

TEKNISK RAPPORT

REPARATION AV

Mobilkranar

Lastbilskrantar

Mobila arbetsplattformar

Entreprenadmaskiner

Förarhytter

mm



Utgiven April 2009

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

0	Orientering
1	Omfattning
2	Referenser
3	Allmänt
4	Reparatörens utrustning och kompetens
5	Reparationsplan
6	Grundmaterialets egenskaper
7	Fogberedning och skärklasser
8	Bockning
9	Svetsning
10	Riktning
11	Procedurkrav
12	Toleranser
13	Efterarbete
14	Kontroll och efterbesiktning
15	Bilagor Skärklasser Tabell 8:13 enligt BSK 07 Deformationsgrad Figur 1 / Tabell 1

0 Orientering Utgåva 1 2:94

Behovet av att kunna reparera tex mobilkranar, lastbilskranar, mobilarbetsplattformar eller liknande ökar när enheterna blir allt större, mer komplicerade och dyrare. Genom reparation kan kostnaderna hållas nere samtidigt som stilleståndstiden oftast kan kortas. Skall en reparation utföras är det oerhört viktigt att den skadade delen repareras så att säkerheten inte äventyras. Reparationen kan inte ske hur som helst och IKH har därför sammanställt riktlinjer för sådana reparationer av havererade och utmattningsspruckna kranar, mobilplattformar och liknande.

Rapporten har tagits fram i samarbete med Walter Heinrich, Svensk Anläggningsprovning efter ett projektarbete mellan försäkringsbolagen TryggHansa, Folksam, Skandia och professor Sten Bergh, Vaxholm. Behjälpliga i arbetet har också varit Oxelösunds och Domnarvets Järnverk samt Josam Metod AB.

Utgåva 2 1:2009

Rapporten 2:94 har modifierats med hänsyn till att

- a) krav på CE-märkning för nya produkter som sätts på marknaden har tillkommit.
- b) ett stort antal EN-standarder har ersatt och kompletterat tidigare svenska.
- c) erfarenheter från fältet har medtagits.
- d) kommentarer har införts på hytter med hänsyn till ROPS och FOPS.
- e) den kan användas för reparation av även andra produktgrupper med samma typ av konstruktion.
- f) ett stort antal förtydliganden har införts.

Utgåva 2 av rapporten har utarbetats av Walter Heinrich, Inspecta Sweden AB på uppdrag av Trafikförsäkringsföreningen www.tff.se

1 Omfattning

Rapporten kan tillämpas för mobilkranar, lastbilskranar, mobila arbetsplattformar, entreprenadmaskiner, förarhytter och liknande med bärande stålkonstruktioner. Krav på hållfasthet, material och säkerhetsfunktion skall uppfylla kraven i standard för aktuell maskintyp.

För förarhytter som dimensionerats hållfasthetsmässigt med hänsyn till

Roll Over Protective Structures ROPS (vältning),
Falling Objekt Protective Structures FOPS (fallande gods)

gäller att kraven är i sin helhet statistiska.

Reparation som utförs på dessa objekt skall i sin helhet uppfylla standardernas krav.

Hänsyn skall vid reparation tas till eventuella deformationszoner.

Materialets egenskaper skall här varken över- eller underskrida ursprungskonstruktionens materialegenskaper.

För CE-märkta produkter som släpps ut på marknaden gäller produktansvarslagen. Vid reparation av en produkt som satts på marknaden har den som reparerar fullt ansvar för alla relevanta krav på den reparerade konstruktionensdelen.

2 Referenser

I rapporten hänvisas till följande föreskrifter och standarder. Vid tiden för utgivningen gällde de utgåvor som angetts. Alla standarder revideras fortlöpande och parter som gör upp avtal baserade på denna rapport uppmanas att undersöka möjligheten att tillämpa de senaste utgåvorna av nedan förtecknade standarder och föreskrifter.

För svets och material bör senaste giltiga utgåva alltid tillämpas.

Föreskrifter som gäller vid denna utgåvas skrivning.

Maskindirektivet AFS 1993:10 (Ändrad i AFS 1994:48)

Maskiner AFS 2008:3 i ny utgåva gäller från och med 29 december 2009

Standarder som gäller vid denna utgåvas skrivning.

Aktuella svetsstandarder se www.svets.se/oversikt

EN 13001-1 Crane Safety-General Design : General Principales and Requirements

EN 13001-2 Crane Safety-General Design : Load Effects

EN 13001-3-1 Crane Safety-General Design : Limit State and Proof of Competence

SS-EN 12999 Lyftkranar Lastbilskranar

SS-ISO 4306-2 Lyftkranar – Terminologi - Mobilkranar

SS-ISO 8566-2 Lyftkranar – Förarhytter – Mobilkranar

SS-EN 13000 Kranar – Mobilkranar

SS-ISO 4301-2 Lyftkranar – Klassificering – Mobilkranar

SS-EN 729 Kvalitetskrav för svetsning

SS-EN 287 Svetsarprovning

SS-EN 10025 1-6 Varmvalsade konstruktionsstål

SIS-CEN/TR 10347 Guide för formgivning av allmänna konstruktionsstål

IKH Lyftdonsnormer Lyftteknik 1 - 4

DIN 15018 teil 1 Krane Grundsätze für Stahltragwerke Berechnung

DIN 15018 teil 3 Mobilkrannormer Grundsätze für Stahltragwerke Berechnung von Fahrzeugkranen

DIN 18800 Stålkonstruktionsnormer Stahlbauten

BSK 07 Boverkets Handbok om stålkonstruktioner www.boverket.se

StBK Gamla stålkonstruktionsregler

SS-EN 970 Oförstörande provning av smältsvetsar-Visuell kontroll

SS-EN 1435 Oförstörande provning-Radiografisk provning av svetsar

SS-EN 12517 Oförstörande provning-Radiografisk provning-Acceptansnivåer

SS-EN 1714 Oförstörande provning-Ultraljudsprovning

SS-EN 1712 Oförstörande provning-Ultraljudsprovning Acceptansnivåer

SS-EN 571 Oförstörande provning-Penetrantprovning

SS-EN 1289 Oförstörande provning-Penetrantprovning-Acceptansnivåer

SS-EN 1290 Oförstörande provning-Magnetpulverprovning

SS-EN 1291 Oförstörande provning-Magnetpulverprovning-Acceptansnivåer

3 Allmänt

Generella regler för reparation av havererade eller utmattningsspruckna konstruktioner är omöjliga att ge. Krav i gällande standarder och Arbetsmiljöverkets regler skall dock alltid uppfyllas.

Följande faktorer är mycket väsentliga för att kunna bedöma om och hur en reparation skall utföras.

- 1 Typ av objekt
- 2 Den skadade konstruktionsdelens driftklass och dimensionerade restlivslängd
- 3 Konstruktionsutformningen
- 4 Påkänningarnas storlek, antal, och amplitud
- 5 Skadans utseende och orsak
- 6 Materialets egenskaper (kvalitet, värmebehandling, godtjocklek, hållfasthet, hårdhet, förlängning, slagseghet och svetsbarhet).
- 7 Möjlighet till svetsreparation
- 8 Möjlighet till riktreparation
- 9 Möjlighet till kontroll av reparation
- 10 Reparatörens utrustning och kompetens

Hytter är som regel statistiskt dimensionerade med hänsyn till ROPS och FOPS. Här måste hänsyn dock tas till eventuella deformationszoner så att erforderliga egenskaper ej ändras.

De flesta **byggmobilkrantar**, **lastbilskranar** och **mobil arbetsplattformar** är tillverkade i låg driftklass (B1 eller B2).

Tornkrantar är beroende på konstruktionsdel tillverkade i högre driftklass (B2 till B4).

Hamnmobilkrantar och **entreprenadmaskiner** är som regel tillverkade i hög driftklass (B3 till B6).

På utmattningsbelastade konstruktion skall hänsyn tas till påverkan från svetsning, riktning, håltagning mm som kan försämra utmattningshållfastheten (se standarder).

För riktade delar saknas data på utmattningshållfasthet. Därför skall efterkontroll relaterad till användningsfrekvens (driftklass) utföras. Omfattning och intervall för framtida erforderlig kontroll skall anges som fast information i kranens besiktningsintyg.

Enligt gällande standarder tillåts samma statiska påkänning i grundmaterialet, stumsvets eller K-svets i specialkvalitet på dragsidan och i normalkvalitet på trycksidan upp till $R_{p0,2} = 850-900 \text{ N/mm}^2$ (bestäms av tillsatsmaterialets hållfasthetsvärde).

Tillåten utmattningsspänning kontrolleras med hänsyn till aktuell driftklass.

Om de tillåtna utmattningsspänningarna inte underskrider de statiska värdena kan stumsvets och K-svets i specialkvalitet påföras konstruktionen på dragsidan och normalkvalitet på trycksidan, utan noggrannare kontroll.

Vid yta avsedd att överföra tryckkraft skall tillses att god anliggning erhålls.

På konstruktion där vissa ytor maskinbearbetats får svetsning och uppvärmning inte utföras efter bearbetning om otillåten formändring därigenom kan uppstå.

För all värmebehandling inklusive svetsning gäller att deformationer uppstår i stålkonstruktioner. Hänsyn härtill måste alltid tas.

Speciellt viktigt är att toleranser innehålls vid anslutningsytor till maskinerikomponenter som exempelvis

Motorer
Växellådor
Lagerhus
Svängkranslager
Axelhål

Även små avvikelser kan ge haverikonsekvenser på grund av oförutsedda spänningar om inte toleranserna innehålls för ovanstående typ av komponenter.

För att undvika eller minska dessa problem kan avspänningsglödning med efterföljande uppmätning och eventuell bearbetning göras.

4 Reparätörens utrustning och kompetens

Företag, arbetsledning och personal skall ha erforderliga kvalifikationer beträffande tillverkning, reparation och montering av aktuell stålkonstruktion samt förfoga över lämplig utrustning.

Företag skall vara certifierat mot kraven i EN 729-2.

Arbetet skall utföras på plats med lämplig belysning och med erforderligt skydd mot vind, nederbörd, fukt och kyla.

Vidare krävs att svetsaren har kompetens enligt EN 287 för aktuell ståltyp, fogtyp och läge.

5 Reparationsplan

Företag som utför reparation skall utarbeta en detaljerad reparationsplan, vilken skall underställas kompetent Accrediterat kontrollorgan för samråd och godkännande innan reparation påbörjas.

Reparationsplanen skall omfatta

Ritningsunderlag
Materialspecifikationer
Svetsplan
Riktningåtgärder
Uppgift om eventuell värmebehandling
Kontrollplan
Specifikation på eventuellt utbytta detaljer

Om oförutsedda problem eller tveksamheter uppstår under reparationen, skall förnyad kontakt och samråd med kontrollorgan ske.

6 Grundmaterialets egenskaper

Grundmaterialets egenskaper i ursprungskonstruktionen, med hänsyn till exempelvis hållfasthet, svetsbarhet och kvalitet måste vara kända eller noggrant kontrolleras avseende följande

Kemisk analys
 Värmebehandlingstillstånd
 Sträckgräns
 Brottgräns
 Hårdhet
 Förlängning
 Slagseghet

Ersättningsmaterial skall uppfylla kraven i CEN/TS 13001-3-1:2004 kapitel 4. Allt ersättningsmaterial och övriga utbytta komponenter skall ha rätt kvalitet och certifikat enligt gällande materialstandard.

För alla konstruktioner måste standardens eller ståltillverkarens rekommendationer för svetsning och all annan värmepåverkan eller deformation följas.

Även relativt låga temperaturförhöjningar kan ge stora kvalitets- och hållfasthetsändringar i vissa material.

Gamla material har ofta låga slagseghets- och förlängningsvärden varför riktning avråds i belastade snitt såvida inte procedurprov och andra tillgängliga data ger betryggande resultat.

7 Fogberedning och skärklasser

Fogytorna skall vara rena från färg, galv, olja, glödska, rost och fukt.

Fogen skall utföras med snäva toleranser och god passform.

Fogen skall utformas med hänsyn till kraven på statisk och utmattningshållfasthet.

Fogberedning som inte ger värmepåverkan i materialet är att föredra.

Skärklass skall väljas enligt BSK 07 kapitel 8:13.

Se bilaga Skärklasser Tabell 8:13

Min Sk 2 erfordras för låg driftklass och lågt belastat snitt.

Min Sk 3 erfordras för hög driftklass och /eller högt belastat snitt.

Gasskärning får inte starta där höga spänningar i materialet uppträder.

Om kall skärning med efterföljande svetsning utförs blir den mjuka zonen inte bredare än vid enbart svetsning eller gasskärning.

På gasskuren plåt i högt belastat tvärsnitt som inte svetsas måste, beroende på materialkvalitet, den mjuka zonen bearbetas bort.

Efter luftplasmaskärning skall fogytan slipas eftersom metoden kan ge förhöjd kvävehalt, vilket kan leda till porbildning.

För fri kant som inte skall svetsas höjs utmattningshållfastheten väsentligt om efterföljande fasning 2 mm eller större utförs.

Se Tabell 8:13

Skärsår, ytspricka och annat ytfel skall slipas eller svetslagas med efterföljande slipning. Vid svetslagning beaktas eventuellt behov av förhöjd arbetstemperatur. Skärsår som ej föranleder svetslagning skall slipas till väl avrundad botten och jämn övergång mot omgivande ytor.

Svetslagning bör dock undvikas så långt som överhuvudtaget är möjligt. Hänsyn tas då till uträknad spänning i de enskilda fallet. Lokala, mjuka slipningar ner till ett djup motsvarande 7 % av nominell tjocklek, dock högst 3 mm kan accepteras.

Vid komplicerat skärarbete samt vid risk för sprickbildning skall skärprov utföras.

Hörn och radier

Inåtgående hörn vid slits och urtag för statiskt dimensionerad konstruktionsdel (mindre än 20000 cykler) skall rundas av. Radiens minsta storlek skall vara lika med godstjockleken, dock minst 10 mm.

För dynamiskt dimensionerad konstruktionsdel bestäms hörn och radier med hänsyn till erforderlig drift- eller lastspektrumklass på aktuell konstruktionsdel.

8 Bockning

Bockradier måste som regel anpassas efter radien på den befintliga konstruktionen. Minsta tillåtna bockningsradie längs och tvärs plåtens valsriktning framgår av nedanstående med i respektive standard angivna materialkvaliteter.

EN 10025-2:2004 Tabell 12 för material S235-S355.

EN 10025-3 och -4:2004 Punkt 7.4.2.2.2 Bockbarhet för S275-S460.

EN 10025-5:2004 Tabell 6 för material S235-S355 med bättre korrosionsbeständighet.

EN 10025-6:2004 Punkt 7.4.2.3.2 och Bilaga C Tabell C.1 Bockbarhet för material S460-S960.

EN 10347: 2006 Guide för formning av allmänna konstruktionsstål.

Ovanstående standarder får tillämpas för bestämning av värden för bockradier med hänsyn till tjocklek, hållfasthetsklass och kvlitetsklass i kapitel **10 Riktning**.

9 Svetsning

Svetsad stålkonstruktion skall tillverkas, repareras och monteras på ett fackmässigt sätt.

Svetsarbete får inte påbörjas förrän erforderlig reparationsplan föreligger.

Svetsad konstruktion skall utformas med hänsyn till

Last

Miljö

Materialegenskaper

Användningstid

Tillverknings- och monteringsförhållanden

Åtkomlighet för underhåll

Svetsad stålkonstruktion skall utformas så att spänningskoncentrationer begränsas och spänningsflödet kan försiggå så ostört som möjligt.

Vid all svetsning skall hänsyn tas till materialets hållfasthet och tillåtna spänningar statistiskt och ur utmattningssynpunkt enligt erforderlig drift-, eller lastspektrumklass.

Svetsutförandet skall uppfylla kraven i gällande tillämpbara svetsnormer. Dessutom skall ståltillverkarens anvisningar följas.

Svetsning på kallbearbetat material (bockat eller riktat) bör undvikas.

Svetsstart och stopp bör undvikas där stora spänningar i materialet uppträder. Start- och stopp-plåt bör användas.

Konsekvensen av användning av rotstöd måste fastläggas med hänsyn till kälverkan (utmattning) och erforderlig oförsrörande provningsomfattning.

De materialtekniska konsekvenserna vid svetsning skall klarläggas genom procedurprov. För svetsning i bärande delar skall svetsprocedurspecifikation Welding Procedure Specifikation (WPS) redovisas.

Materialets arbetstemperatur

All svetsning skall ske så att fogen hålls absolut torr. Erforderlig arbetstemperatur före och under svetsning framgår av standard eller materialdata från ståltillverkaren och är tjockleksberoende.

För samtliga stål skall ståltillverkarens rekommendationer uppfyllas.

Tillsatsmaterialets egenskaper

Erforderliga tillsatsmaterial framgår av ståltillverkarens, tillsatsmaterialtillverkarens eller ursprungstillverkarens rekommendationer.

Det är ett absolut krav att elektroderna hålls torra.

Undermatchande rotsträng får av svetstekniska skäl läggas, även i högt belastat tvärsnitt.

Övriga strängar skall läggas i matchande material.

I lågt belastade områden får hela svetsen läggas med undermatchande material.

Tillförd värmeenergi

Tillförd värmeenergi väljs med hänsyn till materialets specifika egenskaper (sträckenergi och antal svetssträngar).

Vid för hög sträckenergi kan försprödning uppstå. Vidare kan eventuellt mjuk zon bli för bred.

Vid för kall svetsning finns risk för härdsprickor (smältgränssprickor).

Pendling ger som regel för hög tillförd värmeenergi och skall undvikas.

Fog och svets

Vid val av fogtyp skall beaktas

Lastens art
Godstjocklek
Svetsens åtkomlighet
Svetsmetod
Svetsläge

För kälsvets eftersträvas minsta möjliga a-mått. Nominellt a-mått bör dock normalt ej understiga 3 mm.

Större a-mått än 0,7 x minsta plåttjocklek eller 15 mm skall undvikas.

Kälsvets skall i regel göras likbent. Tvärkälsvets får dock göras olikbent för att reducera eventuell anvisningsverkan.

Kälsvetsförband med dragspänning vinkelrätt mot svetsens längdriktning skall göras symmetriskt eller dimensioneras med beaktande av excentricitetseffekter.

Förarbete

Delar som skall sammanfogas skall läggas upp och fixeras så att de efter svetsning får avsedd form samt så att egenspanningar i möjlig mån begränsas. Under svetsarbetet skall tillses att elektrod, svetspulver och fogyta är torra. Vidare skall tillses att svetspulver är fritt från föroreningar och att svetsgas har för svetsning avsedd renhet.

Ljusbåge får tändas endast mot yta på vilken svetsträng skall läggas eller startplåt.

Häftsvets skall avlägsnas allt eftersom svetssträngen dras fram, om häftsvetsen ej smälts upp helt vid översvetsning eller om den ej mejslas och slipas upp vid eftersvetsning av rotsida.

Snabb värmebortledning från svetsning kan medföra hårdstruktur vid övergångszonerna med risk för sprickbildning. Rekommendationer från ståltillverkaren skall följas med hänsyn till förhöjd förvärmnings- och arbetstemperatur.

Detalj för underlättande av tillverkning och montering samt fäste för skylt, ledning mm som inte ingår i svetsprocedurbeskrivningen får inte svetsas till bärande konstruktionsdel. Detta gäller även detalj som används tillfälligt och avlägsnas efteråt.

Kälsvets som passerar stumsvets skall utföras efter stumsvets.

10 Riktning

Hänsyn måste tas till risken för **sprickbildning** och eventuell **materialförspredning**.

Deformerade ytor skall riktas väl och uppfylla tillverkarens toleranskrav på raket och ytfinhet.

Riktning bör utföras vid förhöjd arbetstemperatur.

Lämpliga temperaturintervall för varmvalsade konstruktionsstål framgår av krav enligt standarder EN 10025-1, 2, 3, 4, 5, 6 :2004 och CEN/TR 10347:2006 Table 2.

För stål enligt EN10025-6:2004 §7.4.2.2 gäller att varmformning i normalfall endast är tillåten upp till temperatur som gäller för avspänningsglödning. Om tvekan uppstår skall ståltillverkaren kontaktas för att fastlägga rätt temperaturintervall.

Minsta tillåtna inre bockningsradie vid kallbockning framgår av redovisade standarder i kapitel 8 **Bockning**.

Snävaste riktningsbara veck ur spricksynpunkt

En haverideformation kan i många fall karaktäriseras som en veckbildning i plåten. Graden kalldeformation kan beskrivas approximativt genom bockningsgraden r_b/t , där r_b är veckets innerradie och t plåttjockleken.

Ju mindre detta värde är desto skarpare är vecket.

Den plastiska sträckningen i en bock är störst i ytterradien.

I innerradien är deformationen en motsvarande stukning.

Uppmätning av bockningsgraden hos veck görs lämpligen med mallar.

För att kunna bedöma när ett veck får riktas skall man ur bockningsgraden r_b/t faställa risken för sprickbildning och materialförsprödning.

Minvärdet för bockningsgraden r_b/t och olika bockbarheter r/t hos utgångsmaterialet för skarpaste riktningsbara veck anges i diagram 1 och tabell 1. Högsta värdet måste väljas.

För de vanliga standardiserade allmänna konstruktionstålen från S235 till S960 anges min inre bockningsradie som funktion av plåttjockleken. Observera att tabellerna redovisas så väl längs som tvärs valsriktning.

Äldre konstruktioner med stål som exempelvis T-1 (exv amerikanska kranar) måste bedömas med hänsyn till aktuellt förlängningsvärde.

Det största värdet från Figur 1 eller Tabell 1 för r_b/t ur sprick- respektive försprödningssynpunkt blir avgörande för skarpaste veck från haverideformation som får riktas.

Exempel

Riktning av veck och bucklor som uppstår vid haveri på tidigare plana ytor av teleskopbom på mobilkran.

Plåttjocklek: 6 mm

Plåtkvalite: S355

Minsta inre bockningsradien 16 mm parallellt med valsriktningen.

Plåtens bockbarhet: $r/t = 16/6 = 2,67$

Snävaste riktningsbara veck utan risk för sprickbildning ger enligt Figur 1

min $r_b/t = 12,3$

Enligt tabell 1 får värdet på bockningsgraden r_b/t inte underskrida 7,5 vid plåttjockleken 6 mm ur försprödningssynpunkt.

Det största av dessa två värden är 12,3 som också blir gällande för snävaste riktningsbara veck.

Riktning av partier som redan vid tillverkning kalldeformerats (exv genom bockning)

Riktning får i dessa fall endast genomföras om summan kalldeformation (det vill säga kalldeformation vid tillverkningen + haverideformation + riktning) inte överstiger 10%. Här beräknas varje deldeformation enligt följande formel

$$\sum = \frac{100\%}{2r/t + 1}$$

Där \sum är maxdeformation i ytterradien i bock och r/t är plåten bockbarhet med tanke på sprickbildning.

Riktningens utförande

Riktning utförs normalt så att den förlängda sida krymper. Induktionsvärmning kan vara en lämplig uppvärmningsmetod som ger snabb upphettning på väl avgränsad yta och är relativt lätt att temperaturstyra. Kylning med vatten får inte utföras vid sådana temperaturer att härdning kan uppstå.

Sprickprovning

Efter riktningens utförande skall oförstörande provning med förslagsvis magnetpulverprovning utföras för att verifiera att ingen sprickbildning skett. Om sprickor finns måste materialet kasseras. Båda sidor kontrolleras.

Kommentarer och förklaring till deldeformationer

A Max deformation i en bock (sträckning i ytterradien och stukning i innerradien) beräknas enligt formel

$$\sum = \frac{100\%}{2r/t + 1}$$

Där r/t är plåtens bockbarhet.

B Linjens ekvation är $r_b/t = 4 r/t + 1,5$ som bygger på följande antaganden.

En riktning innebär samma deformation som haveribucklingen, men i motsatt riktning. Har buckling uppstått som en sträckning innebär riktningen en stukning till samma deformationsbelopp och omvänt. Det har vidare antagits att endast 50% av halva totala deformationen, motsvarande plåtens bockbarhet r/t får utnyttjas.

C Värden på min bockningsgrad r_b/t har beräknats enligt formeln i kommentar ovan baserade på minvärdet på bockar vid kalldeformation som får svetsas utan föregående normalisering enligt DIN 18800, avsnitt 9.2.2 "Schweissen in kaltgeformten Bereichen". Värdena innebär därför att destruktiv försprödning vid måttlig upphettning (som i HAZ) inte uppstår.

D Värdet 10% har framräknats som ett absolut maxvärde på kalldeformationen för att destruktiv försprödning inte skall uppstå vid plåttjocklekar av max 10-12 mm (motsvarande ett bockbarhetsförhållande hos plåten av ca 2,0).

11 Procedurprov

Före reparation på belastade delar skall eventuellt erforderliga procedurprov utföras.

Hela provningen skall dokumenteras.

Provplåtar uttas från lågt belastad del på skadad detalj. Dessa utsätts för samma behandling (totalt deformation) inklusive efterföljande reparation som den skadade delen avses utsättas för.

Efterföljande kontrollomfattning anges nedan

	Efter svetsning	Efter riktning
Oförstörande provning	Skall alltid utföras	Skall alltid utföras
Slagseghetsprovning	Skall alltid utföras	Skall alltid utföras
Bockprovning	Utförs eventuellt	Behöver ej utföras
Dragprovning	Utförs eventuellt	Behöver ej utföras
Hårdhetsmätning	Utförs eventuellt	Behöver ej utföras

12 Toleranser

Funktions- och hållfasthetstoleranser skall alltid innehållas med minst samma krav som ursprungskonstruktionens.

Om toleranskraven överskrids kan såväl hållfasthets- som funktionskrav äventyras på både stålkonstruktions- och anslutande maskinerikomponenter och leda till följd haverier.

Om kvarstående egenspanningar ej neutraliseras i kritiska delar kan deformationer uppstå i ett senare skede och ge oacceptabla toleransfel med haverikonsekvenser.

Uppmättningsprotokoll med erforderliga och uppmätta toleranskrav för reparerade delar skall redovisas.

13 Efterarbete

Slagmärken och intryckning efter verktyg får ej förekomma.

Arbetsstycket görs rent från svetspärlor och slaggrester.

Slipning och TIG-behandling utförs i den omfattning som krävs beroende på driftklass och påkänningar.

Efter komplicerade svets- och riktoperationer skall avspänningsglödning utföras i högt belastade delar av konstruktionen och där så erfordras för att innehålla toleranskraven.

Temperatur och hålltid väljs enligt ståltillverkarens rekommendationer och kan utföras med exempelvis värmematta (Cooper Heat).

Om noggrannare temperaturangivelser för EHS-stål saknas kan uppvärmning till 520-550°C alltid utföras. Hålltid 2 min/mm dock minimum 30 minuter. För övrigt stål gäller 580 ± 20 ° C minst 30 minuter. Uppvärmning och avsvälning skall ske långsamt. Ovanstående gäller dock ej för stål som inte har redovisats i EN 10025 1-6 (exv med $R_p = 1100-1300\text{N/mm}^2$).

14 Kontroll och efterbesiktning

Svetsade, riktade och värmebehandlade delar skall undersökas med oförstörande provningsmetoder i erforderlig omfattning.

Den oförstörande provningsundersökning som utförs skall alltid redovisas med provningsintyg.

Efter reparation och innan besiktningspliktigt objekt återtas i drift skall besiktning utföras av ackrediterat kontrollorgan med erforderlig kompetens.

Intyg och övrig dokumentation från reparationen skall förvaras tillgängligt tillsammans med övriga besiktningsdokument.