

## **Rekommendation från**

# **Sodahuskommittén**

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

**Nr C12**

Utgåva 1, september 2013

## **Kemisk rengöring av vattensidiga beläggningar i sodapannor**

Sodapannan får i likhet med alla ångpannor efter en tids drift beläggningar på vattensidan. Med sodapannans speciella funktion ställs särskilda krav på en korrekt bedömning av beläggningarnas inverkan på pannans säkra drift.

Sodahuskommittén har därför med hjälp av en särskild arbetsgrupp utrett möjligheterna att utarbeta en rekommendation om kemisk rengöring av sodapannor. Arbetsgruppen har belyst och givit riktlinjer för vad som är relevant och bör beaktas i samband med bedömning av behovet av kemisk rengöring i en sodapanna.

Föreliggande rekommendation ger enligt Sodahuskommitténs mening ett tillfredsställande välunderbyggt underlag inför beslut om kemisk rengöring.

Rekommendationen ska, som alla rekommendationer, tillämpas efter de lokala förutsättningar som föreligger vid varje enskild anläggning.

## **Hänvisningar**

### ***Föreskrifter***

### ***Standard***

### ***Rekommendationer***

Ivan Falk, ”Kriterier för kemisk rengöring”, Föredrag vid Matarvattensymposium, ÅF:s industrikonferens år 2000.

Riktade studier-Kemisk rengöring, Rapport från arbetsgrupp 2011-05-30, Bert Flodqvist, ÅF Konsult.

Matarvattenkvalité, se Sodahuskommitténs meddelande C 4.

## Innehåll

1	Inledning.....	3
2	Vattensidiga beläggningar .....	3
3	Värmebelastning och vattenkvalitet .....	4
4	Kemisk rengöring .....	4
5	Beslutsunderlag inför kemisk rengöring .....	4
6	Uttag av provtuber, undersökning av beläggningar .....	5
6.1	Val av provtagningspunkt .....	6
6.2	Provtagningsfrekvens .....	8
6.3	Förfarande vid uttag av tubprov .....	8
7	Behandling av tuberna efter provuttag .....	8
7.1	Undersökning av tubytans status .....	8
7.2	Analys av belägningens sammansättning.....	9
7.3	Mätning av belägningens tjocklek.....	10
7.4	Mätning av belägningens vikt per ytenhet .....	11
7.5	Redovisning av mätvärden .....	11
8	Kriterier .....	11
8.1	Förenklad sammanfattning av kriterier .....	13
9	Dokumentation .....	15
9.1	Exempel på hur historik skapas för skiktthjocklek. ....	15
10	Sammanfattning av rekommendationer.....	16

## 1 Inledning

När en ny panna tas i drift vill man snabbt bilda ett tunt skyddande magnetitskikt som skydd för pannans vattenförande delar. En förutsättning för bildning av detta skyddsskikt är att pannans vattensida är metalliskt ren. Innan en ny ångpanna tas i drift utförs därför en kemisk rengöring med betning av pannan för att avlägsna glödskal, svetsslag och föroreningar som kommit in i pannan under montagetiden och därmed skapa en metalliskt ren tubyta. Under drift kommer sedan genom lämplig kemikaliedosering och rätt matarvattenkvalité ett skyddsskikt av magnetit att bildas i pannans vattenförande delar. Med tiden kommer beläggningar av olika sammansättningar att bildas främst i högt värmebelastade delar av pannan. Beläggningar av föroreningar och oxider på insidan av eldstadstuber orsakar en höjning av materialtemperaturen eftersom beläggningarna utgör ett isolerande skikt mellan vattnet och tuben. Tillväxten av beläggningarna varierar inom vida gränser och styrs av vattnets innehåll av föroreningar och värmebelastningens intensitet. Efter en viss drifttid eller då beläggningarna blivit så tjocka och tubtemperaturen så hög att materialet riskerar att skadas avlägsnas beläggningarna genom kemisk rengöring av pannan.

Generellt riktvärde för intervallet mellan rengöringar brukar anges till ca 8- 10 år förutsatt att man inte haft allvarliga störningar i matarvattenkvalité till pannan då kortare intervaller kan behövas.

Teknik för betning eller kemisk rengöring är väletablerad och utförs på alla typer av pannor. Vanligen används vid betning saltsyra eller en blandning av saltsyra och organiska syror. Behandlingarna är effektiva och oftast erhålls helt rena tuber.

Val av cirkulationsmetod är väsentlig för resultatet och man bör rådgöra med specialiserad leverantör vid planering av kemisk rengöring.

## 2 Vattensidiga beläggningar

Den främsta orsaken till att beläggningar bildas i panntuber är förekomst av föroreningar i matarvattnet. Hårdhetsbildande ämnen av kalcium och magnesium utkristalliserar och bildar fasta skal i tuberna vid den höga temperaturen i pannvattnet.

Även korrosionsprodukter från kondensat- och matarvattensystemen bildar partiklar som fastnar i tuberna.

Beläggningarnas skadliga inverkan på pannans driftsäkerhet avgörs förutom av deras mängd även av deras uppbyggnad och egenskaper. De farligaste beläggningarna är de som är hårda och bildar skal. Om släpp uppstår mellan tubytan och beläggningen bildas spalter. I dessa spalter kan ångblåsor bildas, vilka kraftigt reducerar kylningen. Tubmaterialet riskerar då att komma upp i så hög temperatur att tubmaterialets hållfasthet kraftigt reduceras, vilket i sin tur kan leda till att tuben brister. Redan med en måttlig ökning av materialtemperaturen ökar dessutom risken för korrosion på ugnstubens gassida.

Porösa beläggningar har dålig värmeledningsförmåga eftersom porerna fylls med ånga. I porösa beläggningar kan salter från vattnet uppkoncentreras genom industningsprocesser. Salterna följer med vattnet in i beläggningen och stannar kvar när vattnet lämnar ytan i form av ånga. De uppkoncentrerade salterna (framförallt överskott av natronlut, NaOH, eller svavelsyra, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) kan sedan orsaka korrosion på tuberna.

Beläggningarna skadar således pannan genom att försämra kylningen av tuberna (överhettning) och öka risken för korrosion på tubernas gassida. Uppkoncentration av salter ökar risken för korrosion på tubernas vattensida, bla. avlagringskorrosion.

### 3 Värmebelastning och vattenkvalitet

Riktvärden för vattenkvalité framgår av Sodahuskommitténs meddelande C 4, utgåva 2, eller där hänvisning sker till svensk standard se SS-EN 12952-12. Det är viktigt att beakta värmebelastningens betydelse för beläggningens bildning. Således rekommenderas i värmeforsks ”Vattenkemisk handbok” som i fråga om riktvärden väl överensstämmer med Sodahuskommitténs meddelande C 4 att *”Vid värmebelastningar, även lokala, över 230 kW/m<sub>2</sub> rekommenderas riktvärden för 16 Mpa vid alla panntryck”*.

### 4 Kemisk rengöring

Med kemisk rengöring avses hela processen från vattensidig rengöring till bildning av nytt skyddande magnetitskikt. Den kemiska rengöringen kan bestå av alkalisk urkokning men i regel ingår också betning, vilket avser den rengöring som görs med syra (eventuellt också salter) i syfte att lösa beläggningarna på de vattenförande tubernas insida. Vanligen används vid betning saltsyra, eller en blandning av saltsyra och organiska syror.

Det är väsentligt att beskriva beläggningens struktur och sammansättning då vissa komponenter i pannbeläggningar t.ex. kol är svårare att ta bort vid en kemisk rengöring. Det kan därför i vissa fall vara nödvändigt att lägga till fler steg i rengöringsprocessen. Genom undersökning av beläggningarna kan det framgå om vidare åtgärder är nödvändigt att planera in vid den kommande kemiska rengöringen.

Vid kemisk rengöring är val av cirkulationsmetod väsentlig för resultatet.

Betning av pannan innebär, felaktigt utförd, risk för att pannans tryckdelar skadas, varför man, som tidigare nämnts, bör rådgöra med specialiserad leverantör vid planering av kemisk rengöring.

### 5 Beslutsunderlag inför kemisk rengöring

En vanlig strategi som förekommit är att tillämpa ett bestämt tidsintervall mellan de kemiska rengöringarna. Vanligen ligger dessa intervall mellan 8 - 10 år, beroende på hur beläggningens bildning i den aktuella pannan tidigare har utvecklats. Risken med denna strategi är att man inte reagerar på oförutsedda förändringar av beläggningens bildning. Sådana förändringar kan orsakas av förändrat driftsätt eller förändringar i matarvattenberedningen. Därför bör en sådan strategi också kompletteras med krav på att historik upprättas för pannvattenkemi och för beläggningens bildning i pannans högst värmebelastade delar. En kemisk rengöring utförs helst i samband med ett planerat revisionsstopp i fabriken och tidsåtgången för den kemiska rengöringen inklusive den tid som krävs för magnetitbildning gör att stopptiden i sodapannan förlängs.

Eftersom det är praktiskt och ekonomiskt att samordna en förlängd stopptid med andra större planer t.ex. investeringsprojekt i andra avdelningar, andra större underhållsinsatser eller helt enkelt för att anpassa ett fabriksstopp till en marknadssituation kan man vilja tidigare- eller senarelägga en kemisk rengöring med en eller flera driftperioder (1-3 år).

För att skapa ett beslutsunderlag där man kan hantera oförutsedda händelser och skapa flexibilitet i planeringen bör en noggrann historik skapas där man följer upp och dokumenterar:

- Förändringar av pannans driftsätt som kan påverka värmebelastning eller cirkulation
  - Höjd luttorrhalt, processändringar som ger höjt värmevärde i brännlut
  - Ändrad luftfördelning
- Uppföljning av matarvattenkvalité och eventuella förändringar eller störningar i pannvattenkemi
  - Förekomst av hårdhetsbildande ämnen
  - Incidenter med förorenat matarvatten
- Tubprover från zonen med högsta värmebelastningen, screen och ekonomiser
  - Beläggningarnas sammansättning, porositet, värmeledningsförmåga, förekomst av hårdhet (Ca, Mg, Si) koppar (Cu), kol (C)
  - Beläggningsskiktets täthet och porositet
  - Lösningförsök på lab. av tubbeläggningar i de syralösningar som är aktuella vid kemisk rengöring.
  - Historik över beläggningstjocklek sedan föregående kemiska rengöring
    - Regelbundna provuttag (varje eller varannan driftperiod) från värmebelastade tuber
    - Jämförelse med någon tub från område med lägre värmebelastning
    - Ett mindre antal provuttag från vattenscreen, ekonomiser
  - Tecken på korrosionsangrepp under beläggningen
- Beläggningsbild i ekonomiserlådor och domar
- Övriga observationer i samband med besiktning som tecken på hög värmebelastning, korrosion m.m.

## 6 Uttag av provtuber, undersökning av beläggningar

Uttagning och metallografisk undersökning av provtuber är den mest tillförlitliga och vanligast förekommande metoden för mätning och karakterisering av vattensidiga beläggningar.

Temperaturmätningar med ett stort antal termoelement har med framgång provats i kraftverkspannor men torde med hänsyn till den kemiska miljön, smälta och beläggningar på tuberna vara en metod som är svår att vidmakthålla i sodapannan. Inte heller mätningar med ultraljud ger någon tillförlitlig bild över beläggningar då tubtjocklekarna varierar för mycket.

## 6.1 Val av provtagningspunkt

Valet av provtagningspunkt för uttag av tubprover är viktigt för att representativa värden ska erhållas. Den styrande faktorn för beläggningstillväxten är värmebelastningen som inte enbart är avhängig eldbelastningen utan även beror av cirkulationen (kylningen) i tuberna. Provtuberna bör således tas i de positioner i pannan där värmebelastningen är högst.

Pannkonstruktionen, bränslet och eldningen är varierande från panna till panna och det kan vara svårt att generellt förutsäga var värmebelastningen är högst, utan detta bör bedömas i det enskilda fallet, i samråd med panntillverkaren.

I sodapannor brukar den nedre delen av ugnen mellan primär och sekundärluftnivå anges som den hetaste delen av pannan och den högst värmebelastade delen bör därför i de flesta fall ligga inom det rödrandiga området markerat i *bild 1*.

Dock bör även eventuella screentuber kontrolleras, speciellt översidan av icke horisontella tuber, då erfarenhet har visat att kraftiga beläggningar i vissa fall kan bildas i dessa.

För att möjliggöra en tillförlitlig historik rekommenderas att tubprover tas ut regelbundet i utvalda positioner/områden under ett antal år i följd i samband med revision och besiktning av pannan. Det rekommenderas att dessa provområden identifieras och för dokumentation markeras på ritning eller skiss.

Resultaten från tubprov kan variera något mellan provtagningarna. Det är därför viktigt att proverna tas i samma eller närliggande tub varje gång, (om dock något olika höjd). Genom att en serie värden fås kan man lätt förlänga trenden till när maximal beläggningstjocklek är att förvänta. Detta underlättar planeringen för en rengöring.

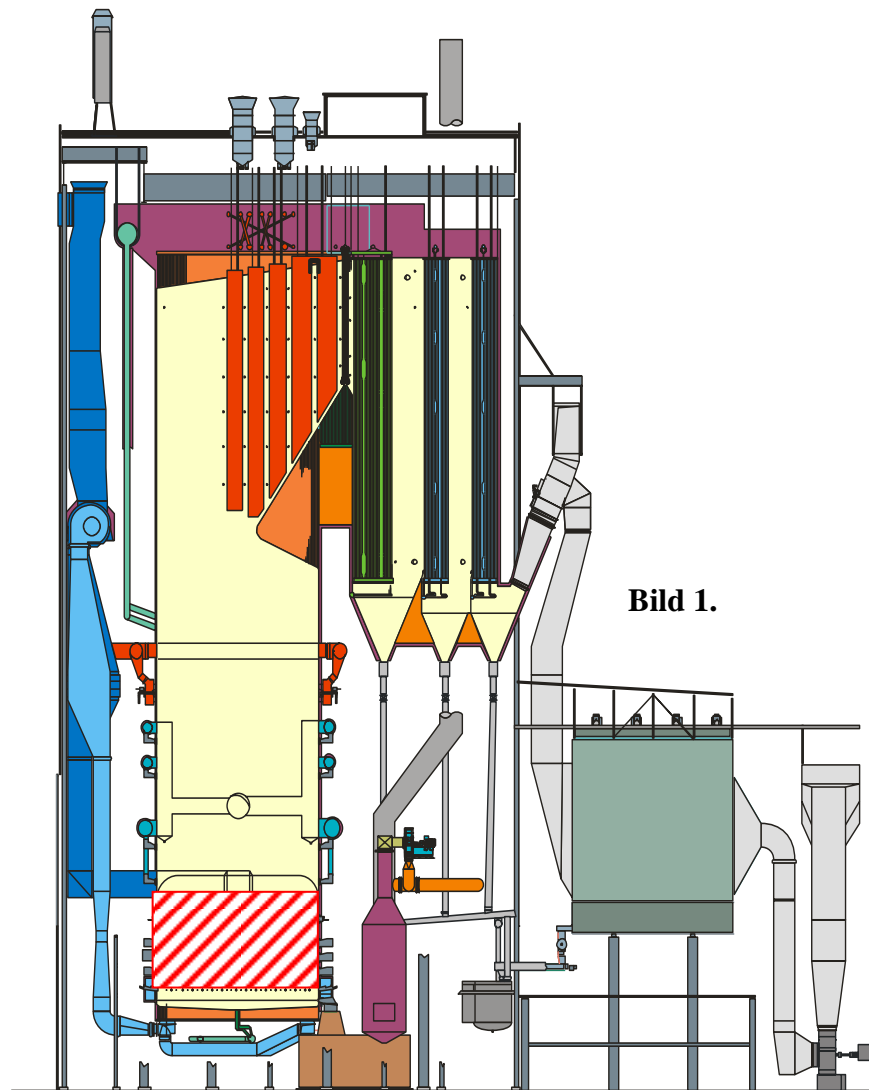
Tubprov tas således på de intilliggande ställen som tidigare bidragit till den historik som sammanställts för att följa beläggningstillväxten. Det är ofta nyttigt att komplettera med tubprover från positioner där man av någon anledning kan ana problem (korrosion, färgförändring, ytstruktur, position, vattenförsörjning, eller dylikt).

Även prover från tuber som byts av någon annan orsak än provtagning, som t.ex. vid reparation efter en skada, bör tillvaratas och dokumenteras i historiken.

Det kan även vara av värde att jämföra beläggningen med en tub med lägre värmebelastning exempelvis hörntub, som ofta har en annan beläggningssammansättning beroende på ett lägre flöde.

Även om ugnens samt i vissa pannor vattenscreenens tuber är de viktigaste delarna för bedömning av pannans rengöringsbehov så är det viktigt att man vid varje underhållsavställning kontrollerar ångdom (vattendom) och lådor. Det är också viktigt att inkludera kondensat- och matarvattentankarna samt avgasaren i inspektionen av vattensidan. Dessa kan ge viktig information om vattenbehandlingens funktion.

Över tid bör också tubprover tas ut i ekonomiser. Ekonomisern kan ge tidiga tecken på om vattenbehandlingen är bristfällig. Ekonomisern har lägre vattentemperatur och därmed är dess skyddsskiktbildning (magnetit-/oxidbildning) långsam, däremot faller mycket av beläggingsbildande salter (hårdhet) ut i ekonomiserns inloppsdel.



**Bild 1.**

## 6.2 Provtagningsfrekvens

Hur ofta provtuber bör tas ut för undersökningar beror i hög grad på vilka erfarenheter man har vid aktuell anläggning.

I pannor med mycket hög värmebelastning görs mätningar varje år vilket ger kontroll och dokumenterade värden över beläggningarnas tillväxthastighet samt ett bevis på hur vattenkvaliteten varit under den senaste driftperioden.

I pannor med hög vattenkvalitet och ringa beläggningstillväxt kan tubprov uttas med lägre frekvens, t ex efter varannan driftperiod (normalt 2-3 år).

Prover bör som nämnts också tillvaratas från tuber som byts av någon annan orsak än provtagning t.ex. vid reparation efter en skada.

I händelse av att något missöde inträffar med vattenreningen eller att föroreningar kan observeras i samband med inspektioner av dom och lådor kan detta utgöra skäl för utökad provtagning och kontroll av eldstadtuber.

## 6.3 Förfarande vid uttag av tubprov

Vid uttag av tubprover bör tubprovernas längd vara cirka 600 mm om man använder kapskiva eller såg (helst bör kapning med skärbrännare undvikas pga. att beläggningen kan förstöras). Om tuben i alla fall kapas med skärbrännare bör tubprovets längd ökas till cirka 1000 mm.

Tuben skall behandlas varsamt eftersom beläggningen oftast är spröd och ibland porös, slag på tuben kan förstöra beläggningen. Direkt när provet tagits ur skall tuben torkas med hårtork eller liknande om den är fuktig och sedan förslutas i båda ändar för att undvika att skada skiktet (för att skydda det från ”nyfikna fingrar”) i väntan på transport till laboratoriet.

Beläggningen undersöks med avseende på tjocklek, karaktär och föroreningar. Med ledning av dessa undersökningar kan uppskattningar göras om beläggningens värmeisolerande egenskaper och om dess benägenhet att orsaka skador på tuberna.

# 7 Behandling av tuberna efter provuttag

## 7.1 Undersökning av tubytans status

Det är vanligt att den vattensidiga beläggningen skiljer sig, mellan varm och kall sida (värmebelastad och isolersida) både vad gäller tjocklek och sammansättning. Därför är det vanligt att klyva prover för att behandla dessa delar separat.

Det första steget är att undersöka tubprovets vattensida okulärt. Baserat på detta väljs delar ut för bestämning av beläggningens tjocklek, analys av dess sammansättning, bestämning av beläggningens vikt per ytenhet, samt undersökning av tubytans status under beläggningen.

Enligt urvalskriterierna ovan rengörs en del, varefter den rengjorda ytan undersöks okulärt med avseende på korrosionsangrepp.



## 7.2 Analys av beläggnings sammansättning

Det är väsentligt att beskriva beläggningsstrukturen och sammansättningen. Vissa komponenter i pannbeläggningar t.ex. kol (C) är svårare att ta bort vid en kemisk rengöring och det kan krävas flera steg i rengöringsprocessen.

Om en tillräcklig mängd beläggning kan skrapas loss från vattensidan, kan en våtkemisk analys av sammansättningen göras. I fall med tunna beläggningar, görs undersökningen direkt på tubytan, lämpligen med svepelektronmikroskop, SEM (-EDS, alternativt WDS).

För att uppnå bra resultat vid den kemiska rengöringen bör även uttagna tubprov rengöras i de syralösningar som är lämpliga för aktuell beläggning. Genom sådana förstudier kan ett bästa val av kemikaliekoncept utformas och behandlingstider och temperaturer optimeras.

Beläggnings tjocklek är av avgörande betydelse för tubens materialtemperatur. Materialtemperaturen påverkar tubens hållfasthet, med ökande temperatur sjunker inte bara hållfastheten utan tubens korrosionsegenskaper förändras.

Beläggnings sammansättning har betydelse för dess värmeledningsförmåga. Om beläggningen isolerar kommer tubens yttemperatur att stiga. Järnoxid har allmänt relativt god värmeledningsförmåga medan hårdhet har sämre värmeledning.

Vid analys av beläggningen skall också hänsyn tas till dess struktur (huruvida den är porös eller inte). Samtidigt bör materialytan på både eldstadssida/isolersida och vattensida kontrolleras med avseende på korrosionsangrepp.

Om beläggningen har normal sammansättning består den av ca 72 % järn och ca 28 % syre.

Exempel på resultat från analys av beläggningsprover.

Chemical component	Rear Wall Tube 1	Rear Wall Tube71
CaO	2,1%	9,0%
MgO	2,2%	11,5%
SiO <sub>2</sub>	3,2%	2,2%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,9%	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	64,6%	62,5%
MnO	0,5%	3,7%
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2%	-
TiO <sub>2</sub>	0,6%	0,5%
NiO	0,3%	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,3%	6,4%
SO <sub>3</sub>	0,6%	2,2%
ZnO	0,2%	-
CuO	22,3%	2,0%
K <sub>2</sub> O	0,1%	-
Σ	99,9%	100%

Kol (C) är av intresse i de fall det kan misstänkas att pannvattnet kan ha förorenats eller då pannan närmar sig det datum då en kemisk rengöring skall genomföras. Rengöringsmetoden är beroende av om kol skall avlägsnas. I andra fall kan kol undantas eftersom det kräver extra provning för att kvantifieras.

### 7.3 Mätning av beläggnings tjocklek

Positioner i tubprovet för bestämning av beläggnings tjocklek, bestäms efter resultatet av den okulära undersökningen av tubytorna enligt avsnitt 7.1, ovan.

Beläggnings tjocklek mäts vanligtvis i ett metallmikroskop, på ett slipat och polerat tvärsnitt av tubväggen. För praktisk hantering, gjuts provbitarna först in i krympfri plast,

varefter provberedningen kan påbörjas. För att få ett någorlunda statistiskt säkert resultat bör mätningen utföras på ett 30-tal ställen på det undersökta provet.

I många fall är det bra att försöka uppskatta beläggningens tjocklek på ett större prov. Detta är extra viktigt när man kan misstänka att delar av beläggningen faller av vid kapning och hantering av tubproverna. På den större provbiten skrapas ytan stålren på ett litet område. Här kan sedan en bladmåtsats användas för att uppskatta beläggningens totala tjocklek.

Ovanstående procedur bör utföras på material som tagits ut från den värmebelastade delen av tubprovet, såväl som på den del som varit vänd mot isolersidan.

På de preparerade tvärsnitten görs också en bedömning av det skyddande oxidskiktets kvalitet, samt förekomst av korrosion på tubytan.

#### 7.4 Mätning av beläggningens vikt per ytenhet

Mätning av beläggningens vikt per ytenhet innebär att man löser upp den vattensidiga beläggningen med inhiberad saltsyra och jämför provets vikt före och efter. På detta sätt kan man sedan beräkna mg/ytenhet som förlorats och då man kan beräkna provets inre yta.

Det är också möjligt att välja om en hel ”ring” av tubprovet skall testas eller om det skall separeras med avseende på isoleringssida och ugnssida.

#### 7.5 Redovisning av mätvärden

För att följa beläggningens utveckling rekommenderas:

- En analys av beläggningens innehåll skall alltid göras. Vid förhöjda halter av hårdhet (Ca, Mg på >5%) och koppar försämras beläggningarnas värmeledande egenskaper och motiverar ett övervägande om kemisk rengöring av pannan.
- Endast uppföljning av skiktjocklek kan vara tillräckligt i de fall då beläggningen är stabil utan att falla av vid provberedningen.
- I händelse av porösa beläggningar skall skiktjocklek kombineras med mätning av vikt per ytenhet. För att testa beläggningens vikt per ytenhet rekommenderas att följa ASTM 3483.

### 8 Kriterier

Under förutsättning att matarvattnet är rent och att de kemiska vattenspecifikationerna kan innehållas är tillväxten av vattensidiga beläggningar liten. Behovet av kemisk rengöring aktualiseras därför inte förrän oxidskikten uppnått en viss tjocklek. Tillväxten av oxiden som följd av reaktioner mellan vattnet och tubmaterialet är låg (10-15 µm per år), vilket innebär ca 10 års drift innan kemisk rengöring aktualiseras.

Flera av de större *kraftverkspannorna* har rengjorts efter denna drifttid och vid oxidtjocklekar på 100-125 µm. I *industripannor*, som har lägre värmebelastning, kan beläggningarna vara tjockare (250 µm) utan att detta medför någon större risk för

överhettningsskador eller korrosionsangrepp.

*Sodapannor* i modernt utförande med ”multilevel-, eller vertikalluftsystem” som eldas med höga luttorrhalter (över 75 % luttorrhalt) har som regel högre värmebelastningar i den nedre eldstaden än äldre pannor. Vid beläggningstjocklekar över 150 µm bör man, med beaktande av beläggningarnas sammansättning, överväga kemisk rengöring.

Föroreningar av hårdhet och koppar försämrar beläggningens egenskaper och halter av Ca, Mg >5% räknat som element motiverar ett övervägande om kemisk rengöring av pannan även om skiktjockleken understiger 150 µm.

När beläggningssproverna visar på en beläggningsanalys med kalcium, magnesium, koppar och kisel över de värden som visas i tabellen nedan rekommenderas att en erfaren och renommerad pannvattenspecialist, med stor erfarenhet från sodapannor, kontaktas för att medverka vid bedömning av vilka åtgärder som eventuellt bör vidtas.

Högsta tillåtna värden på skadliga föroreningar i beläggningssprover:

<b>Beläggning</b>	<b>Vikts-% (räknat som element)</b>	
<b>Kalcium (Ca)</b>	<b>5 %</b>	
<b>Magnesium (Mg)</b>	<b>5 %</b>	
<b>Koppar (Cu)</b>	<b>2 %</b>	
<b>Kisel (Si)</b>	<b>0,8 %</b>	

Beslut om kemisk rengöring av panna en bör således vara underbyggt med uppgifter om beläggningens tjocklek och karaktär, kemisk sammansättning, drifttiden sedan föregående kemiska rengöring, pannas tillgänglighetskrav och konstaterade observationer vid den senast utförda inspektionen, se avsnitt 5.

## 8.1 Förenklad sammanfattning av kriterier

En förteckning över de faktorer som påverkar sodapannans behov av kemisk rengöring framgår av avsnitt 5. I nedstående tabell visas förenklat några av de beslutssituationer som kan uppstå efter genomgång och summering av dessa faktorer.

### ➤ **Beslutssituation 1**

- Normala beläggningsprover (72 % järn och ca 28 % syre)
- Beläggningstjocklek ca 150 µm
- Drifttid sedan senaste kemiska rengöring > 8 -10 år

#### **Möjliga orsaker**

- Normal beläggningstillväxt

#### **Följder**

- Strukturförändring av material
- Överhettning
- Korrosion

#### **Åtgärd**

- Kemisk rengöring

### ➤ **Beslutssituation 2**

- Beläggningsprov med förhöjda halter av hårdhet (Ca, Mg, Si >5%), förekomst av Cu, C

#### **Möjliga orsaker**

- Bristande matarvattenkvalité
- Föroreningar (t.ex. otillåten kopparlegering i kondensat system?, olja?, lut?)

#### **Följder**

- Överhettning
- Strukturförändringar i material
- Korrosion

#### **Åtgärd**

- Kem. rengöring
- Förbättrad kontroll och styrning av matarvattenkvalité
- Översyn av materialval i kondensatsystem vid spår av koppar

### ➤ **Beslutssituation 3**

- Normala beläggningsprover (72 % järn och ca 28 % syre)
- Beläggningstjocklek >150 µm
- Kort drifttid sedan senaste kemiska rengöring < 5 år

#### **Möjliga orsaker**

- Dålig matarvattenkvalité
- Hög värmebelastning

### **Följder**

- Strukturförändring av material
- Överhettning
- Korrosion

### **Åtgärd**

- Kontroll av matarvattenberedning
- Kontroll av pannbelastning och körsätt
- Kemisk rengöring

## ➤ **Beslutssituation 4**

- Drifttid > 10 år
- Beläggningsundersökningar saknas

### **Möjliga orsaker**

- Otillfredsställande uppföljning och kontroll

### **Följder**

- Osäkerhet om beläggingsbild och rengöringsbehov
- Strukturförändring av material
- Överhettning
- Korrosion

### **Åtgärd**

- Undersökning av beläggningsprover
- Införa rutiner för uppföljning av beläggningar
- Kemisk rengöring

## ➤ **Beslutssituation 5**

- Befarade föroreningar av matarvatten
- Störningar i matarvattenberedningen

### **Möjliga orsaker**

- Processfel

### **Följder**

- Skadliga beläggningar som kan ge
- Strukturförändring av material
- Överhettning
- Korrosion

### **Åtgärd**

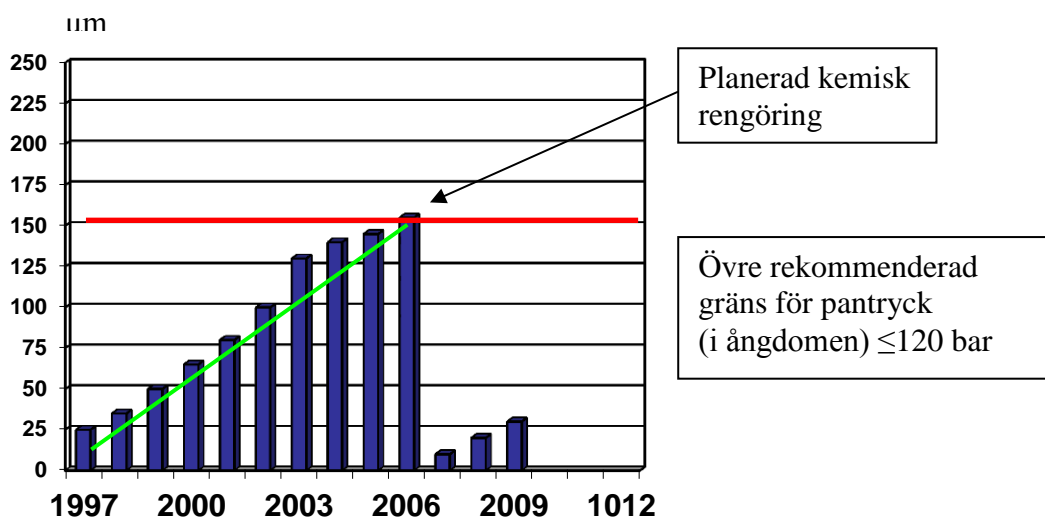
- Undersökning av pannvatten
- Kontakta specialist
- Överväga behov av kemisk rengöring

## 9 Dokumentation

Det är viktigt att insamlade data dokumenteras på ett systematiskt sätt så att utvecklingen kan följas löpande och så att pannans rengöringsbehov kan fastställas i god tid, förutsatt att inget oförutsett inträffat.

### 9.1 Exempel på hur historik skapas för skittjocklek.

Pannan startades för första gången 1996. Kontrollområde 1 ligger på vänster sidovägg och omfattar tuberna 52-62 mellan primär och sekundärluftenivå. Område 1 på vänster sidovägg indikerar behov av kemisk rengöring. Tubprover inom området har tagits ut varje år efter starten 1996. Andra provområden på front- och sidovägg visar liknande utveckling men beräknas nå 150  $\mu\text{m}$  först efter ytterligare ett års drift.



## 10 Sammanfattning av rekommendationer

- Beslut om kemisk rengöring av panna bör vara underbyggt med uppgifter om beläggningens tjocklek och karaktär, kemisk sammansättning, drifttiden sedan föregående kemiska rengöring, matarvattnets kvalitet under den gångna driftperioden sedan senaste rengöring, pannas tillgänglighetskrav och konstaterade observationer vid den senast utförda inspektionen.
- Matarvattenkvalité skall väljas med hänsyn till pannans värmebelastning, se avsnitt 3.
- Vid störningar i matarvattenkvalité eller utrustning i matarvattenberedningen eller vid misstanke om föroreningar i matarvattnet kan särskilda undersökningar av beläggningssituationen krävas genom uttag av ugnstuber.
- Om beläggningen innehåller förhöjda halter av hårdhet (Ca, Mg, Si>5%), kol eller koppar bör kemisk rengöring övervägas och samråd ske med specialist inom området.
- För bedömning av lämpligt tidsintervall mellan kemiska rengöringar rekommenderas att beläggningsprover tas ut regelbundet så att beläggningshistorik finns i beslutsunderlaget.
  - För detta ändamål identifieras sodapannans högst värmebelastade områden, med hänsyn till aktuellt körsätt, och i samråd med panntillverkaren. Positioner/områden inom det högst värmebelastade området identifieras och markeras på ritning för framtida uttag av provtuber.
  - Lämpligen tillvaratas tubprover även i samband med andra tubbyten t.ex. efter reparationer.
  - Provtuber bör även tas från vattenscreen och ekonomiser, dock med längre provtagningsintervall
- Såvida man inte hittar föroreningar i domar och lådor då prover bör uttas med tätare intervall, bör man eftersträva att med regelbundna intervall (som längst ca 3 års intervall) säkerställa prover så att man under en 10-års period har ett statistiskt underlag för bedömning av rengöringsbehovet. Mot slutet av perioden kan uttag av prover rekommenderas med tätare intervall, årligen eller efter varje driftperiod vid besiktning.
- Mot slutet av perioden när rengöringsbehov närmar sig, eller om föroreningar av matarvattnet befaras ha skett, bör beläggningsanalysen även innefatta kol (C).
- Planering av kemisk rengöring bör ske i samråd med specialist inom området.