

Rapport 2014-3, september 2014

## Rekommendationer för svetsreparation av kompoundtuber i sodapannans eldstad

Peter Viklund och Alf Wiik, DEKRA  
Anders Leijonberg, Inspecta  
Erik Ågren och Lasse Koivisto, Andritz  
Hans Jörgensen och Peder Elden, Valmet  
Fredrik Bruno, egen konsult

### 1 Bakgrund

Svetsreparationer av kompoundtuber har utförts under lång tid i det svensk-norska beståndet av sodapannor. Många reparationer har utförts med dokumenterat goda resultat. Genom åren har en slags praxis uppkommit, som möjliggjort reparation av såväl sprickbildning som korrosionsskador. Något förenklat är denna praxis baserad på sodapannor från Götaverken med 60 bars drifttryck, samt den vanligaste typen av kompoundtuber i pannans nedre ugn, d.v.s. 3R12/4L7 från Sandvik (se Tabell 1).

**Tabell 1.** Nominell sammansättning i vikts-% för kompoundtub av typen 3R12/4L7.

	Beteckning	Fe	C <sub>max.</sub>	Si	Mn	P <sub>max.</sub>	S <sub>max.</sub>	Cr	Ni
Ytterkomponent (rostfritt skikt)	3R12 / EN 1.4306 / 304L	Bal.	0.03	0.5	1.3	0.03	0.015	18.5	10
Innerkomponent (kolstål)	4L7 / EN 1.0425 / P265GH	Bal	0.2	0.3	0.7	0.025	0.02	-	-

Trots att svetsreparationer utförs regelbundet i sodapannan finns tydliga skillnader i hur man förhåller sig till dessa skador. Samma skada kan alltså ge upphov till vitt skilda åtgärder beroende på exempelvis vilken besiktningsman som tittat på skadan, vilken entreprenör som ska reparera den, på vilket bruk skadan uppkommit och så vidare.

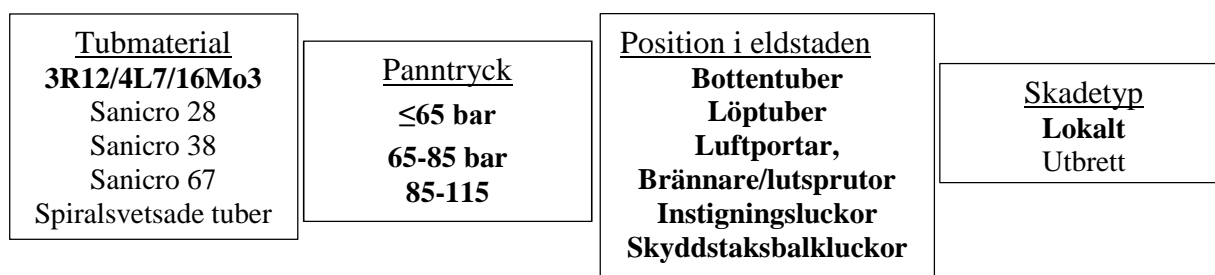
Mot denna bakgrund beslutade sodahuskommitténs styrelse i januari 2013 att påbörja ett arbete som utreder svetsreparation av kompoundtuber. En arbetsgrupp med deltagare från Inspecta, DEKRA, Andritz och Valmet tillsattes för att ta fram gemensamma rekommendationer kring svetsreparation av kompoundtuber.

### 2 Projekt mål

Målsättningen med Sodahuskommitténs projektet om svetsreparation av kompoundtuber har varit att tydliggöra hur skador på kompoundtuber i sodapannans eldstad ska åtgärdas. Mer konkret innebär det att ta fram gemensamma rekommendationer som kan komplettera Sodahuskommitténs rekommendation *D4 Reparations- och underhållssvetsning i sodapannor*.

### 3 Projektets avgränsningar

Mot bakgrund av en begränsad projekttid och projektbudget beslutades att i detta första skede avgränsa arbetet till svetsreparationer av rostfria komponenttuber, av typen 3R12/4L7/16Mo3 och pannor med driftstryck upp till 115 bar. Dessutom är rekommendationerna begränsade till avställningsjobb och inte verkstadsreparationer och hanterar endast lokala skador i sodapannans eldstad (bottentuber, löptuber, luftportar, brännare/lutsprutor, instigningsluckor och skyddstaksbalkluckor). Exempelvis överhettartuber inkluderas alltså inte i dessa rekommendationer. Det är också viktigt att poängtera att rekommendationerna endast beskriver hur skador på komponenttuber hanteras, medan det efterföljande svetsutförandet styrs av de svetsande företagens egna procedurer. Figur 1 ger en översikt av de inledande avgränsningar som gjordes i projektet.



**Figur 1.** En översikt av projektets avgränsningar där delar som inkluderas i arbetet är fetstilta.

Vidare identifierades ett flertal viktiga frågeställningar, se Tabell 2, som ofta förekommer vid svetsreparationsarbeten och som därför ligger till grund för arbetsgruppens rekommendationer. De flesta av dessa är direkt kopplade till just svetsreparation av komponenttuber, men även en frågeställning kring analys av tubprov från pannan finns med.

**Tabell 2.** Frågeställningarna bakom arbetsgruppens rekommendationer.

---

#### **Viktiga frågeställningar vid svetsreparation av komponenttuber:**

---

- 1) Hur många upprepade reparationer får genomföras på samma position?
  - 2) Hur stora ytor får svetsrepareras (begränsningar)?
  - 3) Skillnader i skadetyper (spricka/korrosion, sprickdjup)
  - 4) Skador begränsade till det vita skiktet
  - 5) Minsta tillåtna avstånd mellan reparationer?
  - 6) Krav på dokumentation för kommande inspektion
  - 7) Ytterligare begränsningar (vilka skador ska inte repareras)?
  - 8) Åtgärder efter svetsning
  - 9) Arbetsprov innan svetsning
- 

---

#### **Andra viktiga frågeställningar vid reparations- och underhållssvetsning:**

---

- 10) Uttag av tubprover
-

## 4 Rekommendationer för svetsreparation av komponenttuber

Nedan följer arbetsgruppens rekommendationer för svetsreparation av komponenttuber i sodapannans eldstad. Vid svetsreparation bör dessutom Sodahuskommitténs övriga paragrafer om svetsreparation av komponenttuber beaktas då dessa exempelvis kan innehålla ytterligare begränsningar i vilka skador som kräver tubbyte.

Punkterna 4.1 - 4.9 nedan är direkt kopplade till svetsreparation av komponenttuber, medan 4.10 behandlar provuttag som är vanligt förekommande vid underhållsarbete och delvis överlappar redan befintliga rekommendationer från Sodahuskommittén.

### 4.1 Antalet upprepade reparationer på samma position

När de årliga besiktningarna visar att en skada återkommer i samma position flera gånger, rekommenderas att antalet reparationer begränsas till maximalt 3 gånger. Begränsningen innefattar även sprickbildning som uppkommer vid reparationssvetsningen. Ytterligare reparationer får utföras endast om en dokumenterad teknisk utredning visar att detta kan genomföras på ett säkert sätt.

Vid misstankar om att positionen redan har svetsreparerats 3 gånger eller fler, skall tubbyte övervägas. Tubbyte skall också övervägas om det finns misstankar om att tidigare reparation, eller reparationer, utförts på ett felaktigt sätt. För ytterligare reparation krävs då en teknisk utredning på liknande sätt som ovan.

Om den årliga besiktningen visar att sprickor uppstått i ett tidigare svetsreparerat område (sprickorna har uppstått under drift), rekommenderas att tuben skall bytas.

### 4.2 Begränsningar i hur stora ytor som får svetsrepareras

Erfarenheten visar att ytor upp till 75mm x 50 mm på golv och vägguber kan repareras på ett säkert sätt. Även svetsreparation av fenor och fensvetsar omfattas av ovanstående storleksbegränsning. Flera mindre skador inom detta område klassas som ett sammanhängande skadeområde. Svetsreparation av större ytor får utföras om en teknisk utredning visar att detta kan genomföras på ett säkert sätt. Det tekniska underlaget skall då sparas.

### 4.3 Skillnader i skadetyper

I de fall sprickor genom det rostfria skiktet fortsätter in i kolstålsdelen skall tuben bytas. Materialteknisk expertis bör då också konsulteras.

Vid lokal avfrätning av det rostfria skiktet så att underliggande kolstål blottläggs, får svetsreparation endast utföras om kolstålets godstjocklek överstiger den minsta tillåtna godstjockleken enligt rekommendation D3\*.

*\* För pannor med höga tryck (>100 bar) kan det förekomma att hela kolstålsdelen av komponenttuben utnyttjas som lastbärande komponent, dvs att kolstålsdelen understiger den minsta tjockleken i Rekommendation D3. Minst ½ mm av det rostfria skiktet måste då vara kvar för att kunna bättra på detta genom påsvetsning.*

#### 4.4 Skador begränsade till det vita skiktet

Alla skador (djupare än 0,5 mm) och reparationer bör dokumenteras och följas upp vid kommande avställningar. Detta gäller även skador som ej medför en omedelbar åtgärd.

Om tidigare observationer visar på ett snabbt skadeförlopp, även beaktat kommande driftperiod, då skall förebyggande åtgärder övervägas.

#### 4.5 Minsta tillåtna avstånd mellan reparationer

I tubens längsriktning rekommenderas att minsta tillåtna avståndet mellan två närliggande svetsreparationer inte understiger storleken på den största reparationen. Tätare reparationer får utföras om en teknisk bedömning visar att detta kan genomföras på ett säkert sätt.

Det finns inga avstånds begränsningar i tubens omkretsriktning.

#### 4.6 Dokumentation för kommande inspektion

Skadans position skall dokumenteras så att den kan återfinnas vid följande revisioner.

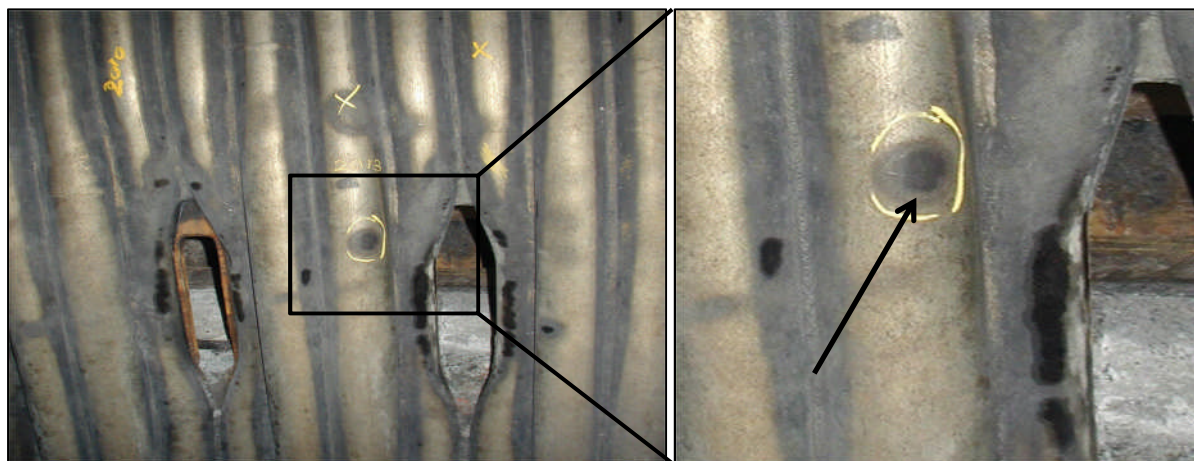
Skadan skall vara väl dokumenterad genom foto, skiss eller motsvarande.

Resultatet från tjockleksmätning av kolstål respektive rostfritt skikt, vid den djupaste nedslipningen, skall dokumenteras.

#### 4.7 Ytterligare begränsningar

Kompoundtuber med bulor eller andra lokala svällningar skall alltid bytas.

Då komponenttuben efter rengöring uppvisar missfärgning (svart yta) skall tuben alltid bytas, se exempel nedan.



**Figur 2.** Missfärgade områden (svart yta) på det rostfria skiktet som kräver tubbyte på grund av risk för vattensidig korrosion/beläggning.

#### **4.8 Arbetsprov innan svetsning**

Innan reparation genom påsvetsning utförs, rekommenderas att varje enskild svetsare genomför ett godkänt arbetsprov. Arbetsprovet utförs på en motsvarande komponenttub med liknande geometri och svetsläge på skadan. Den kvarvarande godstjockleken efter nedslipning, men innan påsvetsning, skall dokumenteras. Efter svetsning snittas tuben tvärs svetssträngens riktning och undersöks visuellt och med kopparsulfat med avseende på inträngningsdjup och geometri. Inträngningsdjupet skall alltid vara så litet som möjligt. Godkänt arbetsprov skall dokumenteras och om möjligt sparas till nästa stopp.

#### **4.9 Åtgärder efter svetsning**

I görligaste mån, rekommenderas att det svetsreparerade området slipas till tubens ursprungliga form. Mjuka övergångar mellan tub och svetsreparation är ett krav för att minimera risken för sprickbildning.

Penetrantprovning skall utföras på hela det svetsreparerade och slipade området, samt angränsande ytor. Provning på angränsande ytor görs på ett område motsvarande svetsreparationens storlek.

Kopparsulfatstest skall utföras på det svetsreparerade och slipade området.

Tjockleksmätning med ultraljud skall utföras på den svetsreparerade och slipade ytan, resultaten skall dokumenteras för framtida revisioner.

#### **4.10 Uttag av tubprover**

Vid uttag av tubprov skall dess position, historik och drifttid dokumenteras, samt vattensidan och rökgassidan undersökas med avseende på:

- 1) Vattensidans status i enlighet med Sodahuskommitténs rekommendation C12.
- 2) Allmän metallografisk undersökning av såväl kolstål som rostfritt skikt innefattande:
  - Mikroskopi av tubytan med avseende på korrosionsskador som inte kan ses med ögat
  - Hårdhetsprovning
  - Mikroskopi på det rostfria skiktet före etsning
  - Avkolning/uppkolning av bindzonen, samt eldstadssidan
  - Mikrostruktur hos kolstål och rostfritt skikt