

Rekommendation från Sodahuskommittén

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

Nr B 9

Utgåva 4, april 2023

Ångsotningssystem och sotblåsare till sodapannor

Eldning av brännlut i sodapannan leder snabbt till uppbyggnad av stoft och beläggningar på de olika värmeytorna. Sodapannan måste därför vara utrustad med ett stort antal sotblåsare, placerade och styrda så att renhållningen av värmeytorna blir tillfredsställande.

Användning av felaktigt installerade sotblåsare kan orsaka allvarliga skador och tillbud i sodapannan och även orsaka vatteninträngning i eldstaden.

Rekommendationen är avsedd att tillämpas vid projektering av nya sodapannor, men även tjäna som riktlinje vid ombyggnad av äldre sodapannor.

Föreliggande utgåva är uppdaterad beträffande Sodapannans säkerhetssystem (SIF).

Rekommenderade utrustningar, samt de exempel på utförande som ges i denna rekommendation, anses av Sodahuskommittén kunna ge godtagbar säkerhet.

Hänvisningar

Föreskrifter:

Tryckkärlsdirektivet, PED 2014/68/EU, överfört till Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2016:1 - Tryckbärande anordningar.

Maskindirektivet 2006/42/EG, svensk föreskrift AFS 2011:7 (ursprungligen AFS 2008:3)

AFS 2017:3 Användning och kontroll av trycksatta anordningar

Standarder:

SS-EN 12952-7:2012, annex A

SS-EN 12952 Del 2, 3, 5, 6

Rekommendationer

Rek. D1 Vattentvättning av sodapannans gassida.

Övriga dokument:

Rune Andersson: Tekniskt nytt om sotning. Sodahuskonferensen 1977
(se Sodahuskommitténs hemsida, Rapporter)

Innehåll

1	Sotningssystem.....	3
1.1	Dimensionering och utförande	3
1.2	Instrumenterade säkerhetsfunktioner.....	3
1.3	Uttagspunkter för sotningsånga.....	4
1.4	Sotångledningens utrustning	4
1.5	Utrustning för kondensatdränering.....	5
1.6	Avstängningsventiler till sotapparater.	5
2	Sotblåsare, maskinutrustning.....	5
2.1	Sotblåsarutrustningens utformning.....	5
2.2	Sotånglansarnas utförande.....	6
2.2.1	Ånglansens rotationshastighet	6
2.2.2	Dysornas utformning	6
2.2.3	Vinklade dysor	6
2.2.4	Risk för sprickbildning vid lansrörsfäste	6
2.2.5	Lansens läge vid ångpådrag.....	7
2.3	Åtgärder mot kondensatbildning i sotångsystemet.....	7
2.4	Spärrluft och torkluft	8
3	Styrning av sotångsystem	8
4	Underhållsprogram	9
5	Vattentvättning med användning av sotapparater	10
6	Figurbilagor	11

1 Sotningssystem

1.1 Dimensionering och utförande

Sotångsystemet skall dimensioneras och avsäkras för det högsta tryck och temperatur som kan uppkomma.

Sotblåsarna skall i tillämpliga delar betraktas som tryckbärande anordningar och uppfylla tillämpliga regelverk på tryckkärlsområdet, som t.ex. AFS 2016:1 eller AFS 2017:3. De skall även uppfylla tillämpliga krav i Arbetsmiljöverkets Föreskrift 2011:7 (d.v.s. Maskindirektivet).

Ångsystemet inklusive vertikala stamledningar får varken ha värmesänkor eller fickor vilka möjliggör sådan kondensatansamling, att kondensatet kan ryckas med vid en sotblåsarstart.

För höga sotångtryck kan skada överhettartuberna och sotningstrycket bör därför avpassas, så att skador på tuber och tubpaneler undviks. Detta gäller speciellt överhettarnas paneler, men även tubsatstuber kan skadas. Böjspänningarna i tubernas anslutning till lådor och domar kan bli för höga med utmattningsbrott som följd. Sotångtryck utöver tillverkarens rekommendationer bör därför undvikas.

En praktisk erfarenhet från några tidigare skadefall har varit att inte överskrida (ungefär) 20 bars övertryck i ledningen. Sotningseffekten är samtidigt också starkt beroende av ångdysans utformning.

Sotången skall i samtliga fall vara tillräckligt överhettad för att undvika kondensering. Om det bildas kondensdroppar vid sotångans expansion i och efter dysan finns risk för att den fuktiga ången korroderar de tubpartier som sotas. Cirka 30°C överhettning kan vara lagom.

Sotningsångans temperatur kan behöva regleras genom vatteninsprutning av spädvatten, kondensat eller matarvatten. Detta gäller speciellt vid ånguttag från utgående ångledning, medan man vid ånguttag från en samlingslåda efter primäröverhettaren i regel redan från början kan erhålla en lämplig överhettningstemperatur efter tryckreduceringen.

Sotångledningen skall om kylvatteninsprutning förekommer vara försedd med vattenavskiljare utrustad med demister och dimensionerad så, att låg ånghastighet erhålls genom demistern (rekommenderas även i de fall då man inte har direktinsprutning av vatten i ången).

Sotångledningen skall dimensioneras för en så låg ånghastighet att ljudnivån inte blir för hög.

Ett exempel på ångsotningssystem visas i *figur 1*.

1.2 Instrumenterade säkerhetsfunktioner

Fristående från utrustning för styrning och övervakning av sotångsystemet skall till Sodapannans säkerhetssystem anslutas:

- Säkerhetskrets (Ventil, don, givare, logik) för automatisk avstängning av sotångledningens huvudstam.
- Säkerhetskrets (Ventil, don, givare, logik) för automatisk öppning av kondensatavledning i sotångledningarnas lågpunkter. Vid låg temperatur (kondensatansamling) skall förbigångsledning över kondensatfälla/strypbricka öppna automatiskt.
Om inte temperaturen återgår till inställt värde inom föreskriven tid, fastställd i riskanalys, skall säkerhetskretsen för avstängning av sotånga stänga och sotapparater återgå till utdraget viloläge.
- Säkerhetskrets (Ventil, don, givare, logik) för automatisk avstängning av vatteninsprutning till ångkylning.
Ventilen skall automatiskt stänga vid för låg ångtemperatur eller vid för hög nivå i vattenavskiljare efter insprutningspunkten.

1.3 Uttagspunkter för sotningsånga

Sotningsånga med lämpliga ångdata kan hämtas från ett flertal olika ställen i fabriken ångnät, exempelvis från:

- Turbinavtappning:
Ånguttag från en turbinavtappning är numera en ofta förekommande lösning, då stigande kostnader för elenergi har gjort detta fördelaktigt i de fall turbinens konstruktion och placering är lämplig för ändamålet.
- Samlingslåda efter primäröverhettare:
Ånguttag från en samlingslåda placerad efter primäröverhettaren medger i allmänhet att man kan välja ånga med lämplig överhettning och att sotångledningarna kan göras korta.
- Utgående ångledning från sodapannan:
Vid uttag från utgående ångledning från sodapannan bör sotångledningen anslutas efter den avstängningsventil som är placerad utanför sodahuset.
Om matningen till sotångsystemet kommer från huvudångledningen eller ångnätet, eller eljest har för hög ingångstemperatur, krävs ångkondensat/matarvatteninsprutning för temperaturreglering av sotånga.
- Sammankoppling med andra ångförbrukare
Sotånga får inte tas ut från en ångledning, vilken samtidigt är sammankopplad med annat medium, i första hand vatten i olika former. Detta kan vara fallet om ånga från samma ledning i någon position används för direktvärmning av andra medier. Under olyckliga omständigheter kan de via sammankopplingen med sotångledningen ge upphov till en oönskad vatteninträngning i eldstaden.
Försvinner övertrycket i sotångledningen, så kan innehållet i de anslutna tankarna komma i jämsning och orsaka överströmning av vätska baklänges in i sotångledningen och sedan vidare in i eldstaden.

1.4 Sotångledningens utrustning

I ångledningen efter huvudavstängningsventilen skall följande utrustning finnas:

- Reglerkrets för tryckreglering (ventil, don, tryckgivare, regulator) med utrustning för registrering och larmfunktion för såväl högt som lågt sotångtryck.
- Givare utrustad för registrering av ångflödet samt larm för högt ångflöde
- Säkerhetsventil. Säkerhetsventilens öppningstryck väljs till det högsta tryck som tillåts i sotångledningen med hänsyn till all utrustning.

1.5 Utrustning för kondensatdränering

Under anslutningen av den lägst placerade sotblåsaren till stamledningen skall det finnas en säker kondensatdränering till ett dräneringskärl.

Stamledningen förses med en strypbricka i ledningen så att ångflödet genom den dränerar ledningen på kondensat direkt till ett expansionskärl, *se figur 1*.

För att säkerställa temperaturen i stamledningen skall i stamledningen ovanför strypbrickan finnas en temperaturgivare med larm för låg temperatur ansluten till sodapannans styr- och reglersystem.

Ytterligare en fristående temperaturvakt skall finnas kopplad till instrumenterad säkerhetskrets, *se 1.2*.

Anslutningsledningen till expansionskärlat skall förses med såväl backventil som avstängningsventil. Avstängningsventilen skall ha ställdon och vara utrustad med gränslägen med lägesindikering för öppen och stängd ventil.

1.6 Avstängningsventiler till sotapparater.

Avgrening till en grupp sotblåsare skall utrustas med en fjärrmanövrerad avstängningsventil som skall kunna manövreras såväl i anslutning till sotblåsarna som från manöverrum.

Därutöver skall varje sotapparat förses med dubbla manuella avstängningsventiler, alternativt en ventil och möjlighet till avblindning. Avsikten med detta är att möjliggöra att en sotblåsare kan frångöras från sotångnätet för reparation, utan att sotblåsningen i övrigt behöver avbrytas.

2 Sotblåsare, maskinutrustning

Exempel på arrangemang av sotblåsare framgår av *figur 2*.

2.1 Sotblåsarutrustningens utformning

- För att förebygga ansamling av kondensat i lansarna bör sotblåsarupphängningarna installeras så att sotblåsarlansarna lutar något med fall ner mot pannan när pannan är kall. Att eldstaden sjunker vid påeldning bör även beaktas.
- Anordning för manuell utdragning av lansrör ur pannan skall finnas och konstrueras så att personal, som utför arbetet skyddas från kontakt med het utrustning.
- Ångledningarnas vikt och expansion får inte tas upp av sotblåsarnas ångpådragsventiler. Om så sker kan ångpådragsventilen deformeras med ångläckage som följd.
- Sotblåsarstyrningen skall vara så utformad att drift mot de mekaniska ändlägesstopparna inte kan ske. Vid frekvent drift mot de mekaniska stoppen ökas slitaget på kuggstänger, kuggdrev med drivaxel och motor.

2.2 Sotånglansarnas utförande

Sotånglansarna dimensioneras för högsta tillåtna sotångtryck och som tryckkärl enligt AFS 2016:1, Tryckbärande anordningar.

2.2.1 Ånglansens rotationshastighet

Sotapparaternas påverkan på tuber i en tubbank eller på hängande tubpaneler kan orsaka utmattningspåkänningar hos tuberna, i allmänhet vid tubernas infästningar. Är påkänningarna för höga uppstår utmattningsbrott förr eller senare.

Särskilt om sotblåsarlansens varvtal motsvarar eller ligger i närheten av tubpanelens egenfrekvens kan det medföra att tubpanelerna, speciellt hängande panelöverhettare, sätts i överdriven svängning. Pendlingar liksom svängningar hos enskilda tuber har i ett inte obetydligt antal fall lett till utmattningsbrott vid tubernas infästning.

För att undvika varvtal som orsakar resonans med tubernas egensvängningsfrekvens bör lansens rotation väljas högre än skärmarnas egensvängningsfrekvens. Pendlingsfrekvens hos hängande överhettare eller tubbankar sjunker med ökande beläggningstjocklek, varför man bör säkerställa att den frekvens sotblåsarnas varvtal genererar alltid är högre än vad som är kritiskt egensvängningstal för panelerna.

En särskild riskbedömning bör utföras genom mätning eller beräkning i samråd med expertis eller panntillverkaren.

2.2.2 Dysornas utformning

Lansrörens munstycken bör utformas så att de ger största möjliga sotningseffekt. *Figurerna 3 och 4* visar två olika placeringar av dysorna i munstycket. Dysplaceringen i *figur 4* ger plats för en mer utpräglad "Laval-dysa" än vad som är fallet i *figur 3*. Ånghastigheten i munstycket ökar väsentligt vid samma ångdata och därmed ökar också sotningseffekten. Vid bibehållen sotningseffekt, kan ångtrycket till dysorna sänkas avsevärt i förhållande till dysplaceringen i *figur 3*.

Det är ångstrålens impuls och inte ångtrycket i sotångledningen, som är den styrande faktorn för såväl sotningsresultatet som för eventuella skador.

2.2.3 Vinklade dysor

Vinklade dysor (d.v.s. med snett riktade ångstrålar) kan i och för sig förväntas ge en bättre sotningseffekt, men särskilt kombinationen av vinklade dysor och höga sotångtryck måste ändå vid en riskanalys bedömas som riskabel ur säkerhetssynpunkt, eftersom de kan medföra ökad belastning och skadliga (sido-)svängningar hos tubpanelerna. De kan sannolikt också påverka lansrörens livslängd.

2.2.4 Risk för sprickbildning vid lansrörsfäste

Uppriktning av sotblåsarens lansrör och åkvagn skall ske noggrant, så att lansrörsinfästningen i åkvagnen inte utsätts för roterande böjmoment.

Brustna flänsar har i flera fall medfört att lansröret lossnat och skjutits i väg som en raket och allvarligt skadat motstående tubvägg. Brister en väggtub av stöten så kan vattenflödet till eldstaden bli förödande!

Flänsutförande och svetsning av lansrör och munstycke skall ske med en väl utprovad svetsmetod. Lansrören är nästan alltid utförda i varmhållfast krom- och molybdenlegerat stål och kräver avancerade svetsmetoder.

Lansröret blir vid rotation utsatt för roterande böjutmattning, vilket medför stora krav på svetsningsutförandet samt på flänsens uppriktnings. Även en liten snedställning av lansrörets fläns ger upphov till stora böjspänningar i infästningen och kan göra att lansen brister på grund av utmattningssprickor. Svetsa därför aldrig en gammal fläns till ett nytt lansrör utan ersätt skadade lansrör med nya och låt i stället leverantören utföra eventuella reparationer.

2.2.5 Lansens läge vid ångpådrag.

Ångpådragsventilen bör inte öppna förrän lansrörens dysor kommit så långt in i pannan att tubväggen inte äventyras när ångpådragsventilen öppnar.

När ångpådragsventilen öppnar bör lansarnas dysor peka vertikalt och inte direkt mot närliggande tuber. Skulle det komma kondensat med ångan då ångpådragsventilen öppnar så kan tuberna - såväl i tubväggen som i skärmarna - annars drabbas av erosionsskador.

Anordning för kontinuerlig fasförskjutning av ångdysornas startläge (i lansens längsled) rekommenderas. Ett sådant arrangemang minskar risken för tuberosion.

2.3 Åtgärder mot kondensatbildning i sotångsystemet

Kondensatansamling i lansröret innebär en risk för en vattendusch från dysan i lansröret när ångpådragsventilen öppnar.

Det finns då stor risk för att tuber invid väggenomföringen förtunnas genom erosionskorrosion. Såväl tuber i tubpanelerna som intilliggande vägg-tuber är utsatta för risk. Det finns också risk för sprickor i tubgodset invid påsvetsade fenor som en följd av termisk utmattning. I värsta fall kan förtunnade vägg-tuber brista med stora vattenflöden in i eldstaden som följd.

Om inte lansen är dränerad kan annars ångan orsaka vattenslag i lansen när ångpådragsventilen öppnas.

Munstycksdysans utformning medför att en betydande mängd kondensat kan samlas i röret mellan varje blåsning.

Dränering av lansröret är ett krav i SS-EN 12952-7, annex A, moment A.2.11.

Kondensat i sotblåsare skall undvikas genom:

- Användning av rekommenderade ångdata. Sotångan skall i samtliga fall vara tillräckligt överhettad för att undvika kondensering. Om det bildas kondensdroppar i ångan finns risk för att den fuktiga ångan korroderar de tubpartier som sotas.
- Väl utformat och isolerat ångsystem, där särskild vikt lagts vid behovet av dränering av bildat kondensat. För exempel se figur 1.
- Blåsning av torkluft genom lansrören, se pkt. 2.4 och figur 2.
- Åtgärda läckande pådragsventiler (heta lansrör kan vara ett varningstecken). Läckande ångpådragsventiler skall omedelbart åtgärdas eftersom de kan orsaka problem med kondensatduschar vid ångpådrag, vattenslag i munstycksröret, sekundära korrosion-/erosionsskador på vägg- och överhettartuber, cementerade väggboxar/genomföringar, invändig korrosion i lansrör etc.

- Eventuellt bildat kondensat dräneras genom borrade hål intill dysan. Om lansens anslutning till dyshuvudet inte redan har det från början, så borrar lämpligen sex hål, med 3 mm diameter, jämnt fördelade runt rörets omkrets. Hålen skall vara placerade bakom dysan på lansröret, så att de är utanför väggboxen då sotblåsaren inte är i drift. Ett läckage i inloppsventilen kan då upptäckas i ett tidigt skede. Kommer kondensatet ut inne i väggboxen kommer det också att ge upphov till igensättningar, som kan få lansen att fastna eller gå trögt.
- Lansrören ska ha en svag lutning mot pannan.

2.4 Spärrluft och torkluft

Utrustning för tillförsel av spärrluft till väggboxar och torkluft till lansrör skall finnas, se figur 2.

Ånga och spilluft till lansen (mellan sotångcyklerna) bör skiljas åt på ett säkert sätt.

Spärrluften till väggboxen motverkar att rökgas tränger ut i sodahuset genom väggboxen t.ex. vid övertryckspuffar inne i pannan. Härigenom undviks också en del korrosionsskador och igensättningar inne i väggboxen.

Spärrluften bör vara förvärmad och tas lämpligen ut efter någon av pannans luftförvärmare. Det är viktigt att tillräckligt spärrluftflöde kan upprätthållas.

Läckande backventil i spärrluftsystemet måste omedelbart åtgärdas eftersom det kan ge upphov till problem med cementerade väggboxar/genomföringar och överbelastade motorer.

Torkluft till lansröret via ångpådragsventilen torkar upp kondenserande ånga invändigt i lansröret efter avslutad sotning samt förhindrar dessutom rökgaskondensering inne i lansröret.

Utrustning för *ångblåsning på lans* (steam purge) under sotningsförloppet rekommenderas då ångblåsning på lansrören håller sotblåsarlansar och vägggenomföringar rena och förbättrar därigenom driftbetingelserna för sotblåsarna.

3 Styrning av sotångssystem

Sotångssystemet bör styras av ett programmerbart styrsystem där olika sotsekvenser kan väljas beroende på pannans last och dess nedsmutsningsgrad.

Det är fördelaktigt och orsakar mindre svängningar i pannans ångtryck om ”nästa sotapparat” i sekvensen kan påbörja sotning strax innan sotångventilen till föregående sotapparat stängts, d.v.s. så att sotångsekvenserna mellan de bägge blåsarna överlappar något. Därför bör varje sotapparat förses med ett extra gränsläge placerat innan sotapparaten är helt utdragen och som kan utnyttjas för att styra en kontrollerad överlappning mellan sotapparater.

Behovsstyrd sotning kan anordnas genom systematisk mätning av temperaturdifferenser över pannans olika värmeytor och möjliggör optimering av ångsotningens effekt.

4 Underhållsprogram

Ett program för regelbunden översyn och förebyggande underhåll skall utarbetas. Av programmet skall framgå tidsintervall för översyn samt vem som skall utföra varje enskilt tillsynsmoment.

Utöver underhållet av själva blåsarna är det viktigt att kontrollera att inte sotblåsarna orsakar skador på eldstaden, framför allt invändigt runt sotblåsarnas väggöppningar.

Exempel på moment som bör ingå samt förslag till tidsintervall anges nedan:

Årligen:

- Lansröret demonteras och kontrolleras med avseende på infästningsflänsen sprickor vid. Kontrollen bör innefatta okulär granskning, röntgen av samtliga svetsar samt spricksökning med penetrant vid infästningsflänsens hålkäl och intilliggande svets. (lämpligt intervall först 3 år och sedan successivt oftare)
- Lanshuvudet och lanshuvudets dysor kan granskas i samband med att man har tillträde till eldstaden. Eventuellt måste lansröret köras in en bit i pannan för att dysorna skall bli synliga.
- Åkvagnens kugghjul och kuggstängerna granskas med avseende på förslitning och skador. Förslitning kan medföra ojämn gång eller överkuggning och därmed extra påkänningar på lansröret. Drivkedjan (eller motsvarande) till åkvagnen granskas i hela sin längd med avseende på förslitning och eventuella övriga skador.
- Lansrören skall kontrolleras (t.ex. ultraljud) med avseende på invändig korrosion (minst årligen). I anläggningar som saknar eller har ett otillräckligt torkluftsystem eller som har problem med ångventilerna är detta särskilt viktigt (vid behov utökade kontroller).

Månadsvis

- Regelbunden uppmärksamhet på faktorer som t.ex. utvändig korrosion, raket, snedställningar, kuggdrevens läge, ovanliga temperaturer, hög strömstyrka hos drivmotorn.
- Uppriktning av åkvagnen skall kontrolleras med indikeringspilar. Risk finns att kuggdrevens kuggar över en kugge och att vagnen blir sned. Vagnen får inte löpa snett då det ger kraftigt ökade böjpåkänningar i lansröret.
- Kontroll av att lansröret är i rätt läge i utdraget skick och inte är krokigt. Krokigt lansrör skall omgående bytas. Kan man okulärt och utan hjälpmedel se att lansröret inte är rakt och centrerat skall det åtgärdas. Orsaken till eventuellt förekommande böjda lansrör bör utredas.
- Regelbundet återkommande kontroll av att sotblåsarstyrningen reverserar blåsaren före kontakt med främre mekaniska stoppet samt stoppar driften före kontakt med bakre mekaniska stoppet (minst månatligen).
 - Sotblåsarnas upphängningar bör inspekteras regelbundet (minst varje månad). Det har inträffat att den mekaniska upphängningen av sotblåsare intill pannväggen brustit, varvid också ångledningen kan skadas. Sotblåsarnas upphängningar bör därför säkras och regelbundet inspekteras.

- Spärrluften till väggbox och pådragsventil bör kontrolleras regelbundet med avseende på flöde och tryck. Avsaknad av spärrluft kan ge upphov till invändig korrosion i munstycksrör och ventil.

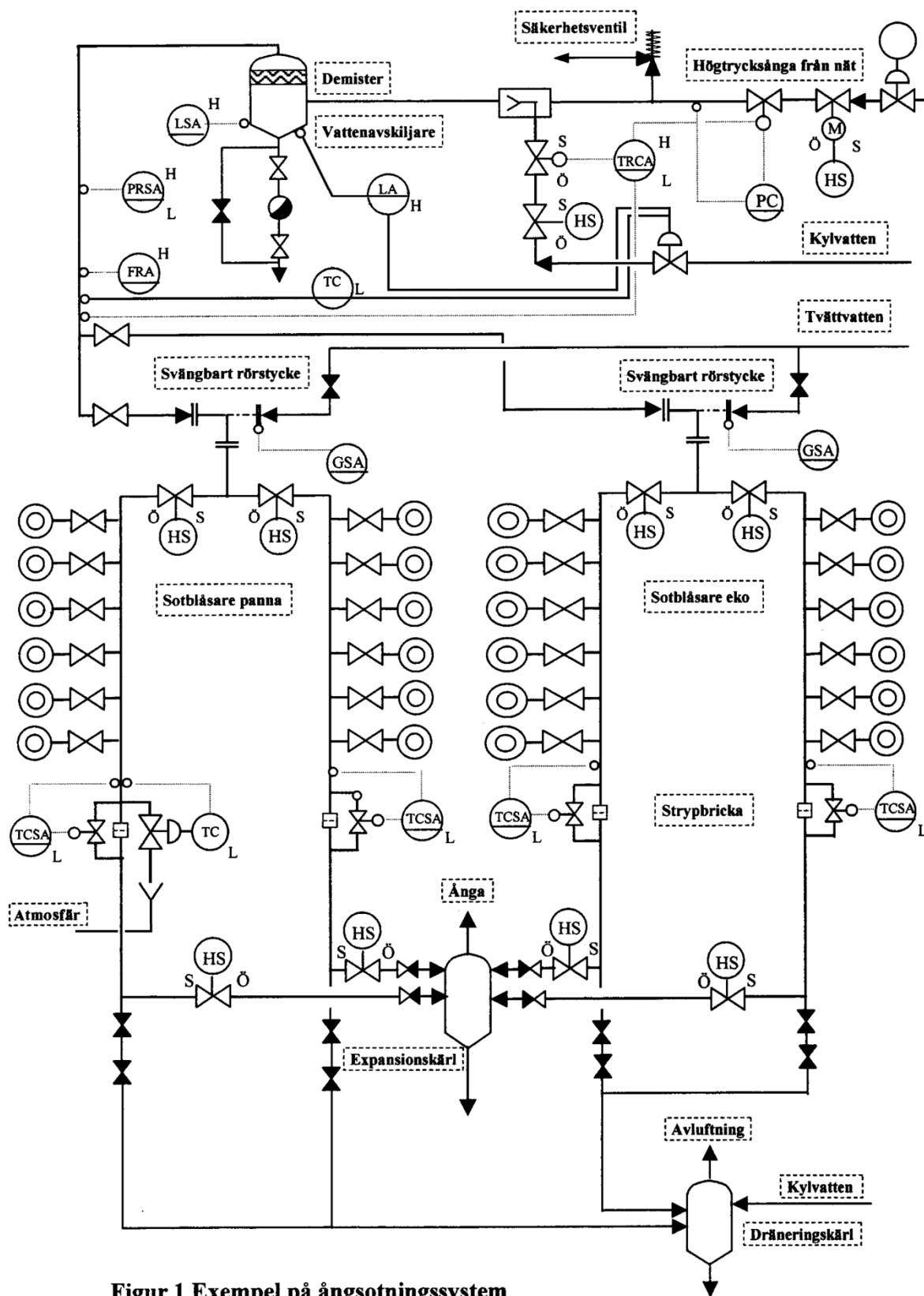
Veckovis/ daglig rond

- Bevaka att lansens dräneringshål inte sätter igen sig.
- Ångpådragsventilens täthet bör kontrolleras regelbundet (minst varje vecka). Detta kan ske genom
 - kontrollera att inte lansröret blir onormalt varmt mellan sotningscyklerna.
 - kontroll av lansrörens dräneringshål
 - kontroll av tilloppsrörets temperatur, t.ex. med kontakt-termometer eller strålningspyrometer
 - bortkoppling av torkluftens anslutning till ångpådragsventilen/lansröret.
- Läckage i packbox för ångtilloppsrör bör snarast åtgärdas. Ompackning skall ske omsorgsfullt med bra packningsmaterial. Hela ringar rekommenderas. I samband med packningsbyte skall bottenbussningen kontrolleras och om nödvändigt bytas.
- Övriga läckage, missljud

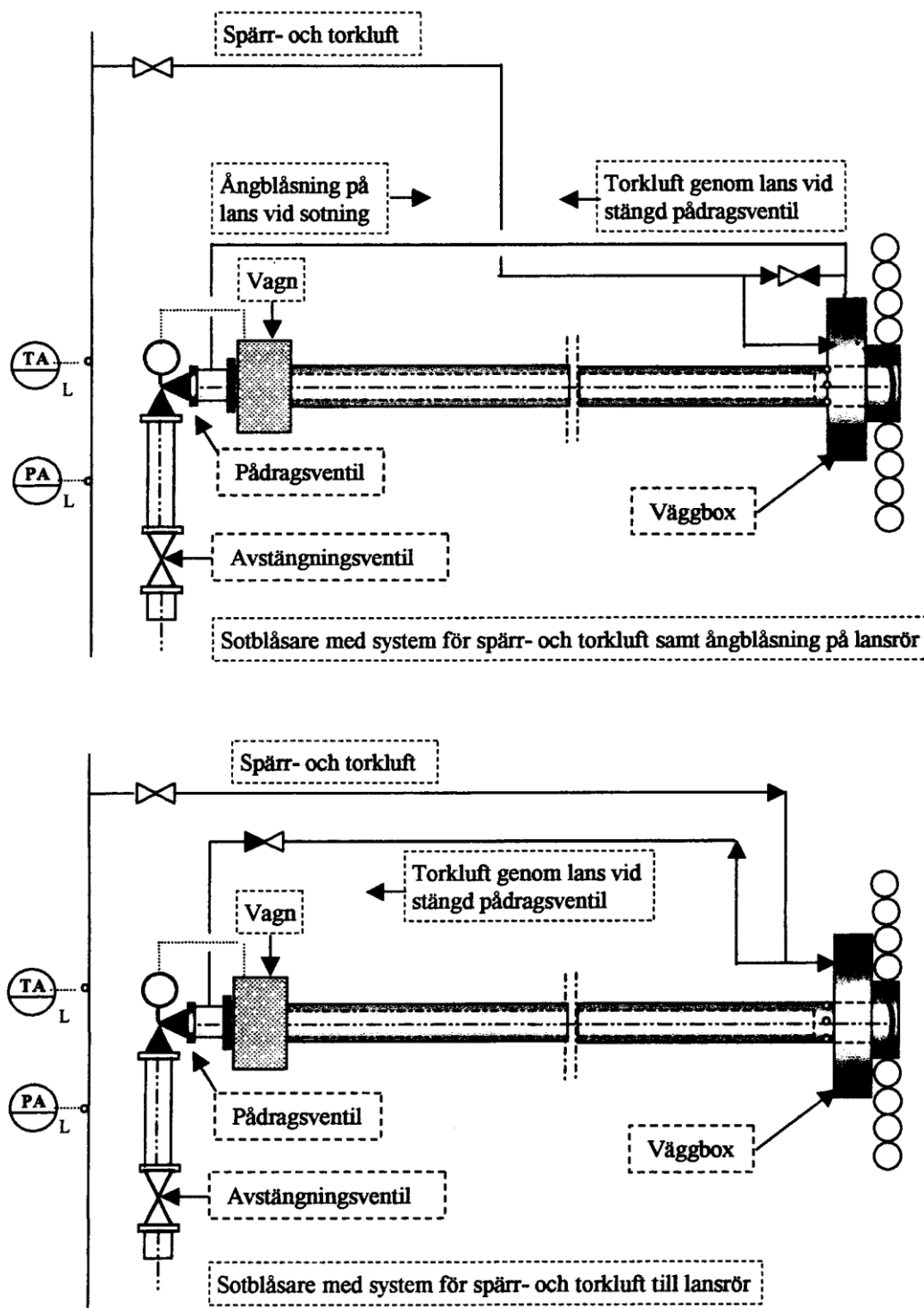
5 Vattentvättning med användning av sotapparater

- Om sotningssystemet ska användas vid vattentvätt av pannan skall anslutningen av vatten utföras enligt anvisningarna i SHK:s rekommendation nr D 1. Fasta vattenanslutningar till sotångssystemet är inte tillåtna.

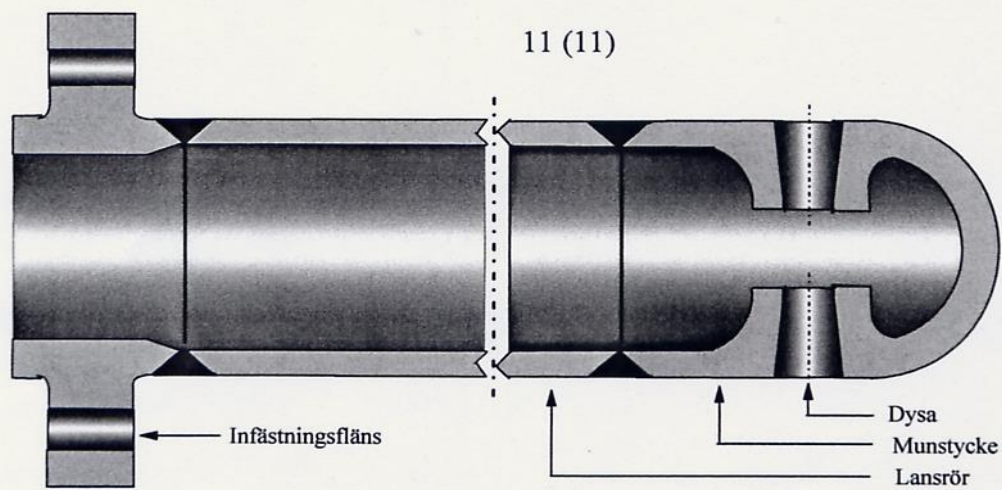
6 Figurbilagor



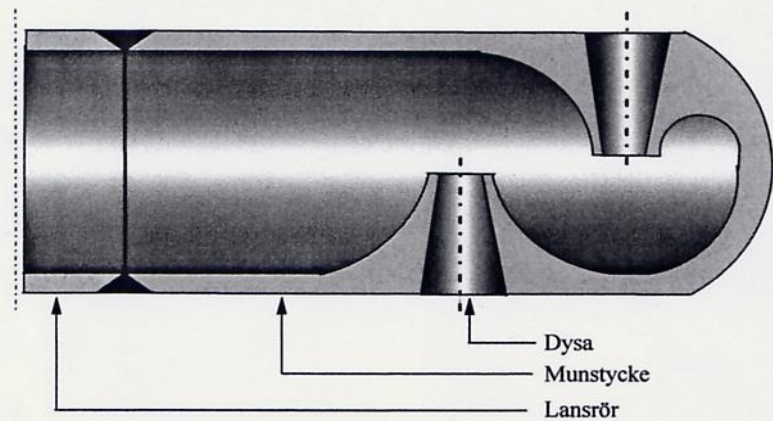
Figur 1 Exempel på ångsotningssystem



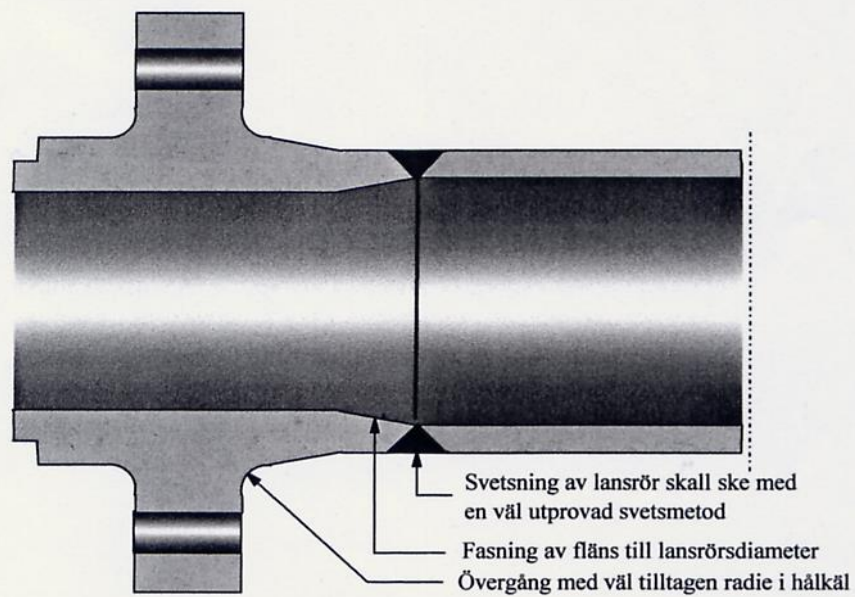
Figur 2. Exempel på arrangemang för sotblåsare.



Figur 3. Exempel på komplett lansrör.



Figur 4. Exempel på placering av effektivare "Laval-dysor" i munstycket.



Figur 5. Exempel på acceptabel utformning av fläns till lansrör.