

Rekommendation från

Sodahuskommittén

Allmänna villkor för användande av Sodahuskommitténs rekommendationer framgår av rekommendation A 3

Nr D 4

Utgåva 4, 2014-11-20
(Remissutgåva)

Reparations - och underhållssvetsning i sodapannor

Med anledning av de höga krav som måste ställas på sådant svetsarbete, som utförs i sodapannor tillråder Sodahuskommittén att nedanstående rekommendationer för reparations- och underhållssvetsning av tryckdelar i sodapannor följs.

Rekommendationerna är avsedda att utgöra en komplettering till de föreskrifter och råd som ges i tillämpliga delar av Arbetsmiljöverkets kungörelser AFS 1999:4 (Tryckbärande anordningar), AFS 2002:1 (Användning av tryckbärande anordningar), AFS 2005:2 (Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar) och AFS 2005:3 (Besiktning av trycksatta anordningar) och i den svenska och europeiska standard de hänvisar till (se översikten i Bil. 2)

Rekommendationerna är framtagna främst med tanke på mindre svetsningsarbeten och för brukens planering och övervakning. Svetsansvariga för det svetsande företaget, kontrollpersonal och personer med liknande ansvar förutsätts ha mer fullständig kännedom om de för dem aktuella delarna av standarder och regelverk.

Rekommendationerna får inte betraktas som så kompletta vad avser alla detaljer som måste beaktas vid ett enskilt arbete att de skulle ersätta utarbetade arbetsprocedurer och svetsinstruktioner. De avser inte heller att ta över entreprenörs, leverantörs eller myndighets ansvar och befogenhet.

Hänvisningar

Föreskrifter:

Föreskrifter i Arbetsmiljöverkets kungörelser om tillverkning och användning av tryckbärande anordningar (AFS 1999:4, 2002:1, 2005:2 och 2005:3) och de föreskrifter till vilka de hänvisar skall alltid följas.

Standard:

SS-EN 12952-serien med särskilda Annex i delarna 2, 5, 6, 7 och 8

Se också Bilaga 2.

Rekommendationer:

Sodahuskommitténs rekommendation D3, ”Minsta godstjocklek hos tuber i sodapannor ”

Innehåll

1	Föreskrifter och standard.....	3
2	Ackreditering.....	3
3	Svetsmetoder och tillsatsmaterial.....	3
4	Svetsbetingelser.....	4
5	Ersättningsmaterial.....	5
6	Utförande.....	6
7	Stutsar och tubinfästningar i domar och lådor.	9
8	Kompoundtuber.....	10
9	Underhåll av stift, täck- och triangelplåtar m.m.....	13
10	Bockning av tuber	14
11	Värmebehandling efter svetsning.....	15
12	Kontroll	16
13	Gjutjärnsekonomisrar	17
14	Tryckkontroll.....	18
15	Dokumentation	18
	Bilaga 1: Svetselektroder lämpliga för svetsning med belagd elektrod (SMAW).....	19
	Bilaga 2: Exempel på tillämpliga föreskrifter, vägledningar, svets- och	21
	Bilaga 3 Rekommendationer för svetsreparation av komponenttuber	25

1 Föreskrifter och standard

Sodapanna med överhettare och ekonomiser räknas till kategori IV i § 10 i kungörelsen för Tryckbärande Anordningar, 1999:4. Detta gäller också icke avstängningsbara delar av tillbehör i form av tryckkärl och rörledningar direkt anslutna till pannan, t.ex. impulsledningarna till strömningsmätningens pitotrör, Dolezalkylare, vattenståndsställ etc.

De krav som ställs enligt Tryckkärlsdirektivet (PED, dvs. Europaparlamentets och rådets direktiv 97/23/EG daterad 1997-05-29*, i svensk tappning AFS 1999:4) uppfylls lämpligen genom att tillämpa de harmoniserade (alltså i överensstämmelse med direktivets krav) konstruktions- och tillverkningsstandarderna i serien SS-EN 12952 för vattenrörpannor, till vilken kategori sodapannorna räknas. (* ny utgåva är under utarbetande)

För sodapannor finns det i SS-EN 12952-serien dessutom särskilda Annex i delarna 2, 5, 6, 7 och 8 vilka är normativa, dvs. tvingande.

Se för övrigt Bilaga 2.

2 Ackreditering

2.1 Det svetsande företaget skall ha till sig knutet en behörigen utbildad (IWE-examen) och ackrediterad svetsansvarig person.

2.2 Vid reparation eller ändring av besiktningspliktig tryckbärande anordning skall alltid ett ackrediterat kontrollorgan kontaktas (se AFS 2005:3 § 30). Sodahuskommittén tillråder dessutom att mer omfattande och komplicerade svetsningsarbeten utförs först efter samråd med tillverkare eller annan svetsteknisk expertis.

3 Svetsmetoder och tillsatsmaterial.

3.1 Det svetsande företaget ansvarar alltid för att den svetsmetod och det tillsatsmaterial de väljer är lämpligt valt. För alla svetsarbeten på tryckbärande delar skall det finnas en utarbetad svetsprocedur, ”WPS”. Alla relevanta parametrar skall specificeras i deras svetsprocedur, ”WPS”, jfr paragraf 6.2. Beträffande val av svetselektroder, se Bilaga 1.

3.2 Reparationer och ändringar bör planeras och utföras med särskilt hänsynstagande till de svårartade värmebelastnings- och korrosionsförhållanden som sådana reparationssvetsar och konstruktionsdetaljer kan bli utsatta för i en sodapanna.

3.3 Av Sodahuskommittén accepterade svetsmetoder för tryckbärande svetsar är enligt paragraf 3.3.1, 3.3.2 och 3.4, samt för reparation av stift enligt paragraf 3.6. För påsvetsning av membran, täck- och triangelplåtar, fenor och liknande får även MIG/MAG-metoder, paragraf 3.5, användas.

3.3.1 Bågs svetsning med belagd elektrod

Vid bågs svetsning med belagd elektrod skall dessa vara torkade enligt elektrod tillverkarens anvisningar. Öppnade förpackningar skall förvaras i torrhållare (minimum 75°C) och skall i

normalfallet förbrukas inom 8 timmar. Elektroder, vilka kan antas ha förvarats utanför förpackning eller torrhållare, så att fukthalten i elektrodhöljet har ökat, skall omtorkas enligt tillverkarens rekommendationer.

För olika elektrodfabrikat och sammansättningar av elektrodhöljet kan här gälla olika marginaler för vad elektroderna kan utsättas för innan deras halt av fukt i elektrodhöljet blir för hög.

3.3.2 TIG-svetsning med argon som skyddsgas. Annan skyddsgas kan ifrågakomma.

3.4 Vid montagesvetsning i panna tillråder Sodahuskommittén svetsning av rotsträng med TIG-svetsning enligt paragraf 3.3.2 och uppfyllning med bågs svetsning med belagda elektroder enligt paragraf 3.3.1 ovan.

3.5 MIG- och MAG-svetsning rekommenderas tillsvidare inte av Sodahuskommittén för allmän användning för reparations- och underhållssvetsning av tryckbärande svetsar, men kan användas för påsvetsning på tuber av fenor, membran och liknande detaljer. Även för svetsning på utsidan av tryckbärande del skall det finnas en godkänd och underskriven svetsprocedur "WPS".

3.6 Bågbultsvetsning (bränn- eller stuksvetsning eller liknande svetsmetod) av stift för underhåll och reparation skall vara dokumenterad med i förväg utförda svetsprover (för dessa svetsar gäller SS-EN ISO 14732 och SS-EN ISO 15612). Se även SS-EN ISO 14555.

3.7 Sodahuskommittén avråder helt från skarvning med bränn- eller stuksvetsning av tuber i eldstaden, ekonomiser eller i överhettaren (jfr SS-EN 12952-5, Annex E, § E.6, som här avviker från Sodahuskommitténs rekommendation)

3.8 Sodahuskommittén avråder från gassvetsning med nuvarande teknik.

3.9 Där tillfredsställande dokumentation och erfarenhet föreligger kan avvikelser från ovannämnda rekommendationer motiveras. Sodahuskommittén rekommenderar dock att svetsning med andra metoder än de som nämnts ovan ej får ske utan föregående samråd med den svetsansvarige och med ackrediterat besiktningsorgan samt i förekommande fall med materialtillverkare.

3.10 Permanenta rotstöd, "backing rings" accepteras ej av Sodahuskommittén för skarvsvetsning av tuber i sodapannan (p.g.a. risk för korrosion). Temporära rotstöd kan accepteras under förutsättning av att alla spår av dem helt avlägsnas efter svetsningen och att svetsens rotyta därefter provas med ytmetod utan anmärkning (jfr SS-EN 12952-5, § 8.11.8).

4 Svetsbetingelser

4.1 All svetsning skall ske på metalliskt rena ytor, där alla rester av oxider och andra beläggningar avlägsnats. Rengöring skall ske av och kring svetsstället på båda sidor. Fogkanterna (eller motsvarande område) skall synas före svetsningen med avseende på lamineringar, slaggar eller andra materialfel.

Stålborstning, även med användning av roterande stålbörste, för rengöring av korroderade metallytor rekommenderas inte, eftersom stålborstning enbart ger en polering av oxidskiktet.

Beläggningar och oxidskikt i en sodapanna kan innehålla avsevärda mängder svavel, vilket medverkar till uppkomsten av varmsprickor genom bildning av järnsulfid eller nickelsulfid. Skiktet måste avlägsnas fullständigt genom slipning eller smärgling eller med roterande fil.

Blästring med stålsand eller järnsilikatslagg (fajalit) till Sa3 kan också ifrågakomma. Blästringsresultatet måste då särskilt kontrolleras före svetsningens påbörjande.

4.2 Vid blästring med hårda och kantiga blästermedel, t.ex. fajalit, måste uppmärksammas risken för erosionsskador på de blästrade partierna. Kvantshaltig sand får inte användas utan att risken för lungskador har blivit vederbörligen beaktad.

4.3 Grovrengöring och avlägsnande av stelnad smältsoda med bilmaskin, korp eller motsvarande mekaniska metoder rekommenderas inte, då risken för skador på tuberna är alltför stor. Högtrycksspolning bör användas med försiktighet.

4.4 Vid svetsningen skall svetsstället skyddas mot damning, eftersom dammet kan äventyra svetsgodsets renhet. Särskilt vid svetsning av komposittuber med nickelbaslegering erfordras att svetsgodset inte förorenas av svavelhaltiga partiklar.

4.5 Arbetsstället skall vara torrt och fritt från kondenserad fukt. Svetsning får ej ske om stålet är kallare än omgivningen, eftersom det annars föreligger risk för kondensation på stålytan av luftens fuktighet. Ej heller med mindre än att materialtemperaturen hålls över +5°C om omgivningstemperaturen är lägre. Sodahuskommittén tillråder rent allmänt att svetsstället värmes något före svetsningen, även där förhöjd arbetstemperatur inte är föreskriven. Se SS-EN 12952-5, § 10.3.1. och § 10.3.2.

4.6 Svetsstället skall i erforderlig utsträckning skyddas mot drag och blåst. Vid svetsning med skyddsgas måste tillses, att gasskyddet inte blåser bort. Vid svetsning av långa vertikala tuber skall åtgärder vidtagas för att förhindra uppkomsten av luftströmmar inuti tuberna genom skorstensverkan. Pluggar, t.ex. av vattenlösligt specialpapper, kan sättas i de tubändar som ansluts till ångdomen. Efter avslutat montage måste genomloppen kontrolleras.

4.7 Svetsning bör inte ske på tuber, som inte dränerats från kvarvarande kondensat. Detta gäller även hängande överhettartuber. Den högre avkylningshastigheten kan annars ge upphov till spröda zoner vid svetsen. Dränering kan ske genom punktering, innan man utför svetsningsarbete.

Punkteringen bör ej läggas längst ner i en böj, då det där är svårt att hålla tillräckligt rent för återsvetsningen. Lägg punkteringen högre upp bör utrymmet nedanför dräneras t.ex. med hävert innan man gör återsvetsningen.

Undantag medges om det svetsande företaget har kvalificerat sig med en särskild WPS för att svetsa även tuber som det fortfarande står kondensat i.

5 Ersättningsmaterial

5.1 Förutom de godtagna materialen enligt SS-EN 12952-2, tabell A.1 får material enligt samma standard, § 4.2 och § 4.3 användas, varvid särskild hänsyn skall ha tagits vid utvärderingen till materialets lämplighet för användning i en sodapanna.

5.2 Vattenförande tuber, vilka vid läckage kan ge vatten in i eldstaden skall vara kontrollerade för godtyckliga fel enligt tillämpliga delar av SS-EN ISO 10246.

5.3 Material till fenor och konstruktionsdetaljer, som svetsas fast på domar, lådor eller tuber skall vara minst hel- eller halvtätat konstruktionsstål enligt SS-EN 10025-2, tabell A1 eller motsvarande. Exempel på sådant material är SS-EN 10025-2 stål S235JRG2.

5.4 Stål av s.k. duplex typ (ferrit-austenitiska stål) är inte lämpliga till tryckdelar m.m. i sodapannor p.g.a. ofördelaktiga långtidsegenskaper vid användning över ca. 250-300°C.

5.5 Nytt material skall, där så inte är uppenbart onödigt, rengöras på vattensidan genom blästring eller annan lämplig metod. Blästring kan ske med stålsand eller järnsilikatsand (fajalit).

6 Utförande

6.1 Svetsarbete på sodapanna och framförallt på dess tryckbärande delar kräver särskild noggrannhet och omsorg. Svetsning av tryckbärande delar till sodapanna skall vara planerad och utförd enligt SS-EN ISO 3834-2 och till kvalitetsnivå B enligt SS-EN ISO 5817 och till tilläggskravet "S" enligt tabellerna 9.3-1 och 9.4-1 i SS-EN 12952-6.

6.2 Svetsning på tryckbärande delar skall ske mot en godkänd svetsprocedur, WPS. En svetsprocedur är unik för det svetsande företaget, så man får inte hänvisa till något annat företags svetsprocedur. Svetsproceduren skall vara underskriven av en behörig svetskunnig person, dvs med IWE-behörighet. För svetsprocedurprovning och svetsarprovning gäller beroende på typ av svetsprocedur någon av SS-EN ISO 15609-1, SS-EN ISO 15610, SS-EN ISO 15611, SS-EN ISO 15612, SS-EN 15613 resp. SS-EN ISO 15614-1 samt för svetsarprovning SS-EN ISO 9606-1 eller provning av svetsoperatörer SS-EN ISO 14732:2013. Härutöver finns också krav på svetsprocedurens innehåll i kapitel 6 i SS-EN 12952-6.

6.3 För mer komplicerade svetsarbeten kan krävas arbetsprov, som tar hänsyn till arbetsställningar och åtkomlighet resp. metallurgi och krympspänningstillstånd hos den färdiga konstruktionen (för compoundtuber, se också §7.1 och 8.16).

6.4 Svetsreparationer i domar och lådor i legerade stål kräver särskild omsorg med hänsyn till de krympspänningar och metallurgiska omvandlingar (t.ex. härdnings- och utskilnings-effekter) som kan uppstå och som dessa kan ha på lång sikt. Svetsarna kan behöva slipas extra noga till jämn yta för att motverka sprickbildning som en följd av framtida tryckkontroller.

6.5 Alla tuber med bulor eller andra lokala svällningar skall alltid bytas.

6.6 Reparationssvetsning av krypskador på överhettarlådor och överhettartuber (och ångledningar) med temperatur över 350°C för stålgrupp 1 och 450°C för stålgrupp 5.1 och 5.2 enligt SIS-CR ISO 15608 kräver särskilda försiktighetsåtgärder för att inte krypskadorna skall återkomma i ett accelererat tempo.

6.7 Rent allmänt tillråder Sodahuskommittén att all svetsning sker med en viss förhöjning av arbetstemperaturen för att motverka bildning av svetsdefekter. Svetsproceduren bör här mer ta hänsyn till det önskade slutresultatet än till minimikrav enligt gällande standarder.

6.8 Vid svetsning av eller på tuber och lådor legerade med krom och molybden (som t.ex. stål 13CrMo4-5 eller 10CrMo9-10 enl. SS-EN 10216-2) med arteget tillsatsmaterial skall där så är tillämpligt förhöjd arbetstemperatur förekomma (jämför SS-EN 12952-5:2011 §10.3, som i sin tur

hänvisar till tabell C.5 i EN 1011-2:2001). Miljöförhållandena på plats i en sodapanna är svåra att kontrollera, och även om svetselektroder med lägsta möjliga vätehalt rekommenderas, så tillråder Sodahuskommittén därför ändå för svetsning på överhettarlådor >15mm en arbetstemperatur om 150-200°C för stål 13CrMo4-5 och 200-250°C för stål 10CrMo9-10. Även omedelbart anslutande värmebehandling eller att svetsen direkt täcks in med värmeisolerande filtmaterial kan förekomma (se SS-EN 12952-5, § 8.11.3). Vilken åtgärd som används skall framgå av svetsproceduren.

6.9 Vid all svetsning med rostfria/austenitiska elektroder på kolstål eller låglegerade stål skall minst s.k. överlegerade elektroder användas (t.ex. typ 23%Cr/13%Ni), se exempel i Bilaga 1. Normalt föreskrivs här inte någon förhöjd arbetstemperatur, i motsats till när man använder arteget tillsatsmaterial.

6.10 Användning av s.k. intermittent svets skall undvikas, om man istället kan lägga en kontinuerlig längsgående svets.

6.11 Vid svetsning av genomgående uppslipningar på tuber, vid skarvsvetsning av tuber och liknande, skall svetsningen ske med minst två lager, där svetssträngarna har förskjutna start- och stoppställen (se SS-EN 12952-5, § 8.9.3).

Ett eventuellt påsvetsat rostfritt täckskikt räknas som ett tredje lager.

6.12 Sodahuskommittén tillråder att påsvetsning på vattenförande tuber för att återställa ursprunglig godstjocklek i en sodapannas eldstad endast får utföras under förutsättning att godstjockleken (för compoundtub: kolstålsdelens godstjocklek, jfr §8.14) överskrider den minsta tillåtna godstjockleken enligt rekommendation D3, dock minst 3,0 mm.

Vid svetsning på överhettartuber bör på samma sätt den minsta kvarvarande tjockleken före svetsning motsvara minst den minsta tillåtna tjockleken e_{ct} plus ½ mm, det senare tillägget för att kompensera för svetsgodsets inträngning.

6.13 Djupare uppslipningar på tuber lika breda eller mindre än två gånger godstjockleken får dock svetsas på samma sätt som om det vore fråga om skarvsvetsning.

6.14 Rotgapet mellan fogkanter skall i möjligaste mån innehållas, t.ex. genom häftsvetsning eller med mekanisk inspänning. Endast smärre avvikelser från förbestämt rotgap accepteras. Toleranser för rotgap skall specificeras i WPS:en (se SS-EN 12952-5, § 8.4.2).

6.15 Häftsvetsar skall utföras så att de ej stör den färdiga svetsen (se SS-EN 12952-5, § 8.4.3).

6.16 Risken för härdning vid häftsvetsning skall beaktas (se SS-EN 12952-5, §10.3.1).

6.17 Rotsträng skall läggas utan onödiga avbrott, dvs annat än för att byta arbetsställning hos svetsaren, för byte av elektrod eller liknande (se SS-EN 12952-5, § 8.11.2)

6.18 Vid stora uppslipningar i godset bygger man successivt på fogkanterna från sidan, så att höga svetsspänningar undviks.

6.19 Skarvsvetsar får inte läggas närmare varandra än vad som motsvarar längden av två tubdiametrar (se SS-EN 12952-5, § 8.11.4)

6.20 Vid skarvsvetsning av tuber med lucka tillråder Sodahuskommittén att luckan, där så kan ske, förläggas åt isoleringssidan (eldstadens utsida) till. Samtliga fogkanter skall vara fogberedda med kantvinkel, rätkant och rotgap anpassade till svetsmetoden. Luckans storlek skall anpassas, så att

insvetsning och kontroll inte hindras av intilliggande tuber.

6.21 Reparation av samma svetsställe bör inte upprepas mer än två gånger. Vid svetsning på tuber bör man därför efter tre misslyckade försök till reparationssvetsning sätta in ett nytt stycke och göra nya svetsar från början. Fler reparationsförsök än tre kan göras, men först efter särskilt övervägande. Vid återkommande sprickbildning i svetsgods eller värmepåverkad zon intill smältgränsen rekommenderas att WPS:en omarbetas.

Har området varit föremål för svetsreparation tidigare, avgörs på basis av tillgänglig dokumentation om ytterligare reparationer skall accepteras, dock att området svetsas högst tre gånger. Är dokumentationen ofullständig bör tubpartiet bytas.

6.22 Vinkelavvikelse vid skarvning av tuber skall understiga 3° dvs 5 mm per 100 mm (se SS-EN 12952-5, § 8.11.6.)

6.23 Vid återkommande byten och återsvetsning av tuber, t ex vid återkommande löphålstubsbyten, och vid återsvetsning av inspektionsstutsar tillråder Sodahuskommittén att de nya svetsarna förläggs så att man inte senare tvingas svetsa i tidigare svetspåverkat material. Den tidigare skarvsvetsen bör därför från början ha varit förlagd till det tubstycket som kasseras. Vid inspektionsstutsar kapas den gamla skarvsvetsen bort och kasseras. (jfr. § 6.17)

6.24 Vid återsvetsning efter uttag av hålborrade provstycken skall de nya tubrondellerna vara uttagna ur likartade tuber med mekanisk bearbetning. Fogkanterna skall vara fogberedda med kantvinkel, rätkant och rotgap anpassade till svetsmetoden. Svetsen skall röntgas.

6.25 Sodahuskommittén rekommenderar att risken för att det uppstår sprickor och korrosionsangrepp på baksidan av svetsar lagda direkt mot tuberna beaktas. Vattensidig korrosion kan uppstå på baksidan av svetsöron och svetsar mellan tuber och t.ex. infästningsbalkar eller upphängningsjärn om krafterna i svetsarna blir stora.

Vid svetsning av konstruktionsdetaljer mot ångpannetuber skall därför beaktas att svetsarna inte bör göras starkare än tubgodset om svetsarna kan bli utsatta för inspänningskrafter. Användningen av avväxlingsplåtar skall i så fall övervägas.

6.26 Vid fastsvetsning av fenor på tuber vid t ex luftportar och manluckor skall utöver krymp- och värmespänningar i svetsen även beaktas att svetsens tvärsnittsarea blir tillräckligt stor för att fenan skall bli tillräckligt kyld. Det sammanlagda a-måttet för svetsen kan behöva vara större än fenans tjocklek.

6.27 Täck- och triangelplåtar och liknande smådetaljer insvetsade på mer än ett ställe kan behöva slitas för undvikande av sprickor genom värmespänningar.

6.28 Tillfälliga svetsöron etc avlägsnas. Snittytan kontrolleras med ytmetod (se SS-EN 12952-5, § 8.4.3).

6.29 Svetsreparationer av lagda svetsar skall göras utifrån den WPS som tillämpats vid den ursprungliga svetsningen eller utifrån en omarbetad WPS, om så bedöms bättre. Svetsreparationen skall dokumenteras (exakt position, så att den kan återfinnas, m.m.) och den oförstörande provningen av det reparerade stället görs på nytt med minst samma omfattning (jfr. SS-EN 12952-5, § 8.5.1).

6.30 Defekter avlägsnas med någon skonsam metod. Användes luftbågmejsling skall ytornas ges en slutlig slipning, så att uppkolat och värmebehandlat ytskikt avlägsnas (se SS-EN 12952-5, § 8.5.1).

6.31 Brännsår skall undvikas. Eventuella brännsår bortslipas och kontrolleras med ytmetod (se SS-

EN 12952-5, § 8.4.4).

6.32 Återsvetsning av stapelfenor bör undvikas. Vid påskärvning av nya fentoppar beaktas att full genomsvetsning erhålles, då för liten fogarea här leder till dålig värmebortledning och kort livslängd.

6.33 Flamriktning av ångpannetuber, framförallt överhettartuber och compoundtuber, skall ske med försiktighet, eftersom materialets mekaniska egenskaper kan påverkas ofördelaktigt.

Sodahuskommittén tillråder att:

- ☐ för kolstålstuber bör 650°C ej överskridas.
- ☐ för låglegerade överhettartuber bör 700°C ej överskridas.
- ☐ för compoundtuber bör 500°C ej överskridas.

Temperaturgränserna kan behöva kontrolleras, t.ex. med termokrita.

7 Stutsar och tubinfästningar i domar och lådor.

7.1 Reparationsarbeten på stutsar och tubinfästningar i domar, framförallt domar av legerade stål, kräver på grund av sin svårighet extra omsorg och skicklighet. Vid höghållfasta stål skall särskild hänsyn tas till den sprickbildning genom korrosion som kan uppstå på vattensidan om inte övergången mellan svets och grundmaterial görs tillräckligt mjuk, t.ex. genom slipning eller TIG-behandling. Smältdiken och skarpa vinklar bör undvikas.

Sodahuskommittén rekommenderar att den som utför svetsning eller annat arbete på domarna har dokumenterad erfarenhet av den sortens reparationsarbeten. På begäran skall det svetsande företaget styrka lämpligheten av föreslagna svetsarbeten med ett motsvarande arbetsprov.

7.2 Tuber, vilka svetsas fast på utsidan av cylindriska lådor, skall vara avskurna vinkelrätt mot längdaxeln. Tubänden skall vara fogberedd på lämpligt sätt, så att man får full genomsvetsning av skarven. Lådans vägg planas runt varje hål. Tubens centrering i förhållande till hålet skall noga kontrolleras.

7.3 Hål i domar och lådor för genomgående stutsar skall vara maskinbearbetade.

7.4 Vid svetsreparation av domplåten vid tubhål och stutsar måste beaktas att värmebehandling i allmänhet inte kan utföras efter svetsningen. Det innebär att arbetet måste utföras med arbetsprocedur och kontroll utarbetad i förväg av den svetsansvarige och med besiktningsorganet och i förekommande fall med materialtillverkare eller annan svetsteknisk expertis.

7.5 Borrhål avsedda för invalsnings av tuber skall vara fria från repor som kan medföra läckage. Den tubhålskant som vetter mot tubens sträckning skall vara avgradad (bruten). Tubhålens ytfinhet bör vara runt ca 0,06-0,07 mm. Speciell uppmärksamhet skall ägnas sådana borrhål som svetsreparerats.

Tubhålsdiametrarna bör icke vara mer än ca 0,5 mm större än aktuell tubs ytterdiameter före pressningen. Tubhålens diameter anpassas till aktuell tubdimension.

7.6 Tubändar, som skall pressas, måste vara noggrant rengjorda. Vid pressningen skall ett i vatten emulgerbart fett användas som smörjmedel för pressverktygen. De pressade tubändarna

rengöres invändigt från fett före provtryckning.

7.7 Sodahuskommittén rekommenderar att pressade tubinfästningar också tätsvetsas enligt paragraf 7.8 – 7.14.

7.8 Tätsvetsning av invalsade tuber i domar fordrar speciella försiktighetsåtgärder, varför arbetet måste utföras med arbetsprocedur och kontroll utarbetad i förväg av den svetsansvarige i samråd med besiktningsorgan och materialtillverkare eller annan svetsteknisk expertis.

7.9 Tuberna skall pressas före svetsningen, så att anliggningen mot tubhållsväggen blir fullgod.

7.10 Svetsning av tubändar i domar skall utföras som minst 2-lager-svetsning, varvid första svetssträngen skall läggas i huvudsak mot dommaterialet, medan den andra svetssträngen får inte beröra detta. Svetssträngarnas start- och stopppunkter skall vara förskjutna i förhållande till varandra. Vid tätsvetsning av genomgående tubändar bör kälsvetsens sammanlagda a-mått vara lika stort som tubens vägg tjocklek.

7.11 Tätsvetsade tubändar värmebehandlas normalt inte efter svetsningen, även när dommaterialet är sådant att värmebehandling skulle krävas. Svetsproceduren måste därför vara utformad så att den värmepåverkade zonen i domgodset inte tar härdning vid svetsningen.

7.12 Förvärmning (förhöjd arbetstemperatur) skall ske med metod som ger fullgod genomvärmning och så att den föreskrivna arbetstemperaturen innehålls ända tills dess den aktuella svetsningen är avslutad. Detta kan i vissa fall även inbegripa föreskriven eftervärmning/varmhållning (för att föregripa uppkomsten av härdsprickor, som annars vid låglegerade stål kan uppträda även något dygn efter det själva svetsningen avslutats).

7.13 Arbetstemperaturen skall kontrolleras individuellt för varje tub innan svetsningen påbörjas.

7.14 Efter genomförd tätsvetsning skall förbandet ges en lätt eftervalsning om tubsätet är utfört utan rillor. För tubsäte med rillor skall framgå av svetsproceduren om och hur en eventuell eftervalsning skall utföras.

8 Compoundtuber

Följande rekommendationer är baserade på erfarenhet och kunskap kring svetsreparationer av rostfria compoundtuber, 3R12/4L7/16Mo3. För högre legerade tuber kan ytterligare säkerhetsåtgärder behövas, t.e.x för att undvika varmsprickbildning i svetsgods.

Rekommendationerna gäller för pannor med driftstryck upp till 115 bar och lokala skador i sodapannans eldstad (bottentuber, löptuber, luftportar, brännare/lutsprutor, instigningsluckor och skydstaksbalkluckor). Rekommendationerna beskriver hur skador på compoundtuber ska hanteras, medan själva svetsmetoderna styrs av de svetsande företagens egna procedurer.

8.1 Kontroll av compoundtuber för sodapannor specificeras i SS-EN 12952-2, Annex C. Compoundtuberna skall vara kontrollerade med ringvidgningsprov, mekaniska test som dragprov av

innerkomponent och mot bindfel. Också compoundskiktets tjocklek skall vara kontrollerat.

8.2 Kompoundtuber räknas för varje materialkombination som egen materialgrupp (och kräver därför separata svetsprocedurer och kvalifikationsprov). Speciellt skall här beaktas de särskilda svårigheter, som kan uppträda vid svetsning på compoundtuber vid trängda svetslägen, lucksvetsning, byxningar och i liknande situationer (se SS-EN 12952-6, Annex A, § A.2.2.1).

8.3 Skarvsvetsning, skarvsvetsning med lucka, påsvetsning och annan svetsning av compoundtuber får bara ske av svetsare och svetsande företag, vilka förutom kvalificering enligt SS-EN ISO 9606-1 (se SS-EN 12952-6, Annex A, § A.3.2.1) och svetsprocedur för compoundtuber enligt tillämpliga delar av standarderna SS-EN ISO 15607 t.o.m. SS-EN ISO 15614, även äger dokumenterad erfarenhet av och kännedom om den typ av arbete man avser utföra, t.ex. genom certifiering gentemot SS-EN ISO 9001/9002. **Betr. rekommendation om arbetsprover, se även § 6.3 och § 8.16.**

8.4 Vid svetsning utanpå det rostfria skiktet på compoundtuber skall överlegerat tillsatsmaterial (se Bilaga 1) användas, så att man inte får hårdsprickbildning om uppsmältningen skulle råka bli så stor att man får inblandning av det underliggande kolstålet. Hårdheten hos påsvetsade skikt skall kontrolleras och överensstämja med tillverkarens specifikation. Även bockningsprov finns föreskrivet (se SS-EN 12952-6, Annex A, § A.2.2.2.2 och A.2.2.2.3)

8.5 Vid skarvsvetsning eller ansvetsning av compoundtuber till låda av ferritiskt stål, så avlägsnas normalt minst 3 mm av compoundskiktet närmast fogkanten, så att man lägger skarvsvetsen i enbart innerkomponentens material utan att svetsbadet får nå kontakt med det anslutande compoundskiktet. Uppsmältning av compoundskikt, så att det ferritiska svetgodset förorenas med uppsmält material från compoundskiktet medför stor risk för hårdsprickbildning av svetsgodset.

8.6 All användning av kolstålelektroder (eller låglegerade elektroder) direkt på, mot eller i kontakt med det rostfria compoundskiktet eller tidigare lagda rostfria svetssträngar skall undvikas av hänsyn till risken för uppblandning av svetsgodset med rostfritt material och åtföljande hårdsprickbildning.

8.7 Vid skarvsvetsning av compoundtuber skall rotsträngen (vid lucksvetsning svetsen mot vattensidan) alltid vara utförd med sådana svetsselektroder, så att svetsgodset blir beständigt mot spänningskorrosion från vattensidan. Det innebär att "vanliga" rostfria svetsselektroder inte kan användas här (undantag: en del nickelbaslegeringar).

Svetsgods med en sammansättning som rostfritt stål med austenitisk grundstruktur riskerar spänningskorrosion under drift vid kontakt med pannvattnet. Vanliga svetsselektroder av kolstålstyp kan istället ge hårdstruktur i svetsgodset om man smälter upp rostfritt material i smältbadet vid svetsningen. De svetsprocedurer man använder för svetsning av compoundtuber måste ta hänsyn till dessa svårigheter, det gäller speciellt för s.k. lucksvetsning.

8.8 Fastsvetsning av fenor, stift, bärjäm och liknande på compoundtuber kan medföra termiska sprickor. Fastsvetsning av sådana detaljer direkt på compoundtuber får därför endast ske sedan hänsyn tagits till vilka termiska belastningar och termiska spänningar de kan komma att utsättas för. Om detaljerna är av kolstål bör vid svetsningen överlegerade austenitiska svetsselektroder användas, se §6.8 och §8.4.

8.9 Vid svetsning av membran eller liknande till compoundtuber med längsgående svets måste tillses att svetsens inträngning inte gör att compoundtubens bärande innerskikt inskränks. Inträngningen får inte vara större än att fortfarande en kvarvarande tjocklek minst motsvarande e_{ct} (d.v.s. samma som S_{min}) kvarstår opåverkad (se SS-EN 12952-6, Annex A, § A.2.2.2.1).

8.10 **Då det rostfria skiktet som en följd av korrosion eller annat slitage understiger 1 mm tjocklek, bör åtgärder vidtas eller övervägas. Lämplig åtgärd kan vara tubbyte eller reparation.**

Förutsättningarna för val av åtgärd beskrivs i följande paragrafer §8.4 och §8.11-8.19

8.11 Erfarenheten visar att ytor upp till 75mm x 50 mm på golv och vägguber kan repareras på ett säkert sätt. Flera mindre skador inom detta område klassas som ett sammanhängande skadeområde. Svetsreparation av större ytor får utföras endast om en dokumenterad teknisk utredning visar att detta kan genomföras på ett säkert sätt.

8.12 Det rekommenderas att minsta tillåtna avståndet i tubens längsriktning mellan två närliggande påsvetsningar inte understiger storleken på den största reparationen (jfr. §6.19). Tätare reparationer får utföras om en teknisk bedömning visar att detta kan genomföras på ett säkert sätt.

Det finns inga motsvarande avståndsbeskrivningar i tubens omkretsriktning.

8.13 I de fall sprickor genom det rostfria skiktet fortsätter in i kolstålsdelen skall den skadade delen bytas. Materialteknisk expertis bör då också konsulteras. (En antydning till korrosion i kolstålsdelen i botten på en genomgående spricka genom compoundtubskiktet förekommer normalt och föranleder inte att man behöver byta tuben).

8.14 Vid avfrätning av det rostfria skiktet, så att underliggande kolstål blottlägges, kan svetsreparation endast utföras om kolstålets godstjocklek överskrider den minsta tillåtna godstjockleken enligt rekommendation D3, dock minst 3,0 mm (jfr § 6.12).

8.15 Det kan förekomma för pannor med höga tryck (>100 bar) att hela kolstålsdelen av compoundtuben utnyttjas som lastbärande komponent, dvs att kolstålsdelen inte är tjockare än den minsta tjocklek som rekommenderas i Rekommendation D3. Skulle så vara måste minst ½ mm av det rostfria skiktet vara kvar för att man skall kunna bättra på det rostfria compoundskiktet genom påsvetsning.

8.16 Innan reparation genom påsvetsning utförs på bortfräta partier av compoundskikt, rekommenderas att, om så överenskommes, varje enskild svetsare genomför ett godkänt arbetsprov. Företrädesvis bör detta arbetsprov utföras före och i direkt anslutning till det reparationsarbete som skall utföras.

Arbetsprovet utförs på en motsvarande compoundtub, som getts en liknande geometri och svetsläge som 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 svetsutförande. En identisk miljö (parametrar som compoundtubstyp, svetsläge, svetsström och spänning, skyddsgas, åtkomlighet, renlighet m.m.) som vid den avsedda reparationssvetsningen bör eftersträvas.

Inträngningsdjupet skall alltid vara så litet som möjligt. Godkänt arbetsprov skall dokumenteras och om möjligt sparas till nästa stopp.

8.17 Läget för förekommande skador och reparationer (djupare än 0,5 mm) skall dokumenteras så att de kan återfinnas vid följande revisioner. Skador skall vara väl dokumenterade genom foto, skiss eller motsvarande. Detta gäller även skador enbart i compoundskiktet och som inte nödvändigtvis kräver en åtgärd.

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

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

8.18 I görligaste mån, rekommenderas att det svetsreparerade området slipas till tubens ursprungliga

form. Mjuka övergångar mellan tub och svetsreparation är en förutsättning för att minimera risken för framtida sprickbildning.

Penetrantprovning skall utföras på hela det svetsreparerade och slipade området, samt angränsande ytor, se § 12.24.

Kopparsulfatstest skall utföras på den svetsreparerade och slipade ytan, resultaten skall dokumenteras för framtida revisioner.

8.19 Om compoundtuben efter rengöring uppvisar missfärgning (ett svart ytskikt) skall tuben alltid bytas, se fig. 1. Kraftigt överhettade tuber bildar svarta beläggningar på tuben (av kromsulfid) i sodapannemiljön, samtidigt som risken för kraftig korrosion p.g.a hetvattenoxidation på vattensidan kan föranleda allvarliga invändiga skador som inte kan upptäckas vid en utvändig visuell besiktning.



Fig. 1: Missfärgade rostfria ytor som kräver tubbyte pga. risk för vattensidig korrosion

8.20 Vid uttag av tubprov i enlighet med rekommendation C12 skall provets position, historik och drifttid dokumenteras, samt vattensidan och rökgassidan undersökas med avseende på:

8.20.1 Vattensidans status i enlighet med rekommendation C12.

8.20.2 ☐ Allmän metallografisk undersökning av såväl kolstål som rostfritt skikt innefattande:

- Hårdhetsprovning
- Mikroskopi på det rostfria skiktet före etsning
- Avkolning/uppkolning av bindzonen, samt eldstadssidan
- Mikrostruktur hos kolstål och rostfritt skikt

8.21 För påsvetsade tuber gäller särskilda regler, se SS-EN 12952-6, Annex A, § A.2.2.

9 Underhåll av stift, täck- och triangelplåtar m.m.

9.1 Förutsättningarna för påsvetsning av ersättningsstift på redan slitna stift måste granskas kritiskt, särskilt om stiftlängden understiger 5 mm. Kvarvarande tubtjocklek mellan stiften kan vara mycket olika mellan olika mätställen. Om tjockleken på tuben mellan stiften minskat påtagligt genom korrosion tillråder Sodahuskommittén att tuben byts. Också om det uppmätta stiftsslitage på stift kortare än 10 mm återkommande överstiger 2-3 mm om året bör man överväga att byta ut hela det nerslitna tubpartiet (lämpligen till tuber med tätare stiftning och

med större stiftdiameter). Se även §6.12 och §9.3 samt rekommendation D3.

9.2 Kraftigt stiftslitage (se paragraf 9.1) i verkningsområdet för en intilliggande luftport bör medföra t.ex. att man stänger luftporten eller byter det aktuella tubpartiet till komponenttuber.

9.3 Manuell fastsvetsning av stift på tuber med svetspistol (bågbultsvetsning enl. SS-EN ISO 14555) tillåts endast på kolstål-tuber och om tubens tjocklek är minst 4 mm. Innan svetsningsarbetet påbörjas skall metodens lämplighet verifieras med procedurprov. Svetsoperatören skall vara certifierad enligt SS-EN ISO 14732.

9.4 Ersättningsstift bör ha samma diameter som de tidigare. De bör ej vara längre än 2 (eventuellt 2,5 ggr) ggr diametern.

9.5 Svets mellan stift och tub skall ha en tillräcklig bindyta, så att värmeöverföringen inte hindras. Äldre slitna stift slipas, så att en lämplig fogyta erhålles. Bindytan skall vara fri från icke metalliska föroreningar, som t.ex. sulfider. Inträngningen vid svetsningen får inte vara så stor, att man riskerar genombränning av tuben även om den är lokalt förtunnad

9.6 Höglegerade stift kan ge såväl spröd bindyta som oväntade korrosionsfenomen. Större omstiftningar med legerade stift får därför enbart ske om beprövad erfarenhet föreligger.

9.7 Komponenttuber bör ej skyddas med stiftning. Istället byts om så behövs nedkorroderade tuber lämpligen till en mer korrosionsbeständig materialkvalitet.

9.8 Täck- och triangelplåtar insvetsas så att de får bästa möjliga kylning, t.ex. genom att svetsen genomsvetsas och att insvetsningens tvärsnittsarea blir så stor som möjligt. Vid ersättning av nedkorroderade fenor och täck- och triangelplåtar lämnas minst ca 5 mm kvar av den gamla fenan/täckplåten, så att man inte behöver svetsa in den nya direkt mot tuben. Värmeöverföring och värmespanningar beaktas vid fogutformningen. Vid svetsning mot komponenttuber beaktas §§ 8.4, 8.6 och 8.8.

9.9 Täck- och triangelplåtar, membran och liknande fästa med svets mot flera ändtytor granskas särskilt med avseende på uppkommen termisk sprickbildning orsakad av inspänningskrafter. Plåtarna kan behöva vara slitsade för att skadliga termiska spänningar skall undvikas (lämpligt avstånd mellan slitsarna brukar kunna vara ca 30 mm). Slitsarna bör ges en rundad botten för att förebygga att det bildas utmattningssprickor i botten på dem. Alla skarpa hörn som kan ge utmattningssprickor bör avrundas, det gäller även övergången mellan svetsråge och grundmaterial.

9.10 Problematiske täck/triangelplåtar kan i vissa fall ersättas med stiftning av tuberna för att fylla ut mellanrummet. Vid komponenttuber, se §§ 8.4, 8.6 och 8.8.

9.11 Stapelfenor i löphål lämpar sig ej för underhållssvetsning, utan är stapelfenorna för hårt slitna bör hela löphålet bytas.

9.12 Istället för stapelfenor på löphål och stiftning på vägg-tuber av kolstål bör användningen av lämpliga komponenttuber övervägas.

10 Bockning av tuber

10.1 För tuber som bockas skall finnas intyg om bockningsprovning (se SS-EN 12952-5, § 7.3.2).

10.2 Kompoundtuber räknas som egen materialgrupp (regler för bockning av komponenttuber finns i SS-EN 12952-5, Annex E, § E.3.2).

10.3 Kallbockade rörböjar av olegerat stål skall vara värmebehandlade enligt vad som krävs i SS-EN 12952-5, § 7.3.8 och § 7.3.9, d.v.s. om bocken är snävare än $r_b/D_y < 1.3$. Detta gäller även för komponenttuber.

10.4 Kallbockade överhettarböjar av låglegerat (varmhållfast) stål skall - oberoende av graden av kalldeformation - vara avspänningsglödade efter bockningen enligt vad som krävs i SS-EN 12952-5, § 7.3.8 och § 7.3.9. Detta gäller även ersättningstuber.

10.5 Sodahuskommittén tillråder att svetsar på bockade rördelar i eldstaden värmebehandlas i de fall bockningsradien inte är minst 10 ggr tubdiametern.

11 Värmebehandling efter svetsning.

11.1 Om man måste svetsa på tryckbärande delar, vilka skall vara värmebehandlade, så skall man göra en ny värmebehandling, så att även den nya svetsen blir värmebehandlad (se SS-EN 12952-5, § 10.4.1.7). Då detta ibland är ogenomförbart kan man undantagsvis bli tvungen att svetsa ändå utan att kunna genomföra föreskriven värmebehandling. Särskild hänsyn till detta skall då tas i svetsinstruktionen.

11.2 Tubinfästningar i domar föranleder ej ny värmebehandling av domen, men svetsproceduren måste utformas med tanke på att förnyad värmebehandling ej är möjlig att utföra. Sådant svetsarbete kräver speciella svetsprocedurer, som tar hänsyn till och kompenserar för att svetsningen inte fullföljs med en värmebehandling. Svetsning på tryckkärlsdelar, vilka skall vara värmebehandlade, skall därför alltid ske först efter samråd med den svetsansvarige och med besiktningsorganet och i förekommande fall med materialtillverkare eller annan svetsteknisk expertis.

För tätsvetsning av tubändar i domar gäller paragraf 7.8 - 7.14.

12 Kontroll

12.1 Svetsar skall så långt möjligt utföras och förläggas så, att de föreskriftsenligt kan kontrolleras med oförstörande provning. Kan tillfredsställande provning ej genomföras skall metodprover eller stickprovsvis förstörande provning användas.

12.2 För att förebygga, att flera svetsar kan komma att göras med samma svetsfel skall den oförstörande provningen utföras så i anslutning till själva svetsarbetet, att eventuellt underkända svetsar upptäcks i så god tid som möjligt innan ytterligare svetsar hinner göras med en upprepning av samma fel.

12.3 Föreskriftsenlig inspektion och kontroll skall vara utförd av ett ackrediterat organ i tredjepartsställning. Personer som utför eller ansvarar för kontroll skall ha tillämplig befogenhet för respektive arbetsområde. Ansvarig skall normalt ha nivå 2 - kompetens för sin provningsmetod.

12.4 All kontroll utförs efter eventuell värmebehandling utom för material i grupp 1 och 8, där kontrollen även får utföras före eventuell värmebehandling (se SS-EN 12952-6, § 9.1.1).

12.5 Om svetsfel upptäcks görs förnyad kontroll enligt SS-EN 12952-6, § 9.1.1. och § 9.1.5.

12.6 Oförstörande provning av svetsar skall alltid utföras i minst den föreskriftsenliga omfattningen, varvid särskilt beaktas de delar av sodapannan, där vattenförande tuber kan förorsaka vattenläckage in i ugnen. Utförda svetsar kontrolleras där ej annat sägs enligt kapitel 9 i SS-EN 12952-6. Tabell 4.5-1 i standarden ger en översikt över de kontrollmoment som föreskrivs..

12.7 Alla svetsar skall synas i hela sin längd (se SS-EN ISO 17637). Även rotsidan synas där så är möjligt.

12.8 För tubskarvar i sodapannans eldstad (tuber varifrån vatten vid läckage kan nå ner till smältan) gäller att oförstörande provning skall utföras med 100% kontroll (se SS-EN 12952-6, Annex A, § A.4.2.1).

Sodahuskommitten rekommenderar att vid all skarvsvetsning av vattenförande tuber i eldstaden skall svetsen efteråt kontrolleras med röntgenmetod (ellipsradiogram) med minst två filmer (upptagningar, även metoder utan traditionell röntgenfilm förekommer) på varje svets. Fotograferingsriktningen för dessa lägges ungefär vinkelrätt mot varandra.

Om endast en röntgenupptagning kan göras så skall den kompletteras med annan provning, som säkerställer utförandet hos hela svetsskarven, vilket innebär särskild provning på annat sätt av kontaktpunkterna till förekommande andra tuber eller membran (se § 4.2.1.1).

12.9 Även 100% volumetrisk undersökning med ultraljud i kombination med 10 % ytmetod godtages enligt SS-EN 12952-6 Annex A, § A.4.2, men Sodahuskommittén tillråder här 100% ytmetod.

12.10 Vid skarvsvetsning av tuber i skyddade delare av domtubsatsen får antalet röntgenfilmer inskränkas till en per skarv.

12.11 Vid svetsning av överhettartuber och ekonomisertuber rekommenderar Sodahuskommittén att röntgenradiografering också utföres med minst en film per skarv. Filmningsriktningen skall vara så att svetsens start- och stopp-punkter kan bedömas.

12.12 Vid annan svetsning av uppslipningar och liknande i pannans eldstadsdel skall svetsen

kontrolleras med röntgenmetod eller med ultraljud, varvid svetsen skall kunna bedömas i sin helhet.

12.13 Vid skarvsvetsning av compoundtuber kan kontrollen ske sedan tubernas innerkomponenter skarvats samman, vilket innebär att det rostfria korrosionsskyddet appliceras först efter det att innerkomponenternas sammansvetsning utvärderats och godkänts.

12.14 Vid svetsning av lucksvets i eldstaden skall två röntgenfilmupptagningar göras på den halvfärdiga tubskarven innan luckan insvetsas. Fotograferingsriktningen för dessa läggs med snett infall och ungefär vinkelrätt mot varandra. Efter insvetsning av luckan görs, beroende på luckans storlek, ytterligare en eller två röntgenfilmupptagningar av den färdiga skarven. Speciell uppmärksamhet skall ägnas trippelpunkterna.

12.15 Vid lucksvetsning av tuber i domtubsatsen kan antalet röntgenupptagningar inskränkas till en före och en efter att luckan insvetsats, under förutsättning att trippelpunkterna kan granskas.

12.16 Svetsar i dommanteln, manlucksringsinsvetsningar och större stutsar i domar i domtubsatser kontrolleras med 100% volumetrisk metod och 100% ytmetod (i den mån åtkomlighet föreligger). Övriga svetsar, t.ex. kälsvetsar, stutsar med ytterdiameter mindre än 142 mm eller tätsvetsar till tubinfästningar kontrolleras med ytmetod till 100%.

För övriga domar tillråder Sodahuskommittén motsvarande provningsomfattning. Jämför med tabell 9.1-1 i SS-EN 12952-6.

12.17 Svetsar i lådor kontrolleras som för domar enligt § 12.16, första stycket, i den mån de kan ge vattenläckage till sodasmältan. Övriga (även överhettarlådor) kontrolleras enligt tabell 9.1-2 i SS-EN 12952-6.

12.18 Alla kälsvetsar till lastbärande fenor och öron och mellan tryckkärlsdela och pannans upphängningsanordningar eller luftkanaler eller liknande kontrolleras till 100% genom syning och lämpligt vald ytmetod. Vid syningen skall särskild vikt läggas vid att tvära övergångar undviks vid svetsavsluten.

12.19 Längsgående svetsar mellan tuber och längsgående membran eller fenor eller direkt mellan tuber kontrolleras genom syning kompletterad med 100% ytmetod. Tvärgående svetsar kontrolleras på samma sätt, också med 100% ytmetod. Vid syningen skall särskild vikt läggas vid att tvära övergångar undviks vid svetsavsluten.

12.20 Icke lastbärande svetsar på övriga tryckkärlsdelar kontrolleras genom syning kompletterad med 10% ytmetod. Lastbärande svetsar kontrolleras på samma sätt, men med 100 % ytmetod (avvikelse från SS-EN 12952-6, Annex A, § A.4.2.2) Vid syningen skall även här särskild vikt läggas vid att tvära övergångar undviks vid svetsavsluten.

12.21 Vid all svetsning på plats i eldstaden av eller på compoundtuber skall det rostfria täckskiktet penetrantprovas till minst 100 % (avvikelse från SS-EN 12952-6, Annex A, § A.4.2.2).

12.22 Provning på angränsande ytor görs på ett område motsvarande svetsreparationens storlek.

13 Gjutjärnsekonomisrar

13.1 Svetsning på ekonomiserrör i gjutjärn får ej förekomma, med undantag för ändflänsarnas bearbetande tätningsytor, vilka får reparationssvetsas för smärre fel. I sådana fall skall slipning, avspänningsglödning och spricksökning utföras efter svetsningen.

14 Tryckkontroll

14.1 Föreskrifter för Tryckkontroll m.m. efter svetsreparationer, se AFS 2005:3. § 29-31. Ofta genomförs enbart en täthetskontroll vid en nivå av 1,3 x konstruktionstrycket.

14.2 Tryckkontroll kan i förekommande fall ersättas av motsvarande volumetrisk provning och ytprovning av utförda svetsarbeten samt täthetskontroll.

14.3 Vid tryckkontroll bör risken för skador i form av sprickbildning på framförallt domens vattensida beaktas. Svetsövergångar och andra geometriska diskontinuiteter kan behöva avjämnas genom slipning innan tryckkontroll vid högre kontrolltryck genomförs.

15 Dokumentation

15.1 Den, som utför eller ansvarar för svetsning i sodapannor, skall föra sådana anteckningar eller märka svetsar på sådant sätt att han efter arbetets utförande kan identifiera vilket material som använts och vilken svetsare, som utfört varje enskild svets. Han skall även lämna protokoll över de anteckningar som förts (tillägg till SS-EN 12952-5, § 6.3 och 6.4).

15.2 Materialcertifikat, svetsprocedurer, montageritningar, kontrollintyg, bedömning av arbetsprover och liknande dokumentation över utförda svetsarbeten skall arkiveras i (minst) 1 exemplar eller i datasystem hos anläggningen.

Bilaga 1: Svetselektroder lämpliga för svetsning med belagd elektrod (SMAW).

Observera att för svetsarbete på tryckbärande anordning krävs en av behörig person (IWE - (eller EWE -) behörig) utarbetad skriftlig svetsprocedur "WPS", där även det tillsatsmaterial som får användas specificeras, se SS-EN ISO 14731.

Endast kalkbasiska elektroder med kontrollerad vätehalt (mindre än 10 ml/100 g svetsgods) rekommenderas för svetsning med belagda elektroder. Alternativt kan oftast TIG(MIG)-svetsning med motsvarande TIG(MIG)-elektroder användas..

För kolstål bör de belagda svetelektroder vara av typen SS-EN ISO 2560-A typ E 42 4 B 32 H5 eller E 7018 enligt ANSI/AWS A5.1, eller ASME IIC SFA 5.1, E 5 153 B 10.

För svetsning av SS-EN-stål av typ 16Mo3 eller motsvarande (t.ex. stål 15Mo3 enligt DIN 17175 eller SS stål 2912 enligt SS 142912) rekommenderas elektroder av typ SS-EN ISO 3580-A E Mo B 32 H5 eller typ SS-EN ISO 3580-A E Mo B 42 H5 eller typ E7018-A1 enligt ANSI/AWS A5.5 eller ASME IIC SFA A5.5/AWS A5.5.

För svetsning av SS-EN stål av typ 13CrMo4-5 eller motsvarande (t.ex. stål 13CrMo44 enligt DIN 17175 eller stål 2216 enligt SS 142216) rekommenderas elektroder enligt SS-EN ISO 3580-A typ ECrMo1 B 42 H5 eller E 8018-B2 enligt ANSI A5.5/AWS A5.5 eller ASME IIC SFA 5.5.

För svetsning av SS-EN stål 10CrMo9-10 eller motsvarande (t.ex. äldre beteckningar stål 10 CrMo 9 10 enligt DIN 17175 eller stål 2218 enligt SS 142218) rekommenderas svetselektroder enligt SS-EN ISO 3580-A typ E CrMo 2 B 42 H5 eller E 9018-B3 enligt ANSI/AWS A5.5 eller ASME IIC SFA 5.5.

För svetsning av rostfritt stål, som stål 1.4307 (X2CrNi18-9) enligt SS-EN 10088-2 eller SS-EN 10216-5, eller motsvarande som SS stål 2333 enl. SS 142333, rekommenderas svetselektroder av typ E 19 9 L B 2 2 enligt SS-EN 3581 eller E 308L-15 eller E 308L-16 enligt ANSI/AWS A5.4 eller ASME IIC SFA5.4.

Svetselektroder av typ typ E 19 9 L B 2 2 enligt SS-EN 3581 eller AWS/SFA AISI E308 är avsedda enbart för svetsning på och med enbart rostfritt stål av 18/8-typ, som t.ex. stål 1.4307 (X2CrNi18-9) och får inte användas för svetsning av kolstål (eller motsvarande) mot rostfritt på grund av risken för martensitbildning i svetsgodset.

Vid svetsning av kolstål eller låglegerat stål mot rostfritt eller annat höglegerat stål måste speciella överlegerade svetselektroder användas. Dessa kan ha beteckningen E 309 (helst E 309 L) eller E 310 enligt ANSI/AWS 5.4 resp ASME IIC SFA 5.4 eller E 23 12 L B 4 2 enligt SS-EN 3581.

För svetsning av eller på compoundtuber hänvisas dessutom till kapitel 8.

Molybdenlegerade elektroder (som E 309Mo-L eller E 23 12 2 L B 5 3 enligt SS-EN ISO 3581 kan här användas som ersättning för de molybdenfria, men för användning i den speciella korrosionsmiljö som råder i en sodapannas eldstad föreligger inga speciella fördelar med molybdenlegerat material, sannolikt snarare tvärtom.

För svetsning av molybdenlegerade rostfria stålqualiteter, där sådana förekommer, t.ex. SS-EN

stål nr 1.4435 (X2CrNiMo18-14-3 motsvarande AISI/ASME SA316L eller SS stål 2353) rekommenderas att motsvarande elektroder, men då alltså molybdenlegerade, användes.

För svetsning, där tillsatsmaterial med förhöjd korrosionsbeständighet efterstävas och där högre legeringshalt kommer ifråga, rekommenderas TIG-svetsning med t.ex.

AWS A5.14 ERNiCrMo-3, UNS N06625, Werkstoffnummer 2.4831 eller

AWS A5.11 ENiCrFe-2, UNS W86133, Werkstoffnummer 2.4805

eller för svetsning av t.ex. materialet Sanicro 38 (EN 2.4858 / UNS N 08825 mod.) elektroder typ

AWS A5.14 ERNiFeCr-1, UNS N08065. Vid svetsning med AWS A5.14 ERNiFeCr-1, UNS N08065 eller motsvarande bör risken för varmsprickbildning särskilt beaktas.

Elektrodvalet blir beroende av grundmaterialens sammansättning, tillförd värme, fogform, uppsmältning m.m. och valet av svetselektrod måste därför noggrant avvägas för det enskilda fallet. Svetselektroder skall därför alltid väljas utifrån den svetsprocedur ”WPS”, som man avser att tillämpa för det aktuella svetsarbetet. Vid osäkerhet skall den som ansvarar för svetsproceduren rådfrågas.

Bilaga 2: Exempel på tillämpliga föreskrifter, vägledningar, svets- och materialstandarder.

Föreskrifter och standarder revideras successivt, det är alltid senaste utgåva som skall användas.

PED, dvs Europaparlamentets och rådets direktiv 2014/68/EU daterad 2014-05-15.

Den äldre upplagan från 1997 implementerad i svensk lagstiftning genom AFS 1999:4, Tryckbärande anordningar (vilken ännu inte hunnit omarbetas):

http://av.se/lagochratt/afs/afs1999_04.aspx

Tryckkärlsdirektivet PED från 2014 finns på:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0068&from=EN>

Den äldre utgåvan från 1997 finns på:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0023:SV:HTML>

AFS 2002:1 Användning av tryckbärande anordningar

http://av.se/lagochratt/afs/afs2002_01.aspx

AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar

http://av.se/lagochratt/afs/afs2005_02.aspx

AFS 2005:3: Besiktning av tryckbärande anordningar.

http://av.se/lagochratt/afs/afs2005_03.aspx

SIS Handbok 1: Konstruktions- och tryckkärlsstål (utgången från förlaget)

SIS Handbok 4: Rostfria stål (utgången från förlaget)

SIS Handbok 15: Svetsning av stål

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/allmant/sis-hb-152006>

SIS Handbok 530: Svetsstandard, Personal och Procedurer

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/svetsmetoder/sis-hb-530>

SIS Handbok 531: Kvalitet, Konstruktion och Svetsbeteckningar (utgången från förlaget)

SIS Handbok 870: Pannanläggningar (utgåva 2)

<http://www.sis.se/energi-och-varmeoverforing/brannare-kokare/sis-hb-870>

SIS Vägledningar: Vägledning för säkerhetsutrustning vid pann- och värmväxlaranläggning (VSU)

<http://www.sis.se/energi-och-varmeoverforing/varmepumpar/sis-hb-319>

Vägledning för att uppfylla material- och produktkrav enligt PED

<http://www.sis.se/energi-och-varmeoverforing/sis-hb-341>

Materialnyckeln (SIS förlag) <http://www.sis.se/metallurgi/jarn-och-stal/sis-hb-19>

SS-EN 12952, del 1 - 16: Vattenrörpannor (Water tube boilers)

http://www.sis.se/sok/?q=SS-EN_12952&type=1

- Part 1: General
- Part 2: Materials for pressure parts of boilers and accessories
- Part 3: Design and calculation for pressure parts
- Part 4: In-service boiler life expectancy calculations
- Part 5: Workmanship and construction of pressure parts of the boiler
- Part 6: Inspecting during construction, documentation and marking of pressure parts of the boiler
- Part 7: Requirements for equipment for the boiler
- Part 8: Requirements for firing systems for liquid and gaseous fuels for the boiler
- Part 9: Requirements for firing systems for pulverized solid fuels for the boiler
- Part 10: Requirements for safeguards against excessive pressure
- Part 11: Requirements for limiting devices, and safety circuits of the boiler and accessories
- Part 12: Requirements for boiler feedwater and boiler water quality
- Part 13: Requirements for flue gas cleaning systems
- Part 14: Requirements for flue gas DENOX-systems
- Part 15: Acceptance tests
- Part 16: Requirements for grate and fluidized bed firing systems for solid fuels for the boiler

SIS-CEN/CR 12952:17: Riktlinjer för inblandning av ett kontrollorgan, som är oberoende av tillverkaren.

Part 18: Driftsinstruktioner

SS-EN 12953, del 1 - 13: Störvattenrumppannor (Shell boilers)

http://www.sis.se/sok/?q=SS-EN_12953&type=1

- Part 1: General.*
- Part 2: Materials for pressure parts of boilers and accessories.*
- Part 3: Design and calculation for pressure parts.*
- Part 4: Workmanship and construction of pressure parts of the boiler.*
- Part 5: Inspection during construction, documentation and marking of pressure parts of the boiler.*
- Part 6: Requirements for equipment for the boiler.*
- Part 7: Requirements for firing systems for liquid and gaseous fuels for the boiler.*
- Part 8: Requirements for safeguards against excessive pressure.*
- Part 9: Requirements for limiting devices of the boiler and accessories.*
- Part 10: Requirements for boiler feedwater and boiler water quality.*
- Part 11: Acceptance tests.*
- Part 12: Requirements for firing systems for solid fuels for the boiler.*
- Part 13: Operating instructions.*

SS-EN 13445: del 1 - 7: Ej eldberörda tryckkärl (Unfired pressure vessels)

http://www.sis.se/sok/?q=SS-EN_13445&type=1

Part 1: General

Part 2: Materials

Part 3: Design

Part 4: Fabrication

Part 5: Inspection and testing

Part 6: Requirements for the design and fabrication of pressure vessels and pressure parts constructed from spheroidal graphite cast iron.

CR 13445-7: Unfired pressure vessels, Part 7: Guidance on the use of conformity assessment procedures.

SS-EN 13480: Part 1 - 8: Industriella rörledningar (Pressure piping)

http://www.sis.se/sok/?q=SS-EN_13480&type=1

SS-EN 287-1: Svetsarprovning. Del 1: Stål. (SS-EN 287 indragen och ersatt av SS-EN ISO 9606-1)

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/allmant/ss-en-287-120111>

SS-EN 288:1-9: Svetsprocedurer (indragen standard, ersatt av SS-EN ISO 15607 – SS-EN ISO 15614)

SS-EN ISO 14731: Tillsyn vid svetsning - Uppgifter och ansvar. (Ersätter SS-EN 719)

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/allmant/ss-en-iso-1473120061>

SS-EN ISO 2560: Tillsatsmaterial för svetsning - Belagda elektroder för manuell metallbågs svetsning av olegerat stål och finkornstål

SS-EN ISO 3580: Tillsatsmaterial för svetsning - Belagda elektroder för manuell metallbågs svetsning av varmhållfasta stål

SS-EN ISO 3581: Tillsatsmaterial för svetsning - Belagda elektroder för manuell metallbågs svetsning av rostfria och värmebeständiga stål

SS-EN ISO 3834-1 Kvalitetskrav för svetsning, del 1: Allmänna riktlinjer (ersätter SS-EN 729-1)

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/allmant/ss-en-iso-3834-120051>

SS-EN ISO 3834-2 Kvalitetskrav för svetsning, del 2: Omfattande kvalitetskrav (ersätter SS-EN 729-2).

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/allmant/ss-en-iso-3834-220051>

SS-EN 1011-1: Allmänna riktlinjer för bågsvetsning (med tillägg A1:2002)

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/svetsmetoder/ss-en-1011-120091>

SS-EN 1011-2: Bågsvetsning av ferritiska stål

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/ss-en-1011-2>

SS-EN 1011-3 Bågsvetsning av rostfria stål

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/svetsmetoder/ss-en-1011-3>

SS-EN 1011-5 Svetsning av kompositplåt

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lodning/svetsmetoder/ss-en-1011-5>

SS-EN 1418: Provning av svetsoperatörer (upphävd, ersatt av SS-EN ISO 14732:2013)

SS-EN ISO 14732:2013 Svetspersonal - Provning av operatörer för helmekaniserad svetsning och maskinställare för helmekaniserad och automatiserad svetsning av metalliska material

<http://www.sis.se/sociologi-service-foretagsorganisation-och-ledning-och-administration/foretagsorganisation-och-foretagsledning/personaladministration/ss-en-iso-147322013>

SS-EN ISO 15607, SS-EN ISO 15609-1, SS-EN ISO 15610, SS-EN ISO 15611, SS-EN ISO 15612, SS-EN ISO 15613 resp. SS-EN ISO 15614-1): Kvalificering av svetsprocedurer.

http://www.sis.se/sok/?q=Kvalificering_av_svetsprocedurer&type=1

SS-EN 10025-2: Varmvalsade konstruktionsstål av olegerade stål

<http://www.sis.se/metallurgi/jarn-och-stalprodukter/olegerade-stalprodukter/ss-en-10025-22004>

SS-EN 10028-2: Tryckkärlsstål, platta produkter, olegerade och legerade stål för förhöjd temperatur

SS-EN 10028-7: Tryckkärlsstål, platta produkter, rostfria stål

<http://www.sis.se/metallurgi/jarn-och-stalprodukter/specialstal/ss-en-10028-72007>

SS-EN 10216-2 (2004) med tillägsblad A2 (2007): Sömlösa rör av stål för tryckändamål - del 2: Olegerade och legerade stål för förhöjd temperatur

<http://www.sis.se/fluidsystem-och-delar/rorledningskomponenter-och-rorledningar/ror-av-jarn-och-stal/ss-en-10216-22004a22007>

SS-EN 10222 del 1-5: Smide för tryckändamål

http://www.sis.se/sok/?q=SS-EN_10222&type=1

SS-EN 10088-1: Förteckning över rostfria stål

<http://www.sis.se/metallurgi/jarn-och-stal/verktogsstal/ss-en-10088-12005>

SS-EN 10216-5: Sömlösa rör av stål för tryckändamål - del 5: Rör av rostfria stål

<http://www.sis.se/metallurgi/järn-och-stålprodukter/specialstål/ss-en-10088-52009>

SS-EN 10088-2: Plåt och band av korrosionsbeständiga stål för allmänna ändamål

<http://www.sis.se/metallurgi/järn-och-stål/verktogsstål/ss-en-10088-22005>

SS-EN ISO 5817: Riktlinjer för kvalitetsnivåer för svetsar

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lödning/svetsfogar/ss-en-iso-58172007>

SS-EN ISO 14555: Bågbulsvetsning av metalliska material.

<http://www.sis.se/produktionsteknik/svetsning-och-lödning/svetsmetoder/ss-en-iso-145552006>

SS-EN ISO 10893, del 1-18: Oförstörande provning av stålrör, olika metoder per del (ersätter SS-EN 10246).

http://www.sis.se/sok/?q=SS-EN_ISO_10893&type=1

SS-EN ISO 2560: Tillsatsmaterial för svetsning - Belagda elektroder för manuell metallbågsvetsning av olegerat stål och finkornstål.

SS-EN ISO 3580: Tillsatsmaterial för svetsning - Belagda elektroder för manuell metallbågsvetsning av varmhållfasta stål

SS-EN ISO 3581: Tillsatsmaterial för svetsning - Belagda elektroder för manuell metallbågsvetsning av rostfria och värmebeständiga stål

SS-EN ISO 18275: Tillsatsmaterial för svetsning - Belagda elektroder för manuell metallbågsvetsning av höghållfasta stål.

SS-EN 1599: Tillsatsmaterial för svetsning - Belagda elektroder för manuell metallbågsvetsning av låglegerade stål (indragen standard, se SS-EN ISO 3580)

SS-EN 1600: Tillsatsmaterial för svetsning - Belagda elektroder för manuell metallbågsvetsning av rostfria stål (indragen standard, se SS-EN ISO 3581)

SS-CR ISO 15608: Gruppering av metalliska material.

SS-EN ISO 17637: Oförstörande provning av svetsar - Visuell provning av smältsvetsförband. (ersätter tidigare SS-EN 970).

Ovanstående dokument finns tillgängliga på:

www.av.se

www.sis.se

Värmeforsk rapporter

www.varmeforsk.se :

657 Reparationssvetsning av kryppåkända komponenter i högttemperturanläggningar med rekommendationer.

766 Rekommendationer för optimering av svetsreparationer i kryppåkända ångsystem.

925 Livslängdsbedömning och svetsreparation av blandskarvar, etapp 1.

1024 Livslängdsbedömning och svetsreparation av blandskarvar, etapp 2.

1032 Stöd vid besiktning av anläggningar avseende krypning under gränstemperaturen

Bilaga 3 Rekommendationer för svetsreparation av compoundtuber i sodapannans eldstad

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

1 Bakgrund

Svetsreparationer av compoundtuber 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 compoundtuber av typ 3R12/4L7 från Sandvik.

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.

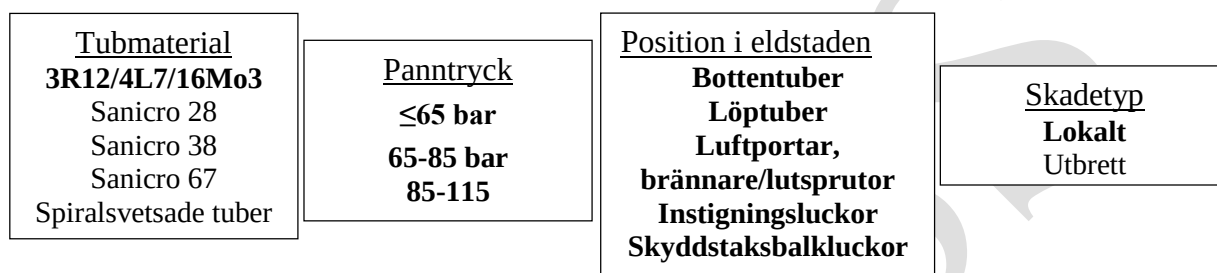
Mot denna bakgrund beslutade sodahuskommitténs styrelse i januari 2013 att påbörja ett arbete som utreder svetsreparation av compoundtuber. En arbetsgrupp med deltagare från Inspecta, DEKRA, Andritz och Valmet tillsattes för att ta fram gemensamma rekommendationer kring svetsreparation av compoundtuber.

2 Projekt mål

Målsättningen med Sodahuskommitténs projektet om svetsreparation av compoundtuber har varit att tydliggöra hur skador på compoundtuber 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 skydstaksbalkluckor). 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 1, 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 1. 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 compoundtuber

Nedan följer arbetsgruppens rekommendationer för svetsreparation av compoundtuber i sodapannans eldstad. Vid svetsreparation bör dessutom Sodahuskommitténs övriga paragrafer om svetsreparation av compoundtuber 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 compoundtuber, 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

Vid upprepade skador på samma position 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.

Vid sprickbildning i svetsgodset, och där dessa uppkommit 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.

Lokal avfrätning av det rostfria skiktet i anslutning till öppningar i sodapannans ugn är ett undantagsfall och kräver inte nödvändigtvis tubbyte. Vid avfrätning av det rostfria skiktet så att underliggande kolstål blottläggs, får svetsreparation dock endast utföras om kolstålets godstjocklek överskrider den minsta tillåtna godstjockleken enligt rekommendation D3, dock aldrig under 3 mm*.

- För pannor med höga tryck (>100 bar) kan det förekomma att hela kolstålsdelen av compoundtuben 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 avståndsbegränsningar i tubens omkretsriktning.

4.6 Dokumentation för kommande inspektion

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

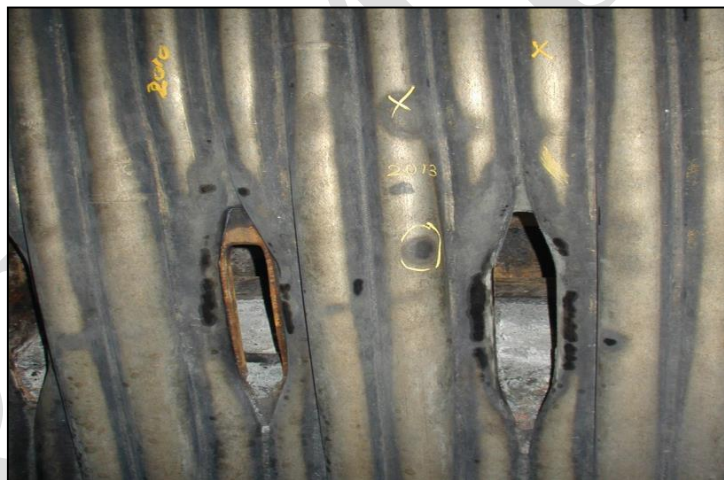
Skadan skall vara väl dokumenterad genom foto, skiss eller motsvarande.

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 compoundtuben 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.

4.8 Arbetsprov innan svetsning

Innan reparation genom påsvetsning utförs, rekommenderas att varje enskild svetsare genomför ett godkänt arbetsprov. Arbetsprovet utförs på en motsvarande compoundtub 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:
 - Hårdhetsprovning
 - Mikroskopi på det rostfria skiktet före etsning
 - Avkolning/uppkolning av bindzonen, samt eldstadssidan
 - Mikrostruktur hos kolstål och rostfritt skikt

Reviderad upplaga 2015-01-15