

Handbok för reparations- och underhållssvetsning



Esabs tillsatsmaterial för reparations- och underhållssvetsning

Applikationsexempel och rekommenderade val



	Sida
Förord	3
Förkortningar	4
Bågmejsling – Skärning – Håltagning	5
Förvärmnings- och mellansträngstemperaturer	6
Bemästra uppblandningen av svetsgodset	8
Användning av buffertlager och påsvetsningslager	10
Svetsning av:	
• gjutjärn	14
• ”svårsvetsade stål”	18
• olika metaller	22
• manganstål	26
• verktygsstål och stål för höga temperaturer	30
Hårdsvetsning	34
• Förslitningstyper	34
• Grundmaterial	37
• Svetsmetoder	38
• Olika typer av hårdsvetsgods	39
• Klassificering av tillsatsmaterial för hårdsvetsning enl. DIN 8555	40
• ESABs hårdsvetsprodukter	41
• Snabb-guide vid val av tillsatsmaterial	42
Illustrerade tillämpningar	45
Tillsatsmaterial – produktdata tabeller	89
• gjutjärn	Tabell 1 90
• buffertlager och uppbyggnadslager	Tabell 2 91
• ”svårsvetsade stål” och olika metaller	Tabell 2 91
• artskilda stål	Tabell 2 91
• manganstål	Tabell 3 93
• verktygsstål och stål för höga temperaturer	Tabell 4 95
• hårdsvetsning och uppbyggnad	Tabell 5 98
• icke-järnmetaller	Tabell 6 105
Rekommenderade förvärmningstemperaturer	Tabell 7 108
Jämförande hårdhetsskalor	Tabell 8 109
Guide för identifiering av olika material	Tabell 9 110
Applikationer – register i alfabetisk ordning	112
Produktregister	115

Varje dag, världen över möter svetsare initialerna OK på de elektroder, som de använder. OK står för Oscar Kjellberg, grundaren av ESAB AB. Oscar Kjellberg utvecklade först en ny svetsteknik och följde upp den med den belagda elektroden. Dessa uppfinningar är ursprunget till ESAB.

Oscar Kjellberg utbildade sig till ingenjör och arbetade under åtskilliga år på ett par svenska ångfartyg. Det var under denna period i slutet av 1890-talet, som han kom i kontakt med det problem, för vilket det vid den tiden inte fanns någon effektiv lösning. De nitade skarvarna på ångpannor läckte ofta. Försök gjordes att reparera de läckande skarvarna med hjälp av spikar, som smiddes till tunna kilar, vilka drevs in i skarvarna. Enkel elektrisk svetsning användes redan, men Oscar Kjellberg hade sett reparationer utförda med elektrisk svetsning och resultaten var dåliga, eftersom det fortfarande förekom sprickor och porer.

Han insåg emellertid att metoden kunde utvecklas och han stöddes av de ledande skeppsvarven. Oscar Kjellberg satte upp en liten experimentverkstad i hamnen i Göteborg.

På skeppsvarven i Göteborg kom metoden snabbt att tilldra sig stort intresse. Det var uppenbart att den kunde skapa oerhört stora fördelar vid svetsning och reparation av fartyg. Sedan dess har denna reparationsteknik utvecklats ytterligare och introducerats på andra områden.

Idag kan ESAB erbjuda tillsatsmaterial för reparation och underhåll för de flesta material och svetsmetoder.

I den här handboken kommer du att finna ESABs reparations- och underhållsprodukter och ett antal tillämpningar, där dessa produkter används. De produkter, som visas för varje enskild applikation är generella rekommendationer och bör endast användas som en vägvisning.

För ytterligare produktinformation hänvisas till ESABs Svetshandbok eller till ESABs lokala återförsäljare.

R_m	= brottpåkänning
$R_{p0.2}$	= sträckgräns
A	= förlängning efter brott
HRC	= hårdhet HRC
HB	= hårdhet Brinell
HV	= hårdhet Vickers
a w	= i svetsat tillstånd
w h	= härdad genom kallbearbetning
SMAW	= manuell bågsvetsning
FCAW	= bågsvetsning med rörtråd
GMAW	= gas-metallbågsvetsning med homogen tråd
SAW	= pulverbågsvetsning
DC +	= likström – positiv elektrod
DC –	= likström – negativ elektrod
AC	= växelström
OCV	= tomgångsspänning

Kemiska beteckningar

Al	Aluminium
B	Bor
C	Kol
Cr	Krom
Co	Kobolt
Cu	Koppar
Mn	Mangan
Mo	Molybden
Nb	Niob
Ni	Nickel
P	Fosfor
S	Svavel
Si	Kisel
Sn	Tenn
Ti	Titan
W	Wolfram
V	Vanadin

Bågmejsling – Skärning – Håltagning



Allmänt

OK 21.03 är en specialelektrod för bågmejsling, skärning och håltagning i kolstål, rostfritt stål, manganstål, gjutjärn och övriga metaller med undantag för ren koppar.

Elektrodhöljet utvecklar ett starkt gastryck, som blåser bort det smälta materialet framför ljusbågen.

Ingen tryckluft, gas eller speciell elektrodhållare erfordras. Standard svetsutrustning används. Fogytorna blir mycket jämna och därför kan svetsning utföras utan ytterligare fogberedning. Fogberedningen i rostfritt stål och manganstål kan emellertid erfordra någon slipning.

OBS! Elektroden är inte gjord för att producera svetsgods. Elektroden förekommer i dimensionerna $\varnothing$ 3,25, 4,0 och 5,0 mm.

Tillämpningar

OK 21.03 är lämplig för bågmejsling på plats och när utrustning för kolbågmejsling är opraktisk.

OK 21.03 är utmärkt för fogberedning vid reparation av gjutjärn, eftersom den torkar ur och bränner bort föroreningar/grafit på ytan och således minskar risken för sprickor och porer vid svetsningen.

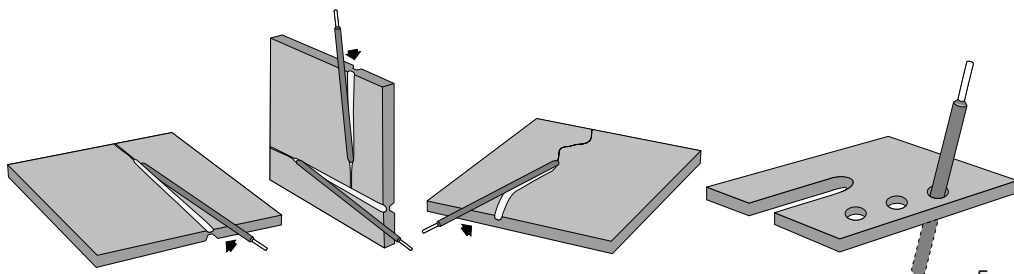
Bågmejsling av manganstål är ytterligare en lämplig applikation.

Procedur

Vid bågmejsling ansluts elektroden vanligen till likström minuspol eller växelström. För skärning och håltagning rekommenderas likström pluspol.

Bågen tänds genom att elektroden hålls vinkelrätt mot arbetsstycket, varefter elektroden skall lutas 5° – 10° i förhållande till arbetsstycket och skjutas framåt. Håll elektroden i kontakt med arbetsstycket och för den såsom en handsåg. Om ett djupt spår önskas, upprepa proceduren, tills det önskade djupet uppnås.

Håltagning är mycket enkelt. Håll elektroden vertikalt, tänd bågen och för ner elektroden, tills den skär igenom materialet. Hålet kan förstöras genom att elektroden förs upp och ner som en såg.



Förvärmnings- och mellansträngstemperaturer



För att få ett svetsgods, som är sprickfritt, är förvärmningstemperaturen såväl som mellansträngstemperaturen av största vikt.

Förvärmning reducerar:

- risken för vätesprickor
- krympspänningar
- hårdheten i den värmepåverkade zonen

Behovet av förvärmning ökar p.g.a. följande faktorer:

- kolhalten i grundmaterialet
- halten legeringsämnen i grundmaterialet
- storleken på arbetsstycket
- begynnelsestemperaturen
- svetshastigheten
- elektroddiameter

Hur bestäms förvärmningstemperaturen?

Sammansättningen av grundmaterialet måste vara känd för att rätt förvärmningstemperatur skall kunna väljas, eftersom förvärmningstemperaturen styrs av två viktiga faktorer,

- kolhalten i grundmaterialet
- halten legeringsämnen i grundmaterialet

I princip gäller att ju högre kolhalten i grundmaterialet är desto högre skall förvärmningstemperaturen vara. Denna regel gäller också om halten legeringsämnen men i något mindre grad.

Ett sätt att bestämma förvärmningstemperaturen är att beräkna och utgå från kolekvivalenten, C_{ekv} , som grundar sig på den kemiska sammansättningen hos grundmaterialet.

$$C_{ekv} = \%C + \%Mn/6 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5 + (\%Ni + \%Cu)/15$$

Ju högre värdet på C_{ekv} är, desto högre förvärmningstemperatur erfordras.

En annan viktig faktor vid bestämningen av förvärmningstemperaturen är godstjockleken och storleken på arbetsstycket. Förvärmningstemperaturen ökas med storleken och tjockleken hos objektet.

När den korrekta förvärmningstemperaturen har fastställts, är det väsentligt att denna temperatur uppnås och bibehålls under svetsoperationen.

Vid förvärmningen är det viktigt att arbetsstycket ges tid att bli genomvärt till den bestämda temperaturen. Allmänt gäller att förvärmda objekt skall lämnas att kylas ner långsamt.

Den följande tabellen visar de rekommenderade förvärmningstemperaturerna för ett antal olika material.

Rekommenderade förvärmningstemperaturer

Grundmaterial Tillsatsmaterial	Plåt- tjock- lek mm	Stål $C_{ekv} < 0.3$ < 180 HB °C	Låglegerat stål $C_{ekv} 0.3-0.6$ 200-300 HB °C	Verktys- stål $C_{eq} 0.6-0.8$ 300-400 HB °C	Krom- stål 5-12% Cr 300-500 HB °C	Krom- stål >12% Cr 200-300 HB °C	Rostfritt stål 18/8 Cr/Ni ~200 HB °C	Mangan- stål 14%Mn 250-500 HB °C
Låglegerat stål 200-300 HB	≤20 >20 ≤60 >60	– – 100	100 150 180	150 200 250	150 250 300	100 200 200	– – –	– – –
Verktysstål 300-450 HB	≤20 >20 ≤60 >60	– – 125	100 125 180	180 250 300	200 250 350	100 200 250	– – –	– o o
12% kromstål 300-500 HB	≤20 >20 ≤60 >60	– 100 200	150 200 250	200 275 350	200 300 375	150 200 250	– 150 200	x x x
Rostfritt stål 18/8 25/12 200 HB	≤20 >20 ≤60 >60	– – –	– 100 150	– 125 200	– 150 250	– 200 200	– – 100	– – –
Mn-stål 200 HB	≤20 >20 ≤60 >60	– – –	– – –	– •100 •100	x x x	x x x	– – –	– – –
Co-leg. stål typ 6 40 HRC	≤20 >20 ≤60 >60	100 300 400	200 400 400	250 •450 •500	200 400 •500	200 350 400	100 400 400	x x x
Karbid typ (1) 55 HRC	≤20 >20 ≤60 >60	– – o–	o– 100 200	o– 200 250	o– •200 •200	o– •200 •200	o– o– o–	o– o– o–

- (1) Max. två lager med svetsgods
 Avspänningssprickor är normalt
 – Ingen förvärmning eller förvärmning <100°C
 x Används mycket sällsynt eller inte alls

- o Förvärmning när stora ytor läggs på
 • För att undvika sprickbildning, använd buffertlager av segt rostfritt material.

Bemästra uppblandningen av svetsgodset



Det är oundvikligt, att svetsningen medför, att svetsgodset blandas upp med grundmaterialet.

Strävan är, att uppblandningen skall bli så liten som möjligt för att erhålla optimala egenskaper hos det påsvetsade hårda skiktet.

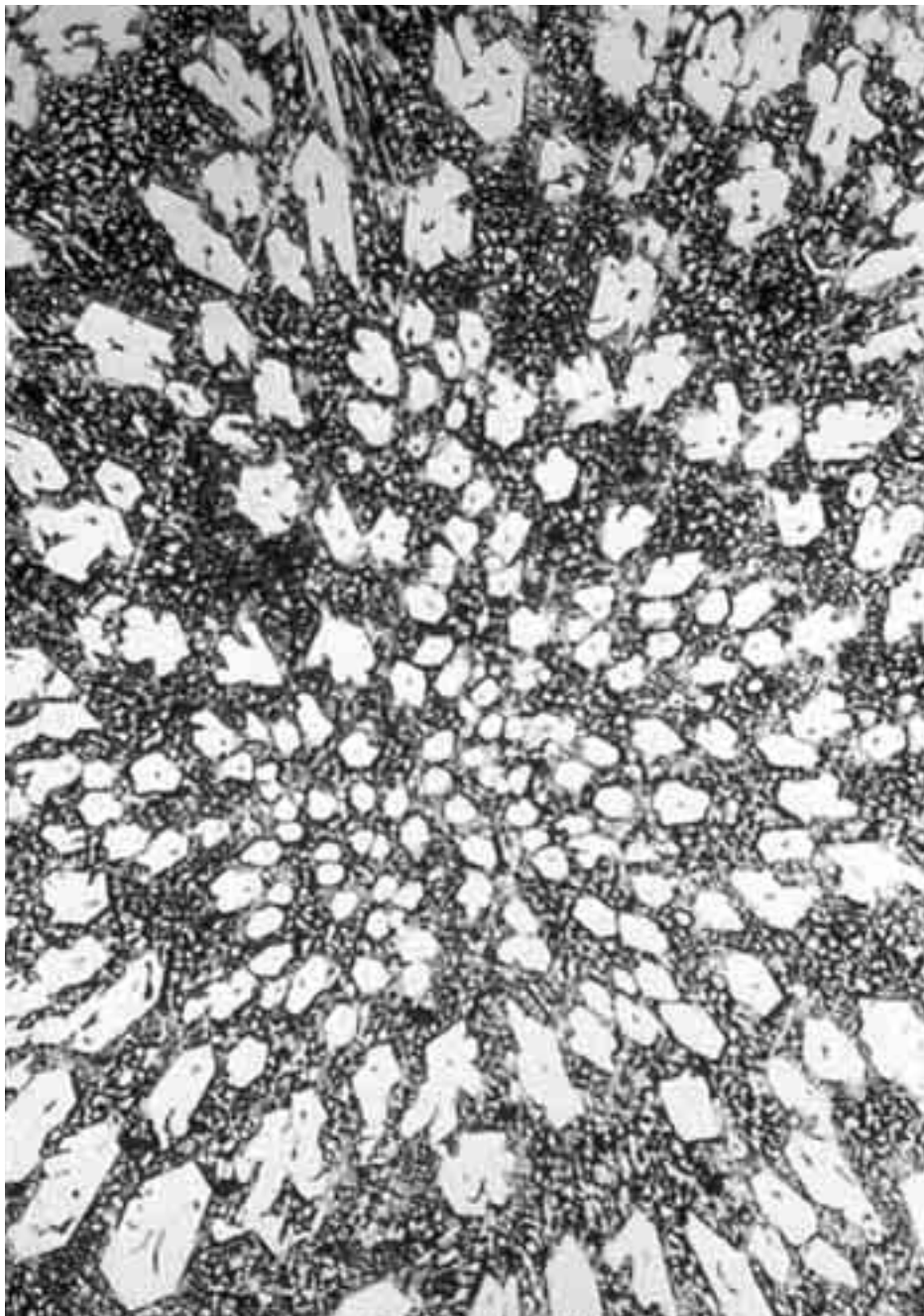
Mjukare påsvetsningsmaterial uppvisar en ökad hårdhet, när det läggs på ett högre legerat grundmaterial p.g.a. att kol och legeringsämnen vandrar över från grundmaterialet.

Grundmaterialet är emellertid mycket ofta ett olegerat eller låglegerat material och flera lager kan erfordras, innan den nödvändiga hårdheten uppnås. I allmänhet räcker det med två eller tre lager.

Eftersom graden av uppblandning är beroende icke endast av svetsprocessen utan också av svetsproceduren är det viktigt att den senare utförs på ett sådant sätt att minsta möjliga uppblandning äger rum.

Faktorer som påverkar uppblandningen

- Svets hastigheten Låg hastighet – stor uppblandning
Hög hastighet – liten uppblandning
- Elektrodens polaritet: Likström minus – liten uppblandning
Växelström – medelstor uppblandning
Likström plus – stor uppblandning
- Värmetillförsel: Låg – liten uppblandning
Hög – stor uppblandning
- Svets teknik: Svetsning i strängar – liten uppblandning
Svetsning med pendling – stor uppblandning
- Svetsläge: Stigande – stor uppblandning
Horisontellt, fallande – liten uppblandning
- Antal lager: Uppblandningen minskar med ökande antal lager
- Typ av svetsgodset: Överlegerat svetsgodset är mindre känsligt för uppblandning
- Elektrodstick: Långt utstick – mindre uppblandning



Mikrostruktur med kromkarbid hos svetsgods svetsat med OK 84.78.

Användning av buffertlager som underlag till påsvetslager



Buffertlager

Buffertlager används som ett skikt mellan grundmaterialet och det aktuella påsvetsgodset för att:

- säkra en god vidhäftning till grundmaterialet
- undvika vätesprickor i underskiktet, vilka kan uppkomma även på förvärmda arbetsstycken
- minimera påkänningseffekter
- begränsa effekten av uppblandning
- undvika spjälkning i efterföljande hårdsvetslager
- förhindra eventuella sprickor i hårdsvetsskiktet att löpa in i grundmaterialet

Austenitiska tillsatsmaterial används i stor utsträckning som sega buffertlager vid hårdsvetsning. Valet av tillsatsmaterial beror på grundmaterialet och de ytegenskaper, som eftersträvas. Se nedanstående tabell.

Tillsatsmaterial för buffertlager

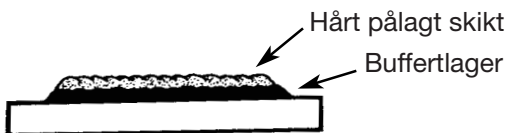
Grundmaterial	Applikation	SMAW	FCAW/GMAW
14% Mn-stål	Nedsliten yta Reparation av sprickor	OK 67.45 OK 68.82	OK Tubrodur 14.71 OK Autrod 16.75
Låglegerade stål	1 lager hårdsvets, ingen förslitning genom slag	Inget buffertlager	
	2 lager hårdsvets, förslitning genom slag	OK 67.45	OK Tubrodur 14.71
	2 lager med Co- och Ni-legeringar	OK 67.45 eller OK 68.82	OK Tubrodur 14.71 eller OK Autrod 16.75
Härdbara stål	1 lager hårdsvets, ingen förslitning genom slag	Inget buffertlager	
	2 lager hårdsvets, förslitning genom slag	OK 67.45	OK Tubrodur 14.71
	1–2 lager med Co- och Ni-legeringar	OK 67.45 eller OK 68.82	OK Tubrodur 14.71 eller OK Autrod 16.75
5–12%kromstål	Co- och Ni-legeringar för påsvetsning	OK 67.45	OK Tubrodur 14.71
2–17%kromstål	Påsvetsning med överensstämmande legeringar	Inget buffertlager Förvärmning, se tabell 7 på sidan 108.	
	1–2 lager Hårdsvets	OK 67.45 eller OK 68.82	OK Tubrodur 14.71 eller OK Autrod 16.75
Gjutjärn	Hårdsvetsning	OK 92.60	OK Tubrodur 15.66

Se tabell 2 på sidan 91 för ytterligare produktdata.

När ett hårdare material läggs på ett mjukt grundmaterial såsom stål med låg kolhalt finns en tendens att det hårda skiktet sjunker ner under högt tryck, figur A. Detta kan resultera i att det hårda skiktet lossnar. För att förhindra detta bör ett starkt och segt material läggas på detaljen före hårdsvetsningen.



Figur A



Figur B

OK 83.28 och OK Tubrodur 15.40 är lämpliga påsvets- och buffertmaterial. Beroende på grundmaterialet kan andra typer av buffertlager rekommenderas.

Vid påsvetsning med spröda legeringar, som innehåller kromkarbider och kobolt-baserade legeringar, rekommenderas det att först lägga ett eller två buffertlager med ett austenitiskt tillsatsmaterial. Detta skapar en tryckpåkänning i påföljande lager under svalningen och reducerar på så sätt risken för sprickor i det hårda svetsgodset.

Många hårdsvetsgods innehåller svalningssprickor. Dessa är inte skadliga för det hårda svetsgodset i sig, men risken finns att sprickorna förlänger sig in i grundmaterialet vid hårda slag och under böjning, figur C. Denna tendens är mest framträdande, då grundmaterialet är ett höghållfast stål. Användandet av ett segt buffertlager förhindrar sprickförlängningen, Figur D. Lämpliga tillsatsmaterial är OK 67.45 eller OK 68.82 eller OK Tubrodur 14.71 eller OK Autrod 16.75, figur B.



Figur C



Figur D

Påsvetsningslager

Om ett arbetsstycke är kraftigt förslitet, så är en möjlig metod att bygga upp det till dess ursprungliga form genom att använda samma typ av legering som grundmaterialet. En annan metod är att omväxlande använda hårt och segt svetsgods, se figuren nedan.

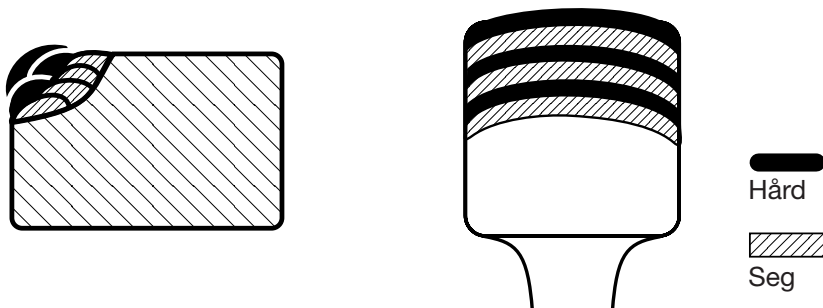
Tillsatsmaterial för påsvetsning				
Typ av legering	SMAW	FCAW	SAW	GMAW
Låg kolhalt/ låglegerat	OK 83.28 OK 83.29	OK Tubrodur 15.40	OK Tubrodur 15.40/ OK Flux 10.71	OK Autrod 13.89

Påsvetsningslegeringar har gott motstånd mot förslitning genom slag, men, helt naturligt, måttligt motstånd mot förslitning genom nötning.

Beroende på grundmaterialet kan andra typer av tillsatsmaterial rekommenderas.

Typiska tillämpningar

- hammare
- krossverk
- grävmaskinständer
- kallklippsverktyg





Motorblock. Reparation av gjutjärn med OK 92.18 och OK 92.60.

Allmänt

Gjutjärn omfattar legeringar av järn med en kolhalt av 2–5%, en kiselhalt av 1–3% och upp till 1% mangan.

Gjutjärn uppvisar liten seghet, liten hårdhet och låg hållfasthet och är allmänt ett mycket sprött material. För att förbättra dessa egenskaper, så är gjutjärn mycket ofta legerat eller värmebehandlat.

De typer av gjutjärn, som i huvudsak används idag, är:

- grått gjutjärn
- segjärn
- aducerat gjutjärn
- kompakt gjutjärn
- vitt gjutjärn

Den höga kolhalten påverkar avsevärt gjutjärnets svetsbarhet. P.g.a. egenskapernas variation hos gjutjärn varierar också svetsbarheten. Vissa typer kan svetsas, medan andra är osvetsbara. Alla de ovannämnda typerna kan svetsas med framgång med undantag för vitt gjutjärn, eftersom detta är ytterst sprött.

Tillsatsmaterial för gjutjärn

Typ	SMAW	FCAW
Rent nickel	OK 92.18	
Nickel-järn	OK 92.58	
Nickel-järn	OK 92.60	OK Tubrodur 15.66
Nickel-koppar	OK 92.78	
Olegerat stål	OK 91.58	

Rent nickel-typ

Som allmän regel gäller, att gjutjärn svetsas med elektroder av rent nickel. Nickel har förmågan att absorbera kol utan att dess egna egenskaper ändras. Utvidgningen av nickel och gjutjärn vid uppvärmning är jämförbar. Nickel är segare än andra tillsatsmaterial för gjutjärnssvetsning och är mycket lätt att maskinbearbeta. Det används för att fylla kaviteter och för allmänna reparationer, där en hårdhet av ungefär 150 HB erfordras. Det rekommenderas inte för gjutjärn med höga halter av svavel och fosfor.

Nickel-järn-typ

För att uppnå ännu högre hållfasthet kan nickel-järnelektroder användas för att svetsa ihop gjutjärn till gjutjärn och gjutjärn till stål. På grund av järninnehållet i svetsgodset blir det en liten hårdhetsökning i detsamma, jämfört med rent nickel-svetsgods. Svetsgodset kan maskinbearbetas.

Nickel-järn-typen är mera tolerant till inblandning med svavel och fosfor än den rena nickeltypen.

Nickel-koppar-typ

Om det krävs att svetsgodsets färg skall överensstämja med grundmaterialets, så är nickel-koppar-typen lämplig. Svetsgodset är lätt att maskinbearbeta.

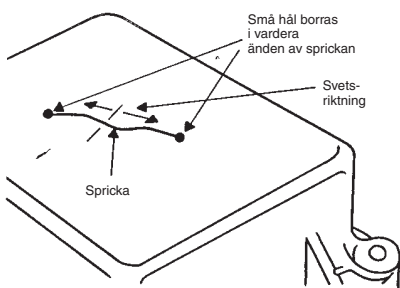
Olegerat stål-typ

Denna typ av elektrod kan användas, då inga speciella krav ställs och då ingen maskinbearbetning skall göras.

Ytterligare produktdata finns i tabell 1 på sidan 90.

Fogberedning för svetsning av gjutjärn

- Fogvinkeln bör vara större än för mjukt kolstål
- Alla skarpa hörn måste fasas
- U-fogar är allmänt att föredra
- Sprickor måste slipas ner helt för fullständig åtkomlighet
- Vid reparation av sprickor, borra ett litet hål i vardera änden av sprickan, se nedanstående figur.



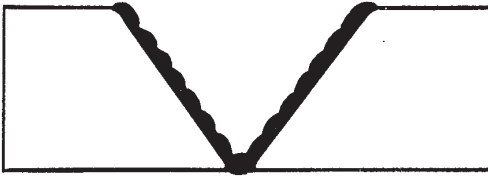
Tillvägagångssätt vid reparation av spricka

Eftersom gjutjärn har en porös, metallurgisk struktur, absorberar det olja och vätskor, vilket påverkar svetsbarheten. Dessa måste avlägsnas/brännas bort före svetsning, vilket kräver uppvärmning. I de flesta fall är detta emellertid omöjligt p.g.a. objektets form eller tidsbrist.

Ett sätt att komma runt detta problem är att använda bågmejslingselektroden OK 21.03. Se sidan 5. Den är utmärkt för fogberedning vid reparation av gjutjärn, eftersom den torkar ur och bränner bort föroreningar/grafit på ytan och på så sätt minskar risken för sprickbildning och porositet vid svetsningen. Vid normal slipning breddas föroreningar och grafit ut längs fogberedningen och kan skapa problem vid svetsningen.

Vid vissa svetsar är det fördelaktigt att använda s.k. buttering-teknik. Det betyder att den ena eller båda ytorna, som skall svetsas samman först förses med ett påsvetsat skikt. Figur 1 och 2.

Denna teknik används för att undvika bildandet av spröda övergångar. De sammandragande påkänningarna från det kylande svetsgodset i de efterföljande svetssträngarna kommer att ha större påverkan på det sega pålagda skiktet än den spröda värmepåverkade zonen (HAZ) i grundmaterialet.



Buttering-teknik

Figur 1



Flerlayersvetsning med
buttering-teknik

Figur 2

Svetsning av gjutjärn utan förvärmning

De flesta reparationer av gjutjärn utförs med SMAW d.v.s. med svetselektroder och numera används huvudsakligen den s.k. kallsvetsmetoden enligt följande procedur.

- Svetsa med korta strängar (20–30 mm) beroende på godstjocklek
- Använd elektroder med liten diameter och svetsa med låg ström
- Mellansträngstemperaturen bör hela tiden hållas under 100°C
- Bearbeta svetsens yta med en penhammare direkt efter svetsningen



Kugghjul uppbyggt med elektroden OK 68.82.

Svetsning av svårsvetsade stål



Det finns många stål inom området reparation och underhåll, som betraktas som svårsvetsade på grund av deras stora benägenhet att ta härdning.

Dessa stål omfattar:

- stål med hög kolhalt
- höghållfasta stål
- verktygsstål
- fjäderstål
- värmebehandlade stål
- stål motståndskraftiga mot slitage
- stål med okänd sammansättning

Stål med okänd sammansättning måste behandlas som stål med begränsad svetsbarhet för att undvika misslyckad svetsning.

I princip kan alla dessa stål svetsas med matchande ferritiska tillsatsmaterial, förvärmning och värmebehandling efter svetsningen för att undgå vätesprickor i den värmepåverkade zonen (HAZ).

Vid reparationssvetsning är det emellertid ofta inte möjligt att förvärma eller utföra någon efterföljande värmebehandling. Därför anses en av de bästa metoderna vara att svetsa med austenitiska rostfria eller nickelbaserade elektroder. Risken för sprickbildning är mindre genom den bättre förmågan att lösa väte samt den större segheten hos svetsgodset.

De vanligaste typerna är:

Typ	SMAW	FCAW/GMAW
29Cr 9Ni	OK 68.81, OK 68.82	OK Autrod 16.75
18Cr 9Ni 6 Mn	OK 67.42, OK 67.45, OK 67.52	OK Tubrodur 14.71
Ni-baserade	OK 92.26	OK Autrod 16.95 OK Autrod 19.85

OK 68.81/OK 68.82/OK Autrod 16.75

Dessa elektroder respektive denna tråd har stor förmåga till uppblandning och väljs, när hög hållfasthet erfordras. Ferrithalten i icke uppblandat svetsgodset är ofta >40%, vilket kan främja sprödhet, när objektet används vid förhöjda temperaturer.

Dessa typer av tillsatsmaterial utgör det bästa valet, när materialet, som skall svetsas, har okänd sammansättning.

OK 67.42/OK 67.45/OK 67.52/OK Tubrodur 14.71/OK Autrod 16.95

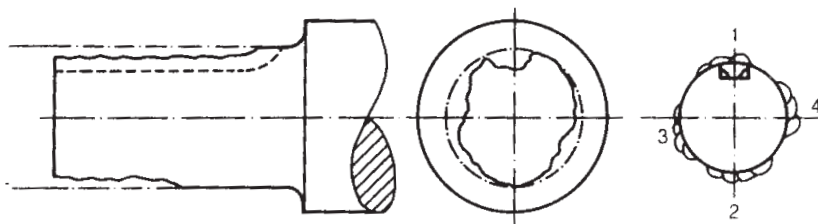
Dessa tillsatsmaterial ger ett helaustenitiskt svetsgods med relativt låg hållfasthet men med ytterst gott motstånd mot sprickbildning vid stelning. Detta relativt mjuka svetsgods minskar påkänningen på martensit, som kan förekomma, och minskar på så sätt risken för vätesprickor. Den här typen av svetsgods kan därför vara ett bättre alternativ, då lägre hållfasthet kan accepteras.

OK 92.26/OK Autrod 19.85

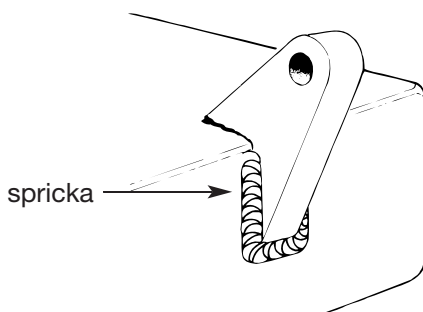
Den här elektroden resp. svetstråden används för höghållfasta högtemperatur-, förband, som är konstruerade för arbete vid 200°C och högre, såsom krypresistent Cr-Mo-stål till rostfritt stål. Det svetsgods, som de skapar, är inte känsligt för sprödhet vid uppvärmning och minskar spänningen i fogen p.g.a. den stora töjningen. Dessa tillsatsmaterial är också mycket lämpliga vid svetsning av tjockt material (>25 mm), d.v.s. vid flerlayersvetsning.

Se tabell 2 på sidorna 91–92 för ytterligare produktdata.

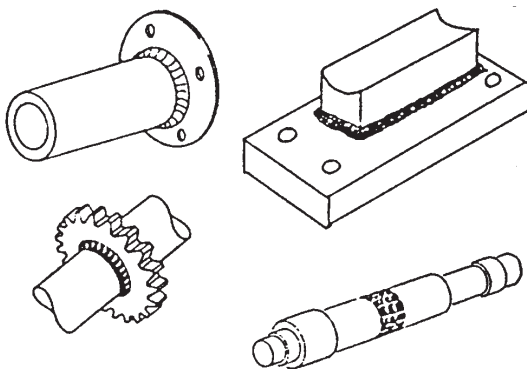
De följande bilderna visar typiska applikationer, där OK 68.82 har använts framgångsrikt.



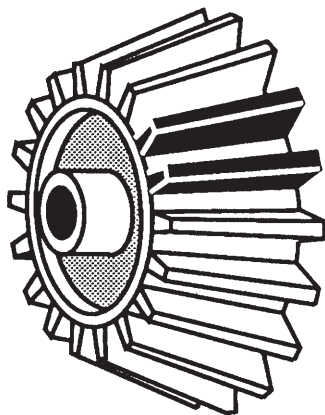
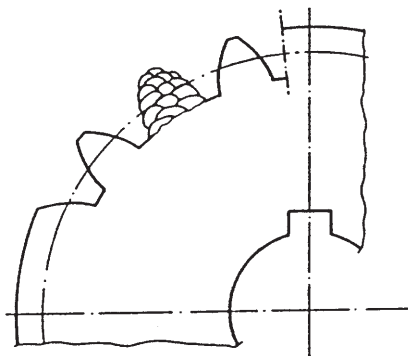
Reparation av försliten axel av låglegerat stål med OK 68.82.



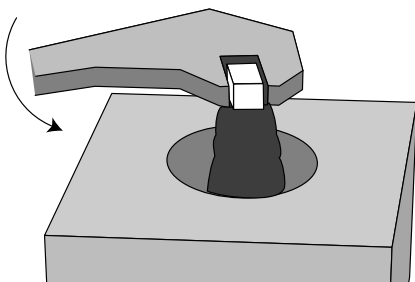
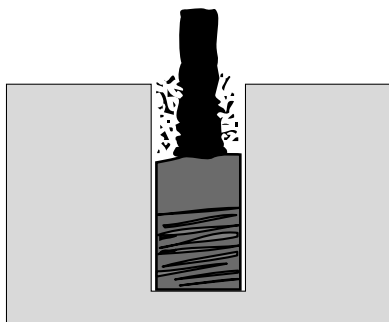
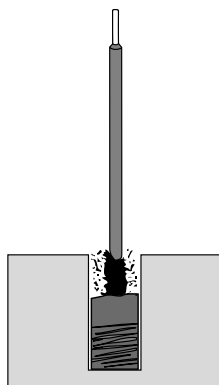
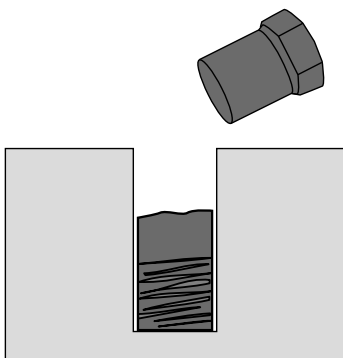
Reparation av fäste av gjutstål med OK 68.82.



Reparerade maskindelar med användning av OK 68.82.



Reparation av skadad kugge med OK 68.82.



Uttagning av avbruten bult med användande av OK 68.82.

Svetsning av rostfritt stål till olegerat eller låglegerade stål

Svetsning av rostfritt stål till C/Mn eller låglegerade stål är utan tvivel det oftast förekommande och viktigaste exemplet på svetsning av olika material. Speciellt är hopsvetsning av olegerat eller låglegerade stål till austenitiska rostfria stål (ofta kallade ferrit/austenitiska förband) för anslutningar eller övergångar en vanlig applikation.

Svetsning av rostfritt stål till olegerat och låglegerat stål bör normalt ske med överlegerade tillsatsmaterial, d.v.s. med högre legeringshalt än grundmaterialets.

Två olika metoder kan tillämpas. Hela fogen kan svetsas med överlegerad elektrod av rostfritt stål eller nickelbaserad elektrod. Alternativt kan fogytorna på det låglegerade eller olegerade objektet först förses med ett lager med överlegerat rostfritt stål. Därefter fylls fogen med en elektrod som överensstämmer med det rostfria grundmaterialet.

Svetsningen kan vanligen utföras utan förvärmning. Följ dock de rekommendationer, som gäller för stålet ifråga.

Beträffande tillsatsmaterial för hopsvetsning av olika material, se tabell 2 på sidan 91.

De oftast förekommande typerna är:

Typ	SMAW	FCAW/GMAW
29Cr 9Ni	OK 68.81, OK 68.82	OK Autrod 16.75
18Cr 9Ni 6 Mn	OK 67.42, OK 67.45, OK 67.52	OK Tubrodur 14.71 OK Autrod 16.95
Ni-baserade	OK 92.26	OK Autrod 19.85

OK 68.81/OK 68.82/OK Autrod 16.75

Dessa elektroder respektive denna tråd har stor förmåga till uppblandning och väljs, när hög hållfasthet erfordras. Ferrithalten i icke uppblandat svetsgods är ofta >40%, vilket kan främja sprödhet, när objektet används vid förhöjda temperaturer.

Dessa typer av tillsatsmaterial utgör det bästa valet, när materialet, som skall svetsas, har okänd sammansättning.

OK 67.42/OK 67.45/OK 67.52/OK Tubrodur 14.71/OK Autrod 16.95

Dessa tillsatsmaterial ger ett helaustenitiskt svetsgods med relativt låg hållfasthet men med ytterst gott motstånd mot sprickbildning vid stelning. Detta relativt mjuka svetsgods minskar påkänningen på martensit, som kan förekomma, och minskar på så sätt risken för vätesprickor. Den här typen av svetsgods kan därför vara ett bättre alternativ, då lägre hållfasthet kan accepteras.

OK 92.26/OK Autrod 19.85

Den här elektroden resp. svetstråden används för höghållfasta högtemperaturförband, som är konstruerade för arbete vid 200°C och högre, såsom kryptresistent Cr-Mo-stål till rostfritt stål. Det svetsgods, som de skapar, är inte känsligt för sprödhet vid uppvärmning och minskar spänningen i fogen p.g.a. den stora töjningen. Dessa tillsatsmaterial är också mycket lämpliga vid svetsning av tjockt material (>25 mm), d.v.s. vid flerlayersvetsning.

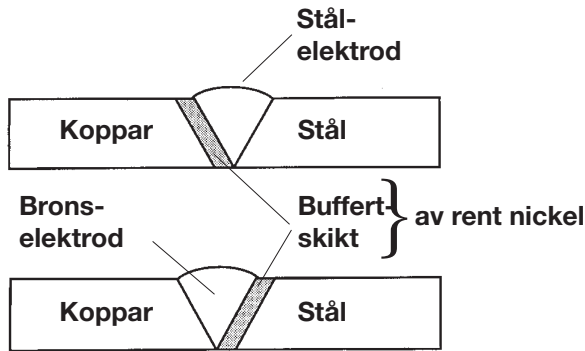
Svetsning av koppar och kopparlegeringar till stål/rostfritt stål

Vid skarvsvetsning av kopparlegeringar och stål/rostfritt stål bör man använda tekniken med ett buffertskikt.

Flytande koppar och, i något mindre utsträckning, brons vandrar in i den värmepåverkade zonen i stålet och faller ut i korngränserna. Denna fas har en smältpunkt, som är flera hundra grader lägre än smältpunkten för stål. Inträngningen är snabb och kan nå ett djup av >1 mm. Fenomenet gynnas av dragpåkänningar, vilka alltid är närvarande vid svetsning. Det kan också inträffa i nickel-baserade legeringar med undantag för rent nickel och nickel-kopparlegeringar. Därför kan rent nickel eller nickel-koppar användas som buffert för att undvika kopparinträngning.

Denna inträngning av koppar är inte nödvändigtvis skadlig. Den kan tolereras i många påsvetsningsapplikationer. Om däremot svetsen vid skarvsvetsning är utsatt för stor belastning eller, i all synnerhet, för höga temperaturer, då korngränserna kommer att bli spröda, bör kopparinträngning undvikas. I dessa fall måste ett buffertskikt av nickel eller nickel-koppar användas.

Buffertskiktet kan läggas antingen på kopparsidan eller på stålsidan. Vid svetsningen av en fog, som förberetts med ett buffertlager, är det väsentligt att fysisk kontakt mellan svetsgodset och metallen under buffertskiktet undvikas. I båda fallen kan den rena nickelelektroden **OK 92.05** användas. Vid den slutgiltiga fyllningen av fogen skall elektroder av typ stål/rostfritt stål eller typ brons användas beroende på vilken sida, som buffertskiktet lagts på. Figuren på nästa sida illustrerar de två alternativen.



Vid påsvetsning av koppar eller brons bör objektet förvärmas till 300–500°C. Tunt gods bör värmas endast omkring startpunkten.

När påsvetsningen sker på stålsidan, bör förvärmningstemperaturen väljas med avseende på detta material.

Vid svetsning av en fog med kopparbaserade elektroder, vilken försetts med ett buffertskikt på stålsidan, bör kopparsidan förvärmas till 150–200°C om elektroden är av aluminium- eller tennbrons, respektive <100°C vid användning av kiselbronselektrod.

Fogar, som försetts med buffertskikt på kopparsidan, behöver inte förvärmas på denna sida, eftersom det isolerande nickelskiktet effektivt minskar värmetransporten.

Se tabell 6 på sidorna 105–106, när det gäller tillsatsmaterial för svetsning av icke-järnmaterial.



Grävskopstand försedd med ny spets med hjälp av OK 67.45 eller OK Tubrodur 14.71.



Skovel till mudderverk. Skarvsvetsning av ny grävläpp med elektroden OK 68.82.

Manganstål, ibland kallade austenitiska manganstål, 14% manganstål eller Hadfieldstål, har ett typiskt innehåll av 11–14% mangan och 1–1,4% kol. Vissa varianter kan också innehålla andra legeringsämnen. Detta stål har en alldeles särskild förmåga att kallhärda vid bearbetning t.ex. genom kraftiga slag och/eller stort yttryck. Detta gör stålet idealiskt för svåra förhållanden vid stenkrossning och i gruvindustrin, till förslitningsdetaljer i krossningsmaskiner, i bark- och polertrummor, i skovlar, i grävtänder och rälsväxlar t.ex.

Manganstål är slitstarkt, men blir till slut slitet. Reparation består normalt i att reparera sprickor och brott samt återställa nedslitna ytor genom att lägga på skikt med hårt material för att förlänga livet på en detalj.

Svetsbarheten hos manganstål är begränsad p.g.a. dess benägenhet att bli sprött vid återuppvärmning och långsam svalning. En tumregel är att begränsa mellansträngstemperaturen till max. 200°C. Av den anledningen är mycket noggrann kontroll av värmningen under svetsningen väsentlig. Dessa stål skall därför svetsas

- med lägsta möjliga värmetillförsel genom att använda låg ström
- med strängar i stället för med pendlande elektrodföring
- genom att växla mellan olika objekt, då detta är praktiskt
- med objektet delvis nedsänkt i kylande vatten

Svetsning av manganstål kan bestå i:

- skarvsvetsning av manganstål med olegerat eller låglegerat stål
- skarvsvetsning av manganstål med manganstål
- påsvetsning av nedslitna ytor
- hårdsvetsning för att erhålla ythårdhet redan vid svetsningen

Skarvsvetsning

För att svetsa ihop manganstål och manganstål med stål bör austenitiska rostfria tillsatsmaterial användas för att uppnå en stark och seg fog.

Tillsatsmaterial för skarvsvetsning			
Typ av legering	SMAW	FCAW	GMAW
18/8/6	OK 67.42 OK 67.45 OK 67.52	OK Tubrodur 14.71 gaslös	OK Autrod 16.95
29/9	OK 68.81 OK 68.82		OK Autrod 16.75

Se tabell 2 på sidorna 91–92 för ytterligare produktdata.

Påsvetsning

Före påsvetsning av hårt slitna detaljer är det tillrådligt att lägga på ett skikt med austenitisk elektrod OK 67.XX. Påsvetsning utföres därefter med en av de följande elektrodtyperna med 13% Mn.

Tillsatsmaterial för påläggssvetsning		
Typ av legering	SMAW	FCAW
13Mn	OK 86.08	
13Mn 4Cr 3Ni	OK 86.20	OK Tubrodur 15.60 gaslös
14Mn3Ni	OK 86.28	
14Mn18Cr	OK 86.30	OK Tubrodur 15.65 gaslös

Dessa tillsatsmaterial överensstämmer med de vanligast förekommande austenitiska manganstålen. Se tabell 3 på sidorna 93–94 för ytterligare produktdata.

Stor initial hårdhet vid svetsningen

För att få stor hårdhet och förbättrat motstånd mot nötning i mangan-svetsgodset omedelbart i samband med svetsningen, d.v.s. i initialskedet, kan ett kromlegerat tillsatsmaterial användas vid påsvetsningen. Ett sådant tillsatsmaterial kan också svetsas på nya detaljer i preventivt syfte.

Tillsatsmaterial för initial hårdhet			
HRC	SMAW	FCAW	GMAW
55–60	OK 84.58	OK Tubrodur 15.52	OK Autrod 13.91
Under extrema nötningsförhållanden kan en elektrodtyp med hög krom-järnlegering eller en komplex karbid-elektrod användas i kombination med strängläggning i form av ett nätmönster eller ett punktmönster.			
HRC	SMAW	FCAW	
60–63	OK 84.78	OK Tubrodur 14.70	
~62*	OK 84.84	OK Tubrodur 15.80	
* 1 lager			

Se tabell 5 på sidorna 99–100 för ytterligare produktdata.



Reparation av del till krossverk av 14% Mn-stål med användning av OK 86.08



Krosständer: Buffertlager med OK 86.20, hårdsvetsning med OK 84.78.
Rutmönster svetsat med OK Tubrodur 14.70.



Krosshammare påsvetsad med OK Tubrodur 15.65.

Svetsning av verktygsstål och stål för högtemperaturapplikationer



I jämförelse med konstruktionsstål har verktygsstål en mycket högre kolhalt. De är ofta legerade med krom, nickel och molybden och värmebehandlade för att ges speciella egenskaper såsom hårdhet, seghet, formstabilitet o.s.v.

Reparationssvetsning på verktygsstål utan att förändra de inneboende egenskaperna kan medföra stora svårigheter. Detta kräver värmebehandling vid höga temperaturer och användning av svetselektroder, som ger ett svetsgods, vars sammansättning och egenskaper överensstämmer med komponentens. Rent praktiskt är detta komplicerat p.g.a. problem med glödskaalsbildning och formförändringar. Dessutom är arbetet tidskrävande.

Förenklad svetsning

Reparation av verktyg med svetsning kan utföras genom förvärmning till 200–500°C (beroende på ståltyp), svetsning vid denna temperatur samt värmebehandling som avslutning. Detta kommer inte att resultera i en fullständigt likformig struktur och hårdhet genom svetsen, men det kan ge ett för ändamålet tillfredsställande resultat och därmed spara kostnaden för ett nytt verktyg.

De förvärmnings- och värmebehandlingstemperaturer, som skall användas, kan erhållas från olika standardnormer, t.ex. SAE/AISI eller från tillverkare av verktygsstål.

Elektroder för verktygsstål

Dessa elektroder har utvecklats för tillverkning av sammansatta verktyg och för reparationssvetsning.

De viktigaste typerna

OK 84.52	Martensit 13 Cr
OK 85.58	Martensit + finkorning karbid
OK 85.65	"Snabbstål"
OK 93.06	Koboltbaserad typ – Co Cr W
OK 92.35	Nickelbaserad typ – Ni Cr Mo W

En viktig synpunkt på svetsgods för verktygsstål är dess hårdhet vid förhöjda temperaturer, eftersom verktygen ofta används vid höga temperaturer eller också genereras värme under en skärnings- eller formningsoperation. Hårheten hos svetsgods av låglegerat stål minskar snabbt vid temperaturer över 400°C, medan snabbstålen kan behålla sin hårdhet upp till 600°C.

Koboltbaserade legeringar används först och främst för att motstå förslitning vid förhöjda temperaturer, där god hårdhet vid hög temperatur erfordras tillsammans med gott motstånd mot oxidation, korrosion och glödskaalsbildning. Typiska exempel är ventilsäten, munstycken för profilsprutmaskin, motorventiler o.s.v.

Koboltbaserade legeringar kan appliceras på grundmaterial såsom kolstål, låglegerat stål, gjutstål eller rostfria stål.

Förvärmning behövs ofta för att få ett sprickfritt svetsgods vid svetsning av mer än två lager.

OK 93.06 är känd för sin utmärkt goda slitstyrka vid höga temperaturer och används för verktyg för klippning vid temperaturer över 600°C. För lägre temperaturer kan emellertid "snabbstålelektroder" såsom OK 85.65 ge lika bra eller bättre resultat och överlägsen seghet.

Det svetsgods, som produceras med OK 92.35 är inte så hårt, men brottgräns- och hårdhetsminskningen är mycket långsam. Även vid 800°C är dess brottgräns högre än 400 Mpa. Legeringen är i högsta grad motståndskraftig mot plötsliga temperaturförändringar och cykliska påkänningar så väl som oxidation.

Förberedelse, praktiska råd

För att tillförsäkra jämn och korrekt temperatur så bör fövärmning göras i en ugn. Den kan emellertid också göras med en gasbrännare. Det som är väsentligt är att höja temperaturen långsamt, speciellt om verktygen har en komplicerad form. Det är också viktigt att minska värmeförlusten vid svetsningen till ett minimum och att använda tekniken med avbruten svets.

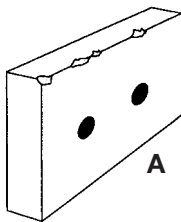
Fogberedningen kan göras med hjälp av slipning. Skarpa hörn måste undvikas. Hörnradien skall vara väl tilltagen.

För de mycket svårsvetsade verktygsstålen rekommenderas ett eller två buffertlager med exempelvis OK 67.45 eller OK 68.82.

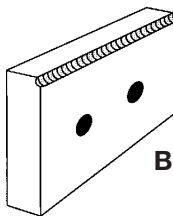
Delar med lägre krav samt låglegerade verktygsstål kan byggas upp med OK 83.28 före hårdsvetsningen.

Alla arbetande och skärande eggare såväl som ytor behöver åtminstone två lager pålagda med verktygsstålelektroden. Det påsvetsade skiktet måste vara tillräckligt tjockt så att det medger maskinbearbetning till rätt mått.

Anlöpningstemperaturen bör vara ungefär densamma som fövärmningstemperaturen. Varken anlöpnings- eller fövärmningstemperaturen får emellertid vara högre än temperaturen för utglödning.

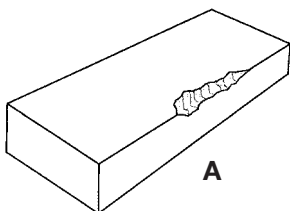


A

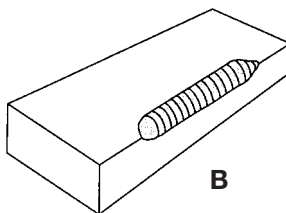


B

Förberedelse för fullständig reparation: (A) skadad egg, (B) eggen bortslipad.

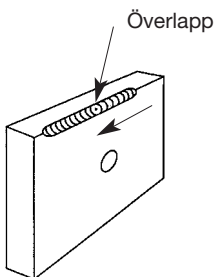
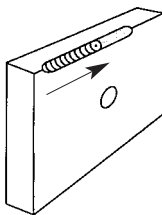


A



B

Förberedelse för reparation av del av eggen: (A) skada, (B) skadat parti bortslipat.



Tillvägagångssätt för att undvika kratrar eller skador på eggen under reparationssvetsningen.
Observera pilarnas riktning!

Val av elektroder för olika typer av verktyg

Typ av verktyg	Önskade egenskaper	Elektrod
Verktyg för kallbearbetning Verktyg för kallformning	Seghet Motståndskraft mot slag och stöt Motståndskraft mot nötning	OK 84.52
Verktyg för pressgjutning Verktyg för plastformning Verktyg för sänksmidning Verktyg för varmslansning Verktyg för profilsprutning	Hög värmehållfasthet samt stort motstånd mot nötning och slag vid höga temperaturer.	OK 85.58
Verktyg för varmklippning Verktyg för håltagning Knivar för varmklippning Hyvelstål Fräsar	God slitstyrka hos skäregg vid höga temperaturer. God slagseghet.	OK 85.65
Smidesverktyg Verktyg för strängsprutning	Seghet under cykliska påkänningar. Motstånd mot oxidering upp till 1000°C.	OK 92.35
Pressverktyg Skäggningsverktyg Skäggningsstansar	Högt motstånd mot slag. Hög hårdhet vid höga temperaturer. Motstånd mot glödskaibildning.	OK 93.06

Se tabell 4 på sidorna 95–97 för ytterligare produktdata.

Allmänt

Hårdsvetsning innebär skyddande av delar, som är utsatta för olika typer av slitage, för att uppnå visst speciellt motstånd mot förslitning eller vissa speciella egenskaper.

Även om hårdsvetsning i första hand är avsett för att återställa förslitna delar till användbart skick och därmed öka deras livslängd, är det lönande att använda denna teknik också i nyproduktion. Komponenten kan sålunda tillverkas av ett billigare material och ytegenskaperna åstadkoms med hjälp av påsvetsning, som ger de egenskaper, som erfordras för god slitstyrka.

Hårda legeringar kan appliceras med hjälp av nästan vilken svetsmetod som helst.

Ökad hårdhet betyder inte alltid bättre slitstyrka eller större livslängd. Ett antal legeringar kan ha samma hårdhetsgrad men kan variera avsevärt när det gäller förmågan att motstå förslitning.

Erfarenheten visar att man behöver känna till de förhållanden, under vilka en komponent arbetar, för att kunna välja den bästa hårdsvetslegeringen.

För att välja den lämpliga hårdsvetslegeringen för en speciell applikation behövs följande information:

- vilken typ av förslitning är komponenten utsatt för
- vilket är grundmaterialet
- vilken svetsmetod föredras
- vilken ytfinhet erfordras

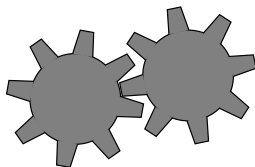
Typ av förslitning

Det existerar ett stort antal olika typer av förslitningar, som uppträder enskilt eller i kombination. Därför måste svetsgods med lämpliga egenskaper väljas med omsorg för att garantera kvalitet och tillförlitlighet.

En hårdsvetslegering bör väljas som en kompromiss mellan olika förslitningstyper. Om det t.ex. vid undersökningen av den förslitna metaldelen visar sig, att den primära förslitningstypen är nötning och den sekundära typen är måttliga slag, då bör hårdsvetslegeringen i första hand ha gott motstånd mot nötning, men även vara motståndskraftig mot slag.

För att förenkla begreppet förslitningstyper kan dessa placeras i separata klasser med i hög grad olika kännetecken.

Förslitning metall-mot-metall genom friktion eller vidhäftning



Denna typ av förslitning uppstår då metalledar rullar eller glider mot varandra, såsom axlar mot lagerytor, rullarna i kedjelänkar mot ett kedjehjul eller ett valsämne mot valsarna.

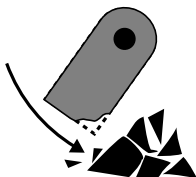
Martensitiska hårdsvetslegeringar utgör ett gott val vid metall-mot-metall-förslitning.

Austenitiska mangan- och koboltlegeringar är också lämpliga vid denna typ av förslitning.

Koboltlegeringar används i miljöer med höga temperaturer och oxidation.

Allmänt gäller att kontakt mellan metallytor av material med samma hårdhet resulterar i stort slitage. Därför bör man göra det till en vana att välja olika materialhårdhet för axeln och bussningen, t.ex.

Slag



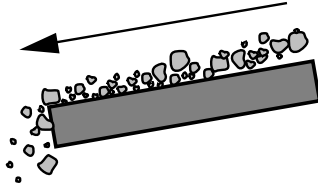
Materialets yta deformeras eller spricker och t.o.m. brister lokalt, när den utsätts för slag och/eller högt tryck.

Förslitning genom slag förekommer vid krossning och malning samtidigt som nötning sker genom de små partiklarna. Därför måste ytan vara hård och motståndskraftig mot nötning.

Svetsgods av austenitiskt manganstål erbjuder det bästa motståndet mot rena slag, eftersom det kallhårdar genom bearbetning. Resultatet blir en hård yta och ett segt material under ytan. Även om de martensitiska legeringarna inte är lika bra som de austenitiska manganlegeringarna, så ger de ändå ett medelmåttigt motstånd mot förslitning genom slag.

Typiska komponenter är krossrullar, slaghammare, järnvägsväxlar.

Nötning på grund av mineralpartiklar

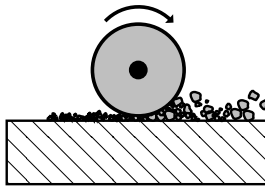


Denna typ av förslitning orsakas av vassa partiklar, som glider eller flyter över en metallyta med varierande hastighet och tryck. På så sätt slipar de bort material likt små skärverktyg. Ju hårdare och ju skarpare partiklarna är, desto allvarigare blir nötningen.

Typiska exempel finner man i samband med muddring, transport av mineraler och bearbetning av jorden i jordbruket.

P.g.a. frånvaron av förslitning genom slag används med framgång de relativt spröda kol-kromlegeringarna såsom karbidhaltiga legeringar.

Nötning genom malning. Nötning + tryck

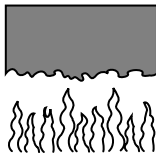


Den här typen av förslitning sker, när små, hårda, nötande partiklar tvingas in mellan två metalldelar och krossas i en malningsprocess.

Typiska utrustningar och maskinelement är pulvriseringsmaskiner, valskrossar, blandarskovlar och skrapblad.

Det svetsgods, som används, inkluderar austenitiskt manganstål, martensitiskt stål och några karbidhaltiga legeringar. Karbidlegeringarna innehåller vanligen små, jämnt fördelade titankarbider.

Förslitning genom hög temperatur. Värme, oxidation, korrosion



När metaller utsätts för höga temperaturer under långa perioder, förlorar de i allmänhet sin hållbarhet. Arbete i höga temperaturer resulterar ofta i termiska utmattningssprickor. T.ex. kommer termisk shock förorsakad av cykliska värme-påkänningar att inträffa i verktyg och backar, som konstruerats för smidning och andra arbeten vid hög temperatur.

När en metallyta befinner sig i en oxiderande atmosfär, bildas ett oxidlager, som kan brytas upp p.g.a. expansion, och då upprepas hela oxidationsförloppet.

Martensitiska stål med 5–12% krom är mycket motståndskraftiga mot förs-litning genom termisk utmattning. Legeringar med kromkarbider har utmärkt gott motstånd mot förs-litning i temperaturområdet upp till c:a 600°C.

Vid ännu högre temperaturer används antingen en nickelbaserad eller kobolt-baserad legering.

Objekt som är utsatta för hög temperatur är rullar i stränggjutningsanlägg-ningar, varmsmidningssänken, strängsprutningsverktyg, stansverktyg, gripdon och sinterkrossar.

Grundmaterial

Det finns två huvudgrupper av grundmaterial, som hårdsvetsas:

- kolstål och låglegerade stål
- austenitiska manganstål

Dessa material kan skiljas åt med hjälp av en magnet. Kolstål och låglegerade stål är starkt magnetiska. De austenitiska manganstålen är inte magnetiska, men blir magnetiska efter kallhårdning.

Rekommendationerna för svetsning av dessa två materialgrupper skiljer sig mycket.

Eftersom halten av kol och andra legeringsämnen hos den förstnämnda gruppen varierar kan förvärmning, efterföljande värmebehandling, långsam avkylning o.s.v. behöva tillgripas. Se Rekommenderade förvärmningstempera-turer, tabell 7 på sidan 108.

Austenitiska manganstål å andra sidan bör svetsas utan någon som helst förvärmning eller efterföljande värmebehandling. Mellansträngstemperaturen bör hållas så låg som möjligt ($\leq 200^{\circ}\text{C}$), eftersom dessa material blir spröda om de överhettas.

Svetsmetoder

De vanligaste metoderna vid hårdsvetsning är:

Manuell bågsvetsning med belagd elektrod

Internationellt kallas metoden Shielded Metal Arc Welding, SMAW eller Manual Metal Arc Welding, MMA.

- erbjuder det bredaste utbudet av svetsgods
- är en billig metod
- är en mångsidig metod, som kan används utomhus och vid lägessvetsning

Rörtrådssvetsning

Internationellt kallas metoden Flux-Cored Arc Welding, FCAW.

- utbudet av legeringar är nästan lika stort som för belagda elektroder
- högt nedsmältningstal
- kan användas på montageplats

Pulverbågsvetsning

Internationell beteckning är Submerged Arc Welding, SAW

- begränsat utbud av tillsatsmaterial
- högt nedsmältningstal – vid påsvetsning av stora förslitna delar
- ingen synlig ljusbåge eller svetsprut

Krav på ytfinhet

Kravet på ytfinhet måste bestämmas före valet av svetsgods, eftersom hårdsvetslegeringar kan vara allt från lätt bearbetbara till icke bearbetbara med maskin.

Vidare, många av de höglegerade hårdsvetsgodsen ger s.k. svalningssprickor. Detta innebär att små sprickor bildas i svetssträngen för att därmed utlösa och reducera den påkänning, som det svalnande svetsgodset utsätter grundmaterialet för.

Följande frågor bör därför besvaras före valet av legering:

- erfordras skärande maskinbearbetning efter svetsningen eller är slipning tillräcklig?
- är svalningssprickor acceptabla?

En tumregel säger att svetsgods med en hårdhet <40 HRC kan maskinbearbetas. Hårdhet >40 HRC kan emellertid maskinbearbetas om man använder speciella verktyg såsom hårdmetallverktyg.

Svalningssprickor är sällan skadliga för funktionen hos hårdsvetsgodset och förorsakar ingen spjälkning. Men om komponenten är utsatt för hårda slag eller böjning, kommer ett buffertlager att förhindra att denna sprickbildning sprider sig in i grundmaterialet.

Bildandet av svalningssprickor ökar med låg svetsström och hög svetshastighet.

Olika typer av hårdsvetslegeringar

Hårdsvetslegeringar kan delas in i grupper allt efter deras struktur, egenskaper och motstånd mot förlitning.

De kan alltså delas in i följande grupper:

järnbaserade legeringar:

- martensitiska legeringar
- austenitiska legeringar
- karbidrika legeringar

icke-järnbaserade legeringar:

- koboltbaserade legeringar
- nickelbaserade legeringar

Egenskaper med avseende på förlitning:

martensitiska legeringar:

Dessa legeringar används för fyllnadssträngar och ytbeläggning:

- gott motstånd mot metall-mot-metallförlitning
- gott motstånd mot slag
- måttligt motstånd mot nötning

austenitiska legeringar:

- utmärkt motstånd mot slag
- bra legeringar för uppfyllning
- måttligt motstånd mot nötning

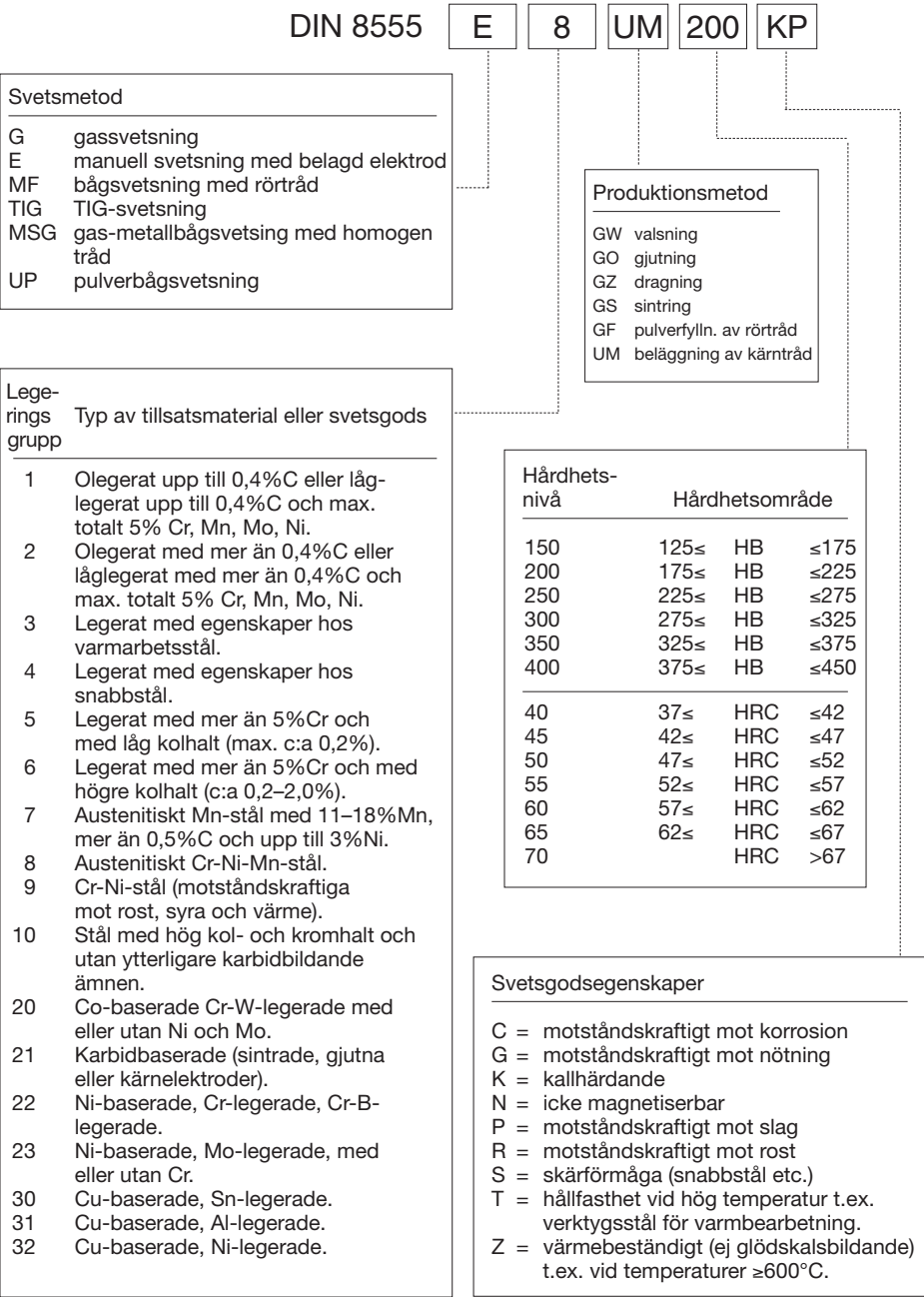
karbidrika legeringar:

- utmärkt motstånd mot nötning
- gott motstånd vid förhöjda temperaturer
- måttligt motstånd mot korrosion
- dåligt motstånd mot slag

kobolt- och nickelbaserade legeringar:

Dessa legeringar har gott motstånd mot de flesta typer av förlitning, men p.g.a. deras högre pris används de huvudsakligen i applikationer, där deras egenskaper är ekonomiskt berättigade såsom i högttemperaturapplikationer, där karbidrika, järnbaserade legeringar ger dåligt motstånd. Nickellegeringar är det billigare alternativet.

Klassificering av tillsatsmaterial för hårdsvetsning enligt DIN 8555 T1 (1983)



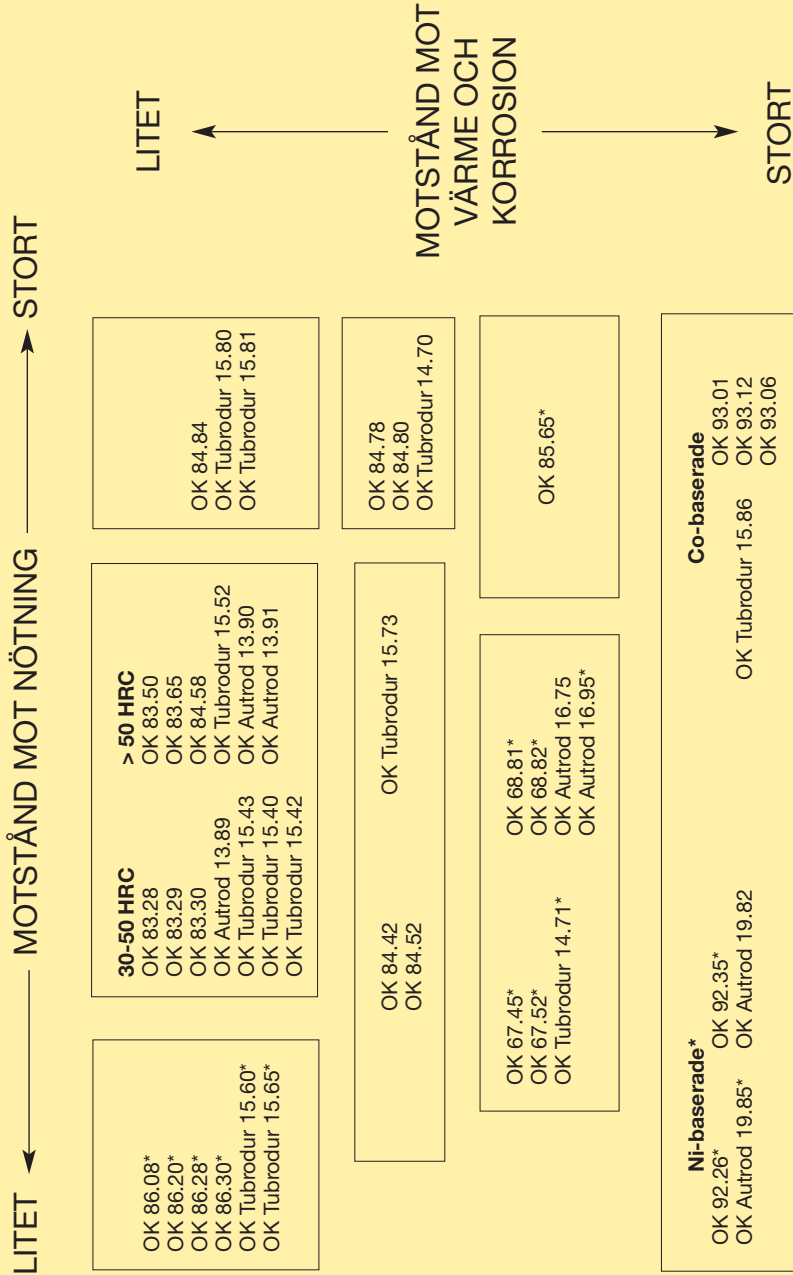
ESABs hårdsvetsprodukter

Produkterna är uppdelade i grupper allt efter deras karaktäristik och deras lämplighet för viss förslitning.

Typ av förslitning	Legeringstyp	Produkt	DIN 8555
Metall-mot-metall	Låglegerad Låghalvtäthet Legering för uppfyllning	OK 83.27	E1-UM-350
		OK 83.28	E1-UM-300
		OK 83.29	E1-UM-300
		OK 83.30	E1-UM-300
		OK Tubrodur 15.39	MF1-300
		OK Tubrodur 15.40*	MF1-300
		OK Tubrodur 15.41	MF1-350
		OK Tubrodur 15.42*	MF1-400
		OK Tubrodur 15.43	MF1-350
		OK Autrod 13.89	MSG2-GZ-350-P
Metall-mot-metall korrosion	13% krom martensitisk	OK 84.42	E5-UM-45-R
		OK 84.52	E6-UM-55-R
		OK Tubrodur 15.73*	MF5-46-RTZ
		OK Autrod 13.91	MSG6-GZC-60G
Slag	14% mangan	OK 86.08	E7-UM-200-KP
		OK 86.20	E7-UM-200-KP
		OK 86.28	E7-UM-200-KP
		OK 86.30	E7-UM-200-KP
		OK Tubrodur 15.60	MF7-250-KNP
		OK Tubrodur 15.65*	MF7-250-GKNPR
Nötning + tryck	Komplexa karbider	OK 84.84	
		OK Tubrodur 15.80	
Nötning genom små mineralpartiklar	Kromkarbider	OK 84.78	E10-UM-60GZ
		OK 84.80	
		OK Tubrodur 14.70	MF10-55-GPTZ
		OK Tubrodur 15.81	MF6-50-G
Nötning + slag	Låglegerad, höghalvtäthet, martensitisk	OK 83.50	E6-UM-55-G
		OK 83.65	E4-UM-60-GZ
		OK Tubrodur 15.50	MF6-55-GP
		OK Tubrodur 15.52*	MF6-55-GP
	10% krom höghalvtäthet martensitisk	OK 84.58	E6-UM-55-G
Värme, oxidation, korrosion	Verktogsstål	OK 85.58	E3-UM-50-ST
		OK 85.65	E4-UM-60-ST
		OK 92.35	E23-200-CKT
		OK Tubrodur 15.84	MF3-50-ST
	Koboltlegeringar	OK 93.01	E20-55-CTZ
		OK 93.06	E20-40-CTZ
		OK 93.07	E20-300-CTZ
		OK 93.12	E20-50-CTZ
		OK Tubrodur 15.86	MF20-40-CTZ

*= tillgänglig som produkt för pulverbågs svetsning

Snabb-guide vid val av tillsatsmaterial

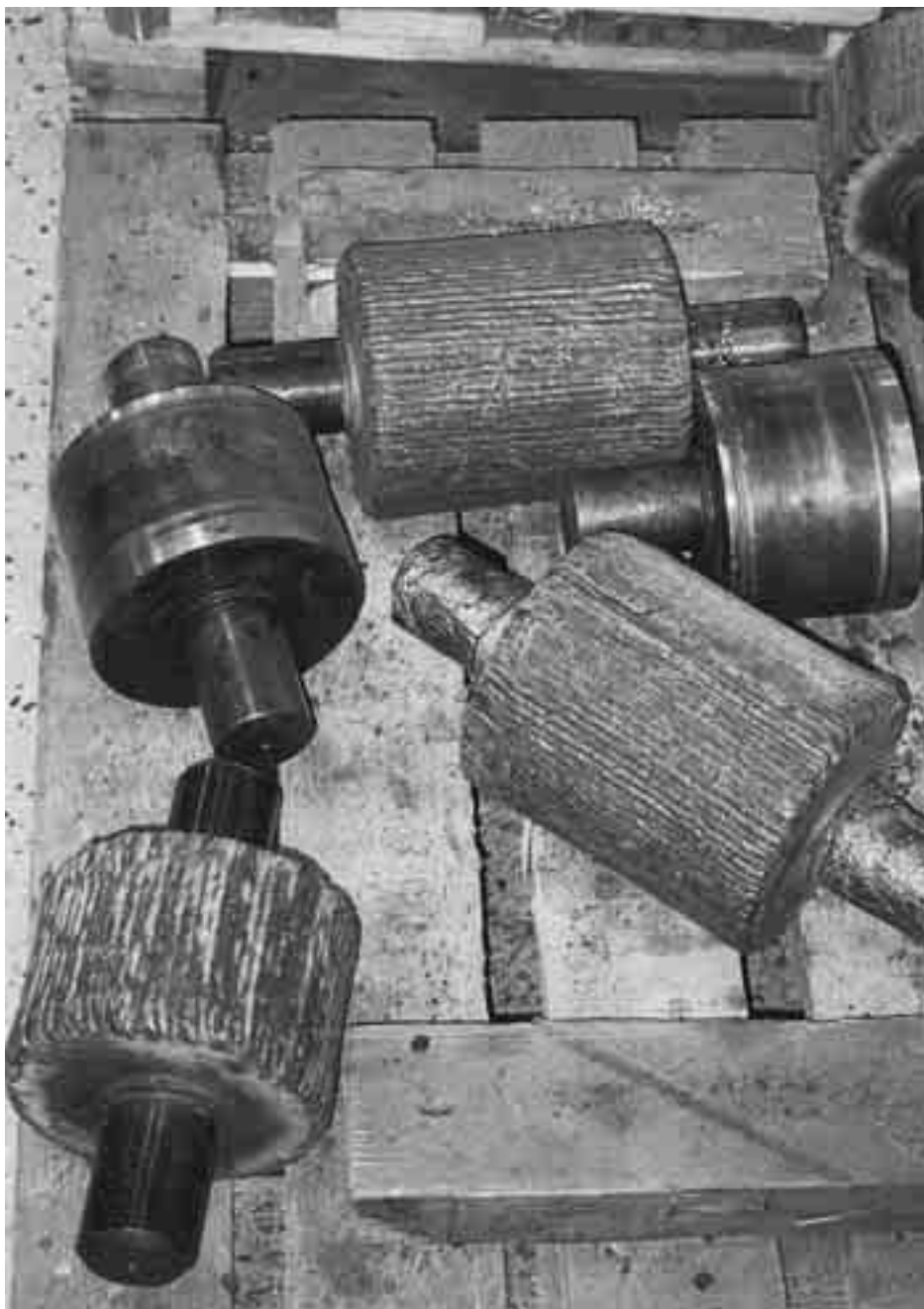


*= Förbättrat motstånd mot nötning efter kallhårdning

STORT ←

MOTSTÅND MOT SLAG

→ LITET



Hårdsvetsning av stödrullar med OK 84.52 och OK 93.06.



Förebyggande hårdsvetsning med OK 84.58.



Hårdsvetsning av trumma med OK 84.84. Fyllnadssvetsning med OK 83.28.

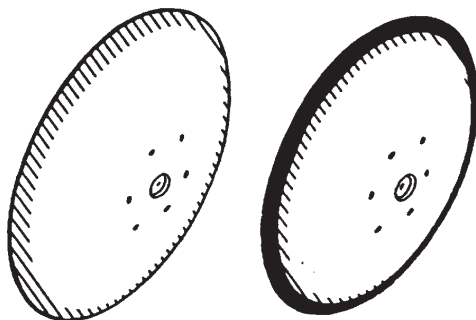
Illustrerade applikationsexempel

Innehållsförteckning



	Sida	Griptång för varma arbetsobjekt	65
Jordbruksredskap – harvtallrikar	46	Grått gjutjärn – gjutfel	66
Jordbruksredskap – plogdetaljer	47	Hammare	67
Gjutgods av aluminium – reparation	48	Löprullar – stödrullar	68
Skovlar till asfaltblandare	49	Maskinstativ – grått gjutjärn	69
Skovlar och knivar för ler- och cementblandare	50	Stansverktyg för metall	70
Gjutstål – reparation av sprickor, hål, etc.	51	Fräsar för stål och metaller	71
Klippstål för kallklippning	52	Blandnings- och knådnings- maskiner	72
Klippstål för varmklippning	53	Transportskruvar för vägbeläggningssmaterial	73
Klippdynor och stansar	54	Skarvning av rälér	74
Krosskoner	55	Reparation av slitna rälér	75
Kranhjul	56	Slitssågtänder	76
Hammare i avfallskvarnar	57	Krossningsvalsar	77
Skrapblad i släpskopverk	58	Skrapblad	78
Muddringsskopor	59	Axlar	79
Kronor på jordborr	60	Hårdsvetsning av grävskopständer	80–81
Motorblock av gjutjärn	61	Påsvetsning av nya grävskopständer	82
Skruvar för profilsprutning av plast och gummi	62	Hållare för grävskopständer	83
Matarskruvar i tegeltillverkning	63	Länkar i larvkedja	84
Bågmejsling – Skärning – Håltagning	64	Bärrullar i larvkedja	85
		Ventilsäten	86

Jordbruksredskap – harvtallrikar



Rekommenderad procedur

Påläggssvetsningen utförs på den konkava sidan av tallriken och eventuellt nödvändig profilslipning görs på den konvexa sidan.

Eftersom skivorna kan vara tillverkade av hårdbart stål, rekommenderas förvärmning vid 350–400°C. Slipa den konvexa sidan av skivan och lägg på med OK 84.78, OK 83.50 eller OK 83.65 på en bredd av 20–30 mm från periferin och inåt. Svetsa på kanten och pendla mot centrum.

Lagret skall vara så tunt och jämnt som möjligt. Långsam svalning.

Tillsatsmaterial

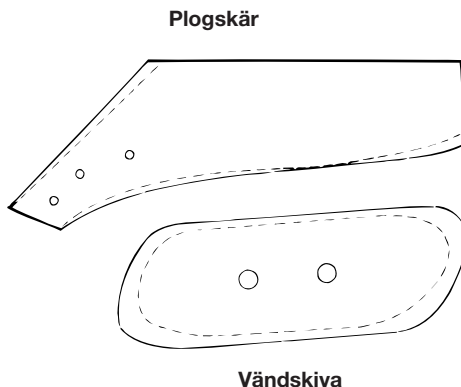
OK 84.78 för torra-våta förhållanden

OK 84.58 för torra-våta förhållanden

OK 83.65 för torra förhållanden

OK 83.50 för torra förhållanden

Jordbruksredskap – plogdetaljer



Rekommenderad procedur

De skärande plogdetaljerna förslits huvudsakligen i de områden som anges i figurerna.

Erfarenheten har visat att det är stor skillnad i förslitning mellan olika jordarter. Förslitningen varierar också om jorden är våt eller torr. Av den anledningen kan det bli nödvändigt att fastställa den bästa typen av tillsatsmaterial genom prov.

Tillsatsmaterial

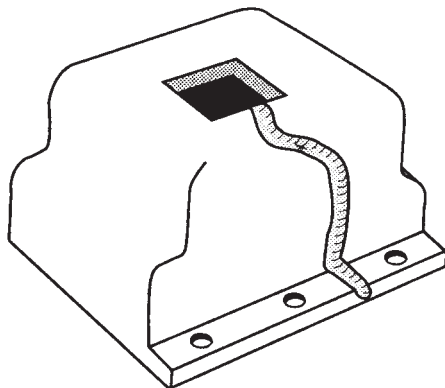
OK 84.78 för torra-våta förhållanden

OK 84.58 för torra-våta förhållanden

OK 83.65 för torra förhållanden

OK 83.50 för torra förhållanden

Gjutgods av aluminium – reparation



Rekommenderad procedur

Slipa det skadade området för att skapa en ren och jämn yta.

Se till att de elektroder, som skall användas, är torra.

Svetsningen förenklas och lägre ström kan användas. om delar med stora tvärsnitt förvärms.

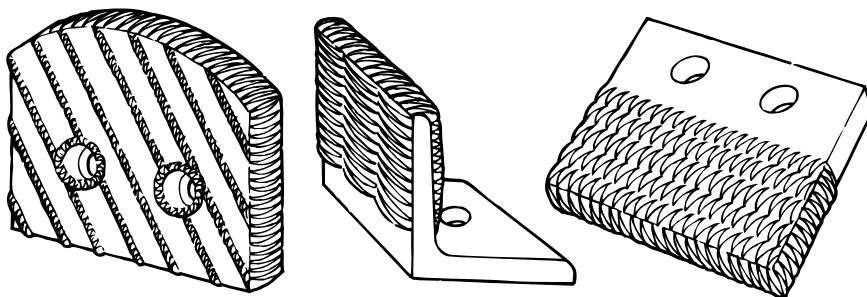
Komplicerade detaljer bör förvärmas till 100–150°C,

Svetsa med OK 96.50. Tillämpa svetsning med strängar. Om möjligt bör fogen svetsas med en sträng. Om fogen kräver svetsning med flera strängar, se till att all slagg avlägsnas, innan en ny sträng svetsas.

Tillsatsmaterial

OK 96.50

OK Autrod 18.05



Rekommenderad procedur

Före svetsningen avlägsnas skadat material genom bågmejsling med OK 21.03 eller genom slipning. De utsatta kanterna hårdsvetsas med elektroderna OK 84.84 eller OK 84.78 eller rörtrådarna OK Tubrodur 14.70 eller 15.80, vilka ger ett svetsgods, som är motståndskraftigt mot förlitning.

Med OK 84.84 och OK Tubrodur 15.80 erhålls maximum hårdhet redan från det första lagret. Lägg inte mer än två lager med dessa elektroderna. OK 84.84 bör helst svetsas i rut- eller punktmönster, medan de övriga kan svetsas över hela ytan och så ge skydd mot nötningen.

OK 84.78 och OK Tubrodur 14.70 kan ge upphov till avspänningssprickor, men detta påverkar inte slitenskaperna.

Kanterna och hörnen kan påsvetsas genom att man använder kopparplåtar, som håller svetsmältan på plats.

De påsvetsade legeringarna kan endast bearbetas genom slipning.

Tillsatsmaterial

Bågmejsling

OK 21.03

Hårdsvetsning

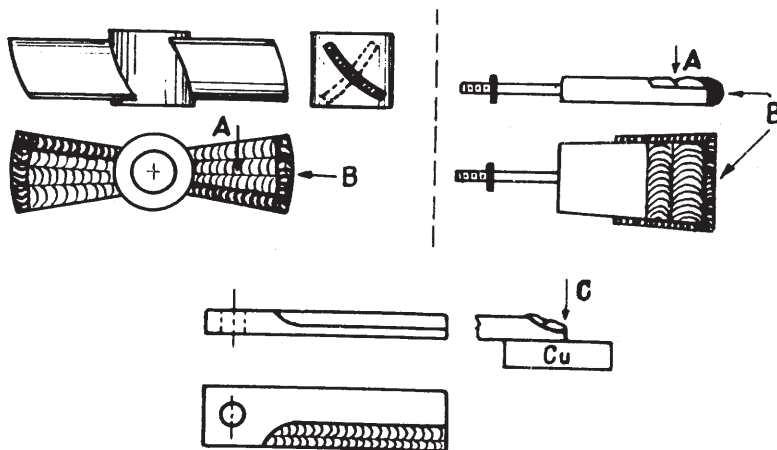
OK 84.84

OK Tubrodur 15.80

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

Skovlar och knivar för ler- och cementblandare



Rekommenderad procedur

Slipa bort allt skadat material eller befintligt hårdsvetslager.

Om kanterna eller eggarna är mycket tunna kan man använda en kopparplåt (C) för att hålla svetssmältan på plats. Om nödvändigt kan en lätt slipning göras som avslutning.

Partierna (A) hårdsvetsas med

OK 84.78 eller OK Tubrodur 14.70.

Eggarna (B) läggs på med OK 84.84 i strängform.

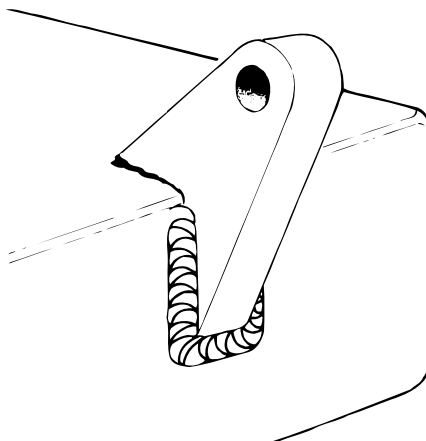
Tillsatsmaterial

OK 84.78

OK 84.84

OK Tubrodur 14.70

Gjutstål – reparation av sprickor, hål, etc.



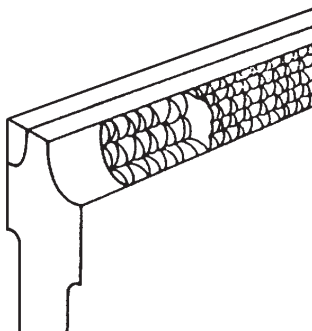
Rekommenderad procedur

Sprickor, hål och defekter avlägsnas genom bågmejsling med OK 21.03 – om möjligt från båda sidorna för att erhålla en U- eller X-fog. Kontrollera noggrant att inga defekter finns kvar och se till att fogändarna får en mjuk rundning så att sprickor inte breder ut sig. OK 68.82 kan användas utan förvärmning. Förvärmning är emellertid nödvändig, om materialet är tjockt. Svetsa omväxlande på båda sidorna för att jämna ut krympspänningar.

Tillsatsmaterial

OK 68.82

OK Autrod 16.75



Rekommenderad procedur

Klippstål är tillverkade av legerat stål, som härdats. De skall hårdsvetsas med en svetslegering med liknande hårdhet.

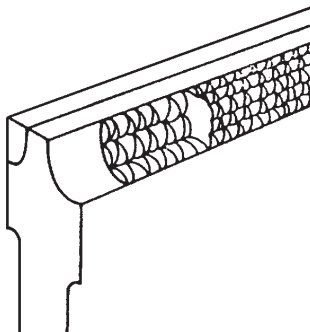
- Slitna klippstål förbereds för påläggssvetsning såsom ovanstående bild visar. Alla skarpa kanter rundas av, där svetsningen skall ske.
- Förvärmningstemperaturen bör vara 200–300°C, beroende på grundmaterialet.
- Svetsa med OK 85.65.
- Låt svalningen ske långsamt genom att det svetsade området packas in i värmeisolerande material.

Nya klippstål kan tillverkas av billigare stål och förses med hårdsvetsade skäreggar.

OK 85.65 ger ett svetsgodset med hårdheten 60 HRC. Svetsgodset kan emellertid dubbelanlöpas vid c:a 550°C i en timme för att öka hårdheten till c:a 65 HRC.

Tillsatsmaterial

OK 85.65



Rekommenderad procedur

Klippstål för varmklippning är vanligtvis tillverkade av stål, som kan värmebehandlas.

Slitna klippstål förbereds för påläggssvetsning såsom ovanstående bild visar.

Alla skarpa kanter rundas av före svetsningen.

Förvärmning vid 200–300°C rekommenderas. Ett buffertlager, som svetsas med OK 68.82 är tillrådligt före hårdsvetsningen med antingen den koboltbaserade OK 93.06 eller den nickelbaserade OK 92.35. OK 85.58, som ger ett svetsgodis av snabbståltyp kan också användas.

Låt arbetsstycket svalna långsamt inpackat i isolerande material. Skärebben skärps genom slipning.

Tillsatsmaterial

Buffertlager

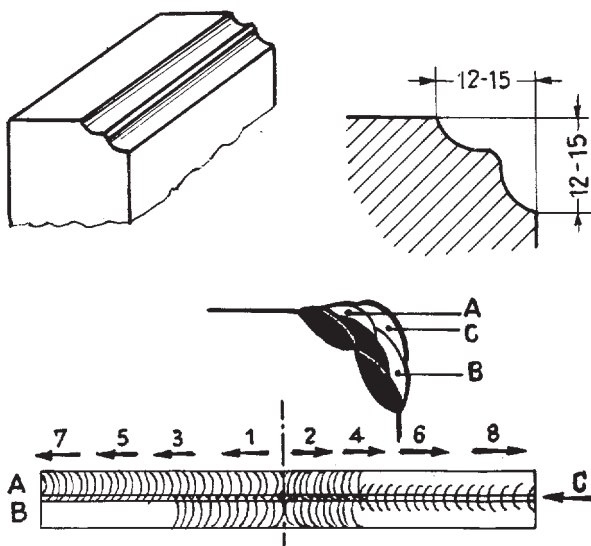
OK 68.82

Hårdsvetsning

OK 93.06

OK 92.35

OK 85.58



Rekommenderad procedur

Förbered platsen för påläggssvetsningen såsom bilden anger.

Förvärmning bör göras vid 200–250°C beroende på kolhalten i grundmaterialet.

Ett buffertlager c:a 4 mm tjockt svetsas med OK 68.82.

Lägg maximalt tre hårdsvetslager med OK 93.06.

Tillsatsmaterial

Buffertlager

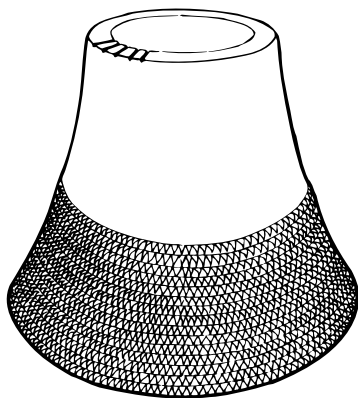
OK 68.82

Hårdsvetsning

OK 93.06 för arbete i varmt och kallt tillstånd

OK 85.58 för arbete i kallt tillstånd

OK 84.52 för arbete i kallt tillstånd



Rekommenderad procedur

Krosskoner är vanligtvis tillverkade av 14% manganstål (omagnetiskt) och skall svetsas kallt. Undvik uppvärmning av materialet över 150–200°C vid svetsningen.

På grund av storleken och materialtjockleken förhindras alltför hög temperatur genom värmeavledning.

OK 67.45 eller OK Tubrodur 14.71 används för uppbyggnad, medan OK 84.58 eller OK Tubrodur 15.80 används för hårdsvetsning.

Tillsatsmaterial

Uppbyggnad

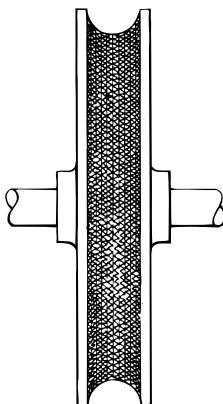
OK 67.45, OK 67.52

OK Tubrodur 14.71

Hårdsvetsning

OK 84.58

OK Tubrodur 15.80



Rekommenderad procedur

De flesta hjul är tillverkade av stål med hög kolhalt. Det är därför tillrådligt att förvärma vid 200–300°C och kyla långsamt. Om möjligt bör automatisk eller halvautomatisk svetsning användas med hjulet placerat i en roterande fixtur. Påläggssvetsningen bör medge maskinbearbetning till rätta mått.

Eftersom det här gäller slitage metall-mot-metall rekommenderas en seg svetslegering, som ger en hårdhet av 30–35 HRC.

Tillsatsmaterial

OK 83.28, OK 83.29

OK Tubrodur 15.40

OK Tubrodur 15.40S/OK Flux 10.71

Rekommenderad procedur

Hammarna är tillverkade av ett låglegerat gjutstål (magnetiskt) eller manganstål (omagnetiskt). För att undvika risken för sprickor i själva hammaren är det tillrådligt att applicera ett segt buffertlager före hårdsvetsningen, då det gäller hammare av låglegerat stål.

Ett lager med användande av OK 67.45, OK 68.81 eller OK Tubrodur 14.71 svetsas därför på. Hårdsvetsning utförs därefter med två till tre lager av en slitstark legering enligt följande lista.

Uppbyggnad på manganstål görs med OK 86.28 följt av hårdsvetsning på samma sätt som för låglegerat stål.

Tillsatsmaterial

Hammare av legerat gjutstål

Buffertlager

OK 68.81

OK Autrod 16.75

eller

OK 67.45

OK Tubrodur 14.71



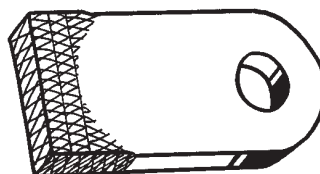
Hårdsvetsning

Slag + nötning

OK 83.50

OK Autrod 13.91

OK Tubrodur 15.52



Nötning + måttliga slag

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

Hammare av manganstål

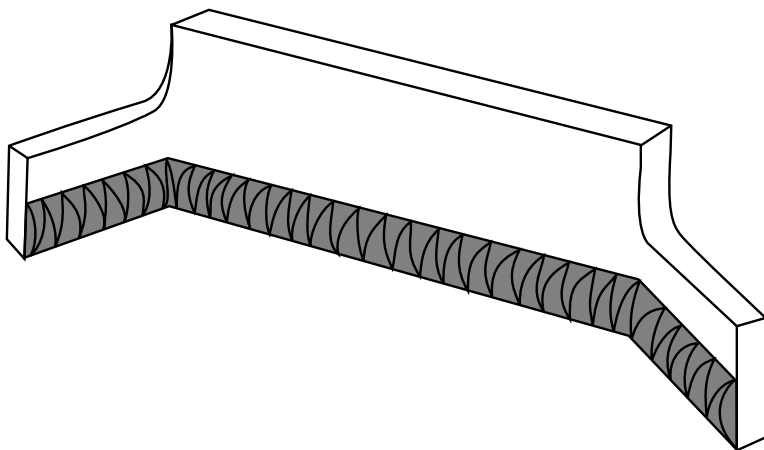
Uppbyggnadslager

OK 86.28

OK Tubrodur 15.60

Hårdsvetsning lika som
för gjutstålshammare





Rekommenderad procedur

Framkanten såväl som övriga sidor av bladet hårdsvetsas. För att öka verkningsgraden och livslängden bör nya blad hårdsvetsas, innan de sätts i arbete.

Tillsatsmaterial

Extrem nötning

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

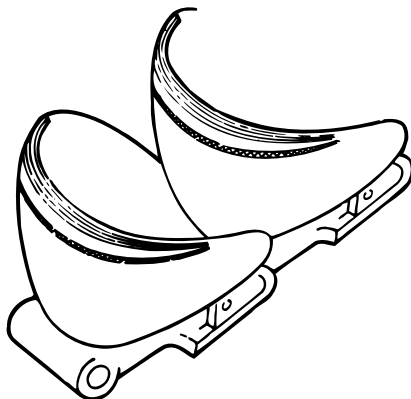
OK Autrod 13.91

Måttlig nötning

OK 83.65

OK Tubrodur 15.52

OK Autrod 13.90



Rekommenderad procedur

Skopor av manganstål och speciellt läpparna på skoporna är utsatta för slitage genom nötning.

Innan nya skopor tas i bruk, bör de hårdsvetsas för att öka verkningsgraden och livslängden.

Skopor måste reparationssvetsas, innan slitaget har blivit för stort. Nedslitna läppar kan repareras genom att ställister svetsas på skopan med OK 67.52. Läpparna bör hårdsvetsas på båda sidorna.

Nya läppar kan svetsas fast på skopan med OK 68.81, OK 68.82 eller OK Tubrodur 14.71. Hårdsvetsning på läpparna görs i förebyggande syfte med användning av OK 84.78 eller OK Tubrodur 14.70. För att bygga upp läpparna använd OK 67.45 eller OK Tubrodur 14.71 samt OK 84.78 eller OK Tubrodur 14.70 eller OK Tubrodur 15.80 för hårdsvetsningen.

Tillsatsmaterial

Hopsvetsning

OK 68.81, OK 68.82

OK Tubrodur 14.71

Uppbyggnad

OK 67.45, OK 67.52

OK Tubrodur 14.71

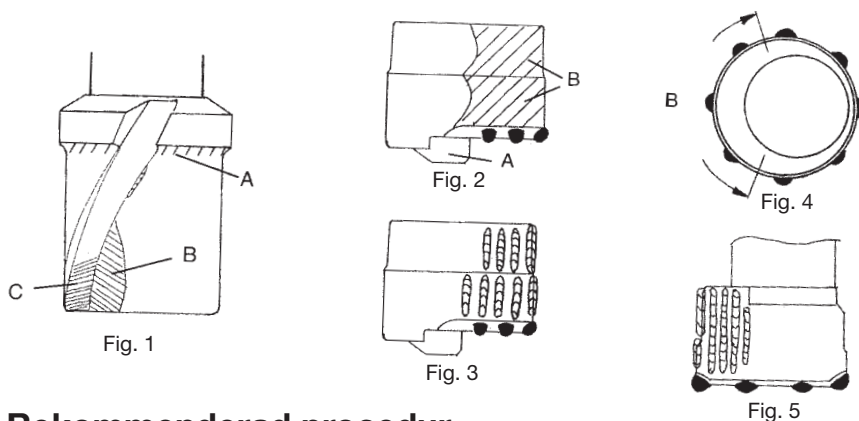
Hårdsvetsning

Nötning + slag + tryck

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

OK Tubrodur 15.80



Rekommenderad procedur

Styrningen

Förlitningen sker normalt i de områden, som visas i Figur 1:

- undersidan på "slagflänsen" (A)
- den nedre delen av den cylindriska ytan (B)
- styrlisten (C) för borttransporten av det lösa materialet

Svetsningen utförs med OK 83.28.

Brotschen

Förlitningen uppträder i de områden, som visas i Figur 2:

- vid stoppklacken (A)
- på delar av den cylindriska ytan (B)

Stoppklacken bör repareras, när ytan har slitits ner omkring 4 mm.

OK 83.28 används för uppbyggnad före hårdsvetsning med OK 84.84.

OK 84.84 svetsas i vertikalt fallande läge. Om möjligt placera brotschen i 45° lutning. Svetsningen görs med parallella strängar med 2 mm avstånd mellan strängarna. Strängarna får inte komma i kontakt med varandra, Figur 3.

Borrkronan

Förlitningen uppträder i de områden, som visas i Figurerna 4 och 5:

- i spåret för stoppklacken (A)
- på den cylindriska ytan (B)

Spåret bör repareras, när ytan har slitits ner omkring 4 mm. Använd OK 83.28. Strängläggningen på den cylindriska ytan görs på samma sätt som på brotschen.

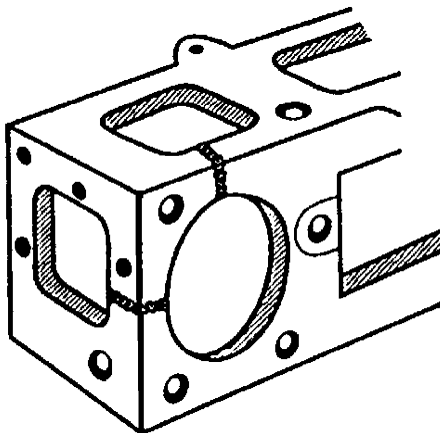
Tillsatsmaterial

Uppbyggnad

OK 83.28

Hårdsvetsning

OK 84.84



Rekommenderad procedur

Svetsningen utförs i kallt tillstånd, d.v.s. utan förvärmning.

- Svetsa korta strängar, max. 25 mm långa, beroende på godstjockleken.
- Bearbeta svetsen med en penhammare omedelbart efter avslutad svetssträng.
- Låt inte temperaturen i svetsområdet överstiga handvärme. Kyl området med tryckluft.
- Använd minsta möjliga elektroddiameter och låg ström.
- Svetsa i riktning mot hörn och från tunt gods mot tjockare.
- Svetsa raka strängar utan pendling.
- Borra hål i ändarna på en spricka för att förhindra att sprickan sprider sig. En "U"-formad fogberedning är att föredra. Sprickan avlägsnas genom bågmejsling med OK 21.03.

Bågmejsling med OK 21.03 är mycket fördelaktigt, eftersom det torkar ut olja och grafit från spårytorna.

Om det är möjligt, bör blocket placeras, så att svetsningen kan ske i horisontalläge.

Tillsatsmaterial

Bågmejsling

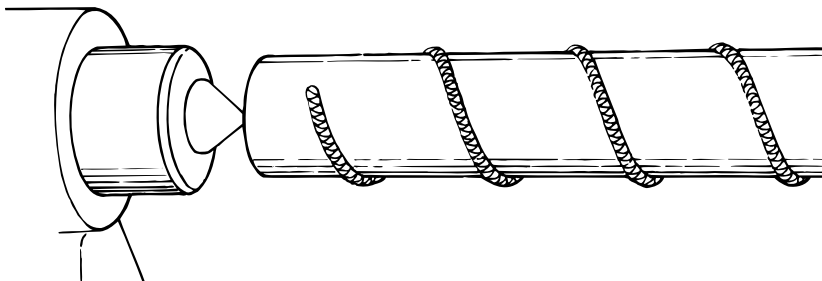
OK 21.03

Reparation av spricka

OK 92.18

OK 92.60

Skrubar för profilsprutning av plast och gummi



Rekommenderad procedur

Rengör ytan omsorgsfullt före svetsningen. Skruven, uppsatt i en roterande fixtur, bör förvärmas till 100–200°C, när tjockleken är >10 mm. Svetsningen kan utföras med OK 93.06 (koboltbaserad) eller OK Tubrodur 15.86 eller OK 92.35 (nickelbaserad).

Packa in arbetsstycket i isolerande material så att svalningen sker långsamt. Slipa till färdiga mått.

Tillsatsmaterial

OK 93.06

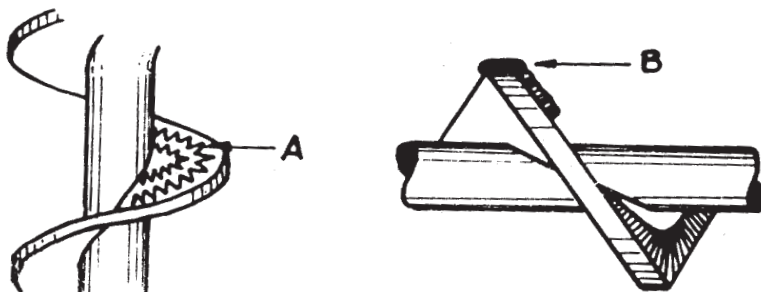
OK 93.06 ger ett hårdare svetsgods än OK 92.35 vid alla temperaturer men det är mindre resistent vid temperaturvariationer.

Maskinbearbetas med hårdmetallverktyg.

OK 92.35

OK 92.35 ger ett mjukare svetsgods än OK 93.06 men det är motståndskraftigare vid temperaturvariationer.

Maskinbearbetbarhet: God.



Rekommenderad procedur

OK 84.84 svetsas med strängar på skruvens periferi (B).

På trycksidan av skruven (A) rekommenderas OK 84.78 eller OK Tubrodur 14.70 och svetsning med pendling, som täcker hela ytan.

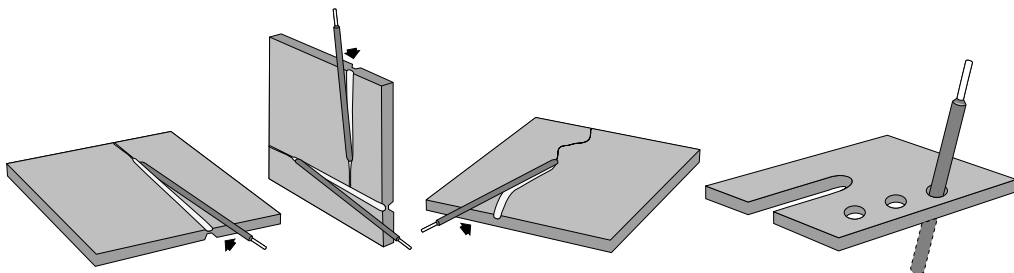
Tillsatsmaterial

OK 84.84

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

Bågmejsling – Skärning – Håltagning



Rekommenderad procedur

OK 21.03 är en elektrod för bågmejsling, skärning och fogberedning av stål, rostfritt stål, gjutjärn, manganstål och icke-järnmetaller såsom aluminium och kopparlegeringar.

Som strömkälla används vanliga svetstransformatorer eller svetslikriktare. Ingen tryckluft, gas eller speciella elektrodhållare erfordras. Rekommenderad strömstyrka finns angiven på paketet.

En mycket ren snittyta erhålles, som fordrar liten eller ingen slutlig rengöring före svetsningen.

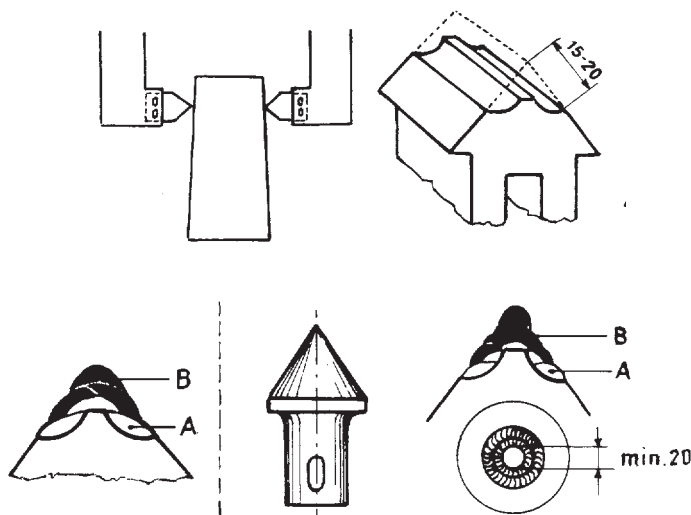
Bågen tänds på samma sätt som en vanlig elektrod. Efter tändningen skjuts sedan elektroden framåt i en liten vinkel (5–15°) i en såg-liknande rörelse. För djupa spår upprepas operationen.

OK 21.03 kan användas i alla lägen och är en elektrod för både växel- och likström.

Tillsatsmaterial

OK 21.03

Griptång för varma arbetsstycken



Rekommenderad procedur

Förbered platsen för påläggssvetsningen såsom bilden anger. Låglegerat stål erfordrar förvärmning vid 150–200°C.

Ett buffertlager (A) svetsas med OK 93.07.

Hårdsvetsningen utförs med OK 93.06. Om ytterligare uppfyllning är nödvändig kan OK 93.07 användas för ett mellanlager.

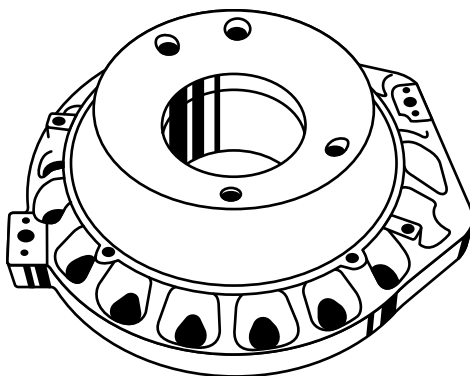
Tillsatsmaterial

Buffertlager

OK 93.07

Hårdsvetsning

OK 93.06



Rekommenderad procedur

Avlägsna gjuthud och sandinneslutningar genom bågmejsling med OK 21.03. Runda av all skarpa kanter före svetsningen.

Svetsa med OK 92.18. Elektroder med diameter 2,5 eller 3,2 mm är att föredra för små kaviteter.

Svetsa i riktning mot ytterkanterna och undvik pendling. Svetsarna skall alltid läggas i korta strängar. Bearbeta svetsen med en penhammare omedelbart efter varje svetssträng, när helst detta är möjligt.

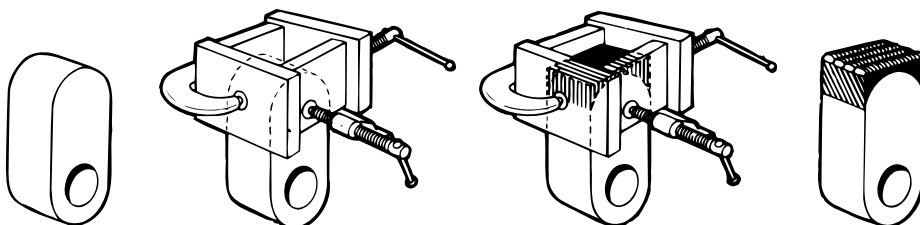
Tillsatsmaterial

Bågmejsling

OK 21.03

Reparation

OK 92.18



Rekommenderad procedur

Hammare för krossning och malning är normalt tillverkade av manganstål och någon gång av gjutstål. För att öka livslängden bör nya hammare hårdsvetsas, innan de tas i bruk.

Slitna hammare behöver ofta byggas upp före hårdsvetsning. Hammare av gjutstål byggs då upp med OK 83.28, medan hammare av manganstål byggs upp med OK 67.45 eller OK 68.81. Om svetsningen sker med halvautomat, bör OK Tubrodur 15.40 användas för gjutstål och OK Tubrodur 14.71 för manganstål.

För hård krossning erbjuder det sega svetsgodset från OK 84.58 eller OK Tubrodur 15.52 det bästa motståndet. För finpulvrisering är det mycket hårda svetsgodset från OK 84.78 eller OK Tubrodur 14.70 överlägset.

För att hålla svetssmältan på plats och behålla rätt form kan kanter och hörn byggas upp med hjälp av kopparplåtar.

Tillsatsmaterial

Uppbyggnad – gjutstål

OK 83.28

OK Tubrodur 15.40

Uppbyggnad – manganstål

OK 67.45

OK Tubrodur 14.71

Hårdsvetsning

Nötning

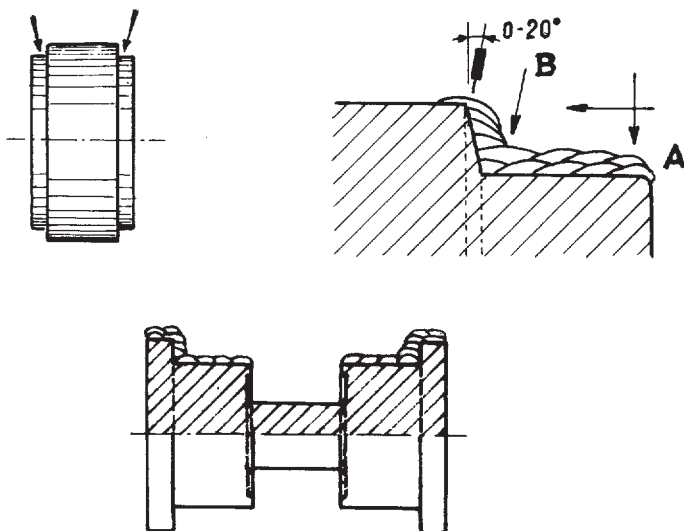
OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

Nötning + slag

OK 84.58

OK Tubrodur 15.52



Rekommenderad procedur

Pulverbågs svetsning eller rörtrådssvetsning bör helst användas vid uppbyggnaden av dessa objekt.

Ett till tre lager (A) svetsas på först, följt av lager (B), vilket anges i figuren.

Om rörtrådssvetsning används, kan svetsningen göras genom stora pendlingsrörelser.

Om svetsningen (B) utförs med belagd elektrod läggs strängarna i tvärriktningen.

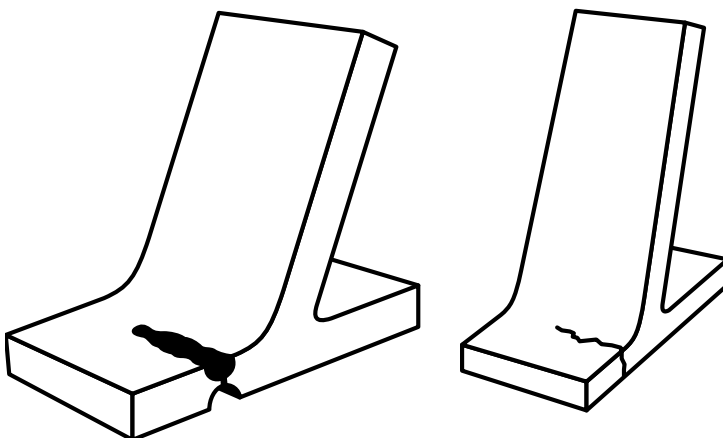
Tillsatsmaterial

OK Tubrodur 15.40S/OK Flux 10.71

OK Tubrodur 15.40/CO₂

OK 83.28

Maskinstativ – reparation av sprickor i grått gjutjärn



Rekommenderad procedur

Avlägsna sprickor genom bågmejsling med OK 21.03.

Förbered en U-fog eller en dubbel U-fog.

Om möjligt, förhindra att sprickan sprider sig genom att borra ett hål i vardera änden av sprickan.

För att uppnå maximal styrka, använd OK 92.60 eller OK Tubrodur 15.66. Svetsa korta strängar med 2,5 eller 3,2 mm elektroder. Det rekommenderas att varje svetssträng penas omedelbart efter svetsningen för att undvika sprickbildning intill fogen p.g.a. krympning i svetsen under svalningen.

Tillsatsmaterial

Bågmejsling

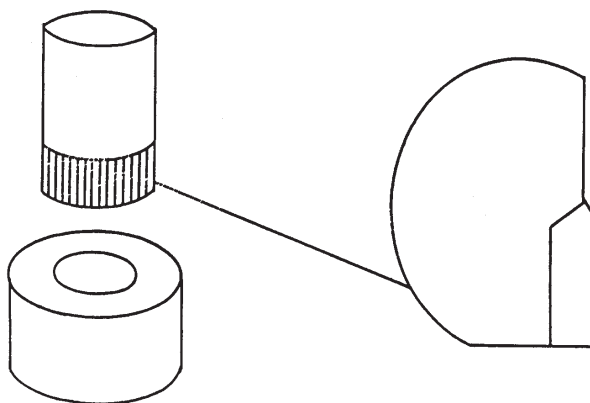
OK 21.03

Reparation av spricka

OK 92.60

OK Tubrodur 15.66

Stansverktyg av låglegerat stål för metall



Rekommenderad procedur

Gör urtag på den sträcka, som skall fyllas med svetsgods och bli den klippande kanten. Urtaget bör vara något längre än den arbetande kant, som erfordras.

Runda alla skarpa kanter före förvärmning och svetsning.

Beroende på verktygets storlek förvärm till 150–200°C och lägg på ett buffertlager med OK 68.82, vilket skall ta upp svetsspänningar.

Svetsa på två till tre lager, alltefter behovet av uppbyggnad, med snabbstålselektroden OK 85.65. OK 85.65 ger en hårdhet av c:a 60 HRC.

Låt svalna långsamt på en dragfri plats och slipa till exakta måttoleranser.

Tillsatsmaterial

OK 85.65



Rekommenderad procedur

Jämna till skadade kanter genom slipning och förvärm fräsar till 350–500°C beroende på storlek. Om möjligt, svetsa på ett lager med OK 68.82 och pena svetsen, medan den ännu är varm.

Svetsa korta strängar med OK 85.65 och pena varje svetssträng, medan den är rödvarm. Bygg upp tillräckligt så att det finns tillräcklig slipmån. Förvärmningstemperaturen måste bibehållas under hela svetsoperationen, som skall följas av långsam kylning med arbetsstycket nerpackat i värmeisolerande material.

Bearbetbar endast genom slipning.

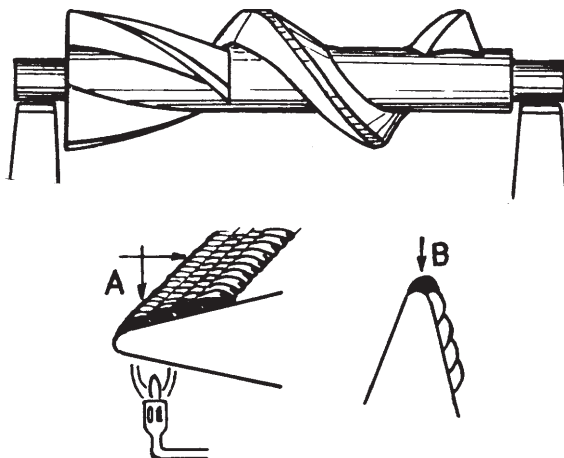
Tillsatsmaterial

Buffertlager

OK 68.82

Hårdsvetsning

OK 85.65



Rekommenderad procedur

Använd en manipulator, som kan rotera arbetsstycket under förvärmningen och svetsningen.

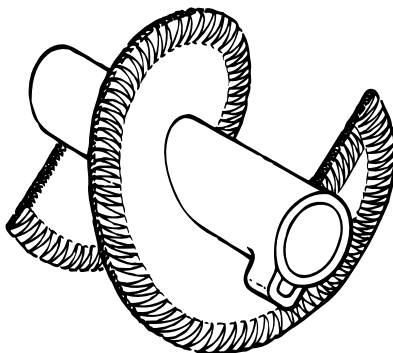
Hårdsvetsa flanken (A) med ett lager. Spiralens topp (B) hårdsvetsas med ett eller två lager. Påläggssvetsning på axeln görs med längsgående strängar. Kanterna och ytorna profilslipas som avslutning.

Beroende på vilken hårdhet, som eftersträvas, används endera elektroden OK 93.06 eller OK 93.01.

Tillsatsmaterial

OK 93.06 c:a 42 HRC

OK 93.01 c:a 55 HRC



Rekommenderad procedur

Före svetsningen avlägsnas skadat material genom bågmejsling med OK 21.03 eller genom slipning. Arbetande ytor och kanter hårdsvetsas med elektroderna OK 83.65 eller OK 84.78 eller med rörtrådarna OK Tubrodur 14.70 eller OK Tubrodur 15.52.

Två eller maximalt tre lager bör svetsas på för att få optimalt skydd mot nötning.

Kanterna och hörnen kan svetsas på med hjälp av kopparplåtar, som håller svetssmältan på plats.

Svetsgodset kan endast bearbetas genom slipning.

Hårt slitna skruvar kan byggas upp med OK 83.28 före hårdsvetsningen.

För att minska förslitningen bör hårdsvetslegeringen svetsas på i samma riktning som materialet passerar över skruvens yta.

Tillsatsmaterial

Bågmejsling

OK 21.03

Uppbyggnad

OK 83.28, OK 83.29

Hårdsvetsning

Hård nötning

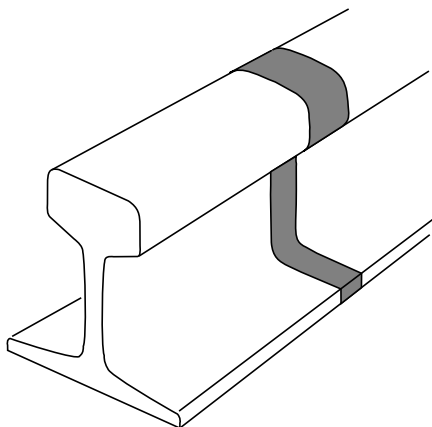
OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

Måttlig nötning

OK 83.65

OK Tubrodur 15.52



Rekommenderad procedur

Rälekvaliteterna 700 och 900A förvärms till 350°C resp. 400°C.

Som rotstöd under rälfoten använd OK Backing 21.21.

Foten svetsas med OK 74.78 i form av strängar.

Kopparbackar monteras, som skapar en gjutform vid svetsningen av livet och huvudet. Samma elektrodtyp används som för foten. Rälhuvudets översida svetsas genom pendling med OK 83.28.

Svetsen grovslipas, medan den fortfarande är varm. Skydda svetsstället under svalningen med mineralull t.ex. Profilslipning kan göras, när svetsstället har svalnat.

Tillsatsmaterial

Rotstöd

OK Backing 21.21

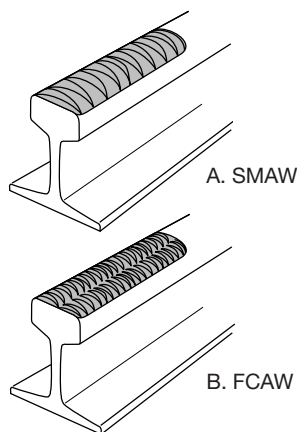
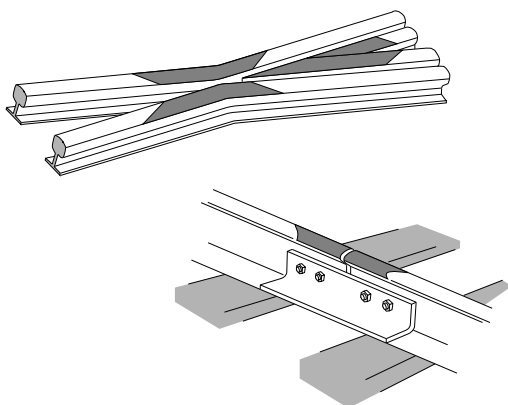
Skarvsvetsning

OK 74.78

Hårdsvetsning

OK 83.28

Reparation av slitna räler



Rekommenderad procedur

Kol-manganstålskvaliteter

Rätkvalitet	700A	fövärmning 350°C
	900A	400°C
	1100A	450°C

Räländar, räldefekter och korsningar

Svetsning med strängar eller pendling kan tillämpas. Figurerna A och B ovan illustrerar pendlingsmönstret vid svetsning med belagd elektrod respektive vid svetsning med rörtråd.

Ibland är det tillrådligt att svetsa en stödsträng längs med kanten eller kanten på rälen före påsvetsningen av huvudet.

Rörtrådar är mycket lämpliga för mekaniserad svetsning.

Tillsatsmaterial

OK 83.27 eller **OK Tubrodur 15.43** c:a 35 HRC

OK 83.28 eller **OK Tubrodur 15.41** c:a 30 HRC

Austenitiska manganstålskvaliteter

Svetsa så kallt som möjligt och tillämpa svetsning med strängar.

Om mer än tre lager erfordras, bör påsvetsningen inledas med en uppbyggnad med en seg rostfri legering, OK 67.45 eller OK Tubrodur 14.71, före den täckande påsvetsningen.

Tillsatsmaterial

Uppbyggnad

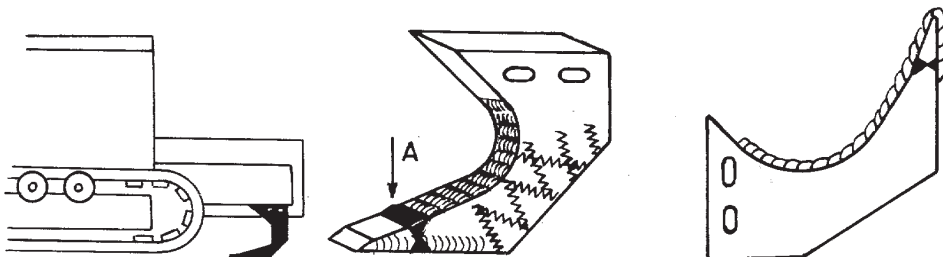
OK 67.45

OK Tubrodur 14.71

Hårdsvetsning

OK 86.28

OK Tubrodur 15.65



Rekommenderad procedur

Slitna eggar kan bytas ut mot nya, varvid OK 67.45 eller OK 68.82 används för skarvsvetsningen. Hela eggen och insidan av tanden hårdsvetsas med OK 84.78 eller OK 84.84 eller OK Tubrodur 14.70 eller OK Tubrodur 15.80. På tandsidorna svetsas ett skyddande rutmönster.

Tillsatsmaterial

Skarvsvetsning

OK 67.45

OK 68.82

Hårdsvetsning

Hård nötning

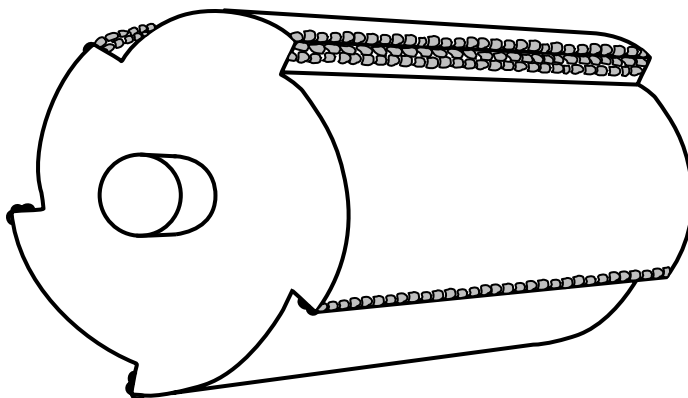
OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

Hård nötning + slag

OK 84.84

OK Tubrodur 15.80



Rekommenderad procedur

Valsen eller de utbytbara krossningslisterna är tillverkade av manganstål (omagnetiskt). Såsom det gäller för alla manganstål, måste överhettning av grundmaterialet under svetsningen undvikas.

Före svetsningen måste ytan rengöras och kontrolleras, om det finns sprickor. Sprickor måste avlägsnas genom bågmejsling med OK 21.03 och repareras med OK 67.45 eller OK Tubrodur 14.71.

OK 86.28 användes vid manuell påläggssvetsning med belagd elektrod och OK Tubrodur 15.60 vid halvautomatsvetsning.

Tillsatsmaterial

Bågmejsling

OK 21.03

Reparation av sprickor

OK 67.45

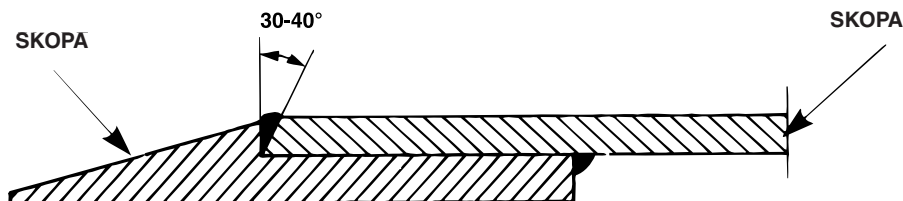
OK Autrod 16.95

OK Tubrodur 14.71

Hårdsvetsning

OK 86.28

OK Tubrodur 15.60



Rekommenderad procedur

I allmänhet är bladen tillverkade av låglegerat, hårdbart stål.

Vid användning av OK 67.45 eller OK 67.52 är det möjligt att skarvsvetsa utan förvärmning. Förvärmning kan vara önskvärt vid svetsning av tjockare material. Svetsen blir mycket seg och töjbar och kan ta upp stora svetsspänningar. OK 68.82 är ett alternativ, då större hållfasthet erfordras.

Tillsatsmaterial

OK 67.45, OK 67.52

OK Tubrodur 14.71

OK 68.82

Rekommenderad procedur

Uppbyggnad

Rengör arbetsstycket noggrant för att kontrollera, om det finns sprickor och skador. Avlägsna skadat material genom slipning eller bågmejsling. Om en senare maskinbearbetning erfordras skär ner till 5 mm under färdigt mått.

När låglegerade elektroder OK 83.28 eller OK 74.78 eller OK Tubrodur 15.50 skall användas, kan det bli nödvändigt med förvärmning för stora diametrar och för axlar tillverkade av material med höga halter av kol och legeringsämnen.

$C_{ekv} > 0,45-0,6$ förvärmning till c:a 200°C

$C_{ekv} > 0,6$ förvärmning till c:a 350°C

Rekommenderade förvärmningstemperaturer för olika material och tjocklekar återfinns i tabellen på sidan 7.

OK 68.82, OK 67.45 och OK Tubrodur 14.71 kan ofta användas utan förvärmning, men det beror på diametern hos axeln. Grövre axlar kan erfordra förvärmning.

För att minimera formförändring placeras svetssträngarna växelvis runt omkretsen som figuren visar. Se till att svalningen sker långsamt efter svetsningen.

Vid halv- eller helautomatisk svetsning bör axeln sättas upp i manipulator, så att axeln roteras och rundsvetsning tillämpas. Vid pulverbågsvetsning används OK Tubrodur 15.40S/OK Flux 10.71.

Avbrutna axlar kan repareras med OK 74.78 eller OK 68.82. Samma regler för förvärmning gäller som vid påläggssvetsning. Där det är möjligt, bör fogberedningen ha formen av ett U.

Tillsatsmaterial

Påläggssvetsning med förvärmning

OK 83.28, OK 83.29

OK Tubrodur 15.40

OK Autrod 13.89

OK Tubrodur 15.40S/OK Flux 10.71

Påläggssvetsning, förvärmning inte nödvändig

OK 68.82

OK Autrod 16.76

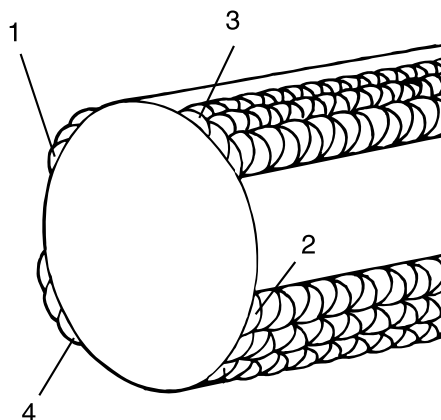
OK 67.45, OK 67.52

OK Tubrodur 14.71

Skarvsvetsning

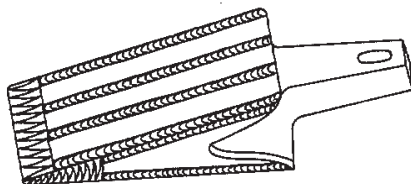
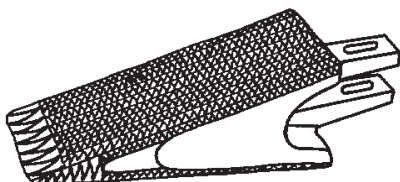
OK 74.78 förvärmning

OK 68.82 förvärmning inte nödvändig



Grävskopständer

Förslitning genom slag



Rekommenderad procedur

Grävskopständer, som arbetar i en miljö, där den huvudsakliga förslitning sker genom slag, är ofta tillverkade av austenitiskt manganstål. Detta material måste svetsas så kallt som möjligt. För uppbyggnad används OK 86.08 eller OK Tubrodur 15.60. Nya eller reparerade tänder hårdsvetsas med OK 84.58 eller OK Tubrodur 15.52 eller OK 84.78 eller OK Tubrodur 14.70.

För tänder, som arbetar under förhållanden med grova stenar, svetsas strängar, som löper längs med materialets rörelseriktning över tanden såsom den högra bilden visar. Stora stenar kommer då att glida över topparna på svetssträngarna och inte komma i kontakt med grundmaterialet.

Tillsatsmaterial

Uppbyggnad

OK 86.08

OK Tubrodur 15.60

Hårdsvetsning

Nötning + slag

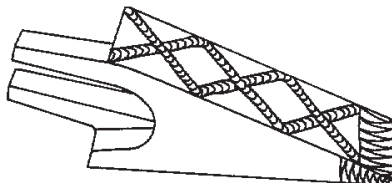
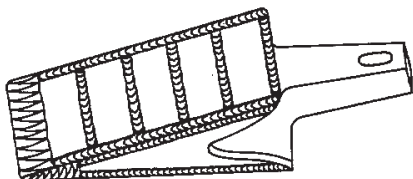
OK 84.58

OK Tubrodur 15.52

Svår nötning

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70



Rekommenderad procedur

Grävskopständer, som arbetar i en miljö med finkornigt material såsom jord, är ofta tillverkade av låglegerat, hårdbart stål, även om också manganstål används. Hårdsvetsningen utförs med strängar lagda i ett mönster såsom bilderna visar. Tänder av låglegerat stål förvärms vid c:a 200°C. Manganstålständer svetsas kallt. Svetsmönstret och avståndet mellan strängarna har stort inflytande på förslitningsegenskaperna.

De flesta schaktningsmaskiner måste arbeta under förhållanden, där en blandning av grovt och finkornigt nötande material kommer i kontakt med ytan på tänderna. Ett rut- eller våffelmönster används i allmänhet.

Tillsatsmaterial

Uppbyggnad

OK 83.28

OK Tubrodur 15.40

Hårdsvetsning

Nötning + slag

OK 84.58

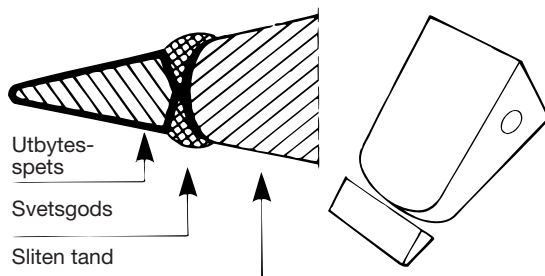
OK Tubrodur 15.52

Svår nötning

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

Påsvetsning av nya spetsar på grävskepstånder



Rekommenderad procedur

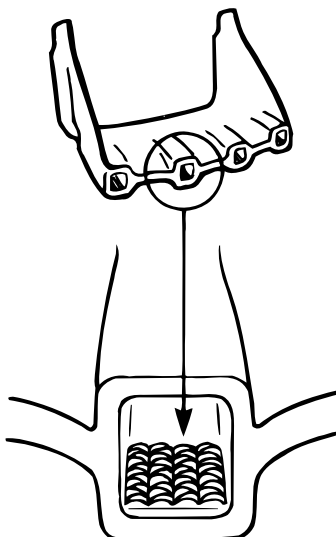
Utbytesspetsar är i allmänhet gjorda av manganstål men kan också vara gjorda av hårdbart stål. I båda fallen utförs hopsvetsningen med överlegerade rostfria tillsatsmaterial.

Om hårdsvetsning erfordras, se avsnitten om Grävskepstånder.

Tillsatsmaterial

OK 67.45, OK 67.52

OK Tubrodur 14.71



Rekommenderad procedur

Dessa hållare är vanligen tillverkade av låglegerat, härdbart stål. Hållaren är fastsvetsad i skopans läpp med OK 48.30 efter förvärmning till 150–200°C, eller OK 67.52, OK 68.82 utan förvärmning.

Bygg upp och skydda hållarna genom påläggssvetsning med OK 83.28 eller OK Tubrodur 15.40. Om större hårdhet erfordras, kan OK 83.50 eller OK Tubrodur 15.52 användas. (Se bilden)

När skopans läpp är tillverkad av omagnetiskt stål (manganstål), svetsas hållarna fast i skopan med OK 67.45, OK 67.52 eller OK 68.82 utan förvärmning.

Tillsatsmaterial

Skarvsvetsning

OK 48.30

OK 67.45, OK 67.52

OK 68.82

Påsvetsning

30–35 HRC

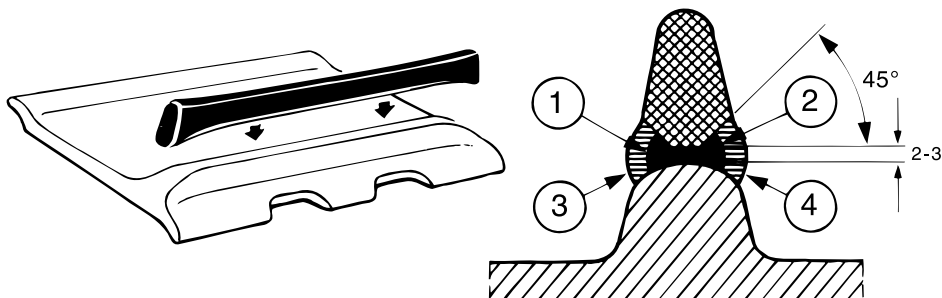
OK 83.28

OK Tubrodur 15.40

55–60 HRC

OK 83.50

OK Tubrodur 15.52



Rekommenderad procedur

Reparationen av länkar i en larvkedja sker genom att en stålprofil svetsas på den slitna länken.

Rengör kedjelänken. Stålprofilen svetsas sedan fast på länken med en spalt på 2–3 mm. Strängläggningen visas i figuren och skall börja mitt på profilstången och sluta ute vid ändarna.

Om kedjelänken är tillverkad av manganstål i stället för kolstål, tillämpas samma procedur.

Om en sliten länkprofil endast skall repareras genom hårdsvetsning, måste en kopparform användas för att erhålla den rätta profilen.

Tillsatsmaterial

Skarvsvetsning

OK Autrod 12.51

OK 68.82

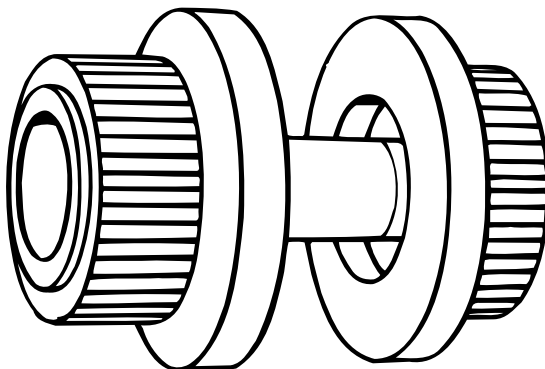
Hårdsvetsning

OK Tubrodur 15.40

OK 83.50

OK 84.58

OK Tubrodur 15.52



Rekommenderad procedur

Påläggssvetsning bör helst utföras genom automatisk rundsvetsning med rullen uppsatt i en roterande fixtur.

Manuell svetsning med belagd elektrod eller halvautomatisk svetsning med rörtråd kan ske genom strängläggning parallellt med rullens centrumlinje.

Vid användning av OK Tubrodur 15.40 krävs endast ett minimum av maskinbearbetning, eftersom ytan blir förhållandevis jämn vid svetsningen. Svetsningen kan också utföras med pulverbågs svetsning med användande av samma rörtråd i kombination med OK Flux 10.71.

Allt svetsgods här är bearbetbart med maskin.

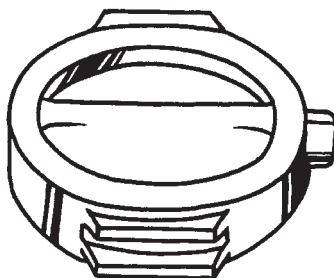
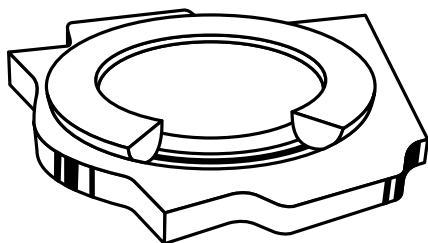
Tillsatsmaterial

OK 83.28

OK 83.29

OK Tubrodur 15.40

OK Tubrodur 15.40S/OK Flux 10.71



Rekommenderad procedur

Ventilsäten är tillverkade av gjutet eller smitt stål. Beroende på storlek och sammansättning bör de förvärmas till mellan 100 och 200°C.

För att uppnå den bästa korrosionbeständigheten och hårdheten bör svetsningen utföras med två eller tre lager.

Svalningen måste ske mycket långsamt. Trots att svetslegeringarna är mycket sega och motståndskraftiga mot nötning kan de bearbetas genom slipning.

OK 93.06, som ger en koboltbaserad legering, används för temperaturer över 500°C.

För temperaturer under 500°C rekommenderas OK 84.42, rostfritt stål med hög kromhalt.

För avstängningsventiler av brons används OK 94.25.

Tillsatsmaterial

OK 93.06 HRC 40–45

OK 84.42 HRC 44–49

OK 94.25



Reparation av kronor på jordborr: OK 83.28 för uppbyggnad. OK 84.84 för hårdsvetsning.



Före reparation.



Efter reparation.

Reparation av räler



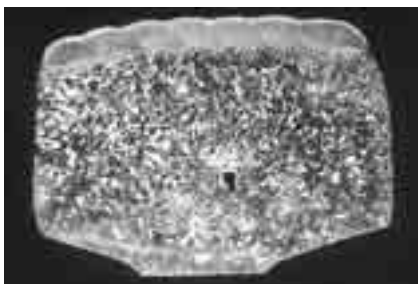
Skarvsvetsning av räler med hjälp av gjutform: OK 74.78.



Reparation av spårvagnsräl: OK 67.52.



Reparation av slirspår: OK Tubrodur 15.43.



Räl av manganstål: OK Tubrodur 15.65



Räl av kol/manganstål: OK Tubrodur 15.43.



Mekaniserad svetsning: Railtrac BV/OK Tubrodur 15.43.



Tabell 1. Tillsatsmaterial för gjutjärn

Produkt	Klassi- ficering	Applikationer	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
SMAW						
OK 91.58 Basisk Likström+, Växelström	DIN 8573 E Fe-B2	För reparation av porer och ytfel utan speciella krav och utan efterbearbetning.	C Mn	0.07 1.0	Hårdhet a w 50 HRC R _m =540MPa A 25% Maskinbearbetbarhet Inte möjlig	2.5 3.25 4.0
OK 92.18 Basisk Likström+,- Växelström	AWS A 5.15 ENi-Cl DIN 8573 ENi-BG11	För reparation av gjutjärnsdelar såsom sprickor i motorblock, pumphus, växellådor, stativ samt defekter i gjutningen.	C Fe Ni	1.0 4.0 94.0	Hårdhet a w 130 – 170 HB R _m =300MPa A 6% Maskinbearbetbarhet God	2.5 3.2 4.0 5.0
OK 92.58 Basisk Likström+,-	AWS A 5.15 ENiFe-Cl DIN 8573 ENiFe-1- BG11	För hopsvetsning och påläggs- svetsning av gjutjärnsdetaljer såväl som hopsvetsning av gjutjärn till stål. Reparation av pumphus, tunga maskindelar, kugghjul, flänsar och lyftblock. Kan användas för aducerat gjutjärn, segjärn och legerat gjutjärn.	C Fe Ni	1.7 46.0 50.0	Hårdhet a w 160 – 200 HB R _m =375MPa A 12% Maskinbearbetbarhet God	2.5 3.2 4.0 5.0
OK 92.60 Basisk Högströms -elektrod Likström+ Växelström	AWS A 5.15 ENiFe-Cl DIN 8573 ENiFe-1- BG11		C Fe Ni	1.7 46.0 50.0	Hårdhet a w 180 – 220 R _m =560MPa A >15% Maskinbearbetbarhet God	2.5 3.2 4.0 5.0
OK 92.78 Basisk Likström+ Växelström	DIN 8573 E NiCu- BG31	En nickel-kopparlegering för svetsning och reparation av grått gjutjärn, aducerat gjutjärn och segjärn. Svetsgodsets färg överensstämmer väl med grundmaterialets.	C Fe Cu Ni	0.7 3.0 32.0 bal.	Hårdhet a w 140 – 160 HB R _m =350MPa A 12% Maskinbearbetbarhet God	2.5 3.2 4.0
FCAW						
OK Tubroduer 15.66 Likström+ Skydds- gas: Ar/2% O ₂	AWS A5.15 E NiFe-Cl	En fluxfylld rörtråd för påläggs- svetsning och hopsvetsning av gjutjärnsdelar såväl som gjutjärn till stål. Reparation av pumpar, tunga maskindelar etc.	C Fe Cu Ni	0.1 bal. 2.5 50.0	R _m =500MPa A 12% Maskinbearbetbarhet God	1.2

Tabell 2. Tillsatsmaterial för buffertlager, svårsvetsade stål samt två olika metaller

Produkt	Klassificering	Applikation	Typ/Egenskaper	Ø mm
SMAW				
OK 67.42 Rutil Högutbytes- elektrod Växelström Likström +	DIN 8555 E 8-200 CKZ AWS 5.4 (E307-26)		C=0.1 Mn=6 Cr=18 Ni=9 aw 200 HB wh 400 HB R _m =600 MPa A=45%	2.5 3.2 4.0 5.0 6.0
OK 67.45 Basisk Likström +	DIN 8555 E 8-200-CKZ AWS 5.4 (E307-15)	För skarvsvetsning av man- ganstål eller hårdbara stål samt för buffertlager som underlag för hårdsvetsning. Extremt segt svetsgods med förmåga att ta upp spänningar.	C=0.1 Mn=6 Cr=18 Ni=9 aw 200 HB wh 400 HB R _m =620 MPa A=40%	2.5 3.2 4.0 5.0
OK 67.52 Basisk Högutbyteselektrod Likström +, Växelström Växelström. OCV70V	DIN 8555 E 8-200-CKZ AWS 5.4 (E307-26)		C=0.1 Mn=6 Cr=18 Ni=9 aw 200 HB wh 400 HB R _m =630 MPa A=45%	2.5 3.2 4.0 5.0
OK 68.81 Rutil Likström + Växelström	DIN 8555 E9-200-CTZ AWS E 312-17		C=0.1 Cr=29 Ni=10 aw 230 HB wh 450 HB R _m =790 MPa A=25%	2.5 3.25 4 5
OK 68.82 Rutil Likström + Växelström	DIN 8555 E9-200-CTZ	Höghållfast elektrod för svetsning av stål med hög kolhalt, verktygsstål samt två olika stål.	C=0.1 Cr=29 Ni=10 aw 240 HV wh 450 HV	2.5 3.25 4 5
OK 92.26 Basisk Likström + Växelström	AWS 5.11 ENiCrFe-3 DIN 1736 EL-NiCr15FeMn	För skarvsvetsning och påläggssvetsning såväl som för buffertlager på stora och grova sektioner av svårsvetsade stål. Även för skarvsvetsning av nickel och nickelleger- ingar. Typisk applikation är rullbanorna på roterande cementugnar.	C<0.1 Mn=6 Cr=16 Ni=70 Nb=2 R _m =640 MPa A=40%	2.5 3.25 4 5
FCAW				
OK Tubrodur 14.71 Rutil Ingen skyddsgas	DIN 8555 MF8-200-CK NPZ	Rostfri rörtråd för påläggs- svetsning och skarvsvets- ning av 14% manganstål eller hårdbara stål samt för buffertlager som underlag för hårdsvetsning.	C=0.1 Mn=6 Cr=18 Ni=8 aw 200HB wh 400HB R _m =640 MPa A=35%	1.6

Tabell 2 forts. Tillsatsmaterial för buffertlager, svårsvetsade stål samt två olika metaller

Produkt	Klassificering	Applikation	Typ/Egenskaper	Ø mm
GMAW				
OK Autrod 16.75	DIN 8555 MSG9-200-CTZ	Rostfri tråd för svetsning och påläggssvetsning av stål med hög kolhalt, verktygsstål och två olika stål.	C=0.1 Cr=29 Ni=9 aw 230 HB wh 450 HB R _m =770 MPa A=>20%	0.8 1.0 1.2 1.6
Skyddsgas: Ar/1–3% O ₂ Ar/1–3% CO ₂				
OK Autrod 16.95	DIN 8555 MSG8-GZ-200-CKNPZ	Rostfri tråd för svetsning och påläggssvetsning av 14% manganstål och två olika stål.	C=0.1 Mn=6 Cr=18 Ni=10 aw 200 HB wh 400 HB R _m =640 MPa A=40%	0.8 1.0 1.2 1.6
Skyddsgas: Ar/1–3% O ₂ Ar/1% CO ₂				

Tabell 3. Belagda elektroder för manganstål
– applikationer som innebär slag och stötar

Produkt	Klassi- ficering	Applikationer	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
SMAW						
OK 86.08 Basisk Likström + Växelström	DIN 8555 E 7-200-K	Påläggssvetsning och uppbyggnad av delar gjorda av manganstål, vilka är utsatta för hårda slag såsom backar, hammare, koner och valsar i roterande krossverk. Svetsgodset har goda kallhärdeningsegenskaper. Mellansträngstemperatur <200°C.	C Mn	1.1 13.0	Hårdhet a w 180–200 HB Hårdhet w h 44–48 HRC Maskinbearbetbarhet Genom slipning Motstånd mot slag Utmärkt gott	3.2 4.0 5.0
OK 86.20 Rutil- basisk Likström + Växelström	DIN 8555 E 7-200-K	Samma som för OK 86.08 med undantag för sämre kallhärdeningsförmåga. Motståndskraften mot nötning är bättre.	C Mn Cr Ni	0.8 13.0 4.5 3.5	Hårdhet a w 200–220 HB Hårdhet w h 37–41 HRC Maskinbearbetbarhet Genom slipning Motstånd mot slag Utmärkt gott	3.2 4.0 5.0 6.0
OK 86.28 Basisk Hög- utbytes- elektrod Likström + Växelström	AWS A5.13 EFeMn-A	Samma som OK 86.20 men mera motståndskraftig mot sprickbildning. Används för påläggssvetsning i rälsväxlar.	C Mn Ni	0.8 14.0 3.5	Hårdhet a w 160–180 HB Hårdhet w h 42–46 HRC Maskinbearbetbarhet Genom slipning Motstånd mot slag Utmärkt gott	3.2 4.0 5.0
OK 86.30 Rutil- basisk Hög- utbytes- elektrod Likström + Växelström		Samma som OK 86.08 men motståndskraftig mot korrosion. Lämplig för flerlager-svetsning och för skarvsvetsning av manganstål till kol-manganstål.	C Mn Cr Ni	0.3 14.0 18.0 1.5	Hårdhet a w 190–210 HB Hårdhet w h 40–44 HRC Maskinbearbetbarhet Genom slipning Motstånd mot nötning Gott Motstånd mot slag Utmärkt gott Motstånd mot korrosion Mycket gott	3.2 4.0 5.0

Tabell 3 forts. Rörtrådar för manganstål
 – applikationer som innebär slag och stötar

Produkt	Klassi- ficering	Applikationer	Skydds- gas/ OK Flux 10.xx	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
FCAW							
OK Tubrodur 15.60 Rutil Likström +	DIN 8555	Påläggssvets- ning av auste- nitiska 13% manganstål, som ingår i gräv- och gruv- utrustningar, där max. motstånd mot slag erfordras. Mel- lansträngstem- peratur (200°C.	Gaslös	C	0.9	Hårdhet a w 200–250 HV w h 400–500 HV Maskinbearbetbarhet Genom slipning Motstånd mot slag Utmärkt gott	1.6–
	MF 7-			Si	0.4		2.4
	200-KNP			Mn	13.0		
				Ni	3.0		
OK Tubrodur 15.65 Rutil Likström +	DIN 8555	Påläggssvets- ning av stål med låg kolhalt, läglegerade stål och 13Mn-stål. Svetsgodset kombinerar ut- märkt motstånd mot nötning och slag. Applikatio- ner är backar och hammare i krossverk, räls- korsningar, slits- sågtänder och slitplattor. OK Tubrodur 15.65 kan också an- vändas i kom- bination med OK Flux 10.61 för pulverbåg- svetsning. Mel- lansträngstem- peratur (200°C).	Gaslös, CO ₂ OK Flux 10.61	C	0.3	Hårdhet a w 200–250 HV w h 400–500 HV Maskinbearbetbarhet Genom slipning Motstånd mot slag Utmärkt gott Motstånd mot nötning Gott Motstånd mot korrosion Mycket gott	1.6–
	MF 8-200-			Mn	13.5		2.4
	GKNPR			Cr	14.5		
				Ni	1.5		
				Mo	0.8		3.2
				V	0.4		

Tabell 4. Tillsatsmaterial för verktygsstål och stål för högtemperaturapplikationer

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
SMAW						
OK 84.52 Basisk Likström + Växelström	E 6-55-R	Reparation av slitna backar av liknande material. Tillverkning av sammansatta verktyg av kolstål och legerade stål för profilsprutningsverktyg, stansverktyg och kallklipp- ningsverktyg.	C	0.25	Hårdhet	2.5
			Cr	13.0	a w 50–56 HRC	3.2
					Maskinbearbetbarhet	4
					Endast genom slipning	5
					Motstånd mot nötning Mycket gott Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god Motstånd mot korrosion Mycket gott	
OK 85.58 Basisk Likström + Växelström	E 3-50-TS	Reparation av skadade eller slitna varmslansnings-, skägg- nings- och smidesverktyg.	C	0.35	Hårdhet	2.5
			Cr	1.8	a w 46–52 HRC	3.2
			W	8	Maskinbearbetbarhet	4
			Co	2	Endast genom slipning	5
					Motstånd mot nötning Gott Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god	
OK 85.65 Basisk Likström + Växelström	E 4-60-S	Reparation av snabbstålsverk- tyg och för tillverkning av sam- mansatta verktyg för klippning och hålstansning.	C	0.9	Hårdhet	2.5
			Cr	4.5	a w 56–62 HRC	3.2
			Mo	7.5	Maskinbearbetbarhet	4
			W	1.8	Endast genom slipning	
			V	1.5	Motstånd mot nötning Mycket gott Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god	
OK 92.35 Basisk Likström + Växelström	E 23-250- CKT	För applikationer, som innebär förslitning vid extremt höga temperaturer såsom varmsmid- ningsverktyg, varmsprutnings- verktyg och varmklippningsstål. OK 92.35 kan också användas för svetsning av Nimonic- och Inconellegeringar.	C	0.1	Hårdhet	2.5
			Cr	16	a w 240–260 HV	3.2
			Mo	17	w h 40–45 HRC	4
			Fe	6.0	Maskinbearbetbarhet	5
			Ni	bal.	Måttlig Slitstyrka vid hög temperatur Utmärkt god Motstånd mot korrosion Mycket gott	

fortsättning

Tabell 4 forts. Tillsatsmaterial för verktygsstål och stål för högtemperaturapplikationer

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
SMAW						
OK 93.01 Rutil Hög- utbytes- elektrod Likström + Växelström	E 20-55- CTZ AWS 5.13 ECoCr-C	Påläggssvetsning av backar, ventiler, verktyg för glasskär- ning, brännarmunstycken, etc.	C Cr W Fe Co	2.2 30 12.5 3.0 bal.	Svetsgodsets hårdhet a w 55HRC Hårdhet vid förhöjd temp. 600°C 800°C ~ 44 HRC ~ 34 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot nötning Utmärkt gott Slitstyrka vid hög temp. Utmärkt god Motstånd mot korrosion Utmärkt gott	3.2 4 5
OK 93.06 Rutil Hög- utbytes- elektrod Likström + Växelström	E 20-40- CTZ AWS 5.13 ECoCr-A	Påläggssvetsning av klippstål, munstycken för ånga, buss- ningar, stansverktyg, avgas- ventiler.	C Si Mn Cr W Fe Co	1.0 0.9 1.0 28.0 4.5 3.0 bal.	Hårdhet a w ~ 42 HRC Hårdhet vid förhöjd temp. 300°C 600°C ~ 35HRC ~ 29HRC Maskinbearbetbarhet Med hårdmetallverktyg Motstånd mot nötning Mycket gott Slitstyrka vid hög temp. Utmärkt god Motstånd mot korrosion Utmärkt gott	2.5 3.2 4 5
OK 93.07 Rutil Hög- utbytes- elektrod Likström + Växelström	E 20-300- CTZ	Påläggssvetsning av varm- bearbetningsverktyg, backar, klippstål, avgasventiler, lager- ytor. Kan användas för buffert- lager som underlag till hård- svetsning med OK 93.01, OK 93.06, OK 93.12.	C Cr Ni Mo Fe Co	0.3 28.0 3.5 5.5 2.0 bal.	Hårdhet a w ~ 30 HRC w h ~ 45 HRC Hårdhet vid förhöjd temp. 300°C, 280 HB Maskinbearbetbarhet Med hårdmetallverktyg Motstånd mot slag Gott Motstånd mot nötning Mycket gott Motstånd mot korrosion Utmärkt gott	3.25 4 5

fortsättning

Tabell 4 forts. Tillsatsmaterial för verktygsstål
och stål för högtemperaturapplikationer

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
OK 93.12 Rutil Hög- utbytes- elektrod Likström + Växelström	E 20-50- CTZ AWS 5.13 ECoCr-B	Påläggningssvetsning av varmvalsar, knådningsvalsar, presskruvar, bandsågar, matar- skruvar, träbearbetningsverktyg.	C Cr W Fe Co	1.4 28.0 8.5 3.0 bal.	Hårdhet a w ~ 46 HRC Hårdhet vid förhöjd temperatur 300°C, 600°C ~ 37, ~ 32HRC Maskinbearbetbarhet Med hårdmetallverktyg Motstånd mot nötning Mycket gott Slitstyrka vid hög temperatur Utmärkt god Motstånd mot korrosion Utmärkt gott	3.2 4 5
FCAW						
OK Tubrodur 15.84 Metall- pulverfylld Likström + Skyddsgas: CO ₂		Reparation av varmastansar, skäggningsverktyg och smidesverktyg.	C Cr Mo V Co W	0.4 1.8 0.4 0.4 2.0 8.0	Hårdhet a w 49–55 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot nötning Gott Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god	1.6
OK Tubrodur 15.86 Metall- pulverfylld Likström + Skyddsgas: Ar/2%O ₂	MF20- GF-40 CTZ	OK Tubrodur 15.86 är lämplig för avgasventiler, ventiler i kemiska installationer, smides- verktyg och ett antal kompo- nenter, som används inom kraft-, plast-, papper- och gummiindustrin.	C Cr Ni W Fe Co	1.0 27.0 2.5 4.0 ≤ 5.0 bal.	Hårdhet a w ~ 40 HRC Maskinbearbetbarhet Med hårdmetallverktyg Motstånd mot slag Gott Motstånd mot metall- mot-metallförslitning Gott Motstånd mot nötning Utmärkt gott Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god Motstånd mot korrosion Utmärkt gott	1.2 1.6

Tabell 5. Belagda elektroder för hårdsvetsning och uppbyggnad

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
OK 83.27 Basisk Likström + Växelström	E 1-350	Speciellt utvecklad för räls och rälsväxlar.	C Cr	0.2 3.2	Hårdhet a w ≈ 35 HRC Maskinbearbetbarhet God Motstånd mot slag Mycket gott Motstånd mot metall- mot-metallförlitning Mycket gott	4.0 5.0
OK 83.28 Basisk Likström + Växelström	E 1-300	För uppbyggnad och stödlager för hårdare svetslegeringar. Detaljer i valsverk såsom spår- valsar och kopplingar, räls, rälsväxlar, kugghjul, länkar och rullar för traktorer samt lager- tappar.	C Cr	0.1 3.2	Hårdhet a w ≈ 30 HRC Maskinbearbetbarhet God Motstånd mot slag Mycket gott Motstånd mot metall- mot-metallförlitning Mycket gott	2.5 3.2 4.0 5.0 6.0
OK 83.29 Basisk Hög- utbytes- elektrod Likström + Växelström	E 1-300	Samma som OK 83.28.	C Cr	0.1 3.2	Hårdhet a w ≈ 30 HRC Maskinbearbetbarhet God Motstånd mot slag Mycket gott Motstånd mot metall- mot-metallförlitning Mycket gott	3.2 4.0 4.5 5.0 5.6
OK 83.30 Rutil Likström + Växelström	E 1-300	Samma som OK 83.28.	C Cr	0.1 3.2	Hårdhet a w ≈ 30 HRC Maskinbearbetbarhet God Motstånd mot slag Mycket gott Motstånd mot metall- mot-metallförlitning Mycket gott	3.25 4.0 5.0
OK 83.50 Rutil Likström + Växelström Växelström OCV 40 V	E 6-55-G	Speciell elektrod för svetsning med små hobbytransformatorer med låg tomgångsspänning. Lämplig vid reparation av jord- bruks- och skogsmaskiner.	C Cr Mo	0.4 6.0 0.6	Hårdhet a w 50–60 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot nötning Mycket gott	2.0 2.5 3.2 4.0 5.0
OK 83.53 Basisk Likström + Växelström	E 6-60- GP	Lämplig för detaljer som är utsatta för extrem nötning i kombination med slag som t.ex i krossverk, skogs- maskiner, transportskravar och borrarutrustningar.	C Cr Mo	0.5 7.0 1.0	Hårdhet a w 58–60 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot nötning Utmärkt gott	3.2 4.0 5.0

fortsättning

Tabell 5 forts. Belagda elektroder för hårdsvetsning och uppbyggnad

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
OK 83.65 Basisk Likström + Växelström	E 2-60-G	För delar utsatta för extrem för- slitning genom nötning av sten, kol, mineraler och jord. Trans- portskruvar, rullar, muddrings- skopor, delar i blandare, gräv- maskinsskopor och krossverk.	C	0.75	Hårdhet	3.2
			Si	4.0	a w 58-63 HRC	4.0
			Cr	2.0	Maskinbearbetbarhet	5.0
					Endast genom slipning Motstånd mot nötning Mycket gott	6.0
OK 84.42 Rutil Likström + Växelström	E 5-45-R	För ventilsäten, kugghjul, axlar och knivar. Behåller hårdheten till omkring 500°C.	C	0.12	Hårdhet	2.5
			Cr	13.0	a w 40-46 HRC	3.2
					Maskinbearbetbarhet	4.0
					Med hårdmetallverktyg Motstånd mot metall- mot-metallförslitning Mycket gott Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god Motstånd mot korrosion Mycket gott	5.0
OK 84.52 Rutil Likström + Växelström	E6-55-R	Samma som OK 84.42 men ger större hårdhet.	C	0.25	Hårdhet	2.5
			Cr	13.0	a w 50-56 HRC	3.2
					Maskinbearbetbarhet	4.0
					Endast genom slipning Motstånd mot metall- mot-metallförslitning Gott Slitstyrka vid hög temp. Mycket god Motstånd mot korrosion Mycket gott	5.0
OK 84.58 Basisk Likström + Växelström	E 6-55-G	Hårdsvetsning på jordbruks- och skogsmaskiner, lastmaski- ner och blandare. Lämplig för svetssträngar på kallhårdande legeringar i form av rutmönster samt längs kanter.	C	0.7	Hårdhet	2.5
			Si	0.6	a w 53-58 HRC	3.2
			Mn	0.7	Maskinbearbetbarhet	4.0
			Cr	10.0	Endast genom slipning Motstånd mot nötning Mycket gott Slitstyrka vid hög temperatur God Motstånd mot korrosion Gott	5.0 6.0

fortsättning

Tabell 5 forts. Belagda elektroder för hårdsvetsning och uppbyggnad

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
OK 84.78 Rutil Hög- utbytes- elektrod Likström + Växelström	E10-60- GZ	För delar huvudsakligen utsatta för nötning men också en frätande miljö och/eller måttlig arbetstemperatur. Schaktningsmaskiner, blandare, matarskruvar, stoftutsugningsanläggningar och krossverk.	C Cr	4.5 33.0	Hårdhet a w 59–63 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot nötning Utmärkt gott Slitstyrka vid hög temperatur God Motstånd mot korrosion Utmärkt gott	2.5 3.2 4.0 5.0
OK 84.80 Sur Hög- utbytes- elektrod Likström + Växelström	E10-65- GZ	Speciellt för komponenter, som är utsatta för värme såsom askskrapor, transportskruvar och komponenter i sinteranläggningar. Gott motstånd upp till 700°C.	C Si Cr Mo Nb W V	5.0 2.0 23.0 7.0 7.0 2.0 1.0	Hårdhet a w 62–66 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot nötning Utmärkt gott Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god Motstånd mot korrosion Utmärkt gott	3.2 4.0 5.0
OK 84.84 Basisk Likström + Växelström	E10-60- GP	För detaljer utsatta för extrem förslitning genom nötning såsom jordborrar, hammare, skrapblad, transportskruvar. Speciellt lämplig för pålaggs- svetsning på egg. Stor hårdhet i det allra första lagret.	C Si Cr V Ti	3.0 2.0 8.0 6.0 6.0	Hårdhet a w 62 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot nötning Utmärkt gott	2.5 3.2 4.0

fortsättning

Tabell 5 forts. Rörtrådar för hårdsvetsning och uppbyggnad

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Skyddsgas/ OK Flux 10.xx	Typisk svetsgods- analys %	Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
OK Tubrodur 14.70 Basisk Likström +	MF 10- GF-55- GTZ	Blandarskovlar, skrapblad, läppar på muddrings- skopor, trans- portskruvar och många kompo- nenter i schakt- nings- och gruv- brytningsmaskin- er, som kräver extra motstånd mot nötning.	Gaslös	C 3.5 Cr 21.0 Mo 3.5 V 0.4	Hårdhet a w 50–60 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot nötning Utmärkt gott Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god Motstånd mot korrosion Gott	1.6 2.4
OK Tubrodur 15.39 Metall- pulverfylld Likström +	MF 1-GF- 300-P	För reparation av nedslitna delar och uppbyggnad av mellanlager för hårdare leger- ingar. Axlar, löprullar, kedje- hjul, länkar och rullar för trakto- rer.	CO ₂	C 0.2 Cr 2.0	Hårdhet a w 27–36 HRC Maskinbearbetbarhet God Motstånd mot slag Gott Motstånd mot metall- mot-metallförslitning Mycket gott	1.6 2.4
OK Tubrodur 15.40 Rutil Likström +	MF 1-GF- 350-P	Löphjul, länkar och rullar för traktorer, axlar. Idealisk för delar utsatta för tryck- påkänningar.	CO ₂ OK Flux 10.71	C 0.2 Cr 1.4	Hårdhet a w 32–40 HRC Maskinbearbetbarhet God Motstånd mot slag Gott Motstånd mot metall- mot-metallförslitning Mycket gott	1.6 2.0 2.4 3.0 4.0
OK Tubrodur 15.41 Basisk Likström +	MF 1-GF- 300-P	C-Mn-räler, väx- lar, korsningar, rullar, axlar och uppbyggnadsla- ger för hårdare legeringar.	Gaslös	C 0.15 Cr 3.5	Hårdhet a w 28–36 HRC Maskinbearbetbarhet God Motstånd mot slag Gott Motstånd mot metall- mot-metallförslitning Mycket gott	1.2 1.6 2.4
OK Tubrodur 15.42 Basisk Likström +		Bärrullar och länkar, hjul på gruvvagnar, kranhjul. Tryck- påkänningar och måttlig nötning.	Gaslös CO ₂ OK Flux 10.71	C 0.15 Cr 4.5 Ni 0.5 Mo 0.5	Hårdhet a w 35–45 HRC Maskinbearbetbarhet Måttlig Motstånd mot slag Gott Motstånd mot metall- mot-metallförslitning Gott Motstånd mot nötning Gott	1.6 2.0 2.4 3.0 4.0

fortsättning

Tabell 5 forts. Rörtrådar för hårdsvetsning och uppbyggnad

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Skyddsgas/ OK Flux 10.xx	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
OK Tubrodur 15.43 Basisk Likström +		Speciellt ut- vecklad för reparation av järnvägs- och spårvägsräls av C/Mn-stål. Utmärkt tryck- hållfasthet. Idealisk för mekaniserad svetsning.	Gaslös	C	0.15	Hårdhet	1.2
				Cr	1.0	a w 30–40 HRC	1.6
				Ni	2.3	Maskinbearbetbarhet	
				Mo	0.5	God Motstånd mot slag Gott Motstånd mot metall- mot-metallförslitning Mycket gott	
OK Tubrodur 15.50 Metall- pulverfylld Likström +		Lämplig för förslitna jord- bruks- och skogsmaskiner, malningsvalsar och -hammare.	CO ₂ Ar/CO ₂	C	0.65	Hårdhet	1.6
				Cr	5.0	a w 55–60 HRC	2.4
				Mo	1.0	Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot slag Gott Motstånd mot nötning Mycket gott	
OK Tubrodur 15.52 Rutil Likström +		För transport- skruvar, gräv- skopständer och spetsar, blad till schakt- ningsmaskiner och delar till blandare.	Gaslös OK Flux 10.71	C	0.4	Hårdhet	1.6
				Mn	1.3	a w 55–60 HRC	2.4
				Cr	5.0	Maskinbearbetbarhet	3.0
				Mo	1.2	Endast genom slipning Motstånd mot slag Gott Motstånd mot nötning Mycket gott	4.0
OK Tubrodur 15.73 Metallpul- verfylld Likström +(-)	MF 5-45- GF RTZ	Lämplig för högtemperatur- applikationer såsom axlar, ventilsäten och rullar.	CO ₂ , Ar +20% CO ₂ , OK Flux 10.61 OK Flux 10.37	C	0.18	Hårdhet	1.6
				Mn	1.2	a w 45–50 HRC	2.0
				Cr	13.0	Maskinbearbetbarhet	2.4
				Ni	2.5	Med hårdmetallverktyg	3.0
				Mo	1.5	Motstånd mot nötning	3.2
				V	0.25	Gott	4.0
				Nb	0.25	Slitstyrka vid hög temperatur	
						Mycket god Motstånd mot korrosion Mycket gott	

fortsättning

Tabell 5 forts. Rörtrådar för hårdsvetsning och uppbyggnad

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Skyddsgas/ OK Flux 10.xx	Typisk svetsgods- analys %	Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
OK Tubrodur 15.80 Basisk Likström +	MF 10-GF- 60-GP	Lämplig för komponenter utsatta för nötning av fin- kornigt material under tryck. Exempelvis jordborrar, blan- dare, transport- skruvar, delar till schaktnings- och stentrans- portmaskiner.	Gaslös	C 1.6 Cr 6.5 Mo 1.5 Ti 5.0	Hårdhet a w 56–60 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot slag Gott Motstånd mot nötning Mycket gott	1.6
OK Tubrodur 15.81 Metall- pulverfylld Likström +		Utrustningar för pulvrerisering av kol och kaolin.	CO ₂ , Ar/CO ₂	C 1.2 Cr 5.5 Nb 6.0	Hårdhet a w 55–62 HRC Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot slag Gott Motstånd mot nötning Mycket gott	1.6
OK Tubrodur 15.82 Metallpul- verfylld Likström +	MF 10- GF-65- GTZ	Masugns- klockor och utrustning för tegeltillverkning.	CO ₂ , Ar/CO ₂	C 4.5 Cr 17.5 Mo 1.0 Nb 5.0 V 1.0 W 1.0	Hårdhet a w 62–64 Maskinbearbetbarhet Endast genom slipning Motstånd mot nötning Utmärkt gott Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god	1.6

fortsättning

Tabell 5 forts. Homogentrådar för hårdsvetsning och uppbyggnad

Produkt	Klassi- ficering DIN 8555	Applikationer	Skyddsgas/	Typisk svetsgods- analys %		Typiska svets- godsegenskaper	Ø mm
OK Autrod 13.89	MSG-2- GZ-C- 350	Uppbyggnad och hårdsvets- ning av hjul, rullar, axlar, grävslops- tänder, delar till muddrings- utrustning.	Ar/20%CO ₂ , CO ₂	C	0.6	Hårdhet	0.8
				Mn	1.0	a w 35–40 HRC	1.0
				Cr	1.0	Maskinbearbetbarhet	1.2
						God	1.6
						Motstånd mot slag Gott	
		Motstånd mot nötning Gott					
OK Autrod 13.90	MSG-2- GZ-C- 50G	Hårdsvetsning av slitstarka lager på axlar, matarskruvar, klippstål och backar.	Ar/20%CO ₂ , CO ₂	C	1	Hårdhet	0.8
				Mn	2	a w 58–60 HRC	1.0
				Cr	2	Maskinbearbetbarhet	1.2
						Endast genom slipning	1.6
						Motstånd mot nötning Mycket gott	
		Motstånd mot slag Mycket gott					
OK Autrod 13.91	MSG-6- GZ-C- 60G	För lastmaski- ner, blandare, grävskopstän- der, olika verk- tyg och förslit- ningsdelar. Motstånds- kraftig upp till c:a 550°C.	Ar/20%CO ₂ , CO ₂	C	0.45	Hårdhet	0.8
				Si	3.0	a w 50–60 HRC	1.0
				Mn	0.4	Maskinbearbetbarhet	1.2
				Cr	9	Endast genom slipning	1.6
						Motstånd mot nötning Mycket gott	
		Slitstyrka vid hög temperatur Mycket god					

Tabell 6. Belagda elektroder för icke-järnmetaller

Nickellegeringar – Kopparlegeringar – Aluminium – Aluminiumlegeringar

SMAW	Klassificering	Applikation	Typ/Egenskaper	Ø mm
OK 92.05 Basisk Likström +	DIN 1736 EL-NiTi 3	Skarvsvetsning av nickel-legeringar, olika metaller såsom nickel till stål, nickel till koppar, koppar till stål och påläggssvetning av stål.	Nickellegering	2.5
			C=0.02	3.25
			Ni=97	4.0
			Ti=2 R _m =500 MPa A=28%	
OK 92.26 Basisk Likström +	AWS 5.11 ENiCr Fe-3 DIN 1736 EL-NiCr15FeMn	Svetsning av nickellegeringar såsom "Inconel" och liknande samt svetsning av lågtempertur stål och gjutgods motståndskraftigt mot höga temperaturer.	Nickellegering	2.5
			C<0.1 Mn=6 Ni=70	3.25
			Cr=16 Nb=2	4
			R _m =640MPa A=40%	5
OK 92.86 Basisk Likström +	DIN 1736 EL-NiCu30Mn	Svetsning av nickel-kopparlegeringar samt Ni/Cu-legeringar till kolstål och låglegerade stål.	Nickellegering	2.5
			C=0.06 Mn=5 Cu=30	3.25
			Nb=1.5	4
			R _m =640MPa A=40%	
OK 94.25 Basisk Likström +	DIN 1733 EL-CuSn7	Svetsning av koppar och kopparlegeringar samt stål till brons. För vanliga bronser, rödgods, fosforbrons och manganbrons. Kan också användas för påläggning av lagerytor och för korrosionsskydd på stålytor.	Kopparlegering	2.5
			Sn=7.5	3.25
			HB120	4
			R _m =330-390MPa A=25%	5
OK 94.55 Basisk Likström +	DIN 1733 EL-CuSi3		Kopparlegering	2.5
			HB120	3.25
			Si=3	4
				5
OK 96.10 Special Likström +	DIN 1732 EL-Al99.5	För svetsning av ren aluminium.	Ren aluminium	2.5
				3.25
				4
OK 96.20 Special Likström +	DIN 1732 EL-AlMn1	Svetsning av plåt såsom behållare i mejerier och bryggerier tillverkade av Al-, AlMn- och AlMg-legeringar.	Aluminiumlegering	2.5
			Mn=1	3.25
				4
OK 96.40 Special Likström +	DIN 1732 EL-AlSi5	Svetsning av aluminium-mangan-kisellegeringar.	Aluminiumlegering	2.5
			Si=5	3.25
				4
OK 96.50 Special Likström +	DIN 1732 EL-AlSi12	Svetsning och reparation av gjutna legeringar – aluminium-kisellegeringar för motorblock, cylindertoppar, fläktar, bottenplattor och stativ.	Aluminiumlegering	2.5
			Si=12	3.25
				4

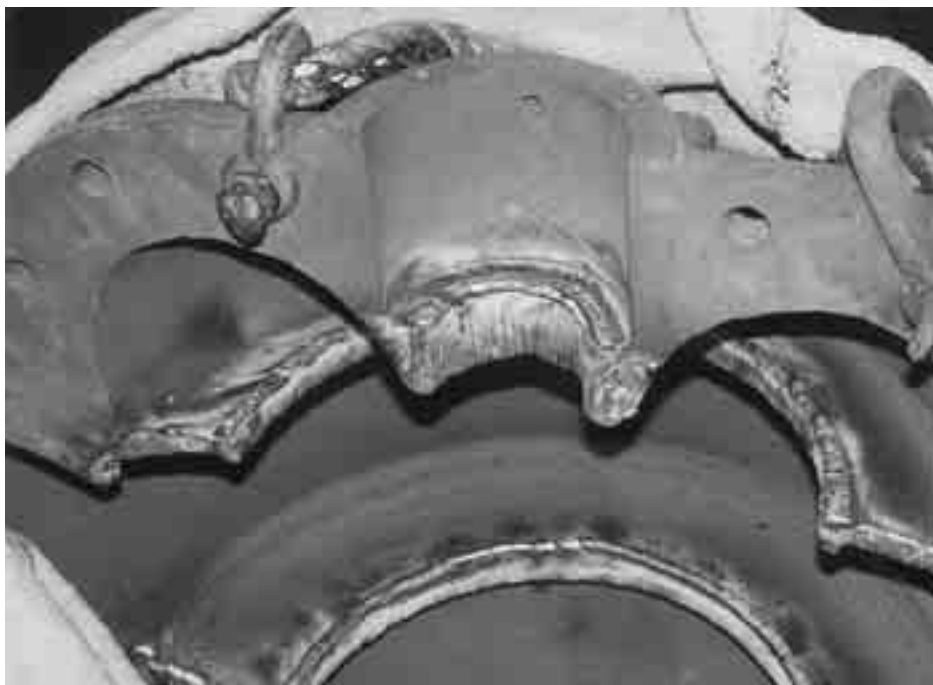
fortsättning

Tabell 6 forts. Homogentrådar för icke-järnmetaller

Aluminium & aluminiumlegeringar – Koppar & kopparlegeringar – Nickellegeringar

GMAW	Klassificering	Applikation	Typ/Egenskaper	Ø mm
OK Autrod 18.01 Skyddsgas: Argon	DIN 1732 SG-Al99.5 AWS A5.10 ER 1100 BS 2901 1050A	Svetsning av ren aluminium och smidbara aluminiumlegeringar.	Aluminium Al=99.5 R _m =75MPa A=33%	0.8 1.0 1.2 1.6 2.4
OK Autrod 18.04 Skyddsgas: Argon	DIN 1732 SG-AlSi5 AWS A5.10 ER 4043 BS 2901 4043A	Svetsning av Al-Si- eller Al-Mg-Si-legeringar. Reparation av motorblock, bottenplattor, stativ.	Aluminiumlegering Si=5 R _m =165MPa A=18	0.8 1.0 1.2 1.6 2.4
OK Autrod 18.05 Skyddsgas: Argon	DIN 1732 SG-AlSi12 AWS A5.10 ER 4047 BS 2901 4047A	Svetsning och reparation av gjutna legeringar – aluminium-kisellegeringar såsom cylindertoppar, motorblock och bottenplattor.	Aluminiumlegering Si=13 R _m =170	0.8 1.0 1.2 1.6 2.4
OK Autrod 18.15 Skyddsgas: Argon	DIN 1732 SG-AlMg5 AWS A5.10 ER 5356 BS 2901 5056A	Svetsning av AlMg-legeringar, som innehåller ≤5% Mg. Lämplig för saltvatten-beständiga legeringar.	Aluminiumlegering Mg=5 R _m =265MPa	0.8 1.0 1.2 1.6 2.4
OK Autrod 19.12 Skyddsgas: Argon	DIN 1733 SG-CuSn AWS A5.7-77 ERCu	Svetsning av ren koppar och låglegerad koppar	Kopparlegering Sn=0.7 R _m =220MPa A=23%	0.8 1.0 1.2 1.6
OK Autrod 19.30 Skyddsgas: Argon	DIN 1733 SG-CuSi3 AWS A5.7-77 ERCuSi-A BS 2901C9	Svetsning av koppar-kisel- och koppar-zinklegeringar. Kan också användas för påläggssvetsning av stål. Kopparlegering	Kopparlegering Si=3 Mn=1 R _m =300MPa A=23%	0.8 1.0 1.2 1.6
OK Autrod 19.40 Skyddsgas: Argon	DIN 1733 SG-CuAl8 AWS A5.7-77 ERCuAl-Al BS 2901C28	Svetsning av valsade och gjutna aluminiumbrons-legeringar. Hög hållfasthet, god slitstyrka och mycket gott korrosionsmotstånd, särskilt i saltvatten.	Aluminiumbrons Al=8 R _m =420MPa	0.8 1.0 1.2 1.6
OK Autrod 19.85 Skyddsgas: Argon Ar, Ar/He, He	DIN 1736 SG-NiCr20Nb AWS 5.14 ERNiCr-3	För skarvsvetsning och påläggssvetsning av nickel-legeringar. Speciellt lämplig för fogar, som konstruerats för arbete vid <200°C.	Nickellegering C=0.05 Mn=3 Cr=20 Mo=1 Nb 2.5 R _m =600	0.8 1.0 1.2 1.6

GMAW-produkterna finns också för TIG-svetsning.



Pumphus: OK 94.25.



Matarskruv: Hårdsvetsning med OK Tubrodur 14.70.

Tabell 7. Rekommenderade förvärmningstemperaturer

Grundmaterial Tillsatsmaterial	Plåt- tjock- lek mm	Stål C _{eq} <0.3 < 180 HB °C	Låglegerat stål C _{ekv} 0.3–0.6 200–300 HB °C	Verktygs- stål C _{ekv} 0.6–0.8 300–400 HB °C	Krom- stål 5–12% Cr 300–500 HB °C	Krom- stål >12% Cr 200–300 HB °C	Rostfritt stål 18/8 Cr/Ni ~200 HB °C	Mangan- stål 14%Mn 250–500 HB °C
Låglegerat stål 200–300 HB	≤20	–	100	150	150	100	–	–
	>20 ≤60	–	150	200	250	200	–	–
	>60	100	180	250	300	200	–	–
Verktygsstål 300–450 HB	≤20	–	100	180	200	100	–	–
	>20 ≤60	–	125	250	250	200	–	o
	>60	125	180	300	350	250	–	o
12%kromstål 300–500 HB	≤20	–	150	200	200	150	–	x
	>20 ≤60	100	200	275	300	200	150	x
	>60	200	250	350	375	250	200	x
Rostfritt stål 18/8 25/12 200 HB	≤20	–	–	–	–	–	–	–
	>20 ≤60	–	100	125	150	200	–	–
	>60	–	150	200	250	200	100	–
Mn-stål 200 HB	≤20	–	–	–	x	x	–	–
	>20 ≤60	–	–	•100	x	x	–	–
	>60	–	–	•100	x	x	–	–
Co-leg. stål Typ 6 40 HRC	≤20	100	200	250	200	200	100	x
	>20 ≤60	300	400	•450	400	350	400	x
	>60	400	400	•500	•500	400	400	x
Karbid typ (1) 55 HRC	≤20	–	o–	o–	o–	o–	o–	o–
	>20 ≤60	–	100	200	•200	•200	o–	o–
	>60	o–	200	250	•200	•200	o–	o–

- (1) Max. två lager med svetsgods.
Avspänningssprickor är normalt
- Ingen förvärmning eller förvärmning <100°C.
 - x Används mycket sällsynt eller inte alls.

- o Förvärmning när stora ytor läggs på.
- För att undvika sprickbildning, använd buffertlager av segt rostfritt material.

Tabell 8. Jämförelse av hårdhetsskalor

Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRB	Rockwell HRC	Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRB	Rockwell HRC
80	76,0			360	342		36,6
85	80,7	41,0		370	352		37,7
90	85,5	48,0		380	361		38,8
95	90,2	52,0		390	371		39,9
100	95,0	56,2		400	380		40,8
105	99,8			410	390		41,8
110	105	62,3		420	399		42,7
115	109			430	409		43,6
120	114	66,7		440	418		44,5
125	119			450	428		45,3
130	124	71,2		460	437		46,1
135	128			470	447		46,9
140	133	75,0		480	(456)		47,7
145	138			490	(466)		48,4
150	143	78,7		500	(475)		49,1
155	147			510	(485)		49,8
160	152	81,7		520	(494)		50,5
165	156			530	(504)		51,1
170	162	85,0		540	(513)		51,7
175	166			550	(523)		52,3
180	171	87,1		560	(532)		53,0
185	176			570	(542)		53,6
190	181	89,5		580	(551)		54,1
195	185			590	(561)		54,7
200	190	91,5		600	(570)		55,2
205	195	92,5		610	(580)		55,7
210	199	93,5		620	(589)		56,3
215	204	94,0		630	(599)		56,8
220	209	95,0		640	(608)		57,3
225	214	96,0		650	(618)		57,8
230	219	96,7		660			58,3
235	223			670			58,8
240	228	98,1	20,3	680			59,2
245	233		21,3	690			59,7
250	238	99,5	22,2	700			60,1
255	242		23,1	720			61,0
260	247	(101)	24,0	740			61,8
265	252		24,8	760			62,5
270	257	(102)	25,6	780			63,3
275	261		26,4	800			64,0
280	266	(104)	27,1	820			64,7
285	271		27,8	840			65,3
290	276	(105)	28,5	860			65,9
295	280		29,2	880			66,4
300	285		29,8	900			67,0
310	295		31,0	920			67,5
320	304		32,2	940			68,0
330	314		33,3				
340	323		34,4				
350	333		35,5				

Informationen i den här tabellen bör endast användas som en anvisning.

Tabell 9. Guide för identifiering av olika material

Magnet	Fil	Ytans färg	Slipgnistor	Metalltyp	Kommentarer
Magne- tisk	Mjukt	Mörkt grå	Långa gula lysande streck	Lågkolhaltigt stål* Gjutstål	–
	Hårt	Mörkt grå	Långa gul-vita lysande streck plus stjärnor	Högkolhaltigt stål Låglegerat stål	Förvärm grova arbetsstycken vid 150°C
	Mjukt	Matt grå, gjutjärnsfärg	Röda fjäder- liknande lysande streck	Gjutjärn	Kan förvärmas Pening är lämplig Långsam svalning
	Hårt	Blankt grå	Gul-röda kraftiga lysande streck	13% Cr-stål	Kan förvärmas
Icke- magne- tisk	Hårt	Matt grå gjutjärnsfärg	Gul-vita lysande streck och stjärnor	14% Mn-stål	Låg mellansträngs- temperatur
	Mjukt	Blankt silvergrå	Gul-röda kraftiga lysande streck	Austenitiskt rost- fritt stål	Låg mellansträngs- temperatur
	Mjukt	Röd-gul blank	Inga synliga gnistor	Cu-legeringar	Förvärm grova arbetsstycken vid 200–300°C
	Mjukt	Blank, mycket ljus	Inga synliga gnistor	Al-legeringar	Förvärm grova arbetsstycken vid 150–200°C

*OBS! Gjutjärn är ett material med hög kolhalt, vilket är sprickbenäget, medan gjutstål till sin karaktäristik liknar vanligt stål.



Renovering av stränggjutningsvalsar.

Tillsatsmaterial: OK Tubrodur 15.73S/OK Flux 10.37.

Utrustning: ESAB A6 HD SAW.

Applikationer – register i alfabetisk ordning



I applikationsregistret och i de illustrerade applikationerna förekommer två eller tre möjliga val av tillsatsmaterial. I registret lämnas inga kommentarer med avseende på de enskilda tillsatsmaterialen. Däremot finns kommentarer tillsammans med illustrationerna och/eller i produktdata tabellerna.

Genom illustrationerna, kommentarerna, registret och data tabellerna för de enskilda tillsatsmaterialen och vår Svetshandbok hoppas vi att ni skall välja rätt.

Skulle ni behöva ytterligare detaljinformation vänd er vänligen till er närmaste ESAB-representant eller till ESAB direkt.



Drivhjul: Förebyggande underhåll OK 83.28.

Applikationer – register i alfabetisk ordning

Applikation	SMAW OK			Produkter FCAW OK Tubrodur			GMAW OK Autrod		
Aluminium	96.20	96.10					18.01	18.04	18.15
Aluminium – gjutna legeringar	96.50						18.04	18.05	
Asfalt – transportskruvar	84.78	83.65		15.52	14.70				
Asfaltblandare	84.78	83.65		15.52	14.70				
Axlar, legerat stål	68.82			15.73			16.75		
Axlar, olegerat stål	68.81	83.28		14.71	15.41		16.75		
Betongblandare	84.78	84.84		15.52	14.70	15.80			
Betongmatare	84.58	84.78	84.84	15.52	14.70	15.80			
Blandarskovlar	84.58	84.78	84.84	15.52	14.70	15.80	13.90	13.91	
Borrar för metall	85.65								
Borrar för trä	84.52	85.65							
Brikettpress	83.65	84.78	84.84	15.40	15.52		13.90		
Bromssko	83.28	83.50		15.40	15.52				
Brons till stål	94.25	94.55					19.30		
Bågmejsling	21.03								
Dikningsmaskin, tänder	83.50	86.28	67.52	15.52	14.71				
Excentriska rullar	84.52	84.58	85.65	15.52	15.73 S		13.90	13.91	
Fjäderstål	68.81	68.82					16.95		
Gjutjärn (grått)	92.18	92.58	92.60	15.66					
Gjutjärn (segjärn)	92.58	92.60		15.66					
Gjutstål	68.81	68.82							
Grävskopplappar	68.82	67.45	83.50				16.75	16.95	13.90
Grävskoppor	84.78	83.65	83.50	14.70	15.52		13.91		
Grävskopständer (nötning)	84.78	83.65	83.50	15.52	14.70	15.80	13.91		
Grävskopständer (slag)	86.08	83.28	84.58	15.60	15.52		16.95	13.89	
Grävskopständer, hållare	83.28	83.50		15.40	15.52		13.89	13.91	
Grävskopständer, nya spetsar	68.82	67.45	67.52	14.71			16.75	16.95	
Hammare (nötning)	83.50	83.65	84.78	15.52	15.80		13.91	13.90	
Hammare (slag)	86.28	86.08		15.60	15.65				
Håltagning	21.03								
Jord- och bergborrar	83.65	84.78	84.84						
Jordborrar	84.84	83.28	83.53						
Jordbruksredskap	83.50	83.65	84.78	15.52	14.70		13.90	13.91	
Jordfräständer	68.81						16.75		
Kedjesåg (styrskena)	93.06								
Kiselbrons	94.55								
Klippstål (kallklippning)	85.65	84.52							
Klippstål (varmklippning)	85.58	93.06	92.35						
Kolstål till rostfritt stål	68.81	68.82	67.45				16.75	16.95	
Koppar till stål	94.25	92.86							
Kopparlegeringar	94.25	94.55							
Kopplingshus	92.18	92.60		15.66					
Kranhjul	83.27	83.28	83.29	15.40	15.41	15.42	13.89		
Kross (nötning)	83.65	83.50	84.78	15.52	14.70				
Kross (slag)	86.28	68.82	84.58	15.60	15.65	15.40			

Applikation	SMAW OK			Produkter FCAW OK Tubrodur			GMAW OK Autrod		
Krosskoner	86.08	86.28	84.78	15.60	15.65	15.80			
Krossvalsar (nötning)	83.65	83.50	84.78	15.52	14.70	15.80			
Krossvalsar (slag)	86.08	86.28	84.58	15.60	15.65	15.52			
Kuggghjul, legerat stål	68.81	68.82		15.40			13.89	16.75	
Kuggghjul, olegerat stål	83.28	68.81		15.17	15.40		12.51	13.89	16.75
Larvkedja, bärrullar	83.28	83.29		15.40					
Larvkedja, länkar	68.81	68.82					13.09	12.51	16.75
Manganstål (Hadfield)	86.08	67.45	68.81	15.60	14.71		16.95	16.75	
Matarskruvar	83.50	84.58	84.84	15.52	15.80		13.90	13.91	
Mejslar	84.52	85.65							
Metallfräs	85.58	85.65							
Metallstansning (kallt)	85.65								
Metallstansning (varmt)	92.35	93.06		15.86					
Motorblock, aluminium	96.50						18.05		
Motorblock, gjutjärn	92.18	92.60		15.66					
Mudderskopor (nötning)	84.78	83.65		14.70	15.52		13.90	13.91	
Nickel-koppar (Monel)	92.86								
Olika material (hopsvetsning)	68.81	68.82					16.75		
Plastsprutningsverktyg	85.58	93.06		15.86					
Plogskär	84.78	84.58	83.50	14.70	15.52		13.90	13.91	
Pressverktyg (kallpressning)	84.52	85.65							
Pressverktyg (varmpressning)	85.58	92.35	93.01						
Profilsprutningsskruvar	93.06	92.35		15.86					
Profilsprutningsverktyg	85.58	92.35							
Rostfritt stål till kolstål	68.81	68.82	67.45	14.71			16.95	16.75	
Räl, kolstål	83.27	83.28		15.41	15.43				
Räl, manganstål	86.28	86.30		15.65					
Sandblåstringsutrustning	83.65	84.58	84.78	15.52	15.80		13.90	13.91	
Skaktransportörer	84.58	84.78	83.65	15.52	14.70		13.91		
Skogsmaskiner (nötning)	83.50	83.65	83.53	15.52	15.73		13.89	13.91	
Skovelhjul, fläkthjul	83.50	84.58	84.78	15.52	14.70	15.80	13.90	13.91	
Skrapblad	83.65	84.78	84.84	15.52	15.80		13.90	13.91	
Skruvkonveyrar	83.50	83.65	84.78	15.52	15.80		13.91		
Skärning	21.03								
Stansar (kallt)	85.65	84.52							
Stansar (varmt)	85.58	93.06		15.86					
Stränggjutningsvals				15.73S					
Sänksmidensverktyg	85.58	92.35							
Tennbrons	94.25						19.12		
Transportkedjor	83.65	83.50	84.58	15.52	15.80				
Träfräs	85.65								
Växellådshus, gjutjärn	92.18	92.60		15.66					

Produktindex – Snabbguide

SMAW	DIN	AWS	Sida
OK 21.03			5
OK 67.42	E 8-UM-200-CKZ	~E307-26	91
OK 67.45	E 8-UM-200-CKZ	~E307-15	91
OK 67.52	E 8-UM-200-CKZ	~E307-26	91
OK 68.81	E 9-UM-200-CTZ	E312-17	91
OK 68.82	E 9-UM-200-CTZ		91
OK 83.27	E 1-UM-350		98
OK 83.28	E 1-UM-300		98
OK 83.29	E 1-UM-300		98
OK 83.30	E 1-UM-300		98
OK 83.50	E 6-UM-55-G		98
OK 83.65	E 2-UM-60-G		99
OK 84.42	E 5-UM-45-R		99
OK 84.52	E 6-UM-55-R		95
OK 83.53	E 6-UM-60-GP		98
OK 84.58	E 6-UM-55-G		99
OK 84.78	E 10-UM-60-GZ		100
OK 84.80	E 10-UM-65-GZ		100
OK 84.84	E 10-UM-60-GP		100
OK 85.58	E 3-UM-50-ST		95
OK 85.65	E 4-UM-60-ST		95
OK 86.08	E 7-UM-200-K		93
OK 86.20	E 7-UM-200-K		93
OK 86.28	~ E 7-UM-200-K	EFeMn-A	93
OK 86.30	E 7-UM-200-KR		93
OK 91.58	E Fe B2		90
OK 92.05	EL-NiTi 3	ENi-1	105
OK 92.18	E Ni-BG 11	ENi-Cl	90
OK 92.26	EL-NiCr 15 FeMn	E NiCrFe-3	91
OK 92.35	E 23-UM-250-CKT		95
OK 92.58	E NiFe-1-BG 11	ENiFe-Cl	90
OK 92.60	E NiFe-1-BG 11	ENiFe-Cl-A	90
OK 92.78	E NiCu-BG 31	ENiCu-B	90
OK 92.86	EL-NiCu 30 Mn		105
OK 93.01	E 20-UM-55-CSTZ	ECoCr-C	96
OK 93.06	E 20-UM-40-CTZ	ECoCr-A	96

SMAW	DIN	AWS	Sida
OK 93.07	E 20-UM-300-CKTZ		96
OK 93.12	E 20-UM-50-CTZ	ECoCr-B	97
OK 94.25	EL-CuSn7	ECuSn-C	105
OK 94.55	EL-CuSi3	ECuSi-C	105
OK 96.10	EL-Al99.5	E1100	105
OK 96.20	EL-AlMn 1		105
OK 96.40	EL-AlSi 5		105
OK 96.50	EL-AlSi 12		105

FCAW

OK Tubrodur 14.70	MF10-GF-300P		101
OK Tubrodur 14.71			91
OK Tubrodur 15.39	MF1-GF-300P		101
OK Tubrodur 15.40	MF1-GF-350P		101
OK Tubrodur 15.41	MF1-GF-300P		101
OK Tubrodur 15.42			101
OK Tubrodur 15.43			102
OK Tubrodur 15.50			102
OK Tubrodur 15.52			102
OK Tubrodur 15.60			94
OK Tubrodur 15.65	MF8-GF-200-GKPR		94
OK Tubrodur 15.66			90
OK Tubrodur 15.73	MF5-GF-45-RTZ		102
OK Tubrodur 15.80	MF10-GF-60-GP		103
OK Tubrodur 15.81			103
OK Tubrodur 15.82	MF10-GF-65-GTZ		103
OK Tubrodur 15.84	MF3-GF-50T		97
OK Tubrodur 15.86	MF20-GF-40-CTZ		97

SAW

OK Tubrodur 15.40S	UP1-GF-BAB 167-350		101
OK Tubrodur 15.42S	UP1-GF-BAB 167-400		101
OK Tubrodur 15.52S	UP6-GF-BAB 167-60-GP		102
OK Tubrodur 15.65S	UP8-GF-BFB 155-200-GKPR		94
OK Tubrodur 15.73S	UP5-GF-BFB 165-45-GRTZ		102

GMAW	DIN	AWS	Sida
OK Autrod 13.89	MSG2-GZ-350-P		104
OK Autrod 13.90	MSG2-GZ-50-G		104
OK Autrod 13.91	MSG6-GZ-60-G		104
OK Autrod 16.75	MSG9-GZ-200-CTZ		92
OK Autrod 16.95	MSG8-GZ-200-CKNPZ		92
OK Autrod 18.01	SG-Al99.5	ER1100	106
OK Autrod 18.04	SG-AlSi5	ER4043	106
OK Autrod 18.05	SG-AlSi12	ER4047	106
OK Autrod 18.15	SG-AlMg5	ER5356	106
OK Autrod 19.12	SG-CuSn	ERCu	106
OK Autrod 19.30	SG-CuSi3	ERCuSi-A	106
OK Autrod 19.40	SG-CuAl8	ErCuAl-A1	106
OK Autrod 19.85	SG-NiCr 20Nb	ErNiCr-3	106
GTAW			
OK Tigrod 18.01	SG-Al99.5	ER1100	106
OK Tigrod 18.04	SG-AlSi5	ER4043	106
OK Tigrod 18.15	SG-AlMg5	ER5356	106
OK Tigrod 19.12	SG-CuSn	ERCu	106
OK Tigrod 19.30	SG-CuSi3	ERCuSi-A	106
OK Tigrod 19.40	SG-CuAl8	ERCuAl-A1	106
OK Tigrod 19.85	SG-NiCr 20Nb	ErNiCr-3	106

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

This image shows a single page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



ESAB Sverige AB

Box 8004

402 77 GÖTEBORG

Tel 031-509 500 Fax 031-509 222

Internet: www.esab.se