

**HARDOX®**  
WEAR PLATE

# SVETSNING AV HARDOX®



**SSAB**



## INNEHÅLL

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Svetsning av Hardox® slitplåt                      | 3  |
| Metoder för fogberedning                           | 4  |
| Sträckenergi                                       | 5  |
| Undvika vätesprickning                             | 6  |
| Lägsta förvärmnings- och mellansträngstemperaturer | 8  |
| Rekommenderade förvärmningstemperaturer            | 10 |
| Uppnå och mäta förvärmningstemperaturen            | 12 |
| Hårdpåsvetsning                                    | 13 |
| Rekommendationer för att minimera deformationer    | 14 |
| Svalningstid $t_{8/5}$                             | 16 |
| Svetsfölgd och rotsplattens storlek                | 17 |
| Tillsatsmaterial                                   | 18 |
| Tillsatsmaterial av rostfritt stål                 | 20 |
| Skyddsgas                                          | 21 |
| Svetsning på grundfärg                             | 22 |
| Värmebehandling efter svetsning                    | 22 |
| Det senaste inom svetsteknik                       | 23 |



## Svetshandboken från SSAB

Om du vill lära dig mer om svetsning rekommenderar vi att du studerar Svetshandboken från SSAB. Det 132-sidiga dokumentet tillhandahåller en mängd insikter och rekommendationer för tekniker, ingenjörer och andra branschproffs. Den innehåller rekommendationer om hur man erhåller optimala resultat vid svetsning av Hardox® slitplåt och Strenx® konstruktionsstål. Den beskriver värmeflödet och -cykeln, hur man eliminerar risken för sprickbildning, förbättrar den värmepåverkade zonen (HAZ), val av tillsats- och svetsmaterial och foggeometrier.

Du kan ladda ned en digital version eller beställa en tryckt version av Svetshandboken på [ssab.com/support/steel-handbooks](https://ssab.com/support/steel-handbooks)

# SVETSNING AV HARDOX® SLITPLÅT

Sortimentet av Hardox® slitplåt, som även omfattar tunnplåt, rundstänger, rör och rörledningar, kombinerar unika prestanda med utmärkt svetsbarhet. Alla konventionella svetsmetoder kan användas för att svetsa Hardox® till andra typer av svetsbart stål.

Den här broschyren innehåller användbara tips och information till alla som vill förenkla och effektivisera dina svetsprocesser. Här finns råd om förvärmnings- och mellansträngstemperaturer, sträckenergi, tillsatsmaterial med mera.

Med denna praktiska information kan varje användare dra full nytta av Hardox®-stålens unika egenskaper. I broschyren hänvisas till följande dokument:

- ▶ TechSupport-dokument med ytterligare information och tips, bland åtgärder för att undvika diskontinuiteter. De innehåller även förslag på leverantörer av lämpliga tillsatsmaterial. Du hittar TechSupport-dokument i vårt Download center på [ssab.com/download-center](http://ssab.com/download-center).
- ▶ Med programvaran WeldCalc™, som finns i både dator- och mobilversion, kan användarna optimera svetsresultatet utifrån de specifika förhållandena och kraven på den svetsade konstruktionen. WeldCalc™ kan hämtas på [ssab.com/support/calculators-and-tools](http://ssab.com/support/calculators-and-tools).

Informationen i broschyren ges endast i allmänt informationssyfte. SSAB AB tar inget ansvar för ändamålsenligheten eller lämpligheten för något användningsområde. Det är användarens eget ansvar att avgöra produkternas eller tillämpningarnas lämplighet, och att testa och verifiera dem. Informationen från SSAB AB i detta dokument tillhandahålls "i befintligt skick" och med alla eventuella fel, och användaren påtar sig all risk som är förknippad med denna information.





## VIKTIGA PARAMETRAR VID SVETSNING

För att säkerställa högkvalitativa svetsresultat ska svetsområdet rengöras för att avlägsna fukt, olja, korrosion och alla orenheter innan svetsarbetet påbörjas. Utöver god svetshygien är det viktigt att tänka på följande aspekter:

- ▶ Val av tillsatsmaterial
- ▶ Förvärmnings- och mellansträngstemperaturer
- ▶ Sträckenergi
- ▶ Svetsföljd och storlek på fogens rotspalt

# METODER FÖR FOGBEREDNING

Fogar kan beredas med konventionella metoder som termisk skärning och maskinbearbetning. Vid termisk skärning bildas ett tunt oxid- eller nitridskikt som kan vara upp till cirka 0,2 mm tjockt. Sådana skikt ska tas bort före svetsning, normalt genom slipning.

# STRÄCKENERGI

De flesta svetsarbeten utförs med en lik- eller växelströmssvets. Vid lik- och växelströmssvetsning beräknas sträckenergin med följande formel.

$$Q = \frac{k \cdot U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ (\text{kJ/tum}) \end{matrix}$$

Sträckenergin vid pulssvetsning kan bestämmas men någon av följande formler:

$$Q = \frac{k \cdot IE}{L \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ (\text{kJ/tum}) \end{matrix}$$

eller

$$Q = \frac{k \cdot IP \cdot 60}{v \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ (\text{kJ/tum}) \end{matrix}$$

Q = Sträckenergi kJ/mm (kJ/tum)

k = Bågeffektivitet (dimensionslös)

U = Spänning [V]

I = Strömstyrka [A]

v = Framföringshastighet mm/min (tum/min)

L = Svetssträngens längd [mm eller tum]

IE = Momentan energi [J]

IP = Momentan effekt [W]

Olika svetsprocesser har olika termisk verkningsgrad. Tabell 1 visar ungefärliga värden för olika svetsmetoder.

## Termisk verkningsgrad för olika svetsmetoder

| SVETSMETOD | TERMISK VERKNINGSGRAD (K) |
|------------|---------------------------|
| MAG/GMAW   | 0,8                       |
| MMA/SMAW   | 0,8                       |
| SAW        | 1,0                       |
| TIG/GTAW   | 0,6                       |

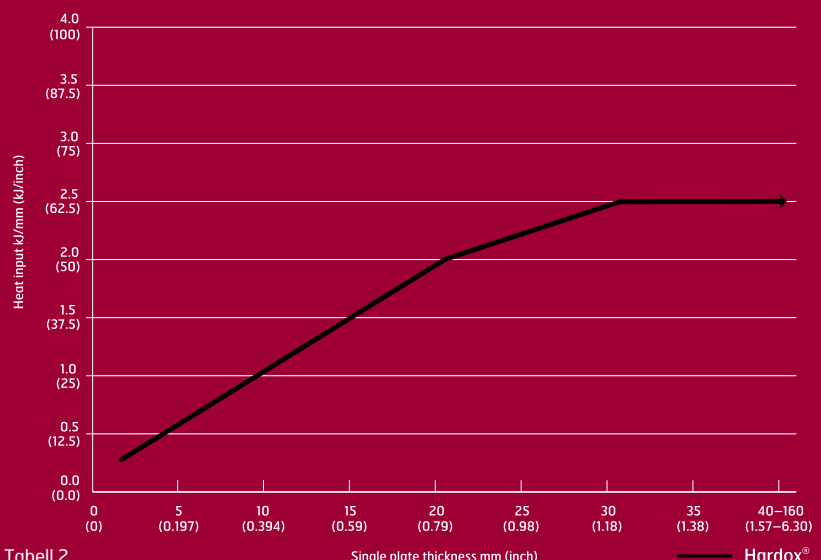
Tabell 1

Alltför hög sträckenergi ökar bredden på den värmepåverkade zonen (heat-affected zone – HAZ), vilket i sin tur försvagar de mekaniska egenskaperna och slitstyrkan i den värmepåverkade zonen. Svetsning med låg sträckenergi har bland annat följande fördelar:

- ▶ Ökad slitstyrka i den värmepåverkade zonen
- ▶ Mindre deformation (enkelsträngssvetsade fogar)
- ▶ Ökad seghet i fogen
- ▶ Ökad hållfasthet i fogen

En mycket låg sträckenergi kan dock påverka slagsegheten negativt ( $t_{8/5}$ -värden\* under 3 sekunder). Tabell 2 visar maximal rekommenderad sträckenergi (Q) för Hardox®.

Recommended maximum heat input for all Hardox® steels



Tabell 2

\* se definition på sidan 16

# UNDVIKA VÄTE- SPRICKNING

På grund av relativt låg kolekvivalent har alla Hardox®-stålsorter bättre tålighet mot vätesprickning än andra slitstarka stål.

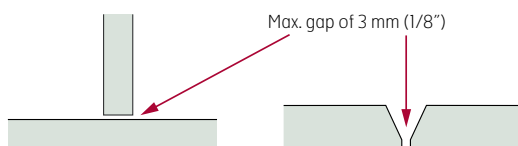
**Minimera risken för vätesprickning genom att följa dessa rekommendationer:**

- ▶ Förvärm svetsområdet till den rekommenderade minimitemperaturen.
- ▶ Mät förvärmningstemperaturen enligt rekommendationerna på sidan 10.
- ▶ Använd processer och tillsatsmaterial som ger ett maximalt väteinnehåll på 5 ml per 100 g svetsgods.
- ▶ Håll fogen fri från orenheter som rost, fett, olja eller frost.
- ▶ Använd bara tillsatsmaterial med de klassificeringar som SSAB rekommenderar. (Mer om tillsatsmaterial på sidan 18.)
- ▶ Använd lämplig svetsföljd för att minimera restspänningar.
- ▶ Placera helst svetsstart och svetslut minst 50–100 mm från ett hörn för att undvika starka spänningar i dessa områden, se bild 1.
- ▶ Undvik rotspalter på mer än 3 mm (1/8"), se bild 2.
- ▶ Spaltens bredd bör inte överstiga 3 mm (1/8"), se bild 2.

Bild 1



Bild 2







# LÄGSTA FÖRVÄRMNINGS- OCH MELLANSTRÄNGSTEMPERATURER

För att undvika vätesprickning är det viktigt att iaktta rekommenderad förvärmningstemperatur samt proceduren för att uppnå och mäta temperaturen i och kring svetsfogen.

## Legeringselementens påverkan på valet av förvärmnings- och mellansträngstemperaturer

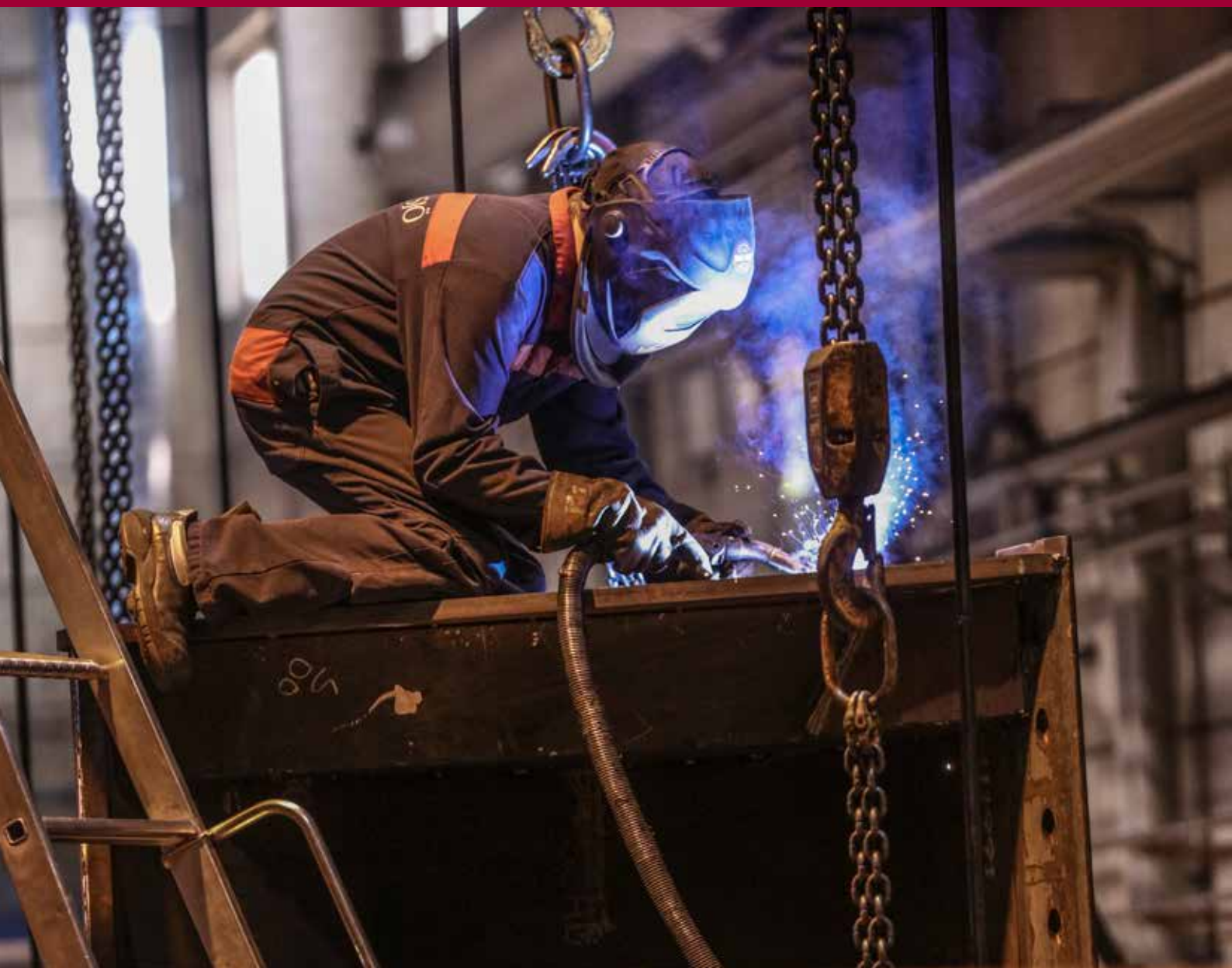
En unik kombination av legeringselement optimerar de mekaniska egenskaperna för Hardox®-slitplåt. Denna kombination styr den förvärmnings- och mellansträngstemperatur som Hardox®-stålet kräver för svetsning och kan användas för att beräkna stålets kolekvivalent. Kolekvivalenten uttrycks vanligen som CEV eller CET i formeln till höger.

Legeringselementen är specificerade i provningsintyget för Hardox®-stål och anges i viktprocent i de två formelnerna nedan. En högre kolekvivalent kräver oftast högre förvärmnings- och mellansträngstemperatur. Den typiska kolekvivalenten för alla Hardox®-sorter anges i SSABs produktdatablad på [www.hardox.com](http://www.hardox.com).

Om man använder lägsta rekommenderade förvärmnings- och mellansträngstemperaturer enligt denna broschyr behöver inte kolekvivalenten beräknas.

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

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





## Förvärmnings- och mellansträngstemperaturer för hela Hardox®-sortimentet med slitstarkt stål

Lägsta rekommenderade förvärmningstemperaturer och högsta mellansträngstemperaturer vid svetsning anges i tabellerna 3, 4a och 4b. Om inte annat anges gäller dessa värden för svetsning med olegerade och låglegerade tillsatsmaterial.

- ▶ När plåtar\* med olika tjocklek men av samma stålsort svetsas samman är det den tjockare plåten som bestämmer vilka förvärmnings- och mellansträngstemperaturer som krävs; se bild 4.
- ▶ När olika stålsorter svetsas samman är det den plåt\* som kräver den högsta förvärmningstemperaturen som bestämmer vilka förvärmnings- och mellansträngstemperaturer som krävs.
- ▶ Tabellerna 4a och 4b gäller för sträckenergier på 1,7 kJ/mm (43,2 kJ/tum) eller högre. Om du använder sträckenergier på 1,0–1,69 kJ/mm (25,4–42,9 kJ/tum) rekommenderar vi att du ökar temperaturen med 25 °C över rekommenderad förvärmningstemperatur.
- ▶ Om man använder lägre sträckenergi än 1,0 kJ/mm (25,4 kJ/tum) rekommenderar vi att SSABs WeldCalc-app används för att beräkna lägsta rekommenderade förvärmningstemperatur.
- ▶ Vid hög luftfuktighet eller vid temperaturer under 5 °C (41 °F) bör de rekommenderade lägsta förvärmningstemperaturerna i tabell 4a och 4b ökas med 25 °C (77 °F).
- ▶ För plåtar tjockare än 25 mm (0,984") och foggeometrier där rotsträngen ligger nära plåtens mittlinje, till exempel stumsvetsar i V-fog, rekommenderar vi att rotsträngen flyttas cirka 5 mm (0,197") från plåtens mittlinje.

\* Grovplåt, tunnplåt, rundstång och rör.

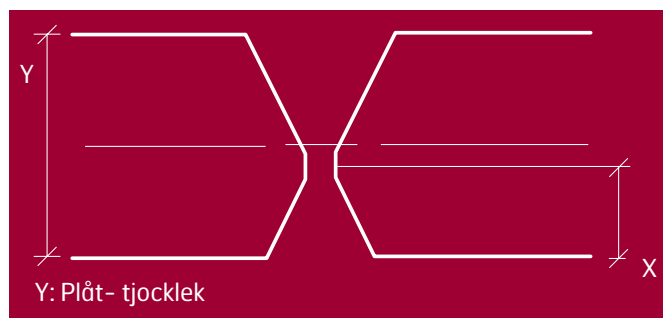


Bild 3

## Högsta rekommenderade mellansträngs-/ förvärmningstemperatur

|                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| Hardox® HiTemp**                  | 300 °C (572 °F) |
| Hardox® HiTuf**                   | 300 °C (572 °F) |
| Hardox® HiAce                     | 225 °C (437 °F) |
| Hardox® 400/400 rör och rundstång | 225 °C (437 °F) |
| Hardox® 450                       | 225 °C (437 °F) |
| Hardox® 500/500 rör               | 225 °C (437 °F) |
| Hardox® 500 Tuf                   | 225 °C (437 °F) |
| Hardox® 550                       | 225 °C (437 °F) |
| Hardox® 600                       | 225 °C (437 °F) |
| Hardox® Extreme                   | 100 °C (212 °F) |

Tabell 3

\*\* Mellansträngstemperaturer på upp till cirka 400 °C (752 °F) kan i vissa fall användas för Hardox® HiTemp och Hardox® HiTuf. Använd WeldCalc™ i sådana fall.

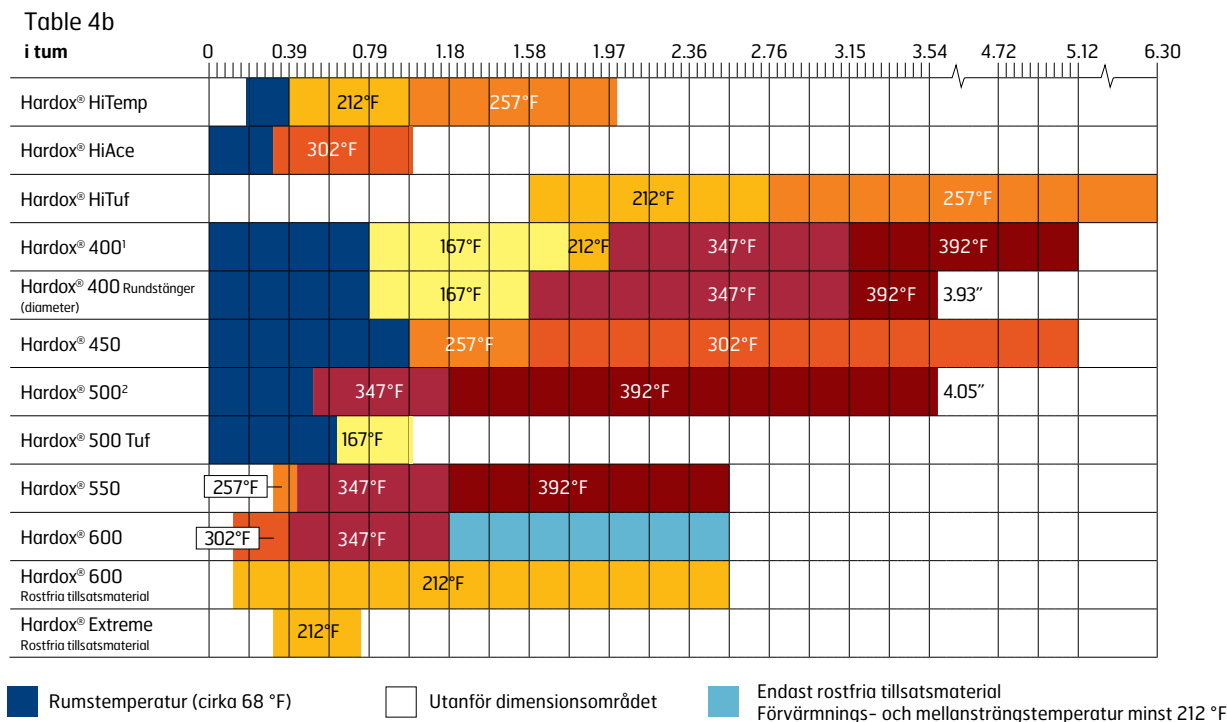
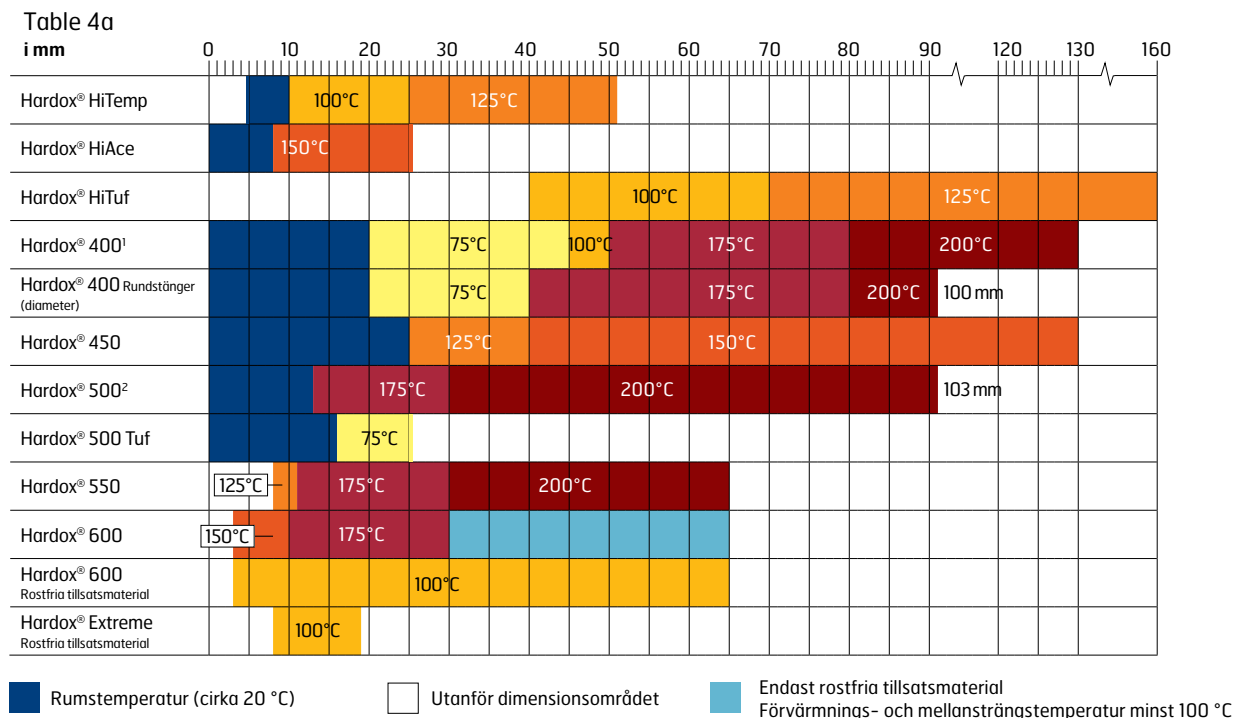
Mellansträngstemperaturen i tabell 3 är den högsta rekommenderade temperaturen i fogen (på svetsgodset) eller strax intill fogen (startläget) omedelbart före start av nästa svetssträng.

Lägsta rekommenderade förvärmningstemperatur och högsta mellansträngstemperatur enligt tabell 3, 4a och 4b påverkas inte vid sträckenergier högre än 1,7 kJ/mm (43,2 kJ/tum). Informationen grundar sig på antagandet att svetsfogen får svalna till rumstemperatur.

Observera att rekommendationerna gäller även för häftsvetsar och rotsträngar. I allmänhet ska varje häftsvets vara minst 50 mm (2") lång. För fogar med plåttjocklekar upp till 8 mm (0,31") kan kortare häftsvetslängder användas. Avståndet mellan häftsvetsarna kan varieras efter behov.

# REKOMMENDERADE FÖRVÄRMNINGSTEMPERATURER

Enkel plåttjocklek (diameter) visas på x-axeln. Lägsta rekommenderade förvärmnings- och mellansträngstemperaturer anges för olika enkla plåttjocklekar. Observera att varje temperaturhöjning startar 0,1 mm (0,004") över angiven tjocklek i tabellerna.



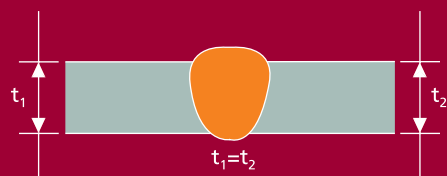
<sup>1</sup> Lägsta förvärmningstemperatur för Hardox® HiTemp är 75 °C (167 °F) för plåttjocklekar på 6,1–7,0 mm.

<sup>2</sup> Förvärmningstemperaturen för Hardox® 400 gäller även för Hardox® 400-rör, som finns i tjocklekar på 3–6 mm (0,118–0,236").

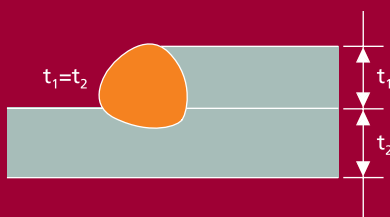
<sup>3</sup> Förvärmningstemperaturen för Hardox® 500 gäller även för Hardox® 500-rör, som finns i tjocklekar på 3–6 mm (0,118–0,236").

## Schematisk bild som visar definitionen av "enkel plåttjocklek (diameter)"

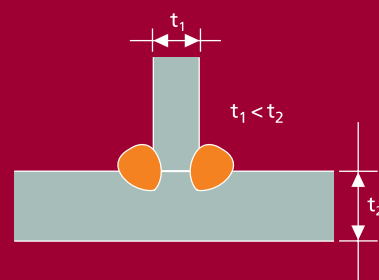
Bild 4



$t_1 = t_2$  Plåttjockleken är  $t_1$  eller  $t_2$  förutsatt att samma stålsort används.



$t_1 = t_2$  Plåttjockleken är  $t_1$  eller  $t_2$  förutsatt att samma stålsort används.



$t_1 < t_2$  I det här fallet är plåttjockleken  $t_2$  förutsatt att samma stålsort används.





# UPPNÅ OCH MÄTA FÖRVÄRMNINGS-TEMPERATUREN

Önskad förvärmningstemperatur kan uppnås på många sätt. Elektriska förvärmningselement (bild 5) runt den förberedda fogen är ofta det bästa, eftersom det ger enhetlig uppvärmning av området. Temperaturen bör övervakas, till exempel med en kontakttermometer.

Bild 5: Exempel på elektriska värmemattor

## Rekommenderad förvärmningsåtgärd

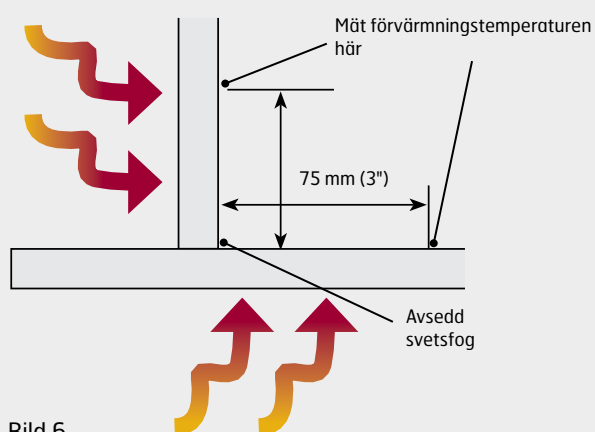
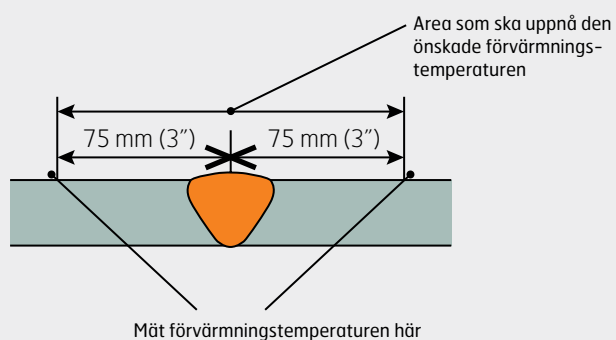


Bild 6

Gör ett uppehåll på 2 min per 25 mm tjocklek (2 min/1 tum) innan du mäter förvärmningstemperaturen. Lägsta förvärmningstemperatur bör uppnås på en yta av 75 + 75 mm (3" + 3") runt den avsedda svetsfogen; se ovan.

Mellansträngstemperaturen kan mätas i svetsgodset eller i omedelbart angränsande grundmaterial.



# HÅRDPÅSVETSNING

Om svetsfogen ligger i ett område där det förväntas starkt slitage kan man använda hårdpåsvetsning med speciella tillsatsmaterial för att öka slitstyrkan i svetsgodset. Följ anvisningarna för både sammanfogning och hårdpåsvetsning av Hardox®-stål.

Vissa tillsatsmaterial för hårdpåsvetsning kräver en mycket hög förvärmningstemperatur som kan överstiga den högsta rekommenderade mellansträngstemperaturen för Hardox®-stål.

Observera att om man använder en förvärmningstemperatur som överstiger den högsta rekommenderade mellansträngstemperaturen för Hardox®-stål kan det reducera grundplåtens hårdhet och leda till försämrad slitstyrka i det förvärmade området.

Lägsta och högsta förvärmningstemperaturer är desamma som för konventionella svets typer; se tabell 4a och 4b. Se bild 7 för definition av enkel plåttjocklek för hårdpåsvetsning.

Det lönar sig att svetsa ett buffertsikt med extra hög slagseghet mellan den vanliga svetsfogen eller plåten och hårdpåsvetsningen. Valet av tillsatsmaterial för buffertsiktet bör följa svetsrekommendationerna för Hardox® slitplåt. Använd helst tillsatsmaterial av rostfritt stål enligt AWS 307 och AWS 309 för buffertsiktet; se bild 8.

Bild 7: Definition av enkel plåttjocklek

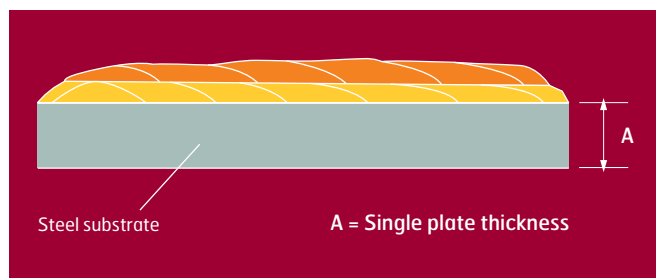
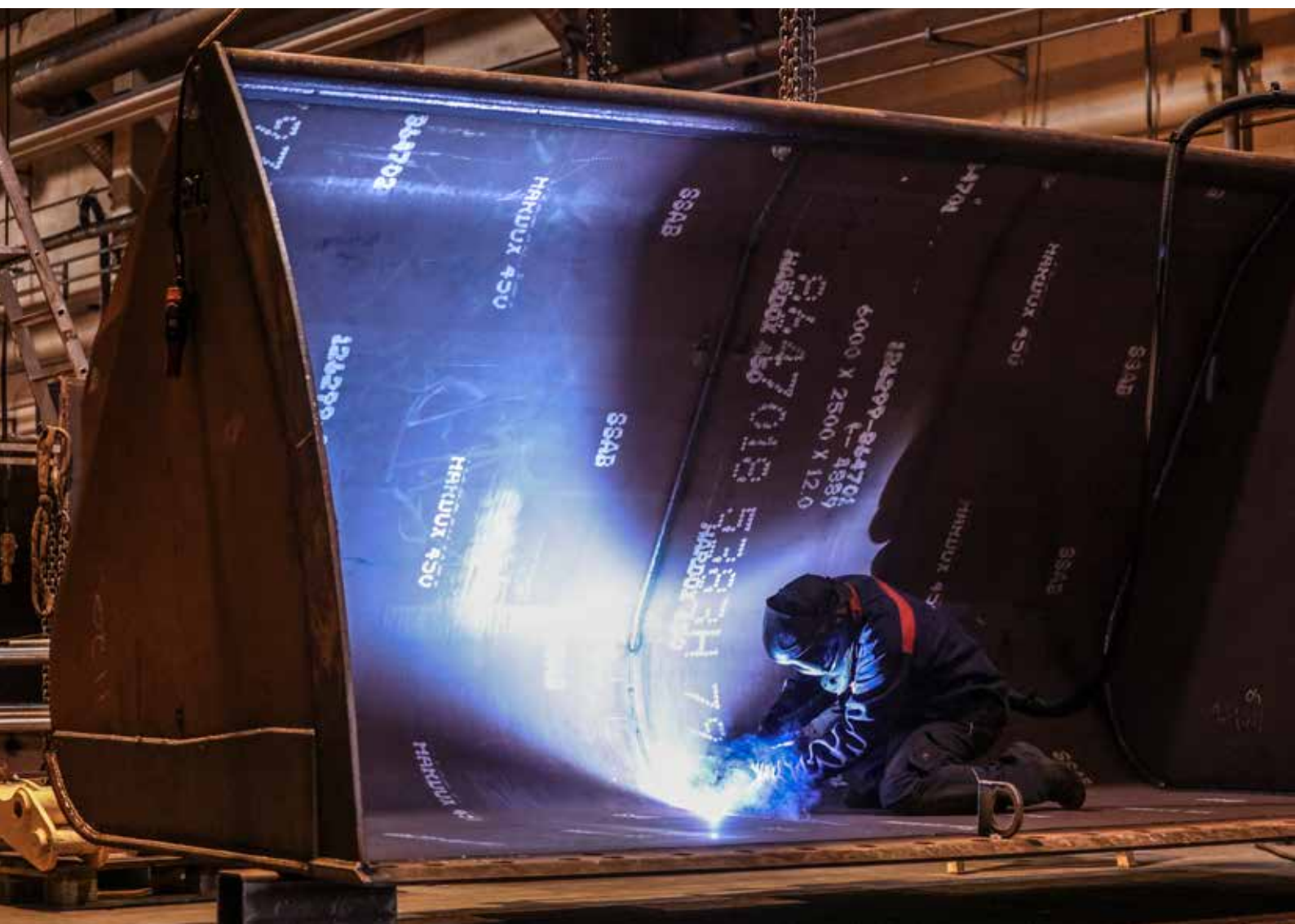
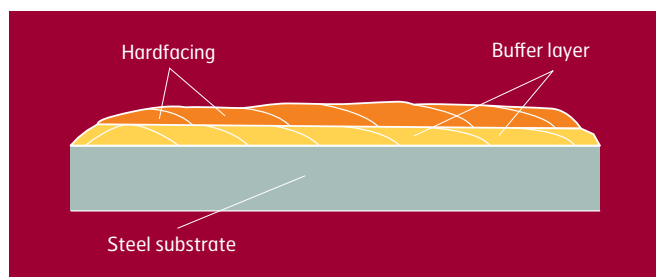


Bild 8: Exempel på svetsföljd med tillsatsmaterial för buffertskikt och hårdpåsvetsning



# REKOMMENDATIONER FÖR ATT MINIMERA DEFORMATIONER

Nivån på deformationen under och efter svetsning hänger samman med grundplåtens tjocklek och svetsmetoden. Minimera deformation, särskilt vid svetsning av tunnare plåttjocklekar, genom att följa dessa rekommendationer:

- ▶ Svetsa med så låg sträckenergi som möjligt (enkelsträngsvetsade fogar).
- ▶ Minimera tvärsnittsarean; se bild 9.
- ▶ Använd symmetriska svetsar; se bild 10.
- ▶ Anordna, kläm fast eller vinkla delarna före svetsningen för att kompensera för deformationen; se exempel i bild 11.
- ▶ Undvik oregelbunden rotspalt.
- ▶ Minimera förstärkningar och optimera  $\alpha$ -mättet i kälsvetsarna.
- ▶ Minska avståndet mellan häftsvetsarna.
- ▶ Använd bakstegssvetsning eller stegsvetsning. Vid bakstegssvetsning svetsas alla strängar i motsatt riktning mot det allmänna svetsförloppet. Vid sprängvis svetsning behöver inte alla strängar ha motsatt riktning mot det allmänna förloppet; se bild 12.
- ▶ Svetsa från stabila områden till lösa ändar; se bild 13.

Bild 9: Tvärsnitt av svetsen och hur den påverkar vinkelavvikelsen.

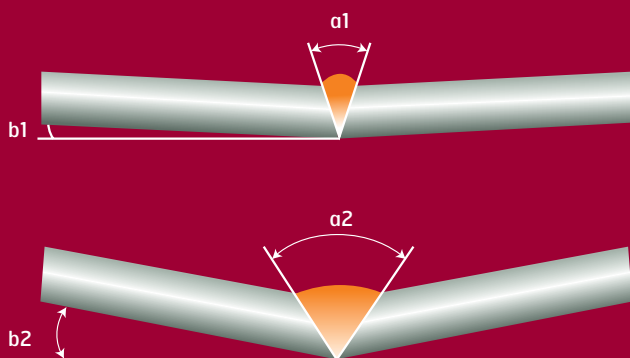
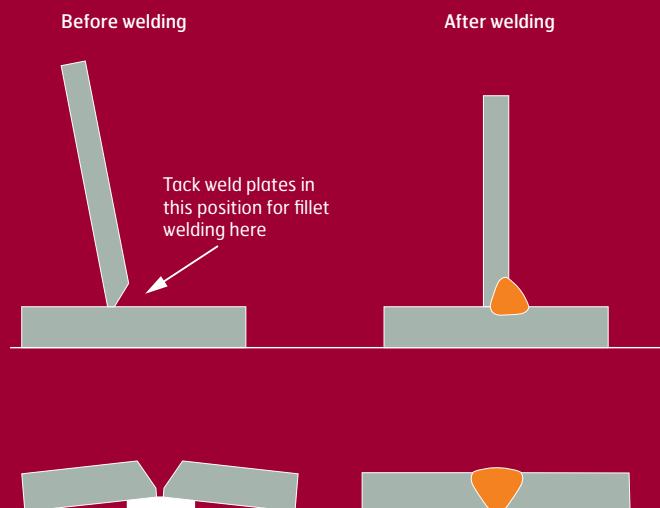


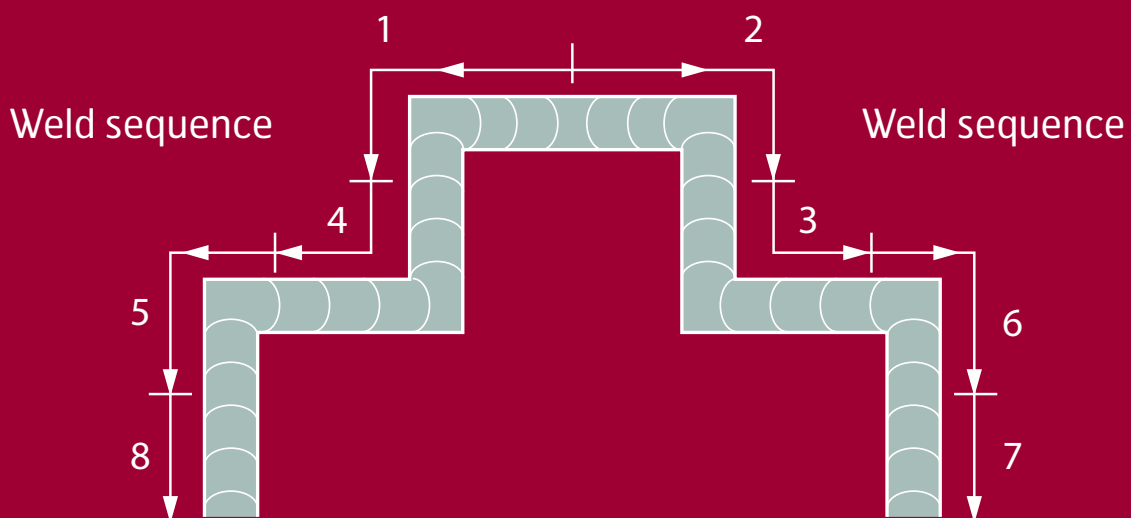
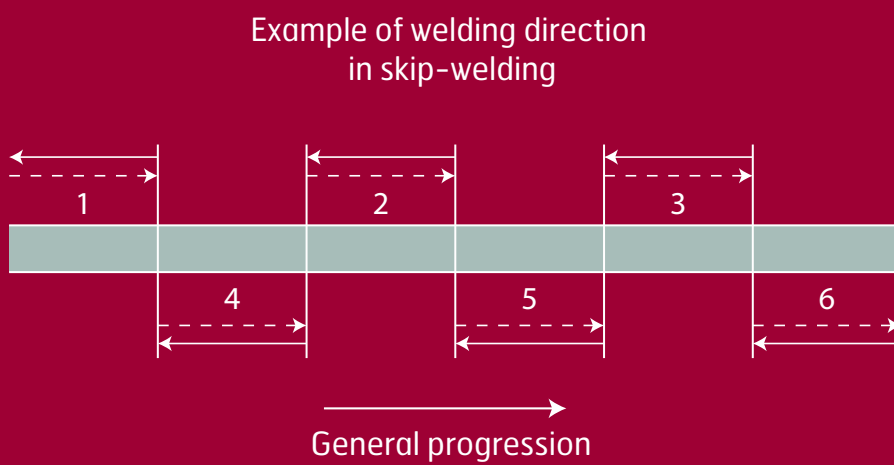
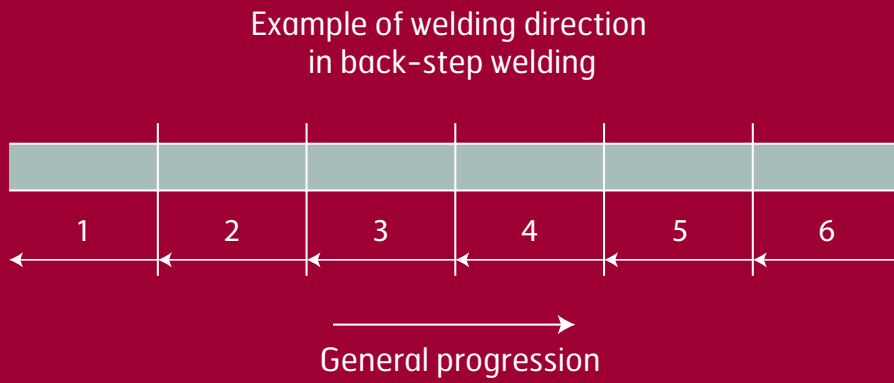
Bild 10



Bild 11: Förinställning av kälsvetsförband och stumförband i V-fog.







# SVALNINGSTID $t_{8/5}$

Svalningstiden ( $t_{8/5}$ ) är den tid det tar för svetssträngen att svalna från 800 till 500 °C (1472 till 932 °F), och den ger en god uppfattning om svetsningens värmeeffekt.

Rekommenderade svalningstider anges ofta för konstruktionsstål för att optimera svetsprocessen för ett visst krav, till exempel minsta slagseghet.

Rekommenderade minsta svalningstider för olika Hardox®-sorter är tillgängliga i SSABs WeldCalc-app.



## WeldCalc™ ger dig enkel tillgång till optimerade svetsrekommendationer

SSABs WeldCalc-app ger dig rätt inställningar för svetsmaskinen, inklusive rekommenderad sträckenergi, förvärmningstemperatur, strömstyrka, spänning och framföringshastighet. Ladda ned WeldCalc-appen eller datorversionen på [ssab.com/support/calculators-and-tools](http://ssab.com/support/calculators-and-tools) eller skanna QR-koderna nedan för iOS- och Android-apparna:



App store

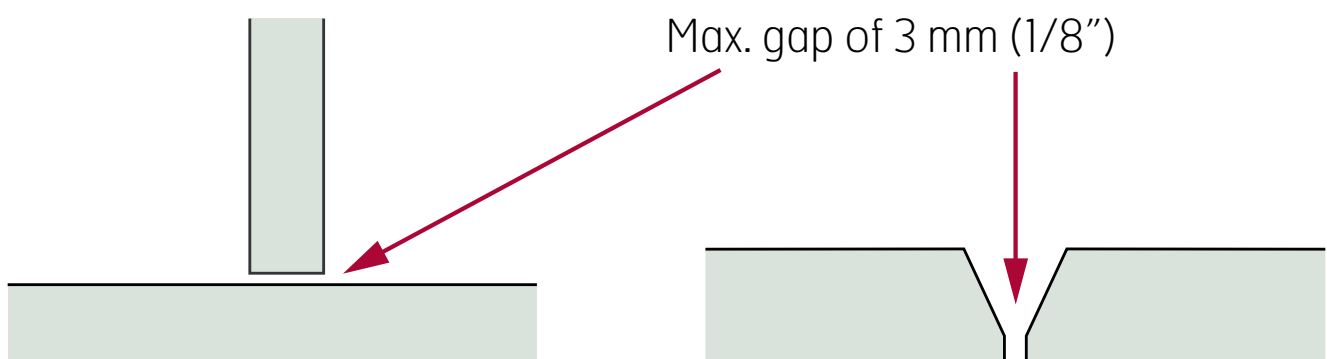
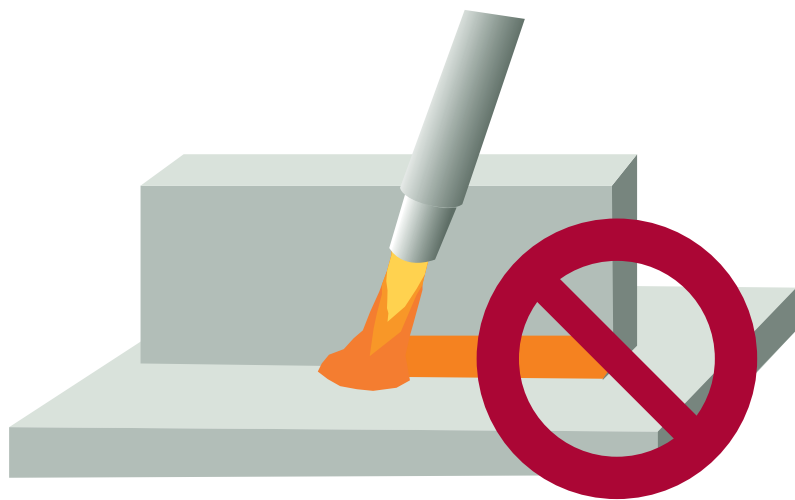


Google play

# SVETSFÖLJD OCH STORLEK PÅ ROTSPALT

Innan häftsvetsning är det viktigt att rotspalten mellan ingående plåtar inte överstiger 3 mm (1/8"); se bild 14. Försök få en så enhetlig spaltstorlek som möjligt längs fogen. Undvik också svetsstart och svetslut i hårt belastade områden. Om möjligt ska start och stopp ske minst 50–100 mm (2"–4") från ett hörn; se bild 14. Vid svetsning till kanten av plåten kan det vara praktiskt med en avslutningsplåt.

Bild 14: Undvik start och slut i hårt belastade områden som hörn. Spaltstorleken bör inte överstiga 3 mm (1/8").





# TILLSATSMATERIAL

## Hållfastheten hos olegerade och låglegerade tillsatsmaterial

För Hardox® rekommenderas i allmänhet olegerade och låglegerade tillsatsmaterial med maximal sträckgräns på 500 MPa (72 ksi). Tillsatsmaterial med högre hållfasthet (Re max. 900 MPa/130 ksi) kan användas för Hardox® 400 och 450 i tjockleksintervallet 0,7–6,0 mm (0,028"–0,236").

Låglegerade tillsatsmaterial resulterar i högre hårdhet i svetsgodset, vilket kan öka svetsgodsets slitagemotstånd. Om slitenskaperna i svetsgodset är viktiga kan fogens råge täckas med tillsatsmaterial som används för hårdpåsvetsning; se Hårdpåsvetsning på sidan 13.

Rekommenderade tillsatsmaterial för Hardox®-stål och deras benämningar enligt AWS- och EN-klassificeringarna finns också i tabell 5.

## Krav på vätehalt i olegerade och låglegerade tillsatsmaterial

Vätehalten får vara högst 5 ml väte per 100 g svetsgods vid svetsning med olegerade eller låglegerade tillsatsämnen.

Trådelektroder som används vid MAG/GMA- och TIG/GTA-svetsning kan producera denna låga vätehalt i svetsmetall. Uppgifter om vätehalt för andra typer av tillsatsmaterial bör inhämtas från respektive tillverkare. SSAB tillhandahåller exempel på lämpliga tillsatsmaterial i TechSupport nr 60, som finns på vår hemsida: [ssab.com](http://ssab.com).

Om tillsatsmaterialen förvaras enligt tillverkarens rekommendationer bibehålls vätehalten så att kravet nedan uppfylls. Detta gäller alla slags belagda tillsatsmaterial och pulver.

Tabell 5: Rekommenderade tillsatsmaterial för stålsorter i sortimentet av Hardox® slitplåt

| SVETSMETOD                              | AWS-KLASSIFICERING | EN-KLASSIFICERING        |
|-----------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| MAG/GMAW, trådelektrod                  | AWS A5.28 ER70X-X  | EN ISO 14341-A- G 42x    |
|                                         | AWS A5.28 ER80X-X  | EN ISO 14341-A- G 46x    |
| MAG/MCAW, metallpulverfylld rörelektrod | AWS A5.28 E7XC-X   | EN ISO 17632-A- T 42xH5  |
|                                         | AWS A5.28 E8XC-X   | EN ISO 17632-A- T 46xH5  |
| MAG/FCAW, slaggande rörelektrod         | AWS A5.29 E7XT-X   | EN ISO 17632 -A- T 42xH5 |
|                                         | AWS A5.29 E8XT-X   | EN ISO 17632 -A- T 46xH5 |
| MMA (SMAW, elektrod)                    | 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      |

**Anmärkning:** X står för ett eller flera tecken.



# TILLSATSMATERIAL AV ROSTFRITT STÅL

Tillsatsmaterial av austenitiska rostfria stål kan användas för svetsning av alla Hardox®-produkter, se tabell 6. De möjliggör svetsning vid rumstemperatur, 5–20 °C (41–68 °F), utan förvärmning, utom av Hardox® 600 och Hardox® Extreme.

SSAB rekommenderar i första hand användning av tillsatsmaterial som följer AWS 307 och i andra hand de som följer AWS 309. Dessa typer av tillsatsmaterial har en sträckgräns på upp till cirka 500 MPa (72 ksi) i helsvetsgods.

AWS 307-typen har bättre motstånd mot värmesprickning än AWS 309. Det bör noteras att tillverkarna sällan specificerar vätehalten i tillsatsmaterial av rostfritt stål, eftersom väte inte påverkar prestandan lika mycket som i olegerade och låglegerade tillsatsmaterial. SSAB ställer inte upp några restriktioner för högsta vätehalt för dessa typer av tillsatsmaterial. Exempel på lämpliga rostfria tillsatsmaterial anges i TechSupport nr 60, som finns på ssab.com.

Tabell 6: Rekommenderade rostfria tillsatsmaterial för Hardox® slitplåt

| SVETSMETOD                              | AWS-KLASSIFICERING | EN-KLASSIFICERING                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MAG/GMAW, trådelektrod                  | AWS 5.9 ER307      | <b>Rekommenderad:</b><br>EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/<br>EN ISO 14343-B: SS307<br><b>Lämplig:</b><br>EN ISO 14343-A: B 23 12 X/<br>EN ISO 14343-B: SS309X |
| MAG/MCAW, metallpulverfylld rörelektrod | AWS 5.9 EC307      | <b>Rekommenderad:</b><br>EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/<br>EN ISO 17633-B: TS307<br><b>Lämplig:</b><br>EN ISO 17633-A: T 23 12 X/<br>EN ISO 17633-B: TS309X |
| MAG/FCAW, slaggande rörelektrod         | AWS 5.22 E307T-X   | <b>Rekommenderad:</b><br>EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/<br>EN ISO 17633-B: TS307<br><b>Lämplig:</b><br>EN ISO 17633-A: T 23 12 X/<br>EN ISO 17633-B: TS309X |
| MMA (SMAW, elektrod)                    | AWS 5.4 E307-X     | <b>Rekommenderad:</b><br>EN ISO 3581-A: 18 18 Mn/<br>EN ISO 3581-B: 307<br><b>Lämplig:</b><br>EN ISO 3581-A: 22 12 X/<br>EN ISO 3581-B: 309X            |
| SAW                                     | AWS 5.9 ER307      | <b>Rekommenderad:</b><br>EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/<br>EN ISO 14343-B: SS307<br><b>Lämplig:</b><br>EN ISO 14343-A: S 23 12 X/<br>EN ISO 14343-B: SS309X |
| TIG/GTAW                                | AWS 5.9 ER307      | <b>Rekommenderad:</b><br>EN ISO 14343-A: W 18 8 Mn/<br>EN ISO 14343-B: SS307<br><b>Lämplig:</b><br>EN ISO 14343-A: W 23 12 X/<br>EN ISO 14343-B: SS309X |

**Anm:**X står för ett eller flera tecken.



# SKYDDSGAS

För Hardox® slitplåt används i allmänhet samma skyddsgaser som för olegerade och låglegerade stål.

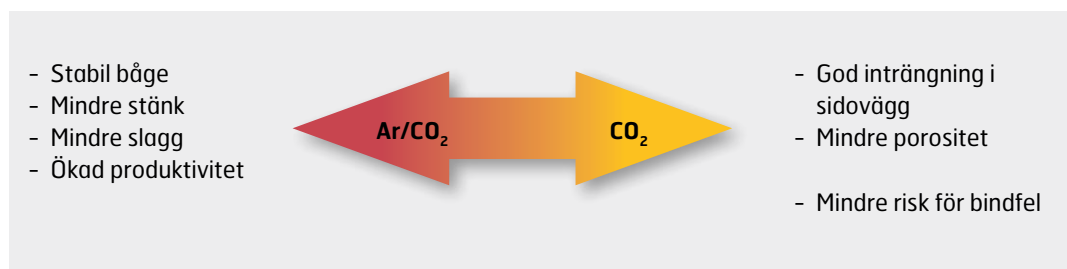
Skyddsgaser som används för MAG/GMA-svetsning av Hardox®-stål innehåller oftast en blandning av argon (Ar) och koldioxid (CO<sub>2</sub>). En liten mängd syre (O<sub>2</sub>) används ibland tillsammans med Ar och CO<sub>2</sub> för att stabilisera svetsbågen och minska stänket.

En skyddsgasblandning med cirka 18–20 % CO<sub>2</sub> i argon rekommenderas för manuell svetsning, vilket underlättar god

inträngning i materialet med en rimlig mängd svetsstänk. Vid automatisk svetsning eller robotsvetsning kan en skyddsgas som innehåller 8–10 % CO<sub>2</sub> i argon användas för att optimera svetsresultatet avseende produktivitet och stänknivå.

Effekter av olika skyddsgasblandningar visas i bild 15. Rekommendationer om skyddsgas för olika svetsmetoder finns i tabell 7. Skyddsgasblandningarna i tabell 7 är generella blandningar som kan användas för både kortbågs- och spraybågssvetsning.

Bild 15: Skyddsgasblandningar och deras påverkan på svetsoperationen



Tabell 7: Exempel på skyddsgasblandningar och rekommendationer

| SVETSMETOD                              | BÅGTYP    | LÄGE        | SKYDDSGAS                    |
|-----------------------------------------|-----------|-------------|------------------------------|
| MAG/GMAW, trådelektrod                  | Kortbåge  | Alla lägen  | 18–25 % CO <sub>2</sub> i Ar |
| MAG/MCAW, metallpulverfylld rörelektrod | Kortbåge  | Alla lägen  | 18–25 % CO <sub>2</sub> i Ar |
| MAG/GMAW, trådelektrod                  | Spraybåge | Horisontell | 15–20 % CO <sub>2</sub> i Ar |
| MAG/GMAW, FCAW                          | Spraybåge | Alla lägen  | 15–20 % CO <sub>2</sub> i Ar |
| MAG/GMAW, MCAW                          | Spraybåge | Horisontell | 15–20 % CO <sub>2</sub> i Ar |
| Robot och automat<br>MAG/GMAW           | Spraybåge | Horisontell | 8–18 % CO <sub>2</sub> i Ar  |
| TIG/GTAW                                |           | Alla lägen  | 100 % Ar                     |

**Anm:** Gasblandningar som innehåller tre komponenter, dvs. O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> i Ar används ibland för att optimera svetsegenskaperna.

I alla svetsmetoder som baseras på skyddsgas beror flödet av skyddsgas på svetssituationen. Som tumregel bör skyddsgasflödet i liter per minut ställas in på samma värde som innerdiametern i gasmunstycket mätt i millimeter.

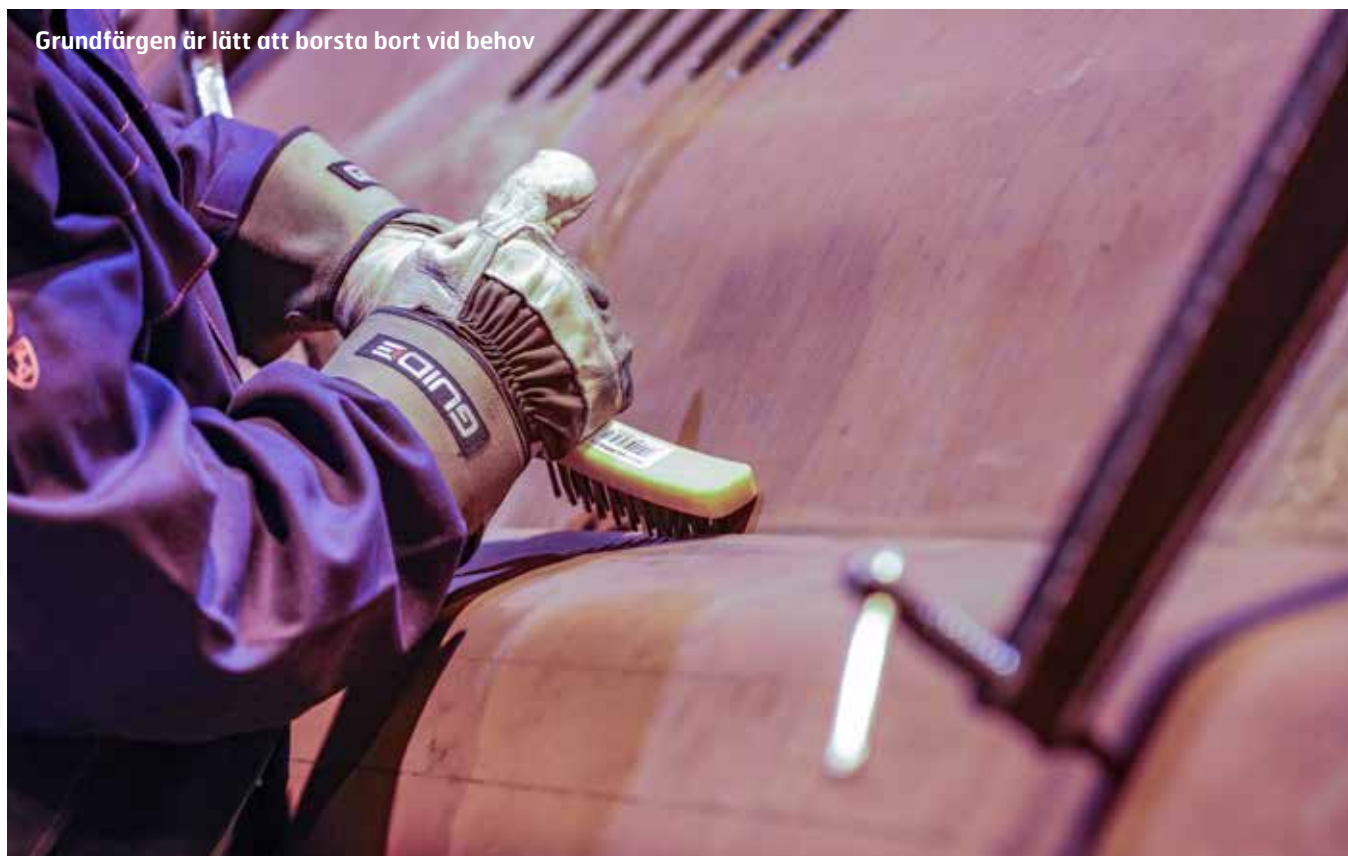
# SVETSNING PÅ GRUNDFÄRG

Det går att svetsa direkt på grundfärgen på Hardox®-slitplåt tack vare den låga zinkhalten. Grundfärgen kan lätt borstas eller slipas bort runt fogen; se bilden nedan.

Det kan löna sig att ta bort grundfärgen före svetsningen eftersom det kan minimera porositeten i svetsen och underlätta svetsning utanför normala lägen. Om det finns kvar grundfärg på svetsytan kan porositeten i underlaget och svetsen bli något högre. FCAW med baspulver ger den lägsta porositeten.

Det är viktigt att ha god ventilation i tillverkningslokalerna för att undvika skadlig inverkan av grundfärgen på svetsaren och omgivningen.

Grundfärgen är lätt att borsta bort vid behov



## VÄRMEBEHANDLING EFTER SVETSNING

Hardox® HiTuf och Hardox® HiTemp kan spänningsavlastas genom värmebehandling efter svetsning, även om det sällan är nödvändigt. Andra Hardox®-stål bör ej spänningsavlastas med hjälp av värmebehandling då det kan försämra de mekaniska egenskaperna. För mer information se Svetshandboken från SSAB. Ladda ned ett kostnadsfritt exemplar av Svetshandboken från SSAB på [ssab.com/support/steel-handbooks](https://ssab.com/support/steel-handbooks).





## DET SENASTE INOM SVETSTEKNIK

På SSABs egna svetsstationer på våra FoU-center provar vi kontinuerligt de senaste teknikerna och maskinerna för att ge dig de bästa svetsrekommendationerna.

Med smalspaltsvetsning med pulverbågsteknik (SAW) med en eller två trådar kan du svetsa tjockare dimensioner av Hardox® slitplåt. Du får högkvalitativa resultat med mindre åtgång av tråd och pulver samtidigt som du minskar maskinens drifttid, sparar energi och sänker produktionskostnaderna. Och med pulverbågsvetsning med ICE (integrated cold electrode) kan du använda högre svetshastighet, lägre sträckenergi och uppnå högre insvetstal än med konventionella metoder.

Oavsett vilken metod som passar dig hjälper vi dig att uppnå bättre svetsresultat och högre produktivitet.



SSAB är ett stålföretag baserat i Norden och USA. SSAB erbjuder mervärdesprodukter och tjänster som har utvecklats i nära samarbete med företagets kunder för att skapa en starkare, lättare och mer hållbar värld. SSAB har anställda i över 50 länder. SSAB har produktionsanläggningar i Sverige, Finland och USA. SSAB är börsnoterat på Nasdaq Stotckholm och sekundärnoterat på Nasdaq Helsingfors. [www.ssab.com](http://www.ssab.com). Följ oss på sociala medier: Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter och YouTube.



**SSAB**  
SE-613 80 Oxelösund  
Sverige

T +46 155 25 40 00  
F +46 155 25 40 73  
[contact@ssab.com](mailto:contact@ssab.com)

[www.hardox.com](http://www.hardox.com)

Hardox® är ett varumärke som tillhör SSAB-gruppen. Den här broschyren ger endast allmän information. SSAB AB tar inget ansvar för någon applikations lämplighet eller användbarhet. Det är användarens eget ansvar att på egen hand bestämma lämpligheten för alla produkter och/eller applikationer och att själv testa och bekräfta deras lämplighet. Informationen som här ges av SSAB AB tillhandahålls med eventuella felaktigheter och all risk som informationen kan medföra ligger hos användaren. Copyright © 2021 SSAB AB. Alla rättigheter förbehållna.

**SSAB**