

Kraftmassa och kraftpapper – tillväxtmöjligheter för en nischproducent

Anders Snell, Billerud

Abstrakt

Starka sulfatfibrer utgör en grundbult för Billerud.

Billerud är ett förpackningspappersföretag. Affärsidén är att förse kunderna med innovativa förpackningspapper av hög och jämn kvalitet. Att långsiktigt garantera kostnadseffektivitet och hög tillgänglighet i hela sulfatprocessen och återvinningen är därför A och O för oss.

Billerud fokuserar på kraftpapper och wellråvaror och har en världsledande position inom ett flertal produktsegment. En konsekvent satsning på attraktiva marknadssegment och ett stark kundfokus är hörnstenar i Billeruds strategi. Produktionsanläggningarna Gruvön, Karlsborg och Skärblacka är integrerade från massa till pappersproduktion och bland de mest kostnadseffektiva i Europa för dessa produkter.

Billerud äger ingen skog utan köper all råvara på marknaden och konkurrerar inte med kunderna genom att äga egen konverteringsverksamhet.

Tillväxt för Billerud betyder tillväxt i vinst, inte i försäljning. Tillväxt kan ske genom att reducera kostnader eller öka intäkterna, genom bättre produktmix som högre volymer. Föredraget kommer att beröra båda dessa möjligheter.

Den totala kapaciteten av papper och massa uppgår till 1,4 miljon ton. Kunderna finns huvudsakligen i Europa. Försäljningen 2003 uppgick till 7 miljarder och rörelsemarginalen var 16%. Billerud-aktien noterades den 20 november på Stockholms fondbörs.

Vad är Billerud?

- Leverantör av förpackningspaper (Kraftpapper och Wellråvara)
- Starka marknadspositioner inom små men attraktiva nischer
- Integrerade från massa till papperstillverkning, ingen egen skog eller tillverkning av färdiga förpackningar
- Produktionskapacitet 1,4 miljoner ton av massa och papper, cirka 2 600 anställda
- Omsättning 7 miljarder kronor, rörelsemarginalen uppgick till 16 procent under 2003

2


BILLERUD

Tillväxt = Tillväxt i vinst

- Genom reducerade kostnader
 - Exempelvis investeringar för kostnadssänkningar inom energiområdet
- Genom ökade intäkter
 - Produkt/segmentmix
 - Ökad volym

3


BILLERUD

Billerud investerar för kostnadssänkningar inom energiområdet

- Total uppgår investeringen till MSEK 1 050
- Omfattar turbiner för mottryckskraft och ombyggnad av barkpannor i alla tre bruken samt ny elmatning i Gruvön
- De nya anläggningarna tas gradvis i drift från andra halvan av 2005 t o m slutet av 2006.

4


BILLERUD

Ekonomiska effekter

- Ökad elgenerering med 455 GWh per år, vilket ökar självförsörjningsgraden från 31 till 60 %.
 - Innebär minskade energiköp med drygt MSEK 100
- Oljeförbrukningen minskar med 29 000 m³, till cirka 15 000 m³, besparing ca MSEK 75
- Intäkterna från elcertifikat väntas uppgå till MSEK 200 under slutet av 2006 (2004 MSEK100)
- Ökade kostnader för Biobränsle

5


BILLERUD

Lönsamt projekt

- Investeringarna uppfyller väl Billeruds avkastningskrav och har en återbetalningstid under fem år
- Billerud har fastlagt en investeringsram motsvarande avskrivningsnivån. De nu beslutade projekten inom energiområdet kommer att ligga utanför investeringsramen

6


BILLERUD

Billeruds styrkor

- Stark marknadspositioner inom attraktiva segment
 - >50% av nettoomsättningen inom områden där Billerud är no. 1 eller 2 i Europa
 - Marknader med stabil tillväxt och låga kapacitetstillskott
 - Få fokuserade konkurrenter
- Konkurrenskraftig produktion
 - Välinvesterade bruk
 - Skalfördelar
 - Integrerad produktion
 - Förbättrat resultat genom produktionsoptimering och tidigare genomförda investeringar.
- Hög utdelning till aktieägarna
 - Hög lönsamhet
 - Återhållsamma investeringar

7


BILLERUD

Skador på Sodapannor i Sverige år 2003-2004

Fredrik Bruno, ÅF-Celpap AB

När jag blickar ut över Industrisalen så är det nu trettio år sedan jag var här första gången, också då på en Sodahuskonferens. Jag hade hjälpt Sture Ingevald med föredraget, och tycker därför att det kan vara intressant att börja med en liten kort tillbakablick över vad vi berättade om den gången, det är nu mer än ett kvartssekel sen. Sodahuskommittén hade varit igång då några år, den bildades ju som bekant år 1965 och Skadegruppen låg då ännu i sin linda. När vi kommer in på själva skadorna sen så kommer jag att visa några bilder från den stora domskadan i Obbola år 1982, så gamla nedgrävda erfarenheter kan fortfarande kännas aktuella.

Antalet sodapannor vi hade då var lite större än dagens, men inte mycket, i Sverige 38 stycken mot dagens 30. Samtidigt såg vi en annan utveckling, nämligen att antalet sulfitpannor och antalet sulfitfabriker under den tiden minskade dramatiskt, från ett sextiotal i slutet av 60-talet till de bara några få som är kvar idag.

1974 var nog kanske ett rekord-år när det gällde skador, även om antalet skador vi redogjorde för den gången inte var fler än 8 stycken. Fast då tog vi bara upp en eko-skada, nu utreder och registrerar vi som vi hoppas alla både stora och små skador, som inträffar och som vi kan lära oss någonting utav. Dåför tiden rapporterades till exempel inte smältaläckagen överhuvudtaget alls.

De här 8 skadorna var därför betydligt mer omfattande och mer dramatiska än någon av de sodapanneskador jag skall berätta om idag. Den gången var det inte mindre än 6 ganska stora tubfläckningar, varav en i en ekonomiser och där de återstående 5 allraminst kan betecknas som "kritiskt tillbud". Främst kanske man här lägger märke till det stora haveriet på Köpmanholmens

JMV-panna, där pannan var nästan helt torrkokad, men också den brustna frontväggstuben i Korsnäs sodapanna 4, där sodabrännaren fick rädda sig hals över huvud ut ur sodahuset, när en tub fläktes upp rakt under en löpöppning. Dessutom hade vi då Värö-skadan, där man fått sprickbildning i en bottentub under smälta-nivån och en omfattande sprickbildning i domgodset till den gamla SMV-pannan i Skärblacka, den som nu är barkpanna.

Samtidigt är sodapannan lika aktuell nu som den var för trettio år sedan, flera försök har ju gjorts för att sätta ny teknik och nya metoder på marknaden, men eftersom vi nu är inne i en period där en hel del äldre anläggningar ersätts med nya, större och vackrare och med alltmer förfinade eldningsmetoder, men ändå i grunden samma sodapanna som vi introducerade i Sverige med ett första Tomlinsonaggregat i Husum för bara 68 år sen.

Men – den första bilolyckan med dödlig utgång inträffade år 1899, första beivrade rattfylleriet år 1900 och ändå fortsätter vi med oförminskad energi att göra vägarna livsfarliga för både hästar och velocipedister. Samtidigt vet vi att samhället skulle rasa om vi tänker bort bilarna – och på samma sätt är det med sodapannorna. Fast det går ju att göra papper på linnelump också, även om det nu kanske skulle råka bli lite dyrare.

Detta om detta, låt oss nu gå över till att se vad vi kan göra för att sodapannan skall vara det självklara förstahandsvalet också om trettio år framåt i tiden.

1. Skada 03-10. SCA Graphic Sundsvall AB, Östrand Läckage på tub vid näsan i eldstaden (C+P2).....	10
2. Skada 04-xx: Obbola Linerboard AB: Sprickbildning i ång- och vattendomar.	14
3. Skada 03-05: Korsnäs AB, SP5: Skada i konvektionstub (C).....	17
4. Skada 03-16, Kappa Kraftliner AB, Piteå Sprickbildning i primärluftportar	22
5. Skada 02-21: Kappa Kraftliner, Piteå: Spricka i tubsatstub i dominfästning (E)...	25
6. Skada 03-04: Stora Enso Magazine Paper AB, Norrsundet, SP70: Tubbrott hos överhettartub (D+P2).....	27
7. Skada 03-09: Stora Enso Magazine Paper AB, Norrsundet, SP70: Läckage på överhettartub (E).....	27
8. Skada 03-15: AB Iggesunds Bruk, T4: Brott på tub i primäröverhettaren (D).....	30
9. Skada 03-20; Stora Enso Pulp AB, SP7 Skutskär: Explosion vid mixtank (E+P2).	32
10. Skada 04-01, Södra Cell AB, Mönsterås Hög densitet i lösartanken pga svaglutsavbrott.....	34
11. Skada 04-04; AssiDomän Frövi AB: Smältaläckage (E+P2)	36
12. Skada 03-11 Smurfit Munksjö Aspabruk AB: Smältaläckage (E+P2).....	39
13. Skada 04-05, Södra Cell AB, Mörrum: Smältaläckage vid löphål	41
14. Skada 02-27: SCA Packaging Munksund AB: Skada på lutspruta (E+P2).....	42
15. Skada 03-08: Södra Cell, Mörrums Bruk: Läcka i ekonomisertub (D).....	43
16. Skada 04-02, Frantschach, Väja: Korrosion på ekotub vid sotblåsare	48
17. Skada 03-03: Kappa Kraftliner, Piteå: Spricka i eko (D)	51
18. Skada 03-06: Munksjö AB, Aspabruk: Spricka i tub i ekonomiser (D).....	51
19. Skada 03-07: Korsnäs AB, SP5: Vattenläcka i ekonomisertub (D).....	51
20. Skada 03-13, Korsnäs AB, SP5, Vattenläcka i ekonomisertub (D).....	51
21. Skada 03-17, Korsnäs AB, SP4: Skada på sotapparat (E).....	51
22. Skada 03-18, Korsnäs AB, Gävle, SP5: Sotblåsarskada (E+P2)	53

1. Skada 03-10. SCA Graphic Sundsvall AB, Östrand Läckage på tub vid näsan i eldstaden (C+P2).

I samband med det planerade underhållsstoppet i oktober för nu ett år sedan inträffade en skada som föranledde en "omvänd nödnedeldning" av sodapannan: man nödnedeldade först och upptäckte den skada, som egentligen borde ha motiverat en nödnedeldning först efteråt.

Vid nedkörningen inför det alltså i förväg planerade stoppet gjorde man ett också det planerat och i sig helt normalt driftsprov av nödnedeldningsutrustning och nödnedeldningsrutiner. När man sedan, när den här nödnedeldningen var klar, inspekterade

pannan inför att man skulle vattentvätta den, så upptäckte man att det rann vatten från näsan och ner i eldstaden från den här läckan.

Skadan fanns vid ett kamjärn som sträckte sig tvärs över näsan och som var en rest från en tidigare tätningsslåda gentemot nashålan.

Eftersom det rann vatten inne i pannan, till och med så mycket att det droppade ner på vad man bedömde var en vattenspegel ovanpå bädden, så utrymde man pannhuset - det här fallet under de 15 timmar som Sodahuskommitténs Rekommendation C8 rekommenderar som minimitid.

Det bör emellertid observeras att de femton timmarna är den minsta tid som rekommendationen tillstyrker. Hur lång tid som kan kännas nödvändigt beror emellertid på var skadan sitter och hur stor den är. Speciellt om man nödnedeldar en panna med ett läckage i pannbotten och då får en stor mängd bädd och smälta kvar på botten, som man inte får urbränd, kan den rekommenderade minimitiden vara alldeles för kort.

Man bedömde vattenläckaget som betydande och noterade att det vatten som rann ner utför näsan inte förångades, utan rann ner i vad man uppfattade som en vattenansamling (fuktig yta) ovanpå smältabädden nere på pannbotten.

I och med att man startade larmet så började man också tömma pannan. Som här, där man ser att vatten tränger ut ur ett läckageställe, kan det kännas angeläget att snarast få ut vatten ur pannan, så att vattennivån kommer nedanför läckagestället, eftersom ju sedan tillförseln av vatten till eldstaden upphör.

Här tömde man via bottentömningsventilerna. Praxis brukar ju annars normalt vara att man använder snabbtömningsventilerna med deras större tömningskapacitet direkt i en sådan här situation.

När man sedan samtidigt stänger huvudångventilen till ångnätet bör man få två effekter:

- 1: Inget flöde i överhettaren med medföljande risk för överhettning av överhettartuberna.
- 2: Eftersom avångningen upphör, så ökar temperaturen hos vattnet i tuberna, vilket skulle kunna leda till en kortvarig höjning av trycket i pannan.

Det har diskuterats att samtidigt öppna startångventilen samtidigt som man stänger huvudångventilen. Detta är nog

en klok politik eftersom det innebär att man har kvar en viss mindre avkokning från eldstaden. Det motverkar tryckhöjningen samtidigt som det håller överhettaren nödtorftigt kyld.

I det här fallet hade man ju sett att läckaget satt en bit upp i eldstaden, d.v.s. på näsan eller högre. Det innebär att man i det här fallet skulle kunna tänka sig att avbryta snabbtömningen på halva vägen och därigenom behålla en större kylkapacitet i den nedre delen av eldstaden.

I det här fallet var skadan i övre delen av eldstaden, så i det här fallet så är risken för en tänkt bottenkada inte aktuell. Eftersom det är så svårt att veta hur det ser ut inne i pannan under en snabbtömning, så måste man nog ändå totalt sett avråda från att försöka "finlira" med tömningsförloppet. Normalreaktionen bör nog därför fortfarande vara att man använder snabbtömningen och att man samtidigt med att man stänger huvudångventilen också samtidigt öppnar (gläntar på) startångventilen.

Fortfarande gäller att eftersom man ändå i allmänhet måste stoppa pannan, så bör man utgå från att man inte bör beträda pannhuset för att utröna vad som pågår eller för att undersöka vad som är skadat. De här frågorna får man svar på när man väl kan gå in i pannhuset efter det att säkerhetstiden förlupit. Det onödigt att riskera säkerheten genom att skaffa information, vilken ändå – som det varit hittills – hela tiden bara bekräftat att pannan ändå måste nedeldas och inspekteras.

All utrustning som kan monteras och som ger information är däremot värdefull, medan det däremot aldrig i efterhand skulle gå att försvara att någon anställd kom till skada för att man inte kan vänta på svar på sina frågor till dess att pannan är nedeldad och säker.

Ett problem är, om det räcker med de 15 timmar som rekommendationen föreskriver, eller om tiden måste utsträckas. I och för sig tycks kortare tider också vara möjliga vid enkla skador, men sitter läckan under smältanivå är pannan knappast säker efter 15 timmar, då bör nog tiden utsträckas till minst det dubbla. Såvitt vi kan förstå är det själva smältan, som utgör explosionsrisken, medan de glödande eller stelnade koksresterna borde vara ofarliga.

Diskussionen om lämpliga åtgärder i en nödnedeldnings-situation behöver uppenbarligen fortsätta för att få fram bästa

kombination av utrustning och åtgärder för att så snabbt och säkert som möjligt få pannan nedeldad och säker.



Järnet tvärs näsan hade spruckit vid svetsen till en av tuberna

Läckan i det här fallet satt i en tub svetsad till ett längsgående kamjärn. Kamjärnet ifråga utgjorde resterna efter en tätning-låda som suttit på det stället och som tätat gentemot näs-utrymmet. Det förefaller som om skadorna fanns där man tidigare slipat med slipmaskin i kamjärnet, vilket kan ha initierat sprickorna. Man hittade här antydningar till sprickor på flera ställen och följdriktigt så avlägsnade man järnet helt för att kunna säkerställa att tuberna var oskadade.

Det kan anmärkas att det här järnet sitter så till på näsans ovansida att man kommit att lägga ställningsplanken ovanpå det. Det gör att det varit svårt att uppmärksamma hur det sett ut och om det innehållit några skador.

Man noterade efter nedeldningen att man hittade smälta på väggarna (s.k. popcorn). Det innebär rimligen att någon form av explosion bör ha förevarit, dock utan att den varit så kraftig att man kunnat se att själva eldstaden blivit deformerad.

Östrand har undersökt driftsvärden för bl.a. pannvatten-sammansättning med mera för att i efterhand se om de hade

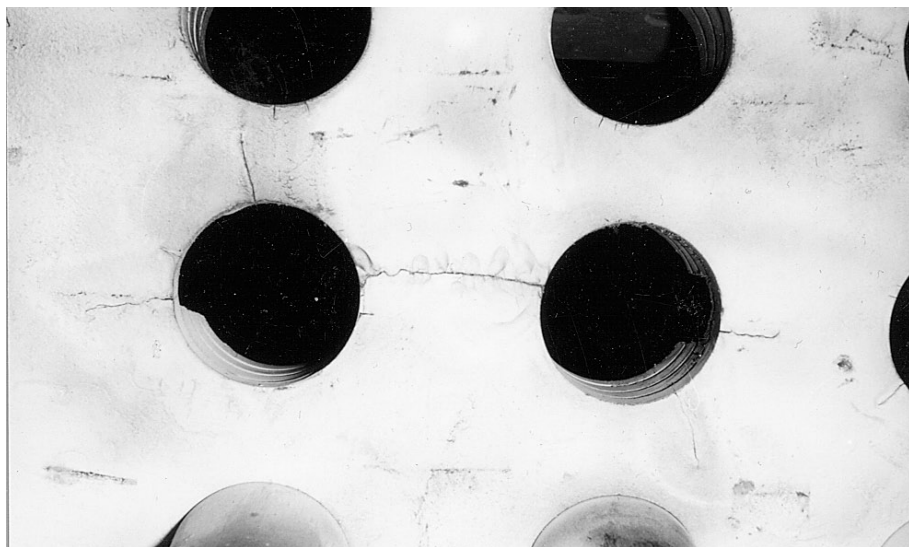
kunnat upptäcka den här skadan tidigare.

Man har haft Acutest installerat med 10 givare i övre delen av eldstaden, men de har inte gett några indikationer, trots att givarna delvis har suttit mycket nära det skadade området. Inte heller konduktivitetsmätningarna har gett några indikationer – det diskuterar vi mer ingående i Skadegruppens protokoll.

Med vatten på bädden är skadan ett "kritiskt tillbud" (C). Som en följd av explosionsrisken karakteriserades skadan också som P2, "risk för personskada".

2. Skada 04-xx: Obbola Linerboard AB: Sprickbildning i ång- och vattendomar.

Domarna i sodapannan i Obbola är för oss som var med på den tiden det begav sig för ett kvartssekel sedan välbekanta för sina omfattande domskador och sin djärva svetsreparation. Materialet i de här domarna är ju Fortiweld, ett höghållfast stål som har blivit något av ett rött skynke inom panntekniken på grund av alla de olika sätt som det kunde spricka sönder på. Vi har dock gjort den bedömningen att de går att ha de här domarna kvar i drift, även om de då har krävt omfattande extra åtgärder, både i samband med driften och i samband med de årliga inspektionerna.



Sprickorna i domen gick, så att plåten mellan två tubhål var genomsprucken. Bilden är från haveriet år 1982.

Bland annat är det mycket stränga krav på vattenkemin för den här pannan, eftersom skadorna i Obbola år 1982 orsakades av spänningskorrosion. Den gången för nu ett kvartssekel sen så sträckte sig sprickorna genom hela domplåtens tjocklek och vi tvingades byta ut ett stycke i ångdomen, som framgår av bilden.

Så illa som på bilden är det inte den här gången.



Ett stort stycke av ångdomen fick bytas ut mot ny plåt. Bilden är från haveriet år 1982.

Nu är situationen idag inte lika allvarlig, och det tycks inte heller vara samma allvarliga skademekanismer som har härjat den här gången. Skadeutredningen är emellertid ännu inte påbörjad och vi kanske inte skall börja med slutsatserna och definiera underlaget först i ett senare skede.

Sprickor förekommer nu dels i bommarna mellan tubhål, dels i de längsgående mantelsvetsarna. De flesta nedslipningarna är emellertid "bara" den här gången ca 3 mm, de djupaste finns i vattendomen och är 5 mm som mest. Man har emellertid passerat gränsen för S_{min} , så trycket har måst sänkas från tidigare max 67 bar till ett högsta tryck i domen om 61 bar, dvs en sänkning med närmare 10%.

Av skadebeskrivningen, som än så länge är rätt preliminär, så kan vi ändå dra slutsatsen att det den här gången inte är fråga om spänningskorrosion, som det var 1982, utan då rör det sig nog snarare om "spänningsinducerad korrosion", d.v.s. söndersprickning av magnetitskiktet vid upp- och nedeldning åtföljt av korrosion i botten på sprickan i oxidskiktet medan stoppen pågår. Det kommer ju alltid in syre om man har vatten kvar i pannan under stoppet, och även om man torkar pannan invändigt, så innehåller ju det vatten man sedan fyller den med syre i stora mängder – det är ju mer eller mindre praktiskt omöjligt att undvika.

Sprickorna bildas där spänningarna och spänningskoncentrationerna är som störst och växer sedan in ett litet stycke i materialet för varje nedeldning. När de väl kommit igång är de självgenererande, sprickningen utgör ju i sig själv en spänningskoncentration och den fortsatta spricktillväxten sker från botten av den gamla ett litet stycke djupare för varje nedeldning.

Sådana här sprickor hade man i de här domarna redan på 70-talet, när pannan var inte så gammal, men då slipade man alla svetsar ordentligt för att undvika ny sprickbildning. Tendensen till sprickbildning genom "spänningsinducerad korrosion" har sedan dess varit betydligt mer beskedlig, även om vi nu har nya sprickor, som är så stora, att de med tiden måste svetsrepareras, om man vill ha domarna kvar.

De här sprickorna tar alltså flera år på sig att utvecklas. Det kan synas märkligt att de hunnit bli så djupa med tanke på det provningsprogram som de här domarna ändå omfattas av. De är dock inte djupare än att man provisoriskt har kunnat klara sig från att gå in och svetsa en gång till i domen, även om man inte skall förringa det ekonomiska värdet av den trycksänkning man nu istället tvingats till. Däremot är de ett problem på lite längre sikt, eftersom det är svårt att förhindra att sprickbildningen fortsätter med ökad kraft, särskilt som man nu slipat sig ner nedanför den gamla Smin-begränsningen.

Det är ju knappast heller något alternativ att sänka trycket så här mycket permanent för all framtid. Man kan naturligtvis försöka svetsreparera skadorna, domen har ju svetsreparerats förr, men det drar man sig för när man är medveten om att sprickbildningen ganska sannolikt kommer tillbaka.

Det här innebär såvitt vi kan se att sprickbildningen och tryck-sänkningen skyndar på den ombyggnad till endomspanna som ändå tycks vara under övervägande. Här är diskussionerna bara i sin början, så det är ännu ett oskrivet blad vilka åtgärder som man slutligen kommer att ta till för att få pannan i skick igen.

Däremot är ju skadan en varning, dels för de pannägare som fortfarande har någon gammal Fortiwelddom i sina gömmor, men också för de som köper nya pannor. När sträckgränsen idag på stålet i nya domar ligger i storleksordningen 400-450 MPa, så innebär det att hållfastheten hos de nya stålen ligger i samma storleksordning som det gamla Fortiweldstålets. De har därmed inte automatiskt det gamla Fortiweldstålets alla tvivelaktiga egenskaper, men den höga hållfastheten manar till försiktighet med just den här aktuella skadeformen "spänningsinducerad korrosion", vilket kräver särskild uppmärksamhet vid formgivningen och vid tillverkningen av de domar som kommer till användning i pannor med höga tryck.

3. Skada 03-05: Korsnäs AB, SP5: Skada i konvektionstub (C)

Under semesterperioden inträffade ett haveri med läckage i konvektionstubsatsen i Korsnäs' Tampellapanna, SP5. Läckaget bestod i ett kvadratcentimeterstort hål i en tub i konvektionstubsatsen, en sekundärskada om uppstått mittemot en liten spricka i en intilliggande tub.

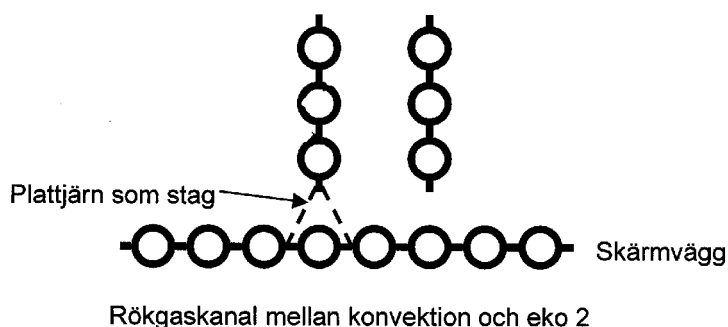


Sekundärskadan, dvs det stora hålet



Sprickan i tub 2, dvs primärskadan.

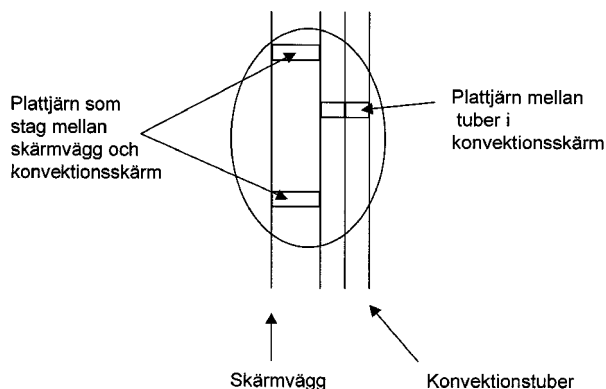
Tubsatsen är av paneltyp med lösa paneler med separata fördelningslådor för varje panel. Eftersom man synbarligen har haft svängningar hos dessa paneler så stagade man år 1995 upp samtliga skärmar med för panel varje två stagpar. Stagen var på sin tid placerade mellan en tät bakre skärmvägg och den bakersta tuben i varje skärm i tubsatsen.



De borttagna stagen till konvektionstubsatsen.

Stagen i sin tur bestod av plattjärn lagda horisontellt och med sidorna vertikalt.

Mellan dessa stagnivåer mot skärmväggen fanns sedan ytterligare stag som höll tuberna inom respektive panel till varandra:



Stagens placering i en tubsatsskärm

Det här höll inte och redan ett år senare hade man haveri och tog bort stagen mot skärmväggen, då de inte kunde ta upp krafterna mot och mellan konvektionstubsskärmarna. Skadan 1996 var likadan som nu med en större sekundärskada, i form av ett uppkorroderat område och en primärskada i form av en spricka i övergången mellan plattjärnet och tuben.

I det här fallet ökade differensen ånga/mava hastigt till 20 ton/h, genom att tubväggen fläkte upp till det hål som bildades. Just sekundärskadorna är riskabla, eftersom de kan bli stora. Ändå snabbtömde man inte pannan den här gången, vilket berodde på att man var övertygade om att skadan istället satt i ekonomisern. Man hade bara kort tid innan haft ett motsvarande läckage just i ekonomisern, så man väntade sig att det nu var en upprepning av den tidigare skadan.

Sekundärskadornas storlek beror väldigt mycket på hur stort avstånd det är mellan tuben med primärskadan och den tub som är utsatt för vattensprut. Är avståndet litet blir sekundärskadan mindre och det fläker upp ett litet hål. Så har skett i det här fallet. Är primärskadan på "lagom" avstånd så

sprutar det över hela tuben så att den blir jämnt förtunnad. När tuben då brister så fläker den upp ordentligt och det blir ett massivt vattenflöde på en gång.

Primärskadan var riktad mot eldstaden, men det stora flödet kom ju från sekundärskadan sedan tubväggen där blivit så tunn att den brustit upp. Annars ligger skadorna här så högt ovanför näsan att vatten hade kunnat spruta ut över näsan och rinna ner i eldstaden.

Det innebär att den här skadan måste klassificeras som ett kritiskt tillbud. Trots att hålet här var riktat från eldstaden, så innebär den här formen av skada en stor risk, framförallt eftersom hålet med läckaget ju kunde ha varit riktat åt vilket håll som helst och vid ett liknande tillfälle komma att låta vattnet strömma ner över näsan istället för ner i askfickan.

I det här fallet så blev det så att man inte snabbtömde pannan, trots att man ändå saknade så mycket som 20 ton ånga/timme, dvs ca 10% av pannans ångproduktion. Anledningen var att man endast några veckor tidigare haft ett läckage i ekonomisern och att man bedömde när det hände, att det var fråga om en ny eko-läcka och inte en läcka i eldstaden. Man hade inte heller i det här fallet sett några indikationer på pannvattensammansättningen, som hade motiverat att man höjt beredskapen. Pannvattensammansättningen ändras ju som oftast före en skada om den lilla primärläckan ligger i eldstadsdelen av pannan, men inte om det är i ekonomisern eller i överhettaren som läckaget finns – där påverkar ju en läcka inte uppkoncentrationen av matarvattnet till den sammansättning, som pannvattnet har.

Hade tuberna legat längre från varandra hade det tagit längre tid innan sekundärskadetuben blivit så tunn att den brustit, men samtidigt hade den då (sannolikt) fläkts upp över ett större område, dvs det uppkomna hålet hade blivit mycket större.

Normalt borde dock en primärskada som är så stor att den ger upphov till korrosion på intilliggande tub samtidigt vara tillräckligt stor för att kunna upptäckas också på annat sätt, t.ex. genom pannvattenanalyserna. Det är emellertid fortfarande få skador, som upptäcks på detta sätt, vilket visar att metoden behöver fintrimmas, så att känsligheten ökar.

Den här och andra liknande skador visar på hur viktigt det är att man kan upptäcka primärskadorna med deras mycket

mindre vattenflöde i god tid innan skadorna på närliggande tuber blivit kritiska. Här finns skillnaden mava/ånga och här finns pannvatten-analyserna.

Återstår såvitt vi kan se att skärpa kontrollen av vart matarvattnet tar vägen. I och för sig får man ett stopp på pannan under alla förhållanden förr eller senare om det finns en smygläcka i någon tub i eldstaden, men just sekundärkorrosionsbristningarna utgör en allvarlig säkerhetsrisk, vilken måste förebyggas på grund av de stora skadekostnader och dito risker de kan dra med sig.

Eventuella stag bör därför också helst vara klamrade istället för svetsade till tuberna och försedda med bockar på stagen, som kan ta upp längsspänningarna i dem. Som material kan man välja t.ex. stål legerat med krom och aluminium. Sådant stål är varmhållfast och korrosionsbeständigt, men förutsätter att man inte behöver svetsa i stagen. Men dem fäster man ju då företrädesvis med bultförband till klammorna, inte med svetsning.

Den svagaste länken skall vara i staget, det är lättare att reparera ett brustet stag än en brusten tub. Tuberna är också mycket ömtåligare än man tror, eftersom det är tubtjockleken som styr hur mycket påkänningar man kan utsätta tuben för.

Stagen till skärmväggen togs i alla fall bort 1996, efter det haveri som man hade då, men också efter det att man hittat åtskilliga sprickor i andra infästningar och också tvingats till en hel del tubbyten. Trots att stagen alltså togs bort och tuberna gicks igenom bildades det i alla fall både en spricka som utgjorde primärskada och dessutom ett inte obetydligt antal mindre sprickor på andra ställen i dessa tuber nu år 2003.

Att krafterna mellan panelerna och tvärväggen varit kraftiga visas av att panelväggen deformerats, den vänder sig V-formigt utåt in i den rökgaskanal som finns mellan konvektionsutrymmet och eko-2-utrymmet.

Skadan klassificerades alltså som kritiskt tillbud. Totala stilleståndstiden lut-lut blev 70 timmar.

4. Skada 03-16, Kappa Kraftliner AB, Piteå

Sprickbildning i primärluftportar

Hos Kappa Kraftliner har man upptäckt skador på luftportarna, där man funnit sprickbildning i compoundskiktet på tuberna och också sprickbildning i svetsen till de anslutande luftkanalerna.

Sprickbildningarna i compoundskiktet påminner till del om liknande sprickbildning med säte i primärluftportarna och som rapporterats om på andra sidan om Atlanten, men som ändå inte tills nu har noterats här.

På högt värmebelastade ytor av de bockade tuberna i porten, främst sådana som är vända svagt uppåt, så har man alltså hittat sprickor i compoundskiktet i några av portarna. Det är alltså den nedre halvan av portarna som är berörd, här är ju de uppåtvända ytorna också vända in emot porten, d.v.s. mot ett område med högre värmebelastning beroende på lufttillförseln här. I några fall har man också noterat motsvarande sprickbildning på de nedåtvända delarna i övre delen av porten, vilket går stick i stäv med vad man tror är orsaken till sprickbildningen.



Man ser åtskilliga sprickor i svetsen mellan luftkanalen och porttuberna

Sprickor uppträder också i skarven mellan tuberna, d.v.s. där de böckade tuberna möts och går ihop till fenan/membranet mellan tuberna. Här kan det bli en vertikal spricka in i botten av V-profilen, vilket kanske inte är så förvånande.



Sprickor både i skarven emellan tuberna och ute på tubytorna

Också sprickorna på de fria tubytorna förtjänar mer uppmärksamhet, eftersom de anknyter till de amerikanska iakttagelserna.

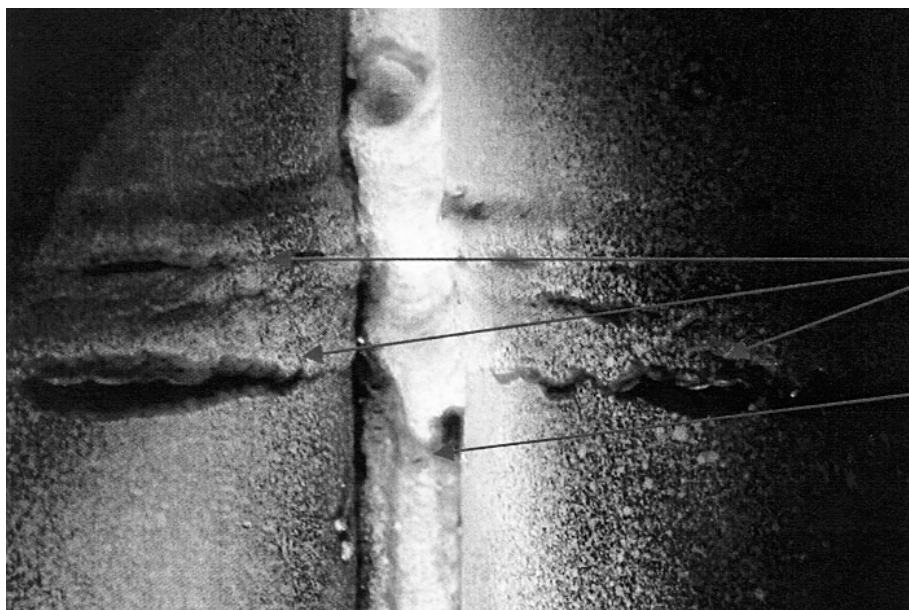


Sprickorna på tubytorna

Det finns dock en skillnad, här är tuberna ganska så vertikala även där ytorna är spruckna, medan bilden som vi fått från amerikanska kollegor är att sprickrisken är större ju mer utböjda tuberna är i porten, d.v.s. ju mer ytorna lutar i förhållande till vertikalplanet. De har också mätt upp kraftiga temperaturoscillationer vid de ställen där sprickorna finns, vilket antyder att sprickorna borde vara av utmattningsskaraktär.

Här uppges materialet i tuberna i portarna vara compoundtuber av typ Sanicro 38. Vi har dock inget material ännu som ger möjlighet till en jämförelse mellan vanliga compoundtuber med 18Cr/8Ni-sammansättning i ytterkomponenten och de med det högnickelhaltiga legeringssammansättningen i den här tillämpningen.

Man har också hittat en del sprickor av en annan typ intill tubskarvar på tuberna runt portarna. Mest anmärkningsvärt är att man hittat dessa sprickor på isoleringssidan av eldstadsväggen och inte på den sida som vetter in mot eldstaden.



Sprickorna ligger i grundmaterialet i kanten till svetsrågarna.

De här sprickorna tycks ligga i övergången mellan grundmaterial och svetsrågarna, men man ser också sprickbildning i skarven

mellan två parallella svetsrågar. Ingen av dessa sprickor har gått in i innerkomponenten, d.v.s. det underliggande kolstålsskiktet. De kan ha ett samband med de svårigheter vid svetsningen man förknippar med Sanicro 38 och som beror på risken för varmsprickor. De senare uppträder framförallt om man inte lyckas hålla helt rent från svavelföreningar på svetsstället när man svetsar in porttuberna – en till synes nästan omöjlig uppgift.

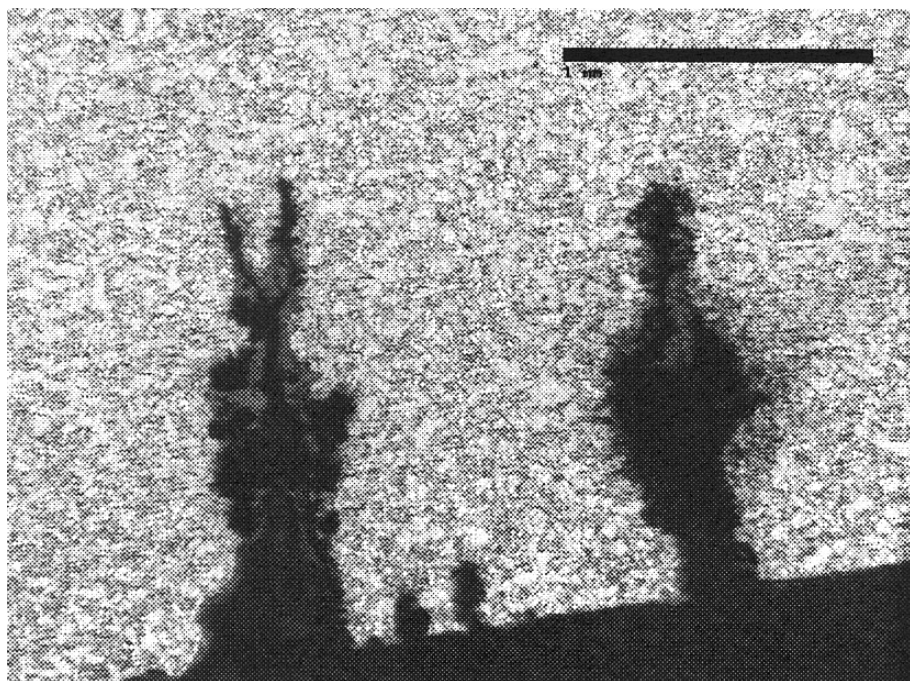
5. Skada 02-21: Kappa Kraftliner, Piteå: Spricka i tubsatstub i dominfästning (E)

Det har redovisats ytterligare utredningsmaterial som belyser en äldre skada med en tvärspricka i en tubsatstub till konvektionstubsatsen hos Kappa Kraftliner i Piteå. Skadan redovisades på Sodahuskonferensen förra året. Bilderna visar att det inte är fråga om en enstaka spricka utan om att hela ytan är uppsprucken över ett begränsat parti. Bilderna visar att den här tubskadan är annorlunda än de sprickbildningar vi sett tidigare.



Insidan av uttagen tub från dominfästning till ångdomen, överkanten är till höger.

Man ser av bilden att man har ett mönster av parallella sprickor i omkretsriktningen på tubens insida/vattensida. Det vanliga har annars varit att det bara har varit en enda spricka och att den har bildats vid en rilla eller vid domytterkanten. Sprickorna är icke oxidfyllda samtidigt som de är kraftigt uppkorroderade.



Metallografiskt snitt genom sprickorna, ett exempel på två typiska sprickor

Sprickorna påminner om s.k. spänningsinducerad korrosion, en form av korrosion och sprickbildning genom utmattningskorrosion, som kan uppträda på vattensidan när spänningarna är höga.

Utmattningsskadekomponenten är tydlig om man betraktar sprickspetsarnas utseende, samtidigt som korrosionskomponenten medverkat till att sprickorna är bredare än normalt.

Det har diskuterats varför skadorna är på vattensidan och inte på rökassidan. Anledningen till detta är att söka i sprödheten och sprickbenägenheten hos magnetitskiktet. Magnetitskiktet spricker upp och släpper fram korrosionsmediet in till sprickans botten, där metallen är blottad.

Tillsvidare har det antagits att enbart den här tuben i skärmväggen skulle vara utsatt, det är inte rapporterat om att

man skulle ha noterat några sprickor i övriga tuber och den här typen av skarpa öppna sprickor bör garanterat komma fram vid penetrantprovningen.

De här tubinfästningarna provades med virvelström under stoppet 2002 utan att man då upptäckte några sprickor i dem. Samtidigt upptäcktes de dock med penetrant och spegel, vilket framgår av bilden ovan. Efter det kunde man dock mäta djupet av dem med virvelström vid en manuell mätning.

6. Skada 03-04: Stora Enso Magazine Paper AB, Norrsundet, SP70: Tubbrott hos överhettartub (D+P2)

7. Skada 03-09: Stora Enso Magazine Paper AB, Norrsundet, SP70: Läckage på överhettartub (E)

Även överhettartubsbrottet i Norrsundets SP70-panna får anses vara en typskada, det är inte heller första gången vi får en sådan här skada rapporterad från den här pannan, även om andra liknande pannor förefaller oss ha varit mer utsatta. Man har tidigare haft liknande skador av sannolikt samma typ i pannor som Aspa, Skutskär (både P5 och SP6), i Iggesundspannorna och ganska säkert på ytterligare ett antal pannor av samma konstruktion. Totalt var det här skador i tre tuber, varav en tub alltså gick helt till brott.

Eftersom det i det här fallet blev aktuellt med nödnedeldning och snabbtömning, så är händelseförloppet vid tubbrottet av stort intresse. Ångförlusten var i storleksordningen 20 kg/sekund, vilket bör svara mot mer än hälften av pannans ångproduktion vid normal drift.

Nu skedde brottet på överhettartuben uppe ovanför taktuberna, så hela den här stora ångmängden kom ut i överhettarutrymmet. Hade tubbrottet skett under taknivån hade ångan istället gått ut med rökgaserna. Ett brott av tuben inne i pannan hade då rimligtvis rimligtvis producerat så mycket ånga att det uppstått ett ordentligt övertryck i eldstaden så att rökgaserna kommer ut i pannhuset.

Tubbrottet kom ganska plötsligt, hälften av det tillförda matarvattnet gick ut genom den brustna överhettartuben. Draget i pannan gick inte heller att hålla.

Man hade i kontrollrummet uppfattningen om skadan att den sannolikt var belägen just i överhettaren, men med tanke på svårigheten att med säkerhet lokalisera var den var, så tog man ändå raskt det mest säkra beslutet i en sådan här situation, d.v.s. att omedelbart nödnedelda och snabbtömma pannan.

Om man betänker hur stor mängd matarvatten som i någon form bör ha gått ut från pannan genom den brustna tuben, så förefaller inte detta beslut omotiverat, även om man hade haft den exakta positionen klar för sig redan medan haveriet pågick.

Ett tubbrott i överhettarutrymmet ovanför taktuberna är inte mindre farligt med tanke på riskerna för den personal som kan tänkas uppehålla sig i sodahuset, men man kan ändå inte undgå tanken att atmosfären i pannhuset snabbt borde bli ganska obehaglig, särskilt om någon råkar befinna sig på något av de övre planen i pannhuset.

Jäser pannan så får man rimligen ut en vatten- och ångblandning genom läckan, som borde ha spolat bra rent häruppe. Genom tryckavlastningen och flashningen är det dock osäkert om vattnet ändå hade kunnat tränga ner i bädden, men det kunde ha hamnat en hel del ovanpå och också runnit vatten genom löphålen.

Eftersom man inte kan utesluta att det avflashade vattnet ändå innebure en viss explosionsrisk så borde skadan kanske att klassats som en allvarligare skada än vad en vanlig överhettarskada normalt motiverar. Det innebär också att vi bedömer att det var en riktig reaktion i det här fallet att snabbtömma pannan.

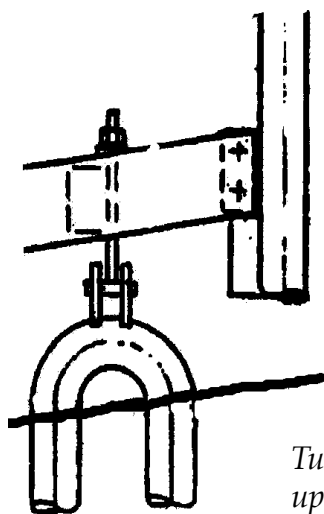
För uppkomsten av de här skadorna har sotapparaterna stor betydelse. De får överhettarslingorna att svänga, och spänningarna och sprickorna blir där de är infästade. Här är infästningsörat till upphängningsbalken grovt överdimensionerat, så att tubväggen, som är tunnare får ta upp svängningarna.

Tubväggen trycks in av infästningsörat när sotblåsaren går och vid intrycket blir det ett avancerat böjspänningstillstånd. Det går ju inte heller att se en sådan här skada på pannvattnets sammansättning, eftersom en ångförlust här uppe inte påverkar pannvattnets saltsammansättning.

Trots det häftiga händelseförloppet så klassades skadan som ett "Icke kritiskt tillbud". Däremot så kvarstår att det är risk för personskada – om nu någon hade uppehållit sig i pannhuset när tubbrottet skedde.

Just den här typen av skador visar på hur viktigt det är att man har korta utrymningsvägar i pannhuset. Eftersom pannhuset fylls med ånga och det går fort om en hel tub har gått av, så får det inte vara många meter till närmast dörr.

Några månader efter det här tubbrottet (skada 03-04) var det åter dags att hitta sprickor intill ett par upphängningsbalkar i primäröverhettaren till samma panna. Den här gången upptäcktes dock skadorna vid en provtryckning. Man kunde konstatera att man hade läckage i två skärmar. På grund av det besvärliga läget för läckagen gick det inte att avgöra var i skärmarna läckagen egentligen satt. Det innebar att man istället för att reparera i det här fallet valde att plugga de bägge skärmar som läckte.



*Tuben brast i underkant av
upphängningsbalkens infästningsöra*

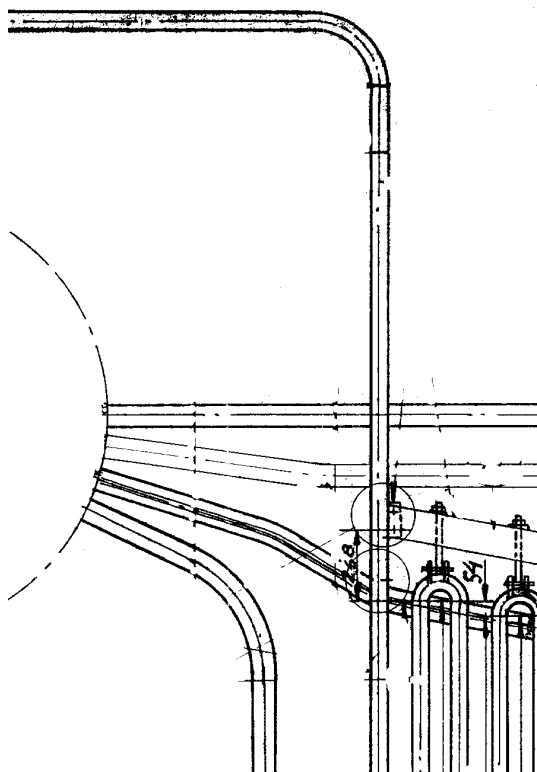
Den allra enklaste åtgärden om man fortfarande har den gamla konstruktionen kvar i sin panna är att ta bort den ena av de bägge bultar, som i varje ände förbinder öronen med upphängningsbalkarna. Det innebär att man tar bort det vridmoment, som uppkommer om man har olika böjning i tuben och i upphängningsbalken.

Fortfarande överför man ju då krafter mellan balken och upphängningsörat och fortfarande vet man då föga om det finns sprickor i tubväggen vid örats nederände, men man förbättrar i alla fall situationen en hel del även med denna enkla åtgärd.

I det här fallet upptäcktes skadorna vid ett driftsstopp. Det innebär att den skadan klassas som "annan skada", (E).

8. Skada 03-15: AB Iggesunds Bruk, T4: Brott på tub i primäröverhettaren (D)

Vid Iggesunds bruk har man haft ett läckage på en tub i primäröverhettare I i sodapanna T4. Tubbrottet har inträffat i den överhettarslinga som det mest ofta förekommer skador, d.v.s. överhettarbögen som går från domen och ner till första slingan i primäröverhettaren. Den vanligaste skadan är att det som vid skadorna i Norrsundet ovan bildas sprickor och ibland också att de leder till tubbrott intill det kraftiga öra, som håller upphängningsbalkarna till tubslingorna i primäröverhettare I.



I Iggesund gick inloppstuben av efter att ha nött mot fenan på taktuben

I det här fallet har skadan emellertid uppstått i själva takgenomföringen, d.v.s. mitt för taktuberna. Det sitter ju fenor svetsade på taktuberna här för att hålla (någotsånär) tätt gentemot och för att bära upp takgjutningen. Överhettartuben kan dels nöta mot taktuberna på sidan av. De kan också nöta emot fenorna på taktuberna eller mot själva gjutningen. Här är det rapporterat att nötningen har skett mitt för tätningsfenorna.

Vid demontaget och reparationen kollade man godstjockleken hos den skadade tuben, vilken kunde konstateras vara opåverkad av det inträffade läckaget och sprickbildningen. Orsaken är en nötningsrörelse, där ytorna gnuggar mot varandra med en relativt liten amplitud (relativ rörelse), men där antalet cykler (svängningar, pendlingar) är stort. Sådan här nötning, kallad "fretting corrosion" eller nötningsoxidation och är en känd skademekanism, som med tiden ger upphov till bildning av (utmattnings-) sprickor i tubväggen.

Bildas det sprickor av det här slaget, så är vår uppfattning sedan att de sedan växer till ganska snabbt, d.v.s. det är kort om tid att hitta dem under den tid som förflyter mellan det att de börjar bildas och till dess att de vuxit igenom tubväggen och sedan ger upphov till det slutliga brottet hos tuben.

I och med att Iggesund är medvetna om att de har den här typen av skador så har man också skärpt rutinerna när det gäller att inspektera takgenomföringarna okulärt vid underhållsstoppen. Det går ju att i någon mån inspektera och se om det finns nötmärken eller om man tror det är risk att tuberna nöter emot närliggande fenor.

Sätt att fördröja eller förhindra sådan här sprickbildning kan vara att staga upp överhettarslingorna internt, så att krafterna på en slinga delas av upphängningarna till de intilliggande. Iggesund har använt sådana interna stag i överhettaren tidigare. I början brann de upp (korroderade bort), på senare tid verkar det som om överhettaren istället varit ostagad.

Stagen blir dåligt kyllda, eftersom de måste klammas fast. Det är inte heller lämpligt att svetsa dem direkt till de tuber där de är fästa. Det är dessutom bara de mest oxidationsbeständiga materialen som håller.

Interna stag här är naturligtvis ett problem från rengörings-synpunkt. Det fastnar gott om sulfatbeläggningar på själva stagen, just för att de är varma, så att sulfatet blir kladdigt på dem.

Det är känt att Iggesund tidigare använt rätt höga sotångtryck för att hålla rent i pannan. Man är alltid tvungen att kompromissa mellan rengöringseffekten gentemot andra negativa effekter, som till exempel risk för utmattningssprickbildning. Man måste ju prioritera att rökgasvägarna i pannan hålls öppna.

I det här fallet kunde man ta det rätt lugnt med nedeldningen, eftersom tuben tydligen inte hunnit gå helt av utan bara läckt ånga genom sprickan. Det blev alltså en normal nedeldning, bl.a. som en följd av att man kunde bestämma att läckan satt i överhettaren.

Klassningen blev D ("Icke kritiskt tillbud"). Man kom inte igång förrän två dygn senare (47 timmar för att vara exakt).

9. Skada 03-20; Stora Enso Pulp AB, SP7 Skutskär: Explosion vid mixtank (E+P2)

Vid sodapanna 7 i Skutskär har man haft en gasexplosion (gaspuff) intill mixtanken. Händelsen föranleder en hel del reflektioner beträffande säkerheten intill lagringsställen för tjocklut.

Det som hände i Skutskär var, att man under underhållsstoppet hade tömt och gjort rent tjocklutssystemet. Två luttankar hade under tiden blivit stående med lut kvar, de hade inte omfattats av rengöringen. Den ena var ungefär två-tredjedelsfull, den andra var en-tredjedelsfull.

Tankarna var kopplade via bräddavlopp till en intilliggande dumptank. Också bräddöverloppet till mixtanken går till samma dumptank, som står på bottenvåningen i sodahuset. När det här hände, så kände personal som arbetade inne i mixtanken gaslukt. Mixtanken evakuerades omedelbart. Man hade även indikationer på att det kommit ut gas på brännarplanet.

En kort stund efter det att man utrymt mixtanken och lämnat närområdet uppfattade man en gasexplosion. Man är här osäker

på om explosionen inträffade inne i mixtanken eller alldeles utanför den. Det blev inga skador, vare sig personskador eller på utrustningen. Däremot iakttog man att det efter explosionen kom ånga ur imrören på sodapannans tak.

Förloppet startade uppenbarligen i samband med att man startade omrörarna till de bägge luttankarna. Omrörarna hade varit avstängda under stoppet och luten i tankarna hade under tiden stått och svalnat och "satt sig".

Luten är ju tixotrop, så när den rörs om så blir den mer lättflytande, vilket underlättar en eventuell gasutveckling. Den stela strukturen i den tixotropa luten håller gasutvecklingen nere, men när man rör om i luten och bryter upp atombindningarna så att den blir mer lättflytande, så släpper man samtidigt fram gasutvecklingen. Då får man en chockeffekt, ungefär som när man skakar en champagneflaska innan man öppnar den.

Det bildas då också väldigt mycket alkaliskt skum på en gång, och därför är det viktigt att tanken inte tillåts skumma över. Man bör kanske därför också försiktigtvis hålla sig på säkert avstånd när man drar igång omrörarna igen efter att de varit avställda, eftersom man tydligen inte kan vara säker på vad som händer med dem. Luten är dock kraftigt alkalisk, det gör den ju inte bara frätande, utan den skummar ju också mer eftersom alkalit sänker ytspänningen.

Kan man undvika att stanna omrörarna, så är det ju också positivt. T.ex. om man kan få fram tätningsvatten till omrörarna på annat sätt.

Den aktuella lagringstanken var fylld till 85%, det innebär 12 meters vätskedjup. Kan man sänka nivån i tanken innan man drar igång omrörarna så uppnår man två saker, dels mer plats för skummet och dels mindre hydrostatiskt tryck i tanken när omrörarna startar.

Det som händer tycks i alla fall vara att det utvecklas gaser ur luten när man startar omröraren. Den omrörningen som gasutvecklingen sedan åstadkommer medverkar till ytterligare gasbildning. Gasutvecklingen har varit så kraftig att lut svämmat över från den trekvartsfulla luttanken till dumptanken. Bräddöverlöpet från luttanken går till dumptanken, på samma sätt går bräddöverlöpet från mixtanken till dumptanken, så där

har också funnits en förbindelse, så att gas kunnat komma över från luttankarna till mixtanken, där det alltså pågick arbete.

Egentligen skulle ledningen mellan mixtanken och luttanken ha blindats innan arbetet utfördes, vilket skulle ha utförts av den externa personal, som sedan utförde arbete i mixtanken.

Gas trängde också ut i lokalen, eftersom en ventil till den aktuella tanken var bortmonterad. Den här gasen är ju säkert också giftig, eftersom man kan anta att den till en del bör ha bestått av svavelväte. Gaserna från luttankarna skall normalt evakueras genom imkanalerna, men också imrörsfläktarna stod under stoppet.

Den gas som utvecklas bör bestå av ämnen som bildas vid nedbrytning utan lufttillträde. Blandad med luft bör den därför kunna bli explosionsfarlig, vilket ju inte motsägs av händelseutvecklingen. Lut som är i kontakt med luft oxiderar och sulfidens oxidation kan då troligen vara den reaktion som startar processen.

Klassificeringen är "Annan skada" med risk för personskada (E+P2).

En erfarenhet av den här händelsen kan vara att man bör förstärka säkerhetsrutinerna kring de säkerhetsåtgärder, som extern personal är tillsagd att utföra. Här kunde man konstatera att de inte hade utfört den blindning av överledningen mellan luttanken och mixtanken som de av hänsyn till sin egen säkerhet borde ha varit angelägna om att den blev utförd.

På något sätt behöver man alltså förvissa sig om att extern personal inte "missar" att utföra åtgärder som kan förutses nödvändiga för deras egen säkerhet.

10. Skada 04-01, Södra Cell AB, Mönsterås

Hög densitet i lösartanken pga svaglutsavbrott

Mönsterås har haft ett tillbud med sin sodapanna, där svaglutstillförseln uteblivit till sodalösaren under en dryg timme. Det är egentligen ett ganska allvarligt tillbud, framförallt sett ur driftssynpunkt.

Svagluten upphörde visserligen inte helt, men det lilla restflödet

måste ha varit otillräckligt för att i längden kunna förhindra ett besvärande driftsavbrott.

Det som naturligtvis händer är att om det till smältlösartanken under den här tiden inte tillförs någon svaglut, så kommer koncentrationen och densiteten i lösartanken successivt att stiga. När densiteten blir tillräckligt hög så löser inte svagluten smältan längre. Dels riskerar man övermättnad och samkristallisation av sulfid och karbonat, dels riskerar man i slutändan att smältan inte löses upp som den skall utan att den ansamlar sig på botten av lösartanken. Det senare kan utveckla sig till en ganska allvarlig situation.

Här var densiteten uppe i 1180 kg/m³.

Orsaken till svaglutsavbrottet var fel i signalen från den ordinarie densitetsmätningen på grönlutsledningen, en radioaktiv mätare. Man har också bubbelrörmätning av densiteten, men den metoden är mer känslig för störningar och används mer för att följa förloppet än för att reglera densiteten.

Reglerventilen hade blivit överkopplad till manuell reglering och till råga på allt hamnat i nästan helt stängt läge. Det tillfördes alltså mycket lite svaglut till lösartanken. Innehållet i tanken hade med tiden blivit så koncentrerat att det var risk att det skulle kristallisera i tanken, alternativt att grönluten inte skulle lösa mer smälta, med känt resultat om processen fått fortgå oupptäckt.

När densiteten blivit så här hög är det inte ofarligt att direkt tillsätta en massa vatten, det blir ju i så fall en väldigt häftig värmeutveckling när luten späds med vatten, en värmeutveckling som kan få smältlösartanken att svämma över.

Här satte man alltså först till svaglut för att späda ut innehållet i lösaren. Svagluten är ju redan en lutlösning, så skillnaden blir inte så stor och värmeutvecklingen inte så häftig, samtidigt som man får ut en del av den koncentrerade grönluten ur tanken. När det började kännas som om situationen var under kontroll så tillförde man sedan då vatten för att snabbare få ner densiteten till normala värden.

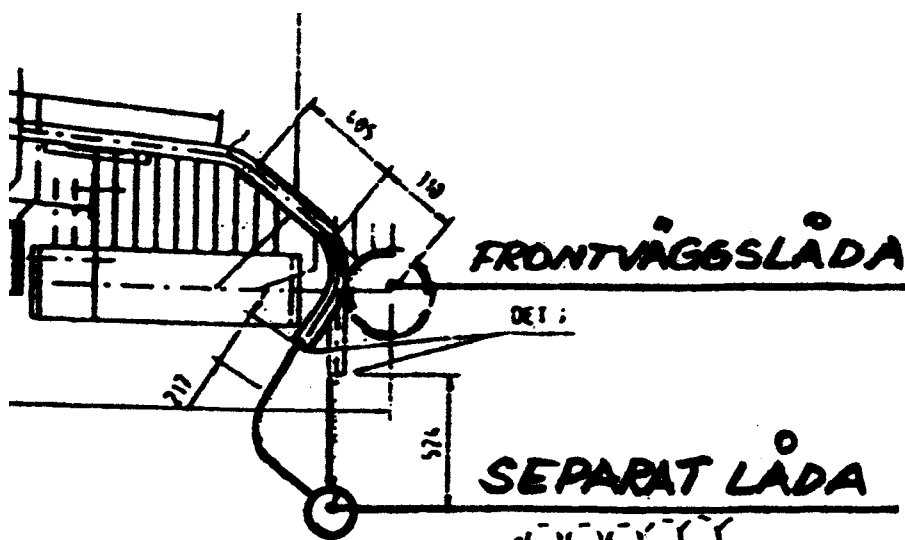
Nu hann situationen aldrig utvecklas så att den blev allvarlig. I Skadegruppen inom Sodahuskommittén så hade man en

diskussion, men beslöt att med tanke på hur den här händelsen utvecklades att inte sätta beteckningen "Risk för personskada" på den här incidenten. Annars är det risk för att det går inflation i begreppet. Samtidigt är det viktigt att ta till sig erfarenheterna från även den här händelsen, eftersom operatörens uppmärksamhet och kunskande är viktigt för att inte sådana här drifts-avvikelser skall utvecklas till någonting allvarligare.

11. Skada 04-04; AssiDomän Frövi AB: Smältaläckage (E+P2)

I Frövi har man haft ett inte obetydligt smältaläckage nere i främre hörnet vid skärningen mellan frontväggen och vänster sidovägg. Pannbotten är utförd med den numera normala konstruktionen med fyra separatmatade tuber på varje sida. Det som skiljer den här pannan från andra, och också från hur den såg ut tidigare, är att pannan är om- och utbyggd. Tidigare låg bottenlådan ca 6 dm under smältanivån, men i samband med ombyggnaden kunde man inte placera den lägre än 4 dm under smältanivån.

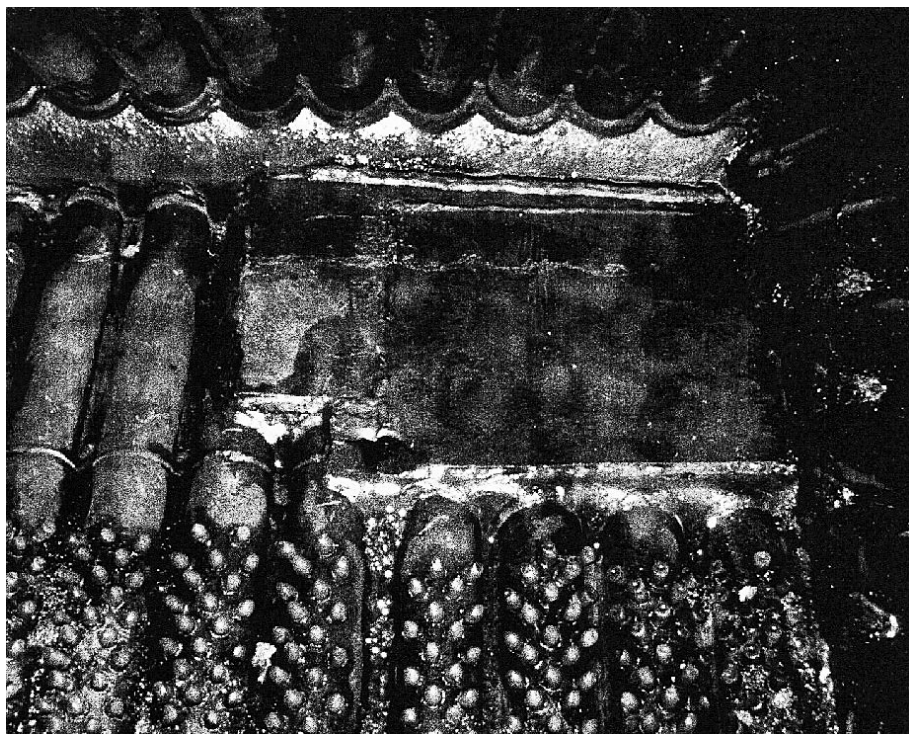
De fyra separatmatade tuberna närmast vardera sidoväggen viker av nedåt till en egen låda, eftersom de inte dras till den ordinarie fördelningslådan för bottentuberna.



Fyra sidotuber på var sida går till en separat fördelningslåda.

Vi ser här de fyra tuber som är böjda innanför frontväggslådan på var yttersida av pannbotten för att sedan dras till vardera separatmatningslådan. De övriga bottentuberna och tuberna från frontväggen går däremot till en och samma låda, den frontväggslåda som syns på bilden.

Ovanpå de här avböjda tuberna sitter det en tätningsplåt (bilden nedan är från det oskadade hörnet på höger sida) :



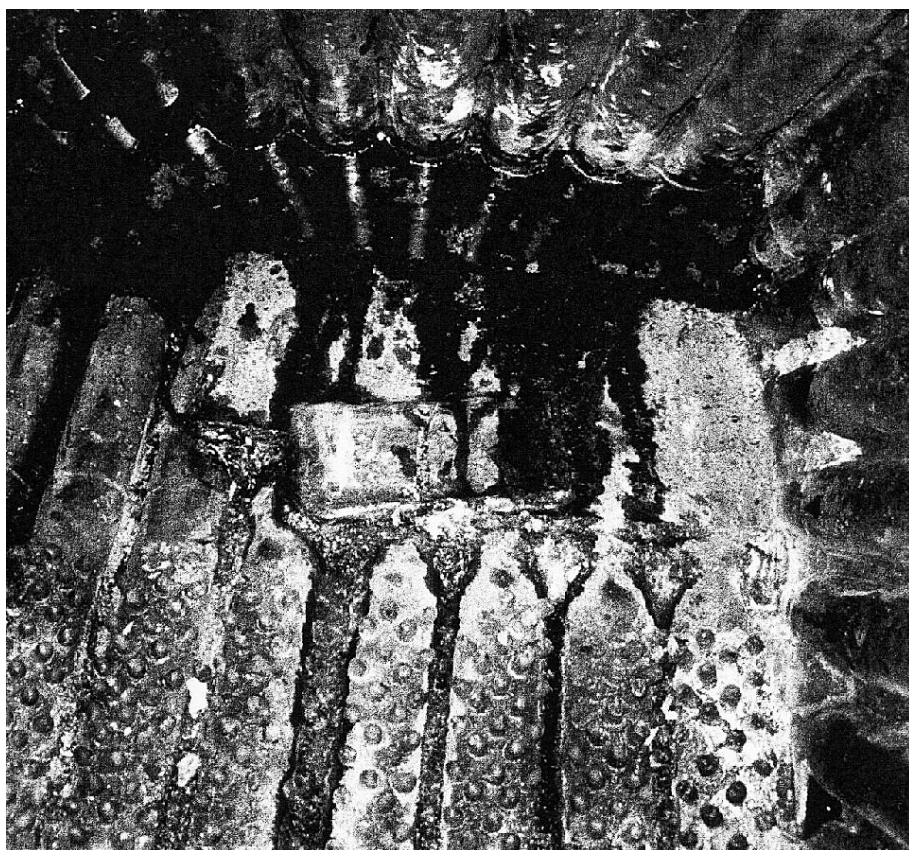
Det vänstra hörnet med sin skadade tätningsplåt

Smältaläckaget har uppstått i överändan på tätningsplåten i det vänstra hörnet. Här är läckan på tätningsplåten belägen så högt upp som möjligt. Däremot borde plåten lokalt intill läckan ändå ha varit tillräckligt kyld, eftersom läckan uppstått i övergången mellan tätningsplåt och bottentuber.

Det är anmärkningsvärt att läckan uppstått just här eftersom plåten borde vara sämre kyld på de stora plåtytorna längre bort från svetsarna till tuberna. Det blir ju varmare med större avstånd till kylande tuber.

En förklaring till att hålet uppstått vid ytterkanten av plåten och inte i mitten kan vara att det rör sig om termiska spänningar i plåten mellan de raka bottentuberna och de avböjda, så att det först uppstått en utmattningsspricka i hörnet. Genom läckaget genom den sprickan skulle sen den smälta, som rinner ut, snabbt korrodera upp ett större hål. Värmetillförseln från den rinnande smältan är ju betydlig och rinner det så mycket att det inte stelnar på en gång, så rinner det säkert samtidigt tillräckligt mycket för att hålet skall bli "instabilt", d.v.s. börja växa.

Det läckande stället lagades här genom att man svetsade dit en täckplåt över hålet:



Vänstra hörnet efter reparation.

En viktig åtgärd för att undvika smältagenombrott är att hålla gjutmassan, som täcker de här utsatta partierna, i ett gott skick. Det gör, att man måste se till massan regelbundet, vilket borde

innebära vid varje inspektion. Smältan penetrerar åtminstone en del gjutmassor och ibland går det inte vid inspektion att se var smältan slutar och gjutmassan börjar. Massan måste då förnyas, eftersom smältan ju inte ger något skydd så fort den blir så varm, så att den börjar övergå i flytande form.

Riktlinjer för underhåll och materialval kommer att utarbetas av den bottenskadegrupp, som Sodahuskommittén tillsatt för att utreda orsakerna bakom dessa skador.

Smältaläckaget blev, som också framgår av bilderna ovan, ganska stort och det kom ut mycket smälta på golvet i botten-våningen i sodahuset. Nu hade man dränerade golvkanaler, så man slapp den form av fyrverkeri som kunde ha uppkommit, om smältan istället fått rinna ner i vattenförande kanaler. Man fick dock nödnedelda pannan.

Pannan stoppades för 85,5 timmar, d.v.s. 3-4 dygns förlorad produktion.

De långa stilleståndstiderna för smältaläckage gör att tillståndet för bottentuberna och kam- och tätningsplåtar på botten seglar upp som en viktig detalj att bevaka vid de återkommande inspektionerna. Det blir ju långa stilleståndstider, eftersom man måste gå in i pannan nere på eldstadsbotten och det tar lång tid innan smältan har stelnat och bädden svalnat när man varit tvungna att snabbstoppa pannan. Också rengöringen av pannbotten är tidsödande och dyrbar.

Klassificeringen blev "Annan skada" i kombination med "Risk för personskada".

12. Skada 03-11 Smurfit Munksjö Aspabruk AB: Smältaläckage (E+P2)

Aspabruk har ju under hösten bytt ut nedre eldstaden. Den här incidenten inträffade i samband med igångkörningen av pannan efter ombyggnaden. Man höll på att prova sig fram för att gaffla in lämpliga eldningsbetingelser med den nya eldstaden med dess annorlunda eldningsegenskaper.

Man har ju en större eldstad nu och luftportarna är annorlunda placerade, även om man har ungefär likadana portar nu

som tidigare. Man har också arrangerat portarna i den nya eldstaden enligt "interlaced"-principen, vilket tycks innebära, att primärluftportarna sitter med större avstånd från varandra än vad de gör i andra tidigare konstruktioner.

Man har under inkörningstiden provat olika körsätt. Man hade svårt att få upp trycket i registren, så att man fick in tillräckligt mycket luft i pannan.

Det som hände, var att det rann in smälta genom primärluftportarna på den ena sidoväggen. Man reagerade på smältaläckaget genom att dra ner på eldningen. Det medförde också att smältaläckaget upphörde efter en ca 4-5 timmars drift med reducerad last.

Bland annat så hade man stora variationer i bildningen av bädd och hur mycket bädd som ansamlades på pannbotten. Det bildades också ställen med vallar och smältasjöar utefter väggarna.

Att sedan smälta rinner in genom portarna beror nog inte på att smältanivån kryper upp så högt upp inne i ugnen, utan också på att det rinner smälta ner efter pannväggen. Den rinner då ut över bädden och in genom portarna om bädden når så högt upp.

Här hade det bildats sjöar av smälta utanför luftportarna. Eftersom man försökte pressa mer luft genom färre portar bör luftflödet vid de enskilda portarna ha varit högre. Luften bränner bort kolskelettet i bäddmaterialet utanför porten och håller därigenom smältan (d.v.s. saltblandningen av natriumkarbonat och natriumsulfid m.m.) i smält form.

Om bädden är porös bör smältan rinna bort genom bädden. Är bädden däremot kall och stelnad måste smältasjöarna rinna bort någon annan väg, över bädden och inte genom den.

En slutsats blir, att ändrar man väggkonstruktionen, t.ex. vad avser tubdelning eller förekomsten av studding, så påverkar man också bäddens beteende, inte bara eldningen.

Smältan, som rann in genom portarna, rann sedan ner genom tilluftskanalerna och brände igenom bottenväggen av dem.

Skadan rubricerades som (E), "annan skada". Eftersom det alltid är risk för brännskador när det börjar rinna smälta i pannhuset, så är klassningen i kombination med P2 "risk för personskada".

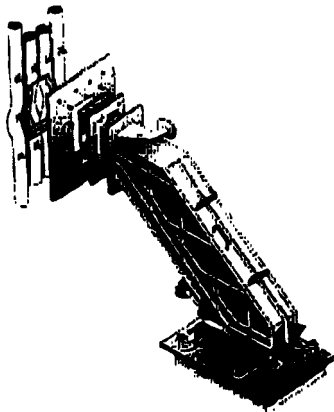
13. Skada 04-05, Södra Cell AB, Mörrum:

Smältaläckage vid löphål

Mörrums bruk har råkat ut för ett smältaläckage som har en något annan förklaring än den vanliga. I det här fallet har smältan läckt ut mellan löprännan och pannväggen, närmare bestämt mellan löprännans infästningsram och löphålstuberna.

Anledningen till den här skadan är att spetsen på löprännan fastnat i öppningen till lösartanken i samband med påeldningen av pannan.

När man eldar på pannan så växer den ju, och pannorna hänger ju i stagjärn i balkarna i taket. Det innebär att en panna med en höjd på 50 meter kan bli bortåt ett par decimeter längre, och den förlängningen ser man på att de nedre delarna av pannan sjunker nedåt när pannan eldas på. Eftersom öppningen är liten och eftersom man försöker få det så tätt som möjligt så måste man därför vara noga med inpassningen av löprännorna i pannväggen så att de inte tar i ramen kring lösartanksöppningen när löprännan följer med pannan och sjunker de här 20 centimetrarna.



*Löprännan med sin
skyddsplåt vid rännspetsen*

Störst risk är det väl att rännspetsen tar i på sidan av öppningen, eftersom rännan måste vara lättare att få sned i förhållande till pannväggen än att den sticker ut för långt så den tar i framkanten.

Under alla förhållanden så blir böjmomentet stort och rännan böjs bakåt uppåt och infästningsramen bucklar ihop, så smältan kan rinna snett vid sidan av.

Det bör kanske också påpekas att man genomförde en noggrann kontroll av löphålstubernas tillstånd efter det att man demonterat löprännan. Man kunde emellertid inte upptäcka att den kraftiga uppåtböjningen av löprännan skadat själva pannan, utan det var bara infästningsramen som fått fungera som svagaste länk i den här kedjan.

Den här skadan klassificerades som "Annan skada". Produktionsförlusten blev dock 29 timmar, vilket visar hur som man kan tycka smådetaljer ändå får stor ekonomisk betydelse för fabriken och dess ekonomi.

14. Skada 02-27: SCA Packaging Munksund AB: Skada på lutspruta (E+P2)

I det här fallet, så gick lutsprutan av i en skarv invid infästningen. Luten sköljde nu ut över eldstadsväggen. Eftersom luten delvis flashar av, så splittrades lutstrålen upp så mycket att luten sprutade både in genom lutspruteöppningen in i pannan och på väggen runtomkring. Lut stänkte också från väggen och ut i lokalen.

Att luten flashar av beror på den höga temperaturen, man vill ju ha luttemperaturen strax under kokpunkten för viskositetens skull, och då finns det redan lättflyktiga beståndsdelar i luten som vill splittra upp strålen.

Det medför stor risk för brännskador och frätskador om någon råkar befinna sig i närheten och få luten på sig. Brännluten är ju också tillräckligt alkalisk för att ge allvarliga skador, om man skulle råka få stänk av den i ögonen.

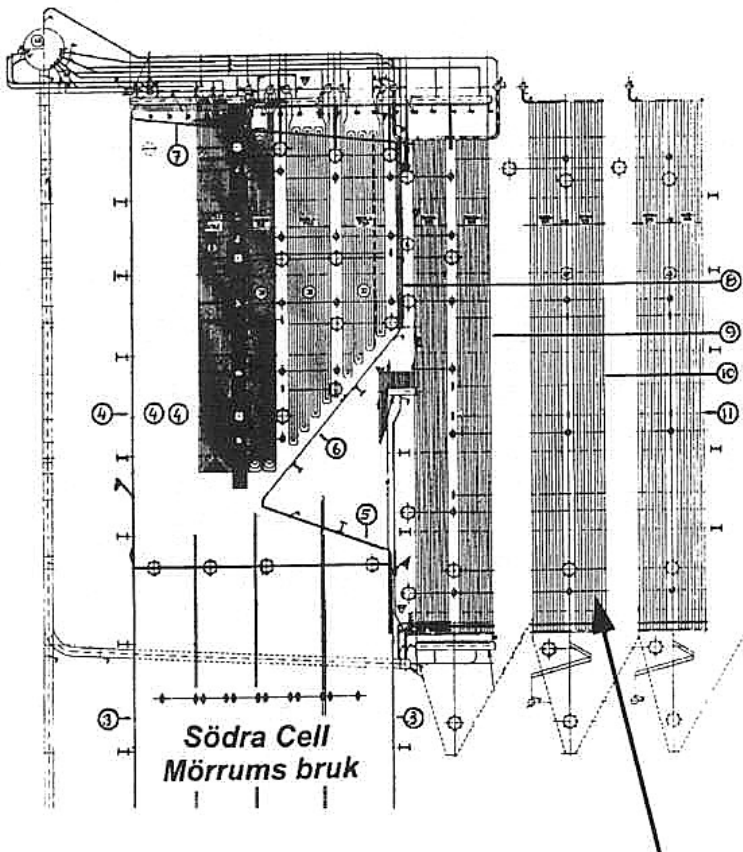
Anledningen till haveriet på sprutan var att svetsen uppenbarligen hade blivit mindre väl utförd. I ett sådant här fall borde man nog ha röntgat svetsen till sprutröret.

Man tappade en timmes lutproduktion, varför stilleståndstiden blev rekordkort. Skadan klassades som E+P2. Skadegruppen såg allvarligt på risken för att någon skulle brännas av det hastigt påkomna lutregnet i sodahuset.

15. Skada 03-08: Södra Cell, Mörrums Bruk: Läcka i ekonomisertub (D)

Mörrums Bruk har haft en skada i sin varma ekonomiser, eko 2. Man kunde konstatera att läckaget var i ekonomisern och att det var av synnerligen måttlig omfattning, så nedeldning kunde ske med normala rutiner. Genom manluckan kunde man också sluta sig till att läckan satt i den nedre delen av ekostapeln och längst bak, dvs mot baksidan, mot den kalla ekonomisern till.

Nedeldningen påbörjades först ett halvt dygn efter det att läckaget först konstaterades. Eftersom läckan var liten kunde man vänta och anpassa nedeldningen så att man fick pannan nedeldad på en bättre passande tid. Det tar ju också tid att kalla in reparatörer, besiktningsmän etc. etc.



Läckan fanns därnere där fenorna slutar i det varma ekonomiserpaketet.

När man kom in i ekonomisern fann man att läckaget inte var nere vid fördelningslådorna, utan att det satt något högre upp i eko-stapeln.



Det satt en stor kaka av sulfat på läckagestället

Läckaget var litet och man var tvungen att trycksätta ekonomisern för att finna det. Kring läckstället hade det dessutom bildats en stor kaka av sammansintrad sulfat, vilket gjorde att man till en början inte kom åt att fastställa exakta läckagestället, dvs inte förrän man rengjort och fått bort sulfatet.

Det finns anledning att påpeka att om man finner en sådan här kompakt sulfatkaka någonstans i rökgasvägarna, så bör man vara ytterst misstänksam. Ofta rinner eller ångar det från kakan, som en följd av att det sitter vatten kvar i den efter vattentvätten och det är då mer eller mindre omöjligt att se om det finns någon liten smygläcka under all sulfaten. Sulfatkakan måste därför m.a.o. avlägsnas innan inspektionen kan fullföljas och pannan eventuellt godkännas.



När fenan slipades bort blottades en liten spricka under fenans nederände



Sprickan var 20 mm lång och reparerades med TIG

Läckaget i det här fallet var en fin tvärspricka i tuben mitt för änden på svetsen till ett av membranen. Skadan fanns här inne i ekopaketet och inte i någon av de yttersta skärmarna, som de ofta gör i andra ekonomisers.



Änden på membranet slipades av för att få bort eventuellt kvarstående spänningskoncentrationer.

Sprickan slipades upp och lades igen med TIG-svetsning. En del av membranändan avlägsnades vid reparationen och här gjorde man nu ett förbättrat utförande på membranändan för att undvika återfall.

Ekonomisern är ett tjugotal m hög och tuberna har längsgående membran som löper längs tuberna uppifrån och ner, samtidigt som membranen sedan slutar en bit upp (lite drygt 2 meter) ifrån bottenlådorna eftersom rökgasströmmen avlänkas längst ner.



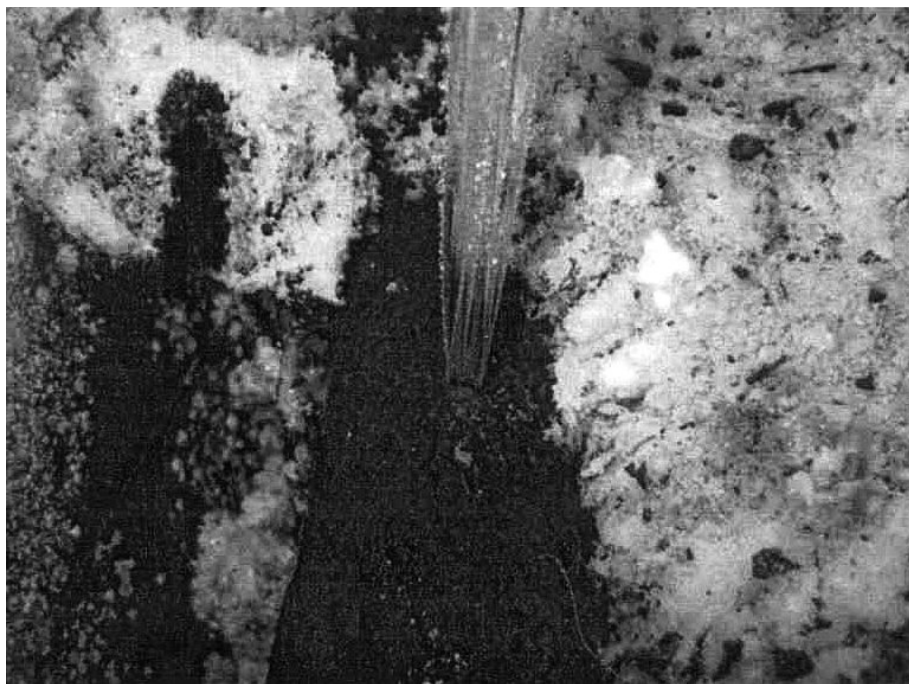
Membranen är svetsade till varandra och tvärt avskurna. Svetsen går dessutom inte ända ner till membranets ytterände.

I vardera änden är membranen enkelt avskurna rakt av med skärbrännare. Insvetsningen med en kälsvets på var sida är sedan inte dragen ända fram till änden, utan slutar strax innan, dvs något fåtal centimeter strax ovanför änden av membranet. Det innebär då också att svetsen inte heller är dragen runt änden på membranet, vilket hade varit det bästa sättet att utföra svetsavslutet, speciellt om man också hade TIG-behandlat eller slipat av svetsrågen på änden för att verkligen så mycket som möjligt bringa ned möjliga spänningskoncentrationer.

Själva skadan klassades som "icke kritiskt tillbud", (D). Stopptiden blev 39 timmar, men då gick en del tid åt till rengöring.

16. Skada 04-02, Frantschach, Väja: Korrosion på ekotub vid sotblåsare

Frantschach Pulp & Paper AB i Väja är också en skada som visar på hur småsaker kan få stor betydelse för driftssäkerheten i pannan. Här har ett litet kondensatdropp från sotblåsningen lett till en tubfläkning. Visserligen en liten tubfläkning och i ekonomisern, men ändå ett driftsstopp på nära ett dygn (21 timmar för att vara exakt).



Med ett sådant här vattenläckage går det inte att fortsätta driften.

Läckan kom plötsligt och utan förvarning. Tuben var på det aktuella stället förtunnad, man uppger till 2,0 à 3,5 mm, vilket ändå är något tjockare än vad tuben skall brista för. Med 42 mm tuber är ändå S_{min} så lågt som 2,8 mm och spänningen måste stiga mer än bara till sträckgränsen för att tubväggen skall brista. Ytan närmast den lilla fläkningen var dock mycket ojämn.

Det var även en liten materialavgång på intilliggande tuber, vilket måste tolkas så att det någon tid varit ett litet läckage som kunnat ge upphov till sekundärkorrosion.



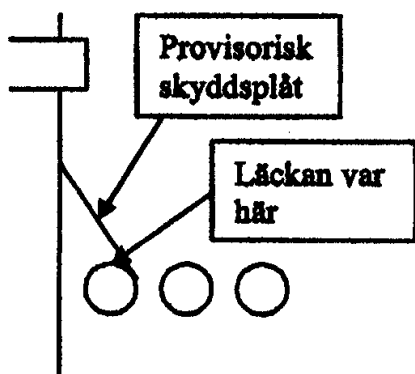
Trots den höga kvarvarande godstjockleken så hade tubväggen ändå brustit.

Anledningen till läckaget var alltså att det hade droppat kondensat från sotblåsaren. Till bilden hör att sotblåsarmunstycket stack in en liten bit in i pannan, så att det här kondensatet kunde droppa ner på tuben istället för att ställa till besvär i själva lansgenomföringen.



Sotblåsaren stack in ett antal centimeter för långt in i rökaskanalen.

För att skydda tuben mot fortsatt läckage monterade man in en liten skyddsplåt ovanför tuben mellan tuben och sotblåsarmunstycket.



Man monterade en skyddsplåt över tuben under sotblåsaren.

Bland övriga åtgärder att vidta finns:

- Översyn av ångventilen till sotångssystemet
- Översyn av sotångledningarna, så det inte samlas kondensat i lågpunkter.
- Justera läget för sotblåsaren, så att den inte sticker in i rökaskanalen.

Normalt brukar man inte låta sotblåsarmunstyckena sticka in i pannan, men den främsta orsaken till detta är att munstycket utsätts för för mycket värme om det sticker in i eldstaden, så att det spricker och korroderar om man inte drar tillbaka lansen så långt att munstycket blir skyddat mot överhettning. I ekonomisern och också i viss mån i konvektionstubsatsen är dock rögkastemperaturen så låg så där har man ingen rökgaskorrosion. Då går det bra med okyllda stag, eller att sotånglansen sticker in en bit i rökgaserna. Det går inte i överhettaren eller själva eldstaden, där brinner stålet bort.

Skadan är ett typexempel på ett "Icke kritiskt tillbud". Eftersom tubbristningen inträffade i ekon så är det ingen risk att vatten rinner ner i smältan, så att pannan råkar illa ut.

17. Skada 03-03: Kappa Kraftliner, Piteå: Spricka i eko (D)

18. Skada 03-06: Munksjö AB, Aspabruk: Spricka i tub i ekonomiser (D)

19. Skada 03-07: Korsnäs AB, SP5: Vattenläcka i ekonomisertub (D)

20. Skada 03-13, Korsnäs AB, SP5, Vattenläcka i ekonomisertub (D)

Det finns ytterligare ett antal ekonomiserskador att rapportera, men vilka i stort sett kan betraktas som en upprepning av tidigare skador och där vi vid flera tidigare Sodahuskonferenser har redogjort för händelseförlopp och skadebild. Redovisningen här på Sodahuskonferensen blir med nödvändighet något mer summarisk i förhållande till den utredning vi gör inom Sodahuskommitténs Skadegrupp och den som har anledning att detaljstudera orsaker och händelseförlopp kring en skada, som någon av de här, rekommenderas att titta i bilagedelen till de protokoll vi skriver från Skadegruppen. De är avsedda att utgöra underlag för det förebyggande arbetet och där beskriver vi därför så ingående vi kan vad som hänt och vad det ger upphov till för slutsatser och reflektioner.

21. Skada 03-17, Korsnäs AB, SP4: Skada på sotapparat (E)

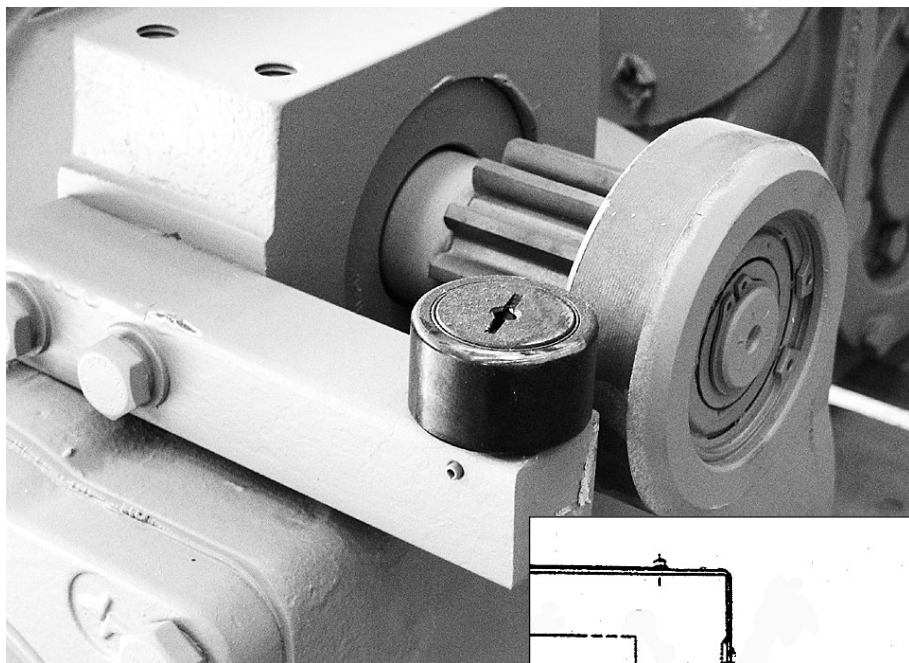
Korsnäs har anmält två haverier med sotblåsare. I deras ena panna, SP4, var det en äldre Diamond IK525 sotblåsare som havererade. Här blev de materiella skadorna ytligt sett omfattande, men trots att åkvagnen slagit emot ändstoppen och knäckt den tvärgående drivaxeln, så att en hel del av sotblåsaren måste kasseras, så kunde andra delar återanvändas och sotblåsaren är nu i drift igen.



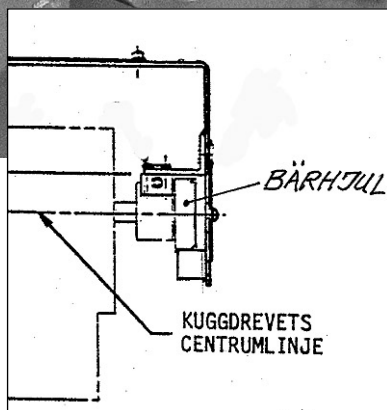
*Åkvagnen/växellåds-
huset under demon-
teringen av blåsaren.*

Det deformerade röret på bilden är tilloppsröret mellan ångventilen och åkvagnen.

Skadan orsakades av att kullagren till bärhjulen på blåsaren havererade.



Bärhjulen på båda sidor slogs bort när åkvagnen slog i väggboksen.



I IK525 sitter bärhjulen lagrade med kullager av full-lager typ längst ut på drivaxeln och håller därmed kuggdrevet i ingrepp mot de bägge kuggstänger, som löper längs med plåtkåpan. Det finns en kuggstång på vardera sidan.

Sedan båda kuggdrevet kommit att släppa från kuggstången trycktes åkvagnen mot de mekaniska stoppen av ångtrycket i blåsaren. Detta skedde så häftigt att den tvärgående drivaxeln slogs av på bägge sidor i och med att åkvagnen nådde sitt ändläge in emot pannsidan.

Man fick först intrycket av att axeln gått av och att det hade frigjort åkvagnen, så att sotånglansen med vidhängande åkvagn kunde ta fart in emot pannan så fort axeln var av och ångan släpptes på.

Emellertid kunde man konstatera att kulorna hade ramlat ur de spårkullager, i vilka axeln var lagrad. Det innebar att tvärxeln kunde förskjuta sig nedåt så mycket, att kuggarna på drivhjulen tappade greppet i kuggstången.

De kullager som sitter i de här sotapparaterna är s.k. full-lager, d.v.s. för att få bästa möjliga bärighet och livslängd så har man enbart kulor och inte någon kulhållare i dessa kullager. För det första så får man in fler kulor, och därmed större bärighet. Därigenom blir livslängden högre hos dessa lager. Dessutom är det ofta i vanliga lager kulhållaren som först skadas.

Slits eller deformerad lagret kraftigt hålls kulorna inte längre på plats, det gäller oavsett vilken sort man använder. Apparaten är visserligen nästan 20 år gammal, men sannolikheten att kulorna trots det skall tränga ut ur ett sådant här lager måste ändå bedömas som att den borde ha varit liten. Spårringarna är emellertid utsatta för ytutmattnings och ringarnas och kulornas livslängd blir därmed begränsad. Också sotångtrycket påverkar yttrycket och därmed livslängden.

Eftersom kullager alltid har begränsad livslängd på grund av ytutmattningen bör man inte heller låta dem bli alltför gamla innan de byts ut. Vid byte måste man också se till att likvärdiga lager kommer till användning, eftersom "vanliga" kullager med kulhållare pga det högre yttrycket kan förväntas ge kortare livslängd.

Skadan betecknades som "E", d.v.s. Annan skada.

I det här fallet kom det inte ut ånga i lokalen, eftersom apparaten höll så väl ihop, men det finns anledning att betrakta den här skadan ändå som en viss risk för att någon kunnat bli bränd om sotblåsningsången kommit lös i apparatens närhet.

22. Skada 03-18, Korsnäs AB, Gävle, SP5: Sotblåarskada (E+P2)

Haveriet i en sotblåare till SP5 i Korsnäs består i att tillloppsroret till en sotblåare av typ IK-SD gått av i sitt fäste till

ångventilen. Sotblåsaren består ju av två koncentriska stålrör, dels det yttre som är själva sotblåsarlansen och dels det inre (tilloppsröret), som går mellan ångventilen i bakänden och åkvagnen/växellådshuset.

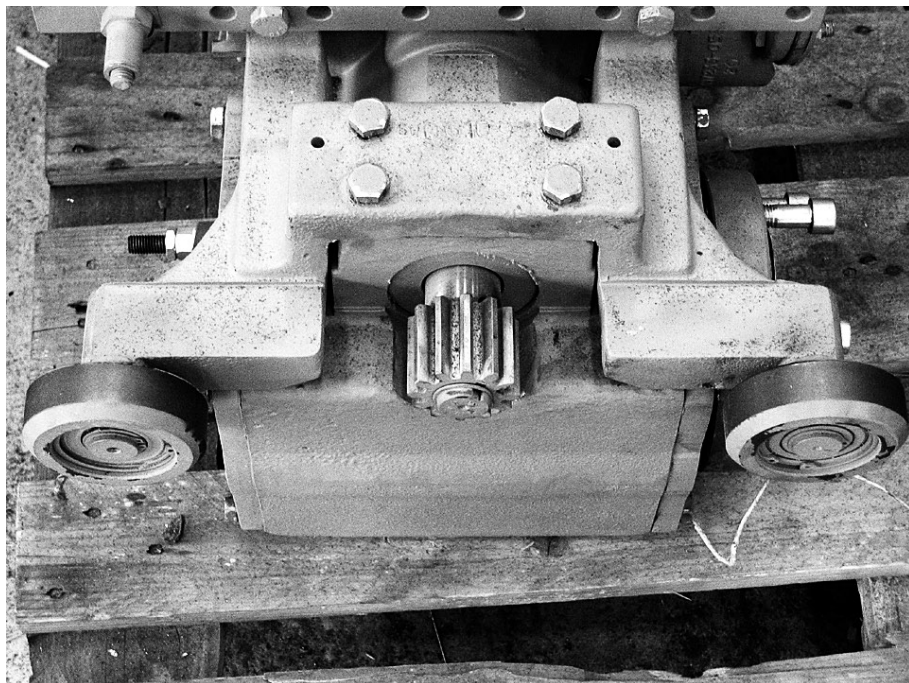
Själva sotblåsarlansen sitter i ett roterande fäste på åkvagnen (hubben), vilken löper längs med innerröret. Tillloppsröret går sedan genom en packbox på baksidan av växellådshuset så att åkvagnen kan röra sig in mot pannan samtidigt som innerröret upprätthåller förbindelsen med sotblåsarlansen och sotångventilen. Nu har det här innerröret gått av i infästningen, så att bakdelen av det (bilden nedan) blev kvar på ångventilen.

Tilloppsröret sitter alltså stumt fästad till ångventilen. Åkvagnen glider fram och tillbaka över innerröret, samtidigt som lansröret roterar. Den bedömning man gör i Korsnäs av den här skadan är att det uppstått en snedställning av ångventilen, så att man fått böjspänningar i innerröret. När åkvagnen åker fram och tillbaka växlar då dessa spänningar i storlek och man får med tiden utmattningssprickor i infästningen. Innerröret har sedan brustit i det främsta spåret i infästningen, så som framgår av fotografierna:



*Den brustna bakänden av innerröret,
ett tydligt utmattningsbrott*

Håller inte infästningen i sotångventilhuset innerröret på plats så följer det med åkvagnen in mot pannan när det släpper från flänsen till ventilen. Ångan kommer då direkt ut i pannhuset, vilket förutom ett förskräckligt oväsen även medför risk för personskador, om nu någon hade råkat befunna sig för nära sotblåsaren när detta hände.



Den nyare konstruktionen är styvare i sidled med sina fyra stödhjul.

Uppriktningen av åkvagnen och också packboxens kondition måste ägnas uppmärksamhet, så att man inte överbelastar själva infästningen av innerröret. På den här apparaten fann man inte några fel på åkvagnen. Bärhjulen till kuggstången var t.ex. utan anmärkning. Fungerar packboxen normalt, så är det ju sedan bara kvar små krafter kvar som verkar på innerröret. Den här åkvagnen har dessutom dubbla bärhjul (d.v.s. totalt 4 st). Det gör att den här åkvagnen knappast kan komma åt att ställa sig snett.

Däremot var tydligen ångventilen inte ordentligt uppriktad gentemot åkvagnens löpbana.

Skadan är en E-skada ("Annan Skada"). Med hänsyn till riskerna med den ånga som kom ut i lokalen så är den också "P2", dvs klassad som risk för personskada. Hade någon stått nära sotblåsaren när detta hände hade han kunnat bli bränd av den ånga som släpptes lös.

Skall man sammanfatta erfarenheterna från det sista året som gått, så tycks antalet skador vara i stort sett ganska normalt, för

år 2003 har vi hittills bokfört 20 skador och för år 2004 hittills med den normala tidseftersläpningen i rapporteringen 6 skador. Av dessa är 10 skador i ekonomisern, d.v.s. 40%. Fem skador har fått P2-beteckning, d.v.s. skador där vi sett en möjlig risk för att personer som uppehållit sig i sodahuset hade kunnat komma till skada. En skada, vattenläckaget i en nästub i Östrand, har blivit betecknad som kritisk, en överhettarskada har blivit klassad som "icke kritisk", men fortfarande med ett utropstecken efter. Sprickbildningen i domen i Obbola kan få stora ekonomiska konsekvenser, åtminstone ökar det trycket på att ersätta eller bygga om den nu 43 år gamla pannan.

Ska vi ge oss på att gissa något om skadeutvecklingen, så tycks den vara att man trots allt fortfarande inte har full kontroll över allt som kan hända och att det till och från uppträder sådana skador, att det en annan gång kan vara en tub närmare smältan som smyger ut vatten i bädden. Det är stor skillnad på vad som händer vid ett smältaläckage eller ett tubläckage i förhållande till de skador som kan uppstå om vattenläckaget leder till en explosion, både från personskadesynpunkt, som med tanke på de långa driftsstillestånd som kan bli följden om man har en explosion i nedre eldstaden. Det gäller även sådana fall då skadorna inte blir lika omfattande, som de blev vid pannexplosionen i Vallvik. Det var en skada som man i Sverige i bästa fall inte behöver se upprepas på lång tid, men som vi ändå inte kan svära oss helt fria ifrån.

Vi måste därför även i fortsättningen hålla en hög svansföring i säkerhetsarbetet för att förebygga både att det händer något och att det som ändå trots det inträffar hålls på en hanterbar nivå. Där är jag definitivt övertygad om, att man idag sitter betydligt säkrare bakom ratten på sin sodapanna än vad man gör, när man sätter sig i den egna bilen för att köra hem från sitt nattjobbskift.

Samtidigt är skador, som smältaläckage och ekonomiserskador fortfarande högt upp på agendan. Här har vi hittills sluppit både personskador och månadslånga driftsstillestånd, men de är ändå tillräckligt ofta förekommande för att svida i plånboken. Här måste arbetet att få kontroll över pannskadorna nu fortsätta och intensifieras, orsaken är naturligtvis de nya pannor som vi under året har sett byggas och beställas. Sodapannan är

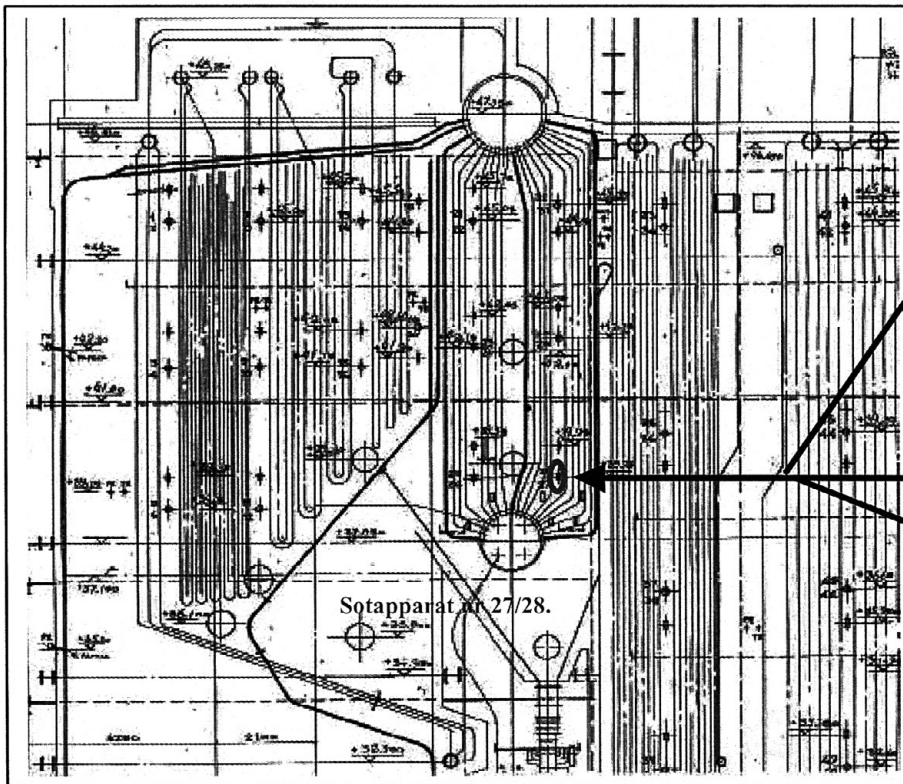
inte död, den lever och är fortfarande förstahandsvalet för sulfatfabrikens kemikalieåtervinning, trots alla försök som gjorts att ersätta den med något energieffektivare, driftssäkrare och personsäkrare. Det är istället sodapannan som blivit det, d.v.s. energieffektivare, driftssäkrare och personsäkrare – och det är kanske inte det sämsta.

Skador på sodapannor i Norge 2003-2004

Dag-Ove Solli, Södra Cell Tofte
Fredrik Bruno, ÅF

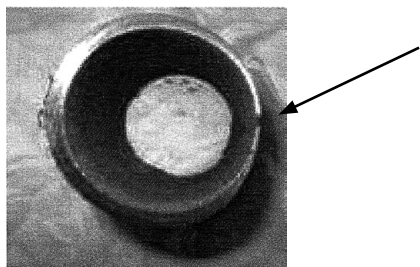
Skada 04-01: Peterson Linerboard A/S, Moss: Erosionsskador i konvektionstubsats (E).

I sodapannan i Moss har inträffat ett läckage i konvektionstubsatsen i ett par tuber närmast ena sidoväggen. Det är frågan om tubskärmar, som ligger intill en sotblåsargata.

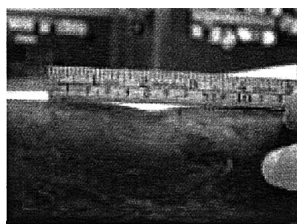


Tuberna låg intill sotblåsaren som är markerad vid pilen

Här finns ett par förtunnade partier i höjd med sotblåsaren. I den ena tuben hade tjockleken minskat till ca 0,8 mm, vilket sedan orsakat en uppfläkning. Också tuber i en intilliggande tubrad var förtunnade, om dock inte lika mycket.



Snitt genom tub med förtunning och bristning av tubväggen



Nerfrätningen var mycket lokal – man ser nedfrätningen under linjalen

Orsaken till de inträffade skadorna är att det måste ha funnits kondensat i sotången. När man startar en sotblåsare skruvar lansen in sig någon decimeter in i pannan innan ångventilen öppnar. När ventilen öppnar blir det en häftig stöt, som trycker ut allt kondensat som finns i ledningen fram till blåsaren.

Sotången tas normalt från utloppslådan efter primär 2 överhettare. Det borde borga för att ångan är tillräckligt överhettad så att kondensation i ledningarna borde vara rätt osannolik.

Man har emellertid byggt om sotångsystemet någon gång på vägen så att ångan skulle tas från sekundäröverhettarens inloppslåda. Då är det inte nödvändigt att överhettningen av den är tillräcklig för att kondensation skall undvikas.

En annan vanlig orsak till kondensat är annars att ångventilen inte är helt tät. Genom att då packa om ventilen på sotblåsaren har man i vissa fall drastiskt kunnat minska kondensatet i lansen. Man kan här kanske dra någon slutsats genom att mäta temperaturen på den utdragna sotblåsarlansen. Kondenserar det ner kontinuerligt i lansen borde den vara varm. Det har förekommit termisk utmattning i den här positionen och det kan knappast ha någon annan förklaring.

Rent generellt är slutsatsen att sotblåsargenomföringarna, sotångventilerna, tuberna närmast innanför kan vara värda en närmare granskning vid underhållsstoppen för att se om det är skador på gång.

Den här skadan klassificerades som "icke kritiskt tillbud", (D), eftersom den inträffade under drift, men låg så till att vattnet från läckaget knappast skulle kunna nå in i eldstaden från det genomfrätta stället.

En slutsats man drog av den inträffade skadan var att det kanske fanns andra ställen i tubsatsen och ekonomisrarna som också kunde ha skadats av eventuellt förekommande kondensat i sotångblåsningen.

För att komma åt tuberna från sidan så tvingades man demontera tätningsplåtarna intill sotblåsargenomföringarna i väggen. Fortfarande kunde man inte undersöka mer än ungefär 2 à 3 tubrader in från väggen.

Vid undersökningen kunde man konstatera korrosion på ytterligare tuber. Nedfrätningen var i flera fall så kraftig att tubtjockleken hade hunnit sjunka under lägsta tillåtna. Här, där man hade 82-mm-tuber, var minimigränsen 3,1 mm. Några av de nedfrätta tuberna i grovtubsatsen satt också så belägna, att de kunde medföra risk för att utsprutande vatten ifrån dem skulle kunna ställa till med en smälta-vattenexplosion nere i ugnen.

I klettubsatsen fanns det ytterligare tre tuber som låg under den något lägre minimitjocklek som gällde för dem, här 2,7 mm. Totalt rekommenderades att ett tjugotal tuber skulle bytas, eftersom de bedömdes att de hade otillräckliga marginaler i förhållande till aktuella minimitjocklekar. Nästa provning kommer att göras med virvelströmsprovning, varvid man hoppas kunna komma åt en större del av tubsatsen.

Man har dragit slutsatsen att den här korrosionen har uppkommit under de senaste två åren. För två år sedan mätte man tubtjocklekarna i domtubsatsen med hjälp av virvelströmsmätning och då såg man inga skador. Man ser också att korrosionen finns intill alla sotblåsarna i konvektionstubsatsen. Det gör att man kan misstänka, att även överhettartuber och ekonomiser-tuber kan ha blivit utsatta.

Det är den position där sotblåsarmunstycket befinner sig när ventilen öppnar, som borde vara det mest utsatta stället, det är den erfarenhet vi har från tidigare skador. Det innebär första tubraden in från väggen på bägge sidor av eldstaden (om man nu inte har ensidiga blåsare). Också själva tubväggen har i något fall varit utsatt.

Vi ser en bakomliggande orsak till de här skadorna i att uttaget för sotningsången har blivit flyttad från lådan mellan primärtvåan och primär-trean till ingående låda till sekundäröverhettaren. När ombyggnaden gjordes, så bedömde man att man på så sätt skulle öka temperaturen på den uttagna sotningsången med den nya avtappningspunkten.

Emellertid så innebar det samtidigt att man fick ångkylningen belägen före den nya avtappningspunkten. Dels innebär detta en lägre överhettning på ången, dels innebär det mindre säkerhet för att ången verkligen är överhettad på det nya stället för avtappningen.

En ändring i driften som skett är också att man ökat användningen av lastoljebrännarna, vilket påverkar värmeupptagningen i sekundäröverhettaren. Orsaken är tydligen då så att reglersystemet reglerar ner ingångstemperaturen till sekundärinloppslådan, så att överhettningen på sotången inte räcker till när sotången tas vid sekundärinloppslådan.

Övriga variabler tycks vara under kontroll. Trots att man har letat så har man inte kunnat hitta några fel hos isoleringen av sotångledningarna och ångventilerna har befunnits vara (med ett enda undantag) i gott skick. Man blåser ångsystemet för att avlägsna kondensat och det finns kondensatuppsamlingskärl och kondensatfällor vid lågpunkterna.

Förklaringen måste således vara att övertemperaturen ändå inte är tillräcklig vid avtappningspunkten. Samtidigt måste

det vara svårt att upprätthålla tillfredsställande kontroll över ångtemperaturen och att ångan efter ångkylningen alltid är tillräckligt överhettad. Det gäller speciellt om man kyler ångan med insprutning av matarvatten (eller motsvarande) och inte istället har ångkylning genom en värmeväxlare i vattendomen.

Skada 03-14: Peterson Linerboard A/S, Moss: Ekonomiserskador (D)

Skada 04-03: Peterson Linerboard A/S, Moss: Fortsatta ekoskador (D)

Sodapannan i Moss har under många års tid plågats av ekonomisersprickor.

Skadorna koncentrerar sig för Moss del till den kalla ekonomisern. Ekonomisern är av den modell som håller 6 tuber i varje panel och där varje tub sedan är försedd med fenor för att öka värmeupptagningen. Antalet paneler i en ekonomiser av denna typ varierar sedan med bredden av pannan, vanligen har man 2½" tuber på 5" delning (63,5 mm tuber på 127 mm delning). De enskilda skärmarna kan sedan vara antingen smalare utan påsvetsade fenor eller bredare med värmeupptagande fenor emellan, i det här fallet det senare.

Man har haft återkommande problem med den här ekonomisern under senare år och har regelbundet rapporterat skador. Från tiden före (den första) ombyggnaden kan noteras skadefallen 97-04, 97-08, 98-04, 98-07, 99-22, 02-24 och 02-26 samt från tiden efter den första ombyggnaden skadefallen 03-14 och nu senast då skadorna 04-03, båda dessa senare med ett flertal läckage för varje anmälan. Efter allt detta har ekonomisertuberna nu alltså nu på våren i år fått en andra omkonstruktion (se figur sid 16). Pannan är från första halvan av 1970-talet.

Man har byggt om de mest utsatta skärmarna i omgångar för att motverka nya skador.

Vad man har gjort är att man har byggt in avväxlingslådor i de yttersta skärmarna någon meter upp ifrån bottenlådan för att jämna ut spänningarna mellan de individuella tuberna i ytterskärmarna. Avväxlingslådan är sedan matad underifrån med tuber, vilka bockats till lyror för att få större elasticitet.

Det är ytterskärmarna närmast pannans sidoväggar som är mest utsatta för skador. Man kan skymta en sådan avväxlingslåda

högst upp på bilden nedan. För att få ner spänningarna i tuberna har man sedan i en andra omgång lagt till vidare lyror, så att de nu borde bli allt mindre styvt inspända.



Bilden visar ytterändan av nedre ekolådan sedd genom uppskärningen genom gaskanalens sidoväggsplåt (till höger). Pilen pekar på tvärlådan.

De yttre skärmarna möter i allmänhet en lägre rök Gastemperatur än de närmare mitten, vilket borde påverka längden av tuberna och därmed spänningarna i dem.

Eftersom lyran mellan lådorna får ta upp hela kraften från samtliga tuber anslutna till tvärlådan, så blir kraften större på den i jämförelse med krafterna mellan ett par enskilda tuber intill varandra, vilket är den tidigare vanliga skadeorsaken. Rörelsen blir ungefär densamma (i millimeter räknat) – men kraften blir större. Dessutom får man all rörelse koncentrerad på det avsnitt som är svagast, d.v.s. på lyran mellan lådorna. Det gör att lyran måste göras mjukare, så att den kan ta upp mer deformation. De mjukare lyrorna (det är fråga om två st) gör sedan att behovet av stagning av de kvarvarande värmeupptagande tubpartierna för att förekomma uppkomsten av svängningar och vibrationer blir mer accentuerat.

Tar man hänsyn till dessa yttre omständigheter och tar till ordentligt för en stor relativ rörelse hos tvärlådorna till de yttre

skärmarna borde den nya konstruktionen med tvärlådor vara "bättre" än den konventionella med enbart i stort sett parallella tuber direkt mellan lådorna.

Den första omkonstruktionen har alltså synbarligen inte varit tillräcklig, utan det har sedan behövs ytterligare mjukare lyror eftersom en stor del av deformationen har förts över till att tas upp av lyrorna. Bilden är dock inte entydig, vilket styrks av att sprickorna i enstaka fall kan bildas mer än en dm bort från fördelningslådan:

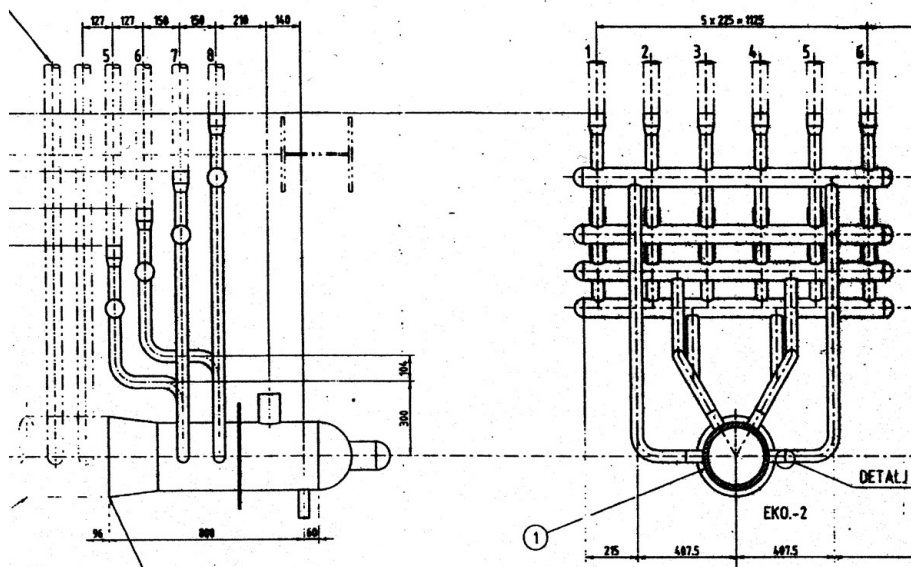


Vattenläckaget i eko 3 på dess södra sida (höger). Man ser vattnet spruta ur sprickan vid provtryckningen. Genomsprickningen ligger ungefär en dm bort från själva lådan i det här fallet.

Det har sedan på nytt uppstått sprickbildning igen på ytterligare inte mindre än fyra olika positioner i den kalla ekonomisern.

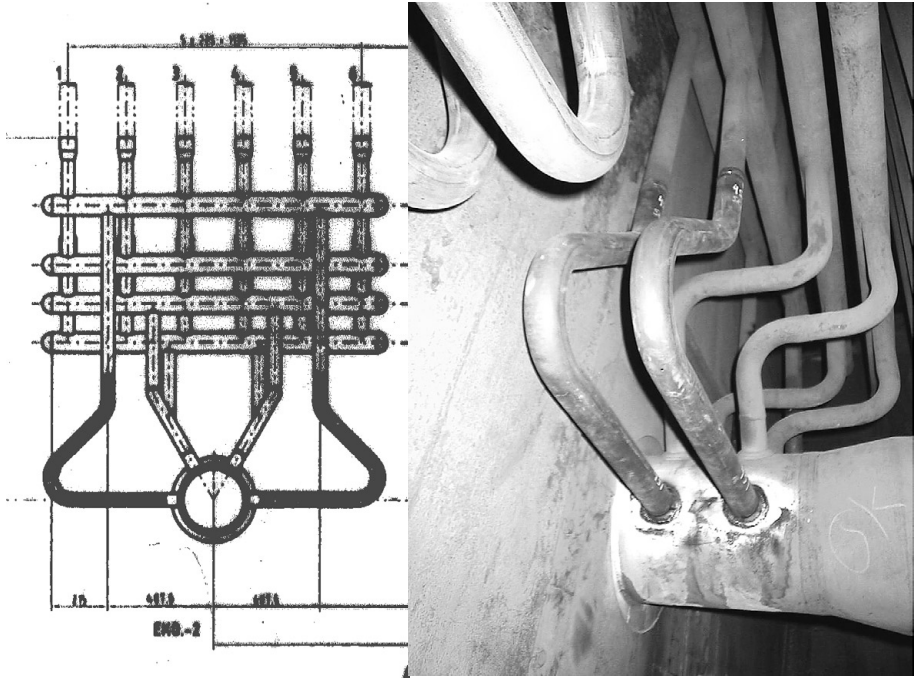
Förnyad sprickbildning har inträffat i de tuber, som satts in i samband med en omkonstruktionen gjord med avsikt att lösa just problemet med ekonomisersprickorna i den ursprungliga konstruktionen.

Vid (den första av de bägge) omkonstruktionerna hade man lagt in en extra bottenlåda (mellanlåda) och från den ett antal extra lyror som anslöt den inlagda mellanlådan till den ursprungliga bottenlådan.



Var och en av de fyra skärmarna längst åt höger på bilden fick alltså en ny fördelningslåda, vilken förbands med den ursprungliga fördelningslådan genom matningsrör med mindre tubdiameter.

Eftersom det här på kort tid har inträffat ett större antal (fyra läckor i skadeanmälan 03-14 och fyra i 04-03) läckor på olika ställen i dessa lyror, så var den först prövade omkonstruktionen uppenbarligen inte optimal. Man har därför på våren 2004 bytt ut de nya matningstuber som sitter längst ut och som är de som fått skador på de först ombyggda partierna till en nästan likadan konstruktion, men nu med en ännu vidare lyra.



Ombyggnad april 2004 med vidare lyror på yttre tuber.

Samtliga nu aktuella ekonomiserskador i Moss är klassade som "Icke kritiskt tillbud" (D).

Pannombyggnad i Aspa Bruk

Michael Berggren, Smurfit Munksjö Aspa Bruk AB

Alf Eliasson, Kvaerner Power AB

Inledning

Aspa Bruk startade massatillverkning 1927 och producerade då ca 6000 ton oblekt massa per år. I dagsläget produceras ca 180 000 ton blekt och oblekt barrsulfatmassa. Målet med de senaste ombyggnaderna har varit att komma upp till 200 000 ton massa per år.

Flaskhalsar och gammal utrustning har bytts ut där så krävts. Större ombyggnader/ utbyggnader har skett 1972/73, 1997, 1998, 2001, 2003 varav den senaste är ombyggnaden av sodapannan. Målet är att komma upp till 200 000 ton massa per år.

Sodapannan

Sodapannan byggdes 1973 av Götaverken med ett konstruktionstryck på 70 bar(ö) och driftryck om 45 bar(ö) 425°C. Kapaciteten var på 515 t ts/d, vilket motsvarar 73 ton ånga per timma.

1998 byggdes bland annat sodapannan och en del kringutrustning om för att höja kapaciteten från 775 t ts/d till 1000 t ts/d och ett ångflöde av ca 160 t/h (brutto).

Ombyggnaden omfattade bland annat:

- Cirkulationen förbättrades med större fallrör samt fler stigtuber.
- Dolezalkondensor installerades.
- Ny sekundäröverhettare.
- Nya oljebrännare samt styrning.
- Ändring av sekundär- och tertiärregister.
- Spettningsrobotar på primär- och sekundärnivå.
- Sekundär- och tertiärluftfläktar samt rökgasfläktar.
- Luftförvärmare.
- Lutsystem inklusive pumpar.

- Ytterligare sotblåsare.
- SIR likriktare på A och B delen samt multipeakelektroder i elfiltrens A delar.
- Omrörare sodalösaren.
- Nya mekaniska filter samt avhärdningsfilter på spädvatten och pumpar.
- Nytt styrsystem för stora delar av fabriken.

Senaste ombyggnaden

Bakgrund och leveransomfattning

Underhållsstoppet hösten 2002 med tillhörande besiktning av sodapannan, då det för övrigt byttes primäröverhettare 1A, gick bra. Åtgärder vidtogs för att återställa sidoväggarna mot pannbotten, där det har varit alltför många smältagenombrott under åren. Kompletteringsstudding av ytor i ugnen, som är tidsödande, utfördes också.

En del anmärkningar kom naturligtvis upp som skulle åtgärdas före start samt en del saker som skulle åtgärdas nästkommande stopp, byte nästuber samt byte nålar i överhettare 1B bland annat.

Tubprover togs ut under stoppet för att analyseras med avseende på vattensidig beläggning. För att ytterligare förbättra kontrollen sattes pitotrör in på 9 platser.

Virvelströmsprovning under skyddstak genomfördes.

Med denna insats skulle ett bättre underlag skapas över hur det stod till med delar av vår panna, som inte hade vidtagits förut.

De kapade panntuberna uppvisade heller inte några synbara beläggningar på vattensidan. Däremot visade analysen att beläggningen var upp till ca. 100 μm . En kemisk rengöring var med andra ord i antågande. Materialförlusten på dessa tubprover var under 0,1 mm/år från "varmsidan" och ingen noterbar materialförlust från vattensidan.

Efter drygt 5 veckors drift stoppades pannan för att salthalten i pannvattnet avtog utan att förklaring till detta hittades.

Pannan snabbtömdes och inspekterades. En tub i en gammal sekundärluftsport i frontväggen hade läckt. Korrosion från rinnande smälta var det samstämmiga svaret från utredningarna.

Utbyte av gamla sekundärluftportar samt kemisk rengöring av pannan vidtogs innan återstart. Lastbegränsning infördes fram till nästa underhållsstopp.

Efter mycket arbete stod det klart att nu måste något radikalt göras. Dels för att inte säkerheten skulle äventyras dels för att våra stilleståndstider inte skulle bli plågsamt långa i fortsättningen, på grund av besiktning samt underhåll på den gamla eldstaden.

Ett arbete startades för att se över vad som stod till buds, i fråga om snabb ombyggnad av ugnen. Vi träffade leverantörer under december 2002 till februari 2003 och tekniska lösningar av olika slag diskuterades.

Den 4:e mars 2003 signerades kontraktet med Kvaerner Pulping och pannan skulle överlämnas kall och rengjord måndagen den 6:e oktober.

Kontraktet sade också att start luteldning skulle ske 1 november klockan 07:00. Detta blev 18:50 samma dag.

Det som ingick i ombyggnaden var:

- Komplette compoundugn från ovan skyddstak med erforderliga öppningar samt en svart lutande studdad botten.
- Design nya delar 1350 t ts/d. Ny MCR om 1200 t ts/d.
- Förbättrad cirkulation med större fallrör samt separatmatade yttertuber.
- Cirka 25 procent större bottenarea.
- Flyttning Dolezalkondensor till mellan eko.
- Ytterligare cykloner i ångdom.
- Komplette snabbtömningssystem.
- Delvis ny tjocklutsring, renspolningsledning m.m.
- Ny RODDINGMASTER® på sekundärlufts nivå.
- 3 löprännor inklusive ny kylare, reservpump, smältasplittring och instrumentering.
- Modifierad lösartank och imkanal/explosions spjäll på grund av större ugn.
- Modifierat skyddstak. Lika Skärblacka.
- En del underhållsåtgärder ingick som byte näsa samt böjar på överhettare 1B.
- Delvis nya plattformar samt modifiering av befintliga.
- Förstärkningar av överrede.

Projektgenomförande

Projektet genomfördes i nära samarbete mellan Aspa Bruk och Kvaerner Power.

Mycket tid och kraft ägnades särskilt åt montageplanering och montagekoncept. T.ex. utskrotningen av befintlig ugn planerades i detalj för att arbetet skulle utföras så säkert som möjligt. Metod valdes för nedsäkning av ugn med hjälp av klätterdomkrafter. Detta sparade också tid eftersom inga ställningar behövde byggas inuti ugnen för skrotningen och fogberedning av befintlig del kunde starta direkt efter kapningen.

På grund av närhet till tillverkande verkstad har också hög förtillverkningsgrad och modultänkanden kunnat appliceras för att korta montagetiden.

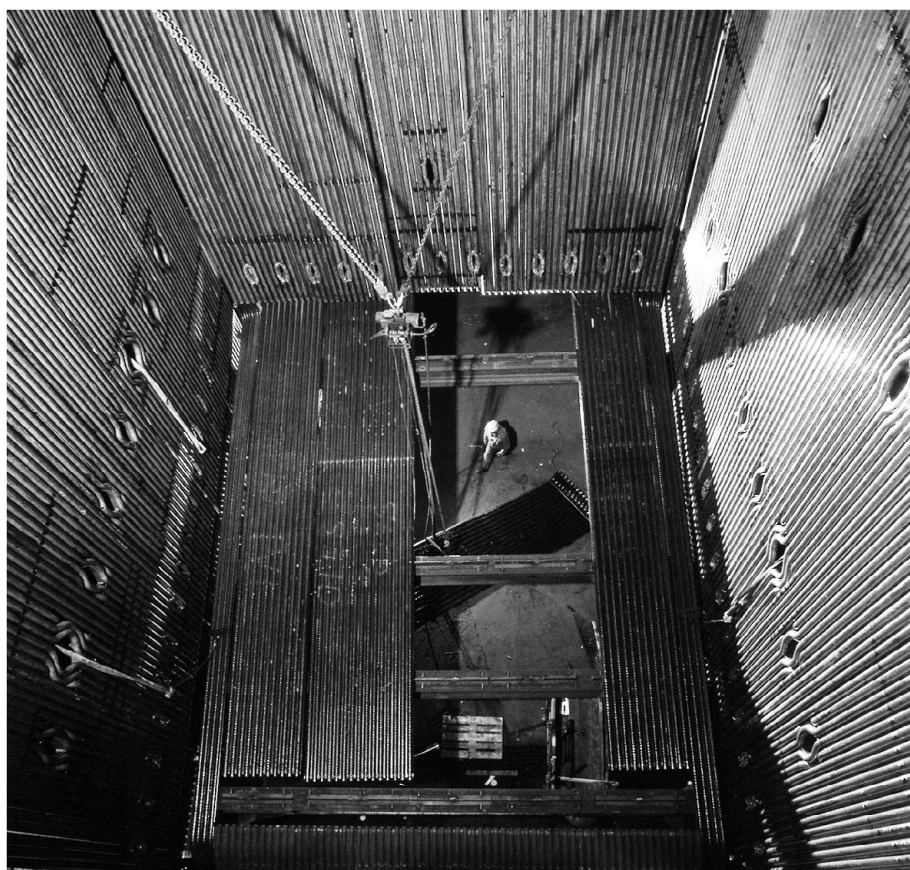


Bild 1 Montage av eldstadsväggar och ugnsbotten

Uppstart

Luten lades på, som tidigare sagts, klockan 18:50 den 1 november. Start och intrimning gick mycket bra, men en något för hög bäddnivå på sidoväggarna kunde noteras.

Den 22 november inträffade ett smältaläckage genom att smälta runnit in i primärluftsregistret och skapat ett hål i registret samt smält bort en del av gjutjärnsdysan vid en port ungefär mitt på höger sidovägg. De pluggade portarna längs sidoväggarna hade skapat ett vågmönster i bädden, vilket vid ogynnsamma betingelser hade gjort att smälta kunde ta sig in via primärportarna.

Lasten reducerades under några timmar för felsökning och därefter ökades primärluftsflödet för att hålla ett högre tryck i registret och därmed bädden borta från portarna.

Tillfällig reparation samt förändring av blindade portar utfördes den 11 december. Ett förslag utarbetades från Kvaerner Power om reducering av portarna. Detta skulle medföra att endast två pluggar skulle vara kvar på bakväggen.

Diskussion fördes också om storlek på sekundär-, tertiär- samt kvartärluftsportar. Den utmynnade i att primärluftsportar ändrades, så att alla pluggar utom två på bakväggen samt den skadade porten på höger sidovägg togs bort och strypningar sattes in. Tertiär- samt kvartärluftsportar minskades också. Detta genomfördes den 23 mars. Den kvarvarande skadade porten skulle åtgärdas kommande höststopp.

Åtgärderna på primären hade avsedd verkan med jämnare bädd framför portarna och ett bra registertryck.

Resultat av ombygganden

Säkerhet

- Ett utbyte av gamla delar har driften blivit mycket säkrare.
- Layouten har, trots att det är en större panna än tidigare i det gamla huset, blivit bättre. Detta innebär ökad tillgänglighet för underhållsarbete och driftspersonal.
- Skyddstaket kan nu monteras färdigt från utsidan av pannan.

Detta minskar olycksriskerna avsevärt.

- En extra "bår-lucka" har monterats ovanför skyddstaksnivån för att kunna ta ut en skadad person från den delen av ugnen.

Driftserfarenheter

Kapaciteten har ökats från ca 165 ton ånga per timma till 180 ton ånga per timma (brutto). Vi har också kört med lasten 180 ton ånga per timma och då är överbäringen kontrollerad samt smältaavgången jämn, vilket vi tidigare haft problem med. De nya delarna är designade för 200 ton ånga per timma eller 1350 t ts/d.

Luftsystem

Primärluftsregistret består av 64 portar varav 18 pluggades för att uppnå rätt registertryck vid givet primärluftflöde och att inte hela designlasten för de nya delarna skulle utnyttjas. Pluggarna var fördelade på sidoväggar samt bakvägg. Registertrycket var något lågt vid uppstarten.

Luften distribueras på sekundärnivå via sidoväggarna om 16 portar varav 4 stycken är startbrännaröppningar som ingår i sekundärluftssystemet. Sekundärluftsportarna står i ett semi-interlace mönster, vilket visat sig vara det bästa, och ett tryck av ca 1500 Pa i huvudportarna och 500 Pa i de strypta portarna. Startbrännarna fungerar som strypta portar vid normal drift.

Tertiärluften tillförs via 5 portar, två på frontväggen och tre på bakväggen i interlacemönster.

Luftmängden gör att det är svårt att ibland bibehålla luft-penetration vid användandet av alla fem portarna.

Kvartärluften tillförs via 5 portar, två på bakvägg och tre på frontvägg.

Vid de laster vi varit uppe i kan bra slutförbränning erhållas utan inblandning av kvartärluft. För att ta med denna luftnivå krävs ytterligare trimningar, vilka vi inte utfört i någon större omfattning.

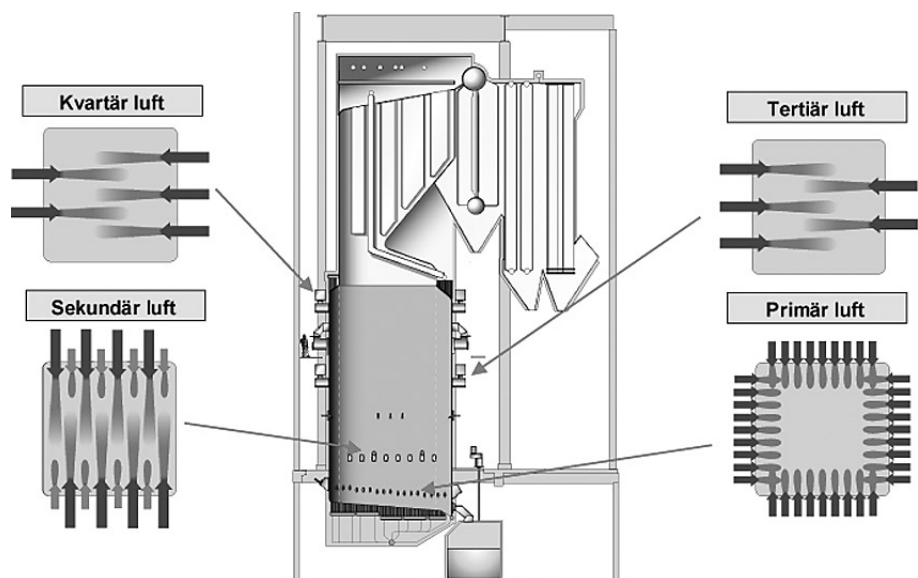


Bild 2 Utformning av det nya luftsystemet

Luftfördelningen som vi har och har haft indikeras i tabellen nedan.

Luft	Fördelning (%)	Registertryck (Pa)
Primär	30	500 – 1100
Sekundär	5	500 och 1500
Tertiär	20	3200 - 3500
Kvartär	0 (ej utnyttjad vid dagens last)	

Lutsystem

Nya lutsprutor med en spruta i varje vägg skulle användas och används. Läppvinkel vid start var 42° men ändrades sedan på front- och bakväggssprutorna till 25° för att distribuera luten bättre över eldstadens tvärsnitt. Detta visade sig vara mycket bra och ett viktigt steg i att få bort bädden från sidoväggarnas mitt.

Lutsprutorna vinklas vid normal last något nedåt, cirka -1° till -5 ° och använt luttryck cirka 1,3 – 1,4 bar(ö).

Övrigt

Flyttning av dolezalkondensorn till mellan ekobankarna har varit positivt då vi på grund av sotningssekvensen haft problem med att erhålla tillräckligt med kondensat till ångkyllning.

Smältaavgången var tidigare ojämn, med smältarusning då och då men den nya, tredje löprännan har bidragit till en jämnare smältaavgång.

Den förbättrade pannvattencirkulationen har visat sig fungera bra med jämna flödes hastigheter i botten tuberna.

Pannan har över lag betett sig "snällt" med den större eldstaden.

Reduktionsgrad och emissioner har inte ändrats något efter ombyggnaden utan ligger kvar på samma nivåer som tidigare.

Vi har heller inte några pluggningsbekymmer annat än de trånga passager som vi har sedan tidigare i konvektionsdelen samt eko. Lasten har heller inte dramatiskt ökat, men tillräckligt för nuvarande produktionsnivå.

Höststopp 2004

Under stoppet kunde följande noteras:

Vårt uppstartsskydd på botten var borta på cirka 40 procent av botten, där ej stampmassa använts, och en del studding hade därför korroderat ned lite. Detta kunde då förklara temperaturspikar som registrerats på membranen under driftåret. Botten stampades därför helt.

Sekundärluftdysor var hårt brända på de strypta portarna, i ovankant på ena väggen och i underkant på den andra.

En del primärdysor åtgärdades också, som blivit brända.

Ugnen scannades också för att få "nollvärden" för framtida bruk. Inga onormala saker hittades.

Efter det att en del mindre restpunkter åtgärdades under stoppet, i tillägg till revisionen, var pannan åter på nät den 1:a oktober. I och med detta står pannan bättre rustad för nya påfrestningar under förhoppningsvis många driftsäsonger. Och slutligen så måste man uttrycka sin respekt för hur bra och smidigt, trots den korta tiden, gick att genomföra ombyggnaden och den fokusering som alla inblandade visade prov på.

Sodahuskommitténs verksamhet 2004

Mikael Ahlroth, ÅF

Sodahuskommittén har haft ett mycket aktivt år sedan vi sågs sist. Skadegruppen har i sedvanlig ordning behandlat medlemmarnas skador. Rekommendationsgruppen har heller inte legat på latsidan. Inte mindre än tio rekommendationer har färdigställts under året som gått. Mer om dessa senare. Det internationella utbytet med Finland och USA fortlöper mer aktivt än förra året. Sist men inte minst har Sodahuskommittén tillsammans med Södra Cell Värö Bruk med gott resultat arrangerat den 20:e Sodapanneträffen.

Styrelsen

Årets styrelse leds av ordförande Staffan Carlsson från Södra Cell Mönsterås Bruk. Per Utterström från Korsnäs AB är viceordförande. Skadegruppen leds av Bert Flodqvist, ÅF-Celpap, Thomas Sjögren från Stora Enso Magazine Paper Norrsundet leder utbildningsgruppen och slutligen Rekommendationsgruppen, som leds av Henry Björklund. Mikael Ahlroth, ÅF-Celpap, är sekreterare i kommittén och Fredrik Bruno, ÅF-Celpap, är skadegruppens sekreterare.

Styrelsen och skadegruppen har fyra regelbundet återkommande möten varje år. Rekommendations- och utbildningsgrupperas verksamhet – och sammansättning – beror på ärendenas natur.

Sodapannor i Sverige och Norge

Sodahuskommitténs medlemmar har totalt 33 sodapannor (och en destruktionspanna) i Sverige och Norge. Se Figur 1. Sodapannbeståndets medelålder är omkring 29 år och

medelkapaciteten är 1257 tts/dygn (den svartvitrutiga stapeln i Figur 1). De två vita staplarna i figuren visar de två pannor vilka kommer att ersättas med en ny sodapanna vid Stora Enso Skoghall 2005.

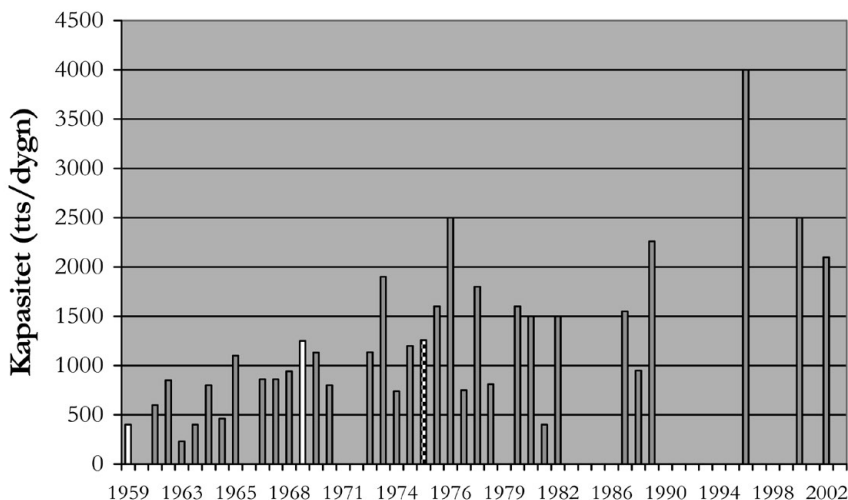


Fig. 1. Sodapannebeståndet i Sverige och Norge 2004

Nya rekommendationer

En betydande del av kommitténs budget har på sedvanligt sätt använts till att ta fram nya rekommendationer och revidera tidigare publicerade rekommendationer. Rekommendationsarbetet utgör den röda tråden genom kommitténs historia. När kommittén grundades 1965, under namnet "Nödnedeldningskommittén", var syftet att utarbeta en fabriksgemensam norm för nödnedeldning av sodapannor. Vid denna tidpunkt var detta ett akut problem. Snart behandlade kommittén också andra säkerhetsfrågor, så 1972 byttes namnet till Sodahuskommittén.

Kommittén publicerar sex olika kategorier med rekommendationer:

- A – Facktermer och begrepp
- B – Konstruktion och utrustning
- C – Drift och driftstörningar
- D – Inspektion och underhåll
- E – Utbildning av personal
- F – Säkerhetsbetingelser

Tio rekommendationer har godkänts för tryckning och distribution under året:

- A3: Allmänna villkor för användandet av Sodahuskommitténs rekommendationer
- B1: Rekommendationer angående sodapannors konstruktion och utrustning
- B5: Rekommendation angående skyddsutrustning och skyddsåtgärder i sodahus
- B8: Rekommendationer beträffande tekniska anordningar för nödnedeldning och snabbtömning av sodapannor
- B9: Riktlinjer angående utrustning för sotångsystem och sotblåsare till sodapannor
- B13: Rekommendation angående utrustning och säkerhetssystem för olje- och gaseldning i sodapannor
- B16: Riktlinjer angående utrustning för destruktionseldning i sodapannor
- C8: Rekommenderade åtgärder vid befarad eller konstaterad vatteninträngning i en sodapannas eldstad
- C9: Riktlinjer angående destruktionseldning och tillsatseldning i sodapannor
- E1: Rekommendationer angående utbildning och behörighetscertifiering av sodahusoperatörer

Sodahuskommittén har under året konstaterat att kommittén i och med rekommendationsverksamheten måste bli mer tydlig vad gäller ansvar och upphovsrättsliga frågor. Detta är bakgrunden till rekommendation A3. I denna rekommendation friskriver sig kommittén från allt ansvar vid skada eller olycka om rekommendationerna följs. Detta kan tyckas märkligt, men syftar till att skydda kommittén från skadeståndsansvar. Varje bruk använder alltså rekommendationerna på egen risk.

Sodapannors konstruktion regleras av standarden SS-EN 12952 (baserad på Tryckkärlsdirektivet 97/23/EG, "PED"). Rekommendation B1 kompletterar denna standard med sådana konstruktions- och utrustningsdetaljer, vilka har visat sig befrämja person- och driftsäkerhet.

Rekommendation B5 om skyddsåtgärder i sodahus är en anpassning till AFS 2001:3. Rekommendationen kompletterar

och förtydligar Arbetsmiljöverkets föreskrift på de punkter som är relevanta för sodapannor.

Rekommendation B8 behandlar tekniska anordningar för nödnedeldning och snabbtömning av sodapannor. Den reviderade versionen, som kommit ut i år, har förtydligats på ett antal punkter.

Rekommendation B9 är totalreviderad och anpassad till Tryckkärlsdirektivet och annan gällande lagstiftning. Även rekommendation B13 har omarbetats för att överensstämma med Tryckkärlsdirektivet.

Rekommendation B16 har omarbetats för att överensstämma med gällande standarder. Den har också kompletterats med bl.a. ett avsnitt om destruktionseldning av svaga luktgaser.

Meddelande C8 har kompletterats med ett avsnitt om att dominredningen måste besiktas efter en snabbtömning för att kontrollera att den inte har tagit skada.

C9 informerar om destruktionseldning av starka och svaga luktgaser, metanol, terpentin, såpa, restsyra och flytande täckningskemikalier

Rekommendation E1 informerar om utbildning och behörighetscertifiering av sodapanneoperatörer.

Följande rekommendation arbetar Rekommendationsgruppen med för närvarande

- D3: Minsta godstjocklek hos vattenförande tuber i sodapannor.

Godstjocklek i vattenförande tuber är ett aktuellt område i och med att ett antal nya sodapannor med höga ångdata kommer att uppföras i Sverige under de närmaste åren. Rekommendationen kommer enligt planen att publiceras under 2005 ifall det inte framkommer något oväntat under beredningen.

Certifiering

Skogsindustrins Utbildning Markaryd, SUM, bedriver tillsammans med Sodahuskommittén en tvåårig certifieringsutbildning för sodapanneoperatörer. Totalt har 627 operatörer certifierats till dags dato sedan utbildningen startades 1994, varav

62 stycken under 2002-2003. I år har 23 operatörer påbörjat utbildningen, se Figur 2. Ett nytt koncept har lanserats av SUM: Simulatorbaserat säkerhetsseminarium. Denna utbildning är en ytterligare fördjupning till påbyggnadsseminariet om säkerhet, som ca 200 operatörer genomgått. Som namnet antyder, används i det nya seminariet datorsimulerade driftstörningar vid utbildningen.

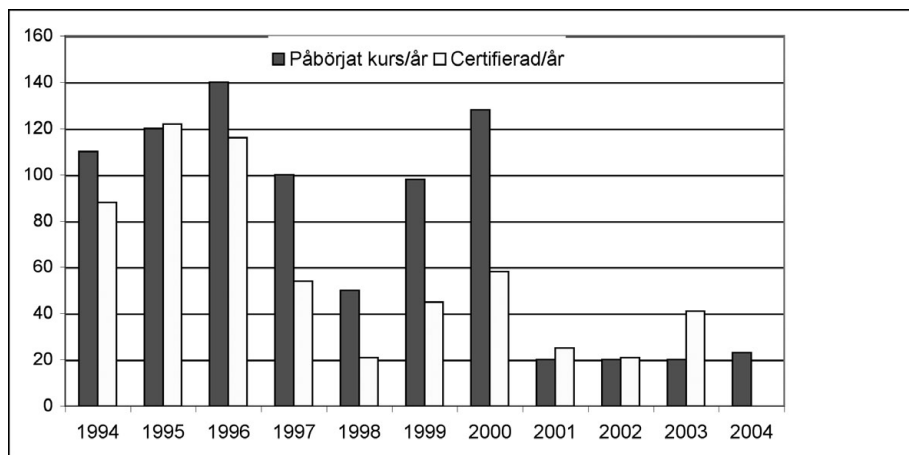


Fig. 2. Antal operatörer som påbörjat respektive avslutat certifieringsutbildningen mellan 1994 och 2004.

Forskning

Under det gångna året har Sodahuskommittén tillsatt två arbetsgrupper för att utreda drifts- och underhållsmässiga frågor som aktualiserats:

- Pannbottengruppen. Gruppens verksamhet har sitt ursprung i enkäten om skydd av pannbotten vid start utan lutbädd, som presenterades förra året. I enkäten framkom det klart att medlemmarna önskar en rekommendation om skydd av pannbotten. Eftersom det inte finns något sammanställt material om erfarenheter vid skydd av botten med olika material, kommer gruppen att insamla information från bruk och leverantörer och bilda sig sin egen uppfattning.
- Arbetsgruppen för lutjäsning. Efter lutjäsningen och den efterföljande mindre gasexplosionen vid Stora Enso Skutskär förra

året (registrerat som skada 03-20), har Sodahuskommittén tillsatt en grupp för att utreda kemiska förändringar i tjocklut vid lagring utan omrörare.

Sodapannetträffen

Årets Sodapannetträff för operatörer gick av stapeln vid Södra Cell Värö Bruk den 9 juni. Denna träff var Värös andra Sodapannetträff, den första ordnades 1991. Dagen började med transport från hotell Fregatten i Varberg till Värö Bruk. Förmiddagspasset inleddes med presentationer om Södra Cell och Värö Bruk. Följande punkter togs upp:

- Värös nya sodapanna, både tekniken och själva projektarbetet. I det senare fallet är det viktigt att vara aktiv projektdeltagare, inte bara en passiv projektmedlem betonades det från Värö Bruks håll.
- Ny kondensatrening
- Jäsning av tjocklut. Även Värö Bruk har drabbats av liknade jäsning som Skutskär, dock utan lika dramatiska följdverkningar.

Ett externt föredrag hölls på Sodapannetträffen. Sven Lahti från DNV berättade om skador på rörledningar. Han redogjorde allmänt för olika skadetyper som kan förekomma på rörledningar i sodapannor.

Efter lunchen delade Marcus Wahlström, SUM, ut operatörs-certifikaten. Under 2003 har ca 20 operatörer slutfört certifieringsutbildningen. Av dessa var sex stycken på plats i Värö och fick sina certifikat. De övriga certifikaten skickades per post till respektive bruk för utdelning på plats.

Under rundvandringen fick deltagarna en guidad tur i soda-huset. Kvällen avslutades med middag på Varbergs Fästning. Ett stort tack till arrangörerna på Värö Bruk.

Internationellt

Den finska Sodahuskommittén fyllde 40 år i år. För att fira detta anordnades en stor internationell sodapannekonferens på Haikko Herrgård utanför Borgå i Finland. Sodahuskommittén

representerades av Mikael Ahlroth och Fredrik Bruno. Konferensen var välbesökt. Ett antal forskare i den absoluta världstoppen vad gäller forskning på sodapannor och kemikalieåtervinning var närvarande och presenterade sina nyaste resultat. Den finska kommittén hade även sin Sodahushusdag i oktober, där bl.a. ett urval av resultaten från projektet "Framtidens Sodapanna" presenterades.

Slutligen vill jag rikta ett tack till alla som under året på något sätt arbetat med Sodahuskommittén. Kommitténs verksamhet bygger på frivilligt arbete och utan er hjälp skulle kommittén inte kunnat uppnå de fina resultat som den gör. Ett stort tack för er insats!

Building A Successful Recovery Boiler Project With New Technology – Partnership Perspective

Ari Nieminen, Vice President, Recovery Division, Andritz Oy

Kaj Nordbäck, Wisaforest, UPM-Kymmene Oyj

Lars-Martin Wickström, Wisaforest, UPM-Kymmene Oyj

Customer's Project Goals and Pre-Contract Milestones

UPM-Kymmene is one of the world's leading manufacturers of printing papers and the clear market leader in magazine papers. In addition to printing papers, UPM focuses on specialty papers, converted products and wood products.

UPM has been highly committed to efficiency. Energy efficiency is one essential part of that commitment. At UPM mills there has been carried out energy efficiency audits at all 22 pulp and paper mills. One of the end results was that at major investment the main baseline for energy efficiency is set.

For WISA-800 project the main preconditions for increasing the capacity of the existing pulp mill were that the raw material availability was there and the capacity of fiberline could be easily increased with minor changes. The bottleneck area was chemical recovery and the equipment there were coming to the end of their technical life cycle.

The first equipment of two-lined recovery plant was from 1962, among others the recovery boilers capacity was 480 tDS/d. The dimensioning of other equipment was same category.

Through this line's capacity lift Wisaforest was driven into unit base, which many equipment suppliers think that represented the most complicated units in the world.

The recovery boiler's capacity was lifted with many rebuilds. Despite these changes some of the boilers main equipment did restrict the production. In last years however the side walls of the boiler bank built up as a problem. In this area the structures were fatigued partly being a consequence of method and the cracks

occurred very often and the boiler leaked, but fortunately always outwards. Similarly the boilers bottom part suffered from high load level and the air-nozzles had to be repaired continuously. Because of the leakages several elements of the economizer had to be plugged. In the future it should be reserved considerable extra resources to maintenance and repair.

In 1975 the second line's recovery plant was completed. The recovery boiler was the biggest at that time. Years-long also this boilers capacity limited the production. It's hard to say which one of the recovery plants equipment was primarily the equipment which disabled the lift of production. The recovery boiler seemed sometimes to be enough, as long as the dry solids was in the right level, but the pace of the factory was too much for the evaporation plant: one didn't find any washing gaps, the evaporation plant was blocking up, the dry solids dropped and partly consequence of this also the recovery boiler was blocked up. Or because the recovery plant was complicated and two-lined, the equipments which caused production disturbances increasingly, were blocking the continuous development and lift of capacity

The whole capacity increase project included following investments: new chemical recovery line, one new digester, increasing the softwood line digester and drying capacity and cooling towers for waste water treatment.

The main expectations for the new recovery line were:

- high energy efficiency and especially electricity production
- high availability and low maintenance
- low emissions
- secondary energy optimization
- future capacity increase potential
- easy operation
- safety

Even in the early stage the concept of using the latest technique in this project came along. The biggest challenge and possibility was given by carrying out the recovery boiler with such technique, which doesn't exactly change conventional operation, but gives a possibility at first to start the plant with traditional values. And when the situation is completely under control and you have achieved security, you can move from

different risk factors through higher run-parameters to better operation by energy efficiency. In this phase was stated, that because operators had to learn the new operation-system so it would be a great benefit if simulator was bought, which one should carry out training already before start-up.

Pre-signing activities

The pre-signing activities include pre-engineering, pre-signing procurement preparations and construction planning.

If the mill is not going to use their own engineers for the design of an integral part of their business then there has to be some assurance that the engineering offered is sound and has a successful track record. The best way to accomplish this is to visit examples of the boiler vendor's work.

Each mill typically has standards to ensure that the products that they buy for the mill are of good quality. The mill standards have to be attached to the bid document and it should also clearly outline the mill's expectations for the quality and the suggested vendors.

Construction planning starts with the definition of the construction site. The mill has to provide a site for construction, a guarantee that the site is clear of underground obstructions, a lay down area and clear access to the site. There should be a clear understanding of who is responsible for what.

The decision of execution the project took place 15th May 2002 and the device-purchases started directly after that. Jaakko Pöyry Ltd operated as the projects technical planning consultant. The projects leadership and leaders of the subprojects were mills own staff.

Engineering, Procurement, Quality Monitoring and Construction – Schedule

The Andritz project execution follows a well planned and straight forward project plan. In the beginning of the project kick-off meetings are arranged. Also a Purchasing Plan and Quality Monitoring Plan are issued as soon as possible to be

able to let the customer be involved with quality monitoring and following the purchasing activities. In this project Wisaforest project team was invited to participate some of the critical purchasing items and Wisaforest quality monitoring acted actively together with Andritz quality assurance.

The P&I's should be frozen as soon as possible – for this to happen operators have to review them; early operator involvement saves later changes. Also this gives time for good AE&I engineering and implementation including FAT testing.

Andritz Scope of Supply

The Andritz delivery to WISA800 project was the evaporation plant (1050 tH₂O/h), recovery boiler (4450 tDS/d), recaustization (10.000 m³/d) and lime kiln (750 t/d). The pulp drying machine capacity increase and soda digester was also delivered by Andritz.

The recovery boiler has a higher than traditional steam pressure and temperature (10,2 MPa and 505°C), see Figure 1. It has also vertical air system with two liquor firing levels. The energy

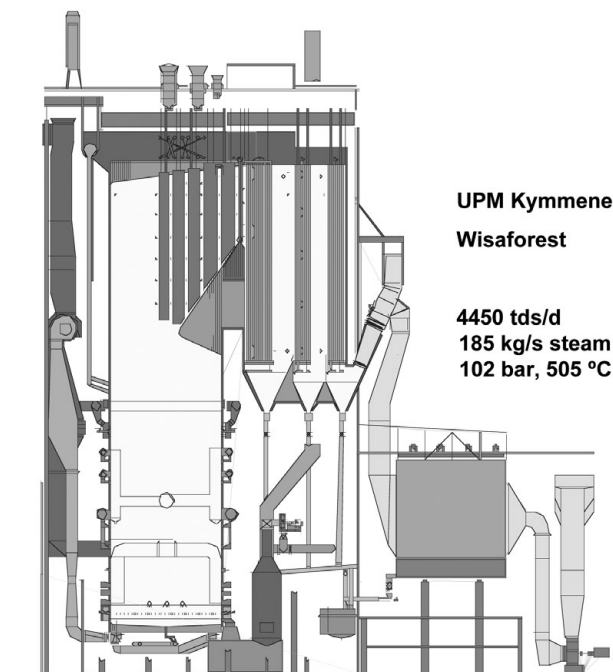


Figure 1. Recovery boiler section drawing

efficiency has been increased with miniHERB system. HERB is a shortening of High Efficiency Recovery Boiler.

Andritz scope of supply for recovery boiler was engineering, procurement and construction of all the main equipment: pressure parts, oil burners, liquor guns, sootblowers, air and flue gas ducts, fans, air port rodders, NCG and HVLC gas burning systems, piping and tanks inside the recovery boiler building, steel structure of the boiler house, boiler building incl. HVAC. Chemical cleaning and testing and commissioning were also included.

The recovery boiler process simulator was also included in scope to ensure the operators to be able to practice the new process. The simulator also helped to understand new control logics and test and develop them. In the future simulator also helps new operators to get familiar with situations which do not happen often: like shut down and start-ups, emergency shut downs and rapid drain.

A completely new operating instructions system was built during the project: Dynamic Operating Instructions, where operation instructions and interlockings are displayed in process control system.

UPM-Kymmene Wisaforest Scope of Supply

Wisaforest own scope of supply included: feedwater tank, feedwater pumps, process pumps and motors, electrostatic precipitators and DCS.

Milestones

The project schedule was set for 23 months including 4 weeks commercial trial run and it was completed successfully. The main milestones were the contract effective date 29th May 2002, beginning of the construction work 16th November 2002, Hydro test two days ahead of schedule on 6th November 2003, Mechanical completion date was one day after contract milestone on 9th February 2004 and the beginning of the black liquor firing was on schedule 2nd of April 2004. The plant was taken over by Wisaforest on 3rd of May 2004.

Successful Start-Up and Mill's Experiences

The lead-time schedule was drafted strict and the plant started up by time schedule 31st March 2004 and black liquor burning in recovery boiler started 2nd April 2004 for the first time.

In one-week shut down in late March the old recovery line was disconnected and the new tie-ins were made. Start-up was April 2nd, 2004. The start-up sequence was planned in advance. Stored black liquor was fired on March 30th this allowed the mill to test all the piping on April 1st. On April 2nd the mill started the first firing with new black liquor from the digester. Start-up went well because of the experienced people involved in the start-up and trained and experienced operators.

For the test run we collected black liquor and between the 30th April and 4th May the recovery boiler was running at average production of 4200 tDS/d, and shorter period for 4600 tDS/d.

So the recovery plant's start-up succeeded flawlessly. An extremely great part of the excellent start-up is the purchased simulator, and with it we did remove a few programming-/program faults even during the test run. Also the operators' confidence improved through that simulator.

The overflow of electronic information is enormous and it is easily straining the whole project organization, providing that it does not be refined and directed allocationly.

During installation time the rumours about quality and operation were disturbing and causing insecurity in several levels, but the final result has been good. There has not been operating troubles because of these.

An efficient confirmation of quality from both the suppliers' and customer's deserves also compliments.

A project is a project and a project works for operation and maintenance!

Risikanalys på pannor – Ett bortglömt lagkrav?

Anders Ivarsson, ÅF



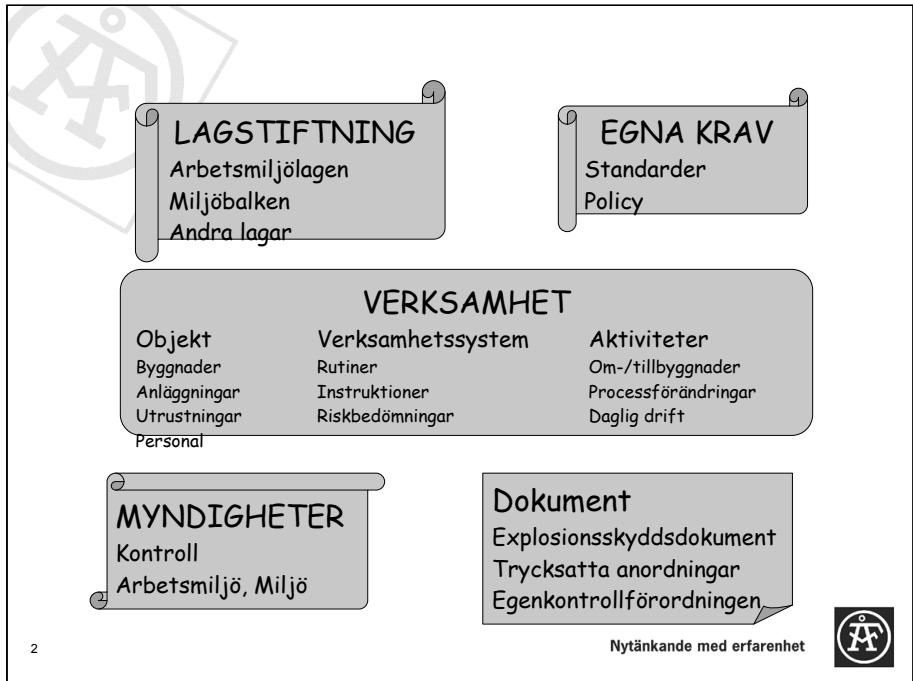
Risikanalys på pannor – Ett bortglömt lagkrav?



Anders Ivarsson
ÅF

Nytänkande med erfarenhet 

1



Regelverket

- Arbetsmiljölagen – SFS 1997:1160
- Arbetsmiljöverkets författningssamling – AFS
- Boverkets författningssamling – BFS
- Kemikalieinspektionen – KIFS
- Statens Räddningsverk – SRVFS
- Elsäkerhetsverket – ELSÄK
- Miljöbalken
- Mm

Möjlighet: utnyttja regelverket

3

Nytänkande med erfarenhet





Den dagliga verksamheten

- Bristfällig information om anläggningen
- Inga eller få instruktioner
- Oplanerad verksamhet
- Akutunderhåll
- Tillit till "nyckelpersoner"
- Avsaknad av riskbedömningar och skyddsronder
- Bristfälliga upphandlingsrutiner

4

Nytänkande med erfarenhet



Vilka krav ställs på mig?

- Egen organisation för säkerhet och miljö
- Utbildning av personal
- Prenumererar på lagförteckningar
- Branschorganisationer
- Tillsynsmyndighet
- Besiktningsmän

Trots detta finns inte alltid kunskap om kraven och dess tillämpningar

5

Nytänkande med erfarenhet





Generellt – vad skall göras

- Anläggningsinventering
- Dokumentinventering
- Utarbetande (justering) av dokument
 - Instruktioner – rutiner
 - Ritningar
 - Objekt- och ämnesförteckningar
- Tillsyn - Egenkontroll
- Riskbedömning och skyddsron
- Åtgärder
- Uppföljning

6

Nytänkande med erfarenhet



Tillvägagångssätt

- Gör en praktisk struktur – det är bättre att starta i liten skala än inte alls
- Ta fram checklistor och mallar
- Inventera anläggningen/verksamheten
- Genomför skyddsron
- Genomför riskbedömningar
- Dokumentera och informera
- Följ upp

7

Nytänkande med erfarenhet





Upplägg AFS 2001:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete

- Samla allt, gällande administration, verksamhet, organisation, riskbedömning, årlig sammanställning myndigheter, hantering av avvikelser och åtgärder etc.
- Skriv hänvisningar till andra dokument
- Utse dokumentansvarig
- Beskriv systemuppbyggnaden
- Informera och utbilda alla kollegor
- Dokumentera allt

8

Nytänkande med erfarenhet



Upplägg övriga AFS:er

- Teknikinformation
- Tillsyn
- Intervall
- Instruktioner
- Provningsrutiner
- Driftinstruktioner
- Riskbedömning
- Objektförteckningar

9

Nytänkande med erfarenhet





Upplägg övriga AFS:er forts

- Checklistor
- Ritningar
- Klassningsplaner
- Säkerhetsfunktioner
- Kemikalieförteckningar
- Hänvisning till AFS 2001:1
- Hänvisning till andra regelverk

10

Nytänkande med erfarenhet



”Kvalitetssystem”

AFS 2001:1

Förordning 1998:901
(egenkontroll)

AFS 1998:4
SRVFS 2004:3
AFS 2002:1
AFS 2003:3

AFS 2001:1, är den övergripande föreskriften, de övriga innehåller olika tekniker.

11

Nytänkande med erfarenhet





SHM

Säkerhet Hälsa Miljö

- Verksamhetsanpassat kvalitetssystem baserat på myndigheternas och egna regler och krav
- Minskar riskerna för ohälsa, olycksfall, miljöpåverkan och egendomsskada
- Ökar tillgängligheten genom ordning och reda

12

Nytänkande med erfarenhet



Tillbud

- | | |
|------------------------|------------------------|
| ▪ Panntuber | AFS 1999:4, AFS 2002:1 |
| ▪ Läckage | AFS 2002:1 |
| ▪ Explosion | AFS 2003:3 |
| ▪ Brinner | SRVFS 2004:3 |
| ▪ Byggnad | SRVFS 2004:3 |
| ▪ Personal | AFS 2001:1 |
| ▪ Nödstop | AFS 1998:4 |
| ▪ Reparation/ombyggnad | AFS 2004:XX (OPED) |

13

Nytänkande med erfarenhet





Vad gör myndigheten vid ett tillbud:

- Tillverkarens dokument – granskas, även de dokument som INTE lämnas med vid leveransen
- Granskning av brukarens dokument samt granskning hur tillsynen går till
- Generellt: Har man beaktat alla de risker som är förknippade med installationen och dess brukande?

14

Nytänkande med erfarenhet



Riskbedömning

Riskbedömning är ett genomgående krav både vad gäller arbetsmiljö, miljö och annan lagstiftning

- Ha en riskrutin inom verksamheten. Här skall metodiken framgå.
- Utför riskbedömningen generellt utan att kika på någon specifik förordning eller föreskrift
- Beakta både arbetsmiljö, miljö och egendom

På detta sätt kan samtliga krav på riskbedömning tillgodoses

15

Nytänkande med erfarenhet





Riskbedömning forts

- Utarbeta rutiner för att använda riskbedömning:
 - Vid ombyggnader och reparationer
 - Vid nybyggnation
- Dessutom skall den dagliga verksamheten riskbedömas, exempelvis vid:
 - Tillsyn
 - Provtagningar
 - Handhavande
 - Drift
 - Tillbud

16

Nytänkande med erfarenhet



Riskdokument

- Ett riskdokument består inte enbart av en riskbedömning, utan även:
 - Instruktioner och rutiner
 - Uppdaterade ritningar och dokument
 - Åtgärder
 - Uppföljning
 - Utvärdering
 - Information och utbildning
- Spårbara dokument med utsedd ansvarig

17

Nytänkande med erfarenhet





Regelverket arbetsmiljö 2 Delar

- Regler för konstruktion och tillverkning
- Regler för brukare (nya och befintliga anläggningar)

18

Nytänkande med erfarenhet



Upphandling

- Det svenska regelverket ställer numera också stora krav på hur en upphandling skall ske.

Exempel på frågeställning:

- I vilka faser av ett projekt och vid brukande, skall man CE-märka, göra riskbedömning
- Typ av dokument
- Upphandlingsform – Objekt, Aggregat, Anläggning
- Vem tar hand om gränssnitten
- Vad händer vid övertagandet

SHM tar hand om detta

19

Nytänkande med erfarenhet



Personskydd i framtiden – några synpunkter för sodahusets del

Mikael Ahlroth, ÅF

Inledning

Sodahuskommittén har nyligen godkänt den reviderade versionen av Meddelande B5: Rekommendationer angående skyddsutrustning och skyddsåtgärder i sodahus. Rekommendationen är en anpassning till och komplettering av AFS 2001:3 Användning av personlig skyddsutrustning. AFS 2001:3 delar in skyddsåtgärderna i gemensamma och individinriktade åtgärder. De första syftar till att med tekniska och organisatoriska förändringar eliminera riskerna för arbetstagaren och skall prioriteras. De senare skall användas när gemensamma åtgärder inte räcker till.

Allmänt kan sägas att kraven på en säker arbetsmiljö har skärpts i och med AFS 2001:3. I föreskriften görs det ingen skillnad mellan "egen" och "inhyrd" arbetskraft. Hårddraget kan sägas att en tillfällig arbetsplats skall vara lika säker som en ordinarie arbetsplats i sodahuset. För sodahusets del kommer tillkomsten av spettrrobotar för smältalöp och lutsprutor att medföra att de gemensamma skyddsåtgärderna för de ordinarie arbetsplatserna har ökat kraftigt. Risker för den enskilde arbetstagaren har minskat. Endast byte av lutspruta framstår som ett riskmoment som inte kan lösas genom gemensamma skyddsåtgärder. Detta leder till att den tillfälliga arbetsplatsen, t.ex. ställningsbygge vid underhållsstopp, förblir den farligare arbetsplatsen för både den egna och den inhyrda personalen.

Ansvarsförhållandet för den inhyrda personalens säkerhet måste klargöras mellan sodahusets och den inhyrda personalens arbetsledning. Sodahusets arbetsledning kan inte helt friskriva sig från ansvar för den inhyrda personalens säkerhet. Arbetsgivaren, i detta fall sodahusets arbetsledning, har skyldighet enligt AFS 2001:3 att bedöma riskerna vid arbete i sodahuset och kostnadsfritt tillhandahålla personlig skyddsutrustning till den egna och den inhyrda arbetskraften.

Fallskydd från ställningar och skyddstak

Efter den tragiska dödsolyckan i Skärblacka 2002, har fallskydd från ställningar och skyddstak aktualiserats. Sodahuskommittén har i Meddelande B5 rekommenderat dels gemensamma och individinriktade skyddsåtgärder. Den gemensamma skyddsåtgärden består i att den som bygger en ställning inne i en sodapanna måste vara ansluten till svensk eller utländsk branschorganisation. Tankegången är att ställningsbyggaren skall ha tillräcklig kompetens att konstruera en stabil ställning eller ett stabilt skyddstak. I Skärblackas fall var detta tyvärr inte tillräckligt.

Ställningsbygge är ett mycket tidspressat arbete. Ställningarna byggs i regel av standardkomponenter av den inhyrda entreprenören. Skyddstaket eller ställningen är alltså inte skraddarsydd för den enskilda sodapannan. Utomlands är det vanligare med skraddarsydda ställningar för sodapannor. Dessa kan byggas på lika kort tid som "vanliga" ställningar. Därmed kan kravet på snabbt uppförande och säkerhet sannolikt bättre tillgodoses än med den svenska modellen. Det finns nya tekniska lösningar för detta som min kollega Björn Warnqvist kommer att presentera senare. Pannleverantörerna har också utvecklat nya sätt att lägga skyddstak inne i sodapannan. Nu är det möjligt att lägga skyddstaket klart från utsidan av pannan.

Sodahuskommitténs skadegrupp har även diskuterat fallskydd och ställningar. En åtgärd som har nämnts är lägga en heltäckande duk på skyddstaket. Denna gemensamma skyddsåtgärd (förhindra att ett verktyg eller sodaklumpar faller ner och träffar personer på pannbotten) skall dock inte kan ses som en förevändning till att sluta använda hjälm vid vistelse på pannbotten.

Den individinriktade skyddsåtgärden som Sodahuskommittén rekommenderar är givetvis sele med fastsättningsanordning i en säker fastsättningspunkt. Att finna en säker fastsättningspunkt inne i sodapannan vid skyddstaksbygge är inte lätt i en sodapanna. En lösning, som används av ett antal medlemsbruk är att spänna en stålvajer mellan två manhåll tvärs över pannan och fästa selen i vajern, se Bild 1.

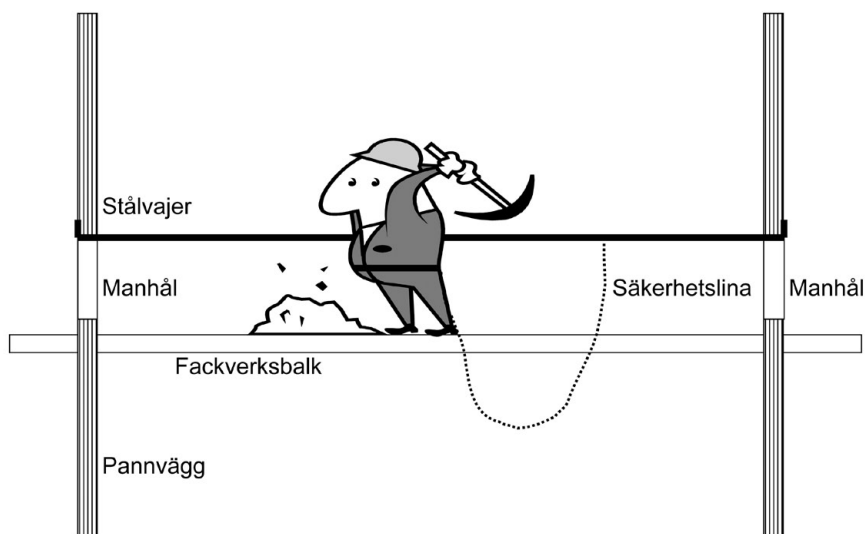


Bild 1.

Fästningsanordning för sele i sodapanna vid bygge av skyddstak.

Evakuering av person ur trånga utrymmen

Varje behållare vilken innehåller ämne som kan orsaka brand, explosion eller kvävning skall enligt AFS 1985:10 Manhåll på vissa behållare, vara försedd med ett manhåll. Dimensionerna på ett manhåll i en sodapanna kan variera beroende på panntillverkare och tillverkningsår. Ett sådant hål skall ha vissa fastslagna dimensioner (antingen Ø 600 mm eller 620 x 420 mm) för att möjliggöra snabb evakuering av en skadad person med påsatt skyddsutrustning. Ett hål som uppfyller dessa kriterier benämns av Sodahuskommittén som ett räddningshål. Det är alltså viktigt att notera att ett manhåll inte automatiskt kan räknas som ett räddningshål.

Räddningshålets storlek är till för att en räddningsbår utan problem snabbt skall kunna transporteras ut ur pannan. Här utgör domens manhål, vanligen 420 x 320 mm, en utmaning. Det är inte realistiskt att i efterhand förse domar med räddningshål. Därför måste domens räddningsbår, om möjligt, anpassas för domens manhål och inte vice versa, se Bild 2. Faktum kvarstår dock att det kan vara omöjligt att hantera en bår inne i en ångdom pga. inredningen.



Bild 2. Plats för räddningsbår? En ÅF-medarbetare på väg att ta sig ut ur en vattendom.

En ytterligare utmaning är att Räddningstjänsten har olika bårar i olika delar av landet. Det finns alltså ingen standardiserad räddningsbår. Varje bruk måste alltså säkerställa att de bårar bruket använder dels ryms genom räddningshålen och domens manhål i sodapannan, dels antingen kan placeras på den lokala Räddningstjänstens bår eller är identisk med denna bår.

För att räddningsutrustningen skall ge största möjliga effekt vid olycka, krävs att personalen är utbildad på den. Behovet av

övning i att transportera skadade personer ut ur en panna skall inte underskattas. Som information kan nämnas en övning vid ett brasilianskt massabruk, där professionella räddningsarbetare (brandmän) fick tillfälle att öva i riktig pannmiljö. Att forsla en person på bår genom ett räddningshål visade sig vara mycket mer besvärligt och tidskrävande än förutsett.

För svenska förhållande är det inte sannolikt att sex skifteslag på ett bruk har möjlighet att öva persontransport genom den egna pannans räddningshål vid underhållstopp. Sodahuskommittén har diskuterat möjligheten att upprätta en branschgemensam s.k. mock-up övningsplats. En mock-up för ett räddningshål behöver i sig inte vara så komplicerat, ett träplank med en utsågad öppning som till sin storlek motsvarar ett räddningshål.

Ett annat moment som varje potentiell deltagare i en räddningsaktion måste behärska är att fästa och koppla lyftanordning till en räddningsbår, något som inte bör vara svårt att öva vid varje bruk.

Personkontroll

Sodahuskommittén rekommenderar i Meddelande B5 att det upprättas rutiner för arbete i sodahuset och vistelse i slutna utrymmen. En sådan rutin som nämns är halvakt. En halvakt bokför vilka personer som vistas inne i en sodapanna under ett underhållstopp.

En halvakt är ingen lätt rutin att införa, även om så kanske förefaller. Varje panna kan ha flera manhål, vilket betyder att en person kan gå in genom ett hål och ut genom ett annat. Hur skall en halvakt kunna hålla reda på alla personer? Vid underhållstopp kan en sodapannan bäst liknas vid en myrstack. Skall varje manhål ha en halvakt? Sodahuskommittén är öppen för andra lösningar som ger motsvarande nivå på personkontroll.

Man kan tänka sig någon form av "elektronisk fotboja" som registrerar in- och utpassager i pannan. Ett frivilligt system, där personer lägger sina ID-kort på en tavla utanför pannan eller låser ett hänglås i en ögla i manluckan, har den svagheten att det räcker med att en person slarvar för att systemet skall fallera.

Personkontroll vid ensamarbete inne i domen är ett extremfall för personkontrollen. Ett rimligt minimumkrav är en telefonlinje eller annan larmanordning från ensamarbetsplatsen till kontrollrum eller annan kontinuerligt bemannad arbetsplats.

Slutord

Säkerhetsarbetet är ett arbete om ständiga förbättringar som aldrig kan anses vara avslutat. Olyckor kommer att hända i framtiden. Dödsolyckan i Skärblacka hade den efterverkningen att branschen blev påmind om att säkerheten vid arbete inne i pannan måste förbättras. Det har skett förbättringar på fallskyddet.

Det finns fortfarande arbetsplatser i sodahuset (byte av lutspruta) som är riskabla och där säkerheten idag endast kan höjas med individriktade skyddsåtgärder. Det idag mest hotfulla tänkbara scenariet är att en person skadar sig eller blir medvetlös inne i en ångdom och måste tas ut med bår. Det är ur personsäkerhetssynpunkt av yttersta vikt att detta scenario ingår i brukets riskanalys.

Update of the American Forest & Paper Association Recovery Boiler Program

*Thomas J. Grant, American Forest & Paper Association
New York, New York*

AF&PA Recovery Boiler Program Update

Thomas J. Grant

American Forest & Paper Association



**Swedish Recovery Boiler Conference
Stockholm, Sweden
November 11, 2004**

AF&PA Recovery Boiler Program Update

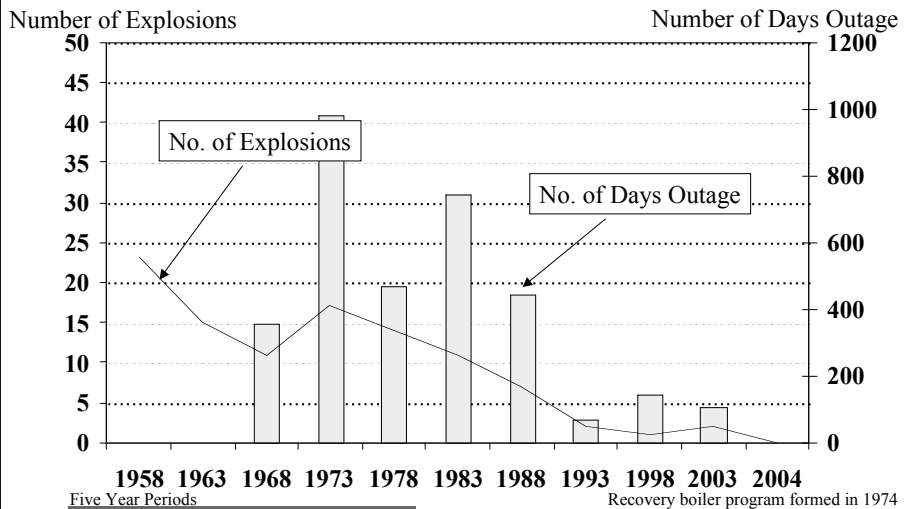
- Formed in 1974 – currently 31 companies
 - Produce nearly 99% of black liquor in U.S.
- 117 mills operate 190 recovery boilers - produce nearly 45% of total energy used by U.S. pulp & paper industry
- Mission: To produce greater awareness in safe practices, improve operation, maintenance and efficiency of boilers
- Emphasis on training, maintenance and supervision
- Two subcommittees (R&D and Operation and Maintenance)
- Work closely with BLRBAC coordinating safety guidelines and joint seminars
- Developed training program – now aiming to put on CBT
- All operating companies gain directly from program

Recovery Boiler Explosions

- Recovery boiler explosion monitor
- Chart shows five-year periods 1958 - 2004
- 1948 thru Sept. 2004 – 159 explosions averaged - 3 to 4 explosions per year thru 1990's
- One explosion in 1997 – two in 2002 – decreased reflects improvement in training and more awareness of safety guidelines and dedication to operations and maintenance
- Mills doing more operator “walk downs” of boilers find small upsets before bigger problems



Recovery Boiler Explosions/Outages



R&D Subcommittee Sponsored Projects

- **Overheat Floor Tube Failures Study**
 - Completed last year – studied reports from BLRBAC, AF&PA, manufacturers – US, Canada and Scandinavia
 - Provided better understanding of issues involved
 - Encouraging others to publish their studies for R&D to evaluate need for further research
- **Damage Mechanisms - Pressure Vessel Research Council & M&M Engineering**
 - Developed documents which define/describe various damage mechanisms for API-579
 - Determine whether damaged equipment fit-for-service
 - Final report completed and distributed to members in July

R&D Subcommittee Sponsored Projects (Cont'd)

- **Non-destructive technologies for detected water-side deposits**
 - BWXT (McDermott Technology) study under guidance of AF&PA Advisory Group representatives of operating, manufacturing and water treatment companies
 - Phase I completed & distributed to members December 2003
 - R&D subcommittee identified criteria to be used to screen potential technologies
 - Cost competitive relative to the cost of chemical cleaning
 - Ability to complete a boiler assessment during the normal outage time frame
 - Minimal interference with other outage activities (e.g, welding)
 - Equipment must be both portable and durable
 - Phase 2 underway working with EPRI and consortium and possible vendors to commercialize. Will study 9 recommended technologies for solution.

R&D Subcommittee Sponsored Projects (Cont'd)

- **Economizer Tube Leaks Study**
 - Increased number of failures – Investigating root causes
 - Focus on failures related to design, operation and performance
 - Analyze and interpret data from mill reports & manufacturers
- **Other Research Projects being considered**
 - Causes of Smelt Spout cracking and failures
 - High Temperature Protection Coatings to Simplify Inspection of Wall Tubes
 - Testing of Ribbed Tubes

North American Incidents

Reported	<u>CY 2003</u>	<u>Spring 2004</u>
Incidents	51	46
Critical	15	12
Non-Critical	29	32
Dissolving Tank Explo.	4	1
Smelt Spout Leaks	2	1
ESP – No Leak	1	0
ESP's	19	24
<u>How Discovered</u>		
Walkdown or Field Observation	42	33
Control Room Instrument.	6	12
Leak Detection System	3	
Incidents with leak detection installed	19	11
Identified Leak	1	-
Confirmed Leak	2	2

North American Incidents (Cont'd)

Incident Locations	<u>CY 2003</u>	<u>Spring 2004</u>
Economizer	22	17
Superheater	8	13
Smelt Water Expl. during water-wash – no damage reported		
Generating Bank	4	4
Wall Tube	9	9
Screen Tube	1	1
Smelt Spout Leaks	2	1
ESP – no leak	1	-
Dissolving Tank Explosion	4	1

NORTH AMERICAN INCIDENTS (CON'T)

<u>Critical Leak Locations</u>	<u>CY 2003</u>	<u>Spring 2004</u>
• Economizer	3	3
• Generating Bank	4	1
• Boiler Bank	-	1
• Screen Tube	1	1
• Wall Tube	4	-
• Roof Tube	1	-
• Floor Tube	1	-
• Superheater	1	-
• Upper Furnace	-	5
• Lower Furnace	-	2
•		

NORTH AMERICAN INCIDENTS (CON'T.)

<u>ROOT CAUSES</u>	<u>CY 2003</u>	<u>Spring 2004</u>
• Fatigue	21	19
• Corrosion Fatigue	3	2
• Weld Failure	8	6
• Corrosion	7	14
• Erosion	2	2
• Mechanical Damage	1	-
• Overheat	3	1
• Thermal Fatigue	1	-
• Improper Material	-	1

Other BLRBAC Activities

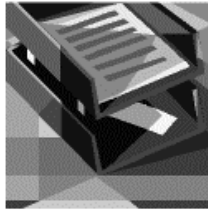
- Developing guidelines for thermal oxidation of liquid waste streams in recovery boilers
- Establishing recommended logic for the use of liquor sprays to wash the lower furnace during outages
- Suggest more focus in developing better procedures to handle heavy smelt runs and plugged spouts – reducing dissolving tank explosions

Other BLRBAC Activities

- ESP Subcommittee reviewing 8 foot rapid drain level
- Recommended changes in ESP document to: stop all fuels; ESP valve local selector switch; system reset; thermocouples.
- Joint Seminar (1 _ days) to be held in April 2005 covering Water Treatment

Agenda 2020 Projects

- AF&PA continues to work with U. S. DOE to develop projects with a vision for the future
- Current projects with DOE funding include gasification and other projects related to recovery boiler area



Finska Sodahusföreningens verksamhet

Sebastian Kankkonen

Aktiviteter

Den finska sodahusföreningen fyllde i år 40 år. Jubileumsåret firade föreningen genom att anordna en internationell sodahuskonferens i maj. Bland de ca. 200 deltagarna fanns även glädjande många deltagare från Sverige.



Bild 1: Deltagare vid den internationella sodahuskonferensen vid Haikko gård utanför Borgå.

Föreningen har även under det senaste året idkat forskning och fortsatt att uppdatera skadefallen i föreningens databas.

Skadefall under år 2004

I Finland har i år t.o.m. 2.10.2004 inträffat 8 skadefall.

Skadorna var fördelade enligt följande:

- 2 i ekonomiserna
- 2 i koktuberna
- 1 i överhettaren
- 1 smältläcka
- 1 bälgskada
- 1 explosion i luktgaslinjen

I ett av fallen utförde operatören snabbstopp på pannan (dock inte snabbtömning).

En statistik på skadorna visas i bild 2.

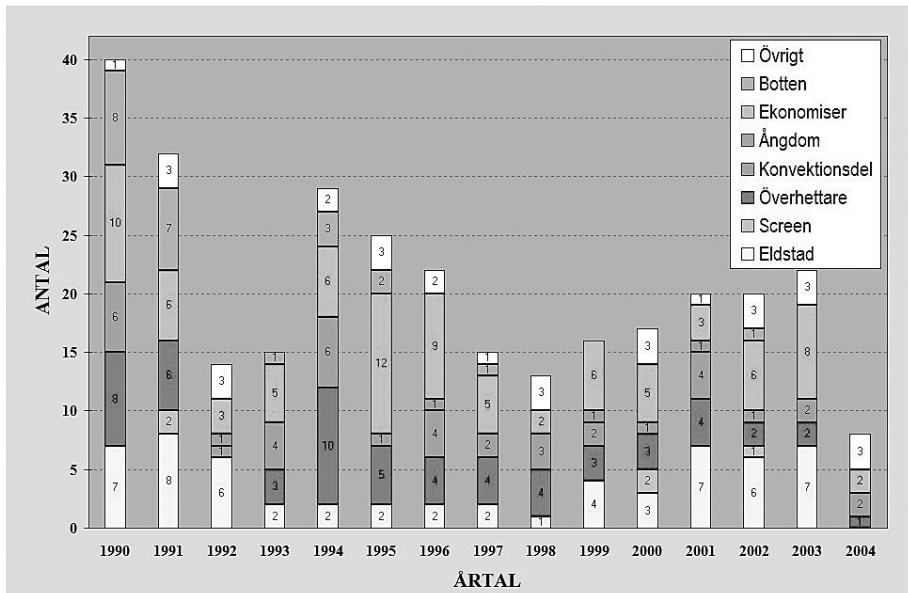


Bild 2: Skadefall i Finland åren 1990 - 2004.

Antalet avbrottstimmar i produktionen har hittills i år uppgått till 300. Avbrottstidens utveckling från år 1990 fram till 2004 visas i bild 3.

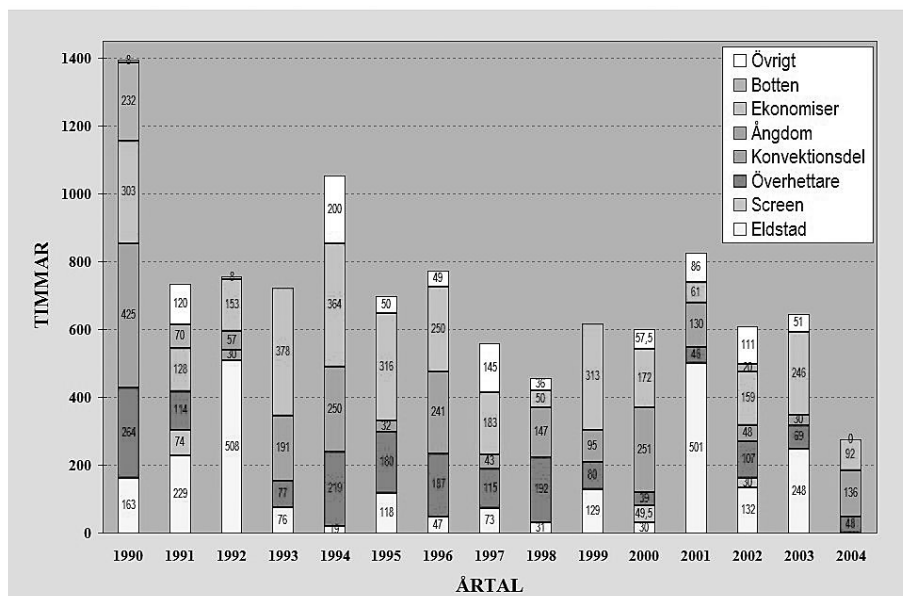


Bild 3: Totala avbrottstiden i timmar åren 1990 - 2004.

I år har följande skador uppstått hittills:

1/2004 Bälgskada

En metallbälg till en utblåsningsventil brast vid uppstart av pannan. Bälgskonstruktionen som sprack på grund av högt tryck och eller kraftiga vibrationer byttes ut till en traditionell konstruktion.

2/2004 Ekotubskada

Operatören fann på sin rond vatten på asktransportören. Man kunde inte se läckan i skillnaden mellan mava- och ångflödet. Man beslöt att nedelda pannan och 11 timmar senare påbörjade man tvätten av ekoytorna.

Knappt ett dygn (23 h) efter att nedeldningen påbörjades var man klar med tvätten, läckan fanns i passagen mellan kokytan och II-ekonomisern. Den skadade sk. a-tuben hade en spricka i

fogen som reparerades. Den närliggande tuben hade eroderats vilket man samtidigt åtgärdade.



*Bild 4:
Den skadade tuben
vid skada 2/2004*

3/2004 Överhettarskada

Den hetaste överhettarböjen läckte, vidare information väntas från bruket.

4/2004 Luktgasexplosion

På morgonen klockan 04.00 inträffade en kraftig explosion på den svaga luktgaslinjen.

Vid explosionen förstördes transportfläkten, ca. 15 meter luktgaslinje, 9 st dysor vid pannan, kanaler och stödkonstruktionen, två värmeväxlare, en droppavskiljare, två spjäll, mavalinjens avstängningsventilens spindel, en del av fönstren till pannhuset samt diverse automationsutrustning.

Bruket hade lett luktgaser från fliscisternens övre del till det svaga luktgassystemet. Luktgaser som innehöll bl.a. rikligt med terpentin antändes antagligen av en gnista från fläkten med en explosion av luktgaslinjen utanför pannan som följd.

Systemet byggdes om och eftersom det fanns risk för personskador kommer man att öka säkerheten för dylika fall.

5/2004 Koktubskada

Läckan upptäcktes genom att skillnaden mellan matarvatten och ångflödet var ca. 0,2-0,3 kg/s. Ronder i pannhuset gav inga indikationer av läckor, man kontrollerade bl.a. askans fuktighet regelbundet. Följande dag ökade mava/ångflödesskillnaden en aning och man beslöt att nedelda pannan.

Man lyssnade efter ljud i pannan genom en manlucka och kunde lokalisera läckan någonstans mellan domarna (Pannan var en gammal 2-domspanna) och man beslöt att snabbstoppa pannan.

Man fann vatten på den undre domen men man kunde inte lokalisera skadan i den tryckfria pannan. Då man byggt ställningar inne i pannan och fyllde på vatten fann man att läckan var i skarven mellan tuben och den nedre domen.

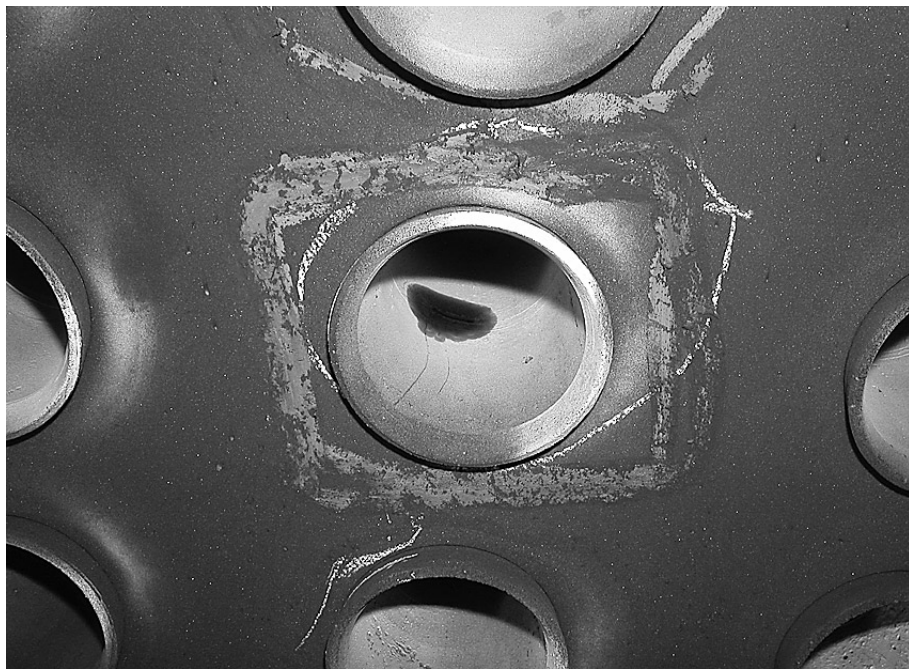


Bild 5: Koktubskada 5/2004

6/2004 Koktubskada

Läckan upptäcktes igen (samma panna som i skada 5) genom att det fanns en liten skillnad mellan matarvatten- och ångflödet. Ronder i pannhuset gav återigen inga indikationer av läckor. Pannan fungerade normalt.

Genom att övergå till oljeeldning och minska på draget kunde man höra ett svagt ljud från kokytan. Man fann läckan nära den föregående som beskrevs i skada 5/2004.



*Bild 6:
Koktubskada
6/2004*

7/2004 Ekotubskada

Läckan fanns vid II-ekot vid det yttersta elementet, det verkade vara ett tillverkningsfel på tuben men man har sänt bitar till vidare undersökning för att vara säker på att det inte är fråga om problem i vattenkemin.

8/2003 Smältläckage

Man fick ett alarm från smältränna 4 angående temperatur och flöde. Operatören gick och kontrollerade läget och fann att det smällde och stänkte smälta.

Man pluggade rännan temporärt och ökade tryckluftkyllningen för pluggen följande dag. Ett dygn senare strömmade smälta ut på omrörarens tak och man beslöt då att nedelda pannan.

Då man tagit loss rännan såg man att den hade nästan gått av

där den satt inne i pannan, även kåpan till rännan hade brunnit. Man insåg att reparationen var omfattande så man massade fast hela loppet.

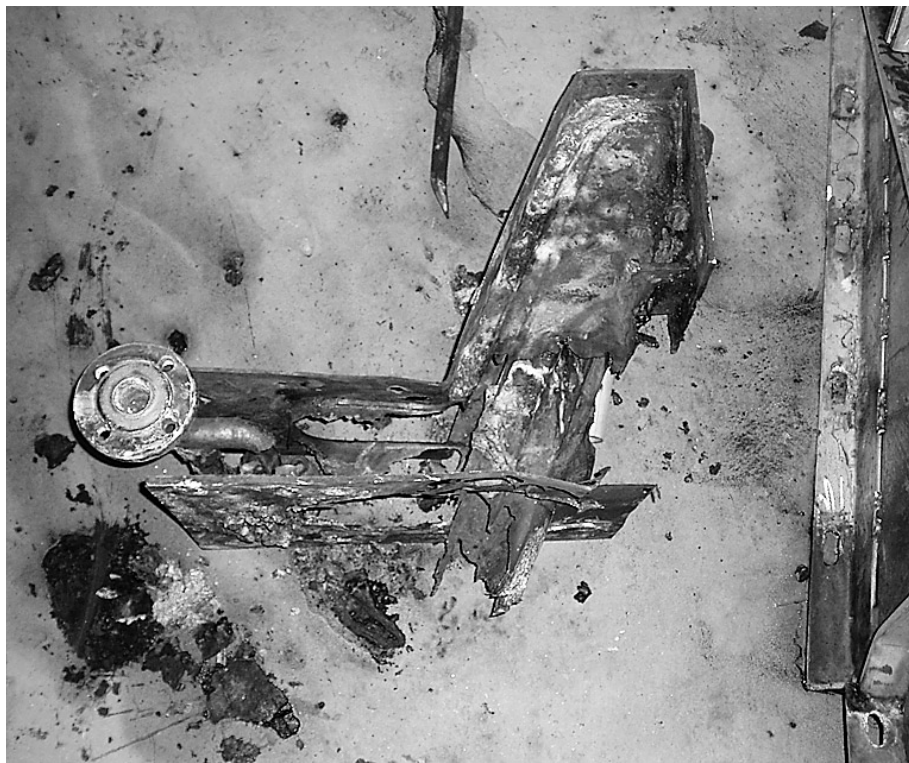


Bild 7: Skada på smältränna 8/2004

På hösten byter man ut samliga rännor vid det planerade höststoppet.

Forskning

Sodapannan i framtiden

Den finska sodahusföreningen har forskat vidare tillsammans med Andritz, Kvaerner, Metsä-Botnia, Sandvik, Stora Enso och UPM-Kymmene om vilka förutsättningar sodapannan har för att producera märkbart mer elenergi. I fas II går man djupare in i de frågor som berör materialteknik, vattenkemi, förbränningskemi och olika processlösningar. Den andra fasen förväntas bli klar i början av år 2006.

*Reducering av CO₂-utsläpp inom skogsindustrin
med hjälp av karbonisering*

En forskning påbörjades i fjol där man undersöker möjligheterna att tillvarata koldioxid ur utsläppen och lagra CO₂ genom karbonisering. Projektet avslutas år 2006.

Övrigt

Den finska sodahusföreningen kommer att översätta till engelska sin rekommendation om förbränning av luktgaser. Senare kommer man även att översätta rekommendationen om automationsutrustning.

Superheater Corrosion In Modern Recovery Boilers

Keijo Salmenoja, Oy Metsä-Botnia Ab

Introduction

The origins of modern black liquor recovery boilers are in G. H. Tomlinson's kraft recovery boiler furnace from the late 1920's and the B&W and CE recovery boilers from the 1930's [1]. Since then, the recovery boiler has gone through a lot of changes and its operation and efficiency have been improved during 70 years of development. However, the basic principles of the Tomlinson recovery boiler are still valid.

Emission trading in EU countries has put pressure to increase the power-to-steam-ratio also in recovery boilers. Traditionally, this is realized by increasing the steam parameters, namely temperature and pressure. However, one major limiting factor in this approach is the increased risk for superheater corrosion. In addition to increasing steam parameters, the closing of the chemical cycles in pulp mills has increased the risk for superheater corrosion. The level of non-process elements (NPE), such as potassium (K) and chlorine (Cl), will increase in black liquor and thus in superheater deposits due to the closure of the cycles.

Probably the best known experiences of the effects of system closure and a high Cl content in the liquor cycle on superheater corrosion are from the Great Lakes Forest Products mill in Thunder Bay, Ontario, Canada [2]. High Cl content resulted in rapid and severe corrosion of the superheaters. These experiences retarded the trend towards higher steam parameters for a decade or so. However, material development during the past 20 years has resuscitated hopes of realizing higher steam temperatures also with higher Cl levels in black liquor.

Potassium and chlorine are known to change the deposit melting properties and significantly lower the first melting temperature [3, 4]. The first melting temperature (FMT or T_0) is

the temperature where the first melt appears in the deposits. A good rule of thumb to avoid superheater corrosion is to keep the tube metal temperatures below the FMT of the deposits [5, 6, 7]. When the FMT is exceeded, accelerated corrosion will usually occur [8]. Although the environment is extremely hostile in the superheater area, leakages in superheaters due to corrosion are quite rare [9]. Most of the reported superheater failures have been due to thermal fatigue or other mechanical reasons. However, this does not mean that superheater corrosion would not be a problem in recovery boilers. On the contrary, superheater corrosion is one of the main reasons for excess material loss in recovery boilers [10], but has not caused any fatal failures. This mainly implies that theoretical knowledge and field experiences have been successfully combined to accommodate superheater material temperatures according to black liquor Cl and K contents.

This paper focuses on giving a comprehensive overview of the corrosion processes and phenomena observed in the superheater area of modern kraft black liquor recovery boilers.

Corrosion modes in superheaters

In the superheater area of recovery boilers, four principal corrosion mechanisms can be identified: (1) high-temperature oxidation, (2) sulphidation, (3) active oxidation, and (4) hot corrosion. These can be present either individually or as a mixture of two or more different mechanisms. Corrosion is considered as “normal” when the corrosion rate is below 0.05-0.1 mm/year. Normal corrosion is usually taken into account in the design of the superheaters as the corrosion allowance. Typically, superheater lifetime is expected to be around 20 years, which means that the corrosion allowance in the tubes is between 1-2 mm.

High-temperature oxidation and active oxidation are typically present in oxidizing conditions, whereas sulphidation requires reducing conditions. Hot corrosion may occur both in reducing and oxidizing conditions. Oxidizing conditions in this context refer to a situation where the air-to-fuel-ratio (λ) is higher than one. Reducing conditions are present when the ratio is below

one. Although the oxygen level in reducing conditions is not high enough to produce complete combustion, it may still be high enough to oxidise the metal. Thus, reducing conditions in combustion may be oxidizing from the metal's point of view, Figure 1.

According to Figure 1a, a λ -value equal to 0.6 would produce an oxygen partial pressure of around 10^{-25} bar at 600 °C. At these conditions oxides of iron (Fe_2O_3) and nickel (NiO) are no longer stable (Figure 1b) and a protective oxide layer is not formed on iron and nickel based alloys. However, a protective chromium oxide (Cr_2O_3) scale will still be formed on high chromium alloys. Therefore, to obtain a good oxidation resistance even at reducing conditions ($\lambda < 1.0$), high chromium content in the alloy is desirable. In general, chromium is used to improve high-temperature oxidation properties of the alloys and around 25 wt.-% of Cr is needed to achieve high oxidation resistance at high temperatures.

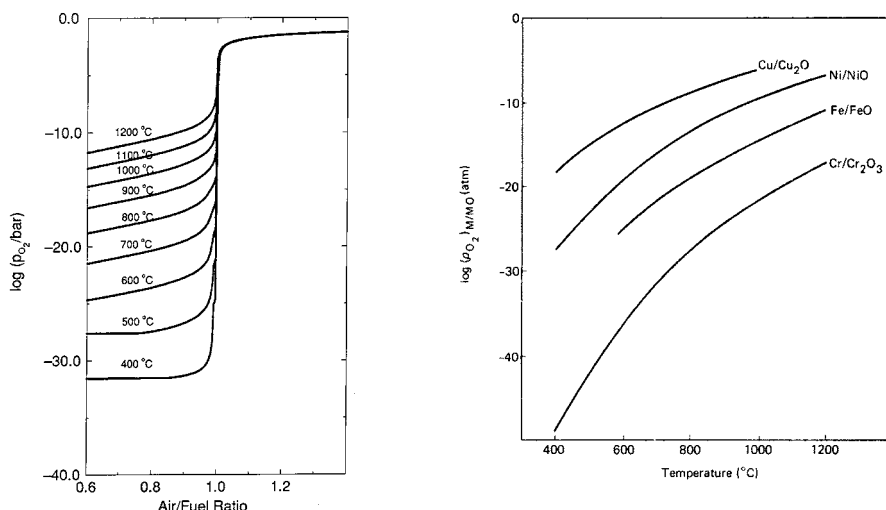


Figure 1. a) Oxygen partial pressure in the combustion of carbon and hydrogen containing fuel as a function of air-to-fuel ratio (λ) at temperatures from 400 °C to 1200 °C[37], b) equilibrium partial pressures for several metal-oxide systems [38].

High-Temperature Oxidation

High-temperature oxidation is the most abundant corrosion mechanism and oxides are the most dominant corrosion products. Oxidation is present almost in every case of corrosion, either as the primary cause or as a secondary process together with other mechanisms. Oxidation typically occurs when metals are exposed to temperatures above 300°C in gases containing more than 1 vol.-% oxygen. Figure 2 shows the oxidation behaviour of some alloys and metals as a function of temperature.

High-temperature oxidation is a function of the amount of oxygen in the gas phase, and the rate and mode of oxidation depend on the specific alloy. Most alloys do not show any strong dependence between oxygen partial pressure and the rate of oxidation. Alloys that are rich in chromium or aluminium are also very resistant to oxidation and tend to oxidize less with increasing oxygen concentrations. The increased supply of oxygen stabilizes the oxides of major protective scale formers and therefore only a slight dependence on oxygen partial pressure is observed.

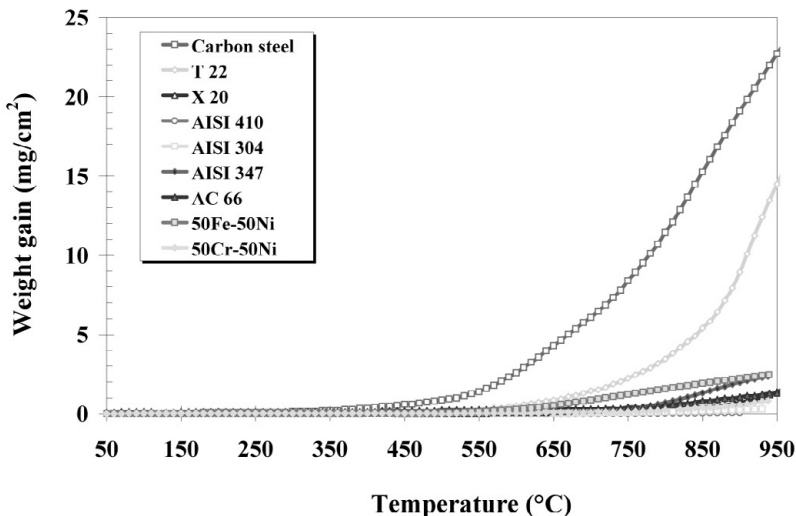


Figure 2. Measured oxidation behaviour of some alloy and metal powders in air [39].

Alloys that have a limited resistance to oxidation show an increase in the oxidation rate as a function of oxygen partial

pressure. These alloys tend to form rapidly growing scales of iron (Fe) and the increased supply of oxygen allows less protective oxides to grow more rapidly. As a consequence, most of the metal loss in Fe- Ni-Cr alloys consists of subsurface oxidation [11].

In combustion atmospheres oxidation of metals is not solely controlled by the oxygen partial pressure. Combustion products, such as water vapour (H₂O), carbon monoxide (CO), and carbon dioxide (CO₂) contribute to the oxidation behaviour, too. Generally, oxidation in the flue gases is higher than in pure oxygen or air. Especially, water vapour may have detrimental effects on the oxidation of the metals. Most technical steels oxidize faster in water vapour than in dry air [12]. According to Asteman [13], evaporation of Cr from austenitic steels takes place in the form of volatile chromium oxy hydroxides (CrO₂(OH)₂ or CrO₂(OH)) in the presence of water vapour above 600 °C. Due to the evaporation of Cr, the oxide scale will lose its protective properties and rapid oxidation of the alloy occurs.

High-temperature oxidation is normally not considered as a problem in modern recovery boilers because of the moderate steam parameters applied. However, when increasing the steam temperature and pressure, oxidation of superheater tubes may also become an issue.

Sulphidation

Sulphidation is one of the most common corrosion mechanisms leading to metal loss in kraft recovery boilers.

Sulphidation typically occurs due to gaseous hydrogen sulphide (H₂S), which reacts with the metal according to the following reaction:



where Me is either iron (Fe), chromium (Cr) or nickel (Ni). Sulphidation typically occurs when the metals are exposed to temperatures above 200°C in gases that contain more than 1 ppm H₂S. According to equation (1), the rate of sulphidation is also a function of hydrogen (H₂) partial pressure. High partial pressure of hydrogen retards the sulphidation of the metal.

Chromium is stable in sulphidising atmospheres, and therefore high Cr alloys should be used to avoid extensive sulphide-induced corrosion. Nickel is very susceptible to sulphidation and alloys composed of high Ni contents can sulphidise very rapidly at temperatures higher than 630 °C. One of the corrosion products, a mixture of nickel and nickel sulphide (NiS), melts at this temperature. Therefore, high nickel alloys should not be used at temperatures above 630 °C.

Sulphidation has strong temperature dependence, and the sulphidation rate in carbon or low-alloyed steels increases very rapidly with increasing temperature. However, high Cr alloys have only slight temperature dependence on sulphidation. Diffusion in most common sulphides (FeS, Cr_2S_3 , NiS) is generally much faster than in corresponding oxides due to a high number of defects [14]. This property is more pronounced at high temperatures. High mobility also results in relatively thick scales, which have a great tendency to deform plastically and induce stresses in the scale. This may lead to cracking and spallation of the scales.

In recovery boilers, sulphur-rich reducing atmospheres in the superheater area are mainly due to high gaseous H_2S concentrations or high amounts of unburnt carryover particles depositing on the tube surface. High H_2S concentrations typically result from poor combustion control and air mixing in the lower furnace. Carryover particles may contain high amounts of sodium sulphide (Na_2S) and unburnt carbon. Unburnt carbon in the deposit is able to keep the local atmosphere reducing and thus initiate sulphide-induced corrosion.

High amounts of sulphides in the deposits may lower the FMT of the deposits and may therefore induce corrosion of the tubes. However, according to Backman et al. [6] rapid corrosion may occur although significant amounts of liquid phases are not present in the deposits. Tran et al. [5] also found that the corrosion by molten salt is not caused due to sulphides in the deposits, but is rather caused by local, strong reducing conditions with high concentrations of H_2S present in the gas phase.

To confirm reducing conditions and the existence of sulphides in the deposits is not always an easy task. Sulphides are easily oxidized during the analysis procedure and the FMT may therefore be misinterpreted [11]. Typical evidence of sulphidation caused by carryover in a local reducing atmosphere is the carburization of the tubes [16].

Active Oxidation

Active oxidation refers to a process where volatile metal chloride formation enhances the oxidation of the alloy [16]. In active oxidation, FeCl_2 can be formed by three different ways: 1) by the reaction of gaseous chlorine species (HCl , Cl_2) with the metal, 2) by the reaction of solid alkali chlorides (NaCl , KCl) with the oxide scale or the metal, or 3) by the reaction of gaseous alkali chlorides with the oxide scale or the metal. Gaseous chlorine species are able to react with the oxide scale only at high temperatures, in reducing conditions, and/or at high concentrations. Therefore, reactions by gaseous chlorine species are possible only when the gases are able to penetrate the oxide scale to react with the metal [17].

In Fe-Cr-alloys, iron chloride (FeCl_2) is mainly responsible for active oxidation. Formed FeCl_2 has significant vapour pressure at normal tube temperatures and therefore vaporizes and diffuses outwards, resulting in a porous oxide layer [17]. As FeCl_2 moves outward, it may react with oxygen to form iron oxide (Fe_2O_3). This reaction produces Cl_2 , some of which re-enters the metal surface and may produce FeCl_2 again. These reactions constitute a chlorine reaction circuit and can be expressed as follows:

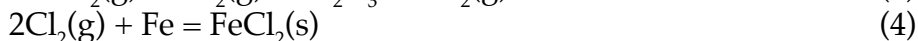
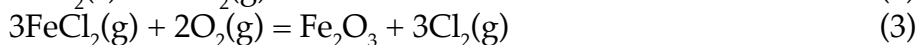


Figure 3 schematically illustrates the chlorine reaction circuit mechanism, first proposed by Vaughan et al. [18] for waste-fired boilers and a recent modification of the process for sodium chloride (NaCl) containing deposits by Kwon et al. [19]. Since some of the chlorine escapes from the metal, the circuit will cease unless a chlorine source is established outside the metal

surface. Possible chlorine sources are gaseous or condensed species.

An essential feature in active oxidation is the oxide scale integrity. If the scale is continuous and free of defects, pores and cracks, corrosion experiences thermodynamic limitations to proceed [7]. Alkali chlorides are blamed to be the main promoters for scale breakdown [20, 21, 22], but their role or the mechanisms are not yet well established. Corrosion attack by active oxidation also strongly depends on the alloying elements. According to Spiegel et al. [17] Fe-(15-25)Cr alloys without any further alloying elements show catastrophic active oxidation, characterized by the formation of metal chlorides at the metal-scale interface.

The first compounds depositing on a clean tube surface are alkali chlorides, typically KCl if potassium is available. The deposition on the tubes occurs either by impaction, thermophoresis, or by condensation [23]. A typical feature in the deposits is the enrichment of chlorine near the tube surface [15, 24, 25, 26]. Chlorine enrichment in the deposits is mainly due to 1) the temperature gradient established between the tube and the flue gases, 2) sulphation of the chlorine by gaseous SO_2 , and/or 3) migration of the chlorine toward the tube metal surface.

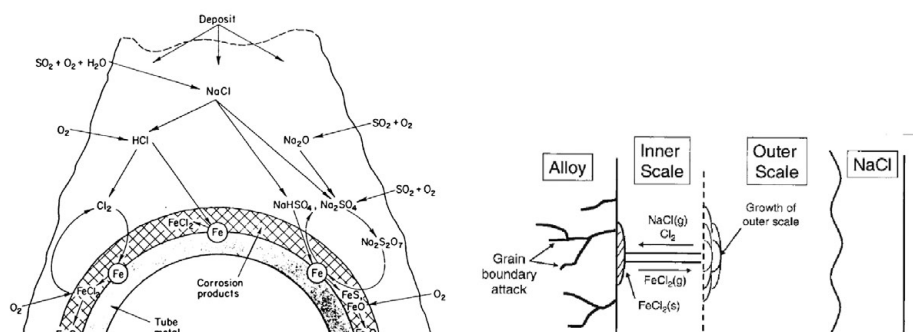
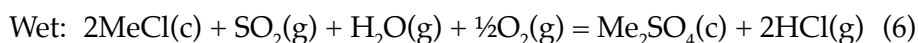
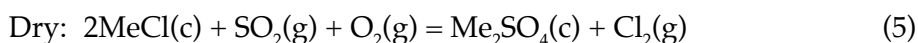


Figure 3.

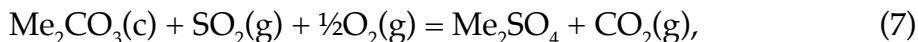
Left) Possible chemical reactions leading to corrosion of the boiler tube [18]
 Right) a schematic representation of the mechanisms of simultaneous oxidation-chlorination of Fe-Cr alloys by NaCl in air [19].

Kwon et al. [19] studied the mechanisms of a simultaneous oxidation-chlorination process in the presence of solid NaCl. They found that the main chlorine source for corrosion reactions was NaCl vapour. They concluded that the rate of internal and uniform attack of the alloys mainly depended on the porosity of the inner spinel layer in the Fe-Cr alloys. The findings by Kwon et al. [19] imply that the primary cause for FeCl₂ formation and active oxidation initiation are gaseous alkali chlorides.

Active oxidation may also ignite by the sulphation of alkali chlorides in the deposits. Sulphation of alkali chlorides occurs when enough SO₂ is available in the flue gases. Alkali chlorides will be sulphated according to the following reactions:



where Me is either Na or K. Thus, the sulphation of alkali chlorides in the deposits releases either HCl (wet conditions) or Cl₂ (dry conditions). Released chlorine is available for corrosion reactions and if the sulphation occurs near the tube surface, this may lead to active oxidation and increased corrosion of the tubes. Modern recovery boiler superheater deposits typically contain 5-25 wt-% of alkali carbonates. The sulphation of alkali carbonates, releases carbon dioxide (CO₂)



which is not a corrosive gas in recovery boiler environments.

According to Tran and Villarroel [28] alkali carbonates are sulphated prior to alkali chlorides. Thus, relatively high levels of SO₂ are needed to sulphate the chlorides if alkali carbonates are present in the deposits. Alkali carbonates may therefore act as a buffering agent and retard the ignition of active oxidation in recovery boiler superheater deposits.

Active oxidation in biofuel and waste-fired boilers is well established [17, 22, 27]. However, there is only limited evidence of the existence of active oxidation in recovery boilers [25, 26]. Active oxidation may ignite in recovery boilers during operational upsets, which produce high SO₂ levels. The SO₂ peak does not have to be long, if enough sulphur is available to sulphate all the carbonates. However, the ignition of the active

oxidation process necessitates the presence of alkali chlorides in the deposits.

Hot Corrosion

Hot corrosion is the degradation of metals and alloys owing to oxidation processes, which are affected by a liquid salt deposit. The protective oxide scale of the alloy is dissolved in the salt at the reaction site and oxide is precipitated at some other site where the local solubility is lower. Molten phase corrosion typically produces relatively high corrosion rates. Typical places for hot corrosion to occur in recovery boilers are lower bends of the hottest superheaters. Especially areas subjected to radiation are vulnerable to corrosion.

When the deposits melt, all commercial alloys show corrosion to some extent. By changing to a better material grade, some changes in the corrosion rate can be achieved, but corrosion can not be totally avoided when the alloys are exposed to molten salts [29]. Melting properties of the deposits and the FMT are essential for hot corrosion. The melting behaviour of recovery boiler superheater deposits is well known and the estimation of the FMT is today more or less a standard procedure.

The lowest FMT reached in recovery boilers deposits containing K, Cl, Na, S, and carbonates is around 505 °C [4]. Alkali sulphides (Na_2S , K_2S) may lower the FMT of the deposits further around 50 °C. Formation of iron chloride (FeCl_2) in the metal-scale interface may also accelerate the corrosion. According to Daniel et al. [10], addition of FeCl_2 in non-corrosive mixtures of NaCl and KCl made them corrosive. This might be caused by the formation of low-melting mixtures between FeCl_2 and alkali chlorides. The FMT of the systems FeCl_2 -KCl and FeCl_2 -NaCl is 349 °C and 370 °C, respectively. Table 1 shows the FMT of some common mixtures, which may be present in recovery boiler deposits.

Table 1. Common deposit mixtures and their FMT found in recovery boiler superheaters. Compositions expressed in mole-%.

System	FMT (°C)
41 Na ₂ SO ₄ - 59 K ₂ SO ₄	832
26 KCl - 74 K ₂ SO ₄	690
50 NaCl - 50 KCl	657
48 NaCl - 52 Na ₂ SO ₄	628
28 KCl - 38 NaCl - 14 K ₂ SO ₄ - 20 Na ₂ SO ₄	518
58 NaCl - 42 FeCl ₂	370
60 KCl - 40 FeCl ₂	349

However, if these low melting compounds were present in superheater deposits, accelerated corrosion should start already below 400 °C. In practice, however, corrosion is not observed if the tube surface temperature is below 460 °C [10]. This temperature can be considered as a threshold temperature for molten phase corrosion. This means that the highest steam outlet temperature to avoid molten phase corrosion would be of the order of 420 °C. Thus, the significance of sulphides and iron chlorides in molten phase corrosion of the superheaters is less pronounced.

Hot corrosion typically occurs on the ten and two o'clock positions of the windward sides of the tubes. Severe corrosion is rarely observed on the leeward side of the tubes. This phenomenon is a straight consequence of the deposit build-up on the tubes. Deposit thickness on the ten and two o'clock positions is the thinnest and due to effective heat transfer in these areas, the proportion of molten salts is the highest. Figure 4 shows an example of heavily corroded superheater tubes from a kraft recovery boiler showing severe corrosion only on the windward side of the tubes. Recovery boiler superheater deposits are not generally totally molten, but consist of different layers with various amounts of molten phases [6].

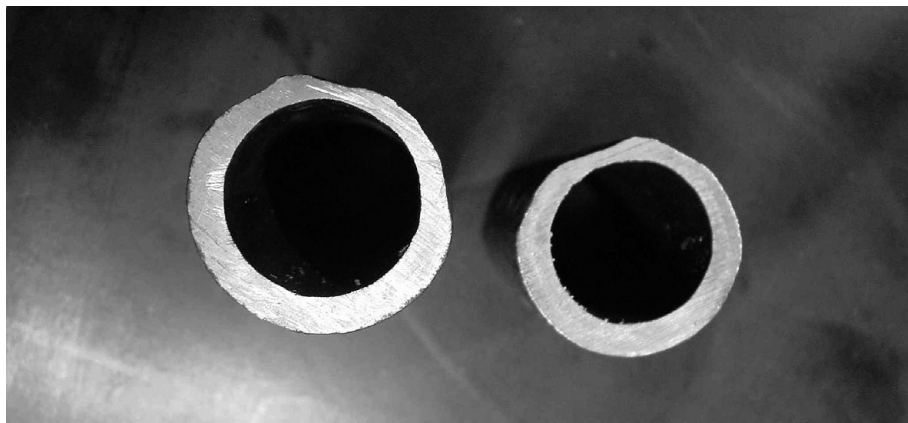


Figure 4. Severe corrosion on hottest superheater tubes. Corrosion is observed only on the windward side of the tubes.

In a thick deposit, a temperature gradient is formed according to Figure 5, which shows a typical structure and temperature gradient in recovery boiler deposits. When the deposit thickness grows, the temperature difference between the deposit and the flue gases gets smaller and less chlorine is deposited on the tubes. When the deposit surface temperature exceeds the dew point temperature of alkali chlorides, the rate of chlorine deposition slows down very rapidly [31].

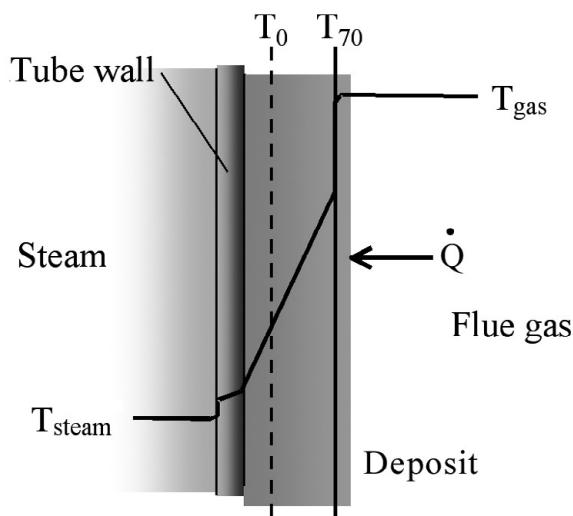


Figure 5. Typical temperature gradient in recovery boiler deposits [6].

The deposit composition, tube temperature, heat load, and deposit conductivity determine the location of the T_0 (FMT). The position of the T_0 in the deposit is indicative for the risk of corrosion of the superheater tubes. If T_0 is close to the tube surface, the risk for contact between the melt and the tube metal increases. Chlorine enrichment near the tube surface decreases the FMT and may increase the corrosiveness of the deposit in a critical place. The point T_{70} (flow temperature) refers to a temperature where the amount of melt in the deposit exceeds 70%. At this point, the deposit starts to flow and does no longer grow in thickness.

Prevention Of Superheater Corrosion

Fireside corrosion of recovery boiler superheaters has become increasingly common due to increasing closure of the chemical cycles and increasing steam parameters. Therefore, present and forthcoming conditions may accelerate metal loss by corrosion, unless proper preventive measures are applied. There are several different methods to limit the corrosion rate of superheaters in recovery boilers. However, corrosion can not be totally avoided, but can be effectively controlled with these measures. La Fond et al. [32] have made an excellent engineering analysis of different measures to prevent superheater corrosion in kraft recovery boilers. Superheater Design and Materials The physical arrangement of recovery boiler superheaters plays an important role in preventing fireside corrosion.

Several factors are critical in superheater design, including the location, tube geometry, arrangement, materials, and the direction of the steam flow. A typical superheater arrangement and configuration in modern recovery boilers is a mixture of both counter- and co-flow (Figure 6 left). In this arrangement, the secondary superheater can be exposed to radiation or placed behind the nose arch. Another alternative is to protect the secondary superheater by screen tubes. Radiation affected tubes can also be protected with a shorter tube circuit, which has a higher steam flow and thus a lower material temperature (Figure 6 right). The steam temperature in the recovery boiler depends on the superheater design and recovery boiler operation.

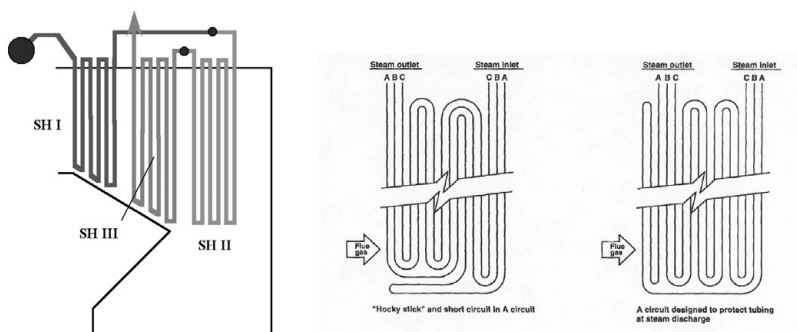


Figure 6. Typical superheater arrangement and configurations in recovery boilers [22, 32].

Due to relatively high heat transfer rates on the steam side compared to the fireside, the tube temperatures are mainly tied to the steam temperatures. A rule of thumb is that in convective areas tube metal temperatures are around 30 °C higher than the local steam temperature. In areas where radiation is also present, tube metal temperatures are around 50 °C higher than the local steam temperatures. These values are usually taken into account in the design and placement of the superheaters. If neither the design nor the tube arrangement is enough to avoid high material temperatures and excessive tube wastage, improvements can be achieved by selecting better materials.

The criteria used by materials engineers in choosing from a group of materials include a list of properties that are either desirable or necessary. Unfortunately, all the optimum properties associated with each selection criterion can seldom be found in a single material, especially when the operating conditions become aggressive. Ferritic alloys, with additions consisting primarily of chromium (0.5-9%) and molybdenum (0.5-1%), are most commonly used at temperatures up to 650°C. Their comparative cost, high strength, oxidation and sulphidation resistance and their particular resistance to hydrogen, for example, make them the material of choice. However, these low-alloy steels have inadequate corrosion resistance in many other elevated temperature environments for which more highly alloyed Ni-Cr-Fe alloys are required.

For applications for which carbon or low-alloy steels are not suitable, the most common choice of material is from within

the 18 Cr-8Ni austenitic group of stainless steels. These alloys and the 18Cr-12Ni steels are favoured for their corrosion resistance in many environments and their oxidation resistance at temperatures up to 816°C. Above 650°C their falling strength becomes a consideration and more heat resistant alloys must often be used. In spite of the large number of high-alloyed materials available, only a limited number of different material grades have been utilized in recovery boilers. In addition, advanced alloys are rarely used in recovery boiler superheaters. For instance, austenitic stainless steels are widely used in power boilers [33], but their use in recovery boiler superheaters is rather limited. The main reason for the limited use of austenitic alloys is their susceptibility to stress corrosion cracking (SCC).

Stress corrosion cracking is mainly a result of poor water quality, which in the case of recovery boilers needs special attention. Table 2 lists some of the alloys used in recovery boiler superheaters. In Japan, where high-efficiency recovery boilers have been in operation for several years, high-chromium alloys have been successfully used as superheater materials [34]. Extensive material research has been carried out in Japan to find suitable materials for high-efficiency recovery boilers. The most promising materials include special low-carbon and low-silicon 25Cr-14Ni austenitic stainless steel alloys, which also show high resistance to intergranular oxidation [34].

Table 2. Alloy grades used in recovery boiler superheaters and their nominal chemical composition (wt.-%). Values collected from various sources.

Material	Fe	Cr	Ni	Mo	C	Si	N	Mn	Nb	Cu	P
15 Mo3	Bal.	-	-	0.3	0.16	0.3	-	0.6	-	-	-
T11	Bal.	1.25	-	0.5	0.15	0.75	-	0.45	-	-	0.03
T22	Bal.	2.25	-	1.0	0.15	0.5	-	0.45	-	-	0.03
T91	Bal.	8.75	-	1.0	0.10	0.2	0.03	0.5	0.1	-	0.02
AISI 347	Bal.	17.5	11.0	-	0.06	0.4	-	1.8	0.6	-	0.04
25Cr-14Ni	Bal.	23-26	13-16	0.5-1.2	<0.025	<0.07	0.25-0.40	<2.0	-	-	<0.04
AISI 310	Bal.	25.0	20.5	-	0.06	0.5	-	1.6	-	-	-
HR3C	Bal.	25.0	20.1	0.35	0.08	0.5	-	1.2	0.34	-	0.02
Sanicro 28	Bal.	27.0	31.0	3.5	0.02	0.6	-	2.0	-	1.0	0.025
HR11N	Bal.	29.2	41.2	1.06	0.01	0.12	0.16	0.5	-	-	0.03

Intergranular oxidation is one of the main limiting factors for the use of austenitic alloys in superheater applications. Austenitic alloys are typically vulnerable to intergranular oxidation in high-alkali environments, typical of recovery boiler superheaters. In intergranular oxidation occurring in alkaline environments, grain boundaries are typically attacked by chlorine via Cr or chromium carbides. This results in the oxidation of the grain boundaries and thus the loss of protective properties of the alloy. In intergranular oxidation, corrosion and material degradation proceed via the grain boundaries as shown in Figure 7. Intergranular oxidation may be detrimental to alloy creep and strength properties and is typically found in alloys having a Cr content higher than 15-18 wt.-%.

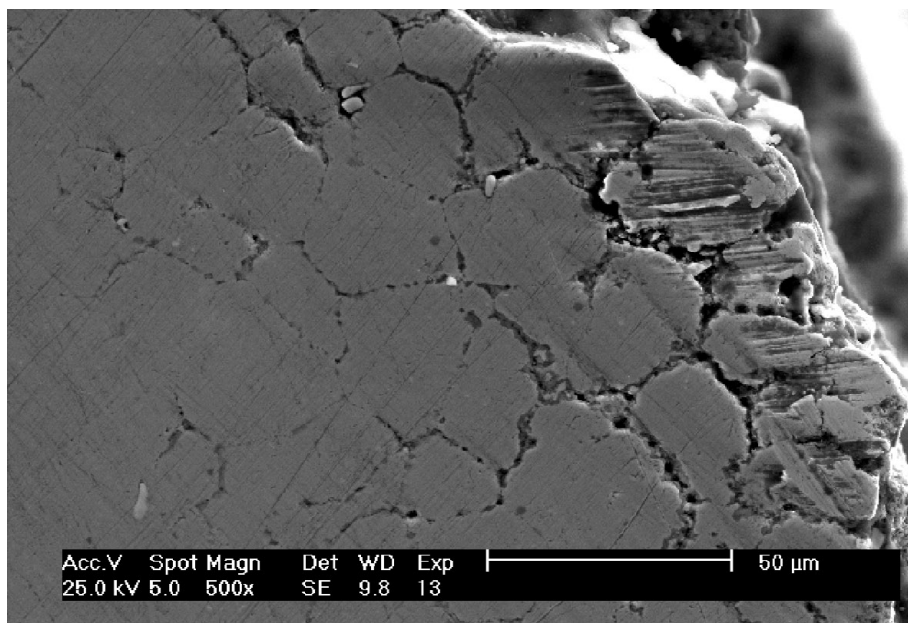


Figure 7. Intergranular oxidation in austenitic alloy AISI 347. Note the extent of the internal attack along the grain boundaries.

Some of the problems associated with high-chromium austenitic alloys may be solved by the use of different coatings. The main purpose of a coating is to act as a diffusion barrier between the metal and the corrosive species. There are several methods to produce coated tubes for superheater purposes: co-extrusion (composite tubing), weld overlaying, diffusion coating, laser cladding, and thermal spraying [35]. These techniques make it

possible to apply alloy compositions that are not available as tubular products. In recovery boiler superheater applications composite tubes, weld overlaying, and sprayed coatings have been used. The biggest problem experienced is the detachment of the coating from the base material [35]. In sprayed coatings the high oxide content may also pose problems [36].

High-velocity oxy-fuel (HVOF) sprayed coatings have proven to be very promising in superheater applications. In composite tubes the inner pressure-carrying material is carbon steel, which tolerates lower water quality than austenitic steels. The outer layer (cladding) is made of austenitic steel, which is resistant to corrosion. Several different material combinations are commercially available. A metallurgical bond is formed between the inner tube and the cladding, which prevents peeling of the cladding. However, the use of composite tubes in superheaters has been limited to the lower bends of the hottest superheaters. The main limiting factor has been the high price of the composite tubing.

Summary

Environmental and economic reasons have put pressure to increase the power-to-steam-ratio also in recovery boilers. Traditionally, this is realized by increasing the steam parameters, namely temperature and pressure. However, one major limiting factor in this approach is the increased risk for superheater corrosion. In addition to increasing steam parameters, the closing of the chemical cycles in pulp mills have increased the level of non-process elements (NPE) in the liquor cycle. This in turn may increase the corrosion problems encountered in superheaters. Fireside corrosion of recovery boiler superheaters has become increasingly common due to the closure of chemical cycles and steadily increasing steam parameters. Therefore, present and forthcoming conditions may accelerate metal loss by corrosion unless proper preventive measures are applied.

There are several different methods to limit the corrosion rate of superheaters in recovery boilers. However, corrosion can not be totally avoided, but can be effectively controlled. In the superheater area of recovery boilers, four principal corrosion

mechanisms have been identified: (1) high-temperature oxidation, (2) sulphidation, (3) active oxidation, and (4) hot corrosion. These can be present individually or as a mixture of two or more different mechanisms. High-temperature oxidation and active oxidation are typically present in oxidizing conditions, whereas sulphidation requires reducing conditions. Hot corrosion may occur both in reducing and oxidizing conditions.

The two main mechanisms leading to excess material loss are sulphidation and hot corrosion. Sulphidation can be effectively avoided by proper combustion control and by limiting the amount of carryover. Hot corrosion, however, is not easy to avoid by these methods. Hot corrosion is related to deposit properties, which are a consequence of the black liquor composition. The only way to limit material loss via hot corrosion is to keep the material temperatures below the FMT of the deposits.

With the use of the best available materials and best available process knowledge it might be possible to increase recovery boiler efficiency by increasing the steam parameters. However, if these measures are not adequate, corrosive species should be eliminated on a level that renders it possible to use existing materials.

References

1. Vakkilainen, E., "Development of Recovery Boiler Technology", in the Proc. of the Colloquium on Black Liquor Combustion and Gasification, May 13-16, 2003, Park City, Ohio, USA.
2. Reeve, D. W., Pryke, D. C., Lukes, J. A., Donovan, D. A., Valiquette, G., and Yemchuk, E. M., "Chemical Recovery in the Closed Cycle Mill. Part I: Superheater Corrosion", *Pulp & Paper Canada*, 84(1), 58-62 (1983).
3. Hupa, M., Backman, R, and Skrifvars, B-J., "Liquor to Liquor Differences in Combustion and Gasification Processes: Dust Composition and Melting Properties", in Proc. of the 1998 TAPPI International Chemical Recovery Conference, Vol II, TAPPI Press, Atlanta, USA, 1998, pp. 615-628.
4. Tran, H. N., Gonsko, M., and Mao, X., "Effect of Composition on the First Melting Temperature of Fireside Deposits in Recovery Boilers", *Tappi Journal*, 82(9), 93-100 (1999).

5. Tran, H. N., Barham, D., Reeve, D. W., and Pryke, D. C., "Local Reducing Atmosphere - A Cause of Superheater Corrosion in Kraft Recovery Units", *Tappi Journal*, 68(6), 102-106 (1985).
6. Backman, R., Hupa, M., and Uppstu, E., "Fouling and Corrosion Mechanisms in the Recovery Boiler Superheater Area", *Tappi Journal*, 70(6), 123-127 (1987).
7. Bruno, F., "Aspects on Thermochemistry of Corrosion of the Kraft Recovery Boiler Superheater", in the Proc. of the 9th International Symposium on Corrosion in the Pulp and Paper Industry, May 26-29, 1998, Ottawa, Ontario, Canada.
8. Bruno, F., "Corrosion as a Cause for Recovery Boiler Damages", *Pulp & Paper Canada*, 104(6), T143-T151 (2003).
9. Grace, T. M. and Taylor, M. L., "Analysis of Explosion Data", in Proc. of the 1979 Recovery Boiler Committee Annual Meeting, October 8-19, 1979, Chicago, Illinois, USA.
10. Crowe, D. C. and Youngblood, W. C., "Recovery Boiler Superheater Corrosion", in the Proc. of the 9th International Symposium on Corrosion in the Pulp and Paper Industry, May 26-29, 1998, Ottawa, Ontario, Canada.
11. John, R.C. and Young, A. L., "Managing Corrosion of Alloys in Hot, Complex Gases", *Stainless Steel World*, May (2003).
12. Kofstad, P., *High-Temperature Corrosion*, Elsevier Applied Science, USA, 1988.
13. Asteman, H., "Water Vapour Induced Active Oxidation of Stainless Steel", Academic Dissertation, Göteborg University, Göteborg, Sweden, 2002.
14. Mrowec, S. and Przybylski, K., "Defect and Transport Properties of Sulfides and Sulfidation of Metals", *High Temperature Materials and Processes*, 6(1-2), 1-79 (1984).
15. Eilersson, T., Leijonberg, A., and Praszkie, P., "Black Liquor Recovery Boiler Superheater Gas Side Corrosion, in Proc. of the 8th International Symposium on Corrosion in the Pulp and Paper Industry, Tappi Press, Atlanta, USA, 1995, pp. 158-164.
16. Lee, S. Y. and McNallan, M. J., "Ignition of Nickel in Environments Containing Oxygen and Chlorine", *metallurgical Transactions*, 18A (6), 1099-1107 (1987).
17. Spiegel, M., Zahs, A., and Grabke, H. J., "Fundamental Aspects of Chlorine Induced Corrosion in Power Plants", *Materials at High Temperatures*, 20(2), 153-159 (2003).
18. Vaughan, D. A., Krause, H. H., and Boyd W. D., "Chloride Corrosion and Its Inhibition in Refuse Firing", in Proc. of the International Conference on Ash Deposits and Corrosion from Impurities in Combustion Gases, June 26-July 1, 1997, Henniker, New Hampshire, USA, pp. 473-479.

19. Kwon, J-W., Lee, Y-Y., and Lee, Y-D., "Mechanisms of Simultaneous Oxidation-Chloridation of Austenitic Stainless Steels by NaCl in Air", *Materials at High Temperatures*, 17(2), 319-326 (2000).
20. Hancock, P., "Mechanical Considerations of the Growth and Breakdown of Surface Oxide Films", *Werkstoffe und Korrosion*, 21(12), 1002-1006 (1970).
21. Grabke, H. J., Reese, E., and Spiegel, M., "The Role of Chlorides in Hot Corrosion", *Molten Salt Forum*, 5-6, 405-412 (1998).
22. Salmenoja, K., "Field and Laboratory Studies on Chlorine-Induced Superheater Corrosion in Boilers Fired with Biofuels", *Academic Dissertation*, Åbo Akademi University, 2000.
23. Wessel, R. A. and Baxter, L. L., "Comprehensive Model of Alkali-Salt Deposition in Recovery Boilers", *Tappi Journal*, 2(2), 19-24 (2003).
24. Reeve, D. W., Tran, H. N., and Barham, D., "Superheater Fireside Deposits and Corrosion in Kraft Recovery Boilers", *Tappi Journal*, 64(5), 109-113 (1981).
25. Mäkipää, M. I., Ehrnstén, U. M., and Hakkarainen, T. J., "Enrichment of Chlorides on the Metal Surface in Dry and Aqueous High-Temperature Corrosion of Boiler Tubes", Paper 424, *Corrosion 94*, NACE, Houston (1994).
26. Salmenoja, K., Mäkelä, K., and Backman, R., "Corrosion in Bubbling Fluidized Bed Boilers Burning Chlorine Containing Fuels", in *Proc. of the 8th International Symposium on Corrosion in the Pulp and Paper Industry*, Tappi Press, Atlanta, USA, 1995, pp. 198-206.
27. Spiegel, M. and Grabke, H. J., "High Temperature Corrosion of High Alloy Steel in Simulated Waste Incineration Environments", *Materials and Corrosion*, 47(4), 121-131 (1996).
28. Tran, H. N. and Villarroel, R., "Effect of CNCG Combustion on Recovery Boiler Performance and Precipitator Dust Composition", in the *Proc. of the 1999 Tappi Engineering Conference*, Tappi Press, Atlanta, 1999.
29. Tran, H. N., Reeve, D. W., and Barham, D., "The Effect of Fireside Deposits on Kraft Recovery Boiler Superheater Corrosion", *CIM Bulletin*, 77(872), 96-99 (1984).
30. Daniel, P. L., Paul, L. D., and Barna, J., "Fire-Side Corrosion in Refuse-Fired Boilers", *Materials Performance*, 27(5), 22-27 (1988).
31. Bishop, R. J., "The Formation of Alkali-Rich Deposits by a High-Chlorine Coal", *Journal of the Institute of Fuel*, 43(11), 441-448 (1970).
32. La Fond, J. F., Verloop, A., and Walsh, A. R., "Engineering Analysis of Recovery Boiler Superheater Corrosion", *Tappi Journal*, 75(6), 101-106 (1992).
33. Viswanathan, R. and Bakker, W. T., "Materials for Boilers in Ultra Supercritical Power Plants", in the *Proc. of the 2000 International Joint*

Power Generation Conference, July 23-26, 2000, Miami Beach, Florida, USA.

34. Tran, H. and Arakawa, Y., "Recovery Boiler Technology in Japan", in the Proc. of the 2001 Engineering Finishing and Converting Conference, 16-20 September, 2001, San Antonio, Texas, USA.
35. Uusitalo, M., "High Temperature Corrosion and Erosion-Corrosion of Coatings in Chlorine-Containing Environments", Academic Dissertation, Tampere University of Technology, 2003.
36. Schroer, C., Spiegel, M., and Grabke, H. J., "Corrosion Protection in Waste Incineration Plants by Ferritic Coatings", in the Proc. of the EUROCORR '98 Conference "Solutions of Corrosion Problems", 28 September - 1 October, 1998, Utrecht, The Netherlands.
37. Skrifvars, B. O., Salmenoja, K., and Skrifvars, B.-J., "High Temperature Corrosion in an Environment Containing Potassium and Chlorine, in Proc. of the VGB Konferenz "Korrosion und Korrosionsschutz in der Kraftwerkstechnik", November 29-30, 1995 Essen, Germany.
38. Birks, N. and Meier, G., Introduction to High Temperature Oxidation of Metals, Edward Arnold Publishers Ltd., UK, 1983.
39. Salmenoja, K., Hupa, M., and Backman, R., "Laboratory Studies on the Influence of Gaseous HCl on Fireside Corrosion of Superheaters", Journal of the Institute of Energy, 72(493), 127-133 (1999).

Partiell autokausticering med borat – erfarenheter från Stora Enso Norrsundet

*Leif Sjöberg och Tommy Lundin,
Stora Enso Magazine Paper, Norrsundets Bruk*

Bakgrund

Mesaugnarna vid Norrsundets bruk har en kapacitet som är för låg i förhållande till den övriga vitlutsberedningen. Detta får till följd att bruket tvingas frakta mesa till extern bränning och köpa tillbaka bränd kalk. Med bakgrund av detta genomfördes under perioden december 2002 till oktober 2003 ett försök med partiell autokausticering med borat. Genom att tillsätta borat i lutcykeln sker en del av kausticeringen redan i smältalösaren vilket i sin tur gör att kalkbehovet till släckaren minskar. Detta får till följd att behov och inköp av bränd kalk minskar.

Koncept

Boratet levereras till bruket med lastbil i granulatform och doseras in i indunstningen, se Bild 1. Vid förbränning i soda-pannan reagerar natriummetaboratet med natriumkarbonat och bildar natriumtriborat. Denna (triborat) hydrolyseras sedan i smältlösaren till natriumhydroxid och metaborat.



Bild 1. Natriummetaboratgranulat

I pannan: $\text{NaBO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_3\text{BO}_3 + \text{CO}_2$

I lösaren: $\text{Na}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{NaBO}_2$

En del av den i kausticeringen önskade natriumhydroxiden bildas alltså redan i smältlösaren och minskar därigenom kalkbehovet i släckaren.

Boratet är bundet till natrium och det innebär att fabriken förlorar lika mycket bor, procentuellt, som vi förlorar natrium. En daglig makeup måste tillsättas, i vårt fall ca två ton Neobor per dygn.

Resultat

Målet med försöket var att nå och hålla 10 % autokausticering, d.v.s. 10 % av karbonatet ska kausticeras i smältlösaren. Detta är ett teoretiskt värde som bygger på 100 % reaktionseffektivitet. Det som verkar påverka denna är framförallt pannans bäddtemperatur. Vi ser en skillnad i effektivitet mellan våra pannor, där den "hetare" Götaverkspannan från 1970 har en halt av hydroxid i grönluten som är 10-20 % högre.



Bild 2. Götaverkspannan SP70

Det totala kalkbehovet har minskat med cirka sju procent, motsvarande 14 kg kalk per ton massa. Detta är anledningen till att vi bestämt oss för att förlänga försöket ett år till. En annan effekt som tillsatsen av borat har fått är att slamhalterna i återvinningscykeln har minskat radikalt. T.ex. har slamhalten i oklarnad grönlut minskat till ungefär hälften. En motsvarande minskning har också noterats i klarnad grönlut. Vi har även sett en förbättrad körbarhet på vitlutsfiltret (PD)

Det har inte konstaterats några försämringar vad avser den övriga fabriken sedan boratet introducerades. Det som vi varit vaksamma på har bl.a. varit inkruster i indunstningen, massautbyte, igensättningar i sodapannor. Det kunde också befaras minskad ånggenerering pga. ökad barlast och att den kemiska reaktionen som sker i sodapannan är endoterm, men det har inte konstaterats.

En faktor som vi haft extra noggrann kontroll på är "klibbigheten" på sodapannornas stoft. Boratet i stoftet gör att det intervall där stoftet är klibbigt flyttas nedåt, vilket får till följd att stoftet fastnar senare i rökgasernas väg genom pannan. Åbo Akademi har varit här och undersökt stoftets

klibbigghet och bekräftat att detta har skett. Det har i vårt fall inneburit att beläggningarna i pannorna flyttats bakåt i pannan, från överhettarna till konvektion. För att motverka detta har vi på den ena pannan, minskat frekvensen på sotningen i sekundäröverhettaren samtidigt som vi ökat den i konvektionsdelen.

Sammanfattning

Norrsundets bruk har under perioden december 2002 till oktober 2003 bedrivit ett försök med partiell autokaustisering. Under perioden minskade behovet av kalk till släckaren med sju procent. Inga negativa effekter på fabriken drift har kunnat konstateras under försöksperioden. De positiva resultaten har gjort att bruket beslutat att förlänga försöket.

Tekniknyheter på gång – några blänkare

Björn Warnqvist, ÅF

Utöver de tekniska nyheter som redan omtalats i andra föredrag så vill vi mycket kort nämna några andra tekniska utvecklingar som är på gång. Några är hämtade från årets internationella kemikalieåtervinningskonferens i USA ("ICRC2004") och en eller ett par är uppföljningar från fjolårets Sodahuskonferens.

Erfarenheter av slutindunstning till 80(+) % torrhalt

Fabrikserfarenheter av slutindunstning till torrsubstanshalter över 80 % rapporterades vid ICRC2004 från ett barrsulfatbruk, Metsä-Botnia Joutseno, Finland, och ett eucalyptusbruk, Aracruz, Brasilien. Koncentratorsystemet i Joutseno har varit i drift sedan mitten av 2001. Indunstningen är en Andritz 6-effekt (8-kroppss) anläggning med designkapacitet 770 ton avdunstat per timme. Systemet har en trycksatt brännlutcistern (135 – 140 C, 80 % ts inkl aska, 3 tim) samt numera en extra, trycksatt cistern för värmebehandling (175 C, 20 min) vilken tar ner lutviskositeten med 50 %. Det senare befanns nödvändigt för luteldningen. Det visade sig också nödvändigt att byta material, till Duplex 2205, i koncentratorernas värmeytor och i brännlutledningarna. Inga egentliga inkrustproblem har förekommit sedan fabriken hösten 2001 övergick till kontinuerlig massakokning. Man säger att, driften nu är väsentligen problemfri och med god kapacitet och tillgänglighet.

Till den nya fiberlinjen i Aracruz hör också ett nytt indunstningssystem (Linje D) som varit i drift sedan 2002. Det är

levererat av HPD och Confab och innehåller 7 effekter och 11 apparater med designkapacitet 791 ton avdunstat per timme, till en tjocklutkoncentration av 80 % ts (exkl aska). Speciellt för denna anläggning är att lut- och ångflöden i princip körs i rak motström och att endast lågtrycksånga (3,2 bar) används – ingen värmebehandling, trots eucalyptuslutaras kända besvärliga viskositetskurva. Vad gäller material så används vanligt 304L-stål, vilket förutsätter god kontroll på svartlutens restalkalihalt för att undvika alkalisk spänningskorrosion. Hela anläggningen har nu mycket hög tillgänglighet och god kapacitet (har körts upp till drygt 10% över design). Slutindunstning till höga koncentrationer kan leda till mycket besvärliga beläggnings- och inkrustproblem, t ex i form av natriumsalter. I t ex Aracruz körs därför en av fyra fallfilmskoncentratorer i första effekten på tvättning, och även en av två apparater i effekt två enligt en speciell sekvens.

Inkrustkemi i slutindunstningen

Forskning på detta vid Institute of Paper Science and Technology (IPST) i USA har visat att när viktskvoten $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Na}_2\text{SO}_4$ i luten överstiger 3,7 – vanligen vid höga restalkalihalter i svartluten – så utfaller först "dikarbonat", $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$. Om det finns höga halter löst kalcium i luten så fördröjs dessutom bildningen av kristallkärnor av dikarbonat, vilket leder till mycket kraftig utfällning och inkrustering, när den väl inträffar. Tillförsel av sulfataska från sodapannan till luten är ett sätt att minska den nämnda kvoten och att bilda burkeit, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{SO}_4$, som är mindre benäget att bilda ytbeläggningar.

Sodapannor – CFD-teknik i projektering

Konstruktion och optimering av luftsystem kan numera göras mycket rationellt tack vare CFD-tekniken för modellering och beräkning (CFD = Computational Fluid Dynamics) som används av såväl leverantörsföretag som Andritz och Kvaerner, som teknikföretag som Anthony Ross och ÅF. Praktiska erfarenheter av detta redovisas i ett annat föredrag. Eftersom sådana modeller egentligen handlar om luft- och gasflöden och tempe-

raturprofiler – samt nu också i viss utsträckning processkemi – så är verifiering och validering av beräkningarna trots allt en svår nöt. Man får vanligen gå på allmänna trender i driften, typ ökad kapacitet och ångproduktion, minskat sotningsbehov i överhettare och tubsats, mm. Men en grupp vid Andritz har dock gett sig i kast med uppgiften att direkt mäta flöden och temperaturprofiler i fyra sodapannor med vertikalluftsystem. Gasflöden och temperaturer främst i överhettarområdet uppmättes med en speciell kyld pitotrörssond (utformad för att klara höga stofthalter) respektive sugpyrometer (termoelement i kyld sond med strålningsskydd och genomströmmande gas). Uppmätta värden stämde åtminstone trendmässigt med CFD-modellens värden, medan absolutnivåerna avvek mera. För två av pannorna försökte man även validera beräknade stoftflöden och halter av oförbränt, dock med mer tveksamma resultat beroende på begränsningar i kemi- och flödesmodellen för nedre ugnsdelen.

Lutmunstycken – materialval för längre hållbarhet

Lutmunstycken och spridarrör får ta mycket stryk genom de höga temperaturerna i eldstaden, smälta- och lutpåslog och ibland pluggning. Leverantörsföretagen arbetar med att utveckla konstruktionen av dysorna och att pröva olika material. I samarbete med ett par massafabriker i USA (International Paper) har Alstom provat dysor i materialen

- 304SS (2333)
- Stellite (en koboltbaserad legering)
- Kryogenbehandlad 304SS
- Nickel-bor-belagd 304SS
- ALSTEL (nickel-kromlegering).

Dysorna, två stycken av varje material, provades i drift i en stor sodapanna (3350 tts/d, 80 % ts) med totalt tolv lutsprutor. Anslutande spridarrör i respektive material ingick också. Lutmunstyckena med anslutande spridarrör togs ut och spolades rena en gång i veckan för granskning. Hanteringen utfördes av ordinarie operatörer med deras vanliga rutiner utan extra försiktighetsmått. Standardmaterialet 304SS höll 5-15 dygn

innan spridarrör eller spridarplatta/sked gick sönder. Det bästa materialet, ALSTEL, höll mer än sex månader utan nämnvärd påverkan. Näst bäst var kryogenbehandlad resp. nickelborbelagd 304SS vilka höll 48 – 90 dygn.

Sedan proven i denna sodapanna avslutades i fjol har ett antal andra fabriker provat och installerat lutmunstycken av denna typ med goda resultat.

Automatisk rensning av löpränna och lutsprutemunstycke

En automatisk rensningsutrustning för löphål och löpränna har utvecklats av Per Åke Jansson, med flera i Obbola (marknadsförs av EIE Maskin AB). Prov i driften har gjorts i Obbola under något år, dock ännu med begränsad framgång – har fungerat kortare perioder. En modifierad konstruktion har dock tagits fram och provas nu i höst.

Ett don för automatisk rensning av lutsprutemunstycken har däremot varit i drift i Obbola i mer än tre år med goda resultat. Donet rengör ovansida och kanter på lutydsorna och bidrar på så sätt till jämn och effektiv lutspridning. För att skydda utrustningen läggs en ångridå i lutspruteöppningen vilket också bidrar till bättre arbetsmiljö i den positionen vid pannan.

Installation i en annan svensk sodapanna är under diskussion.

Smältaegenskaper under drift – smältaviskositet – pluggning i smältalöp

Sodahussmältan kan under drift i vissa fall plötsligt bli trögflytande och till och med stelna i löphål och löpränna. Fenomenet har studerats av Univ. of Toronto i Canada och visar sig ha två orsaker:

- Smältans temperatur ligger nära/vid övre stelningstemperaturen ("liquidustemperaturen") som i sin tur även beror av "sulfiditeten" i stort sett enligt fasdiagrammet Na_2S – Na_2CO_3 vilket innebär att risken är större vid låg sulfiditet (< 30%) än vid hög (35 – 40 %). Detta klarades redan på 1970-talet vid STFI och Umeå Universitet.
- Smältan innehåller mycket lutkol; detta har låg densitet,

d v s flyter ovanpå och absorberar dessutom mycket smälta så att resultatet blir en trögflytande massa. (Ren flytande smälta har låg viskositet ungefär som vatten eller lättolja).

För att undvika denna typ av problem skall man alltså se till att hålla uppe temperaturen ("hetsen") i nedre eldstaden samt avbränningen av luten och lutkolet i bädden – och dessutom helst undvika låg sulfiditet.

Ny typ av byggställningar vid underhållsarbete i sodapanna

Säkra och effektiva byggnadsställningar vid underhålls- och inspektionsarbeten under planerade stopp i sodapannor har varit ett länge känt behov på bruken. En lösning på detta problem har lanserats av Libergs genom ett nytt koncept kallat "RunScaff" med Alf Wiik och Anders Björklund som uppfinnare. Principen är att ställningar hissas ner från taket – en ställning per gata i överhettar- och konvektionsdelarna och i economisern, samt som en ram vid de fyra väggarna i ugnen. Ställningarna kan alltså lätt hissas till rätt arbetshöjd och är enkla att montera. Systemet innebär även installation av telferanordningar på taket samt luckor för genomföring, totalt en relativt måttlig investering som skall betala sig genom effektivt använd stopptid. Det har för första gången använts i praktiken vid höststoppet i Mörrum i år med lovande resultat

Svartlutförgasning – utvecklingsläget

Utvecklingen av den amerikanska MTCI-processen, som är en lågtemperaturprocess i fluidiserad bädd med ånga som förgasningsmedium, fortsätter. Installationen vid SC-massafabriken Norampac, Trenton, Ontario (100 tts/d) kördes i gång i vintras, men råkade ut för drift- och materialproblem som ännu inte är lösta.

Svartlutförgasning i den process som utvecklas av Chemrec utförs i en reaktor med smältbildning och upplösning till grönlut, samt separat slutförbränning av produktgasen. En kommersiell anläggning (300 tts/d) i New Bern, SC, USA (Weyerhaeuser) med den atmosfäriska "Booster"-varianten är nu åter i drift sedan drygt ett år efter ombyggnad. Den nya

keramiska inmurningen med ett spänningsupptagande metallskumskikt mot stålskalet har hållit väl. En trycksatt (20 - 30 bar) försöksanläggning (20 tts/d) har i år fått säkrad finansiering och byggs nu vid Kappa Kraftliner och ETC i Piteå. Den skall stå klar i december i år och planeras att köras i gång med lut i februari 2005. Poängen med trycksättning är i första hand potentialen för el-generering i kombicycle (gasturbin, ångturbin) med mycket hög verkningsgrad. Försöksanläggningen kommer dock inte att utrustas med turbiner – syftet är främst att pröva förgasningsprocess och gasrening i drift och att ta fram underlag för uppskalning till en större anläggning. Ett forskningsprogram kring processen pågår också vid ETC, LTU, Umeå Universitet, Chalmers, STFI och KI.

Tre ombyggda luftsystem – hur blev det?

Sten Lundborg, Rickard Lundborg, ÅF

Inledning

Under de senaste åren har skett en påtaglig utveckling av förbränningsluftsystemet på sodapannor. Det hela startade med Erik Uppstus nya idéer med vertikalt placerade luftportar, som första gången provades fullt ut i Skutskär.

Utvecklingen av datorkapacitet och CFD-program har förbättrat möjligheterna att göra förutsägelser för förbränningsresultatet för olika konfigurationer och olika körsätt för luftportarna i en sodapanna.

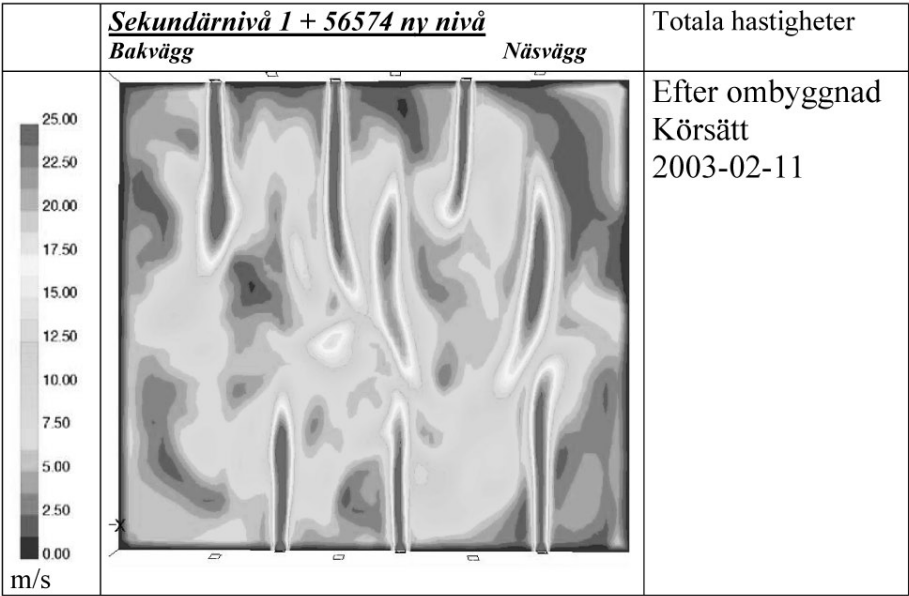
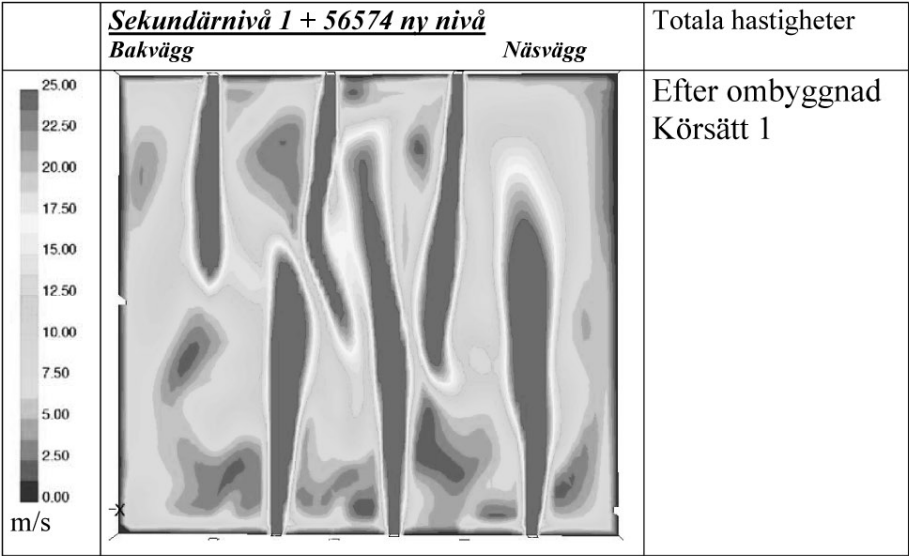
Avsikten med den här diskussionen är dels att redovisa de verkliga processmässiga resultaten för de ombyggda luftsystemen dels att visa de teoretiska förutsägelseerna beträffande förväntat gasströmningsmönster före respektive efter ombyggnad.

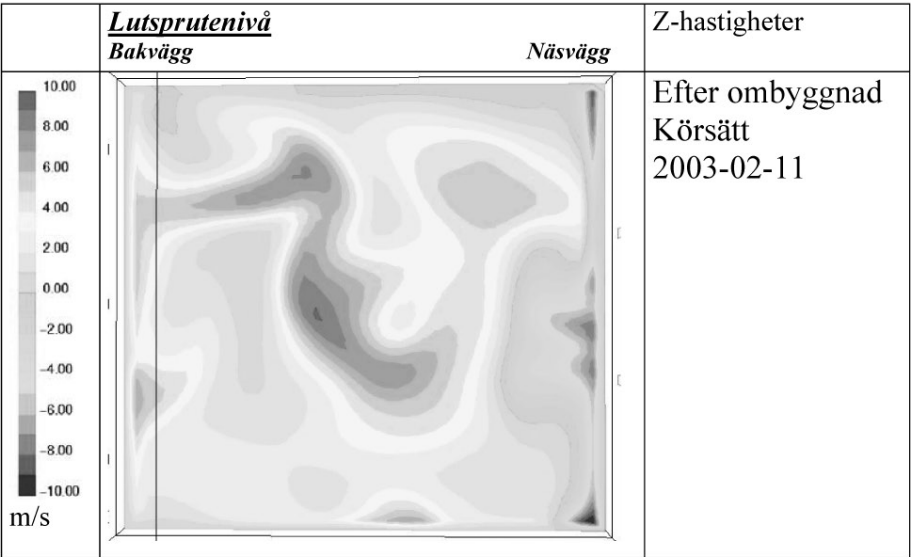
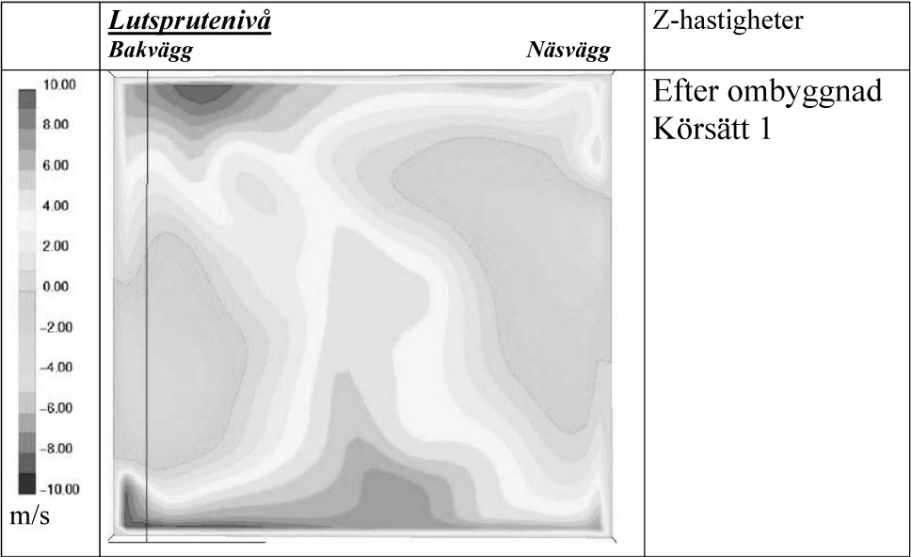
Ombyggnad 1, AssiDomän, Frövi (Utförd av Kvaerner)

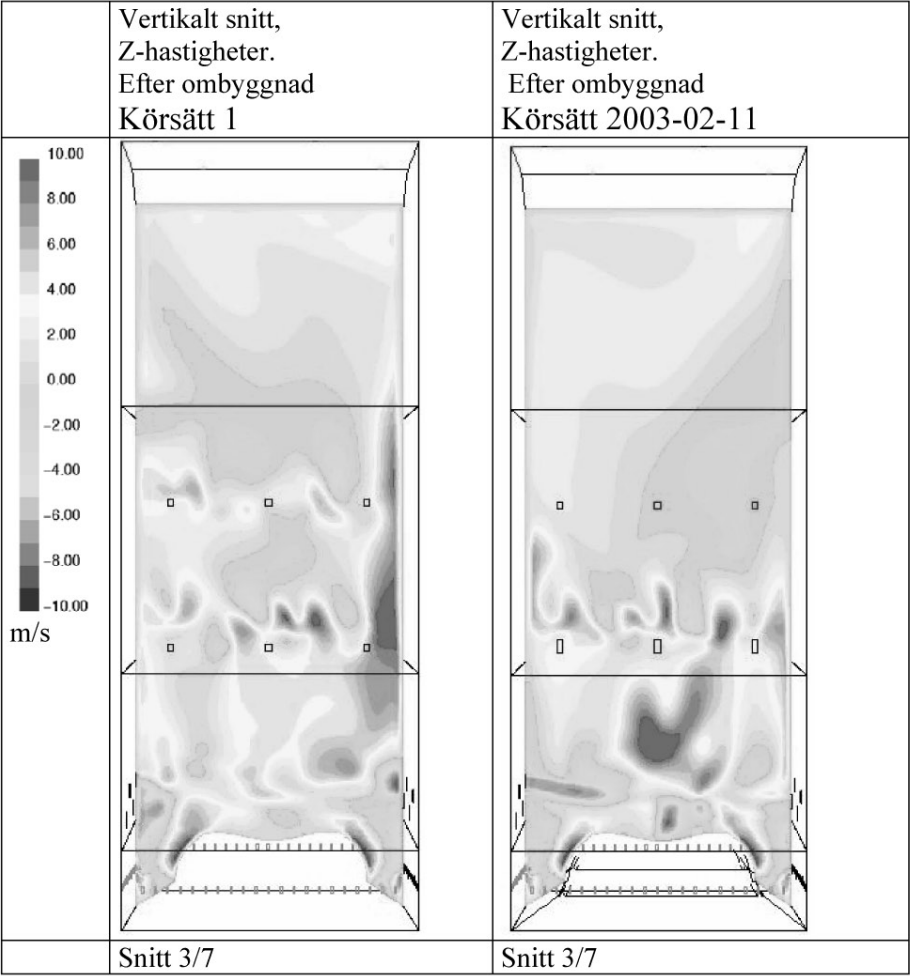
	Konfiguration luftportar	
	<i>Före</i> ombyggnad	<i>Efter</i> ombyggnad
Primär	”Konventionellt”	Oförändrat
Sekundär	En nivå; Samtliga väggar 9+9+9+9	Två nivåer Sidoväggar: 3+3 Sidoväggar: 3+3
Överluft	En nivå Front & näsvägg: 3+2	Två nivåer Front & näsvägg: 3+2 Front & näsvägg: 3+2

Förväntat gasströmningsmönster för Frövi

Någon beräkning för befintligt luftsystem före ombyggnaden utfördes inte. Istället visas här förväntad gasströmning för två olika körsätt med det nya systemet.



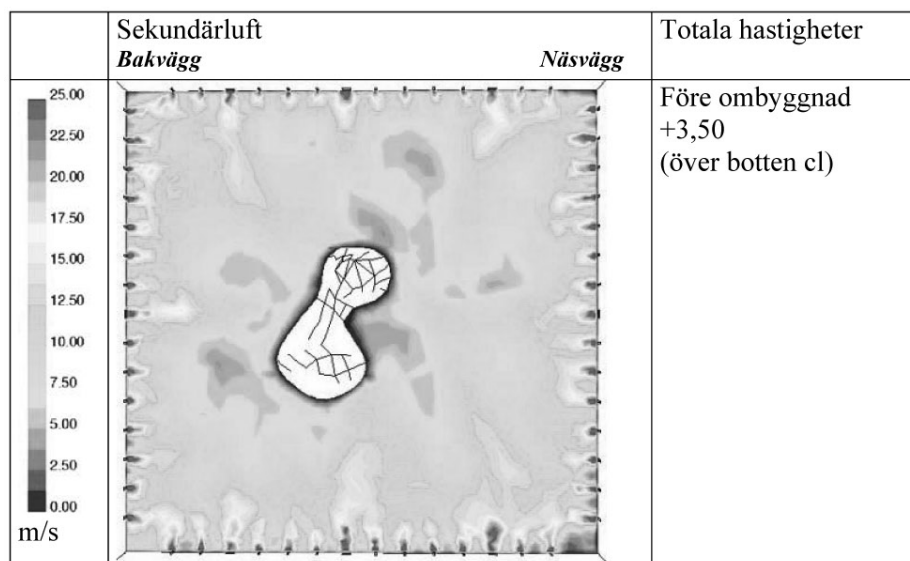


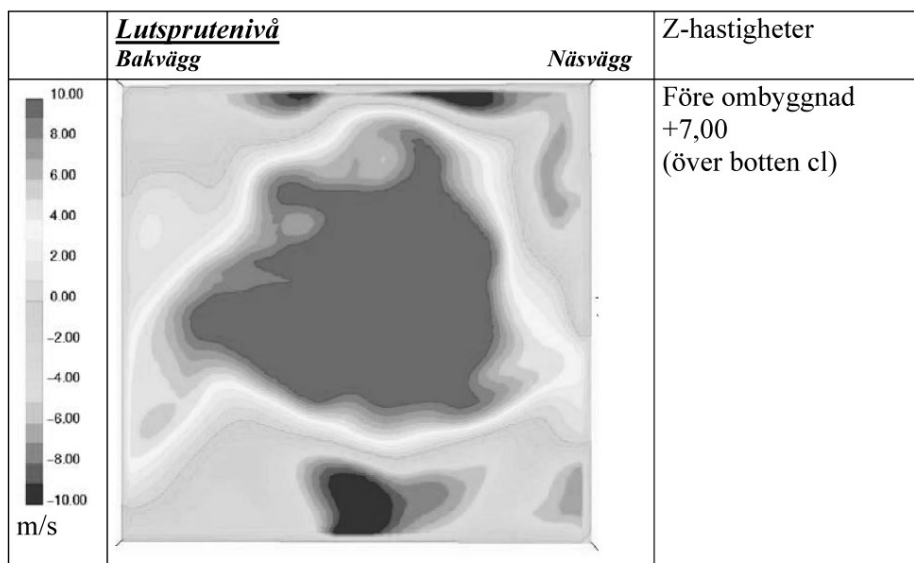
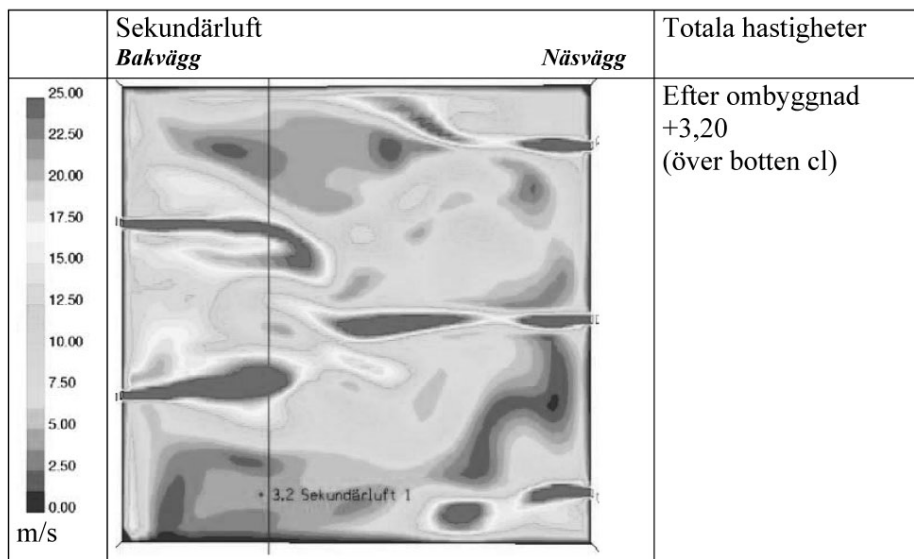


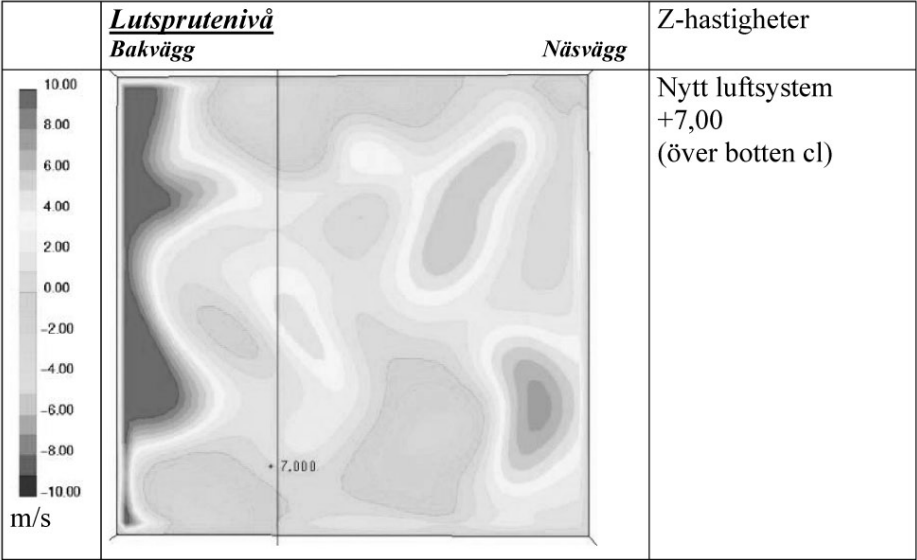
Ombyggnad 2, Billerud, Karlsborg (Utförd av Kvaerner)

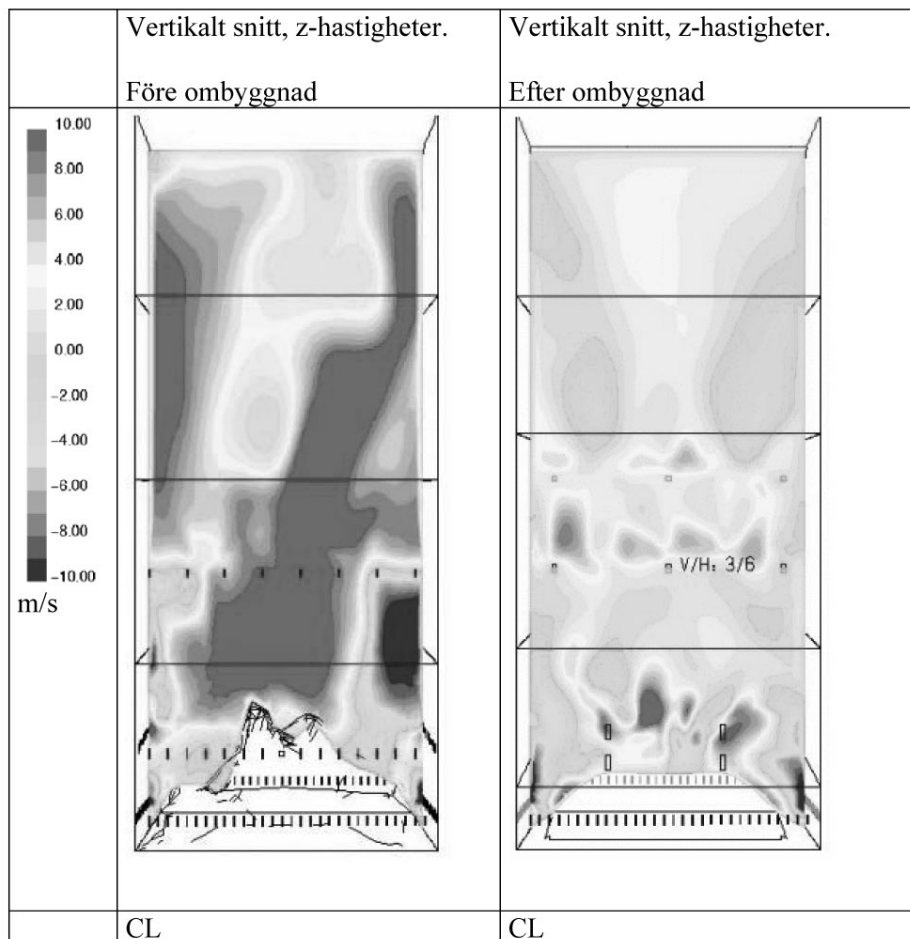
	Konfiguration luftportar	
	<i>Före</i> ombyggnad	<i>Efter</i> ombyggnad
Primär	”Konventionellt”	Oförändrat
Sekundär	En nivå Samtliga väggar 14+14+11+11	Två nivåer Front & näsvägg: 2+3 Front & näsvägg: 2+3
Överluft	En nivå Front & näsvägg: 8+8	Två nivåer Front & näsvägg: 3+2 Front & näsvägg: 3+2

Förväntat gasströmningsmönster för Karlsborg





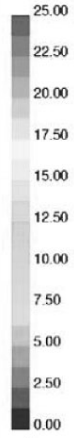
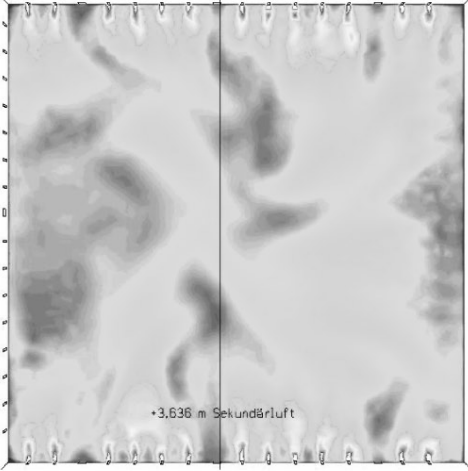
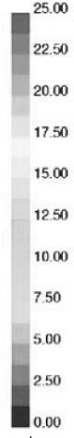
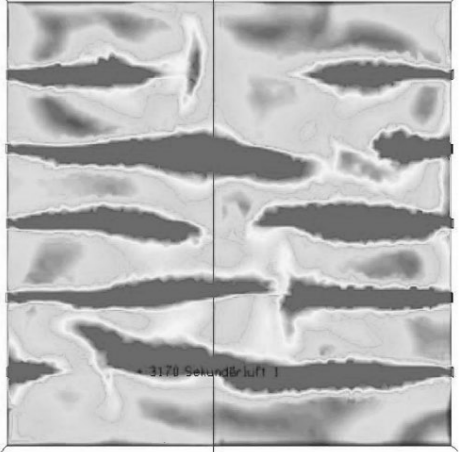


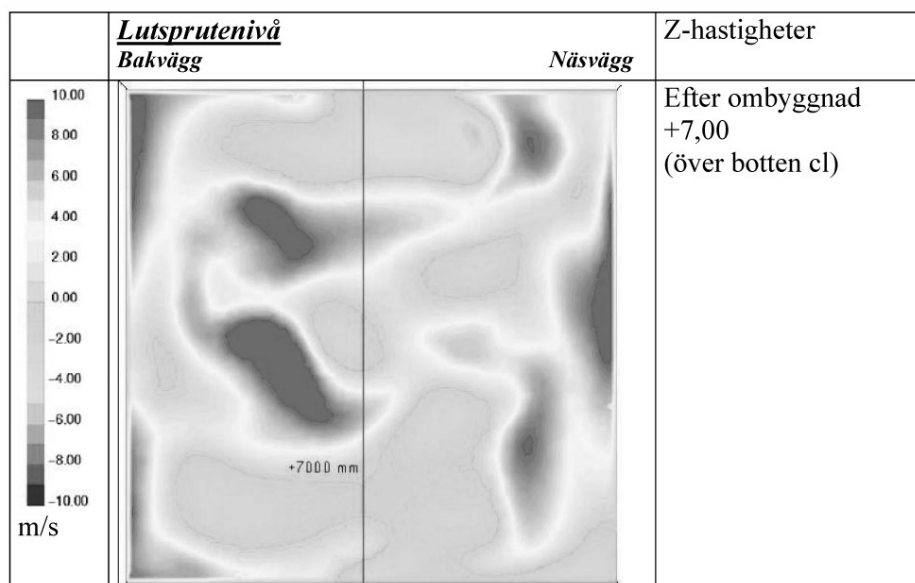
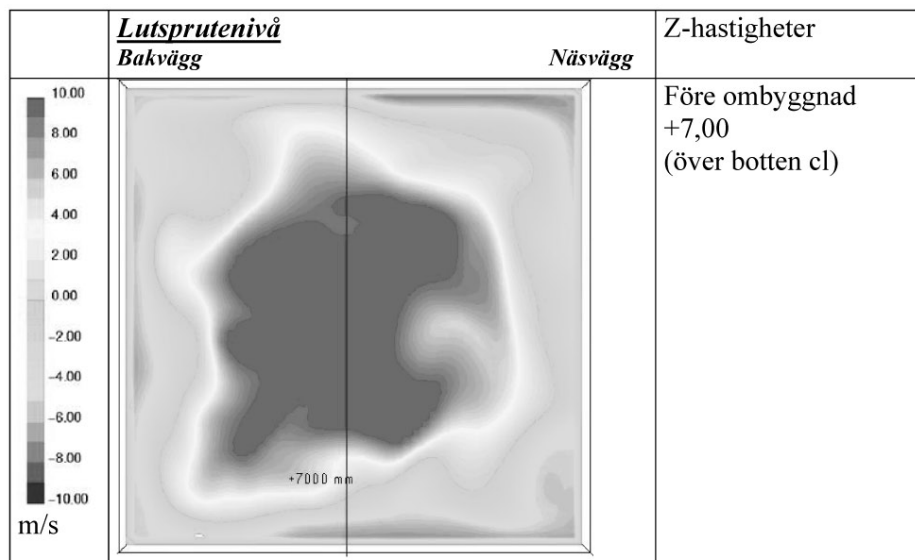


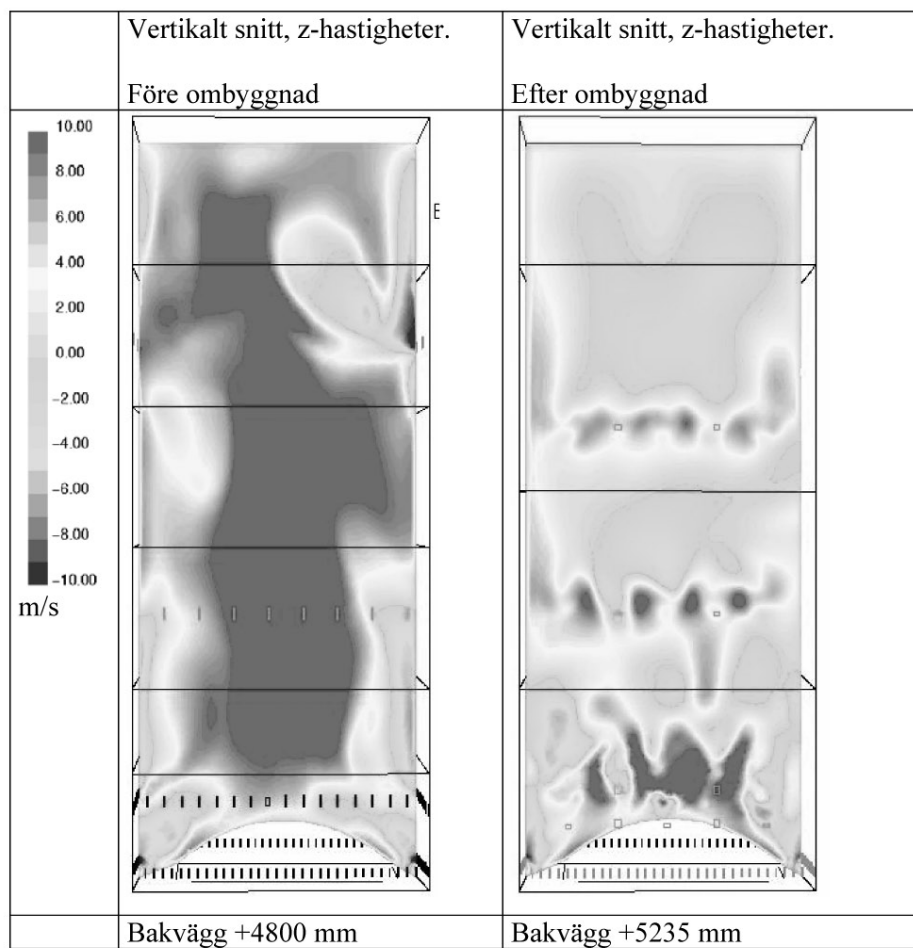
Ombyggnad 3, Södra Cell, Mörrum (Utförd av Andritz)

	Konfiguration luftportar	
	<i>Före</i> ombyggnad	<i>Efter</i> ombyggnad
Primär	"Konventionellt"	Oförändrat
Sekundär	Ett register men tre nivåer Samtliga väggar 14+15+13+13	Två nivåer Front & näsvägg: 5+5 Front & näsvägg: 2+3
Överluft	Två nivåer Front & näsvägg: 8+8 Sidoväggar: 6+6	Tre nivåer Front & näsvägg: 2+3 Front & näsvägg: 2+3 Sidoväggar: 6+6

Förväntat gasströmningsmönster för Mörrum

	Sekundärluft <i>Bakvägg</i>	<i>Näsvägg</i>	Totala hastigheter
 m/s	 +3.636 m Sekundärluft		Före ombyggnad +3,636 (över botten cl)
	Sekundärluft <i>Bakvägg</i>	<i>Näsvägg</i>	Totala hastigheter
 m/s	 +3.170 Sekundärluft		Efter ombyggnad + 3.170 (över botten cl)





Resultat

Representanter från respektive bruk redovisar sina erfarenheter direkt på konferensen.

Karlsborg har utfört ett formellt leveransprov av det ombyggda luftsystemet varvid samtliga givna processgarantier uppfylldes.

I Mörrum har leveransprovet ännu ej utvärderats vid dead line för manusinlämning till konferensprotokollet.