla sivustolta www.hardox.com.

Jos tässä esitteessä annettuja esilämmityksen vähimmäislämpötiloja kuitenkin noudatetaan, hiiliäkvivalentin laskeminen ei ole tarpeen.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{[Mo+Cr+V]}{5} + \frac{[Ni+Cu]}{15} \quad [\%]$$

$$CET = C + \frac{[Mn + Mo]}{10} + \frac{[Cr+Cu]}{20} + \frac{Ni}{40} \quad [\%]$$

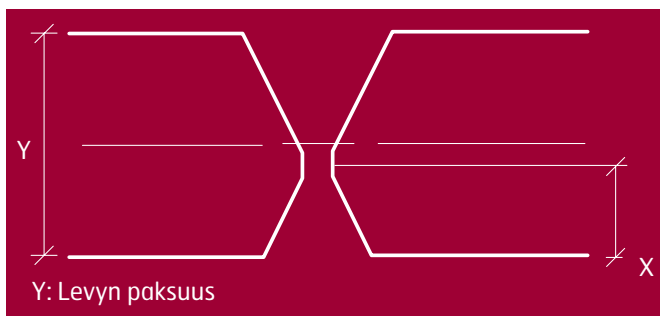


Kulutuksenkestävän Hardox®-teräsvalikoiman esikuumennuslämpötilat ja palkojen väliset lämpötilat

Pienimmät suositellut esikuumennuslämpötilat ja suurimmat suositellut palkojen välisen lämpötilat on esitetty taulukoissa 3 ja 4. Jollei toisin mainita, arvot koskevat hitsaamista sekä seostamattomilla että niukkaseosteisilla hitsauslisäaineilla.

- ▶ Kun eripaksuisia saman teräslajin levyjä hitsataan yhteen, esikuumennuslämpötila ja palkojen välinen lämpötila määräytyvät paksumman levyn mukaisesti; ks. kuva 4.
- ▶ Kun erityyppisiä teräksiä hitsataan yhteen, esikuumennuslämpötila ja palkojen välinen lämpötila määräytyvät korkeinta esikuumennuslämpötilaa edellyttävän levyn mukaisesti.
- ▶ Taulukon 4 tiedot koskevat 1,7 kJ/mm:n ja korkeampaa lämmöntuontia.
Jos lämmöntuonti on 1,0–1,69 kJ/mm, suosittelemme käyttämään 25 °C suositeltua esikuumennuslämpötilan arvoa korkeampaa lämpötilaa.
- ▶ Jos lämmöntuonti on alle 1,0 kJ/mm, suosittelemme laskemaan suositellun pienimmän esikuumennuslämpötilan SSAB:n WeldCalc-ohjelmistolla.
- ▶ Jos ympäristön kosteus on suuri tai jos lämpötila on alle 5 °C, taulukossa 4 mainittuja alimpia suositeltuja esikuumennuslämpötiloja tulisi nostaa 25 °C:lla.
- ▶ Jos levyjen paksuus on yli 25 mm ja juuripalko on lähellä levyn keskilinjaa, kuten X-liitoksissa, suosittelemme siirtämään juuripalkoa noin 5 mm levyn keskilinjasta pois päin.

* Levy, pyörötanko ja putki.



Kuva 3

Suurin suositeltu palkojen välinen lämpötila / esikuumennuslämpötila

Hardox® HiTemp**	300 °C
Hardox® HiTuf**	300 °C
Hardox® HiAce	225 °C
Hardox® 400/400 -putki ja -pyörötanko	225 °C
Hardox® 450	225 °C
Hardox® 500/500 -putki	225 °C
Hardox® 500 Tuf	225 °C
Hardox® 550	225 °C
Hardox® 600	225 °C
Hardox® Extreme	100 °C

Taulukko 3

** Hardox® HiTemp- ja Hardox® HiTuf -terästen palkojen välinen lämpötila voi joissakin tapauksissa olla n. 400 °C. Tällaisissa tapauksissa tulisi käyttää WeldCalc™-ohjelmistoa.

Taulukossa 3 esitetty palkojen välinen lämpötila on suurin suositeltu lämpötila liitoksessa (hitsiaineen päällä) tai suoraan sen vieressä (aloituskohta) juuri ennen seuraavan palon hitsauksen aloitusta.

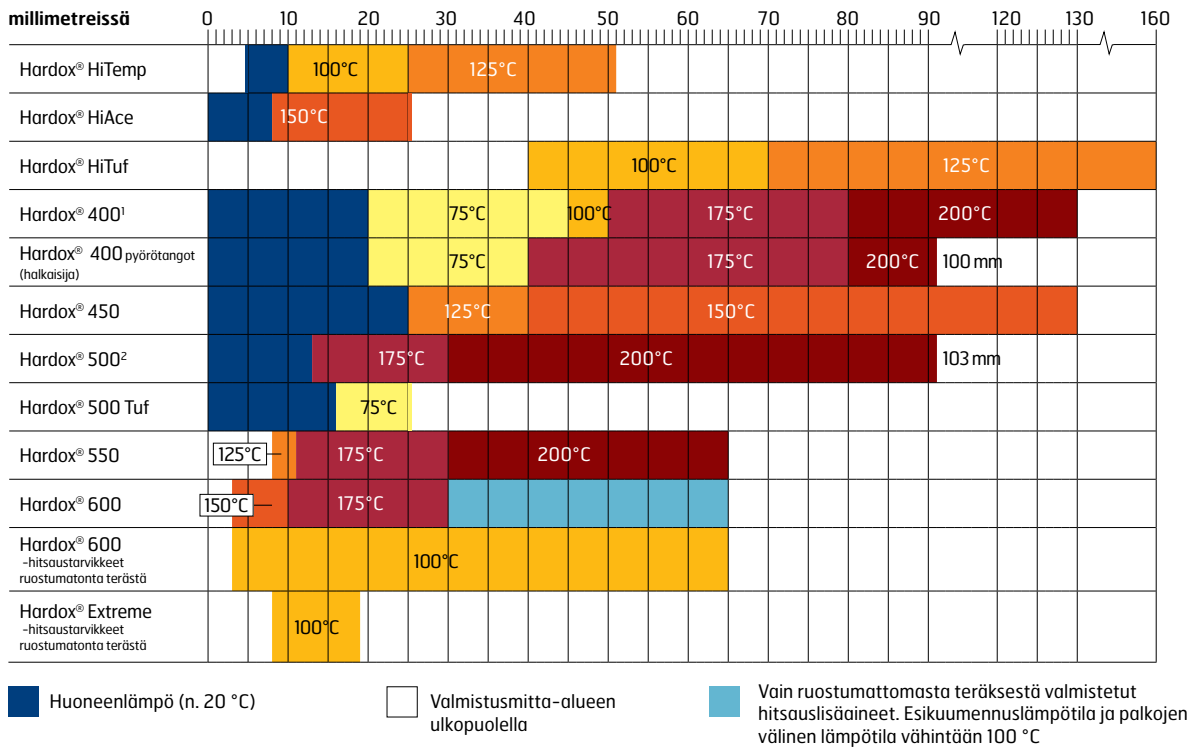
Taulukoissa 3 ja 4 esitetyt pienimmät suositellut esikuumennuslämpötilat ja palkojen väliset lämpötilat eivät muutu, vaikka hitsausenergia olisi yli 1,7 kJ/mm. Tiedot perustuvat oletukseen, että hitsausliitoksen annetaan jäähtyä ilmassa huoneenlämpöiseksi.

Huomaa, että suositukset koskevat myös silloitushitsausta ja juuripalkoja. Silloitushitsausten tulisi olla vähintään 50 mm:n mittaisia. Jos liitosten levyjen paksuus on 8 mm tai vähemmän, silloitushitsaukset voivat olla myös lyhyempiä. Silloitushitsausten välistä etäisyyttä voidaan muuttaa tarpeen mukaan.

SUOSITELLUT ESIKUUMENNUSLÄMPÖTILAT

Yksittäisen levyn paksuus (halkaisija) näytetään x-akselilla. Suositellut pienimmät esikuumennuslämpötilat ja palkojen väliset lämpötilat koskevat yksittäisten levyjen paksuutta. Huomaa, että jokainen lämpötilan nousu alkaa 0,1 mm kaavioissa ilmoitetun paksuuden yläpuolelta.

Taulukko 4



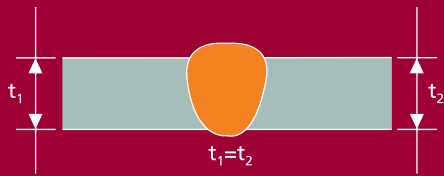
¹ Pienin Hardox® HiTemp -esikuumennuslämpötila on 75 °C, kun levyjen paksuus on 6,1–7,0 mm.

² Hardox® 400 -teräksen esikuumennuslämpötila koskee myös Hardox® 400 -putkia, joita on saatavana 3–6 mm:n paksuuksissa.

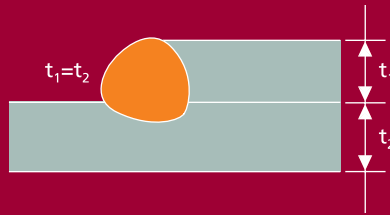
³ Hardox® 500 -teräksen esikuumennuslämpötila koskee myös Hardox® 500 -putkia, joita on saatavana 3–6 mm:n paksuuksissa.

Kaaviokuva yksittäisen levyn paksuudesta (halkaisijasta)

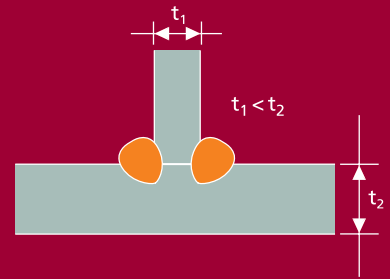
Kuva 4



$t_1=t_2$ Yksittäisen levyn paksuus on t_1 tai t_2 , jos käytetään samaa teräslajia.



$t_1=t_2$ Yksittäisen levyn paksuus on t_1 tai t_2 , jos käytetään samaa teräslajia.



$t_1 < t_2$ Tässä tapauksessa yksittäisen levyn paksuus on t_2 , jos käytetään samaa teräslajia.

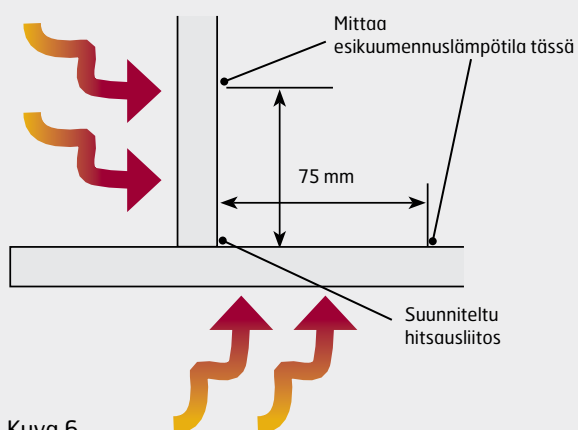


ESIKUUMENNUSLÄMPÖTILAN SAAVUTTAMINEN JA MITTAAMINEN

Vaadittu esikuumennuslämpötila voidaan saavuttaa monin eri tavoin. Sähkökäyttöiset lämmityselementit (kuva 5) liitoksen ympärillä toimivat tavallisesti parhaiten, sillä ne lämmittävät alueen tasaisesti. Lämpötilaa on valvottava esimerkiksi kontaktilämpömittarilla.

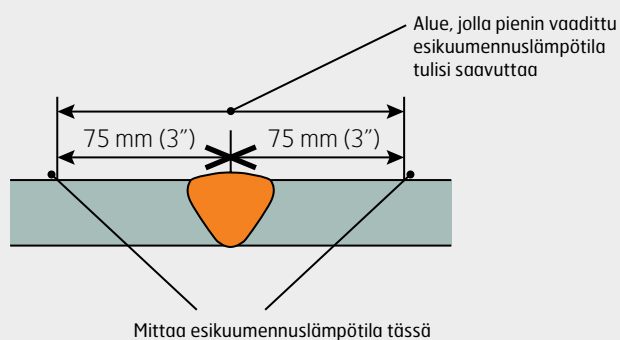
Kuva 5: Esimerkki sähkökäyttöisistä lämpömatoista

Suosittelut esikuumennustoimenpide



Kuva 6

Esikuumennuslämpötilan mittausta edeltävä vähimmäisodotusaika on 2 min / 25 mm:n paksuus. Vähimmäisesikuumennuslämpötila tulisi saavuttaa 75 + 75 mm:n alueella suunnitellun hitsausseaman ympärillä; ks. yllä.



Palkojen välinen lämpötila voidaan myös mitata joko hitsiaineesta tai välittömästi sen vieressä olevasta perusaineesta.

KOVAHITSAUS

Jos hitsausliitos on alueella, joka altistuu suurelle kulutukselle, hitsiaineen kulutuksenkestävyyttä voidaan parantaa käyttämällä kovahitsausta ja erityishitsausainetta. Tällöin on noudatettava Hardox®-teräksen hitsaus- ja kovahitsausohjeita.

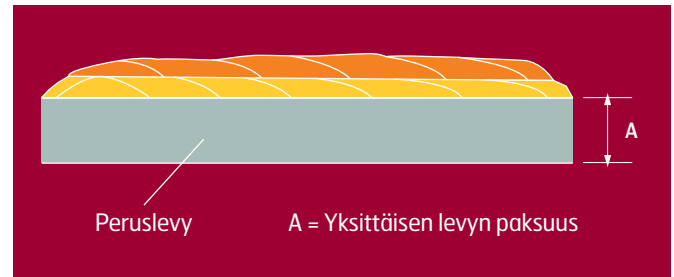
Jotkin kovahitsausaineet edellyttävät erittäin korkeita esikuumennuslämpötiloja, jotka saattavat ylittää Hardox®-teräkselle suositellun palkojen välisen lämpötilan.

On syytä muistaa, että jos käytetty esikuumennuslämpötila ylittää Hardox®-teräkselle suositellun palkojen välisen lämpötilan, perusmateriaali saattaa heiketä, ja tämä heikentää myös esikuumennetun alueen kulutuksenkestävyyttä.

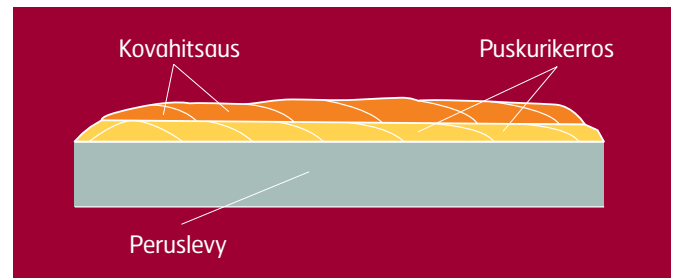
Esikuumennuslämpötilan minimi- ja maksimiarvot ovat samat kuin perinteisissä hitsausmenetelmissä; ks. taulukko 4. Kuvassa 7 määritellään yksittäisen levyn paksuus kovahitsauksessa.

Tavallisen hitsausliitoksen tai levyn ja kovahitsatun kohteen väliin kannattaa hitsata erittäin sitkeä puskurikerros. Puskurikerroksen hitsauslisäaineet tulee valita samojen suositusten mukaisesti kuin Hardox®-kulutuslevyjen lisäaineet. Puskurikerrokselle suositellaan AWS 307:n ja AWS 309:n mukaisia ruostumattomasta teräksestä valmistettuja hitsausaineita, ks. kuva 8.

Kuva 7: Yksittäisen levyn paksuuden määritelmä



Kuva 8: Esimerkki hitsausjärjestyksestä kun käytetään puskurikerrokselle ja kovahitsaukselle tarkoitettuja lisäaineita

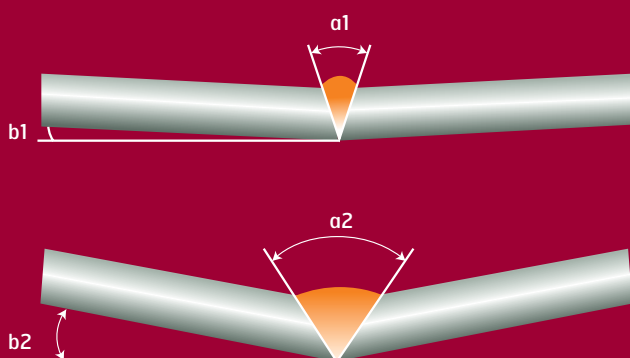


SUOSITUKSIA MUODONMUUTOSTEN MINIMOINTIIN

Hitsauksen aikana ja sen jälkeen muodostuneiden muodonmuutosten määrä riippuu hitsattavan levyn paksuudesta ja hitsausmenetelmästä. Muodonmuutoksia voidaan vähentää etenkin ohuita levyjä hitsattaessa noudattamalla näitä suosituksia:

- ▶ Käytä niin alhaista hitsausenergiaa kuin suinkin mahdollista (yksipalkohitsit).
- ▶ Minimoi poikkileikkausala; ks. kuva 9.
- ▶ Käytä symmetrisiä hitsausseamoja; ks. kuva 10.
- ▶ Esiasettele, kiinnitä tai sijoita osat oikeaan kulmaan ennen hitsausta muodonmuutosten kompensoimiseksi; ks. kuva 11.
- ▶ Vältä epätasaisia ilmarakoja.
- ▶ Minimoi vahvikkeiden määrä ja optimoi pienahitsien kokonaispaksuus.
- ▶ Pienennä silloitushitsausten välejä.
- ▶ Käytä taka-askelhitsausta tai jaksoittaista hitsausta. Taka-askelhitsauksessa kaikki palot hitsataan vastakkaiseen suuntaan hitsauksen yleiseen etenemissuuntaan nähden. Jaksoittaisessa hitsauksessa kaikkia jaksoja ei tarvitse suunnata yleisen etenemissuunnan vastaisesti; ks. 12.
- ▶ Hitsaa jäykemmiltä alueilta kohti reunoja, ks. kuva 13.

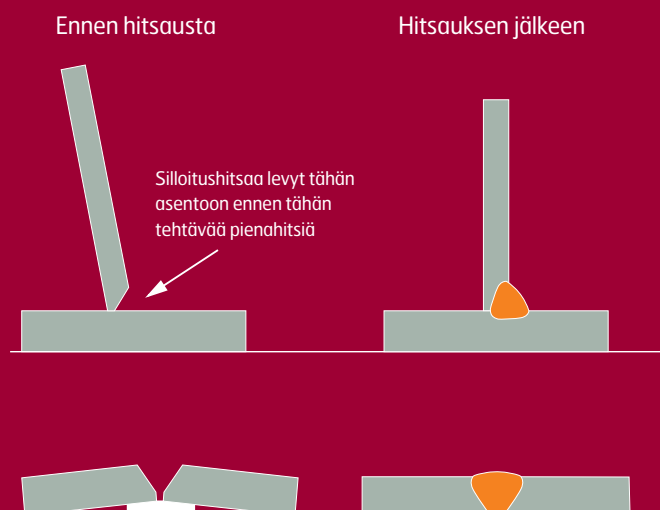
Kuva 9: Hitsausseaman poikkileikkaus ja sen vaikutus kulmapoikkeamiin



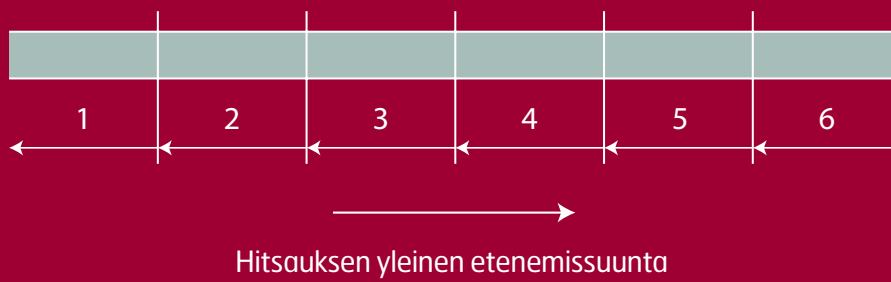
Kuva 10



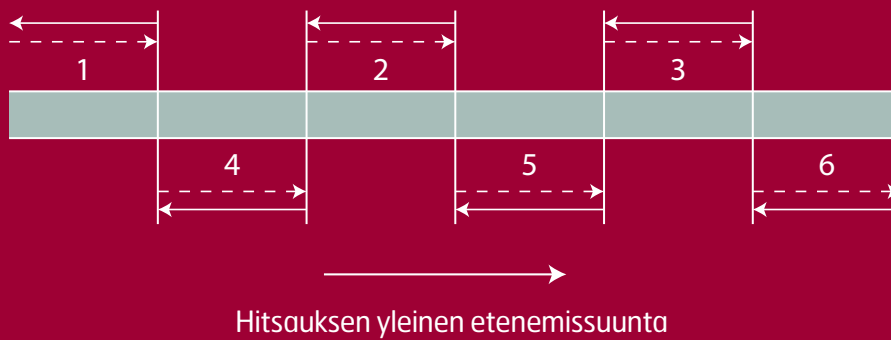
Kuva 11: Pienahitsiseaman ja yksinkertaisen V-päätisliitoksen esiasetukset



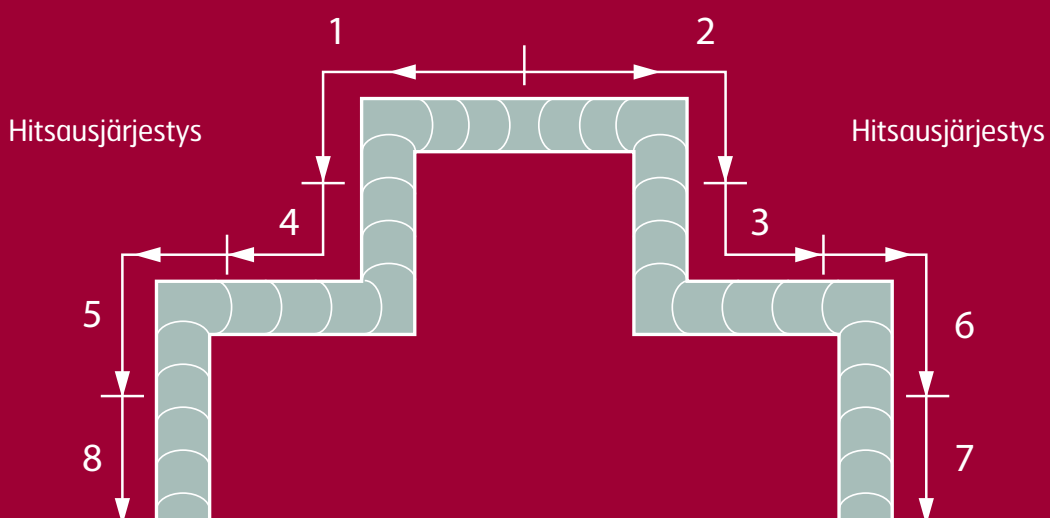
Esimerkki hitsussuunnasta taka-askelhitsauksessa



Esimerkki hitsaussuunnasta jaksottaisessa hitsuksessa



Kuva 13



JÄÄHTYMISAIKA $t_{8/5}$

Jäähtymisajalla ($t_{8/5}$) tarkoitetaan hitsaussauman jäähtymiseen kuluva aikaa 800 celsiusasteesta 500 celsiusasteeseen. Se antaa hyvän käsityksen hitsauksen lämpövaikutuksesta.

Rakenneterästen yhteydessä mainitaan yleensä niiden suositeltu jäähtymisaika, jotta hitsausprosessi voitaisiin optimoida tiettyihin vaatimuksiin, esimerkiksi tiettyyn vähimmäisiskusitkeyteen.

Eri Hardox®-teräslajeille suositellut enimmäisjäähtymisajat voidaan selvittää SSAB:n WeldCalc-ohjelmistolla.



WeldCalc™ tuo optimoidut hitsaussuositukset ulottuillesi.

SSAB WeldCalc -sovellus näyttää hitsauslaitteiden sopivat asetukset, mukaan lukien suositellun lämmöntuonnin, esikuumennuslämpötilan, virran, jännitteen ja nopeuden. Lataa WeldCalc-sovellus tai työpöytäversio sivustosta ssab.com/support/calculators-and-tools tai lue alla olevat iOS- ja Android-sovellusten QR-koodit:



App store



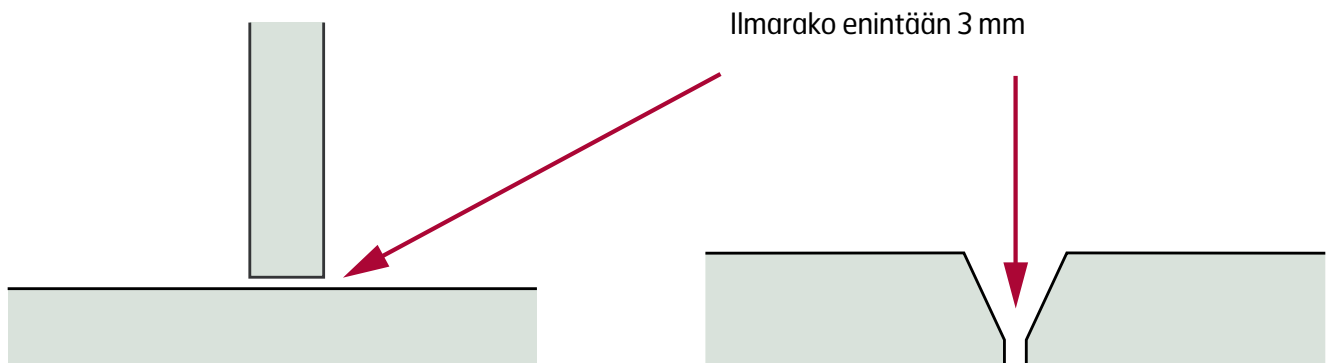
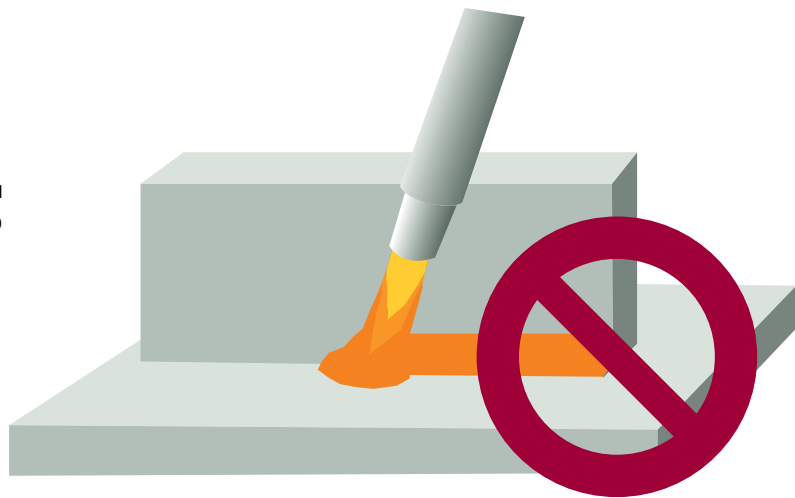
Google play

HITSAUSJÄRJESTYS JA ILMARAKO

Ennen silloitushitsausta on tärkeää varmistaa, että pohjalevyjen ilmarako on enintään 3 mm; ks. kuva 14. Ilmarako tulisi pitää mahdollisimman samankokoisena koko saumassa. Hitsauksen aloittamista ja lopettamista on lisäksi vältettävä liitoksen suurille jännityksille altistuvilla alueilla. Jos mahdollista, aloitus- ja lopetuskohtien tulisi olla vähintään 50–100 mm:n päässä kulmista; ks. kuva 14.

Päätypalojen käyttämisestä on hyötyä levyjen reunoja hitsattaessa.

Kuva 14: Vältä aloittamista ja lopettamista suurille jännityksille altistuvilla alueilla, esimerkiksi kulmissa. Ilmarakon koko saa olla enintään 3 mm.



HITSAUSLISÄAINEET

Seostamattomien ja niukkaseosteisten hitsauslisäaineiden lujuus

Hardox®-teräkselle suositellaan sellaisia seostamattomia ja niukkaseosteisia hitsauslisäaineita, joiden myötölujuus on enintään 500 MPa. Tätä lujempia aineita (Re enint. 900 MPa) voidaan käyttää Hardox® 400- ja 450-teräksille paksuusalueella 0,7–6,0 mm.

Niukkaseosteisten hitsauslisäaineiden avulla hitsistä tulee kovempi, mikä pienentää hitsin kulumisnopeutta. Jos hitsiaineen kulutuskestävyys on tärkeää, sauman päälimmäinen palko voidaan hitsata kovahitsaukseen käytettävillä hitsauslisäaineilla. Saat lisätietoja sivulla 13 olevasta Kovahitsaus-osiosta.

Hardox®-teräksille suositellut hitsauslisäaineet ja niiden AWS- ja EN-luokitukset on mainittu taulukossa 5.

Seostamattomien ja niukkaseosteisten hitsauslisäaineiden vetypitoisuusvaatimukset

Vetypitoisuus saa olla enintään 5 ml vetyä / 100 g hitsiainetta kun käytetään seostamattomia tai niukkaseosteisia hitsauslisäaineita.

Hitsiaineeseen saadaan näin alhainen vetypitoisuus käyttämällä umpilankaa MAG/GMA- ja TIG/GTA-hitsauksessa. Muuntotyyppisten hitsauslisäaineiden vetypitoisuutta tulisi tiedustella niiden valmistajalta. SSAB antaa esimerkkejä sopivista hitsauslisäaineista TechSupport-asiakirjassa nro 60, joka on saatavana sivustostamme: ssab.com.

Hitsauslisäaineiden vetypitoisuus pysyy jäljempänä mainittujen vaatimusten mukaisena, jos aineita säilytetään valmistajan antamien suositusten mukaisesti. Tämä koskee myös kaikkia pinnoitettuja hitsauslisäaineita ja täytelankoja.

Taulukko 5: Suositellut hitsauslisäaineet kaikille Hardox®-kulutuslevyvalikoiman teräksille

HITSAUSMENETELMÄ	AWS-LUOKITUS	EN-LUOKITUS
MAG/GMAW, umpilanka	AWS A5.28 ER70X-X	EN ISO 14341-A- G 42x
	AWS A5.28 ER80X-X	EN ISO 14341-A- G 46x
MAG/MCAW, metallitäytelanka	AWS A5.28 E7XC-X	EN ISO 17632-A- T 42xH5
	AWS A5.28 E8XC-X	EN ISO 17632-A- T 46xH5
MAG/FCAW, ydintäytelanka	AWS A5.29 E7XT-X	EN ISO 17632 -A- T 42xH5
	AWS A5.29 E8XT-X	EN ISO 17632 -A- T 46xH5
MMA (SMAW, hitsauspuikko)	AWS A5.5 E70X	EN ISO 2560-A- E 42xH5
	AWS A5.5 E80X	EN ISO 2560-A- E 46xH5
SAW	AWS A5.23 F49X	EN ISO 14171-A- S 42x
	AWS A5.23 F55X	EN ISO 14171-A- S 46x
TIG/GTAW	AWS A5.18 ER70X	EN ISO 636-A- W 42x
	AWS A5.28 ER80X	EN ISO 636-A- W 46x

Huomaa:

X viittaa yhteen tai useampaan merkkiin.



RUOSTUMATTOMASTA TERÄKSESTÄ VALMISTETUT HITSAUSLISÄAINEET

Kaikkia Hardox®-tuotteita voidaan hitsata austeniittisesta ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla hitsauslisäaineilla, kuten taulukosta 6 käy ilmi. Niillä voidaan hitsata kaikkia muita paitsi Hardox® 600- ja Hardox® Extreme -tuotteita huoneenlämmössä 5–20 °C:ssa ilman esilämmitystä.

SSAB suosittelee käyttämään ensisijaisesti AWS 307:n mukaisia ja toissijaisesti AWS 309:n mukaisia hitsauslisäaineita. Näiden lisäaineiden myötölujuus on jopa 500 MPa koko hitsiaineessa.

AWS 307 -tyypin lisäaineet kestävät kuumahalkeilua paremmin kuin AWS 309 -tyypin lisäaineet. On hyvä muistaa, että valmistajat eivät tavallisesti ilmoita ruostumattomasta teräksestä valmistettujen lisäaineiden vetypitoisuuksia, sillä vety ei vaikuta niiden suorituskykyyn niin paljon kuin seostamattomien ja niukkaseosteisten lisäaineiden tapauksessa. SSAB ei aseta tämäntyyppisten hitsauslisäaineiden vetypitoisuuksille ylärajaa. SSAB antaa esimerkkejä sopivista ruostumattomista hitsauslisäaineista TechSupport-asiakirjassa nro 60, joka on saatavana sivustostamme: ssab.com.

Taulukko 6: Suositellut ruostumattomasta teräksestä valmistetut hitsauslisäaineet Hardox®-kulutuslevyvalikoimalle

HITSAUSMENETELMÄ	AWS-LUOKITUS	EN-LUOKITUS
MAG/GMAW, umpilanka	AWS 5.9 ER307	Suositus: EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 Soveltuvuus: EN ISO 14343-A: B 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
MAG/MCAW, metallitäytelanka	AWS 5.9 EC307	Suositus: EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 Soveltuvuus: EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MAG/FCAW, ydintäytelanka	AWS 5.22 E307T-X	Suositus: EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 Soveltuvuus: EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MMA/ SMAW, hitsauspuikko	AWS 5.4 E307-X	Suositus: EN ISO 3581-A: 18 18 Mn/ EN ISO 3581-B: 307 Soveltuvuus: EN ISO 3581-A: 22 12 X/ EN ISO 3581-B: 309X
SAW	AWS 5.9 ER307	Suositus: EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 Soveltuvuus: EN ISO 14343-A: S 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
TIG/GTAW	AWS 5.9 ER307	Suositus: EN ISO 14343-A: W 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 Soveltuvuus: EN ISO 14343-A: W 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X

Huomaa:X viittaa yhteen tai useampaan merkkiin.

SUOJAKAASU

Hardox®-kulutuslevyjen hitsauksessa käytettävät suojakaasut ovat tavallisesti samoja kuin seostamattomien ja niukkaseosteisten terästen.

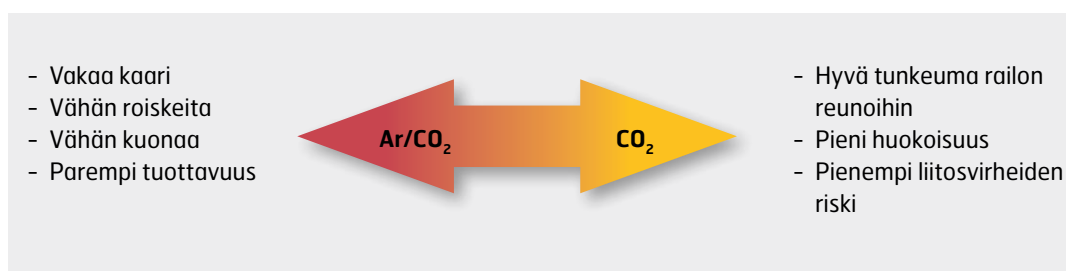
Hardox®-terästen MAG/GMA-hitsauksessa käytetyt suojakaasut on yleensä valmistettu argonin (Ar) ja hiilidioksidin (CO₂) seoksesta. Joskus argonin ja hiilidioksidin sekaan lisätään pieni määrä happea (O₂) kaaren vakauttamiseksi ja roiskeiden vähentämiseksi.

Manuaalisessa hitsauksessa on suositeltavaa käyttää suojakaasua jossa argoniin on sekoitettu noin 18–20 %

hiilidioksidia, sillä tämä parantaa tunkeumaa ja pitää roiskeiden määrän kohtuullisena. Jos käytetään automaattista tai robottihitsausta, suojakaasun argonissa tulisi olla 8–10 % hiilidioksidia. Tämä optimoi hitsaustulokset tuottavuuden ja roiskeiden määrän näkökulmasta.

Eri suojakaasuseosten vaikutukset on esitetty kuvassa 15. Eri hitsausmenetelmille suositellut suojakaasut on lueteltu taulukossa 7. Taulukossa 7 mainitut suojakaasuseokset ovat perusseoksia, joita voidaan käyttää sekä lyhyt- että kuumakaarihitsauksessa.

Kuva 15: Suojakaasuseokset ja niiden vaikutus hitsaukseen



Taulukko 7: Esimerkkejä ja suosituksia suojakaasuseoksista

HITSAUSMENETELMÄ	KAAREN TYYPPI	ASENTO	SUOJAKAASU
MAG/GMAW, umpilanka	Lyhyt kaari	Kaikki asennot	18–25 % CO ₂ /Ar
MAG/MCAW, metallitäytelanka	Lyhyt kaari	Kaikki asennot	18–25 % CO ₂ /Ar
MAG/GMAW, umpilanka	Kuumakaarihitsaus	Vaaka	15–20 % CO ₂ /Ar
MAG/GMAW, FCAW	Kuumakaarihitsaus	Kaikki asennot	15–20 % CO ₂ /Ar
MAG/GMAW, MCAW	Kuumakaarihitsaus	Vaaka	15–20 % CO ₂ /Ar
Automaattinen ja MAG/GMAW-robottihitsaus	Kuumakaarihitsaus	Vaaka	8–18 % CO ₂ /Ar
TIG/GTAW		Kaikki asennot	100 % Ar

Huomaa: Kolmen aineen – hapen, hiilidioksidin ja argonin – kaasuseoksia käytetään toisinaan hitsausominaisuuksien optimoimiseksi.

Suojakaasua käyttävissä hitsausmenetelmissä suojakaasun virtausnopeus riippuu tilanteesta. Yleisohjeena mainittakoon, että suojakaasun virtausnopeus litroina minuutissa tulisi asettaa samaan arvoon kuin kaasusuuttimen sisähalkaisija millimetreinä.

KONEPAJAPOHJAMAALATUN LEVYN HITSAAMINEN

Alhaisen sinkkipitoisuuden ansiosta Hardox®-kulutuslevyissä käytetyn konepajapohjamaalin päälle voidaan hitsata suoraan. Konepajapohjamaali on helppo harjata tai hioa pois sauman ympäriltä; ks. alla oleva kuva.

Konepajapohjamaali kannattaa poistaa ennen hitsausta, sillä tämä vähentää sauman huokoisuutta ja voi helpottaa hitsaamista tavallisesta poikkeavassa asennossa.

Jos konepajapohjamaalia jää hitsattavalle pinnalle, pinnan alla olevan kerroksen ja pinnan huokoisuus saattaa kasvaa. Täytelankakaarihitsaus tavallisella täytelangalla pitää huokoisuuden mahdollisimman pienenä.

Asianmukaisesta ilmanvaihdosta on huolehdittava, jotta konepajapohjamaali ei aiheuttaisi haittoja hitsaajalle ja ympäristölle.



Konepajapohjamaali on helppo harjata pois tarvittaessa

HITSAUKSENJÄLKEINEN LÄMPÖKÄSITTELY

Hardox HiTuf®- ja Hardox® HiTemp -terästen hitsausjännitykset voidaan poistaa hitsauksenjälkeisellä lämpökäsittelyllä, vaikka tämä on vain harvoin tarpeen. Muiden Hardox®-terästen hitsausjännityksiä ei tule poistaa tällä tavoin, sillä tämä voi heikentää teräksen mekaanisia ominaisuuksia. Saat lisätietoja SSAB:n hitsausoppaasta. Lataa SSAB:n ilmainen hitsausopas sivustosta ssab.com/support/steel-handbooks.





HITSAUSTEKNOLOGIAN UUTUudet

SSAB:n tutkimus- ja tuotekehityskeskusten hitsausasemilla testataan jatkuvasti huippuluokan teknologioita ja koneita. Näin voimme tarjota parhaat mahdolliset hitsaussuositukset.

Jauhekaarikapearailohitsauksella, jossa käytetään yhtä tai kahta lankaa, voidaan hitsata paksuja Hardox®-kulutuslevyjä. Saat laadukkaan tuloksen käyttämällä vähemmän hitsauslankaa ja täytejauhetta. Samalla voit vähentää hitsausaikaa, säästää energiaa ja alentaa tuotantokustannuksia. SAW ICE (integroitu kylmäelektrodi) -menetelmä mahdollistaa suuremman hitsausnopeuden, vähäisemmän lämmöntuonnin ja suuremman hitsiaineentuoton kuin perinteiset menetelmät.

Minkä prosessin sitten valitsetkin, me autamme sinua saavuttamaan parhaat mahdolliset hitsatun materiaalin ominaisuudet ja tuottavuuden.

SSAB on maailmanlaajuisesti toimiva pohjoismainen ja yhdysvaltalainen teräsyhtiö. Yhtiön lisäarvoa tarjoavat tuotteet ja palvelut on kehitetty tiiviissä yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Tavoitteena on entistä vahvempi, kevyempi ja kestävämpi maailma. SSAB:llä on työntekijöitä yli 50 maassa ja tuotantolaitoksia Ruotsissa, Suomessa ja Yhdysvalloissa. Yhtiö on noteerattu Nasdaq Tukholmassa ja toissijaisesti Nasdaq Helsingissä. www.ssab.com. Seuraa meitä sosiaalisessa mediassa: Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter ja YouTube.



SSAB
SE-613 80 Oxelösund
Ruotsi

Puh. +46 155 25 40 00
Faksi: +46 155 25 40 73
contact@ssab.com

www.hardox.com

Hardox® on SSAB-konsernin tuotemerkki. Kaikki oikeudet pidätetään. Tässä esitteessä on vain yleistietoja. SSAB AB ei vastaa ohjeiden soveltuvuudesta eri käyttökohteisiin. Käyttäjän vastuulla on määritellä, testata ja vahvistaa itsenäisesti kaikkien tuotteiden ja sovellusten soveltuvuus. SSAB AB julkaisee tässä annetut tiedot sellaisenaan kaikkine virheineen. Kaikki tällaiseen tietoon liittyvät riskit ovat käyttäjän vastuulla.

SSAB