VÄRMEFORSK
STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Erfarenheter beträffande korrosions och materialproblem i rökgasreningsutrustningar m m från avfallseldade anläggningar i Sverige

Lennart Dahl

MATERIALTEKNIK 377

Erfarenheter beträffande korrosions- och materialproblem i rökgasrenings-utrustningar m m från avfallseldade anläggningar i Sverige

Lennart Dahl, Korrosionsinstitutet

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING
BOX 6405 • 113 82 STOCKHOLM • TEL. 08/34 09 80
Augusti 1990
ISSN 0282-3772

Korrosionsinstitutet
Swedish Corrosion Institute

Korrosionsinstitutet
Roslagsvägen 101, hus 25
104 05 Stockholm
Telefon: 08-790 98 00
Telex: 19962 KORRO S
Telefax: 08-16 72 70

Utskrivet av: ER

Godkänt

Godkänt för publicering

Ärende: Erfarenheter beträffande korrosions- och materialproblem i rökgasreningsutrustningar m m från avfallseldade anläggningar i Sverige.

Författare Lennart Dahl

Reg nr: 64 186

Datum: 1990-04-27

SAMMANFATTNING

"Tuff" rökgasmiljö vid avfallsförbränning ställer krav på korrosionshärdiga material, både vid hög och låg temperatur, dvs i det senare fallet under ca 200°C.

Vid låg temperatur arbetar ett antal utrustningar såsom olika reningsanordningar, värmeväxlare och rökgaskanaler. För att identifiera och sammanfatta förekommande problem vid avfallseldade anläggningar har en enkät gått ut till de svenska avfallsvärmeverken. Resultatet av denna enkät visar bl a:

- att korrosionsproblemen i många fall har kunnat undvikas genom användning av korrosionshärdiga material eller skyddsbeläggningar. Sådana material är höglegerade metalliska material, t ex nickelbaslegeringar, plaster och keramer.

- att drifttiderna för anläggningarna är i åtskilliga fall för korta för att kunna ge en helt korrekt bild av härdigheten hos förekommande material

- att förutom korrosion kan också erosion och vibrationer uppträda. Cykloner är främst utsatta för erosion genom stoftpartiklar, medan fläktar (i något fall) uppvisat vibrationer pga obalans genom uppkomna beläggningar

- att skorstenstoppar - oftast av Corten - angrips mer eller mindre av kondens, vilket kräver underhåll. 254 SMO har vid ett verk lanserats som beklädnad för skorstenstoppar.

- att korrosion hos kolstål i slangfilter, vilket redovisas i några fall, i allmänhet kan minskas genom fullgod isolering och täta luckor.

- att korrosion sällan förekommer i elektrofilter, men ett fall av högtemperaturkorroson, sannolikt smältakorrosion och ett fall av lågtemperaturkorrosion pga återkommande driftavbrott har inträffat.

I N N E H Å L L

1 BAKGRUND OCH MÅL

2 METODIK

3 RESULTAT

3.1 Materialerfarenheter från anläggningar med skrubber, kalkreaktor och/eller rökgaskondensering

3.2 Materialerfarenheter rån anläggningar med mekaniska avskiljningsanordningar och/eller elektrofilter

4 SLUTSATSER

5 REFERENSER

1 BAKGRUND OCH MÅL

I samband med övergång till energiproduktion med alternativa bränslen som kol, torv, avfall etc har med hänsyn till dagens miljökrav korrosionsproblemen aktualiserats i olika rökgasrenings- och värmeåtervinningsanläggningar, där rökgaser kyls ned till låga temperaturer. I VÄRMEFORSKs regi har därför startats ett projekt benämnt "Åtgärder mot korrosion i rökgasreningsutrustningar vid framtida energiproduktion". Projektet, som utförs vid Korrosionsinstitutet, skall leda till bättre materialval och optimering av processparametrar så att riskerna för korrosionsangrepp minskas, vilket i sin tur medför mindre kostnader för drift och underhåll.

Projektet har i den första etappen inriktats på anläggningar för förbränning av kol och avfall.

En litteraturstudie har tidigare framtagits, som dock i mycket liten utsträckning berör problemen med material och korrosion i avfallseldade anläggningar utan är helt dominerad av de många materialvalsproblemen som förekommer i koleldade förbränningsanläggningar.

För att identifiera förekommande problem och sammanfatta drifterfarenheter av material vid avfallseldade anläggningar har därför en enkät sänts ut till de svenska avfallsvärmeverken.

2 METODIK

Undersökningen har bedrivits i form av en skriftlig enkät, som framgår av BIL 1. Formuläret har sänts ut till samtliga avfallsförbränningsanläggningar, anslutna till Svenska Renhållningsverksföreningen, som vänligen tillhandahållit adresser och uppgifter på kontaktpersoner vid verken (referens: Lotta Retzner).

Före utsändning har enkätformuläret granskats av Eva-Katrin Lindman, Stockholm Energi Produktion AB (tidigare Götaverken Miljö AB) och Håkan Westas, Uppsala Energi AB, varvid synpunkter framkommit vilka lett till åtskilliga förbättringar av formuläret.

3 RESULTAT

Svar har inkommit från 21 anläggningar av totalt 23, som är i drift. (Kronogårdens Värmeverk i Trollhättan är nedlagt).

Materialerfarenheterna beskrives verk för verk i två avsnitt nedan, ett avseende anläggningar med skrubber, kalkreaktor och/eller rökgaskondensering och ett avseende anläggningar med mekaniska avskiljningsanordningar (cykloner, spärrfilter) och/eller elektrofilter.

Av TAB 1 framgår avfallsverkens namn, typ av eldstad, drifttid hos reningsanläggningen, typ av reningsutrustning, avfallets mängd och sammansättning (hushållsavfall/industriavfall), rökgasens kemiska sammansättning och temperaturen före och efter reningsutrustningen.

3.1 Materialerfarenheter från anläggningar med skrubber, kalkreaktor och/eller rökgaskondensering

Källhagsverket, AB Avesta Energiverk

Anläggningen togs i drift 1980 och var då utrustad med ett elektrofilter av Fläkts fabrikat. 1988 togs en ny reningsanläggning i drift, som skulle motsvara dagens miljökrav. Den nya reningsanläggningen som är föranledd av koncessionsbeslut, avskiljer förutom stoft också sura gaser, tungmetaller, dioxiner och andra organiska ämnen. Den är också försedd med ett energisteg för att ytterligare ta till vara den energi, som finns i rökgaserna. Denna energi tillförs fjärrvärmenätet via en absorptionsvärmepump. Utrustningen består av en kombination av ett torrt rökgasreningssystem och ett kondenserande energiåtervinningssystem. För vidare information hänvisas till ref (1),. Principskisser av system, som de såg ut 1980 resp 1988 framgår av FIG 1 och 2.

I den nya anläggningen förekommer glasfiberarmerad plast i skrubber samt i in- och utgående rör till densamma. Inconel 625 i insprutningsdysor, 254 SMO i rökgaskondensor samt emaljerat kolstål i påvärmare.

Några materialproblem har inte förekommit i vare sig den gamla eller nya reningsanläggningen. Den nya anläggningen har hittills kort drifttid.

I övrigt kan nämnas att skorstenen är utförd av Corten och i fläktar och rökgaskanaler utgöres materialet av målat kolstål. Materialet i den gamla fläkten har dock bytts ut mot SS 2343 då den sitter i ett gasstråk med hög klorvätehalt.

AB Eksjö Energiverk

En första rökgasreningsutrustning, som installerades i början av 1980 innehöll i tur och ordning en grovcyklon och ett textilfilter (fabrikat: Svenska Fläktfabriken). Till sandbädden i pannan tillsattes 25 kg dolomit för neutralisering av sura ämnen. 1985 installerades en våtskrubber (reaktor) av fabrikat Andeze efter textilfiltret. Skrubbern togs i drift i september 1987. Efter skrubbern är gastemperaturen ca 60°C och gasen kyls ytterligare ner i en värmeväxlare till ca 30°C, för att sedan då endast vatten föreligger i ångform upphettas i en eftervärmare till 60°C innan rökgasen går till rökgaskanal och skorsten.

Materialvalet i rökgasreningsutrustningen beskrivs som följer:

- ingående rör till skrubberförkylaren är av kolstål (temperatur: 150-170°C)
- skrubbern är i kolstål, men i nedre delen, där kondensering sker, är den plastbelagd
- dysorna för insprutningsvattnet (vattenledningsvatten) är av plast
- i övrigt är allt av plast t o m eftervärmaren.

Pga för låga eftervärmningstemperaturer inträffade tidigare att rökgasfläkten havererade och rökgaskanalen fick mindre korrosionsskador. Fläkten byttes ut, medan något utbyte av rökgaskanal inte erfordrades.

GRAAB, Avfallskraftvärmeverket, Sävenäs Göteborg

Verket som levererar både el och värme togs i drift i februari 1972, då ett elektrofilter (Svenska Fläkt AB, typ FAA-2828-7025-2 med utbyggnad FAA-2828-3075-7) hade installerats.

I april-juni 1988 togs en våtskrubber i drift och under sept-okt samma år en utrustning för rökgaskondensering. Reningsanläggningen har levererats av Götaverken Miljö AB. En skiss av anläggningen visas i FIG 3.

Rökgasreningssystemet har beskrivits på följande sätt enl ref 2:

Rökgaserna har en temperatur av ca 220°C och kommer från tre befintliga pannor om vardera 90 000 Nm^{3}/h. Före ekonomisern sker en första stoftavskiljning i befintliga filter.

Ekonomisern sänker rökgastemperaturen till 140°C.

Förkylaren är nästa steg. Här sprayas vatten över rökgaserna och temperaturen sänks till 60°C.

Tvättreaktorn består av en fyllkroppsbädd över vilken vatten recirkuleras. Här sker reningen. HCl och HF löser sig och ger ett mycket surt vatten.

Föroreningar som stoft, dioxiner, tungmetaller, kvicksilver, HF, HCl etc följer med det mycket förorenade vattnet till **vattenreningen**. Reningsreaktorn är byggd i glasfiberarmerad plats för att motstå risken för kemisk korrosion som är stor vid pH 1,0.

Den vattenmättade gasen leds till **kondenseringsreaktorn** som är uppbyggd på samma sätt som reningsreaktorn.

Vatten sprayas åter över rökgasen vars temperatur sänks till ca 40°C. Vattenångan i gasen kondenserar därmed och man för ett ca 50°-igt vatten. Detta vatten används som värmekälla för värmepumparna.

Innan gasen leds till skorstenen återvärms den i en **återvärmare** med hjälp av ånga med en tempertur på 150°C. På väg till skorstenen passerar den nu renade gasen **ljuddämpare**.

Tack vare en by-pass kanal kan energirektorn användas som tvättreaktor om tvättrektorn exempelvis behöver service. Förbränningen behöver då inte stoppas.

Erfarenheter och materialval

Elektrofilter

1972-82 hade inkommande rökgas till elektrofiltret en temperatur av 320°C och i vissa zoner ändå högre. Högtemperaturkorrosion uppstod därför på utfällningsplåtar, upphängningsanordningar och andra komponenter av kolstål. 1983 installerades en matarvattenekonomiser, som kylde ned rökgasen till elektrofiltret till ca 230°C, vilket hade gynnsam effekt dvs högtemperaturkorrosionen förhindrades i fortsättningen.

Skrubber, kondenseringsanläggning och övrigt

Förteckning över förekommande material i:

- **Kylskrubber** ("Quench")
  ingående rör - teflon klätt kolstål
  väggmaterial - glasfiberarmerad plast
  insprutningsdysor - Hastelloy C

- **Tvättskrubber**
  ingående rör - Corten
  väggmaterial - glasfiberarmerad plast
  insprutningsdysor - polypropen

- **Kondenseringsskrubber**
  ingående rör - glasfiberarmerad plast
  väggmaterial - dito
  ingående rör till reservquench - Corten, belagd med glasflakeförstärkt plast

- **Rökgaskanal**
  Corten

- **Rökgasfläkt**
  Såväl rotor, hus som fläktblad är tillverkade av Corten.

- **Ekonomiser**
  Rör - SS 1330-06
  Vägg (gastät) - SS 1312

- **Återvärmare**
  Rör - SS 2377 + St 35,8
  Vägg (gastät) - SS 1312

- **Skorsten**
  Corten

Några skador eller materialproblem har inte uppträtt på den nya utrustningen sannolikt beroende på kort drifttid.

Hedenverket, Karlstad

Rökgasreningsanläggningen, se FIG 4, omfattar i huvudsak:

- En reaktor
- En kalksilo
- En recirkulationssilo
- Ett slangfilter (fyra kamrar)
- En rökgasfläkt
- En stofthanteringsutrustning bestående av fyra skruv- och två kedjetransportörer, stoftsilo och befuktare

I reaktorn sker först en grovavskiljning av tyngre stoftpartiklar ur rökgaserna. Det avskilda stoftet matas med hjälp av mekaniska transportörer till stoftsilon. Härifrån matas stoftet ut via en befuktare till transportcontainer. Innan rökgaserna lämnar rektorn behandlas den i två faser. I den första fasen kyls rökgasen ned till rätt temperatur.

I den andra fasen i reaktorn sker en kemisk reaktion mellan föroreningarna i rökgasen och den kalk, som blåses in i reaktorn. Ur reaktorn strömmar således rökgas där föroreningen är bunden till kalkpartiklar, som sedan avskiljs i slangfiltret.

De renade rökgaserna strömmar sedan vidare från slangfiltret, via rökgasfläkten och ljuddämpare, till skorstenen.

De flesta delarna av anläggningen utgörs av kolstål, såsom i ingående rör, reaktor, väggar och tak i filter. Insprutningsdysorna för kalk resp vatten är av teflonbelagt kolstål resp Hastelloy.

Kalkdysans möjliga drifttid är ca 1 år, medan vattendysans livslängd ökats genom övergång från SS 2343 till Hastelloy.

Korrosion i rökgaskanalen har förekommit i ett begränsat område pga dålig isolering. Otäta luckor i överdelen av slangfiltret skapade korrosionsproblem i filterfickornas överdel.

Norsaverket vid Västra Mälardalens Renhållnings AB, Köping

Ett Bahco-Lurgi elfilter har använts sedan 1972 utan problem. Ett längdsnitt genom förbränningsanläggningen framgår av FIG 5.

Anläggningen har bl a kompletterats med kalkinblåsning och slangfilter 1989, se detaljskissen, FIG 6. Natriumsulfid tillsättes för att reducera kvicksilverhalten i rökgasen.

Gärstadsverket, Tekniska Verken i Linköping AB

Avfall från ett 20-tal kommuner förbränns i Gärstadsverket. Den producerade energin täcker 35% av fjärrvärmens årliga behov i Linköping. För vidare information om verket hänvisas till ref 3 och FIG 7, som bl a visar reningsutrustningen, vilken omfattar flera

steg. I ett elektrofilter (Rothemüller), som togs i drift 1982-84, sker avskiljning av stoftpartiklar från gasen.

Rökgaserna leds vidare till en ekonomiser, där de kyls med fjärrvärmevattnets returvatten, som därmed uppvärms. Därefter blåses kalk in, som binder sura ämnen samt kvicksilver. Rökgaserna passerar slutligen genom ett textilt filter för avskiljning av stoft och kalk. Filtret, som är ett slangfilter typ LKP från Fläkt Industri AB, togs i drift i december 1985. Några materialproblem har inte förekommit i elektrofiltret (material av SS 1312).

Slangfiltret

SS 1312 förekommer i väggar och kanaler (5 mm tjocklek) filterplåt och bottenfickor. Slangarna är tillverkade av Ryton med basrör av PTFE. Sprickor i svetskonstruktioner i inloppkanaler har förevarit.

Sargar för tätningslock har angripits vilket medfört luftläckage i hörn och korrosion på hörnsargar, vilka rostat sönder. Tätningslocken anses inte ha fungerat pga dålig packningskonstruktion. Köldbryggor från hus till filterkammare har också förekommit.

Malmö avfallsvärmeverk

SYSAV (Sydvästra Skånes Avfallsaktiebolag) svarar för den regionala avfallshanteringen i sydvästra Skåne. Brännbart hushålls- och industriavfall tas om hand vid Malmö avfallsverk. Anläggningen som består av två ugnslinjer togs i drift 1973. För att ytterligare minska rökgasutsläppen kompletterades befintlig rening (el-filter) med avancerad rökgasrening 1981. Två år senare infördes ytterligare avgaspannor, för att öka värmeutbytet från soporna.

Malmö avfallsverk producerar ca 500 000 MWh årligen i form av hetvatten. Detta motsvarar 25% av fjärrvärmebehovet i Malmö-Burlöv (4, 5).

En skiss av reningsutrustningen som levererats av Fläkt Industri visas i FIG 8.

Reningsutrustningen består i stora drag av två cykloner, kalkreaktor, elfilter och slangfilter. Rökgaskanalerna är i stål SS 1311 alt SS 1312 och skorsten av Corten.

Elektrofiltret, Bischoff typ HI 24/4,4x7,5 togs i drift i november 1973 och övrig reningsutrustning i maj 1981. Några materialproblem har inte förekommit i anläggningen.

Uppsala Energi AB, Avfallsförbränningen

Efter pannan fördelas rökgasen på 4 block med var sitt elfilter, vilka installerats 1964, 1971, 1982 och 1984. Två av elfiltren är av Fläkts fabrikat, medan de två övriga är av märket "Research Cotrell".

Elfiltren är utförda i kolstål och rökgaskanalerna i Corten. Några korrosionsproblem har inte förekommit, trots lång drifttid.

Efter filterna kyles rökgasen ned i två (tidigare tre) ekonomisrar och går sedan till en kondenseringsanläggning, levererad av Fagersta Energetics och installerad i juni 1986. Rökgasen passerar i tur och ordning rökgasfläkt, droppavskiljare, påvärmare, rökgaskanal av Corten och Corten-skorsten (materialet i toppen är 4 mm tjockt).

Direkt efter kondenseringen är rökgasens temperatur 32°C, efter fläktens 37°C och påvärmaren höjer gasens temperatur till 60°C.

Gummerat kolstål förekommer i rökgaskanalen samt i hus och hjul till fläkten. Kondensortuberna är av 254 SMO (Avesta). Påvärmaren är av teflon och fuktavskiljaren i polypropen (PP).

Fläkten var tidigare plastbehandlad, men redan efter kort tid uppstod sprickor och korrosion på det underliggande kolstålet.

Detsamma gäller rökgaskanalen, vilken då målades med epoxi, som inte heller gav tillräckligt skydd.

Påvärmaren har också erbjudit problem. Varken kolstål eller epoximålat kolstål har fungerat tillfredsställande och även prover av rostfritt stål (SS 2333, SS 2343 och 254 SMO) korroderade i påvärmaren. För närvarande pågår provning av keramiska beläggningar.

3.2 Materialerfarenheter från anläggningar med mekaniska avskiljningsanordningar och/eller elektrofilter

Bollmoraverket, Drefvikens Energi AB

Vid Bollmoraverket förekommer ett elfilter, fabrikat ELEX från Industrifilter B.

Emissionselektroderna (typ RS) av aluminiumstabiliserat stål har korroderat och bytts ut 1988 efter ca 4 års drifttid.

Som orsak till korrosionen anges ett onormalt stort antal driftavbrott av anläggningen.

Rökgassidig korrosion av SS 1330-06 erhållits i pannans konvektionsdel (typ rökrör) vid en lägsta vattentemperatur ca 78°C. Motsvarande rökgastemperatur var 360°C.

Säverstaverket, Bollnäs Värmeverk

Här används Industrifilters multicykloner och slangfilter XLC 4-14-60, se FIG 9.

Rökgaskanalerna är utförda i SS 1312 med 4 mm godstjocklek, medan föravskiljarna (cyklonerna) består av Hardox. Kanalerna före avskiljarna och avskiljarna har bytts ut pga slitage (erosion) av sand och stoftpartiklar.

Skorstenstoppen av kolstål byttes ut i juli 1988 mot Corten 4 mm.

Ryaverket, Borås Energiverk

I augusti 1966 installerades ett cyklonfilter, som byttes till ELEX elfilter 1979 pga slitageproblem. Slitaget ledde till driftavbrott och återkommande reparationer var och varannan vecka.

Värmeverket Björkborn, Karlskoga kommun

Verket har ett elektrofilter av Fläkts fabrikat. Anläggningen togs i drift 1986 och har hittills inte uppvisat några materialproblem.

Man har beslutat att ersätta eller komplettera elektrofiltret med annan rökgasreningsutrustning under 1991. Vilken typ av utrustning man skall välja är dock inte klart.

Kinda Avfallsförbränningsanläggning AB (KAAB)

Reningsutrustningen består av ett 2-zonigt elektrofilter av fabrikat Lurgi. Allt material i anläggningen utförs av kolstål bortsett från skorstenen, som är i Corten.

Rökgasfläkten, som sitter efter elektrofiltret, har vibrerat sönder vid tre tillfällen (driftavbrott ca 3x4 tim). En lucka har monterats för att lättare komma åt att rengöra fläkten.

Rökgasspjället kärvar varvid det framkommit att det fungerar bäst om det inte smörjes.

En por på en avluftningsledning till ekonomisern gav upphov till skador.

Kiruna Värmeverks AB

Elektrofilter av fabr F.L. Smith & Co A/S (Danmark), som levererats av Vølund Miljöteknik A/S (Danmark), har varit i drift sedan februari 1985 utan några problem. Några problem i andra komponenter har inte heller noterats.

Landskrona kommuns avfallsförbränningsanläggning

Vid denna anläggning utnyttjas cykloner och textilfilter från Industrifilter AB (Totalentreprenör: AB Generator)

Måttlig korrosion i cykloner och ingen onormal korrosion i textilfiltret rapporteras. Några slangar har vid enstaka tillfällen rämnat i sömmarna.

Tuberna har förslitits i eldstaden ovan sandbädden (erosion).

Lidköpings Värmeverk AB

Reningsutrustningen består av cykloner och textilfilter levererade av Industrifilter AB, Borås. Filter och rökgaskanaler är i kolstål SS 1312, medan cyklonerna är i Hardox och skorsten i Corten.

Från början hade man cykloner i kolstål, som stoppade till september 1987 och byttes ut till Hardox 400. Detta material hade också slitits ut till april 1989. Materialfrågan för cyklonerna är under utredning.

Fläktbladen har fått korrosionsskador.

Dalamiljö AB, Mora

Efter ca 8 års drift har inte några materialproblem uppträtt. Reningsutrustningen består av ett elektrofilter Elex från Industrifilter AB, Borås, med filterhus av SS 1312.

Ekonomisern innehåller både SS 1312 och SS 1330-06, medan rökgaskanaler och skorsten är utförda i Corten.

Högdalenverket, Stockholm Energi Produktion AB

Anläggningen, som togs i drift i mars 1986, innehöll från början ett "torrt" slangfilter från Svenska Fläktfabriken. Reningsutrustningen består i stort av kolstål SS 1312 inkl rökgaskanal, fläkt och ekonomiser. Insprutningsdysor för natriumsulfidlösning är utförda av Hastelloy. Skorstenarna består däremot av Corten med utvändig beklädnad Avesta 254 SMO på topparna. Man planerar även att sätta in detta material på insidan. Smärre korrosionsangrepp har påträffats i rökgasreningsutrustningen, där luftinläckage förekommit, t ex vid instigningsluckor och läckande packboxar vid skruvar. Yttre hålplåt av aluminiumlegering till ljuddämpare i skorsten korroderade helt bort, vilket resulterade i att ljuddämparen bortmonterades. Bullernivån utan ljuddämpare var dock så låg att någon ny ljuddämpare har inte ansetts vara behövlig.

Korstaverket, Sundsvall

Reningsutrustningen består sedan november 1984 av ett elektrofilter av Fläkts fabrikat, typ 2 x 37,5 H 3670-A1 (FIG 10), vilket kompletterades med ett textilt spärrfilter i november 1987, typ slangfilter 2LKPM-208 (FIG 11).

Den 29 oktober 1987 upptäcktes följande skador i elektrofiltret:

- Första gasskärmen var kraftigt demolerad
- styrplåtar hade lossat i svetsar i första och andra skärmen
- skärmlister hade lossnat
- tvärstagsbalken hade lossat i svetsen och buktade ut 20 mm.

Vidtagna åtgärder bestod i att utfällningsplåtar riktades och att

emissionssystemets ramverk centrerades 20 mm. Trolig orsak till skadorna ansågs vara en gasexplosion. Några korrosionsproblem har inte förekommit reningsutrustningarna.

Erosionsskador förekommer på tuber i ekonomiser (av St. 35,8 III), och korrosion har noterats på expansionsbälgen mellan rökgaskanal och skorsten (SS 1312).

Ålidshemsanläggningen, Umeå Energi AB

Anläggningen, som togs i drift 1971 är försedd med elektrofilter och fläkt, typ MMBR 100, från Svenska Fläkt.

Skorstenstopparna av Corten har bytts ut efter 15 års drift mot nya i samma material.

Stegeholmsverket, Västerviks Värmeverk

Bahco kassettfilter, ett textilfilter, som föregås av förcykloner utgör reningsutrustning. Anläggningen togs i drift i juni 1984, men filterytan ökades i september 1986.

Korrosion har inträffat i filterhus (i SS 1312) pga otillfredsställande isolering. Problemet avlägsnades genom korrekt isolering.

Även rökgaskanaler före skorsten har varit utsatt pga otätheter vid inspektionsluckor.
Fläkthuset har korroderat.
Slitage i cyklonerna har inträffat och konerna utbyttes 1986. De planeras att bytas också sommaren 1989.

4 SLUTSATSER

Flertalet utrustningar, som ingår i resp reningsanläggning eller i anslutning därtill fungerar tillfredsställande ur materialsynpunkt.

Allmänt sett är uppkomna skador relativt fåtaliga, vilket i åtskilliga fall kan hänga samman med korta drifttider hos reningsanläggningarna och i synnerhet hos förekommande skrubbrar och/eller kondenseringsanläggningar. I de fall skador uppträder kan de dock ha stor inverkan på driftsäkerheten och det bedömes därför vara meningsfullt att framdeles göra en förnyad skadeuppföljning av de aktuella anläggningarna.

På nuvarande stadium kan dock följande anföras vad gäller materialval, korrosion och andra materialproblem:

- Genom att välja kvalificerade material som glasfiberarmerad plast, teflonklätt kolstål eller 254 SMO i skrubbrar eller avgasvärmeväxlare föreligger för närvarande inga större korrosionsproblem. Jämför dock ovan, vad som nämnts om korta drifttider.

- Insprutningsdysor kräver både erosions- och korrosionshärdiga material. Material som Inconel 625, Hastelloy C, polypropen och annan plast har använts med framgång i olika tillämpningar. Däremot har teflonbelagt kolstål inte klarat av sin uppgift i dysor för insprutning av kalk och stålet har bytts ut mot SS 2343 efter 1 år.

- För svårare förhållanden i rökgaskanaler har använts Corten eller gummerat kolstål. Särskilt efter skrubbrar kan korrosionsproblem uppstå.

- Att installera påvärmare är i sig ett sätt att undvika korrosion i rökgaskanaler eller skorstenar. Det har visat sig att påvärmarna erfordrar kvalificerat korrosionshärdiga material som plast eller emaljerat kolstål. I ett verk har kolstål och epoximålat kolstål använts men med otillfredsställande resultat. Provning av olika typer av rostfritt stål i den aktuella miljön har inte gett önskat resultat, varför provning av keramer pågår.

- Vibrationer eller korrosion, inkl nedbrytning av plastbeläggningar eller målningsskikt, förekommer i vissa fläktar. I något enstaka fall har kolstål ersatts med SS 2343. Vibrationer har uppstått pga stoftavlagringar, vilket åtgärdats genom inmontering av en lucka som möjliggör rengöring vid stillestånd. Liksom i rökgaskanaler kan korrosionen bero på för låga rökgastemperaturer.

- För skorstenar är Corten det mest använda materialet. Aluminium har dock förekommit i en ljuddämpare, utförd som perforerat rör. Ljuddämparen nedmonterades, då den angripits av korrosion.

  Skorstenstopparna är det mest känsliga stället och följande erfarenheter noteras:

  • Skorstenstopp av kolstål byttes ut mot Corten av 4 mm tjocklek.

  • Skorstenstoppar av Corten byttes ut efter 10 år mot samma material

  • Skorstenstopp av Corten klädes utvändigt med 254 SMO. Även invändigt planeras sådan beklädnad.

- I de flesta fallen rapporteras att elektrofilter fungerat utan skador. En del av dessa anläggningar visar drifttider om 18 år.

  Följande skador har dock inträffat:

  • Högtemperaturkorrosion inträffade i ett filter utsatt för en drifttemperatur av 320°C. Temperaturen sänktes till 230°C och angreppen upphörde.

  • Korrosion på emissionselektroder av kolstål uppkom beroende på talrika driftavbrott under en 4-årsperiod.

- En gasexplosion inträffade, som medförde mekaniska skador.

Slangfilter har i en del fall drabbats av korrosion på kolstål, vilket beror på otätheter och åtföljande luftläckage vida packningar eller dålig isolering (köldbryggor). Ett textilfilter har vid enstaka tillfällen rämnat i sömmarna.

Cykloner kan vara känsliga för erosion. Relativt täta byten av material rapporteras. Hardox 400 är ett vanligt förekommande material. Kolstål används i begränsad omfattning, då det har otillräcklig korrosionshärdighet. Vid ett verk "slets" Hardox 400 ut efter 1,5 år, men detta skall närmare utredas vid verket ifråga.

5 REFERENSER

1. Broschyren "Renare luft och effektivare energiutvinning i Avesta Fläkts rökgasreningsanläggning och NVS absorptionsvärmepump i Avesta" utgiven av Fläkt och NVS Installations AB.

2. Broschyren "Kondenserande rökgasrening med el- och värmeproduktion vid avfallsvärmeverket i Sävenäs" utgiven av Götaverken Miljö AB.

3. Broschyren "Gärstadsverket. Produktion för fjärrvärme" utgiven av Tekniska verken i Linköping AB.

4. Broschyren "Avfallsvärmeverk med avancerad rökgasrening" utgiven av Malmö Avfallsverk.

5. SYSAV. Statistik 1988.

TABELL 1. Allmänna data.

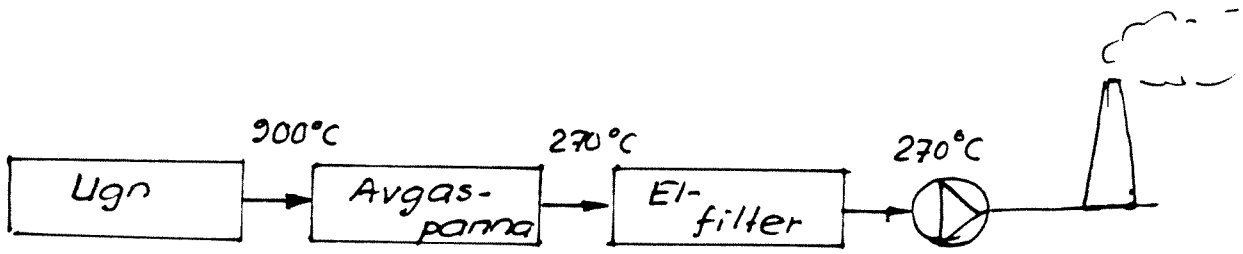
	Verkets namn	Typ av eldstad	Drift-tid (1 jan 89) år	Typ av reningsutrustn: Elfilter	Textilfilter	Kalkreaktor	Skrubber	Rökgaskondensering	Cyklonfilter	Avfall ton/år	H	I	Rökgasdata mg/nm³ HCl	HF	SO_x	NO_x	% fukt	Temp före °C	Temp efter °C
1.	AB Avesta Energiverk Källhagsverket	Rost	<0,5	x	x	x	x	x	-	50 000	80	20	1000	10	-	400	15	270	30
			9	x	-	-	-	-	-										
2.	Drefvikens Energi AB Bollmoraverket	Rost	5	x	-	-	-	-	-	10 000	80	20[1]	600	-	350	300	9	163	160
3.	Bollnäs Värmeverk Säverstaverket	Fluid bed	5,2	-	x	-	-	-	x	13 500	80	20	-	-	-	-	-	-	-
4.	Borås Ryaverket	Rost	[4]	x	-	-	-	-	(x)	25 000	70	30	515	-	133-183	176-318	5,0-5,4	-	140
5.	Eksjö	Fluid bed	9,5	-	x	-	-	x	x	6 000	80	20	470	-	-	-	12,3	170	60
6.	Avfallskraftvärmeverket GRAAB, Sävenäs, Göteborg	Rost	17,0[2]	x	-	-	x	x	-	295 000	72	28	500-1500	5-15	100-300	200-400	12-14	-[3]	-[3]
7.	Hedenverket Tekniska verken, Karlstad	Rost	2	-	x	x	-	-	-	50 000	60	30	1000	-	190[6]	350[6]	9,6	170	140
8.	Karlskoga Kommun Värmeverket Björkborn	Rost	2,5	x	-	-	-	-	-	34 000	100	0	730	3	131	332	11	230	150
9.	Kinda Avfallsförbränningsanläggning AB (KAAB), Kisa	Rost (horisontell)	4,7	x	-	-	-	-	-	16 000	50	50	749	2,6	-	-	15,6	251	-
10.	Kiruna Värmeverks AB	Rost	3,8	x	-	-	-	-	-	10 700	100	0	-	-	-	-	-	180	175
11.	Landskrona Kommun	Fluid bed	6,1	-	x	-	-	-	x	<8 000	100	0	-	-	-	-	-	168	168
12.	Västra Mälardalens Renhållnings AB, Norsaverket, Köping	Rost	18	x	x	x	-	-	-	45 000	90	10	500-600	4-6	50-60	350-450	12	240	120
13.	Lidköpings Värmeverk AB	Fluid bed	3,2	-	x	-	-	-	x	12 850	80	20	550-600	-	35	220	20	165-170	165-170
14.	Tekniska verken i Linköping AB Gärstadsverket	Rost	3,0	x	x	x[5]	-	-	-	200 000	75	25	900	5	280	280	16	140	140

1) Flis
2) Avser elektrofilter, skrubber togs i drift april-juni 1988 och utrustn för rökgaskondensering sept-okt 1988.
3) Före elektrofilter ca 230°C, efter fjärrvärmeekonomiser ca 140°C, efter skrubber 60°C, efter rökgaskondensering 40°C, utgående rökgas före skorsten och efter återvärmare 70-75°C.
4) Cyklonfilter 1966-1979, byte till elfilter 1979, dvs drifttiderna är ca 13 resp 10 år.
5) Kalkinblåsning.
6) Efter rening.

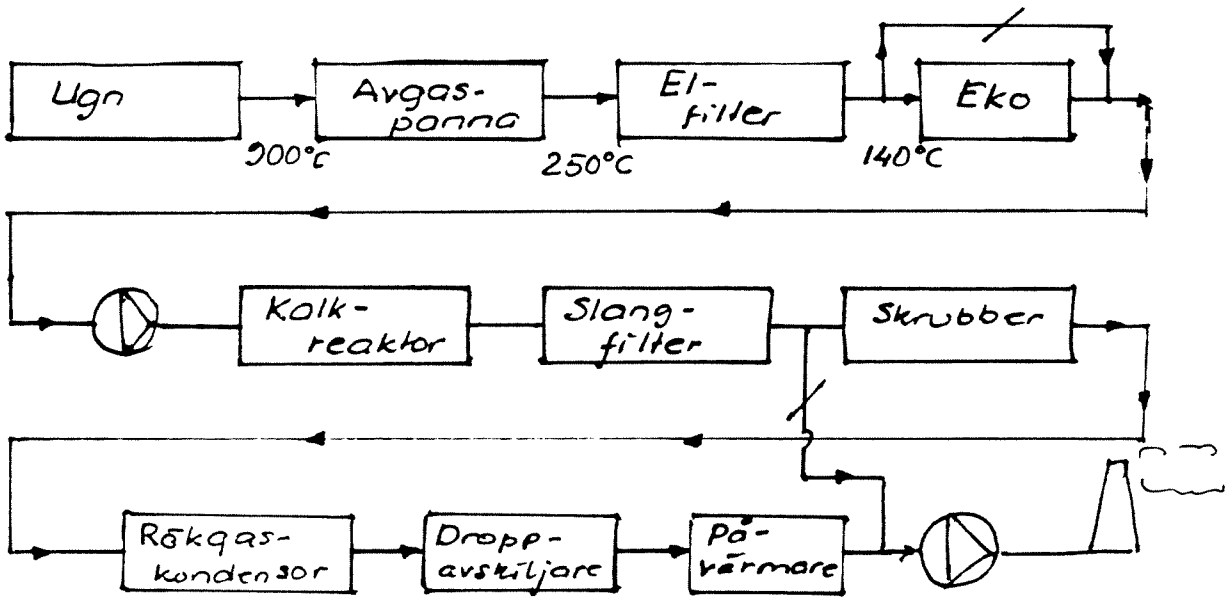
TABELL 1. Allmänna data. (forts)

Verkets namn	Typ av eldstad	Drift-tid (1 jan 89) år	Typ av reningsutrustn: Elfilter	Textilfilter	Kalkreaktor	Skrubber	Rökgaskondensering	Cyklonfilter	Avfall ton/år	H	I	Rökgasdata mg/nm^3 HCl	HF	SO_x	NO_x	% fukt	Temp före °C	Temp efter °C
15. SYSAV AB Malmö Avfalls-Värmeverk	Rost	16	x	x[11]	x[11]	-	-	-	220 000	54	35	800	5	250	350	15	155	140
16. DALA miljö AB Mora	Rost	8	x	-	-	-	-	-	18 000	80	20	850	-	-	200	14	160 -240	156 -236
17. Stockholms Energi Produktion AB Högdalenverket	Rost	3,5	x	-	-	-	-	-	240 000	90	10	800	5	350	350	15	135	130
18. Sundsvall Energi Korstaverket	Fluid bed (cirkulerande)	4,5	x	-	-	-	-	-	14 000	100	0	829	<0,2	<3	428	14,8	168	168
19. Umeå Energi AB Ålidshemsanläggn	Rost	18,7	x	-	-	-	-	-	85 000	100	-	100 800	1-6	100-500	-	10-17	210	210
20. Uppsala	Rost	-[8]	x	-	-	-	x	-	250 000	25	5	1000	15	235	375	16	240[9]	235[10]
21. Västerviks Värmeverk Stegeholmsverket	Fluid bed	4,5	-	x	-	-	-	x	18 000	70	30	10-30	0,5-1	-	250[7]	40-45	170	170

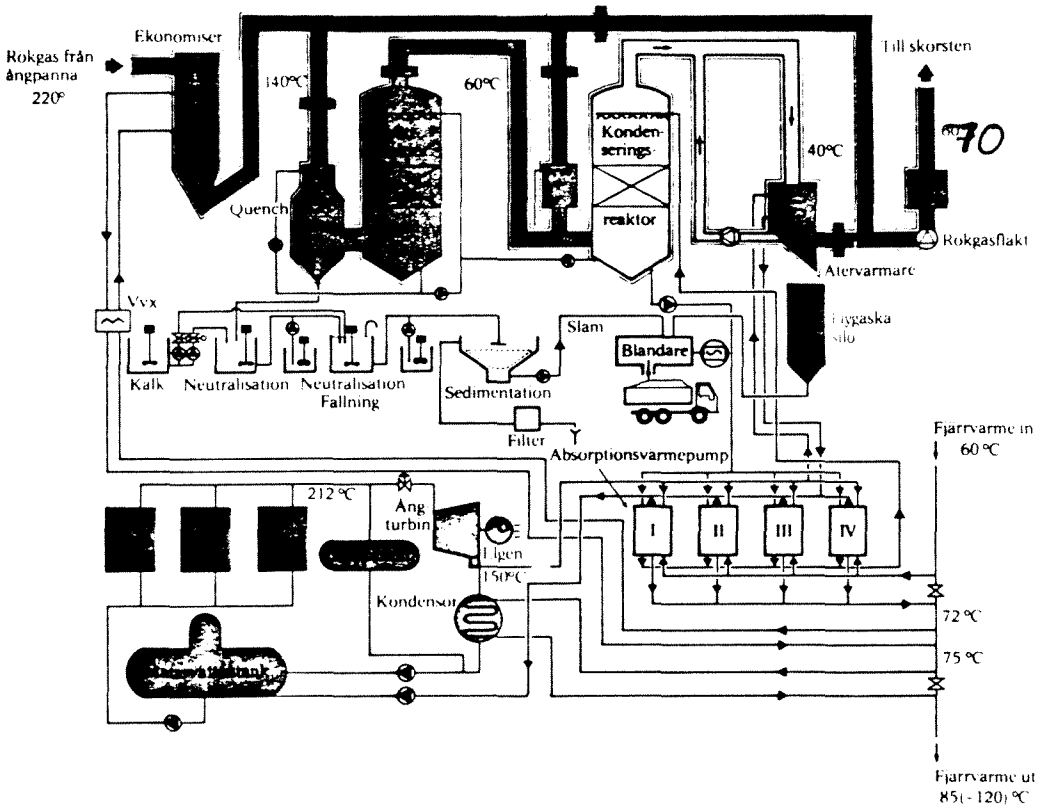
7) mg per MJ tillfört bränsle
8) Anläggningen omfattar fyra block med drifttiderna 5, 25, 18 och 7 år försedda med elektrofilter. Rökgaskondenseringsanläggningen togs i drift i juni 1986.
9) Före elektrofilter
10) Efter elektrofilter
11) Installation, maj 1981.



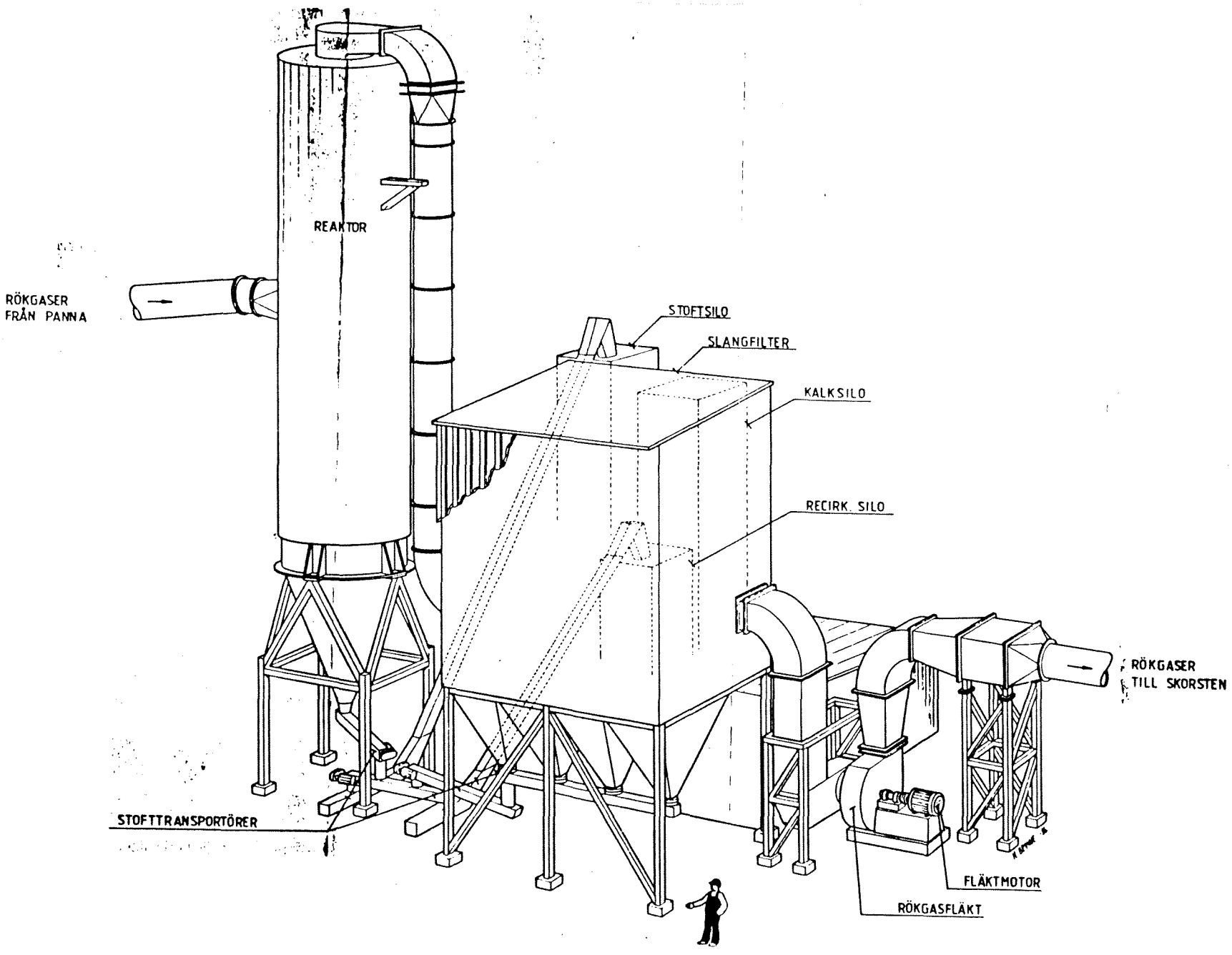
FIGUR 1. Källhagsverket 1980.



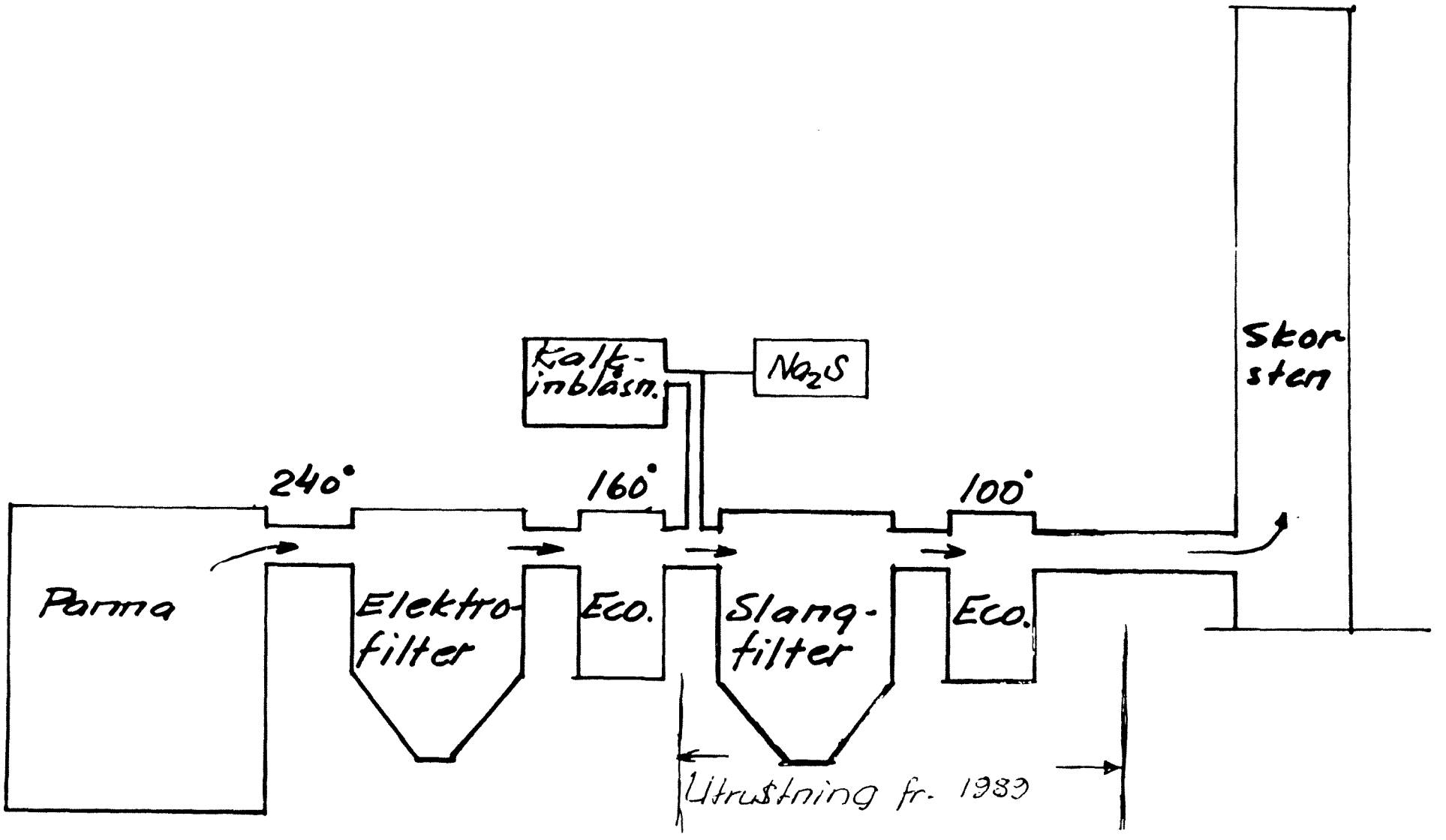
FIGUR 2. Källhagsverket 1988.



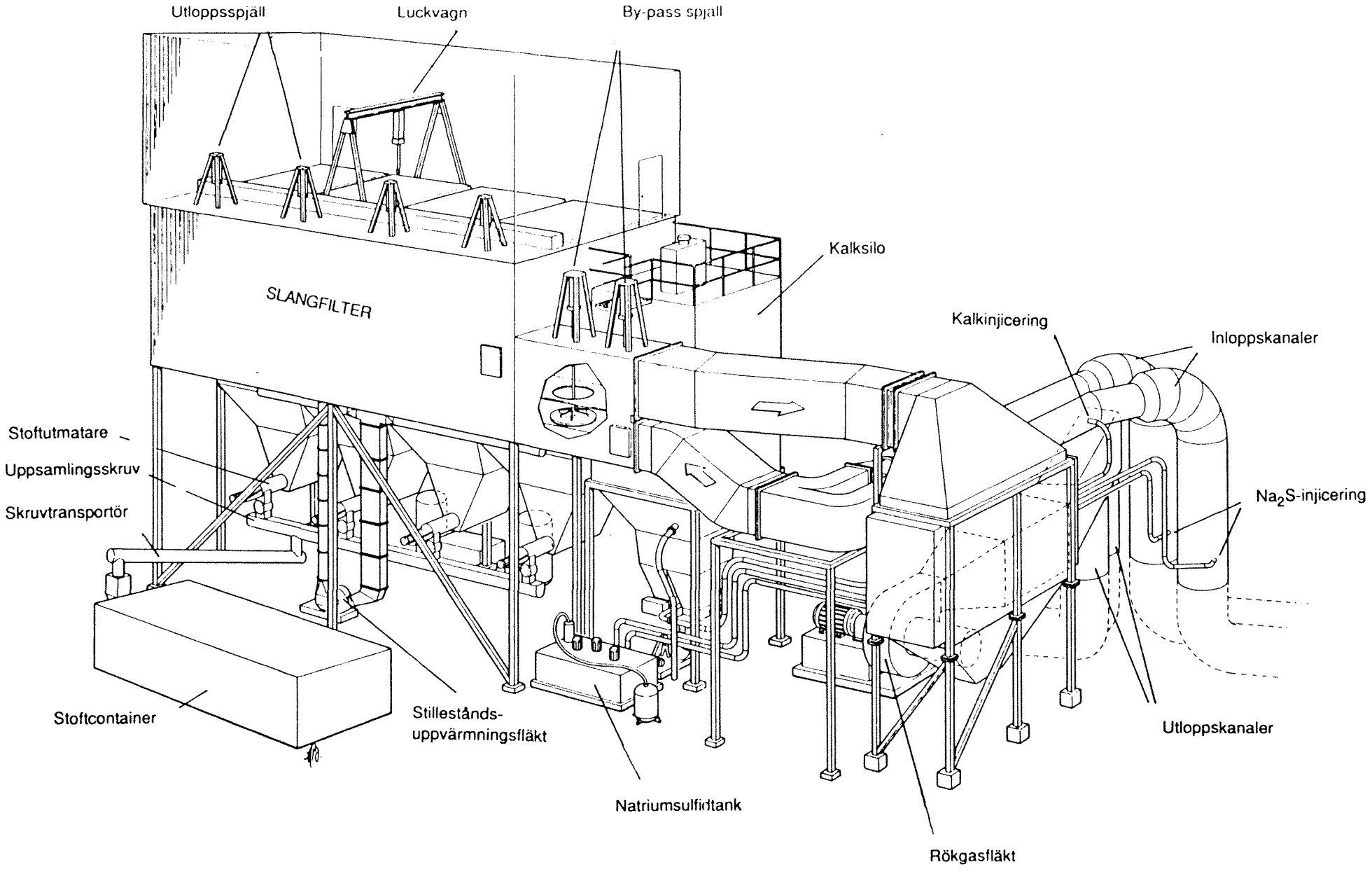
FIGUR 3. Reningssystemet vid avfallskraftvärmeverket i Sävenäs.



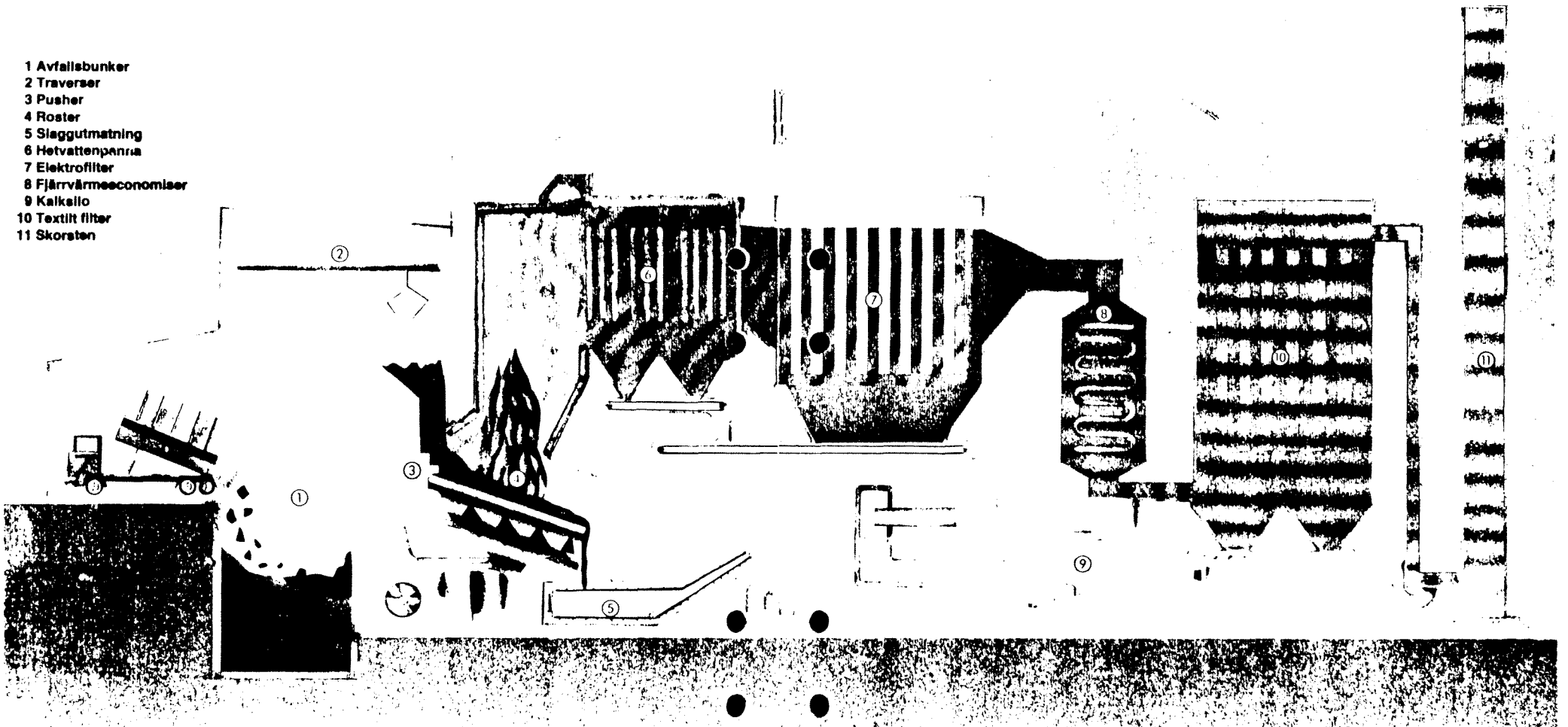
FIGUR 4. Rökgasreningsanläggning vid Hedensverket, Karlstad.



FIGUR 5. Rökgasreningsanläggning vid Norsaverket, Köping.



FIGUR 6. Slangfilter och kemikaliedosering, Norsaverket, Köping.



Eldningsteknik

Från bunkern matas avfallet med kranar till påfyllningstrattar vid ugnarna. I botten på varje tratt sitter en pusher som för in avfallet på pannans roster. Själva rostern liknar en trappa där vartannat trappsteg rörs av hydraulkolvar. På så sätt matas bränslet successivt genom eldstaden medan det förbränns. Primärluft blåses upp genom rosterblocken och fördelas över rosterytan till bränslebädden. Rostern har fyra sektioner som kan styras individuellt vad gäller hastighet och lufttillförsel. När avfallet är slutförbränt faller det som slagg ned i ett vattenfyllt kar och transporteras till en slaggbunker.

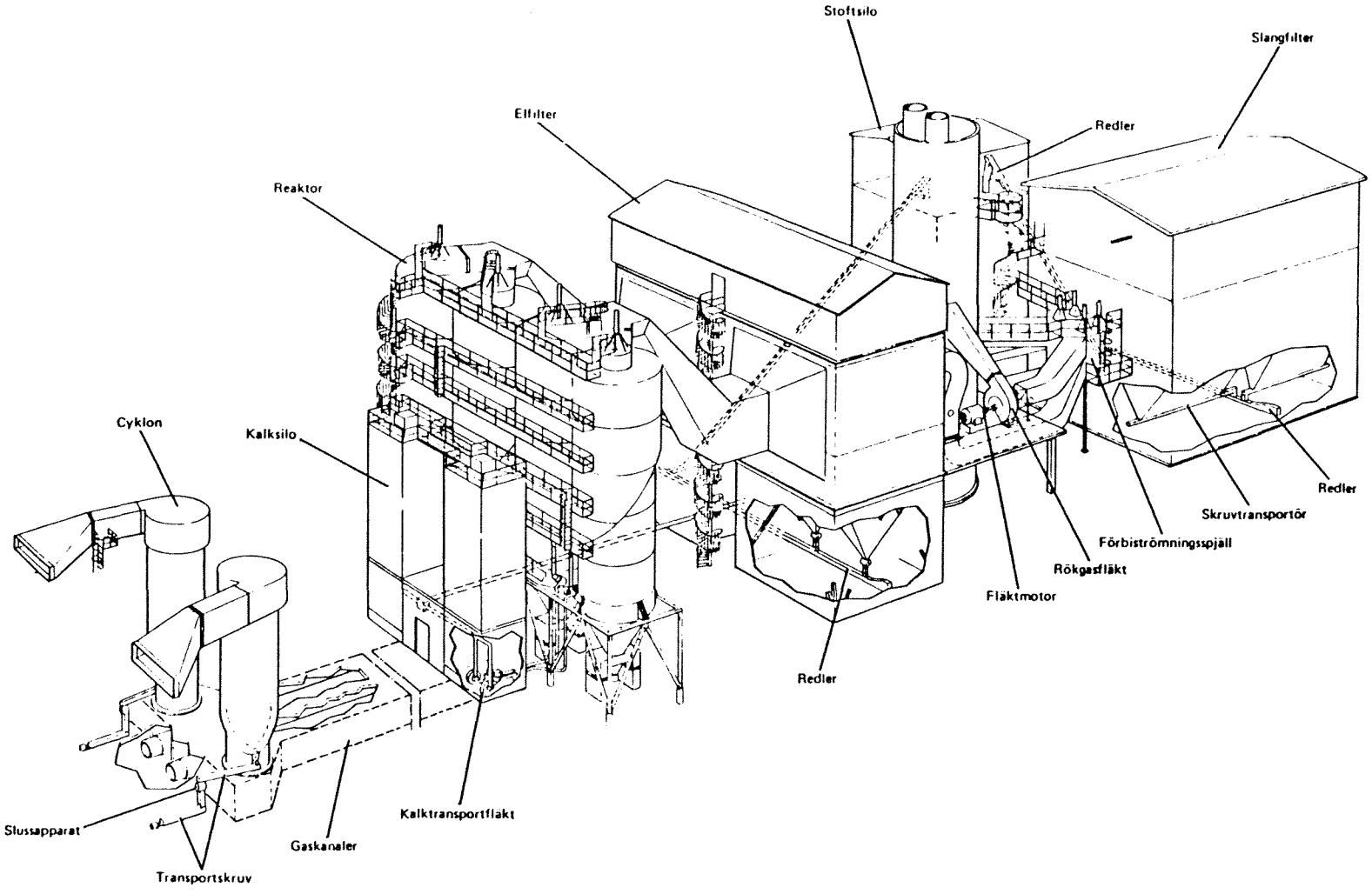
Värmeutvinning

De heta rökgaserna stiger uppåt. I pannväggarna och högst upp i pannan finns vattenfyllda rör. Vattnet i dessa rör, s k pannvatten, värms upp av den heta rökgasen och leds sedan till en värmeväxlare. Där avger pannvattnet sin värme till returvattnet från fjärrvärmenätet. Det uppvärmda fjärrvärmevattnet pumpas ut på ledningsnätet till kunderna. Det avkylda pannvattnet pumpas åter tillbaka till pannan för ny uppvärmning.

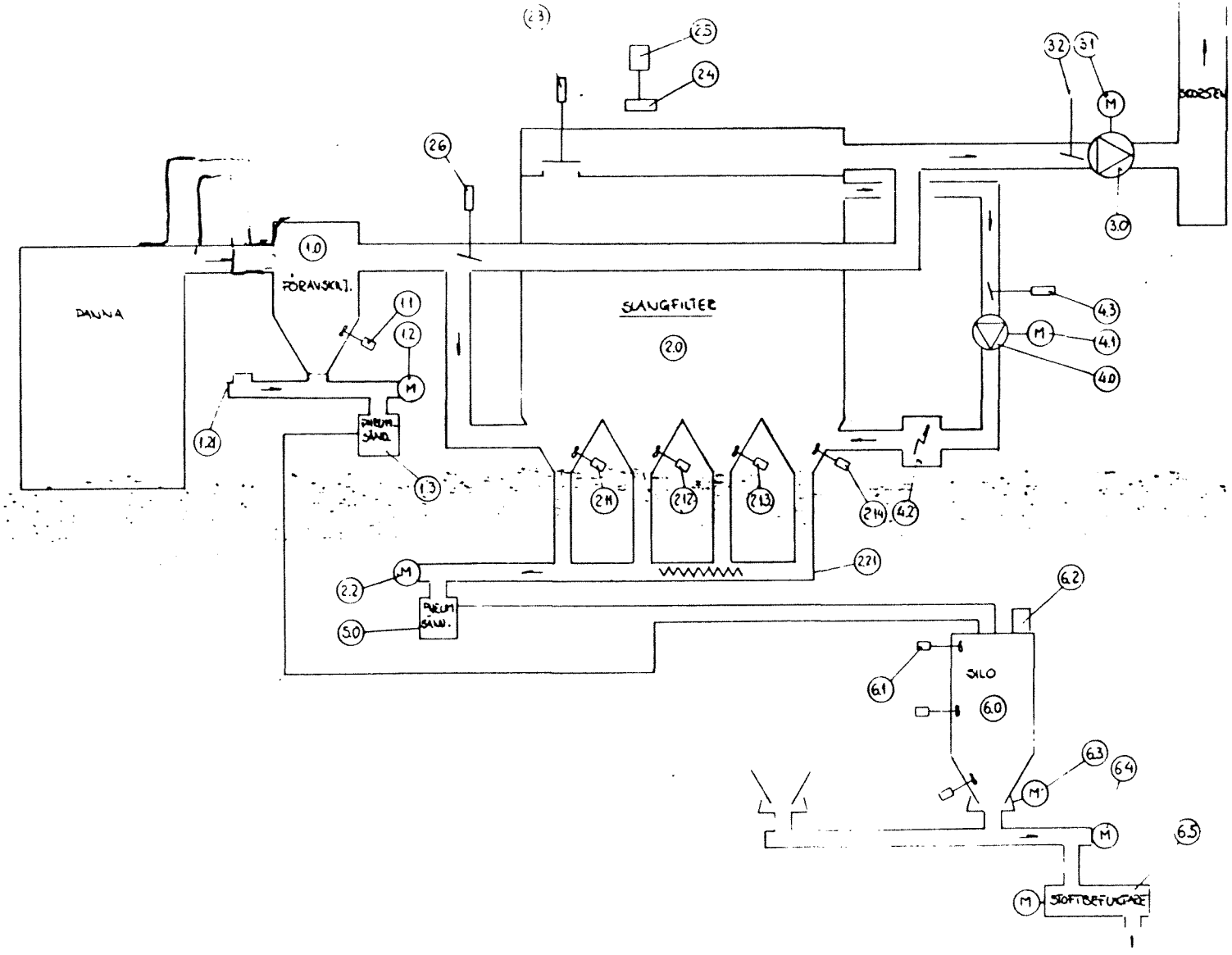
Rökgasrening

De rökgaser som bildas vid förbränningen renas i flera steg. I ett elektrofilter sker avskiljning av stoftpartiklar från gasen. Rökgaserna leds vidare till en economiser där de kyls med fjärrvärmenätets returvatten som därmed uppvärms. Därefter blåses kalk in som binder sura ämnen samt kvicksilver. Rökgaserna passerar slutligen genom ett textilt filter för avskiljning av stoft och kalk. Därefter går den renade röken till skorstenen.

FIGUR 7. Gärstadsverket. Linköping.



FIGUR 8. Reningsutrustning, Malmö Avfallsvärmeverk.

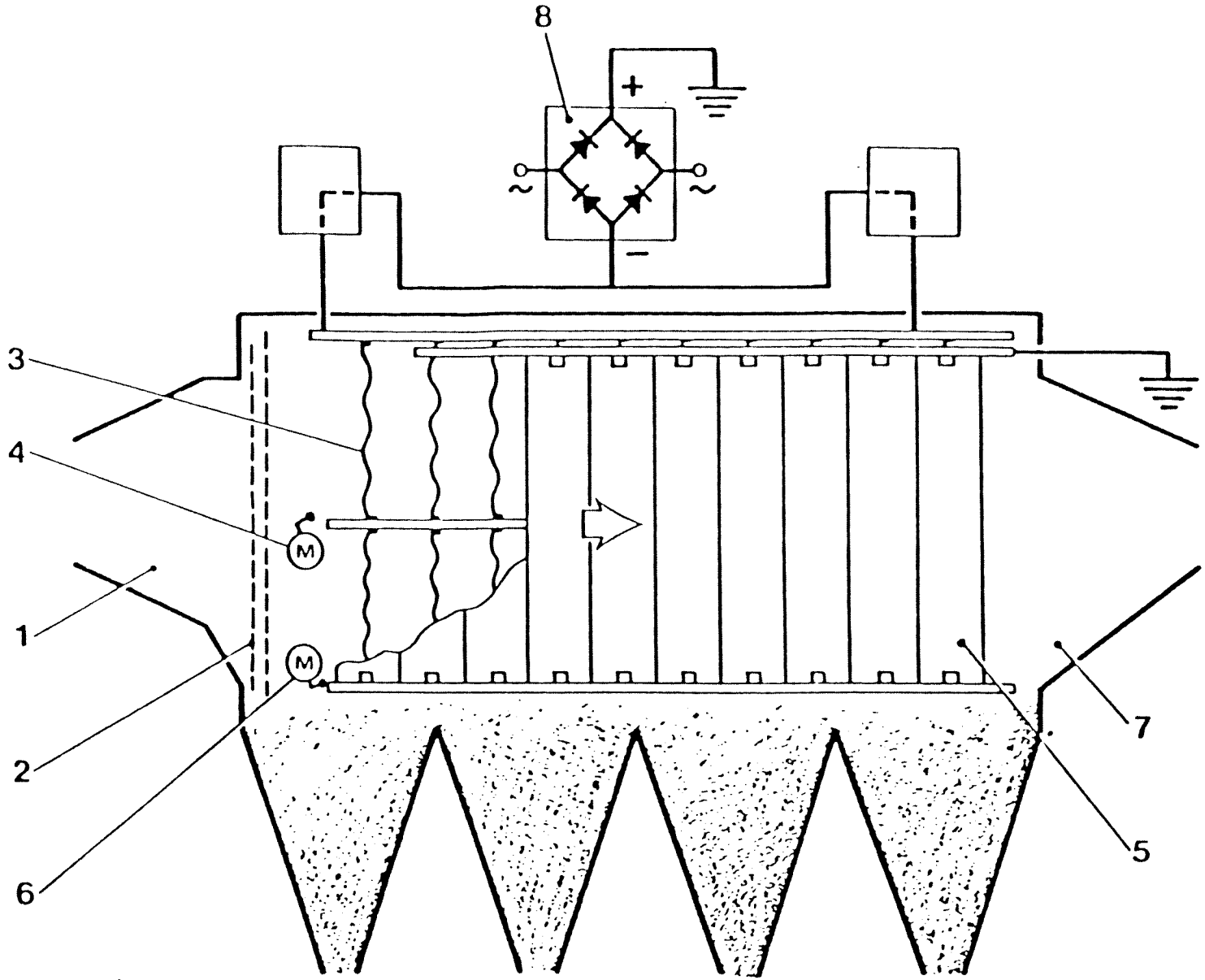


FIGUR 9. BOLLNÄS KOMMUN SÄVERSTAVERKET
HETVATTENCENTRAL RÖKGASRENING

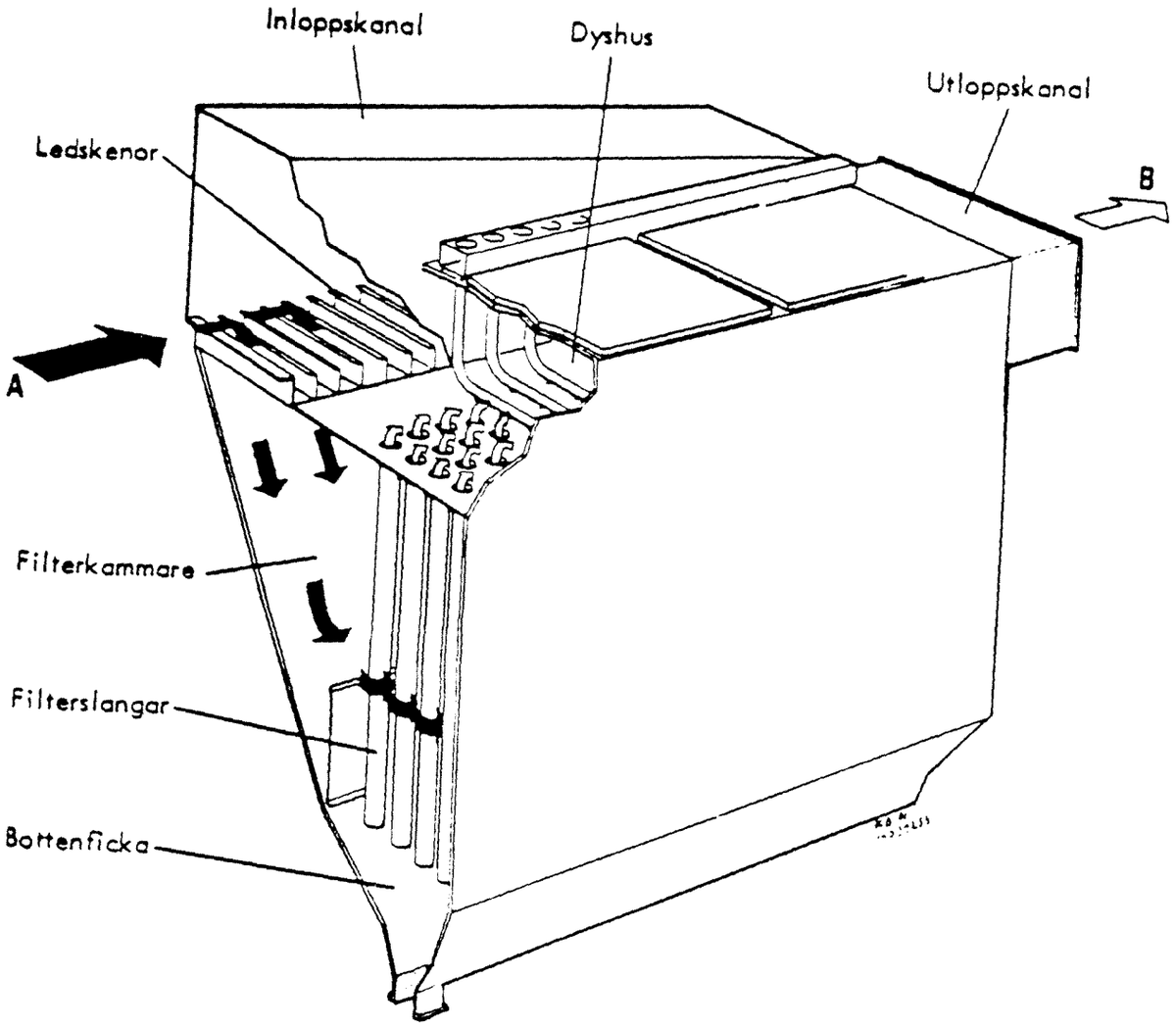
REV B 83-02-16
REV. A 82-11-03

10240-31 B

1. Gasinlopp
2. Gasfördelnings-skärmar
3. Emissions-elektroder
4. Slagverk till emissions-elektroder
5. Utfällnings-elektroder
6. Slagverk till utfällnings-elektroder
7. Gasutlopp
8. Högspännings-likriktare



FIGUR 10. Elektrofilter, Korstaverket, Sundsvall.



FIGUR 11. Slangfilter, Korstaverket, Sundsvall.

KORROSIONSINSTITUTET
Lennart Dahl
1989-03-21

Enkät beträffande materialproblem i rökgasreningsutrustningar m m i avfallseldade anläggningar

Datum: .....

Enkäten insänd av:

Företag: .....

Adress: .....

Namn (texta): .....

Telefon (även riktnr): .....

Befattning: .....

Kryssa i lämpliga rutor!

1 Anläggning och reningsutrustning

Värmeverkets namn: .....

Typ av eldstad ☐ Rost

☐ Fluid bed

☐ .....

Anläggningen togs i drift mån ..... år .....

Typer av reningsutrustning från början

☐ elektrofilter

☐ textilfilter

☐ kalkreaktor

☐ skrubber

☐ utrustning för rökgaskondensering

2 Avfall och rökgasmiljö

Avfallsmängd, ton/år .....

Typer av avfall: Hushållsavfall % .....

Industriavfall % .....

Rökgasanalys (före rening)/typiska värden på korrosiva komponenter: mg/nm^3

HCl .....

HF (som HF) .....

SO_x (som SO_2) .....

NO_x (som NO_2) .....

Fukthalt, % .....

Rökgasens temperatur vid inträdet till reningsutrustningen =

= .....^oC. Utträdestemperaturen = ...^oC

3 Materialdata (ursprunglig utrustning)

Ursprunglig reningsutrustning är/var av fabrikat (benämning, leverantör):

.....

.....

Den togs i drift: mån ..... år .....

Bifoga gärna en leverantörsbeskrivning och/eller rita en principskiss här, tack!

Ange förekommande material i olika komponenter ingående i reningsutrustningen:

(Exempel: ingående rör till skrubber - kolstål
överdel på skrubber - SS 2343
botten på skrubber - betong
insprutningsdysor - Inconel 625)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Inträffade materialproblem (t ex korrosion, brott, sprickor) i reningsutrustningen

☐ Några materialproblem har inte förekommit

☐ I rökgasreningsutrustningen har följande materialproblem förekommit. (Beskriv i detalj vilka komponenter som varit utsatta, vad som inträffat och möjliga orsaker till det inträffade samt vidtagna åtgärder. Ange också när resp skador upptäcktes och om de har upprepats eller uppträtt vid olika tillfällen. Notera även om skadorna lett till driftavbrott och i så fall hur långa.):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Reningsanläggningen togs ur drift mån ..... år .....
av följande skäl:

.....

.....

.....

4 Materialdata (senare utrustning)

Reningsutrustningen är av följande fabrikat (benämning, leverantör):

.....

.....

.....

Den togs i drift: mån ..... år .....

Bifoga gärna en leverantörsbeskrivning och/eller rita en principskiss här, tack!

Ange förekommande material i olika komponenter ingående i reningsanläggningen (jfr pkt 3 ovan):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Inträffade materialproblem (t ex korrosion, brott, sprickor) i reningsutrustningen

☐ Några materialproblem har inte förekommit

☐ I rökgasreningsutrustningen har följande materialproblem förekommit. (Jfr pkt 3 ovan.)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5 Förekommande material i övrig utrustning av intresse

Ange material i olika komponenter. Sätt kryss i rutorna om materialproblem förekommit.

☐ Rökgaskanal .....

Rökgasfläkt:
- ☐ rotor .....
- ☐ hus .....
- ☐ fläktblad .....

☐ Ekonomizer .....

☐ Återvärmare .....

☐ Skorsten .....

Beskriv resp fall på liknande sätt som i tidigare stycken:

.....

.....

.....

.....

6 Materialproblem har förekommit i andra delar än de som nämnts ovan. Ange vilka:

.....

.....

.....

TACK FÖR HJÄLPEN!

Insänds till:

Korrosionsinstitutet
Lennart Dahl
Roslagsvägen 101, hus 25
104 05 STOCKHOLM

Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeteknisk Forskning och utveckling. Stiftelsens forskningsprogram är tillämpningsinriktat och fokuseras på energi- och processindustriernas behov och problem. Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Kraftverksföreningens utvecklingsstiftelse, VAST
- Statens Vattenfallsverk
- Studsvik Energiteknik AB
- Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen/Ångpanneföreningen
- Svenska Gasföreningen
- Svenska Värmeverksföreningen
- Tillverkande Industri

Värmeforsk samarbetar med Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR), Statens Energiverk och Styrelsen för Teknisk Utveckling.

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING
BOX 6495 · 113 82 STOCKHOLM · TEL: 08 / 34 09 80