

SSAB OX

TechSupport

Information from
SSAB Oxelösund.

#60

Tillsatsmaterial vid svetsning av WELDOX och HARDOX stål

I denna Techsupport ger SSAB Oxelösund förslag på lämpliga tillsatsmaterial vid svetsning av WELDOX konstruktionsstål och HARDOX slitplåt. Observera att de listade tillsatsmaterialen är exempel. Utöver dessa finns ett stort antal lämpliga produkter som också uppfyller rekommendationerna från SSAB Oxelösund. Tillsatsmaterialen är indelade i två huvudgrupper, dels olegerade och låglegerade sorter vilka är vanligast förekommande samt rostfria typer av tillsatsmaterial.

Olegerade och låglegerade tillsatsmaterial

Generellt

För olegerade och låglegerade tillsatsmaterial gäller att de skall uppfylla angivna hållfasthetskriterier samt att vätehalten skall hållas på en lämpligt låg nivå, vilken bör vara $\leq 5\text{ml}/100\text{ g}$ svetsgods.

Hållfasthet

Lämpliga hållfasthetsnivåer för tillsatsmaterialen vid svetsning av WELDOX och HARDOX stål redovisas i diagram på nästa sida.

Vätehalt

Vätehalten i tillsatsmaterial beror bl a av aktuell svetsmetod. Tillsatsmaterial för svetsprocesserna MAG med solidtråd samt TIG kan uppfylla vätehaltskriterierna för samtliga typer av tillsatsmaterial. För svetsprocessen MAG med fluxfylld rörtråd finns det såväl basiska som rutila typer av tillsatsmaterial som klarar rekommendationerna för vätehalt. Metallpulverfyllda tillsatsmaterial som används vid MAG svetsning kan innehålla lämpliga vätehalter för vissa sorter. Bland tillsatsmaterialen för pulverbågsvetsning kan kombinationen solidtråd/basiskt pulver få tillräckligt låga vätehalter i svetsgods. Tillverkarna av tillsatsmaterial kan upplysa om vätehalten för specifika tillsatsmaterial. Dessutom har SSAB Oxelösund specificerade förslag på

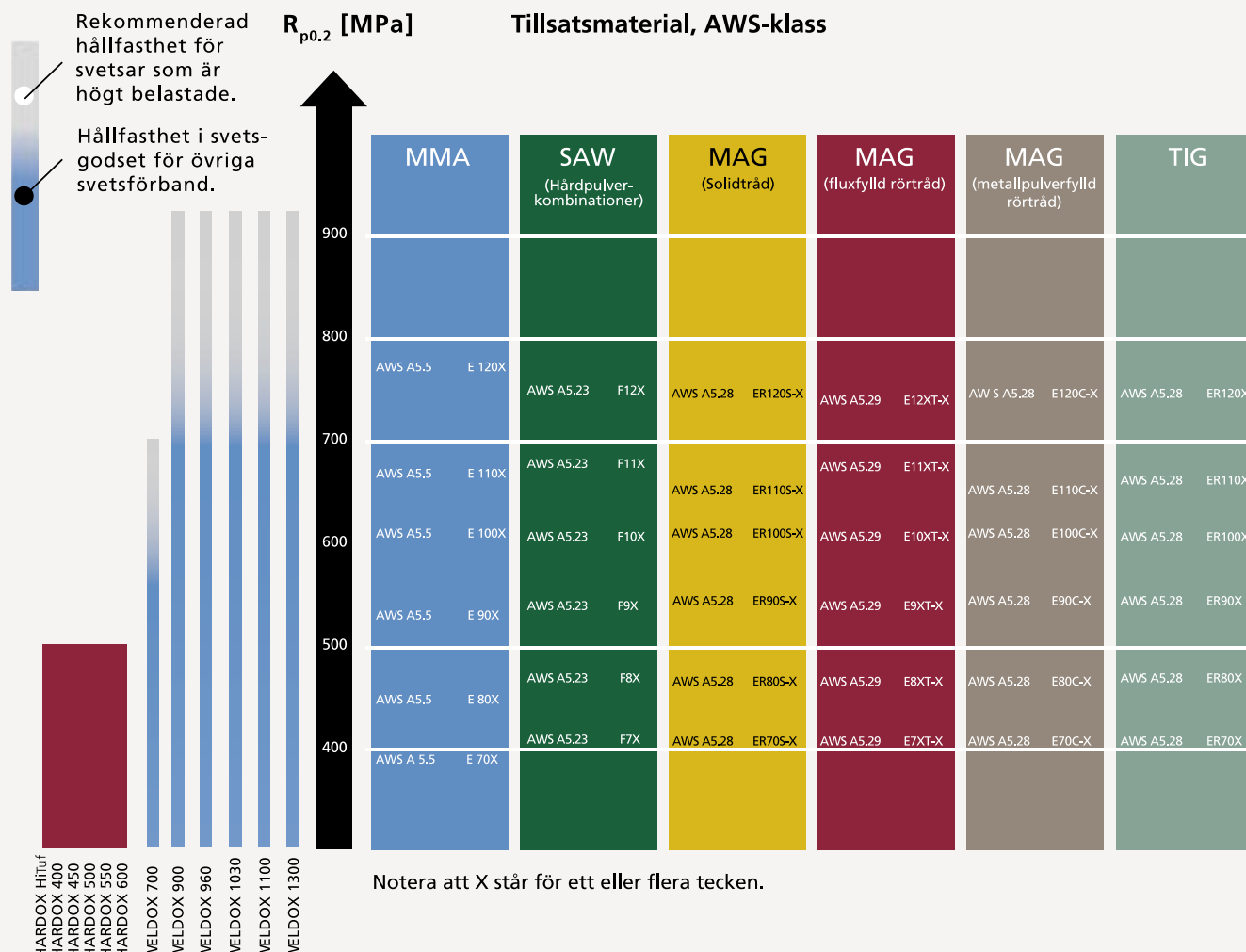
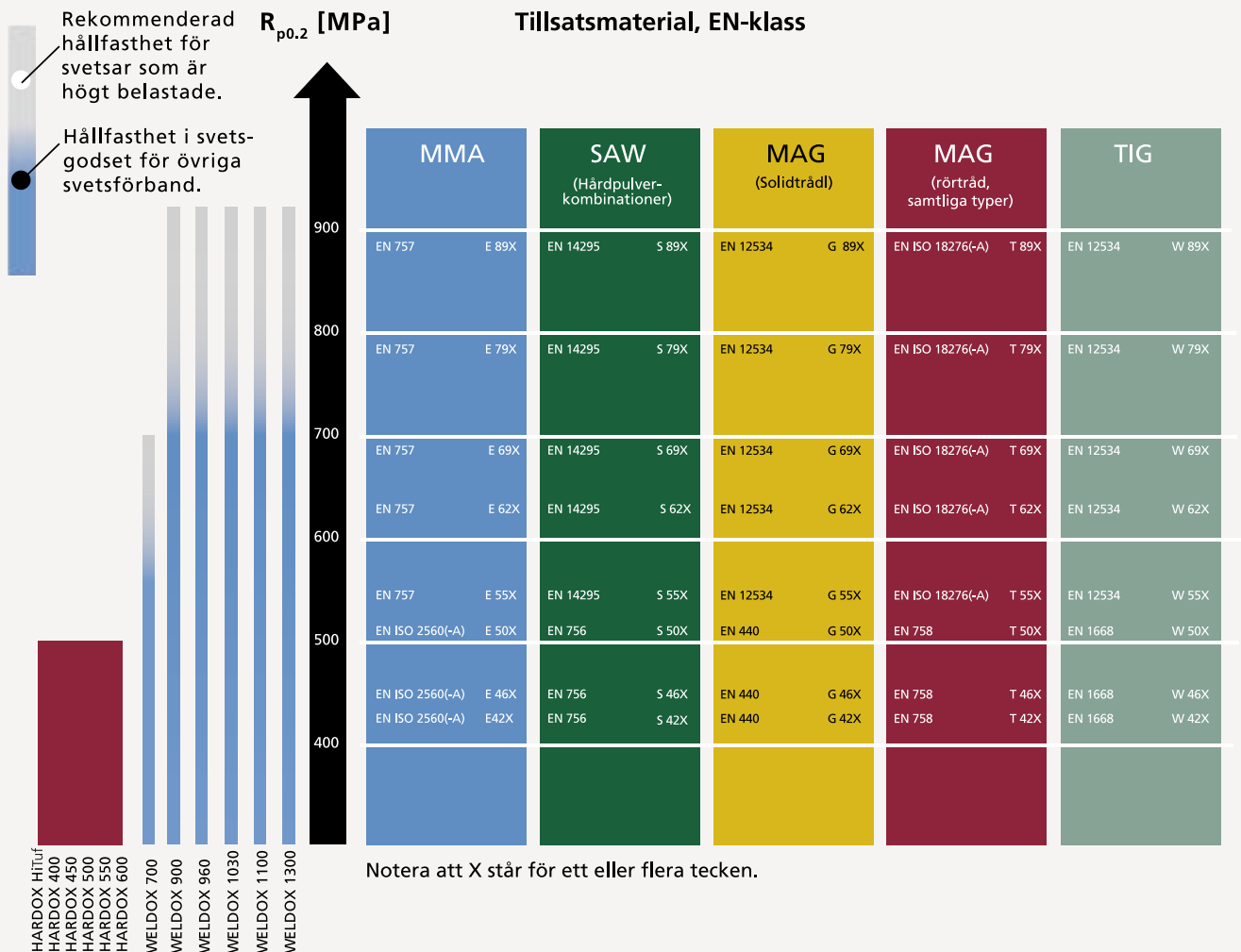


lämpliga tillsatsmaterial. Föreslagna tillsatsmaterial är sorterade efter respektive svetsmetod och hållfasthetsklass i detta TechSupport.

Arbetstemperatur

Tillsatsmaterial med sträckgränser ($R_{p0,2}$) upp till 700 MPa har normalt kolekvivalenter som är lägre än för ingående stål i svetsförbandet. I dessa fall gäller att arbetstemperaturen vid svetsning bestäms av ingående stål i svetsförbandet.

För höghållfasta tillsatsmaterial med sträckgränser över 700 MPa är kolekvivalenten i de allra flesta fall högre för tillsatsmaterialet än för ingående stål i svetsfogen. Följden blir att tillsatsmaterialets arbetstemperatur även behöver beaktas i dessa situationer. Använd den högsta arbetstemperaturen antingen för ingående plåtar i svetsfogen eller för tillsatsmaterialet i fråga. Tillsatsmaterial med sträckgränser över 700 MPa har speciella krav av bl a arbetstemperatur vid svetsning varför dessa behandlas mer utförligt under separat rubrik.



Höghållfasta låglegerade tillsatsmaterial med sträckgräser ($R_{p0,2}$) över 700 MPa

Ståltyperna WELDOX 900-1300 svetsas frekvent med tillsatsmaterial vilka har sträckgränser av ca 750 - 900 MPa i egensvetsgods. Aktuella tillsatsmaterial har de högsta hållfastheterna som finns på marknaden.

Tillverkare av tillsatsmaterial anger normalt ej förhöjda arbetstemperaturer för dessa typer av tillsatsmaterial. Aktuell temperatur kan bestämmas enligt t ex Europannorm EN 1011-2, metod B. Dessutom har SSAB Oxelösund gjort egna generella uppskattningar av lägsta lämpliga arbetstemperaturer enligt nedanstående tabell. Detta är möjligt då legeringskoncepten är likartade för aktuella tillsatsmaterial.

Tillsatsmaterialen är känsliga för höga mellansträngstemperaturer. Samtliga rekommenderade tillsatsmaterial erhåller hög hållfasthet genom höghållfasta mikrostrukturer, som martensit, i svetsgodset. Det höga legeringsinnehållet innebär att martensitomvandlingen sker vid låga temperaturer. Därför är SSAB Oxelösunds bedömning att mellansträngstemperaturen sätts till högst 175°C.

Enkel plåttjocklek, svetsförband (mm)	Lägsta Arbetstemperatur (°C)
< 10	100
10 - 20	125
> 20	150

Lägsta rekommenderade arbetstemperaturer.

De höghållfasta tillsatsmaterialen är känsliga för höga sträckenergier. En för hög sträckenergi kommer att försämra svetsförbandets mekaniska egenskaper. Tillåten sträckenergi följer dock våra normala rekommendationer för aktuell ståltyp. I övrigt gäller ordinarie svetsförhållanden för WELDOX stål.

Exempel på lämpliga låglegerade tillsatsmaterial

Exempel på lämpliga låglegerade tillsatsmaterial

Förslag på olika lämpliga tillsatsmaterial finns redovisade i följande tabeller. Observera att tillsatsmaterialen är placerade enligt den sträckgräns ($R_{p0,2}$) som de har klassats in för. I verkligheten har ett givet tillsatsmaterial normalt en högre sträckgräns. Mekaniska egenskaper för ett givet tillsatsmaterial kan erhållas från dess tillverkare.

MAG, solidtråd

Min sträckgräns (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS klass	ER 70S-X*	ER 80S-X*	ER 90S-X*	ER 100S-X*	ER 110S-X*	ER 120S-X*
ELGA	Elgamatic 100 Elgamatic 103	Elgamatic 162	Elgamatic 163	Elgamatic 135 Elgamatic 147		Elgamatic 138
ESAB	OK Autrod 12.51 OK Autrod 12.64	OK Autrod 13.09		OK Autrod 13.13	OK Autrod 13.29	OK Autrod 13.31
LINCOLN	SUPRA MIG SUPRA MIG ULTRA LNM 27	LNT/LNM Ni1 LNT/LNM Ni2,5		LNM Moniva LA-100	LA 100	
OERLIKON	Carbofil 1 Carbofil 1a	Carbofil 2,5 Ni	Carbofil NiMo1	Carbofil NiMoCr		
SAF	NERTALIC 70S NERTALIC 70A	NERTALIC 86		NERTALIC 86		
BÖHLER	EMK 7 EMK 8	NiCu-1G	NiMo 1-IG		NiCrMo 2.5-IG X 70-IG	X 90-IG
THYSSEN	Union K52 Union K56	Union K5 Ni	Union MoNi	Union NiMoCr	Union X 85	Union X90 Union X96

* Observera att X står för ett eller flera kodecken

MAG, rörtråd

Min sträckgräns (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS-klass	E7XT-X*	E8XT-X*	E9XT-X*	E10XT-X*	E11XT-X*	E12XT-X*
ELGA	DWA 51B				Elgacore 110B	
ESAB	OK Tubrod 15.00 OK Tubrod 15.25				OK Tubrod 15.27	Filarc PZ 6149
LINCOLN	Outershiield T55-H					
OERLIKON	Fluxofil 30 Fluxofil 31	Fluxofil 40 Fluxofil 48	Fluxofil 41		Fluxofil 42	Fluxofil 45
SAF	Safdual 31 Safdual 400					
BÖHLER	Kb 52-FD					
THYSSEN	Thyssen TG50B					

* Observera att X står för ett eller flera kodtecken

MAG, metallpulverfylld rörtråd

Min sträckgräns (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS-klass	E7XT-X*	E8XT-X*	E9XT-X*	E10XT-X*	E11XT-X*	E12XT-X*
ELGA	MXA 100 MX 100T	MXA 55T				
ESAB	Filarc PZ 6102 Filarc PZ 6105R				OK Tubrod 14.03	
LINCOLN	Outershiield MC710-H Outershiield MC715-H				Outershiield MC1100	
OERLIKON	Fluxofil M8 Fluxofil M10				Fluxofil M42	
SAF	Safdual 200 Safdual 206	Safdual 202	Safdual 255		Safdual 270	
BÖHLER	HL 50-FD HL 52-FD					
THYSSEN	Thyssen TG55Fe Thyssen MV70					

* Observera att X står för ett eller flera kodtecken

MMA

Min sträckgräns (MPa)	399	399	460	530	600	670	740
AWS klass	E 7016 E 7018	E 7028	E 8016 E 8018	E 9018	E 10018	E 11018	E 12018
ELGA	P48S P51 P62MR	Maxeta 21	P48K P65MR	P70		P110MR Maxeta 110	
ESAB	OK 48.00 OK 48.08 OK 53.68	OK Femax 38.65	OK 73.68 OK 73.15	OK 74.78 FILARC 98S		OK 75.75	OK 75.78
LINCOLN	Baso 100 Conarc 48 Conarc 49 Kryo 1	Conarc V180 Conarc V250 Conarc L150	Kryo 1-180 Kryo 1N Kryo 3	Kryo 2 Conarc 60G Conarc 70G		Conarc 80	Conarc 85 Conarc 85-150
OERLIKON	Tenacito Tenacito 38 R	Febacito 160S Ferrocord B250	Tenacito 70 Tenacito 70B	Tenacito 65 Tenacito 65R	Tenacito 75	Tenacito 80	Tenacito 100
SAF	Safer MF48 Safer NF59A Safer Prestige	Safer NF52 Safer NF53	Safer NF59 Safer MD56	Safer ND65	Safer MD70	Safer ND80	Safer ND100
BÖHLER	FOX EV 47 FOX EV 50-W		FOX EV 60 FOX EV 63 FOX EV 65	FOX EV 70 FOX U 80 N	FOX EV 75	FOX EV 85	
THYSSEN	SH Grün K50W SH Grün K52W Phoenix 120K		SH V 370 SH V 1 SH Ni 2 K70	SH Schwarz 3 K Ni	SH Ni2 K90 ThyssenNiMo100	SH Ni2 K100	SH Ni2 K130

* Tillsatsmaterial av högutbytestyp

SAW, tråd/pulver- kombinationer

Min sträckgräns (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS klass	ER 70S-X*	ER 80S-X*	ER 90S-X*	ER 100S-X*	ER 110S-X*	ER 120S-X*
ELGA	Elgaflux 251B/ Elgasaw 102					
ESAB	OK Flux 10.71/ OK Autrod 12.20 OK Autrod 12.22	OK Flux 10.62/ OK Autrod 12.24			OK Flux 10.62/ OK Autrod 13.43	
LINCOLN	P 230/L-61 P 230/LNS 133 U Lincolnweld 860/L61	P 230/LNS140A Lincolnweld 8500/ L-70	P240/LNS151	P230/LNS 168		
OERLIKON	OP121TT/ OE-SD3	OP121TT/ OE-S2Mo	OP121TT/ OE-S3NiMo1		UV421TT/ Union S3NiMoCr	
SAF	AS589/AS37**		AS589/AS 40A**			
BÖHLER	BB24/ EMS2		BB24/ 3NiMo 1-UP	BB24/ 3 NiCrMo 2.5-UP		
THYSSEN	UV 420TT / Union S2	UV421TT/ Union S2NiMo	UV421TT/ Union S3NiMo			

* Observera att X står för ett eller flera kodtecken

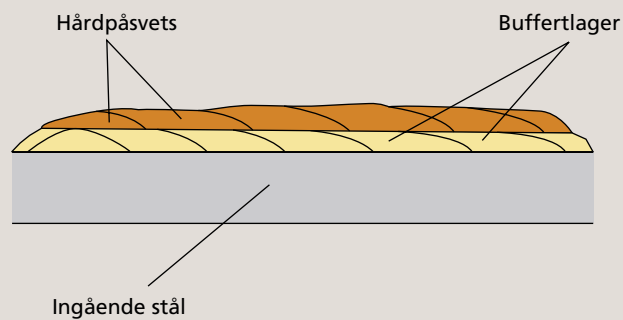
** Ingen uppgift om inklassning av flux/tråd kombination enligt aktuell AWS standard

Rostfria tillsatsmaterial

HARDOX och WELDOX stål kan alltid svetsas med rostfria austenitiska tillsatsmaterial av typen AWS 307. Tillsatsmaterialets typiska huvudsakliga kemiska sammansättning för denna sort är 18% Cr, 8% Ni, 6% Mn. Vid svetsning uppnås i detta fall en hög resistens mot såväl vätesprickor som varmsprickor i svetsförbandet. Svetsgodset kommer att innehålla en austenitisk struktur vilket bidrar till en hög seghet i svetsgodset. Sträckgränsen ($R_{p0,2}$) för denna typ av tillsatsmaterial är ca 450-500 MPa.

Andra viktiga fördelar vid svetsning av denna typ av tillsatsmaterial är:

- Förhöjd arbetstemperatur, d v s temperatur över +20°C, kan alltid undvikas för samtliga HARDOX och WELDOX stål med undantag för HARDOX 600. Ytterligare information finns i svetsbroschyren från SSAB Oxelösund.
- Tillsatsmaterialet är lämpligt att använda vid svetsning av HARDOX och WELDOX mot andra typer av stål som t ex:
 - Rostfria stål
 - Manganstål (Hadfieldstål).
 - Svårsvetsade stål som fjäderstål.
- Tillsatsmaterialet är lämpligt som buffertlager vid hårdpåsvetsning.



Ett alternativt val till AWS 307 är rostfria austenitiskt tillsatsmaterial av typen AWS 309. Risken för varmsprickor är dock något högre för AWS 309 i jämförelse med AWS 307. I tabell på nästa sida är tillsatsmaterial av typen AWS 307 listade.

Exempel på lämpliga rostfria tillsatsmaterial

Svetsmetod	MMA	MAG, solidtråd	MAG, fluxfylld rörtråd	MAG, metallpulverfylld rörtråd
AWS-klass	A5.4: E307-X*	A5.9: ER307		A5.22: E307T-X*
ELGA	Cromarod 307B	Cromamig 307Si		
ESAB	OK 67.45 OK 67.52	OK Autrod 16.95	OK Tubrod 15.34	OK Tubrod 14.71
LINCOLN	Jungo 307 Arosta 307	LNM 307		
AVESTA WELDING	307	307-Si		
SAF	Safinox R 307	Nertalic 51	Safdual 651	
OERLIKON	Citochromax N Citochromax R Citochromax RS	Inertfil 18 8 6	Fluxinox 307 Fluxinox 307-PF	Fluxinox M 307
SANDVIK	18.8.MnR	Sandvik 18.8.Mn Sandvik 18.8.CMn		
BÖHLER	FOX A 7	A 7-IG	A 7-FD	
THYSSEN	Thermanit X Thermanit XW	Thermanit X		

* Observera att X står för ett eller flera kodtecken



SSAB Oxelösund
613 80 Oxelösund

Tel 0155-25 40 00
Fax 0155-25 40 73
www.ssabox.com

Den engelska UK-versionen av detta dokument gäller vid eventuella avvikelser.
Senaste versionen av detta dokument kan laddas ner från www.ssabox.com/publications

Innehållet i denna broschyr utgör generella förslag. SSAB Oxelösund AB påtar sig inget ansvar för tillämpligheten i det enskilda fallet. Erforderlig anpassning till förutsättningarna i varje enskilt fall måste därför göras på användarens ansvar.