VÄRMEFORSK
STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Torv- och fliseldning i identiskat lika anläggningar

Jämförande utvärdering vid Vaggeryds Värmeverk AB

Per-Erik Appelberg, Vaggeryds Värmeverk AB
Bengt-Olof Hecktor, Högskolan i Kalmar

ARKIVEXEMPLAR

BRÄNSLETEKNIK 299

Torv- och fliseldning i identiskt lika anläggningar
Jämförande utvärdering vid Vaggeryds Värmeverk AB

Per-Erik Appelberg

Bengt-Olof Hecktor

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING
BOX 6405 · 113 82 STOCKHOLM · TEL. 08/ 34 09 80
Mars 1988
ISSN 0282-3772

VAGGERYDS VÄRMEVERK AB
Box 158, Storgatan 49
567 00 VAGGERYD
Tel. 0393/11000 vx

Uppdrag från Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning.

TORV- OCH FLISELDNING I IDENTISKT LIKA ANLÄGGNINGAR.

JÄMFÖRANDE UTVÄRDERING VID VAGGERYDS VÄRMEVERK AB.

Projekt B4-628

Per-Erik Appelberg Vaggeryds Värmeverk AB
Bengt-Olof Hecktor Högskolan i Kalmar

November 1987

PROJECT B4-628

BURNING SOD PEAT AND WOODCHIPS IN IDENTICAL INSTALLATIONS.

COMPARISON OF TWO INSTALLATIONS AT VAGGERYDS VÄRMEVERK AB.

SUMMARY

The community of Vaggeryd produces and distributes district heating in two built-up areas. The energy is produced in two identical heating plants, mainly by using domestic solid fuel such as peat and woodchips. Each of the boilers for solid fuel has a capacity of 2,5 MW and the solid fuel is fired on movable grids. With the intention in order to find out the differences between firing peat and woodchips one plant was fired with peat and the other with chips during a period of 5 months.

The comparison included various factors such as

- Collecting of fuel samples for analysis of moisture and content of ash and nitrogen.
- Collecting of samples of fly ash and clinker for analysis of content of combustible fuel and checking of melting point.
- Measurement of oxygen, carbon monoxide and nitrogen oxides in flue gas as well as the temperature of the gas.
- Collecting information from reports of the operation, journals and other documents as well as verbal information from the staff.
- Analysis of the substance mentioned above from technical and economical aspects.

The result of the study was that firing with sod peat was preferable from the technical as well as the economic point of view in these two plants. At an energy production of 9 000 MWh/year the annual

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		sida
-	SAMMANFATTNING AV PROJEKTET	3
1.	ALLMÄN INFORMATION	6
2.	INLEDNING	8
2.1	Värmeverkets verksamhet	8
2.2	Värmeverkets organisation	9
2.3	Bränsletillgångar	9
3.	PRODUKTIONSANLÄGGNINGARNA	12
3.1	Hantering av fastbränsle	12
3.2	Förbränningsutrustning samt slagg- och askhantering	13
3.3	Rökgasrening och skorsten	15
3.4	Styr och reglerutrustning	15
4.	OMBYGGNADER OCH PROBLEM FÖRE PROVPERIODEN	16
4.1	Byte av förbränningsugn	16
4.2	Bränsleförrådets volym	17
4.3	Utmatning och transport av bränsle från förråd	17
4.4	Rökgastemperatur	18
4.5	Lokaltemperatur	19
5.	BEMANNING OCH ARBETSRUTINER	20
5.1	Personal	20
5.2	Arbetsrutiner	20
5.3	Större arbeten	20

6.	JÄMFÖRANDE DRIFT UR TEKNISK SYNPUNKT	21
6.1	Omfattning	21
6.2	Bränsle och förbränning	22
6.2.1	Fukthalt och styckestorlek	22
6.2.2	Ask- och kvävehalt i bränsle	24
6.2.3	Oförbränt i aska	25
6.2.4	Askans smältförlopp	29
6.2.5	Rökgastemperatur	30
6.2.6	Kväveoxider NOx	36
6.3	Verkningsgrad	40
6.4	Effekt- och energiproduktion	41
6.5	Driftproblem och störningar.	44
6.5.1	Störningarnas fördelning på anläggningsdelar	44
6.5.2	Övertidsarbete för åtgärdande av störningar	45
6.5.3	Iaktagelser vid revision sommaren 1987	46
6.5.4	Kommentarer till redovisade störningar	49
7.	JÄMFÖRANDE DRIFT UR EKONOMISK SYNPUNKT	53
7.1	Bränslekostnad	53
7.2	Personalkostnad	54
7.3	Kostnadsskillnad mellan torv- och fliseldning	54
8.	SLUTOMDÖME	55
9.	REFERENSLITTERATUR	56
-	BILAGA 1	57

SAMMANFATTNING AV PROJEKTET.

Projektet omfattar jämförelse av driften vid två identiskt lika panncentraler där huvudbränslet är stycketorv respektive träflis. I panncentralerna produceras erforderlig energi för fjärrvärmenätet i de båda tätorterna Skillingaryd och Vaggeryd i Vaggeryds kommun.

Båda centralerna innehåller en fastbränslepanna och en oljepanna, med 3,0 respektive 2,5 MW effekt, och dessutom en elpanna om 1,1 MW.

Centralen i Skillingaryd togs i drift hösten 85 och i Vaggeryd ett år senare. I Skillingaryd konstaterades inledningsvis stora driftproblem med den installerade förugnen. Detta medförde att ugnen byttes mot annat fabrikat i båda centralerna. I samband därmed gjordes vissa förändringar i bränslesystemet i Vaggeryd.

Före den jämförande provningen konstaterades dessutom en del andra brister hos anläggningarna. Detta medförde bla beslut om installation av ekonomiser i båda centralerna, eftersom rökgastemperaturen efter sotning snabbt steg till oacceptabelt värde.

Jämförelsen har gjorts under tiden december 1986 till och med april 1987. Under denna period eldades fastbränslepannan i Skillingaryd enbart med torv och pannan i Vaggeryd med flis. Ekonomisern installerades i Vaggeryd under vecka 12-13 och i Skillingaryd vecka 14-17.

Den jämförande utvärderingen har omfattat följande huvudmoment:

- Insamling av bränsleprov för bestämning av fukthalt och i vissa fall ask- och kvävehalt.

- Insamling av prov på flyg- och bottenaska för bestämning av halt av brännbart och i vissa fall askans smältförlopp.

- Mätningar med precisionsinstrument av O2, CO, NOx samt rökgastemperatur vid ett antal tillfällen och laster.

- Insamling av uppgifter från driftrapporter, dagböcker och annan dokumentering samt genomgång av driftpersonalens drifterfarenheter.

- Analys av ovan redovisat material ur såväl teknisk

som ekonomisk synpunkt.

Erfarenheter från projektet sammanfattas i det följande.

Bränslet har genomgående varit av god kvalitet. Torvens fukthalt har varierat mellan 23-52 % med medelvärde ca 38 %. Flisens fukthalt har varit 24-53 % med medelvärde ca 40 %. Askhalten har varit ca 1,7 % i torven och 1,6 % i flisen.

Oförbränt i askan har omräknats till energiförlust i askan. Förlusten genom oförbränt i askan har genomgående varit mindre än 1 %.

Rökgastemperaturen vid torveldning höll sig i stort sett konstant under hela provperioden utan sotning.

Rökgastemperaturen vid fliseldning steg 120-150 oC på ca 3 dygn efter sotning varefter ny sotning var nödvändig. Detta var givetvis ej tillfredsställande och ett klart motiv att installera ekonomiser. Drifterfarenheterna under april med ekonomiser tyder på en avsevärd förbättring, men en viss tendens till stigande rökgastemperatur kvarstår.

Askans smältförlopp fastställdes för ett antal prov på flygaska från båda bränslena. Orsaken härtill var den ovannämnda skillnaden i rökgastemperatur. En teori var att skillnaden beror på att askan klibbar fast lättare vid fliseldning på grund av lägre smältpunkt. Ett av askproven från flis visade begynnande smältning vid ca 1000 oC, vilket var omkring 150 oC lägre än övriga prov.

Utsläppet av kväveoxider är dubbelt så stort vid torveldning som vid eldning med flis. Mängden är i stort sett proportionell mot bränslets kväveinnehåll.

Verkningsgraden har varit omkring 8-9 % högre vid eldning med torv jämfört med flis. En del av denna skillnad beror sannolikt på att pannkonstruktionen var mindre lämplig för eldning med fast bränsle, men att detta gjorde sig mer gällande vid fliseldning.

Energiproduktionen skedde under provperioden i Skillingaryd till 97 % med torv, medan motsvarande värde i Vaggeryd var 89 %med flis.

Driftproblem och störningar har huvudsakligen utgjorts av styr-och reglerproblem som sammanhänger med datoranläggningen, samt av problem med bränsle- och asksystem.

De allvarligaste bristerna med datorutrustningen har varit, att styrparametrar plötsligt fallit bort och fått skrivas in på nytt av driftpersonalen, eftersom back up saknas. Ett annat fel har varit, att dygnsrapporter utan synbar anledning ej skrivits ut, för att sedan återkomma några dagar senare utan åtgärd från personalen.

Problemen med bränsle- och askhanteringen har också funnits vid båda anläggningarna men uppträtt oftare vid fliseldningen. Å andra sidan har slitaget varit större vid eldning med torv.

Nedlagt övertidsarbete speglar i viss mån skillnaden i driftproblem mellan torv- och fliseldning. Vid torveldning har kostnaden för övertidsarbete under provperioden varit ca 5 kr/MWh och vid fliseldning 11 kr/MWh. Personalen har dessutom upplevt torveldning mindre problemfylld än eldning med flis.

Skillnaden i driftkostnad har beräknats till omkring 350 000 kr/år till fördel för torveldningen. Skillnaden baseras då på bränslepris, verkningsgrad, procentuell fastbränsleandel samt övertidsbehov. Skillnaden blir sannolikt något mindre i framtiden eftersom olikheten i verkningsgrad bör minska genom de installerade ekonomisrarna. Skillnaden i pengar för det större slitaget vid torveldning bedöms vara relativt liten.

Slutomdömet är, att torveldning är klart mera fördelaktigt såväl ur driftsynpunkt som ur ekonomisk synpunkt, även om hänsyn tas till de ovannämnda ej prissatta faktorerna.

PROJEKT B4-628

TORV- OCH FLISELDNING I IDENTISKT LIKA ANLÄGGNINGAR.

JÄMFÖRANDE UTVÄRDERING VID VAGGERYDS VÄRMEVERK AB.

1. ALLMÄN INFORMATION.

Den ökande användningen av inhemska bränslen, i första hand torv och träbränslen, har varit och är föremål för omfattande utredningar. Utredningsverksamheten har omfattat såväl miljöaspekter som bränsletillgångar samt värmecentralernas driftförhållanden och driftegenskaper.

I Energiupphandlingsdelegationens utredning:" Hur går våra mindre fastbränsleanläggningar" (ref 1) redovisas exempelvis drifterfarenheter från ett 30-tal olika anläggningar med panneffekter 0,3-3,0 MW. Erfarenheter från eldning med olika bränslen såsom flis, briketter, pellets och torv behandlas i utredningen.

Eldning av förädlade bränslen som pellets och briketter skiljer sig markant från eldning med mera råa bränslen som träflis och torv. Även mellan de båda sistnämnda finns dock betydande skillnader vad gäller exempelvis drift, underhåll och ekonomi.

Under ett antal år gav staten bidrag för uppförande av anläggningar avsedda för eldning med torv, och ett stort antal anläggningar byggdes med hjälp av dessa bidrag. Anläggningarna byggdes så gott som genomgående så att såväl torv som träflis kunde eldas. Ett skäl till detta var, att torvproduktionen var under uppbyggnad, varför flis erfordrades som kompletteringsbränsle tills kapaciteten blev utbyggd. Ett annat skäl var att tillgången på torv varierar år från år, eftersom produktionen i hög grad är beroende av nederbördens storlek och fördelning under sommarmånaderna.

Många centraler är därför utförda för eldning med såväl torv som flis, och samlad erfarenhet finns från eldning med båda bränslena. Anläggningarnas utförande är dock ofta olika liksom även driftpersonalens erfarenhet och utbildning. Det är därför allmänt svårt att göra en rättvisande jämförelse mellan torv-

och fliseldning.

En unik möjlighet att göra en mera jämförbar utvärdering av eldning med stycketorv respektive träflis fanns hos Vaggeryds Värmeverk AB som ansvarar för produktion och distribution av fjärrvärme i tätorterna Vaggeryd och Skillingaryd i Vaggeryds kommun.

De båda tätorterna har relativt lika struktur och har även i stort sett samma effekt- och energibehov för de delar som omfattas av fjärrvärmeverksamheten. Fjärrvärmen byggdes ut nästan samtidigt i de båda orterna och det föll sig därför naturligt att upphandla två identiskt lika värmecentraler som båda skulle kunna eldas med torv och flis som huvudsakligt bränsle.

Tillgången är god på båda bränslena i regionen. Det låg därför nära till hands att att under en period använda olika bränslen i centralerna för att genomföra en seriös bedömning av för- och nackdelar vid användning av respektive bränsle.

Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning beviljade anslag för utvärderingen som omfattar tiden 1 december 1986-30 april 1987. I projektorganisationen har ingått en teknisk referensgrupp med representanter från Stiftelsen. Ett betydande arbete har utförts av maskinisterna Gunnar och Magnus Lindahl, som bidragit med noteringar och synpunkter under projektet.

2. INLEDNING

Vaggeryds kommun är belägen i centrala Småland mellan Värnamo och Jönköping.

Kommunen har drygt 12 000 invånare. Av dessa bor ca 4 100 i Vaggeryd och 3 900 i Skillingaryd.

En väl etablerad små- och medelstor industri, som i många fall är väl lämpad för anslutning till fjärrvärme, finns i båda orterna.

Avståndet mellan de båda tätorterna är drygt 10 km. Båda samhällena ligger vid europaväg 4.

2.1 Värmeverkets verksamhet.

Fjärrvärmeleveranserna påbörjades när respektive värmeverk stod färdigt, dvs i Skillingaryd i augusti 1984 och i Vaggeryd ett år senare i augusti 1985.

Nuvarande och planerad verksamhet framgår i sammandrag av nedanstående tabell.

		Vaggeryd	Skillingaryd
Ansluten effekt juni 87	MW	4,0	4,5
Därav industriabonnenter	MW	0,5	0,8
Levererad energi 1986	GWh	9,0	9,2
Total kulvertlängd	km	4,6	3,2
Investering i kulvert	Mkr	4,2	3,1
Investering i panncentraler	Mkr	9,7	8,7

I statsbidrag har erhållits sammanlagt 3,9 Mkr. Beloppet ingår i ovan angivna investeringar.

Anslutna objekt utgörs av flerbostadshus, industrier och kommunala byggnader.

Enligt gjorda prognoser bedöms ansluten effekt vara i stort sett fördubblad omkring 1995. Tillkommande effekt beräknas komma från industrins och försvarets anläggningar samt en kraftig utbyggnad av bostadsbeståndet.

Sammanlagringen av effekten har den gångna vintern visat sig vara liten. Detta beror sannolikt på den långvariga sammanhängande köldperioden samt att systemen är förhållandevis små.

Anläggningskostnaden är omkring 1 Mkr högre för centralen i Vaggeryd vilket beror på svårare grundläggningsförhållanden samt indexreglering av priset.

2.2 Värmeverkets organisation.

Vaggeryds Värmeverk AB är ett kommunägt bolag med politiskt vald styrelse bestående av 7 ledamöter.

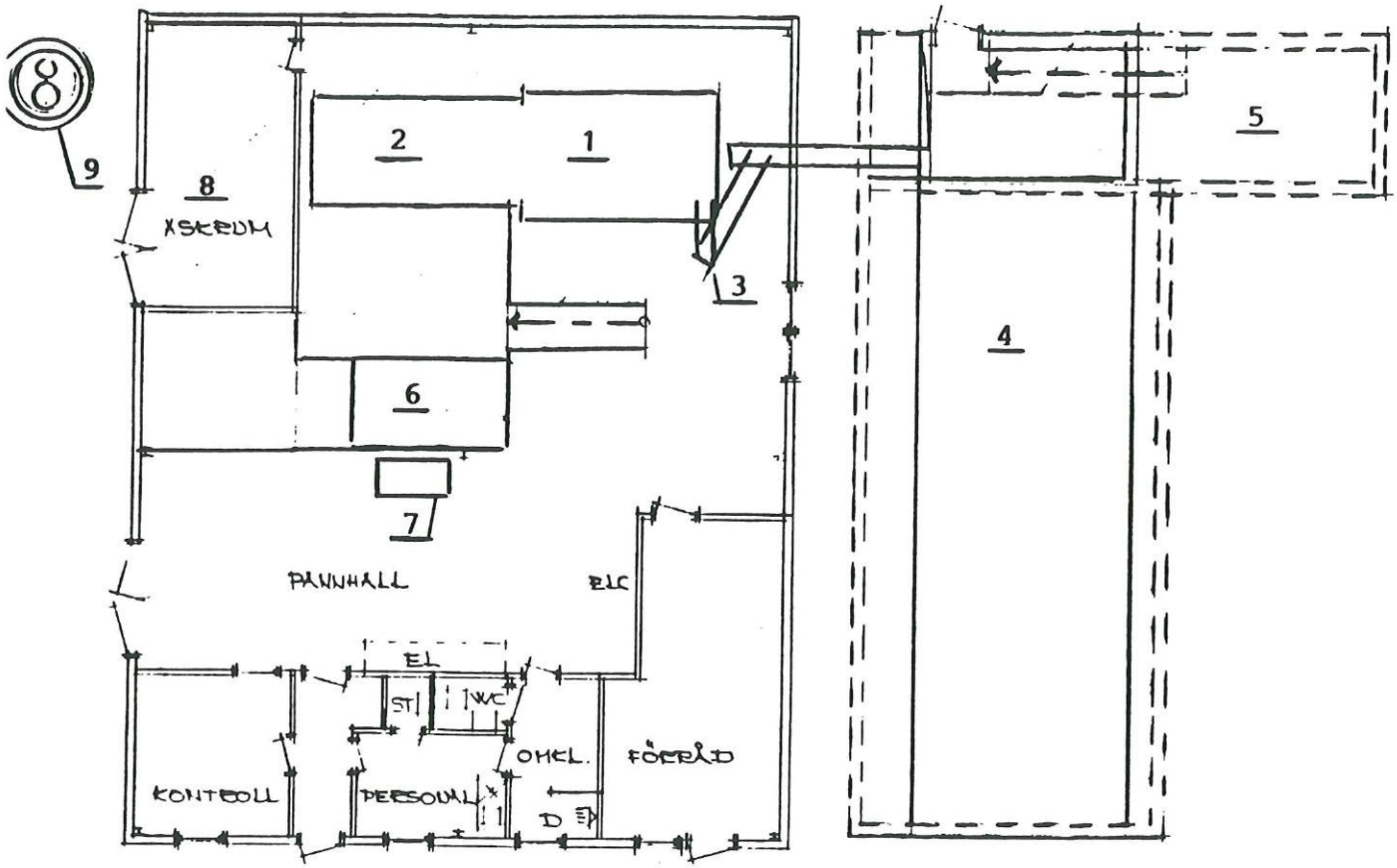
Verksamheten leds av en verkställande direktör. Driftpersonalen utgörs av två heltidsanställda och två deltidsanställda maskinister. De två sistnämnda arbetar i huvudsak som jour- och beredskapspersonal. Vissa tekniska funktioner samt administrativa tjänster, såsom sekreterar- och ekonomifunktioner, köps i erforderlig omfattning från kommunen.

2.3 Bränsletillgångar.

Vaggeryds kommun är delägare i det torvproducerande bolaget Torvringen AB. Bolaget ägs av kommunerna Värnamo, Gislaved, Gnosjö och Vaggeryd. Delägarskapet är i proportion till kommunernas invånarantal, vilket innebär att Vaggeryds andel är 15 %. Den torv, som för närvarande produceras kommer från en täkt nära Gislaved. Transportavståndet är ca 50 km till Skillingaryd och ytterligare ca 10 km längre till Vaggeryd.

Tillgången på skogsbränsle är god i området och Såbi AB har en flisterminal i Vaggeryd. Skogsbränslet har i huvudsak köpts genom Såbi men en viss del kommer från kommunens egna avverkningar. Större delen av flisen från Såbi utgörs av leveranser från terminalen men en del har levererats direkt från avverkningsplatser i skogen.

Med hänsyn till bränsletillgångarnas läge var det naturligt att elda med torv i Skillingaryd och flis i Vaggeryd under provperioden.



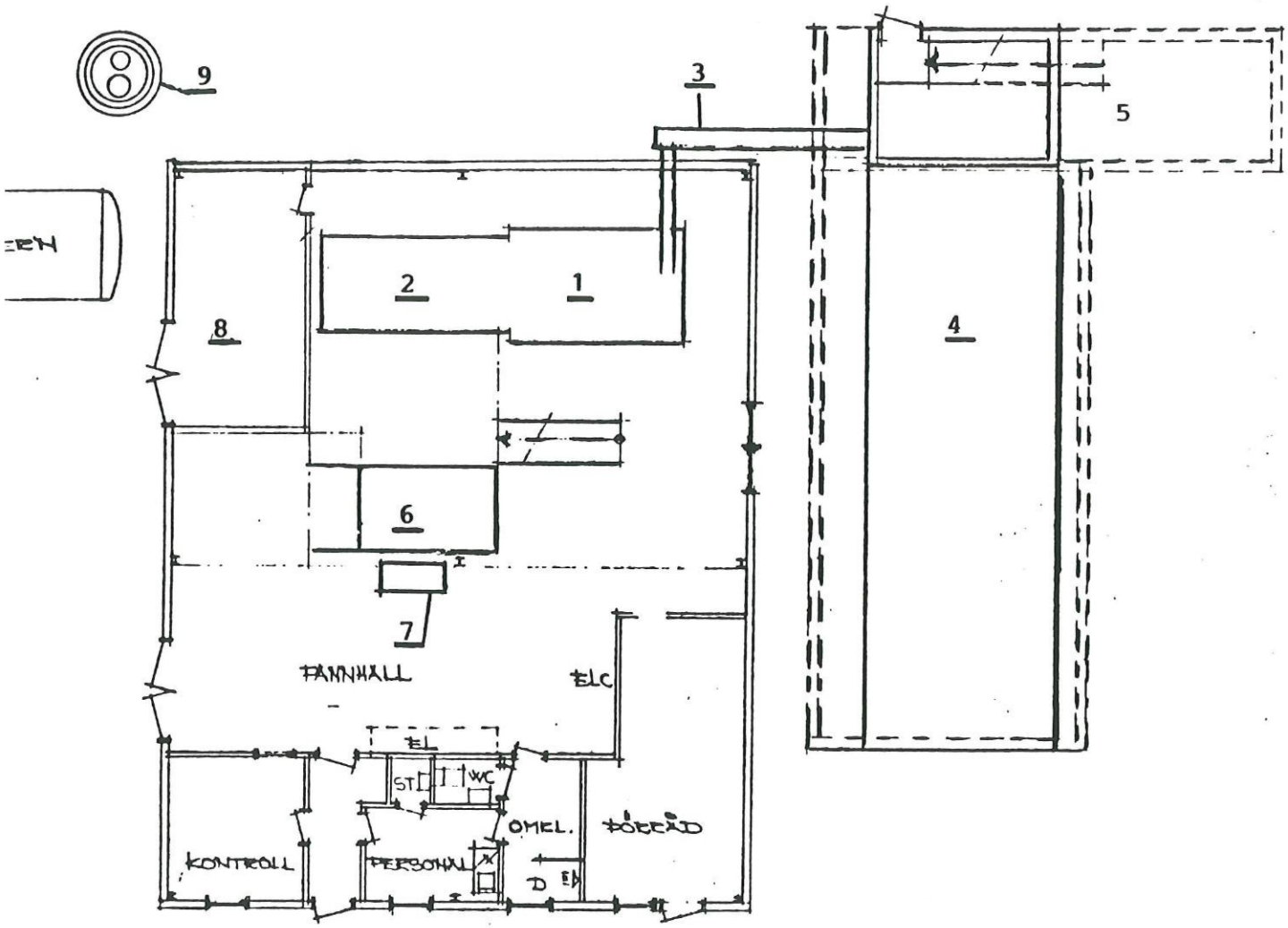
PLAN 1:100

1 FASTBRÄNSLEUGN
2 FASTBRÄNSLEPANNA
3 INOMHUSFÖRLAGD TRANSPORTÖR FÖR BRÄNSLE
4 BRÄNSLELAGER
5 HYDRAULRUM
6 OLJEPANNA
7 ELPANNA
8 ASKRUM
9 SKORSTEN

VÄGGERYDS VÄRMEVERK AB
DEL AV STG 672 SKILLINGARYD
VÄGGERYDS KOMMUN
SEKTION 1:100
SIT. PLAN 1:500 PLAN 1:100 HE

FIGUR 3.1 PLANSKISS ÖVER PANNCENTRALEN I SKILLINGARYD.

SIMPLIFIED PLAN OF THE BOILER-CENTRAL AT SKILLINGARYD



PLAN 1:100

1 FASTBRÄNSLEUGN
2 FASTBRÄNSLEPANNA
3 UTOMHUSFÖRLAGD TRANSPORTÖR FÖR BRÄNSLE
4 BRÄNSLELAGER
5 HYDRAULRUM
6 OLJEPANNA
7 ELPANNA
8 ASKRUM
9 SKORSTEN

VAGGERYDS VÄRMEVERK
DEL AV ETG 337 B 1 FV HYI
VAGGERYD, VAGGERYDS KO
SIT. PLAN 1:500 PLAN 1:100

FIGUR 3.2 PLANSKISS ÖVER PANNCENTRALEN I VAGGERYD.

SIMPLIFIED PLAN OF THE BOILER-CENTRAL AT VAGGERYD

3. PRODUKTIONSANLÄGGNINGARNA.

De båda centralerna är upphandlade på totalentreprenad från CTC-Osby AB i oktober 1983.

Den sammanlagda panneffekten i varje central var 6,1 MW fördelat på en fastbränslepanna om 2,5 MW, (senare utökad till 3,0 MW) en oljepanna för Eo 1 om 2,5 MW, samt en elpanna med 1,1 MW effekt. Centralernas utseende i plan framgår av figur 3.1 och 3.2.

Centralerna är utförda för periodisk tillsyn. Pannorna är inkopplade till fjärrvärmesystemet utan värmeväxlare, sk direktsystem, och systemet är slutet.

Pannorna är dimensionerade för högsta tillåtna drifttryck 0,6 MPa(e). Nätdistributionspumparna är inkopplade i systemets framledning.

Tryckhållningen sker med tryckhållningspumpar och överströmningsventil.

Nödkylningen för fastbränslepannan sker i Skillingaryd genom direktkylning med kommunalt vattenledningsvatten. Vid övertemperatur på pannvattnet tillförs således vattenledningsvatten till pannans retursida, och motsvarande mängd tappas av på framledningen från pannan. Samma system används i Vaggeryd, men med den skillnaden, att kylvattnet tillförs med ackumulatordriven pump, eftersom vattenledningsvattnets tryck där är lägre än pannans drifttryck.

3.1 Hantering av fastbränsle.

Inkommande bränsle tippas direkt i bränsleförådet som utgörs av en markförlagd ficka. Fickans mått är L*B*D = 13,2*5,9*5,5 m, dvs volym ca 428 m3. Förrådet täcks av ett hydraulmanövrerat tak, som öppnas i ca 80 graders vinkel vid lossning. Förrådets utförande och placering på tomten medger lossning av såväl sidotippande som bakåt-tippande fordon.

Utrymme finns för lagring av omkring 500 m3 reservbränsle på den asfalterade tomtytan. För hantering av detta bränsle har inköpts en lastmaskin, som används gemensamt vid båda anläggningarna. Lastmaskinen utnyttjas även för snöröjning och liknande.

Bränslet transporteras ut ur förrådet medelst dragande hydrauliska stångmatare. Bränslet passerar därvid en rivarvals. Bränslet förs vidare till ett såll medelst en vibrotransportör. Rejektet samlas i

ett utrymme bakom och nedanför sållet. Från sållet transporteras bränslet upp till i höjd med förbränningsugnens övre del medelst en lutande skraptransportör. Bränslet växlas sedan över till en skruvtransportör, vilken för in bränslet i ugnens påfyllningsstup och ombesörjer att det fördelas jämnt i stupet.

I Skillingaryd är matningsskruven och drivutrustning för skraptransportören liksom omlastningspunkten för bränslet förlagda inomhus i pannhallens övre plan. Genom det byte av ugn som kom tillstånd (se vidare avsnitt 4.1) förändrades lay-outen något i Vaggeryd. Därigenom kom drivanordningarna och växlingspunkten att placeras utomhus ca 4 m ovan mark.

3.2 Förbränningsutrustning, samt slagg- och askhantering.

Förbränningen sker i en förugn och därefter går förbränningsgaserna in i en vattenkyld panna. Anläggningarna har i efterhand kompletterats med ekonomiser. Dessutom har rosterytan ökats. Därigenom har anläggningens nominella effekt ökats till 3,0 MW.

Anläggningen skall kunna eldas med stycketorv som håller 30-50 % fukthalt och flis med 30-55 % fukt.

Ugnen har följande data:

Fabrikat:	KMW, typ TRF 3/15.
Rostutförande:	Rörlig trapprost med vattenkylda axlar. Rörlig fotrost för slutförbränning.
Rostyta:	3,9 m2
Eldstadsvolym:	6,8 m3
Ask och slagghantering:	Två askskruvar för rostgenomfall samt en slaggskruv under fotrosten tar ut aska och slagg till tråg vid sidan av ugnen. Gemensam skruv transporterar restprodukterna vidare till container.

Pannan har följande data:

Fabrikat: CTC-Osby typ HVTS-3500.

Eldstadsvolym: 8,4 m3

Konvektionsdel: Vertikala rökgasgenomströmmade tuber i ett stråk med löstagbara turbulatorer av veckad plåt. Invändig tubdiameter 51,3 mm. Konvektionseldyta 70 m2.

Sotning: Ljudsotning kompletterad med manuell sotning.

Garantidata:	2,5 MW	1,9 MW
<u>FLIS 45 % FUKT</u>		
Gastemperatur oC	230	210
CO2-halt %	14,0	13,5
Totalverkn.grad % Ugn + panna	79	80
<u>TORV 40 % FUKT</u>		
Gastemperatur oC	230	210
CO2-halt %	12,5	12,0
Totalverkn.grad % Ugn + panna	79	79

Angivna data gäller vid 120/70 oC vattentemperatur.

Ekonomisern har följande data:

Fabrikat: Bröderna Bäckman AB.

Utförande: Vertikala rökgasgenomströmmade tuber i två stråk. Invändig tubdiameter 49 mm. Konvektionsyta 135 m2.

Gastemperatur: Vid 3,0 MW effekt och utan turbulatorer i pannan 170 oC.

3.3 Rökgasrening och skorsten.

Kravet på maximal stofthalt i rökgaserna är 350 mg/m3norm vid båda centralerna.

Rökgasreningen sker med småcykloner av fabrikat Industrifilter AB, typ Amer-clone AO-50.

Rökgasfläkten är försedd med tvåhastighetsmotor och flödesreglering med ledskenespjäll.

3.4 Styr- och reglerutrustning.

Övervakning och reglering av anläggningen ske medelst dator av fabrikat OPEK. Pannans effekt styrs av primärluftflödet. Sekundärluftflödet styrs via rökgasens O2-halt. Reglerutrustningen är för övrigt helt konventionell.

Fastbränslepannan är normalt inkopplad som grundlastpanna. Om tillsatseffekt erfordras går oljepannan in och ger erforderligt effekttillskott utan att fastbränslepannans effekt därvid skall sjunka.

Kl 24.00 varje dygn skrivs datarapporter ut för det gångna dygnet varvid tim- och dygnsmedelvärden redovisas för bla följande parametrar.

- Näteffekt.
- Fram- och returtemp på nät.
- Nätflöde.
- Fastbränslepannans effekt.
- Fram- och returtemp på panna.
- Eldstadstemp.
- Rökgastemp.
- O2- halt i rökgaser.
- Tryckförhållande i luft och rökgassystem.

4. OMBYGGNADER OCH PROBLEM FÖRE PROVPERIODEN.

Anläggningen i Skillingaryd slutbesiktigades kontraktsenligt i augusti 1984 varvid entreprenadens huvuddel godkändes. Besiktningen omfattade entreprenaden i sin helhet med undantag av kapacitetsprov.

Vid besiktningstillfället var ansluten effekt ringa och dessutom var värmebehovet försumbart på grund av årstiden. Därmed fanns ingen möjlighet att ha fastbränslepannan i drift under besiktningen och dess funktion kunde således ej bedömas. Endast elpannan var i drift. Det hade därför varit mera korrekt att klassificera besiktningen som en okulärbesiktning av levererad utrustning.

När nätets effektbehov blev så stort att fastbränslepannan kunde tas i drift, konstaterades att anläggningen hade ett flertal allvarliga brister. Flera av bristerna upptäcktes relativt sent. En av orsakerna till detta var svårigheten att upptäcka och identifiera bristerna vid det låga effektbehovet. En annan starkt bidragande orsak var, att förbränningsfunktionen inledningsvis var så dålig, att detta överskuggade de flesta andra problem.

Ett antal mera allvarliga och besvärande brister redovisas i det följande, liksom vidtagna åtgärder för att undanröja dessa.

4.1 Byte av förbränningsugn.

I entreprenaden ingick en relativt nyutvecklad och därmed oprövad förugn. Det visade sig tidigt att det var svårt att uppnå tillfredsställande förbränning i ugnen. Anläggningen gav ej heller garanterad effekt. Ugnstillverkaren lade ner mycket möda för att få anläggningen att fungera, dock utan att lyckas. Vid prestandaprov i februari 1985 konstaterades slutgiltigt, att anläggningen ej uppfyllde garanterade data.

Den nya ugnen som installerades blev, som tidigare nämnts, av fabrikat KMW typ TRF 3/15. I samband med bytet valdes en ugn som kunde förbränna bränsle motsvarande 3,0 MW, eftersom ansluten effekt överträffat prognoserna. Pannan bedömdes klara den extra gasmängden med en viss höjning av rökgastemperaturen.

Uppförandet av centralen i Vaggeryd hade påbörjats vid denna tidpunkt. För att förenkla anpassningen av den nya ugnen till den påbörjade anläggningen gjordes

viss förändring av transportsystemet för bränslet. Detta resulterade i att vitala delar av systemet placerades utomhus, vilket framgår av figur 3.2.

Den nya ugnen togs i drift i Skillingaryd i oktober 1985 och ugnen i Vaggeryd 2 månader senare.

4.2 Bränsleförrådets volym.

Genom de stora problemen som fanns med förbränningen försenades testningen av andra vitala anläggningsdelar. En tvistefråga mellan beställare och totalentreprenör blev så småningom bränsleförrådets volym.

I upphandlingsunderlaget uppgavs att bränsleförrådets effektiva volym skall vara 300 m3. Avsikten med detta ordval var från beställarens sida, att det i tomt förråd skulle vara möjligt att i följd lossa tre transportfordon om vardera 100 m3. På grund av förrådets utformning visade det sig, att vid lossning av tre bilar hamnade omkring 50 m3 av den sista bilens lass på marken utanför förrådet, trots att förrådets volym är nästan 430 m3.

4.3 Utmatning och transport av bränsle från förråd.

När driften kom igång på allvar visade sig även ett flertal problem med bränslehanteringen.

De allvarligaste var

- Tjälade bränsleklumpar bröts ej sönder utan passerade bränslesållet som rejekt med mycket stor rejektmängd som följd.

- Genom att någon transportanordning för rejektet ej fanns måste detta med stor arbetsinsats bäras upp för en lejdare till marknivån 6 m högre upp.

- När bränsleförrådet fylldes till brädden med torv, som har en högre volymvikt än flis, orkade stångmatarna ej med denna belastning.

- Skador uppstod på hydraulkolvar till stångmatarna.

- Dragstängerna på stångmatarna brast och skrapor lyfte från golvet, med resultat att skraporna bröts.

Problemet med tjälade klumpar och därmed stor rejektmängd har till stor del lösts genom att en rivarvals har installerats i utloppet från

bränsleförrådet.

Problemet med att transportera ut bränslet från förrådet vid fyllt förråd har lösts genom att ytterligare ett antal hydrauldrivna skrapor har monterats mellan de befintliga.

Orsaken till skadorna på hydraulkolvarna är ännu ej klarlagd.

Visst förstärkningsarbete kommer att göras på skrapornas infästning.

4.4 Rökgastemperatur.

När anläggningarna efter byte av förugn trimmats in och energiproduktionen drogs igång på allvar, så uppstod problem med snabbt stigande rökgastemperatur. Vid nominell effekt 2,5 MW steg temperaturen 30-50 Oc per dag efter utförd sotning. Då rökgastemperaturen redan vid nominell last och rensotad panna var så hög som 230 oC medförde detta att pannan måste sotas för hand 2 gånger per vecka för att överhuvudtaget kunna hållas i drift. Båda pannorna eldades vid den tidpunkten med såväl torv som flis.

Orsaken till den hastigt stigande temperaturen var sannolikt snabbt uppkommande beläggningar av aska och sot på turbulatorerna och i viss mån även på konvektionseldytan. Pannan är från början konstruerad med en mycket hög ytbelastning. Den höga belastningen åstadkommes med turbulatorerna, som ger rökgasen en ökad turbulens, och därmed fås ett högt värmeövergångstal mellan gas och tubvägg. Vid beläggningar på turbulatorerna minskar turbulensen och därmed värmeövergångstalet. Det höga värmeövergångstalet medför dessutom att rökgastemperaturen stiger betydligt mera vid sotbeläggning på konvektionseldytan, än vid en panna konstruerad med "naturligt" värmeövergångstal, dvs utan turbulatorer.

Efter förhandlingar kom beställare och entreprenör fram till en ekonomisk lösning, vilken innebar att beställaren installerade en ekonomiser efter pannan och tog bort turbulatorerna.

Leveransen av ekonomisern blev tyvärr försenad, vilket medförde att den kunde installeras i Vaggeryd först under mars och i Skillingaryd under april i år, dvs under pågående provperiod.

4.5 Lokaltemperatur.

Ett annat besvärande problem har varit den höga lufttemperaturen som råder i pannhallen. Tidvis har upp till 45 oC uppmätts på övre planet i pannhallen. Orsaken till den höga temperaturnivån är ännu ej helt klarlagd, men troligtvis samverkar ett flertal faktorer såsom hög yttemperatur på ugnen, otillräcklig ventilation i lokalen, samt hög yttemperatur på det oisolerade expansionskärlet.

Ett annat men helt motsatt temperatur- och därtill fuktproblem har funnits i utrymmet för hydraulcylindrar, vibrotransportör, såll och rejekt. Problemet har bestått i att fukt från bränslet frigjorts och förångats och därefter kondenserat på oisolerade inre takytor i utrymmet, med ständigt "regn" som följd. Orsaken till problemet är sannolikt att ventilation saknades i utrymmet.

5. BEMANNING OCH DRIFTRUTINER.

5.1 Personal.

Som inledningsvis nämnts utgörs den direkta driftpersonalen av två heltidsanställda maskinister och två deltidsanställda. De sistnämnda har hyrts in från en installationsfirma i kommunen och anlitas normalt endast för jour- och beredskapstjänst. De heltidsanställda maskinisterna har haft det direkta driftansvaret för centralerna.

5.2 Arbetsrutiner.

Normal arbetstid är måndag - fredag kl 07.00 - 16.00.

Maskinisterna ansvarar för var sin central, men arbetar gemensamt med uppgifter som kräver större insats. Löpande kontroll- och tillsynsrutiner är exempelvis bränslekontroll och bränsleavrop, schemalagd smörjning och funktionskontroll samt småreparationer. I maskinisternas åliggande ingår även tillsyn av abonnentcentraler med mätaravläsning. Arbetsuppläggningen är likartad samtliga 5 arbetsdagar i veckan.

Lördagar och söndagar utförs tillsyn enlig SA:s krav på periodisk tillsyn för pannor i slutna varmvattensystem, dvs tillsyn vid 2 tillfällen per dygn med högst 16 timmars intervall.

Vid 100 % panneffekt klaras ett normalt veckoslut utan påfyllning av bränsle i förrådet under helgen. Förutsättningen är dock att förrådet är helt fyllt på fredag eftermiddag. Detta innebär att respektive förråd måste toppfyllas med hjälp av lastmaskinen.

5.3 Större arbeten.

Större arbeten som kräver avställning av pannan måste planeras in med hänsyn till rådande driftläge eftersom reserveffekten är mycket begränsad.

Som exempel på sådana arbeten kan nämnas att

- en normal sotning tar ca 6 timmar varav 2 för nedeldning, 2 för sotning och 2 för uppeldning. Sotningen utförs av maskinisterna och kräver 2 man.

- nedeldning för att utföra arbeten i ugn eller panna kräver 15-24 timmars avsvalningstid och 6-7 timmars uppeldningstid till full effekt.

6. JÄMFÖRANDE DRIFT UR TEKNISK SYNPUNKT.

Eldning med fast bränsle påbörjas normalt omkring 15 oktober och avslutas till 1 maj.

Provperioden omfattade tiden 1 december 1986 till 30 april 1987. Under den tiden och dessutom ca en vecka före eldades fastbränslepannan i Skillingaryd enbart med torv och pannan i Vaggeryd med flis.

Inga speciella åtgärder såsom trimning av pannorna eller liknande vidtogs, utan avsikten var att provet skulle genomföras under så naturliga driftförhållanden som möjligt.

Som redan nämnts var det ej möjligt att installera ekonomisern i respektive central före provperioden, såsom var planerat. I efterhand kan man konstatera att detta resulterade i en del värdefull information, även om detta ur ekonomisk synpunkt var mindre tillfredsställande för värmeverket. I Vaggeryd installerades ekonomisern under mars månad, vilket medför att drifterfarenheter kan redovisas såväl utan som med denna i drift.

6.1 Omfattning.

Huvudmomenten i arbetet har varit följande.

- Insamling av totalt 80 bränsleprov för bestämning av fukthalt, askhalt och kvävehalt. Fukthalten har bestämts på samtliga prov, askhalten på 8 och kvävehalten på 6 prov.

- Insamling av totalt 44 prov på flyg- och bottenaska för bestämning av halten brännbart i askan.

- Insamling av totalt 4 prov på beläggningar från turbulatorer och flygaska för bestämning av askans smältförlopp.

- Mätning av O2, CO, NOx, och rökgastemperatur vid sammanlagt 6 olika tillfällen. Mätningarna har genomförts vid tre olika effekter varje gång, om detta varit möjligt med hänsyn till nätets effektbehov. De fast monterade O2-mätarna har dessutom kontrollerats vid ett antal tillfällen.

- Insamling av uppgifter från driftrapporter, dagböcker, tidrapporter, leveransbesked för bränsle, fakturor mm.

- Genomgång och insamling av personalens erfarenheter och intryck från driften.

- Analys av ovan redovisat material med såväl tekniska som ekonomiska bedömningar av anläggningarna.

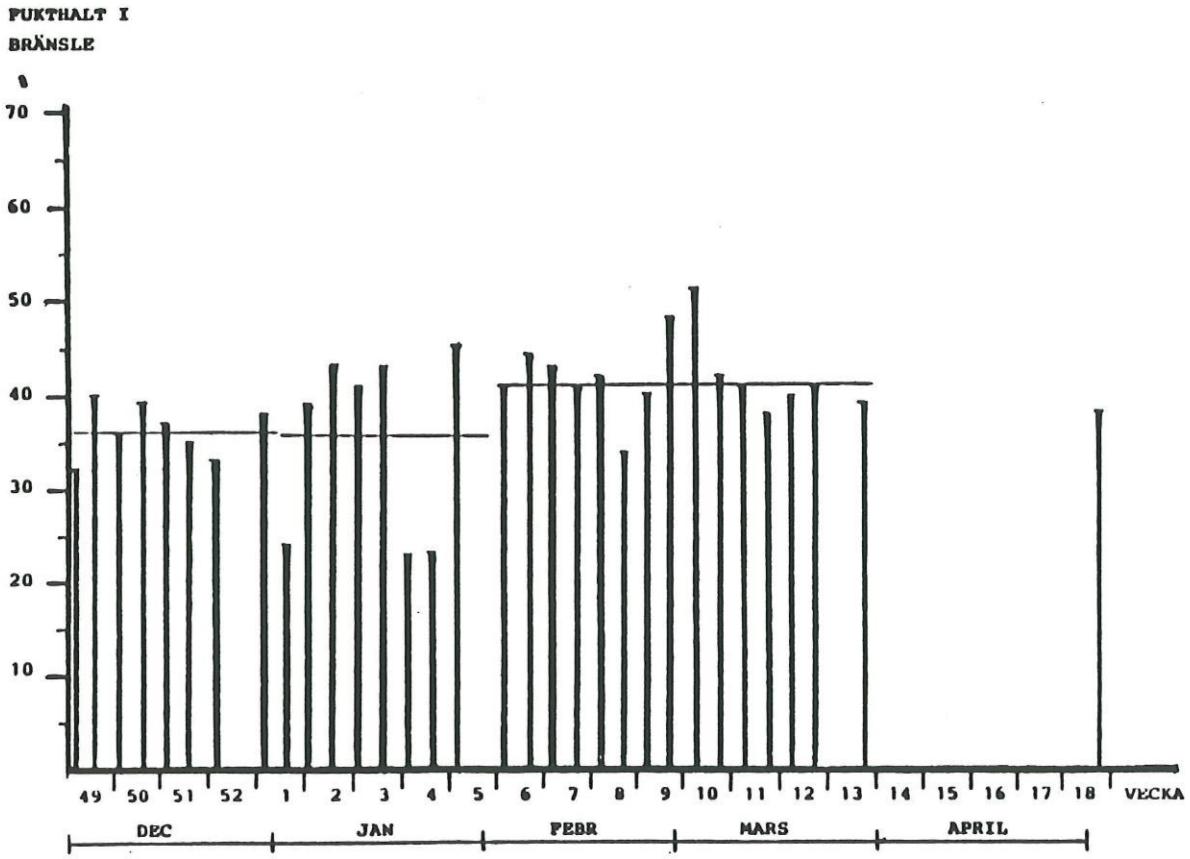
Nämnda analyser utom bestämning av fukthalten har utförs av LKAB i Malmberget.

6.2 Bränsle och förbränning.

6.2.1 Fukthalt och styckestorlek.

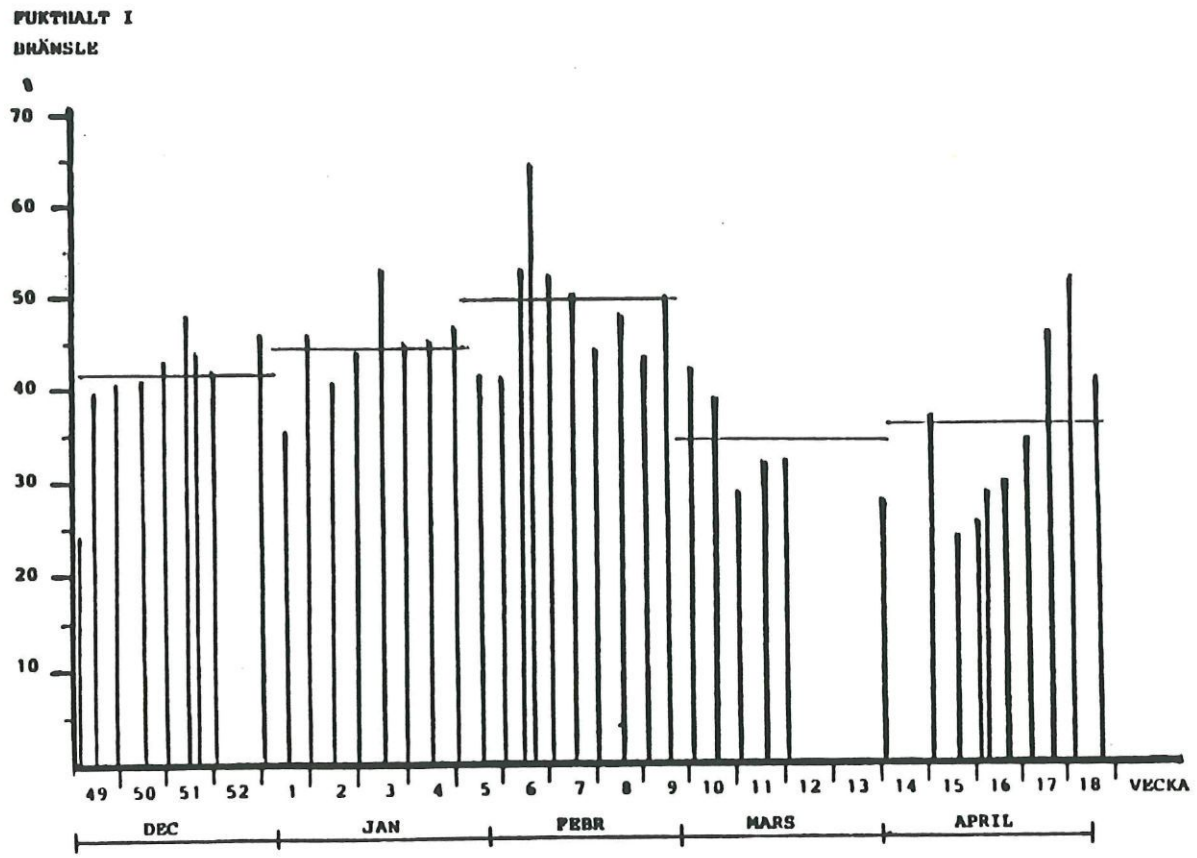
Driftpersonalen har tagit prov på bränslet 2 gånger per vecka. Proven har tagits slumpmässigt. Fukthalten har därefter bestämts genom torkning i värmeskåp under 24 timmar och 105 oC. Större torvstycken har sönderdelats så att största måttet har varit ca 25 mm. Därigenom kan god uttorkning garanteras.

Uppmätta fukthalter redovisas i figur 6.1 och 6.2.



FIGUR 6.1 FUKTHALT I TORV SKILLINGARYD.

MOISTURE CONTENT OF PEAT, SKILLINGARYD



FIGUR 6.2 FUKTHALT I FLIS VAGGERYD.

MOISTURE CONTENT OF CHIPS, VAGGERYD

Fukthalten hos de uttagna torvproven har varierat mellan 23 och 52 % med ett medelvärde omkring 38 %. Träflisens fukthalt har varierat mellan 24 och 53 % med ett medelvärde omkring 40 %. I figurerna har även angivits ungefärliga månadsmedelvärden. Bränslet har således ur fuktsynpunkt varit genomgående bra, vilket även stämmer med driftpersonalens uppfattning.

Bränslet har även storleksmässigt varit bra. Torven har haft god hållfasthet under större delen av perioden. Vid några enstaka tillfällen har andelen finfraktion varit relativt hög. Detta har framför allt inträffat i samband med att torven lagrats på asfaltsplanen vid värmeverket och hanterats med lastmaskinen.

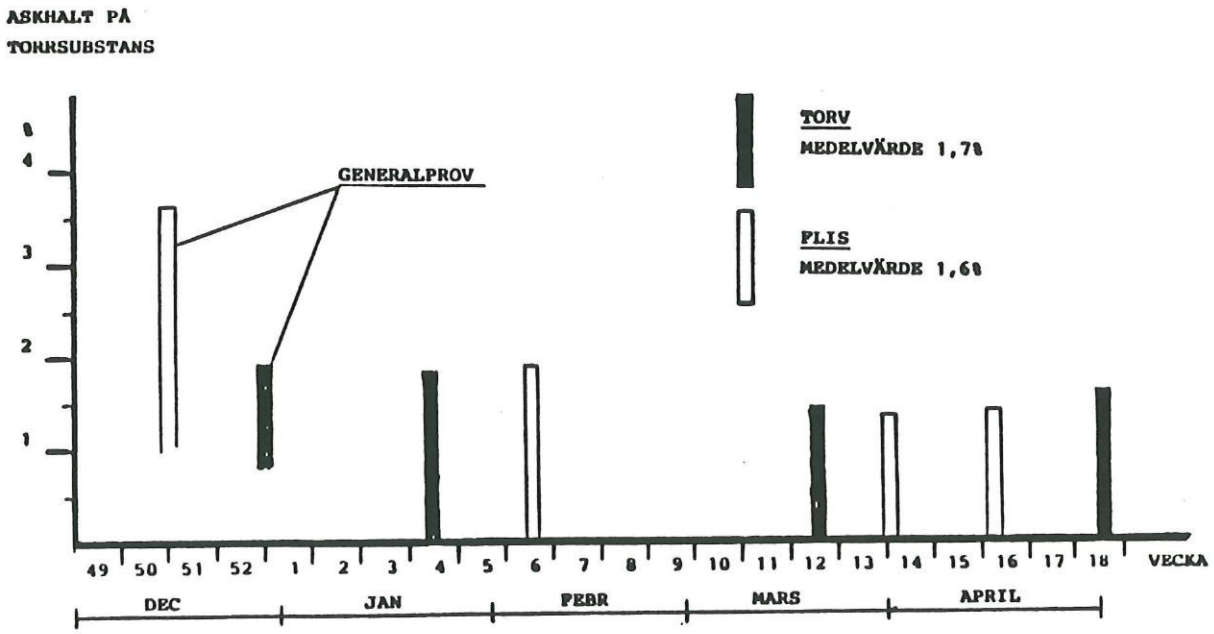
Även träflisen har varit bra större delen av tiden. Under en period innehöll den dock relativt mycket ris, vilket orsakade problem genom igensättning av sållet efter vibrotransportören.

6.2.2 Ask- och kvävehalt i bränslet.

Bränslets askhalt har bestämts på totalt 8 bränsleprov, varav 4 på torv och 4 på flis.

Analyserna har gjorts på de prov, som uttagits i samband med de tre mätningar, som genomförts på respektive anläggning. Dessutom har samtliga prov, som uttagits för bestämning av bränslets fukthalt, blandats och delats ner till ett generalprov, vilket också analyserats.

Askhalterna redovisas i figur 6.3.



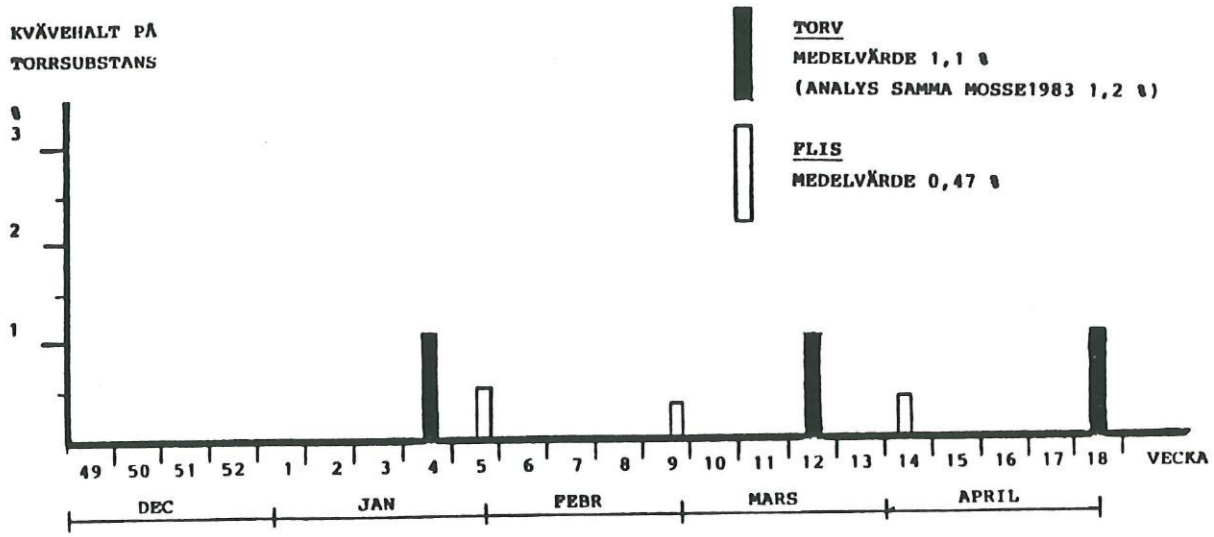
FIGUR 6.3 ASKHALT I BRÄNSLE.

ASH CONTENT OF FUEL

Askhalten i torvproven låg inom 1,4 - 1,9 % med medelvärdet 1,7 %. Dessa värden stämmer väl med analyser som tidigare erhållits från torvleverantören.

Askhalten i flisen var vid de tre mättillfällena 1,3 - 1,9 %, medan däremot generalprovet visade hela 3,6 % askhalt. Att bränslet i generalprovet skulle haft denna höga askhalt är ej rimligt. En möjlighet är, att något eller några prov innehållit ovanligt mycket jord och liknande, och att denna anrikats i det slutligen uttagna generalprovet. Värdet är

uppenbart ej representativt, varför det ej beaktas vid fortsatta beräkningar. Använt medelvärde på flisens askhalt blir därmed 1,6 %.



FIGUR 6.4 KVÄVEHALT I BRÄNSLE.

NITROGEN CONTENT OF FUEL

Bränslets kvävehalt redovisas i figur 6.4. Bestämning av kvävehalten gjordes på bränsleprov som togs i samband med mätning av rökgasernas NOx-halt.

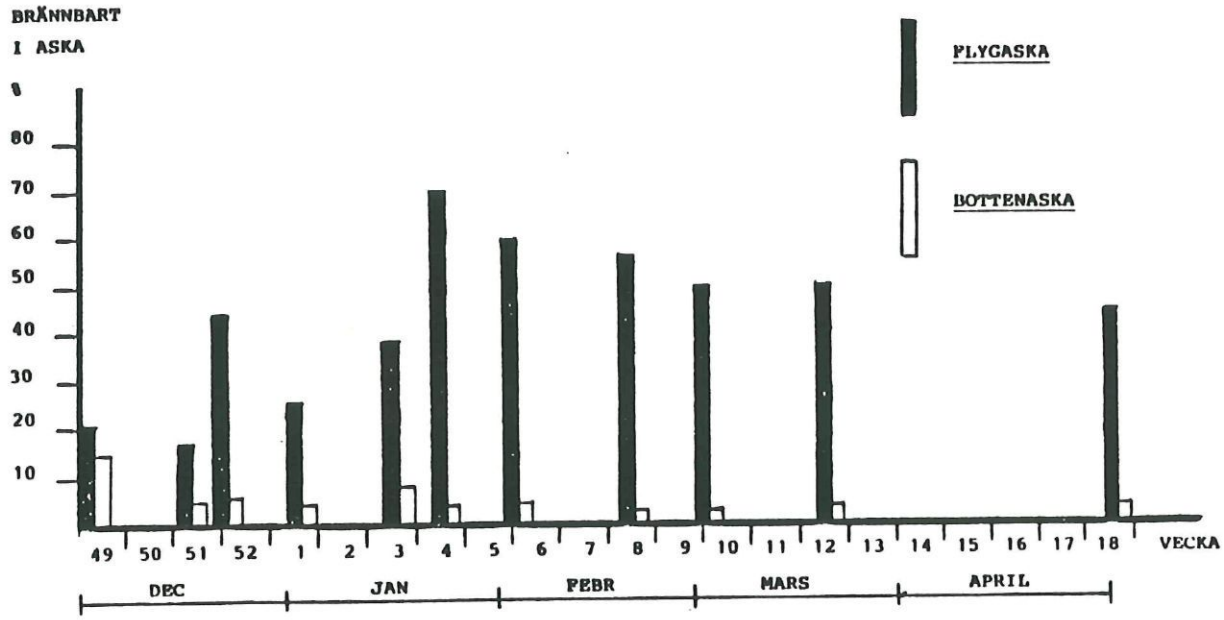
Samtliga tre torvprov visade på 1,1 % kväve i torrsubstansen. Dessa värden stämmer väl med analyser som genomfördes 1983 på torv från samma mosse.

Flisens kvävehalt låg mellan 0,41-0,56 % med medelvärde 0,47 % vid de tre proven. Medelvärdet kan betecknas som normalt och variationerna är ej större än vad som kan förväntas med hänsyn till att flisen kommer från olika avverkningsplatser och trädslag.

6.2.3 Oförbränt i aska.

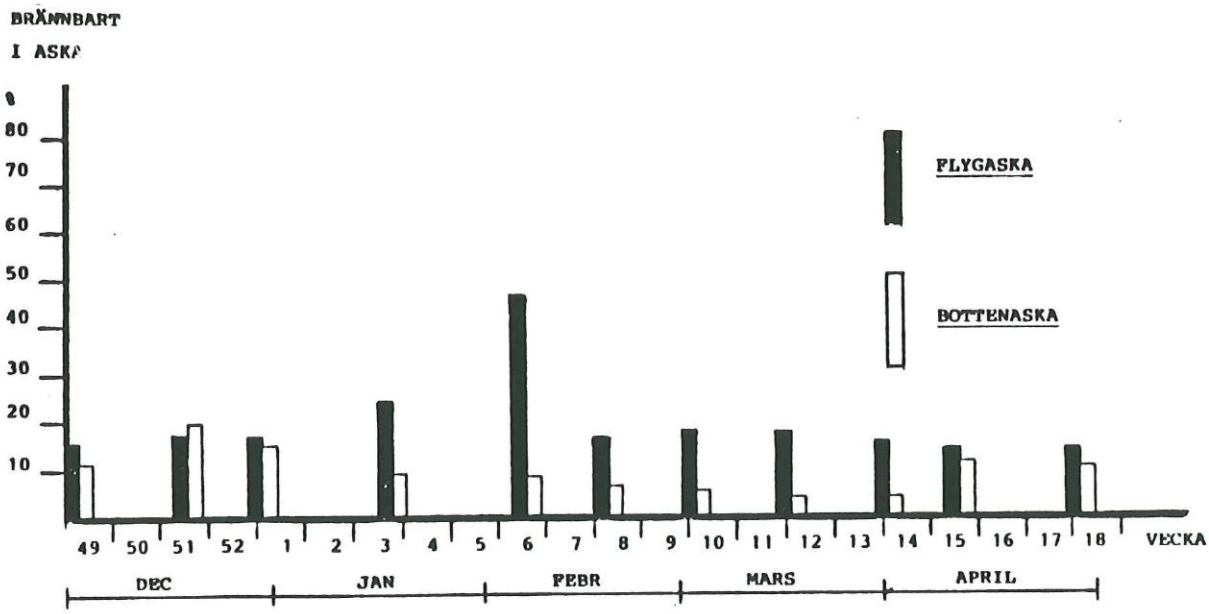
Mängden oförbränt i botten- och flygaska har bestämts genom glödgning vid 1100 oC. Askprov har uttagits vid 11 tillfällen från respektive anläggning, vilket betyder att 44 askprov har analyserats.

Mängden oförbränt, angivet som viktsprocent av summa aska och oförbränt, redovisas i figur 6.5 för torveldningen och i figur 6.6 för fliseldningen.



FIGUR 6.5 BRÄNNBART I ASKA. TORVELDNING I SKILLINGARYD.

COMBUSTIBLE SUBSTANCES IN ASH, PEAT FIRING AT SKILLINGARYD



FIGUR 6.6 BRÄNNBART I ASKA. FLISELDNING I VAGGERYD.

COMBUSTIBLE SUBSTANCES IN ASH, CHIPS FIRING AT VAGGERYD

Förlusten genom oförbränt i aska och slagg beror av;

- bränslets askhalt
- värmevärdet hos brännbar substans i askan
- bränslets fukthalt
- halten brännbart i flyg- och bottenaska
- fördelningen mellan flyg- och bottenaska

Beräkning av energiförlusten genom oförbränt i askan har genomförts för de tillfällen där analysvärden finns för såväl bränslets fukthalt som halten brännbart i askan.

Bränslets askhalt har därvid genomgående antagits vara lika med medelvärdena enligt figur 6.3. Värmevärdet hos brännbar substans i askan har utgående från DIN-normen 1942 antagits vara 30 MJ/kg. För torvens och flisens värmevärde har använts schablonvärdena 20,5 respektive 19,8 MJ/kg torrsubstans.

Någon möjlighet att på ett enkelt sätt mäta fördelningen mellan flyg- och bottenaska fanns ej. En bedömning av fördelningen måste därför baseras på erfarenhetsvärden. Baserat på de värden som angivits för koleldning på wanderrost i figur 6.7, hämtad ur ref 2, har fördelningen mellan flyg-och bottenaska genomgående antagits vara i proportion 20/80 %.

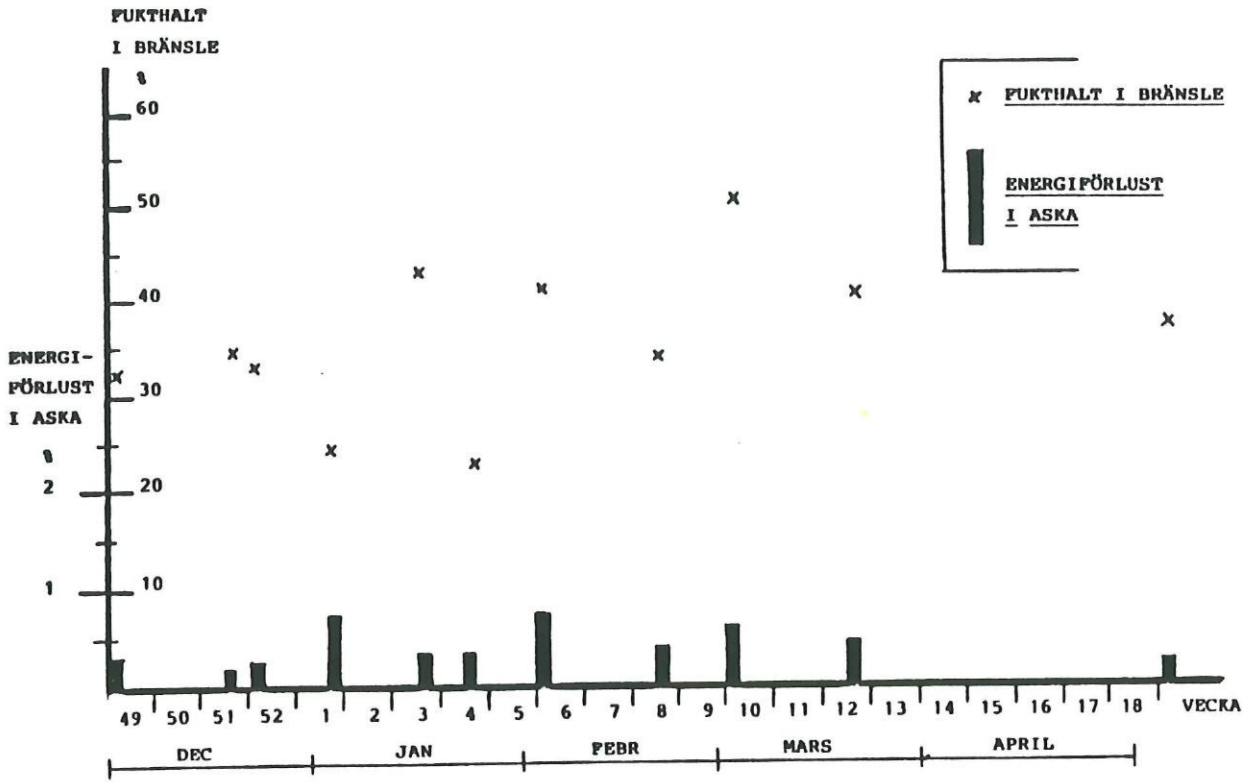
	LUFTÖVERSKOTT %	STOFT %	OFÖRBRÄNT %	STOFTHALT I RÖKGAS g/m^3 norm
WANDERROST	35-45	20-25 / 75-80	4-6 %	3-5
SPREADER STOKER	30-40	50-60 / 40-50	4-6 3-5*	6-10 5-9*
PULVERELDNING	20-25	80-90 / 10-20	0,5-1,5	10-15

*ÅTERFÖRING AV GROVT STOFT TILL ELDSTADEN

FIGUR 6.7 ASK- OCH STOFTHALTER VID KOLELDNING.
ASH AND DUST CONTENT, WHEN FIRING WITH COAL

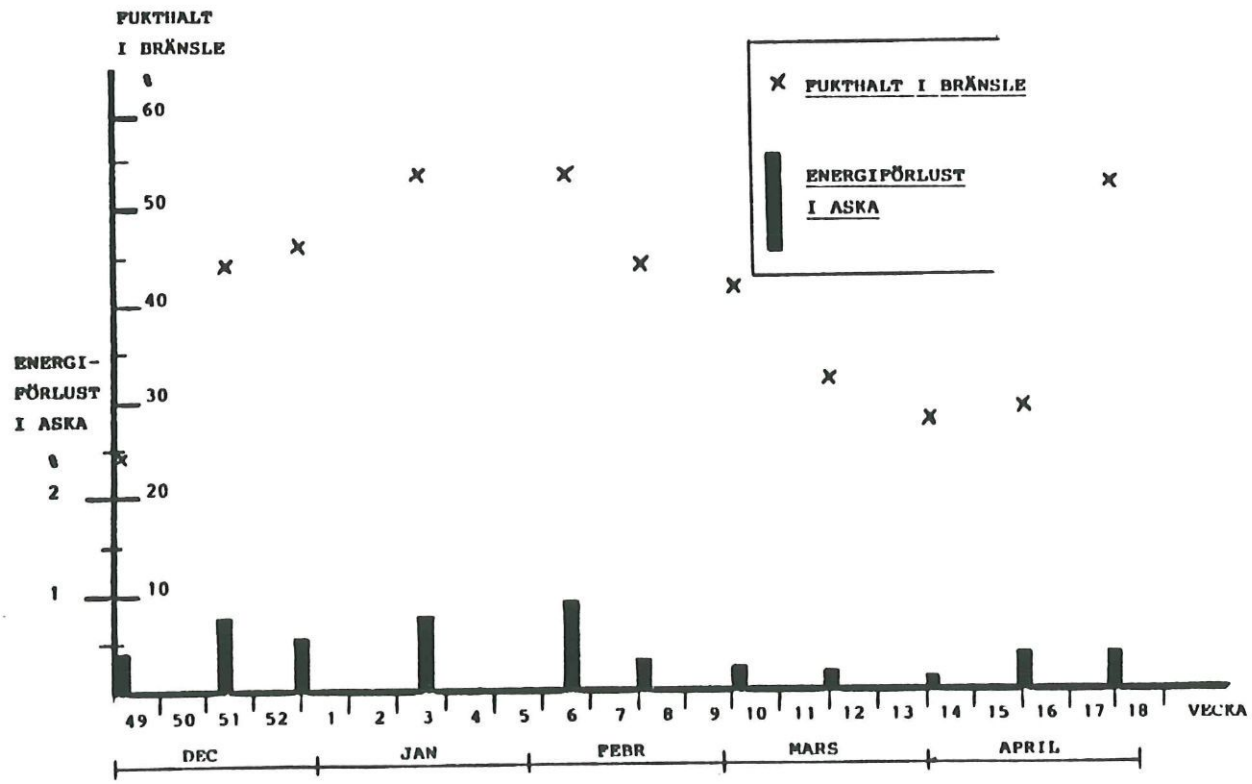
Den så framräknade energiförlusten genom oförbränt i aska redovisas i figur 6.8-6.9 för torveldning i Skillingaryd respektive fliseldning i Vaggeryd.

Förlusten genom oförbränt i aska är genomgående mindre än 1 % av bränslets effektiva värmevärde. För att se om det finns något samband mellan bränslets fukthalt och mängden oförbränt i askan har även fukthalten lagts in i figuren. Värdena tyder dock inte på något sådant samband.



FIGUR 6.8 ENERGIFÖRLUST I ASKA. TORVELDNING SKILLINGARYD

LOSS OF ENERGY IN ASH, PEAT FIRING AT SKILLINGARYD



FIGUR 6.9 ENERGIFÖRLUST I ASKA. FLISELDNING VAGGERYD.

LOSS OF ENERGY IN ASH, CHIPS FIRING AT VAGGERYD

6.2.4 Askans smältförlopp.

Som nämnts fanns stora problem med snabbt stigande rökgastemperatur vid de båda fastbränslepannorna under våren 1986. Under senare delen av november 1986 konstaterades dock att rökgastemperaturen vid pannan i Skillingaryd var väsentligt lägre än motsvarande temperatur i Vaggeryd. Vid den tidpunkten hade redan en omfördelning av bränslet skett, så att torven eldades i Skillingaryd och flisen i Vaggeryd.

Någon större skillnad i mängden sot på tubväggarna fanns ej mellan de båda pannorna. Däremot var mängden beläggningar på turbulatorerna avsevärt större i Vaggeryd, dvs i den panna som eldades med flis. Beläggningarna var främst koncentrerade till bockningarna på turbulatorerna. Sannolikt blev därmed gasens strömning genom tuberna jämnare och mindre turbulent än vid rena turbulatorer, vilket medför sämre värmeöverföring.

En teori om orsaken till beläggningarna var, att askan vid fliseldning klibbade fast på turbulatorerna på grund av att askpartiklarna var degiga och kletiga, dvs att askans smältförlopp var olika vid de båda bränslena.

För att kontrollera om så var fallet utfördes analyser avseende smältförloppet dels på beläggningarna vid fliseldningen, dels på flygaskan från torven.

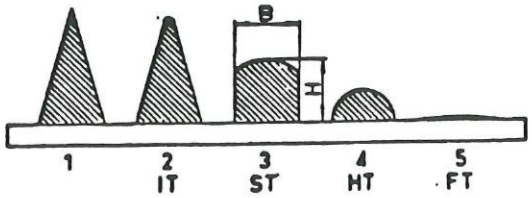
Resultatet av analysen redovisas i figur 6.10. Innebörden av de olika faserna framgår av figur 5.11.

		SKILLINGARYD FLYGASKA TORV		VAGGERYD FLIS BELÄGGNINGAR TURBULATORER	
		861222	870319	861205	870209
BEGYNNANDE SMÄLTNING	oC	1150	1130	1000	1190
HÖRN RUNDAS	oC	1170	1150	1290	1260
HALVSFÄR	oC	1180	1160	1320	1340
HELT SMÄLT	0C	1340	1220	1430	1490

FIGUR 6.10 SMÄLTFÖRLOPP FÖR ASKA FRÅN TORV OCH FLIS.

THE COURSE OF MELTING OF ASH FROM PEAT AND CHIPS

KOLASKANS SMÄLTNING
(ASTM D 1857)
(I RED.ATMOSFÄR)



2 IT BEGYNNANDE DEFORMATIONSTEMPERATUR
3 ST MJUKNINGSTEMPERATUR (H=B)
4 HT "HALVRUND" TEMPERATUR
5 FT FLYTTEMPERATUR

FIGUR 6.11 DEFINITION AV ASKANS SMÄLTFÖRLOPP.
DEFINITION OF THE COURSE OF MELTING OF ASH

Ett av beläggningsproven från fliseldningen visade begynnande smältning vid ca 1 000 oC, dvs omkring 150 oC lägre än motsvarande punkt för torvaskan. Vid en i annat sammanhang utförd mätning av gastemperaturen med sugpyrometer omedelbart före inloppet till konvektionsdelen uppmättes gastemperaturen till ca 800 oC.

Askpartiklarna har sannolikt högre temperatur än gasen varför det är tänkbart att partiklarna kan vara något "degiga" vid inloppet till tuberna. Ovannämnda resultat motsäger därför inte teorin att beläggningarna klibbar fast på grund av delsmältning. Samtidigt skall dock noteras att antalet prov är litet och undersökningarna ytliga, varför man ej kan dra några långt gående slutsatser av resultaten.

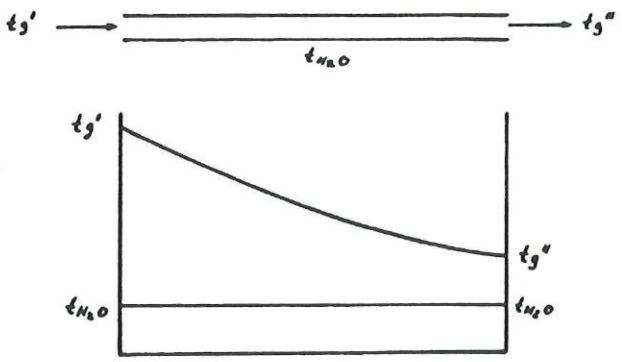
6.2.5 Rökgastemperatur.

Rökgastemperaturen, eller rättare uttryckt temperaturdifferensen mellan utgående rökgas och pannvatten, stiger mer eller mindre snabbt efter en sotning.

En höjning av rökgastemperaturen orsakas vanligtvis av att värmeytan får en beläggning av sot. Temperaturhöjningens storlek beror, förutom av sotskiktets tjocklek och värmeledningsförmåga, även av storleken på värmeövergångstalet mellan rökgas och värmeyta. Om värmeövergångstalet är högt blir temperaturhöjningen stor, är värmeövergångstalet lågt blir temperaturhöjningen liten. Ovanstående illustreras genom beräkningsexempel i figur 6.12.

BETECKNINGAR

P	= 1300000	W	;överförd effekt
K	=	W/m^2oC	; värmegenomgångstal
α_g	=	W/m^2oC	; värmeövergångstal gas-tub
α_{H_2O}	= 1500	W/m^2oC	; värmeövergångstal tub-vatten
δ_v	= 0,004	m	; tubväggens tjocklek
λ_v	= 45	W/moC	; tubväggens värmeledningstal
δ_s	= 0,002	m	; sotlagrets tjocklek
λ_s	= 0,2	W/moC	; sotlagrets värmeledningstal
t_g'	= 800	oC	; gastemp. i inlopp tub
t_g''	=	oC	; gastemp. i utlopp tub
t_{H_2O}	= 100	oC	; vattnets medeltemp.
G	=	m^3norm/s	; rökgasmängd
A	=	m^2	; konvektionsyta dvs tubyta
i_g'	= 1200000	J/M^3norm	;gasens entalpi i tubinlopp
i_g''	=	J/m^3norm	;gasens entalpi i tubutlopp
θ_m	=	oC	; log. medeltemp. differens



FORMLER:

$$P = G \cdot (i_g' - i_g'')$$

$$P = K \cdot A \cdot \theta_m$$

$$\theta_m = \frac{t_g' - t_g''}{\ln \frac{t_g' - t_{H_2O}}{t_g'' - t_{H_2O}}}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_v}{\lambda_v} + \frac{\delta_s}{\lambda_s} + \frac{1}{\alpha_{H_2O}}$$

A HÖGT VÄRMEÖVERGÅNGSTAL

A.1 UTAN SOTBELÄGGNING

Antag
α_g = 60
t_g'' = 230

Ur tabell fås värden på i

i_g'' = 310000

(4) ger K = 57,4

(1) ger G = 1,46

(3) ger θ_m = 339

(2) ger A = 66,8

A.2 med sotbeläggning

(4) ger K = 36,5

Med passningsräkning erhålles t_g'' = 345 oC

B. "NORMALT" VÄRMEÖVERGÅNGSTAL

B.1 UTAN SOTBELÄGGNING

Antag
α_g = 30 dvs 50 % av α_g vid A
t_g'' = 230

Ur tabell fås värden på i

i_g'' = 310000

(4) ger K = 29,3

(1) ger G = 1,46

(3) ger θ_m = 339

(2) ger A = 131

B.2 med sotbeläggning

(4) ger K = 22,7

Med passningsräkning erhålles t_g'' = 295 oC

RESULTAT I DETTA EXEMPEL MED SAMMA SOTLAGER 2MM

Vid högt värmeövergångstal α_g = 60 : rökgastemperatur 345 oC.

Vid "normalt" värmeövergångstal α_g = 30 : Rökgastemperatur 295 oC

FIGUR 6.12 SOTBELÄGGNINGENS INVERKAN PÅ RÖKGASTEMPERATUREN VID OLIKA VÄRMEÖVERGÅNGSTAL. ÖVERSLAGSBERÄKNING.

THE INFLUENCE OF SOOT-COATING ON THE TEMPERATURE OF FLUE GAS AT DIFFERENT HEAT TRANSMISSION COEFFICIENTS. ROUGH ESTIMATE.

Panntillverkaren har åstadkommit ett mycket högt konvektivt värmeövergångstal genom de installerade turbulatorerna. Därigenom blir konvektionsytan liten. Detta medför att pannan blir mycket känslig för sotbeläggning. Även ett tunt sotskikt höjer rökgastemperaturen avsevärt. Samma resultat erhålles om värmeövergångstalet försämras genom minskad turbulens vid beläggningar på turbulatorerna, se avsnitt 6.2.4.

Turbulatorerna har därmed effekten att ge en lägre tillverkningskostnad för pannan men en ökad driftkostnad genom lägre medelverkningsgrad och ökad kostnad för sotning och ersättningsbränsle under sotningen. De sistnämnda kostnaderna är ofta avsevärt större än den kostnadsminskning som erhålles genom ett något lägre inköpspris för pannan.

Sotningsintervallen bestäms vanligtvis av den höjning av rökgastemperaturen som kan accepteras mellan sotningarna. Accepterad höjning bestäms för varje anläggning av ett antal faktorer såsom;

- förlusten genom sänkt verkningsgrad i förhållande till den kostnad som sotningen medför.

- begränsningen i effektuttag orsakat av det ökade gasmotstånd som sotavlagringarna medför.

- möjlighet att ställa av anläggningen för sotning med hänsyn till effektbehovet.

- fastbränslenormens begränsning av tillåten rökgastemperatur till 300 oC.

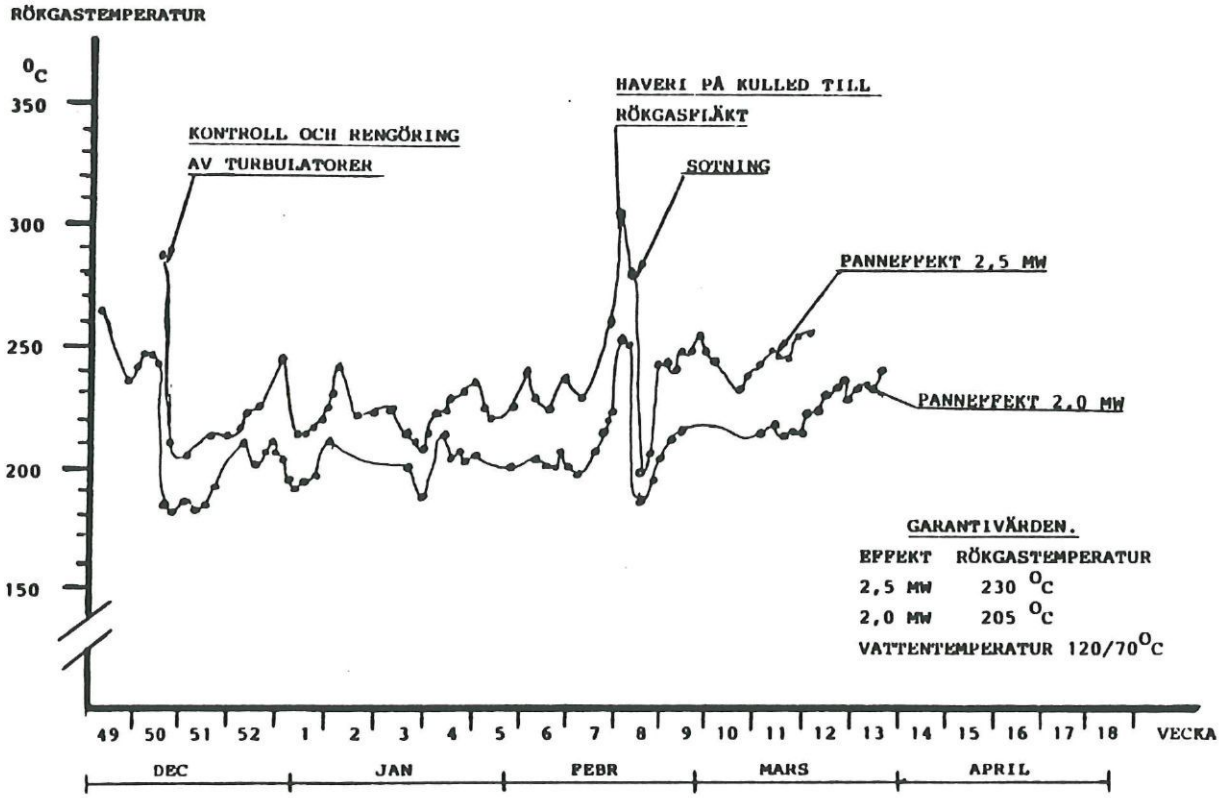
Beträffande den förstnämnda faktorn gäller som tumregel inom här aktuellt temperaturområde, att en förhöjning av rökgastemperaturen med ca 18 oC ger 1 % försämring av verkningsgraden. Den förlusten skall då ställas mot kostnaden för sotning samt ökad kostnad för ersättningsenergi.

Rökgastemperaturens variation vid torveldning i Skillingaryd framgår av figur 6.13.

Redovisad rökgastemperatur har korrigerats med hänsyn pannvattnets temperatur. Angivna värden motsvarar därmed rökgastemperaturen vid dimensionerande vattentemperatur dvs 120 oC i framledningen och 70 oC i returledningen.

Beräkningarna har genomförts för de dagar då uppgift om bränslets fukthalt finns. Temperaturen har beräknats dels vid panneffekt 2,5 MW dels vid 2,0 MW.

Vissa dygn har panneffekten kontinuerligt varit högre eller lägre än 2,5 repektive 2,0 MW och temperaturen har då ej kunnat beräknas.



FIGUR 6.13 RÖKGASTEMPERATUR VID TORVELDNING I SKILLINGARYD.
TEMPERATURE OF FLUE GAS DURING PEAT FIRING AT SKILLINGARYD

Under november eldades huvudsakligen torv men även en del träbränsle. Några dagar före 1 december påbörjades eldning med uteslutande torv. Av figuren 6.13 kan utläsas att rökgastemperaturen sjönk betydligt i början av december.

Den 12 december togs turbulatorerna ut för kontroll. Turbulatorerna rengjordes men någon sotning av konvektionsdelen utfördes ej vid det tillfället. Av figuren framgår dock att rökgastemperaturen sjönk markant i samband med bränslebytet och rengöringen av turbulatorerna.

Någon sotning utfördes därefter inte förrän den 15 februari, dvs ca 9 veckor senare. Sotningen genomfördes efter ett haveri på rökgasfläktens ledskenereglering. Pannan hölls i drift utan avstängning ett dygn efter haveriet eftersom reserveffekt saknades och effektbehovet var högt. Dessutom var personalen upptagen av sotning i Vaggeryd. Detta haveri medförde en kraftig nedsotning av pannan.

Om haveriet ej inträffat hade sannolikt pannan ej behövt sotas under hela driftperioden.

Rökgastemperaturens medelvärde steg långsamt med ca 2 oC/vecka under hela driftperioden. Under veckan varierade dock rökgastemperaturen med upp till 20 oC. En hypotes är att en beläggning byggs upp men lossnar när den nått en viss tjocklek varvid plåtytan blir i stort sett ren igen. Efter haveriet på ledskene-spjället i februari steg rökgastemperaturen snabbt till medelnivån före haveriet. Eftersom effektbehovet sjönk något under denna period kan detta tydas, som att beläggningarna ej lossnar lika lätt vid lägre panneffekt.

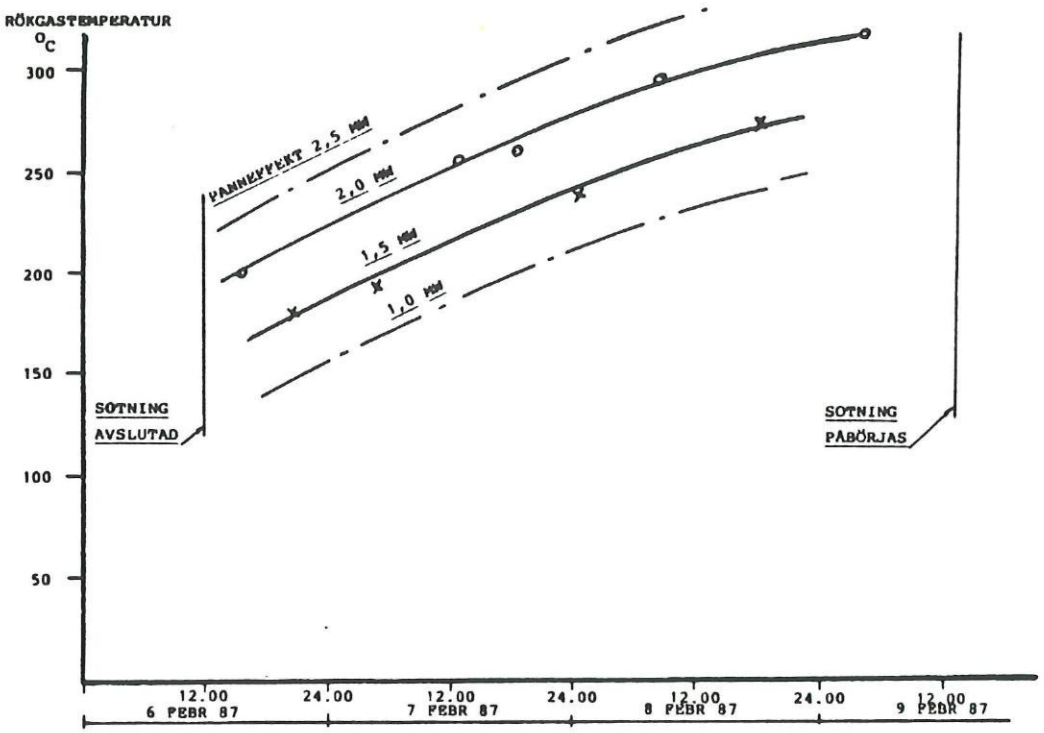
Rökgastemperaturen vid fliseldning i Vaggeryd har varit helt annorlunda än vid torveldning i Skillingaryd. Normalt temperaturförlopp har varit följande:

	Rökgastemperatur oC	
	2,5 MW	2,0 MW
Omedelbart efter sotning	220-230	190-200
1 dygn efter sotning	250-280	240-260
2 dygn efter sotning	320-350	290-310
3 dygn efter sotning	350-380	310-330

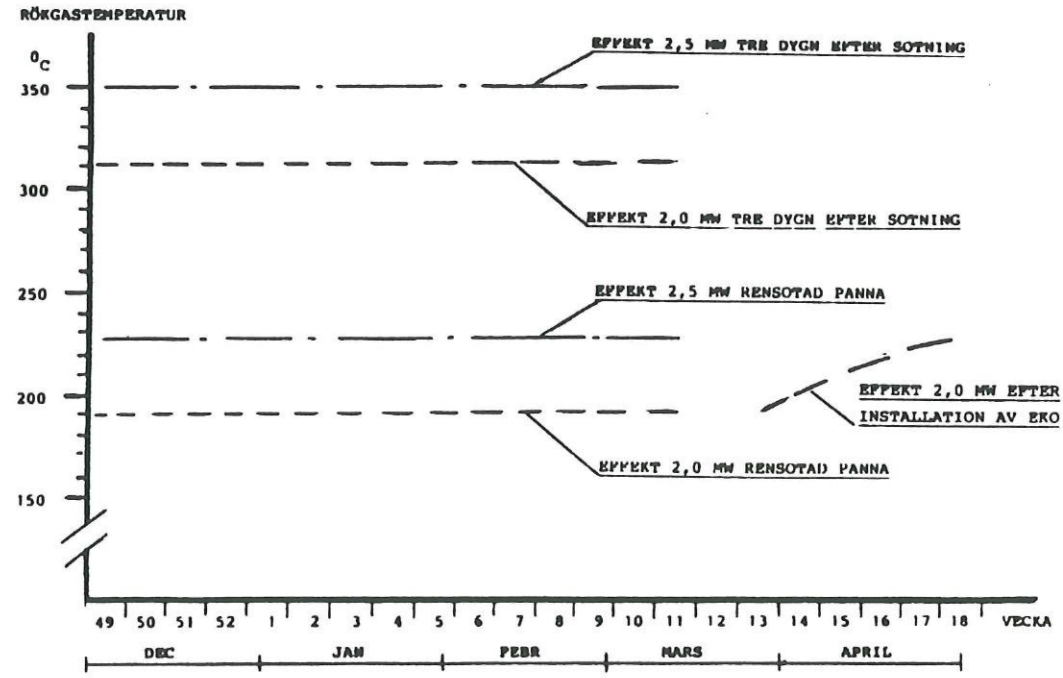
Sotning har erfordrats 2 gånger per vecka, för att anläggningen överhuvudtaget skulle kunna hållas i drift. Sotningen har därvid vanligtvis utförts fredag och måndag när belastningen minskat, men i vissa fall har sotningen utförts nattetid.

Registrering av rökgastemperaturen har under vissa perioder ej kunnat ske vid fliseldningen. Orsaken härtill är, att det tidvis varit nödvändigt att koppla bort temperaturgivaren, eftersom larmet för hög temperatur är direkt kopplat till givaren. Hög rökgastemperatur med inkopplad givare skulle därför medfört ständigt larm, vilket hade varit en helt omöjlig driftsituation.

För tiden efter det att ekonomisern installerats finns ett mera komplett material dock enbart för effekter lägre än ca 2,3 MW. I figur 6.14 A redovisas ett typiskt förlopp för hur rökgastemperaturen stiger efter en sotning. I figur 6.14 B har skisserats rökgastemperaturens ungefärliga nivå under den aktuella perioden.



FIGUR 6.14A RÖKGASTEMPERATURENS STEGRING MELLAN TVÅ SOTNINGAR VID FLISELDNING I VAGGERYD.
THE INCREASE OF FLUE GAS TEMPERATURE BETWEEN TWO SWEEPINGS DURING CHIPS FIRING AT VAGGERYD.



FIGUR 6.14B RÖKGASTEMPERATUR VID FLISELDNING I VAGGERYD.
FLUE GAS TEMPERATURE DURING CHIPS FIRING AT VAGGERYD

De nämnda rökgastemperaturerna vid fliseldning är självfallet helt otillfresställande. Förutom den verkningsgradsförlust på 3-4 % som den innebär, tillkommer kostnaden för ersättningsbränsle för dessa procent och för den tid som åtgår för sotningen. Dessutom tillkommer kostnad och arbetsinsats för den ständigt återkommande sotningen.

Båda anläggningarna är som nämnts försedda med ljudsotning, vilken varit i drift enligt givna instruktioner. Vid eldning med flis har ljudsotningen uppenbarligen ej haft tillräcklig effekt. I hur stor omfattning ljudsotningen bidragit till den låga rökgastemperaturen vid torveldning, är ej möjligt att bedöma, eftersom sotningen var i kontinuerlig drift.

6.2.6 Kväveoxider NOx.

NOx används som samlingsnamn på de kväveoxider som bildas vid förbränning. Vid förbränningen bildas huvudsakligen kvävemonooxid, dvs NO, och endast några få procent utgörs av kvävedioxid, NO2. Kvävemonooxid oxideras till kvävedioxid i atmosfären, se ref 3.

Kväveoxiderna bildas huvudsakligen genom;

- oxidation av det kväve som finns i bränslet.
- reaktion mellan syre och kväve vid den höga gastemperatur som råder i eldstaden.
- reaktion mellan luftens kväve och bränslets flyktandel under bildning av cyanider och ammoniak som oxideras till NO.

Mängden NOx som bildas beror bla av;

- luftöverskottet vid förbränningen.
- temperatur och temperaturfördelning i eldstaden.
- gasernas uppehållstid i eldstaden.
- bränslets kväveinnehåll.

Vid mätning erhålles halten NO och NO2 i enheten ppm dvs volymdelar per en million volymdelar rökgas.

Rökgasernas innehåll av kväveoxider redovisas normalt som om alla oxiderna förekom som NO2. Mängden redovisas vanligvis i enheten g/MJ förbränt bränsle.

Mätning av NO och NO2 samt ett antal andra parametrar har genomförts vid tre olika tillfällen på respektive anläggning. Vid mätningarna har följande instrument använts förutom de fast monterade.

- O2: Binos paramagnetisk.

- O2: Kane May Ltd KM 9002.

- NO: Binos IR.

- NO2: Binos UV.

- CO: Kane May Ltd KM 9002.

- oC: Termoelement KM 9002 samt Technoterm 5500.

För mätning av eldstadstemperaturen användes fast monterade termoelement placerade i skyddsrör nära taket i den murade stosen mellan ugn och panna, där gashastigheten är hög. Vid tidigare kontroll med sugpyrometer erhölls mycket god överensstämmelse mellan instrumenten, varför mätfelet sannolikt är mindre än 50 oC.

NO och NO2 har registrerats medelst skrivare fabrikat Linseis typ LM 23.

Kväveoxidmätarna kalibrerades regelbundet med testgas som hade följande analys.

	Första mätningen	Övriga mätningar
NO:	1380 ppm	180 ppm
NO2:	230 ppm	32 ppm
N2:	resterande	

Nollpunkten hos O2-mätarna kontrollerades dessutom med ren kvävgas.

Uppmätta värden framgår av figurerna 6.15 och 6.16 för torveldning repektive fliseldning. Som figur 6.17 redovisas typiska registreringar av av NO och NO2.

En viss tendens till lägre NOx-halt med minskande belastning kan noteras, och beror kanske i första hand på den lägre eldstadstemperaturen.

Träflisens innehåll av kväve är endast 40-50 % av torvens. Uppmätt NOx-halt minskar även i ungefär samma proportion vid nominell effekt.

DATUM		870123			870319			870430
EFFEKT	MW	2,51	1,71	1,02	2,45	1,75	1,15	0,63
O2-HALT, TORR GAS	%	8,6	7,3	7,4	5,3	6,7	7,1	5,6
O2-HALT, FUKTIG GAS	%	7,5	6,5	6,7	3,8	4,3	4,9	5,8
LUFTFAKTOR		1,69	1,53	1,54	1,34	1,47	1,51	1,36
RÖKGASTEMP, FAST	%	237	186	155	270	205	171	110
RÖKGASTEMP, KONTROLLoC		252	194	161	278	210	174	111
CO-HALT	ppm	45	70	50	430	760	270	450
NO-HALT	ppm	230	211	205	232	180	180	90
NO2-HALT	ppm	4	4	3	4	4	4	3
ELDSTADSTEMP.	oC	-	-	-	1260	1175	1150	1100
FUKTHALT BRÄNSLE	%	23	23	23	41	41	41	38
KVÄVEHALT BRÄNSLE	%	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
RÖKGASMÄNGD m^3norm/KgB		6,46	5,84	5,88	3,90	4,28	4,41	4,18
EFF. VÄRMEVÄRDE MJ/KgB		15,2	15,2	15,2	11,1	11,1	11,1	11,8
NO2	g/MJB	0,210	0,164	0,170	0,180	0,150	0,155	0,070

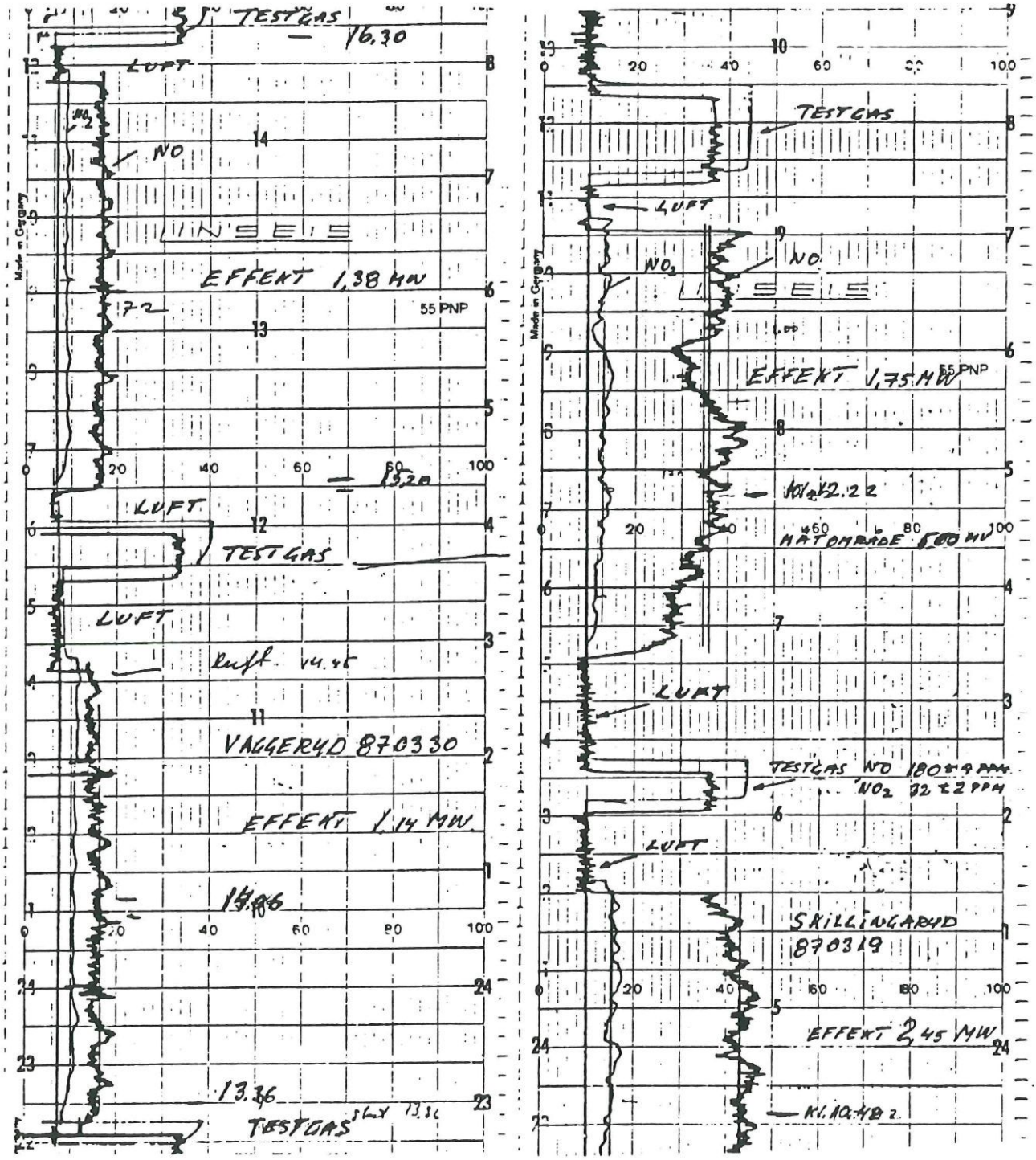
FIGUR 6.15 MÄTRESULTAT TORVELDNING I SKILLINGARYD.

MEASUREMENTS DURING PEAT FIRING AT SKILLINGARYD

DATUM		870206	870330			870414		
EFFEKT	MW	1,84	2,28	1,38	1,14	2,36	1,57	0,93
O2-HALT,TORR GAS	%	6,5	5,1	8,3	8,4	-	-	-
O2-HALT,FUKTIG GAS	%	5,6	3,7	5,6	6,4	5,1	6,4	8,9
LUFTFAKTOR		1,44	1,32	1,65	1,66	ca 1,4	ca 1,6	ca 1,9
RÖKGASTEMP, FAST	oC	-	-	-	-	-	-	-
RÖKGASTEMP, KONTROLLoC		183	146	125	112	234	191	155
CO-HALT	ppm	80	930	110	140	45	165	100
NO-HALT	ppm	118	90	72	60	90	75	65
NO2-HALT	ppm	3,5	3	2,5	4,5	2,5	2,5	2,5
ELDSTADSTEMP	oC	1020	1300	1225	1215	1195	1170	1075
FUKTHALT BRÄNSLE	%	53	28	28	28	29	29	29
KVÄVEHALT BRÄNSLE	%	0,56	0,43	0,43	0,43	0,41	0,41	0,41
RÖKGASMÄNGD m^3norm/KgB		2,98	4,44	5,58	5,62	ca 4,7	ca 5,2	ca 6,4
EFF. VÄRMEVÄRDE MJ/KgB		6,9	12,9	12,9	12,9	12,7	12,7	12,7
NO2	g/MJB	0,111	0,067	0,068	0, 059	0,071	0,067	0,071

FIGUR 6.16 MÄTRESULTAT FLISELDNING I VAGGERYD.

MEASUREMENTS DURING CHIPS FIRING AT VAGGERYD



FLIS VAGGERYD

TORV SKILLINGARYD

FIGUR 6.17 MÄTNING AV NO OCH NO2 I SKILLINGARYD OCH VAGGERYD.

MEASUREMENTS OF NO AND NO2 AT SKILLINGARYD AND VAGGERYD

6.3 Verkningsgrad.

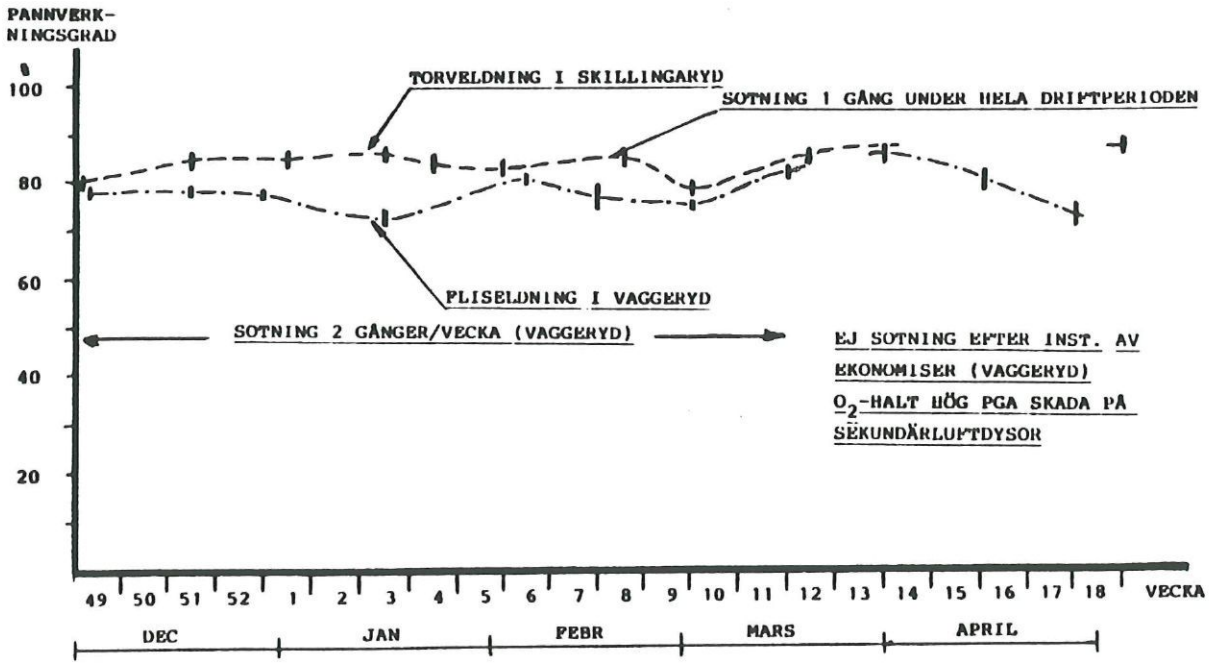
För de dagar då prov på askan tagits för bestämning av mängden oförbränt i askan har pannverkningsgraden beräknats. Verkningsgraden har beräknats vid max, min och medeleffekt under respektive dygn.

Beräkningarna har baserats på datarapporternas timmedelvärden respektive dygnsmedelvärdet. De noterade värdena för rökgastemperatur och O2-halt har använts som underlag frånsett i de fall då uppenbara felregistreringar förekommit.

Förlusten genom oförbränt i aska har genomgående antagits vara 1 % av tillförd bränsleeffekt.

Strålnings- och restförlust från panna och ugn har antagits vara konstant 3,5 % av nominell effekt dvs 88 kW.

Den på så sätt beräknade verkningsgraden redovisas i figur 6.18 dels för torveldning i Skillingaryd, dels för fliseldning i Vaggeryd.



FIGUR 6.18 PANNVERKNINGSGRAD VID TORVELDNING I SKILLINGARYD OCH FLISELDNING I VAGGERYD.

EFFICIENCY OF BOILER DURING PEAT FIRING AT SKILLINGARYD AND CHIPS FIRING AT VAGGERYD

Vid torveldning har verkningsgraden genomgående legat i intervallet 78-84 %. Variationerna över dygnet har varit marginella och visas med stapelns höjd. Linjen som sammanbinder de olika punkterna visar ej verkningsgraden under mellanliggande dagar.

Beräkning av verkningsgraden vid fliseldning har för vissa tidsintervall varit omöjliga att genomföra med godtagbar noggrannhet. Orsaken härtill är att uppgift om rökgastemperaturen tidvis saknas eftersom temperaturgivaren kopplats bort för att ej ständigt ge larm på grund av den onormalt höga rökgastemperaturen. Där uppgift om temperaturen saknas har verkningsgraden baserats på de uppgifter som anges i avsnitt 6.2.5. I beräkningarna har hänsyn tagits till antalet dygn som förflutit sedan föregående sotning och även till pannvattnets temperatur. För vissa tidsperioder saknas beräkningsunderlag helt på grund av fel i datorsystemet.

Före installation av ekonomisern varierade verkningsgraden vid eldning med flis inom 71-83 %. De högre värdena gäller vid nysotad panna. Medelvärdet låg omkring 77 %.

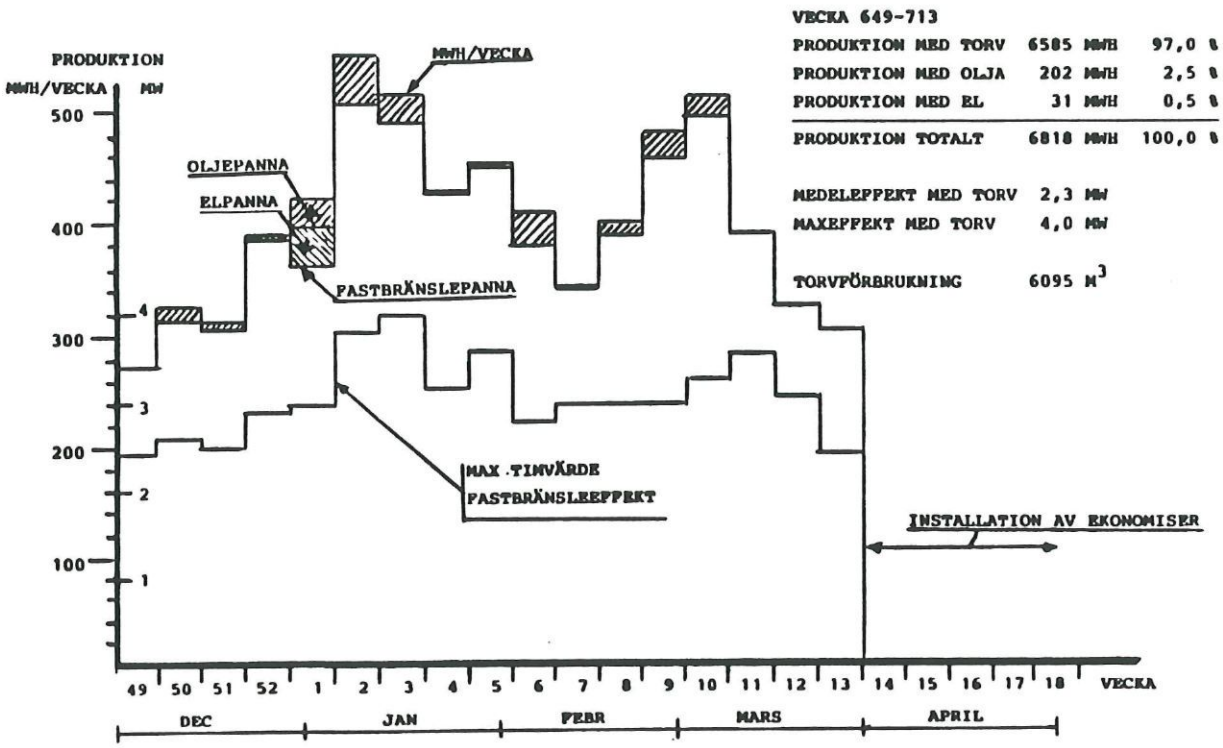
Efter installation av ekonomisern steg rökgastemperaturen förhållandevis långsamt. Pannan sotades därför ej under de 4 veckorna fram till avställningen. Verkningsgraden vid drift varierade under denna period inom 75-87 %. De lägre värdena beror främst på högt luftöverskott. I slutet av perioden inverkade även i viss mån de sotbeläggningar som byggdes upp. Det höga luftöverskottet orsakades av försämrad fördelning av förbränningsluften, vilket berodde på att skador uppstått på sekundärluftdysor och murverk. Detta bidrog även till hög sotbildning, se vidare avsnitt 6.5.3.

6.4 Effekt- och energiproduktion.

Ur datarapporterna har producerad energi framräknats veckovis och totalt för hela provperioden. En uppdelning på de tre bränsleslagen fastbränsle, olja och el har även genomförts. Uppgifterna baseras förutom på datarapporterna även på dagrapporter och uppgifter om bränsleinköp mm. Vid torveldningen har det även varit möjligt att ta fram fastbränslepannans maxeffekt veckovis.

Ur figur 6.19 som visar produktionsförhållandena i den torveldade centralen i Skillingaryd kan utläsas att 97 % av erforderlig energi under perioden producerats med torv. Medeleffekten för fastbränsle-

pannan har över hela perioden varit 2,3 MW och max timeffekt från pannan hela 4.0 MW. Högsta noterade värdet på timeffekten var den 12 januari då effektbehovet till nät var 3,8 MW. Ovan angivna siffror innefattar ej den energi som producerats under den tid då fastbränslepannan varit avställd för installation av ekonomisern.

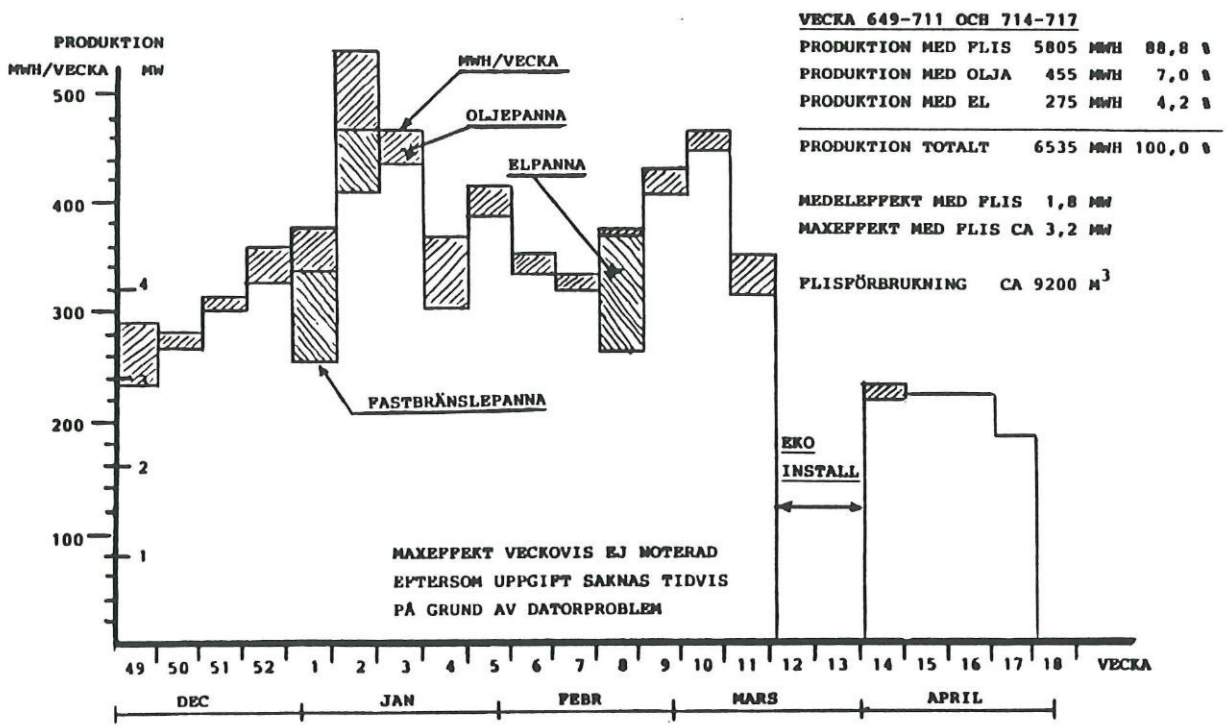


FIGUR 6.19 ENERGIPRODUKTION I SKILLINGARYD.

PRODUCTION OF ENERGY AT SKILLINGARYD

Den torveldade pannan har således haft en synnerligen god tillgänglighet och energiproduktionen har varit ovanligt stor. Detta beror bla på att pannan kunnat överlastas kraftigt, att bränslekvaliteten varit god samt att avbrott för sotning ej erfodrats.

Med torv har producerats 6585 MWh och förbrukningen av torv har varit ca 6095 m3. Torvförbrukningen per MWh har således varit 0,93 m3. Torvleverantören uppger att energiinnehållet i genomsnitt är 1.3 MWh/m3. Detta energiinnehåll ger en medelverkningsgrad på 83 %. Värdet stämmer väl med tidigare beräknad verkningsgrad.



FIGUR 6.20 ENERGIPRODUKTION I VAGGERYD.

PRODUCTION OF ENERGY AT VAGGERYD

Produktionsförhållandena vid fliseldning i Vaggeryd redovisas i figur 6.20. Den totala energiproduktionen i Vaggeryd är ca 10 % lägre än i Skillingaryd räknat på samma tidsperiod. Detta stämmer väl med skillnaden i ansluten effekt. I båda fallen har energibehovet under den tid då fastbränslepannan varit avställd för installation av ekonomisern ej inräknats. Av erforderlig energi har ca 89 % producerats med flis, 7 % med olja och 4 % med el. Maximalt effektuttag ur flispannan har varit ca 3,2 MW.

Med flis har producerats 5805 MWh och förbrukningen av flis har varit ca 9200 m3. Baserat på att flisens energiinnehåll är 0,85 MWh/m3 erhålles 74 % medelverkningsgrad. Detta värde förefaller rimligt jämfört med tidigare under 6.3 beräknat värde, om man beaktar förlusterna vid ned- och uppeldning i samband med de många sotningarna.

6.5 Driftproblem och störningar.

Driftproblem och störningar har givetvis förekommit vid båda centralerna. Att specificera vad som är driftproblem alternativt underhållsarbeten kan i vissa fall vara svårt. Att ge en entydig bild av störningarnas omfattning och betydelse är likaledes svårt.

De inträffade störningarna redovisas därför i 3 olika former, dels i form av korta dagboksanteckningar, dels i tabellform fördelade efter anläggningens huvuddelar, och slutligen i form av övertidsuttag för åtgärdandet fördelat på olika typer av arbeten. Störningar på olje- och elpanna har varit helt försumbara och har ej heller medtagits i sammanställningarna.

Dagboksanteckningarna redovisas som bilaga 1.

Störningarna kommenteras i avsnitt 6.5.4.

6.5.1 Störningarnas fördelning på olika anläggningsdelar.

Störningarna har antalsmässigt haft följande fördelning vid de båda anläggninarna.

	Antal störningar	
	TORV Skillingaryd	FLIS Vaggeryd
BRÄNSLESYSTEM		
leverans + lossning	2	1
lager + transport	13	18
Bränslesystem summa	15	19
UGN + PANNA		
rostersystem	2	2
tempövervakning i ugn	2	1
övertryck i ugn	2	-
sotning	2	22
Ugn + panna summa	8	25

LUFT-OCH RÖKGASSYSTEM	TORV	FLIS
reglering av fläktar	2	2
ASK- OCH SLAGGSYSTEM		
låsning, haveri	3	2
STYR OCH ÖVERVAKNING		
dator	3	7
	(i viss mån kontinuerliga problem)	
dragreglering	kontinuerliga problem	
okänt	-	2
Styr, övervakn. summa	3 ++	9 ++
ÖVRIGT		
elavbrott	3	3
nätpumpar	-	3
frysskydd	-	2
rörskada	1	-
Övrigt summa	4	8
TOTALT FÖR PERIODEN	35 ++	65 ++

++ markerar sådana störningar som i stort sett finns ständigt men mer eller mindre markanta.

6.5.2 Övertidsarbete för åtgärdande av störningar.

Nedanstående sammanställning av övertidsuttaget ger också en del intressant information om störningarnas fördelning. Man måste dock observera att en stor del av störningarna åtgärdats under normal arbetstid varför de ej återfinns som övertid. Vissa av problemen har även åtgärdats inom gällande garanti eller med utomstående personal.

	TORV		FLIS	
	Skillingsryd		Vaggeryd	
	Timmar	%	Timmar	%
Transportör/bränsle	90	22	78	14
Pannstart- pannstopp	25	6	51	9
Panna, ugn	14	4	148	27
Luft-och rökgasspjäll	11	3	19	3
Givare, mätare	5	1	36	7
Flöden, shuntning	4	1	8	1
El	6	2	12	2
Dator	9	2	7	1
Förbättringar	79	20	55	10
Övrigt	158	39	148	26
SUMMA	401		562	

Under rubriken förbättringar redovisas tid som använts för direkt standardhöjande åtgärder.

Huvudposterna under rubriken övrigt är i första hand snöskottning, bränsleförflyttning och liknande arbeten. Dessutom ingår viss del av den periodiska tillsynen under veckosluten som krävs enligt gällande normer.

6.5.3. Iaktagelser vid revision sommaren 1987.

Under sommarens lågbelastning har fastbränslepannorna varit avställda och underhålls- och reparationsarbeten har utförts på anläggningarna. En del iaktagelser har därvid gjorts och det har även funnits tid att efter driftsäsongen fundera över vissa händelser. Några kommentarer lämnas med anledning härav.

Skador på ugn.
Inmurningen i den fliseldade ugnen i Vaggeryd var illa åtgången och krävde omfattande reparationsarbeten. Sekundärluftdysorna av värmebeständigt stål, som var förlagda inne i den skadade murningen, var likaledes illa åtgångna. Fördelningen av sekundärluften hade därför varit otillfredsställande under en längre tid. Det skadade murverket har även medfört,

att primärluft passerat förbi bränslebädden längs ugnens sidor utan att delta i förbränningen. Ett antal roster var även illa medfarna och måste bytas. Ovanstående skador förklarar svårigheten att hålla låg O2-halt med acceptabelt värde på CO-halten.

Den torveldade ugnen i Skillingaryd var i mycket gott skick. Reparation av murverket erfordrades ej.

Orsaken till de stora olikheterna är sannolikt skillnaden i antal start och stopp för sotning. Den fliseldade ugnen har således utsatts för ett stort antal snabba och stora temperaturväxlingar, vilket orsakat de stora skadorna. Vissa olikheter i asksmältans angrepp vid flis och torveldning kan finnas, men är sannolikt av underordnad betydelse i detta fall.

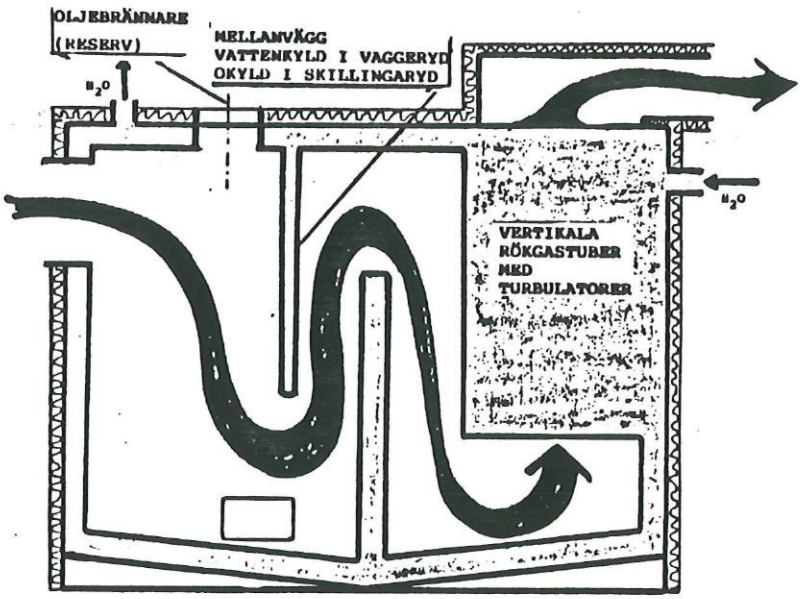
Skador på ask-och slaggtransportör till container.
Skruvtransportören för aska och slagg från ugn till containern har som nämnts havererat i Skillingaryd. Den tubformiga manteln är helt utsliten, och även skruven är mycket illa medfaren. Även i Vaggeryd har slitaget varit stort, och både skruv och hölje bör bytas och ersättas med utrustning i förstärkt utförande inför kommande driftsäsong.

De här gjorda erfarenheterna tyder på att aska och slagg från torv ej bör transporteras med skruv. Vid ren fliseldning, utan inblandning av andra bränslen, förefaller dock livslängden vara acceptabel.

Skador på vägg i panneldstad.
I samband med byte av ugn konstaterades att förbränningsgaserna från ugnen passerade horisontellt tvärs över panneldstaden från gasinloppet, placerat i eldstadens ovankant, till det lika högt placerade inloppet till konvektionsdelen. Ett normalt utförande, för att utnyttja panneldstadens värmeytor, hade varit att ta in gasen i eldstadens nedre del. Ett annat alternativ hade varit att förse eldstaden med en mellanvägg, som tvingar ner gaserna genom eldstaden förbi värmeytorna.

Det levererade utförandet var uppenbart ett misstag från panntillverkarens sida. Detta framgick av att tillverkaren, före leverans av pannan till Vaggeryd, försåg denna med en vattenkyld vägg. Dessutom monterades en ej vattenkyld vägg av värmebeständigt stål i den redan installerade pannan i Skillingaryd enligt figur 6.21.

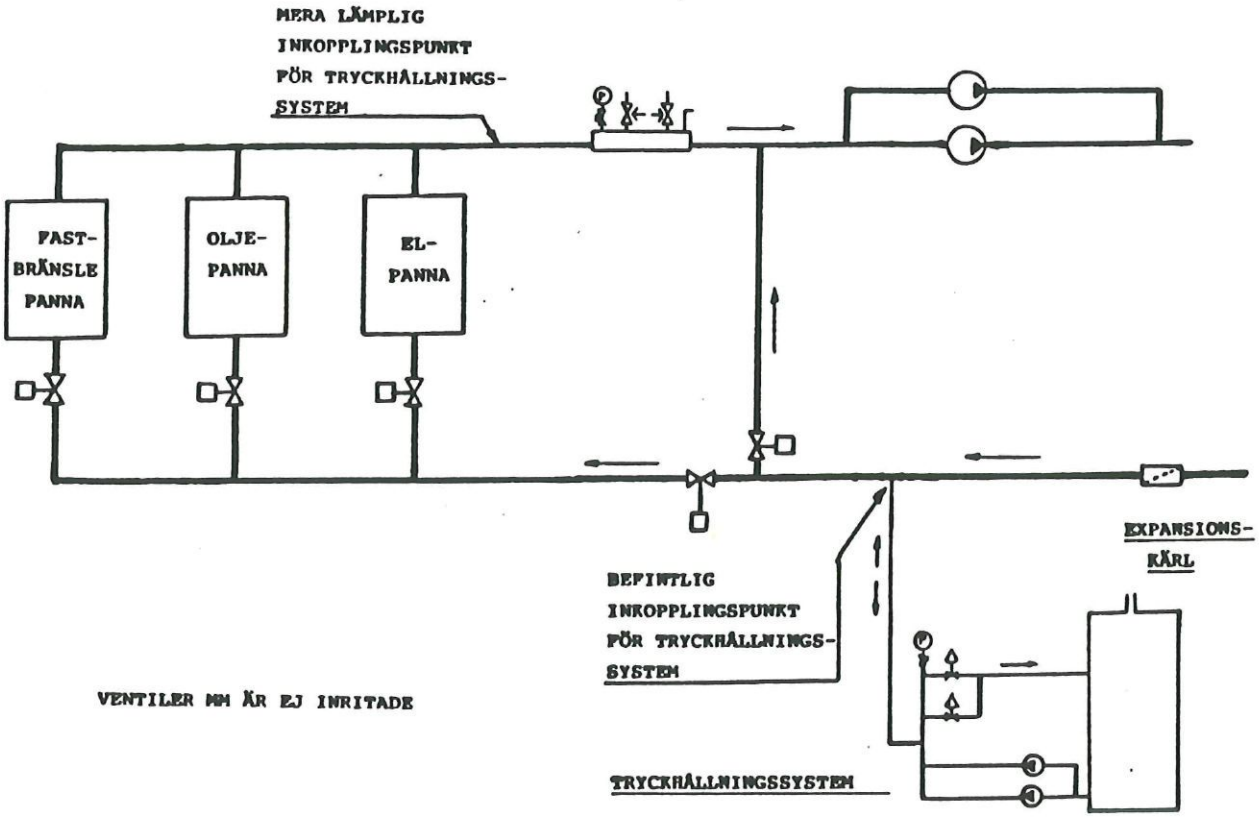
Den okylda väggen i pannan i Skillingaryd har nu havererat för andra gången.



FIGUR 6.21 SEKTION GENOM PANNA. PRINCIPSKISS

CROSS SECTION OF BOILER SHOWING THE BASIC PRINCIPLE

Lågt tryck på nätet.
Av bilaga 1 framgår att larm utgått för alltför lågt tryck på vattnet, främst i Vaggeryd. Av figur 6.22 framgår att trycket hålls konstant i en punkt på returledningen före pannorna medan larmgivaren är monterad i ångsamlingskärlet efter pannorna men före nätpumparna.



FIGUR 6.22 PRINCIPINKOPPLING AV TRYCKHÅLLNINGSSYSTEM.

PRINCIPLE FOR CONNECTION OF PRESSURE-MAINTAINING SYSTEM

Vid stort flöde och snabb manövrering av ventilerna vid pannorna, kan trycket i framledningen på pumpens sugsida bli lägre än inställt systemtryck. Detta kan i vissa lägen även medföra ångbildning i systemet. Vid alltför lågt tryck på pumpens sugsida finns dessutom risk för kavitation i nätpumparna, vilket kan ge skador på pumphjul och tätningar. Skador på tätningarna har inträffat i Vaggeryd, och enligt pumpleverantören är orsaken sannolikt kavitation.

Åtkomlighet för reparation och byte av komponenter.
Att planera en central så att de olika delarna är lätt åtkomliga för service är svårt. I båda dessa centraler är det exempelvis mycket komplicerat att byta fjädrarna till vibrotransportören. Bland annat är det nödvändigt att demontera den långa lejdare, som utgör transportväg mellan markplanet och rummet där transportören finns.

Ett annat exempel på utrustning, som är svår att byta, är skruvtransportören för aska och slagg till containern. Transportören är sålunda monterad innan byggnaden var färdig och ett byte kräver bla håltagning i väggar.

6.5.4 Kommentarer till redovisade störningar.

Av de föregående avsnitten framgår, att antalet störningar inklusive sotningar varit nästan dubbelt så stort vid fliseldning, som vid eldning med torv. Vid Vaggerydscentralen har dessutom övertidsuttaget varit ca 40 % större än i Skillingaryd. Använd övertid är i och för sig inget korrekt mått på tidsåtgången för att åtgärda störningar, eftersom dessa så långt det varit möjligt åtgärdats under normal arbetstid. Behovet av övertid ger dock en viss indikation på störningarnas omfattning.

Att ange tidsåtgång och kostnad för att åtgärda de redovisade störningarna är ej möjligt. Vissa kommentarer till de olika posterna lämnas dock i det följande.

Bränslesystem.
En betydande post, såväl vid torveldning som vid fliseldning, är störningar i bränsletranportsystemet. Detta gäller såväl antalsmässigt som övertidsmässigt.

Felen har huvudsakligen utgjorts av funktionsbrister hos flaggor, fotoceller och varvtalsvakter som reglerar tillförd bränslemängd. I Vaggeryd är den utomhusplacerade fotocellen dessutom placerad på en ur skyddssynpunkt klart olämplig plats 4 meter över

mark. Felen har varit tekniskt enkla, men mycket störande, och borde kunnat undvikas med rätt vald och placerad utrustning

Redovisade fel på skraptransportörer och hydraul-utrustning är dock mera allvarliga och tyder på att leverantören underskattat uppkommande belastningar och slitage.

Ugn och panna.
Ugnens funktion förefaller att vara god för såväl torv som flis. De skador som ovan redovisats kan tveklöst hänföras till de stora problemen som funnits med rökgastemperaturen vid fliseldning.

Att pannor med turbulatorer ej är lämpade för eldning med flis framgår även tydligt. Det är också mycket tveksamt om de är lämpliga för eldning med torv. Vid fliseldning fick man således kraftiga beläggningar, men vid torveldning var ytorna i stort sett blanka. Det senare tyder på att torvaskan, som är mycket hård,har en blästrande effekt på tubytorna. Eftersom gashastigheten med turbulatorerna monterade är hög finns också risk för erosionskador i tuberna vid eldning med torv.

Ask-och slaggsystem.
Transportsystem med skruvar har svagheter, främst när det gäller slitaget vid aska och slagg från torv. Många driftstörningar skulle dessutom kunnat undvikas, om skruvarna från början utförts med reversering. Reversering har nu monterats.

Styrning och övervakning.
Datorutrustningens funktion har varit helt otillfredsställande vid båda anläggningarna. Detta har varit ett av de största problemen. Felen ligger sannolikt ej enbart på datorn utan även på annan elektronik, såsom larmsystem, mm.

I viss utsträckning har felen varit självläkande men återkommit med ojämna mellanrum. Exempel på sådana fel är, att dygnsrapporter utan synbar anledning ej skrivits ut under några dygn, för att sedan återkomma utan åtgärd från driftpersonalens sida.

Andra fel har varit falska larm eller att larm ej gått ut när så skulle ske.

En av de allvarligaste bristerna hos datorn är att det saknas back up på inprogrammerade styrparametrar och gränsvärden. Ackumulatorer skall säkra datorns funktion vid spänningsbortfall, men så har ej alltid skett. Vid vissa tillfällen har några eller alla

styrparametrar fallit bort och fått matas in på nytt av driftpersonalen. Att få igång anläggningen efter ett avbrott har därför ibland varit tidskrävande. Orsaken till dessa fel är för övrigt ännu inte klarlagd. En teori som nu undersöks är, om det finns kortvariga spänningsdippar på elnätet, vilka kan orsaka problemen.

Anläggningen saknade dessutom transientskydd, vilket medförde att datorn fick allvarliga skador vid ett åsknedslag under sommaren 1987.

Det kan även nämnas, att personalen ej anser att de erhållit tillräcklig utbildning på utrustningen, samt att instruktionerna ej är kompletta. Ett exempel på det senare är att uppgifter om tillåtna gränsvärden för olika styrparametrar saknas.

Ingrepp i utrustningen är specialistarbete, och driftpersonalen har därmed mycket begränsad möjlighet att åtgärda uppträdande fel. Detta är förklaringen till att antalet övetidstimmar är litet. Ett stort problem i sammanhanget är emellertid att specialisterna finns så långt bort, dels i Stockholm, dels i Finland.

Utöver ovan redovisade negativa intryck har systemet givetvis även positiva sidor. När systemet sålunda fungerar korrekt, så upplevs reglerfunktionen som mycket god. Utskrift av dygns- och felrapporter är givetvis även en stor fördel med systemet.

Baserat på ovannämnda erfarenheter kan man dock ifrågasätta om tiden är mogen för datorstyrning av anläggningar av denna storlek. Om sådan utrustning trots allt skall installeras, är det nödvändigt att välja en utrustning av god kvalitet med minimalt behov av service. Den måste även från början vara försedd med erforderlig tilläggsutrustning, så att en säker drift erhålles. I händelse av spänningsbortfall måste anläggningen återstarta utan större åtgärd från driftpersonalens sida, inte minst på grund av att personalen har många andra viktiga uppgifter att sköta vid ett sådant tillfälle.

Sammanfattning.
Att de minsta driftproblemen och det bästa driftresultatet ur teknisk synpunkt erhållits med torveldning i Skillingaryd är entydigt. I viss mån, men inte enbart, beror detta på problemet med rökgastemperaturen i Vaggeryd. Detta skall nu, åtminstone till en del, vara eliminerat genom att ekonomisern installerats. De slitageproblem som finns med

torvaskan rubbar ej heller grundintrycket att
torveldning är att föredra framför eldning med flis.

7. JÄMFÖRANDE DRIFT UR EKONOMISK SYNPUNKT.

Det är ej möjligt, och ej heller meningsfullt, att göra en fullständig redovisning av kostnaderna vid de båda centralerna. Istället har skillnaden i kostnad mellan torv- och fliseldning beräknats.

Leverantörens garanti gäller fortfarande i huvudsak för anläggningarna. Värmeverkets kostnader för reparationer har därmed varit små. Behovet av hjälpenergi har varit i stor sett lika för centralerna och varierat inom 9-13 kWh/producerad MWh. Återstående poster blir därmed i huvudsak kostnad för bränsle och peronalinsatser.

7.1 Bränslekostnad.

Bränslekostnaden per producerad MWh har beräknats utgående från bränslets inköpspris, medelverkningsgrad, samt med bränslet procentuellt producerad energimängd. Med detta beräkningssätt har exempelvis 1 MWh energi producerad med torv kostat 114,20 kr. Av figur 6.20 framgår att 97 % av energin i Skillingaryd kommer från torv, 2,5 % från olja och 0,5 % från el. Varje MWh är då i genomsnitt producerad med de använda bränslena i motsvarande proportion.

Bränslekostnaden för varje producerad MWh i Skillingaryd blir därmed följande:

Torv:	0,97 MWh á 114,20	= 110,80 kr
Olja:	0,025 MWh á 196,00	= 4.90 kr
El:	0,005 MWh á 125,00	= 0,60 kr
Medelpris per MWh		= 116,30 kr

Bränslekostnaden i Vaggeryd blir med motsvarande beräkning:

Flis:	0,89 MWh á 146,90	= 130,70 kr
Olja:	0,07 MWh á 196,00	= 13,70 kr
El:	0,04 MWh á 125,00	= 5,00 kr
Medelpris per MWh		= 149,40 kr

7.2. Personalkostnad.

I en jämförelse av denna art skall skall rimligtvis kostnaden för driftpersonalens ordinarie arbetstid ej fördelas i proportion till den energimängd som produceras i respektive anläggning. Däremot finns det klara motiv för att fördela övertiden vid centralerna efter denna grund. Den del av övertiden som bör beaktas är totala tiden enligt 6.5.2 med avdrag för posterna "förbättringar" och "övrigt".

Vid centralen i Skillingaryd blir denna tid 164 och i Vaggeryd 359 timmar. Tiden är i huvudsak kvalificerad övertid vilket medför att timkostnaden inklusive sociala avgifter är ca 200:-.

Övertidskostnaden per producerad MWh blir därmed:

Skillingaryd:

Övertidskostnad per MWh = 4,80 kr

Vaggeryd:

Övertidskostnad per MWh = 11,00 kr

7.3. Kostnadsskillnad mellan torv- och fliseldning.

Kostnad för bränsle och övertid vilket är de direkt i pengar jämförbara kostnaderna blir därmed:

Skillingaryd: 116,30 + 4,80 = 121,10 kr/MWh

Vaggeryd: 149,40 + 11,00 = 160,40 kr/MWh

Skillnaden till förmån för torveldning i Skillingaryd blir därmed 39,30 kr/MWh.

8. SLUTOMDÖME.

Normal årlig energiproduktion är omkring 9 000 MWh i vardera centralen. Enligt ovan redovisade beräkningar motsvarar detta en årlig skillnad i driftkostnader av storleksordningen 350 000 kr till fördel för torveldningen. Denna skillnad blir i framtiden något mindre, om hänsyn tas till den onormalt stora skillnaden i verkningsgrad, som funnits mellan anläggningarna under provperioden.

Slitaget på vissa delar av utrustningen är uppenbart större vid eldning med torv. Skillnaden i pengar räknat bedöms dock vara relativt liten.

Personalens uppfattning är, att driftproblemen är avsevärt mindre vid eldning med torv i jämförelse med fliseldning.

Det sammanfattande slutomdömet, baserat på erfarenheterna från de båda centralerna, blir därmed, att torveldning klart är att föredra framför eldning med flis, såväl ur ekonomisk synppunkt som ur driftsynpunkt.

9. REFERENSLITTERATUR.

1. R.Schuster, L.Wester 1985. Hur går våra mindre fastbränsleanläggningar - en undersökning av prestanda och driftstörningar. (Energiupphandlingsdelegationen)

2. A. Olausson 1981. Förbränning i pannan, rost, kolpulver. (Föredrag vid STF Ingenjörsutbildning)

3. J.Magnusson, L.Lindau mfl, 1987. Mindre kväveoxider från förbränning. (Statens energiverk, Statens naturvårdsverk)

BILAGA 1.

Dagboksanteckningar från torveldning i Skillingaryd.

Följande oplanerade händelser av betydelse har inträffat i Skillingaryd under provperioden.

December 1986.

1. Bränslebrytare till pannstupet krökt.

4. Ask- och stoftskruvar har låst sig. (Reversering saknas)

5. Elavbrott pga storm i 3 tim.

11. Planerat stopp för ompackning av snäckväxlar till transportörer. Panneldstaden rengörs från aska. Turbulatorerna kontrolleras och skakas av - obetydliga beläggningar

13. Problem med skraptransportör och hydraulaggregat.

20. Datorn "sjuk", oljepannan startar ej.

22 Storm, yrsnö. Torvbilar fryser. KRIS. Bränslebehovet klaras enbart genom att reservlager finns på gården.

25. Slaggtransportskruv utsliten i botten. Lagas provisoriskt.

26. Bränslebrytaren till pannstupet havererar.

28. Slaggtransportskruv löser ut. Rosterkylningen överhettad.

29. Rosterhaveri. 7 rosterstavar bytes.

Januari 1987.

2. Spricka i kopparrör till manometer på tryckhållningssystemet. Vibrationsskada.

5. Gasexplosion i ugnen. Bränslebrytaren till pannstupet löser ut.

22. Givaren för ugnstemperatur havererar.

28. Kortvarigt elbortfall på nät löser ut anläggningen.

Februari 1987.

2. Problem med ständigt krånglande dragreglering.

3. Larm för övertryck i ugn.

13. Bränslebrytaren till pannstupet havererar.

16. Kulled till ledskenespjäll för rökgasfläkten havererar. Pannan börjar sota igen dagen före pga påbörjad skada.

17. Pannan körs osotad enär belastningen hög och sotning pågår i Vaggeryd.

18. Sotning.

Mars 1987.
3. Larm låg oljenivå i hydraulaggregat.

4. Larm utlöst klämskydd bränslelossning. Orsak:Ovan chaufför - ingen skada.

5. Brott på skrapa i bränslelager. Lagret grävs ur med lastmaskin. Totalavbrott 8 timmar i fastbränsleeldningen. Därtill begränsad effekt under uppeldningen.

11. Bränslebrytaren till pannstupet hänger sig.

12. Elavbrott. Alla i datorn inprogrammerade driftvärden försvinner. Nya knappas in efter telefonkonferens med leverantören i Finland.

15. Bränslebrytaren till pannstupet hänger sig.

19. Datorn låser sig tillfälligt.

21. Bränslebrytaren till pannstupet hänger sig.

26. Givaren för ugnstemperatur havererar.

27. Bränslebrytaren till pannstupet hänger sig.

29. Bränslebrytaren till pannstupet hänger sig.

April 1987.
1. Nedeldning för installation av ekonomisern påbörjas.

28. Start av fastbränslepannan efter installation av ekonomisern.

Maj 1987.
6. Fastbränslepannan ställs av för säsongen.

Dagboksanteckningar från fliseldning i Vaggeryd.

Följande oplanerade händelser av betydelse har inträffat i Vaggeryd under provperioden.

December 1986.

1. Datorn ändrar datum planlöst.

2. Beläggning på fotocell till skraptransportör.

5. Sotning. Elavbrott. Storm.

9. Beläggning på fotocell till skraptransportör.

10. Datorn "sjuk". Effektrapport för pannan skrivs ej ut.

11. Effektrapport skrivs ej ut.(Gäller 10 dec-11 jan)

12. Sotning.

17. Lågt tryck på nät.

19. Sotning. (Rökgasfläkt orkar ej). Frysskydd för ventilation i pannhall löser.

20. Frysskydd för ventilation i pannhall löser ånyo.

23. Sotning. Larm bränslebrist. Sållet igensatt av tjälade klumpar.

30. Sotning. Onormala svängningar i undertrycksregleringen.

Januari 1987.

4. Bränslespjäll mellan skraptransportör och skruv utomhus fryser fast.

5. Sotning.

6. Beläggning på fotocell till skraptransportör.

8. Elavbrott.

11. Sotning. Motorskydd på nätpump löser. Effektrapport på datorn återkommer av sig själv.

12. Bränslebrytare till pannstup hänger sig. Effektrapport försvinner.

14. Effektrapport återkommer.

16. Sotning. Effektrapport försvinner.

18. Kort elavbrott. Datorn spårar ur.Visar rätt på skärm men skriver fel. Börjar skriva effekt-rapport.

19. Sotning. Slaggning av ugn. Askskruv fastnar. Delar av roster hittas i skruven.

20. Rotationsvakt på skraptransportör löser - inget fel hittas.

21. Elavbrott. Datorn och hela anläggningen stannar. Larm går ej ut.

22. Datorn startas och nya börvärden knappas in eftersom de gamla är borta.

23. Sotning samt nedeldning av ugn för byte av rosterstavar.

24. Urslaggning samt byte av roster. (10 tim-2 man)

25. Larm bränslebrist. Fel hittas ej.

26. Sotning.

28. Bränslebrytare till pannstup hänger sig.

29. Sotning. Byte av bussning till vibrotransportör.

30. Snabbstopp. Okänd anledning.

Februari 1987.

2. Beläggning på fotocell till skraptransportör. Sotning.

3. Lågt tryck i nät. Beläggning på fotocell till skraptransportör.

4. Grönflis med ris och hög fukthalt ger problem. Effekten begränsas tii 2,2 MW.

6. Sotning.

9. Sotning. (Rökgastemperatur 351 oC.) Dålig flis.

12. Datorfel. Larmar för låg temp vid normal nättemperatur. Rökgasspjäll stänger men primär och sekundärluftfläkter stoppar ej.

13. Sotning.

17. Sotning. Motorskydd till skraptransportör löser .

19. Varvtalsvakt vid skraptransportör ger larm. fel hittas ej.

23. Sotning.

26. Bränslesåll igensatt. Rejektutrymmet helt fyllt med bränsle.

27. Sotning.

Mars 1987.
2. Sotning.

5. Elavbrott.

6. Sotning.

9. Sotning.

11. Temperaturgivare för ugnstemperatur havererar. Pannan bryter men larm går ej ut.

12. Askskruv fastnar. Larm går ej ut.

13. Sotning.

17. Sotning samt nedeldning för installation av ekonomisern.

27. Uppstart av panna efter installation av ekonomisern. Mycket ris i flisen somsätter igen sållet.

April 1987.
1. Ris sätter igen såll och ger stor rejektmängd.

9. Problem med ris.

10. Problem med ris. Bilden på dataskärmen faller bort. Kommer åter efter simulerat strömavbrott.

29. Elavbrott på nät.

Maj 1987.
7. Fastbränslepannan avställd för säsongen.

Allmän notering: Svårt att hålla låg O2- halt med samtidigt låg CO-halt.

Rapportförteckning

SVF-1 Temperaturbeständighet hos olika filtermaterial
Monica Eiborn, AB ASEA-ATOM, Västerås Sept 1972

SVF-2 Undersökning av temperaturstabilitet hos olika jonbytande material
Olle Tjälldin, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1972

SVF-3 Bedömning av möjlig kloridupptagning i blandbäddfilter
Olle Tjälldin, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1972

SVF-4 Litteraturvärdering avseende järnhaltiga korrosionsprodukters löslighet i vatten
Tormod Kelen, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1972

SVF-5 Partiell kondensation av ånga
R Sundby, J Tavast, Stal-Laval Turbin AB, Finspång Sept 1972

SVF-6 Värmeflödesmätare för mätning av värmebelastning i ugnar
B Leckner, L Strömberg, Institutionen för Energiteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg Sept 1972

SVF-7 Värmeöverföring och strömningsmotstånd i eldstadstuber
Lars Nilsson, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1972

SVF-8 Bildning, effekter och kontroll av kväveoxider vid eldning med olja i ickemobila anläggningar
Carl-Eric Holmqvist, Statens Vattenfallsverk, Stockholm Sept 1972

SVF-9 Studier av korrosionsangrepp i värmeväxlartuber utsatta för Östersjövatten
J Arvesen, S Henrikson, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1972

SVF-10 Egenskapsförändringar i svetsförbindningar med olika höglegerade varmhållfasta stål
Staffan Malm, Uddeholms AB, Hagfors Sept 1972

SVF-11 Experimentell undersökning av strömningsmotstånd och värmeöverföring i en eldstadstub
L Nilsson och L Gustafson, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1973

SVF-12 Filtrerbarheten hos korrosionsprodukter från kolstål i vatten. Inverkan av temperatur och syrehalt
T Kelén, I Falk, AB Atomenergi, Studsvik Juni 1974

SVF-13 Alternativa bränslen till brännolja i värme- och värmekraftanläggningar
B Gustafsson, Institutionen för Ångteknik, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm Juni 1974.

SVF-14 Dosering av polyakrylat för reducering av pannvattnets fosfathalt och minskning av beläggningar i tuber
L Ahrnbom, Ångpanneföreningen, Stockholm Juni 1974

SVF-15 Kontinuerlig analysator för låga kloridhalter. Resultat av långtidsprovning i Karlshamnsverket
R Lundqwist, AB Atomenergi, Studsvik Mars 1975

SVF-16 Anrikning av vattenlösliga ämnen vid värmeöverförande ytor i ångpannor och ånggeneratorer. En kritisk litteraturstudie
T Kelén, AB Atomenergi, Studsvik Mars 1975

SVF-17 Svensk skiffer som fossil energikälla. Teknologiska möjligheter och utvecklingsbehov
L Chambert, Sydkraft, Malmö Mars 1975

SVF-18 Korrosionsförsök i Östersjövatten med värmeväxlare av olika metalliska material
S Henriksson, AB Atomenergi, Studsvik
L Knutsson, Gränges Essem, Finspång Maj 1975

SVF-19 Kemisk rengöring (betning) jämte skyddsskiktsbildning. Redogörelse för laboratorieundersökningar, utförda vid AB Atomenergi
L Ahrnbom, Ångpanneföreningen, Stockholm
L Dahl, M Åsberg, Å Berg, AB Atomenergi, Studsvik Maj 1975

SVF-20 Studium av strömningsinstabiliteter vid kondensationsstötar omkring Ma 1.0
O Sandin, Institutionen för Ångteknik, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm Maj 1975

SVF-21 Inverkan av vibrationer på värmeväxlartuber. Litteraturundersökning
B Oddving, J Wiberg, AB Atomenergi, Studsvik Maj 1975

SVF-22 Gasgeneratorer med snabb fluidiserad bädd. Reserapport. Besök i USA för diskussioner angående kolgasifiering
N Berge, B Gustafsson, Institutionen för Ångteknik, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm Juli 1975

SVF-23 Gastemperaturmätare Sugpyrometer
L Strömberg, Institutionen för Energiteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg Juli 1975

SVF-24 Filterability of corrosion products formed between carbon steel and water. Influence of temperature and oxygen content
T Kelén, I Falk, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1975
(Revised and translated edition of SVF-12)

SVF-25 Ljud från skorstenar. Experimentell studie av rökgasparametrarnas och vindens inflytande på riktfaktorn
B Egerborg, IFM Akustikbyrån, Stockholm Jan 1976

SVF-26 Materialprovningar i avluftad 20 % NaOH och 20 % NaOH – 5 % NaCl-lösning vid 325° C. Slutrapport
Bo J E Johansson, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1976

SVF-27 Korrosionsproblem i PWR-reaktorers ånggeneratorer
L Dahl, B Johansson, AB Atomenergi, Studsvik
J Svensson, Statens Vattenfallsverk, Sept 1976

SVF-28 Experimentell undersökning av strömningsmotstånd och värmeöverföring i en eldstadstub
Lars Nilsson och Lennart Gustafson, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1976

SVF-29 Uppmätta bullernivåer i kraft- och värmeverk. Sammanställning
Stig Söderqvist, Bo Egerborg, IFM Akustikbyrån AB, Stockholm Sept 1976

SVF-30 Prediktering av ventilbuller
Krister Dovstam, Stig Söderqvist, IFM Akustikbyrån AB Stockholm Sept 1976

SVF-32 Undersökning av flashavgasning med och utan återcirkulation
Björn Kjellström, Institutionen för Ångteknik, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm Juni 1977

SVF-33 Undersökning av igensättning i dysor
S Svennerby, AB Svenska Maskinverken Sept 1976

SVF-34 Kondensatreningsfilters upptagningsförmåga av korrosionsprodukter vid praktisk kraftverksdrift
Bengt Edwall, Sydsvenska Kraftaktiebolaget, Malmö Sept 1976

SVF-35 Rökgassidiga beläggningar i ångpannor vid samtidig eldning med bark och olja
Torsten Simmons, Holmens Bruk AB, Norrköping Sept 1976

SVF-36 Inverkan av $FeSO_4$-dosering på härdigheten mot erosionskorrosion hos Cu-legeringar i Östersjövatten
Sture Henrikson, Maths Åsberg, AB Atomenergi, Studsvik
Rolf Holm, Gränges Metallverken, Västerås Sept 1976

SVF-37 Anrikning på värmeöverförande ytor
R Gustafsson, T Kelén, AB Atomenergi, Studsvik Juni 1977

SVF-38 Utredning av riskerna för galvanisk korrosion om kondensorer med tubplåtar av SIS 2343 förses med titantuber. Litteraturstudie och erfarenhetsinventering
Sture Henrikson, AB Atomenergi, Studsvik Maj 1977

SVF-39 Laboratorieundersökning av riskerna för galvanisk korrosion vid övergång från tuber av Al-mässing till tuber av titan
Sture Henriksson, Maths Åsberg, AB Atomenergi, Studsvik Maj 1977

SVF-40 Valve noise and vibration
Uno Ingard, Lincoln, Massachusetts Maj 1977

SVF-41 Regler för materialanvändning efter 1 % krympning
Agneta Oden, Institutet för Metallforskning, Juni 1977

SVF-42 Behov av värmebehandling till följd av kallbearbetning av överhettarrör
Hans Törnblom, Sandvik AB, Sandviken Sept 1977

SVF-43 Provning av ferrit-austenitiskt kompoundrör i försöksångpannan i Studsvik
Lennart Egnell, Sandvik AB, Sandviken Sept 1977

SVF-44 Heat transfer from flames to the surrounding walls
Lars Strömberg, Chalmers Tekniska Högskola Juni 1977

SVF-45 Kemisk miljö i trånga spalter och spalteffekter vid spänningskorrosionsprovning
Jaroslav Pleva, Korrosionsinstitutet, Stockholm
Jüri Tavast, Stal-Laval Turbin AB, Finspång Sept 1977

SVF-46 Gasgenerator med snabb fluidiserad bädd, Studier av kall modell
N Berge, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm Sept 1977

Rapportförteckning (forts.)

SVF-47 Undersökning av askagglomerering i fluidiserad bädd
O Mårdsjö, H Johansson, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm Sept 1977

SVF-48 Behov av avspänningsglödgning efter svetsning av varmhållfast stål typ 1 Cr 0,5 Mo
Arne Anderdahl, Per Sjölin, AB Svenska Maskinverken, Kallhäll Sept 1977

SVF-49 Partiell kondensation av ånga. Fortsatta undersökningar
Jüri Tavast, Stal-Laval Turbin AB, Finspång Sept 1977

SVF-50 Tom's effekt i fjärrvärmesystem
Lars Ahrnbom, Ulf Hagstrand, Ångpanneföreningen, Stockholm Sept 1977

SVF-51 Laboratorie- och driftprovning av svetsförbindningar mellan olika legerade varmhållfasta stål
Knut Heurling, Uddeholms AB, Hagfors Sept 1977

SVF-52 Tillämpning av olika provtagningsmetoder och deras inverkan på resultaten av vattenkemiska analyser vid försöksångpannan i Studsvik
Ivan Falk, Lennart Dahl, AB Atomenergi, Studsvik Sept 1977

SVF-53 Korrosionsinitierad sprickbildning i vattenberörda delar i ångpannor
Göran Eklund, Institutet för Metallforskning Sept 1977

SVF-54 Rökgassidiga beläggningar vid barkeldning. Forsatta mätningar jämte utredning om termodynamiska jämvikter
Torsten Simmons, Holmens Bruk AB, Norrköping Sept 1977

SVF-55 Möjligheter till ökad återföring av primärångkondensat i massafabriker
Lars Löwenberg, Ångpanneföreningen, Stockholm Sept 1977

SVF-56 Riktlinjer för provning av jonbytare
Lars Ahrnbom, Ångpanneföreningen, Stockholm Sept 1977

SVF-57 Problem i samband med barkeldning
Orvar Ryding, Sundsvall Dec 1977

SVF-58 Pågående svensk forskning och utveckling rörande energiomvandlingsanläggningar med fluidiserad bädd. Vad återstår för att nå kommersiella tillämpningar?
Bernt Gustafsson, AB Fjärrvärme, Trosa Mars 1978

SVF-59 Vätgasmätning i ångpannor. Litteratur- och intervjuundersökning
Lars Ahrnbom, Ångpanneföreningen, Stockholm Juli 1978

SVF-60 Korrosion och korrosionsskydd i kondensorer
Lennart Dahl, Studsvik Energiteknik AB, Nyköping Juli 1978

SVF-61 Ljudalstring i ångledningar. Resultat av mätning och analys av buller i fyra kraftstationer
Lennart Emanuelsson, Stig Söderqvist, Per-Otto Walter, IFM Akustikbyrån, Sept 1078

SVF-62 Korrosionsinhibitorer för hetvattensystem. Litteraturstudie och marknadsinventering
Anders Thorén, Lars Bergström, Korrosionsinstitutet Sept 1978

SVF-63 Transformer Noise and Vibration Bibliography
Nils-Åke Nilsson, Göran Westerberg, IFM Akustikbyrån, Sept 1978

SVF-64 Corrosions Problems in PWR Steam Generators. Final Report of Tests at pH 4, 6 and 8
Bo Rosborg, Barbro Maijgren, Studsvik Energiteknik AB, Sept 1978

SVF-65 Akustiska mätningar på tre ångventiler i värmekraftcentralen i Studsvik. Jämförelse mellan uppmätta och predikterade ljudnivåer.
Stig Söderqvist och Per-Otto Walter, IFM Akustikbyrån, Sept 1978

SVF-66 Beräkningar och mätningar av trycktransienter i fjärrvärmeledningen från Ågesta till Farsta
Sture Lindahl, Sydkraft, Febr 1979

SVF-67 Creep deformation, creep damage accumulation and residual life prediction for three alloyed CrMo-steels
Anatoly Kondyr, Rolf Sandström and Anders Samuelsson, Institutet för Metallforskning, Febr 1979

SVF-68 Drifterfarenheter från havsvattenkylda kondensorer i svenska kärnkraftverk
Sture Henrikson, Studsvik Energiteknik AB, Febr 1979

SVF-69 Elektronisk kontroll av skyddsskikt på värmeväxlartuber av kopparlegeringar
Sture Henrikson, Studsvik Energiteknik AB, Mars 1979

SVF-70 Analys av oorganisk sulfid, cystein och glutation i kylvatten samt analys av oorganiska sulfider i fasta beläggningar. Litteraturundersökning
Igor Flis och Gunnar Johansson, Göteborgs Universitet April 1979

SVF-71 Avsvavling av rökgaser. Sammanställning av Battelle-rapporter 1977/78
Eyvind Foss, Ångpanneföreningen, Maj 1979

SVF-72 Application of Low Cycle Fatigue data to thermal cracking
Lars Lundberg and Rolf Sandström, Institutet för Metallforskning, Juni 1979

SVF-73 Höglegerade rostfria stål för saltvattenapplikationer. Utredning av korrosionshärdigheten med tanke på användning i värmekraftverkens kylsystem
Sture Henrikson, Studsvik Energiteknik AB, Aug 1979

SVF-74 Avskalningsmetoder för bestämning av oxidmängden på vattensidan av panntuber
Lennart Dahl, Studsvik Energiteknik AB, Juni 1979

SVF-75 The residual lifetime of creep deformed components. Microstructural observations for Mo- and Cr-Mo-steels
Rolf Sandström and Sten Modin, Institutet för Metallforskning, Sept 1979

SVF-76 Karaktärisering av kylvattnets korrosivitet vid olika kustförlagda kraftverk
Maths Åsberg, Studsvik Energiteknik AB, Sept 1979

SVF-77 Ventilbuller i form av toner. Resultat av mätning och analys i fyra fall
Bengt Axefors, Stig Söderqvist, Per-Otto Walter, Mats Öhlén, IFM Akustikbyrån, Sept 1979

SVF-78 Utprovning av deponeringsinhibitorer för industriångpannor
Ivan Falk, Studsvik Energiteknik AB, Sept 1979

SVF-79 Driftserfarenheter med matarpumpar i svenska och utländska kraftverk
Ulf Arvidsson, Statens Vattenfallsverk, Sept 1979

SVF-80 Undersökning av scavengerfilter och svag anjonbytare för reduktion av organisk substans
Folke Persson

SVF-81 Bullerdosmätningar vid kraftvärmeverk
Hans Buxbaum, Statens Vattenfallsverk, Okt 1979

SVF-82 Maximal driftstemperatur för deponeringsinhibitorer för magnetit, typ Na-polyakrylat. Slutrapport
Ivan Falk, Studsvik Energiteknik AB, Okt 1979

SVF-83 Kondensatåterföring, Fabriksundersökning
Lars Löwenberg, Ångpanneföreningen, Mars 1980

SVF-84 Förstudie rörande kemiproblem vid lagring och transport av vattenburen värme i berg
Rolf Sundby, Studsvik Energiteknik AB, Mars 1980

SVF-85 Kylvattnets korrosivitet vid olika kustförlagda kraftverk
Börje Grönwall, Studsvik Energiteknik AB, Mars 1980

SVF-86 Low Cycle Fatigue of 1Cr0,5Mo AT 530°C
Influence of hold times
Lars Lundberg and Lars Erik Larsson, Institutet för Metallforskning, April 1980

SVF-87 Effect of notches and multiaxiality on low cycle fatigue lifte and its application to component design
Lars Lundberg, Institutet för Metallforskning, April 1980

SVF-88 Kvalitetsbedömning av kol
Roy Carlson, Statens Vattenfallsverk, Mars 1980

SVF-89 The residual lifetime of creep deformed material. Microstructural changes occurring during creep of a 12% MoVW-steel
Rolf Sandström, Sonja Karlsson and Sten Modin, Institutet för Metallforskning Maj 1980

SVF-90 Korrosionsinhibitorer för värmesystem. Delrapport 1. Inventering av tillgängliga inhibitorer
Rolf Sundby, Studsvik Energiteknik AB, Maj 1980

Rapportförteckning (forts.)

SVF-91 Förbehandling av spädvatten före jonbytare. Litteraturstudie
Rolf Sundby, Studsvik Energiteknik AB, Sept 1980

SVF-92 Determination of carboxylic acids and phenols in water by extractive alkylation using pentafluorobenzylation, glass capillary gas chromatography and electron capture detection
Elisabet Fogeqvist, Björn Josefsson and Claes Roos, Department of Analytical and Marine Chemistry, University of Gothenburg, Sept 1980

SVF-93 Användning av omvänd osmos och ultrafiltrering vid matarvattenberedning. Undersökningar i Ringhals
Jan Svenson, Göran Carlsson, Statens Vattenfallsverk
Dan Jönsson, f d Vattenteknik AB
Gunnar Smith, Vattenteknik AB, Sept 1980

SVF-94 Ljudavstrålning från skorstenar. Studie av inverkan av rökgasparametrarna hastighet och temperatur
Göran Westerberg, IFM Akustikbyrån, Sept 1980

SVF-95 Avsvavling av rökgaser. Sammanställning av Battelle-rapporter 1978/79-1979/80
Hans Karlsson, Ingemar Bjerle, Lunds Tekniska Högskola
Nils-Erik Carlstedt, Statens Vattenfallsverk
Göran Ernstson, Stockholms Energiverk, Nov 1980

SVF-96 Kryphållfasthet hos överhettarrör efter kallbearbetning
Per H Wilhelmsson, H Törnblom, Sandvik AB, Dec 1980

SVF-97 Toms' effekt i fjärrvärmesystem. Fullskaleförsök å Ågesta/Farsta
Lars Ahrnbom, Ulf Hagstrand, Energikonsult Ångpanneföreningen, Febr 1981

SVF-98 Inverkan av avståndet till doseringspunkten vid $FeSO_4$-dosering till kondensorkylvatten. Undersökningar vid Oskarshamnsverket
Reijo Pulkkinen, OKG, Simpevarp, Febr 1981

SVF-99 Förslag till ljudkrav för anläggningar inom värme- och kraft industrin
Göran Westerberg, AB Akustikbyrån, Okt 1982

SVF-100 Bevakning av föroreningar i kondensat
Folke Persson, Ångpanneföreningen, Dec 1980

SVF-101 Havsvattenkorrosion - Praktikfall under perioden 3 augusti 1979 - 30 maj 1980
Sture Henrikson, Korrosionsinstitutet, Dec 1980

SVF-102 Möjligheter att sänka rökgastemperaturen i villapannor
Kjell Henrikson, Lars Wester, Kungliga Tekniska Högskolan
Dec 1980

SVF-103 Ozonbehandling av vatten för nedbrytning av humusämnen. Diskontinuerlig ozonering av vattenprov i laboratorieskala
Rune Lundqwist, Stefan Westerberg, Rolf Sundby, Studsvik Energiteknik AB, Jan 1981

SVF-104 Se: SVF-120

SVF-105 Förbättrat utnyttjande av lågtemperaturvärme i rökgaser
Gösta Karlberg, Studsvik Energiteknik AB, Dec 1980

SVF-106 Havsvattenkemi kontra korrosionsskador i kustförlagda kraftverk
Svavelvätebildning under stilleståndsperioden
Gösta Karlberg, Studsvik Energiteknik AB, Febr 1981

SVF-107 Utvärdering av fullskaleförsök med kondensortuber av höglegerade rostfria stål i de havsvattenkylda kondensorerna i Ringhals 1
Sture Henrikson, Korrosionsinstitutet, Febr 1981

SVF-108 Ljudisolering hos rörisoleringar. En experimentell studie med luftljudsexcitering
Göran Westerberg, AB Akustikbyrån, Juni 1981

SVF-109 Driftserfarenheter av rostfria stål i havsvattenkylda system
Sture Henrikson, Korrosionsinstitutet, Juni 1981

SVF-110 Referat från the Joint Symposium on Stationary Combustion NO_x-control i Denver okt 1980
Eddie Johansson, Statens Vattenfallsverk
Frank Kressl, Götaverkens Ångteknik AB, Juni 1981

SVF-111 Pilotprov med våt-torr rökgasavsvavling
Stefan Åhman, AB Svenska Fläktfabriken, Sept 1981

SVF-112 Jonkromatografi
Tormod Kelen, Studsvik Energiteknik AB, Sept 1981

SVF-113 Avskalningsmetoder för bestämning av oxidmängden på vattensidan av panntuber
Ivan Falk, Studsvik Energiteknik AB, Sept 1981

SVF-114 Litiumhydroxid som alkaliseringsmedel i konventionella ånganläggningar
Rolf Sundby, Studsvik Energiteknik AB, Sept 1981

SVF-115 Tillsatsmedel vid avfallseldning
Rolf Sundby, Studsvik Energiteknik AB, Sept 1981

SVF-116 Flyktiga aminers fördelningskoefficient, termiska stabilitet och inverkan på koppar
Rolf Sundby, Studsvik Energiteknik AB, Nov 1981

SVF-117 Kemisk rengöring av Barsebäck 2:s kondensortuber – Erfarenheter
Juri Tavast, Stal-Laval Turbin AB, Nov 1981

SVF-118 Post weld heat treatment of creep resistant low alloy CrMo I V I steels
Henrik Grahn, Rolf Sandström, Institutet för Metallforskning. Dec 1981

SVF-119 Litteraturstudie och erfarenhetsinsamling gällande olika gjutgärns härdighet i havsvatten
Sven Brennert, Korrosionsinstitutet, Dec 1981

SVF-120 Barkeldning - Rostbelastning vid eldning av barrbark vid olika fukthalter i snedrostugn och cyklonugn
Bo Nordgren, Gunnar Holme, Ångpanneföreningen.
Dec 1981

SVF-121 Reduktion av organisk substans i makroporös svag anjonbytare och scavengerfilter, Fältstudier
Folke Persson, Ångpanneföreningen, Febr 1982

SVF-122 Drifserfarenheter av korrosion i havsvattenkylda värmeväxlare i finska och svenska kraftverk
Sture Henriksson, Korrosionsinstitutet, Febr 1982

SVF-123 Havsvattenkorrosion - Praktikfall under perioden juni 1980 - december 1981
Sture Henrikson, Korrosionsinstitutet, Febr 1982

SVF-124 Method for automatic assessment on carbide size distribution in creep deformed 12% CrMoVW, Mo and CrMo-steel
Staffan Hertzman, Rolf Sandström, Metallforskningsinstitutet, Febr 1982

SVF-125 Rening av ångkol med fysikaliska metoder före förbränning
Roy Carlson, Statens Vattenfallsverk
Eric Forssberg, Tekniska Högskolan i Luleå
Lennart Ryk, LKAB-Kol, Febr 1982

SVF-126 Metallographical methods for observation of creed cavities in service exposed low alloyed steel
Claes Bengtsson, Metallforskningsinstitutet, Mars 1982

SVF-127 Tillämpbarheten av kolpetrografiska analysmetoder inom torvforskningen
Roy Carlson, Anders Marklund, Statens Vattenfallsverk
Dag Fredriksson, Sveriges Geologiska Undersökningar,
Mars 1982

SVF-128 Bedömning av vattensidiga beläggningars betydelse för driftsäkerheten hos moderna industripannor och kraftverkspannor
Ivan Falk, Studsvik Energiteknik AB, Juni 1982

SVF-129 No_x formation from different coal types in a bench scale reactor under excess air and staged combustion conditions
S L Chen, D W Pershing, M P Heap, Energy and Environmental Research Corporation, Irvine, Ca 92714, Sept 1982

SVF-130 Bestämning av myrsyra, ättikssyra och propionsyra i vatten-ångcykeln
Göran Eklund, Birgitta Strömberg, Studsvik Energiteknik AB,
Sept 1982

SVF-131 Toms' effekt i fjärrvärmesystem. Slutrapport
Lars Ahrnbom. Ulf Hagstrand, Svensk Energiplanering.
Okt 1982

SVR-132 Havsvattenkorrosion - Praktikfall under perioden december 1981 - juni 1982
Sture Henrikson, Korrosionsinstitutet, Nov 1982

SVF-133 Konvertering av koleldade pannor till inhemska bränslen – Värme- och materialbalanser – Värmetekniska aspekter
Artur Olausson, Anders Berglund, Götaverken Ångteknik AB,
Nov 1982

Rapportförteckning (forts.)

134 Självantändning av ångkol i kollager
Björn Zetterlund, LKAB-Kol Försäljning AB, April 1983

135 Typprovning av fjärrvärmekulvertar. Förslag
Tor Rundström, Studsvik Energiteknik AB, April 1983

136 Typprovning av mantelrörskarv till fjärrvärme, Förslag
Tor Rundström, Studsvik Energiteknik AB, April 1983

137 Korrosion i klorerat havsvatten
Lennart Dahl, Korrosionsinstitutet, April 1983

138 Korrosionsinhibitorer för värmesystem
Rolf Sundby, Studsvik Energiteknik AB, Lars Bergström Stockholms Energiverk, Anders Thoren, Korrosionsinstitutet
April 1983

139 Kompositpellets av kol
Lennart Ryd, Roland Drugge, Sten Forsmo, Valdemar Kristensen, VBB, Juli 1983

140 Kvantitativ bestämning av humusämnen. Studier av humussyror i naturliga vatten
Björn Josefsson, Nikolaj Plechanov, CTM, Juli 1983

141 Tillgänglighet och tillförlitlighet hos larmsystem
Tor Rundström, Studsvik Energiteknik AB

142 Energibesparande åtgärders inverkan på produktionen av energi i ett fjärrvärmesystem
Carl Mattsson, Bo Jacobsson, ÅF Energikonsult AB
Okt 1983

143 Marknads- och teknikinventering av dagens kommersiella fluidiserade bäddar
Christian Karnik, ÅF Energikonsult AB. Okt 1983

144 Power plant noise and vibration. Fans and blowers - A selected bibliography
Nils Åke Nilsson, Göran Westerberg, IFM Akustikbyrån
Okt 1983

145 Power plant noise and vibration. Fans and blowers - A selected bibliography
Nils Åke Nilsson, Göran Westerberg, IFM Akustikbyrån
Okt 1983.

146 Havsvattenkorrosion - Praktikfall Juli 1982 - Juli 1983
Sture Henriksson, Korrosionsinstitutet. Dec 1983

147 Skogsbränsle och massavedsproduktion vid terminal
Karin Segerud, Ångpanneföreningen. Dec. 1983

148 Dimensionerande rökgashastigheter i skorstenar
Kurt Fransson, Ångpanneföreningen. Dec. 1983

149 Emissioner från små oljepannor
Niklas Bardh, Bengt Ahling, Institutet för Vatten och Luftvårdsforskning. Jan 1984

150 Oljeagglomerering av torv
E Forssberg, S Sundberg, Tekniska Högskolan i Luleå
Jan 1984.

151 Elektrokemiska mätmetoder – Teori och instrumentinventering för linjära polarisationsmätningar.
Ivan Falk, Tormod Kelén, Studsvik Energiteknik AB
Mars 1984

152 Torkningsdata för torv
Lars Waldeim, Malin Zethraeus, Studsvik Energiteknik AB.
Mars 1984

153 Driftuppföljning av kolpulver kvarnar.
Holger Sandelowsky, ÅF Energikonsult. Mars 1984

154 Fastbränsle - Värmetekniska beräkningsdiagram och formler. Utdrag ur 133. April 1984

155 Analys av anläggningskostnader för fjärrvärmekulvertar.
Birger Abrahamson, Fjärrvärmebyrån AB. April 1984

156 Forenklad typprovning av fjärrvärmekulvertar.
Tor Rundström, Studsvik Energiteknik AB
Juni 1984

157 Värmepumpar och mottryckskraft. Systemval och körsätt under olika förutsättningar i processindustrin.
Börje Nord, Edvard Sandberg, AA Energikonsult AB.
Juni 1984.

158 Kontinuerlig emissionsmätning
Anna-Karin Hjalmarsson, ÅF Energikonsult,
Juni 1984

159 Torv som skogsbränsle på vanderrost och utmatningsrost.
Claes Sparre, Mikael Palmgren, ÅF Energikonsult.
Juni 1984

160 Försök för fastställande av typlastfall vid typprovning av mantelrörskarvar till fjärrvärmekulvertar.
Bernt Oddving, Studsvik Energiteknik.
Juni 1984

161 Kvalitetsbedömning av kol för rasteldade anläggningar.
Mikael Palmgren, ÅF Energikonsult AB.
Juni 1984

162 Mottagningsfickor för kol och andra fasta bränslen.
Gunnar Permeus, ÅF Energikonsult.
Juni 1984

163 Kolvariationer och leveransuppföljning
Del I Sammanbindande del
Lennart Ryk, VBB
Okt 1984

164 Kolvariationer och leveransuppföljning
Del 2 USA Kol
Lennart Ryk VBB
Okt 1984

165 Kolvariationer och leveransuppföljning
Del 3 Skånskt stenkol
Lennart Ryk, VBB Kolgruppen
Okt 1984

166 Reduktion av svavelemission genom kalkinjektion i förbränningsanläggningens eldstad - reaktionskinetisk studie.
Gunnar Svedberg, Daniel Simonsson, KTH
Okt 1984

167 Erfarenheter av korrosionsskydd i havsvattensystem i de Nordiska länderna
Sture Henrikson, Korrosionsinstitutet
Okt 1984

168 Havsvattenkorrosion - Praktikfall juli 1983 - juli 1984
Sture Henrikson, Korrosionsinstitutet
Okt 1984

169 Träddelsterminaler - Systemstudier
Karin Segerud, ÅF-Energikonsult AB
Nov. 1984

170 Spänningar i fjärrvärmeledningar
Sture Andersson, Asea Atom
Sture Andersson, Malmö Energiverk
Dan Olofsson, VBB-Malmö
Nov. 1984

171 Flygaska som fyllmedel i papper
Tom Lindström Sv. Träforskn. inst.
Lars Wågberg Sv. Träforskn. inst.
Nov. 1984

172 Undersökning av egenskaper vid deponering av restprodukter från PFBC-anläggningen vid Öresundsverket
Christer Nilsson, Thomas Gustavsson, Sydkraft
Nov 1984

173 Automatikutrustning för samdrift av el-och oljepannor
Jan Hamrefors, ÅF Energikonsult
Nov 1984

Rapportförteckning (forts.)

174 Lastparameter till förenklad typprovning av kulvertar. Resultat av fältprov.
Tor Rundström, Studsvik Energiteknik AB
Jan. 1985

175 Problem vid eldning med tunga eldningsoljor.
Jackie Bergman, ÅF Energikonsult AB
Jan. 1985

176 Utvärdering av sotningsmetoder.
Rolf Skaardal, VBB
Jan. 1985

177 Svavelmätningar vid kol/träbränsleeldat kraftvärmeverk.
Stefan Malin, Leif Åström, EKONO
Jan 1985

178 Heltorr rökgasavsvavling.
Maria Gårding, Gunnar Svedberg, KTH
Jan. 1985

179 Kompositpellets av kol–
Bindmedelsutredning samt testning av pellets vid höga temeraturer.
Valdemar Kristensen, VBB
Jan. 1985

180 Klor i kol.
Per Elander SGI, Bengt Lanngren IKP,
Tom Lundgren SGI, Karin Person ÅF
Energikonsult AB
Jan 1985

181 Drifterfarenheter från anläggningar med filterpatroner.
Folke Persson, ÅF Energikonsult
Jan. 1985

182 Kalkstensinsprutning för svavelrening av rökgaser
En lägesrapport avseende insatser vid IFRF t om 1983.
Göran Blomqvist, Studsvik Energiteknik AB
Jan. 1985

183 Undersökningar av reduktionen av organisk substans vid anläggningar för omvänd osmos
Folke Persson, Bo Ramsbäck, ÅF Energikonsult
April 1985

184 Analys av värmekulvertar inom gruppcentral tekniken
Birger Abrahamson Fjärrvärmebyrån AB
April 1985

185 Spänningsanalys av fjärrvärme ledningar
Sture Andersson, Malmö Energiverk,
Dan Olofsson, Scandiaconsult,
Jan Molin, Håkan Carlsson VBB
April 1985

186 Bildning och begränsning av NO_x vid naturgasförbränning
Hans Edner, Göran Holmstedt,
Svante Wallin, Institutionen
för fysik Lunds Tekniska Högskola
April 1985

187 Metoder för spårning av gasläckage i marknät
Ulf Lewerentz
Drifttekniska institutionen,
Malmö
April 1985

188 Slaggning, fouling och korrosion vid koleldning. Litteraturstudie
Margaretha Bengtsson, Göran Blomqvist, Studsvik Energiteknik AB
April 1985

189 Överföring av spillvärme eller primärvärme på långa avstånd – kompletterad med enklare kartläggning av spillvärmekällor
Bo Jacobsson, ÅF-Energikonsult
April 1985

190 Kontrollmetoder för isolerfyllning vid kulvertskarvning
Tor Rundström, Studsvik Energiteknik AB
April 1985

191 Återanvändning av produkt från rökgasavsvavling enligt den våt-torra metoden
Leif Lindau, Fläkt Industri AB
April 1985

192 Korrosionsinhibitorer för mellan kylsystem
Ivan Falk, Lena Suhr,
Studsvik Energiteknik AB
April 1985

193 Stress corrosion craking resistance of alternative reheater tube materials
Anders Molander, Bo Rosborg
Studsvik Energiteknik AB
April 1985

194 Safety evaluation and risk assessment – Bycoguard MP-4S
R. Leimgruper Research and Consulting Company AG
Juni 1985

195 Drifterfarenheter från dosering av polyamin preparat för konditionering av matarvatten, pannvatten och kondensat
Folke Persson, ÅF Energikonsult
Juni 1985

Rapportförteckning (forts.)

196 Avgasning av matarvatten vid termisk jämnvikt
Göran Dahlén, Bo Jacobsson
Hans Åkesson, ÅF-Energikonsult AB
Augusti 1985

197 Kontroll över bränsle- luftförhållandet i pulverbrännare.
Martin Gierse, Jan Sieurin
Studsvik Energiteknik AB
Augusti 1985

198 Korrosion vid tubroster i träbränsleeldade hetvattenpannor — Fältprov från Vilhemina Värmeverk 1983—1984
Eric Norelius, ÅF Energikonsult AB,
Fredrik Bruno ÅF-IPK AB
Augusti 1985

199 Industriell gasanvändning — speciella tillämpningar
Roland Wimmersted, Lund
Tekniska Högskola
Augusti 1985

200 Rökgasrening — sammanställning av Battelle rapporter och andra
Marita Linné, Ener Chem AB
Augusti 1985

201 Friktionsfixerade fjärrvärmeledningar. Fältmätningar i Lund. Del 2.
Dan Olofsson, Scandia-Consult, Jan Molin VBB
Kurt Bergendorff, Lunds Energiverk
Augusti 1985

202 Havsvattenkorrosion — uppföljning och rådgivning
Sture Henrikson, Korrosionsinstitutet
Nov 1985

203 Kolfickor — problemanalys
Lars Eriksson, Per Levén
Nov 1985

204 Heltorr rökgasavsvavling — försök i pilotskala
Maria Gårding, Gunnar Svedberg
Nov 1985

205 CWM-eldning
Mats Eriksson, Lars Fredriksson, Erik Larsson,
Hed Sintorn.
Nov 1985

206 Evaluation of Non-US Coals Emission Performance with the Distributed Mixing Burner
A R Abele, S L Chen, S B Greene, Y Kwan,
B J Overmoe and R Payne
Maj 1985

207 Evaluation of Non-US Coals Emission Performance with the Distributed Mixing Burner
A R Abele, S L Chen, S B Greene, Y Kwan,
B J Overmoe and R Payne
Maj 1985

208 Prov med 5 MW hetvattenpanna vid Surahammar värmeverk
Kurt Fransson
Nov 1985

209 Korrosion i havsvattensystem — inverkan av klorering
Lennart Dahl
Nov 1985

210 Rökgasmätningar och analyser utförda vid Ålidhems sopförbränningsanläggning i Umeå.
Roger Moström, Owe Dahlgren,
Göran Sandström.
Nov 1985

211 Mätning av kvicksilveremissioner vid kolförbränning i snabb fluidiserad bädd.
Maria Jacobson
Januari 1986

212 Avsvavling genom kalkinblåsning — försök i falltubsugn
Per Alvfors, Gunnar Svedberg
Februari 1986

213 Torveldning på rörlig snedrost vid Djupedsverket, Hudiksvall
Claes Sparre, Mats Collin
Februari 1986

214 NO_x-emissioner vid nordiska pannor större än 10 MW
Jan Sieurin
Februari 1986

215 Förbränningsegenskaperna hos polska och ryska kol —
En litteraturstudie
Jacek Gromulski
Mars 1986

216 Karaktärisering av elva kol och deras förbränningsegenskaper
Margaretha Bengtsson
Mars 1986

217 Förbränningskaraktärisering av elva kol i falltubsugn
Jacek Gromulski
Mars 1986

218 Karaktärisering av tjugo kol och deras förbränningsegenskaper
Margaretha Bengtsson
Mars 1986

219 Utveckling och provning av sond för mätning av slaggning och fouling
Margaretha Bengtsson, Niklas Berge,
Gunnar Dillner, Bertil Karlsson
Mars 1986

220 Utvecklingslinjer inom den tillämpade naturgasforskningen
Mikael Näslund
April 1986

221 Säkerhet vid elpannedrift
Bertil Köhler
April 1986

222 Väteinducerad sprickbildning i ferritiska rostfria stål och titan
Sture Henrikson
April 1986

223 Växelverkan med askmineral med kalciumsorbent i eldstad
Henrik Aldén, Walter Hübner
April 1986

224 Minskning av kväveoxid vid torvförbränning
Göran Eklund, Göran Blomqvist
Maj 1986

225 Kondenskorrosion — en litteraturstudie
Lennart Dahl
Maj 1986

226 Skumutfyllnad i kulvertskarvar
Lars Blomqvist, John Ljungqvist
Maj 1986

227 Uppföljning av kondensorers prestanda
— försök med granulatbollar
Lars Bratthäll
Maj 1986

228 Utsläpp av svavel- och kväveoxider till luft från fasta anläggningar
— jämförbara mätningar
Göran Hellén
Maj 1986

229 Driftserfarenheter av kontinuerliga mätsystem för övervakning av utsläpp till luft från fasta anläggningar
Max Lundström
Maj 1986

230 Optimering av avsvavling genom kalkstensinblåsning t eldstad vid rosteldning
Anders Wahlgren
Maj 1986

231 Optimala data för 10—50 MWe kraftvärmeverk
Nils-Ove Rasmusson
Maj 1986

232 Provning av torveldning på spreaderstoker vid kraftvärmeverket i Borås
Claes Sparre, Mats Collin
Maj 1986

233 Återanvändning av restprodukt från SO_2-avskiljning i låg-NO_x-brännare
Hans Karlsson
Juni 1986

234 Rökgasrening och värmeåtervinning vid sopförbränning i Avesta
Georg Schuisky, Jan Thörnkvist, Klas Hedman
Juli 1986

235 Termisk avdrivning av kvicksilver från kol
Ying-Hua Lee, Bengt Steen
Augusti 1986

236 Naturgasbaserade kraftvärmeverk för fjärrvärmeproduktion — tekn. och ekon. aspekter
Bjarne Norén, Tord Torisson
Augusti 1986

237 Underhållsplanering av fjärrvärmenät
Thomas Asp, Anders Eriksson, Håkan Danielsson, Stig Hård, Bertil Wiktorén
Augusti 1986

238 Emissionsmätningar våt - torr rökgasrening
Hans Karlsson
Oktober 1986

239 Reduktion av NO_x genom tillsatseldning med trä- eller torvpulver
Göran Blomqvist
Niklas Berge
Oktober 1986

240 Barkavvattning - slutrapport från barkavvattningskommittén
SPCI
Oktober 1986

241 Korrosionsprovning i stillastående och strömmande sodasmälta vid 757°C
Stefan Poturaj
Oktober 1986

242 Materialerfarenheter från fluidbäddar
Eric Häggblom
Oktober 1986

243 Austenitiska rostfria stål som överhettarmaterial i kolpulvereldade kraftverk - Litteraturstudie
Börje Grönwall
Oktober 1986

244 Korrosion i klorerat nordsjö-vatten
Sture Henrikson
Januari 1987

245 Emission och reduktion av NO_x i förblandade naturgas-luftbrännare
Göran Holmstedt
Januari 1987

246 Styrning och reglering av utblåsning av pannvatten
Folke Persson
Bo Ramsbäck
Januari 1987

247 Utvärdering av EMP-utspädningssystemet för mätning av utsläpp till luft
Göran Hellén
Januari 1987

248 Uppföljning av kostnader för drift och underhåll vid eldningsanläggningar för torv och trädbränslen
Sven Stridsberg
Januari 1987

249 Metod för röntgenradiografering av isolerskikt i kulvertrör för fjärrvärmeledningar
Stig Dahn
Februari 1987

250 Porbildning vid skarvsvetsning av stålrör med gas
Nils Erik Hannertz
Februari 1987

251 Uppföljning av drifterfarenheter med akryljonbytare
Folke Persson
Bo Ramsbäck
Februari 1987

252 Inventering av existerande och förväntade materialproblem i ångkraftverk
Stefan Potuaj
Börje Grönwall
Eric Häggblom
Februari 1987

253 Bäddmaterial i pannor av fluid bäddtyp
Christian Karnik
Mars 1987

254 Testning av kol och sorbenter från låg NO_x - och SO_x - reduktionsförsöken vid Stigsnaesverket samt försöksreultat från Stigsnaesverket.
Margaretha Bengtsson
Mars 1987

255 Inkoppling av varmvattenberedare vid installation av värmepump
Göran Dahlén
Mars 1987

256 Markförlagda fjärrvärmeledningars temperaturhöjande effekt för intilliggande ledningar
Håkan Carlsson
Jan Molin
Mars 1987

257 Skador på mantelrörskarvar
John Ljungqvist
Bert Oddving
Rolf Westin
Mars 1987

258 Spänningsanalys av fjärrvärmeledningar
Del 3 Dimensioneringsanvisningar och dimensioneringsprogram för T-stycken
Sture Andersson
Håkan Carlsson
Jan Molin
Mars 1987

259 Kvalitetesprovning av PUR-skumisolering
John Ljungqvist
Rolf Westin
Mars 1987

260 Skumkvalitet vid låga omgivningstemperaturer
Lars Blomqvist
John Ljungqvist
Mars 1987

261 Ångstrålevärmepump för värmeåtervinning ur förbränningsgaser
Per Lundqvist
April 1987

262 Test av referensgaser, SO_2 och NO
Göran Hellén
Maj 1987

263 Kvicksilveravskiljning i filteraskor
Björn Hall
Evert Ljungström
Oliver Lindqvist
Maj 1987

264 Humus kontrollmetoder - bestämning av TOC-halter i ppb-området med analysinstrument från Banstead och Xertex
Ivan Falk
Maj 1987

265 Elbesparingar i industriella ventilationsanläggningar
Roy Gustafsson
Juni 1987

266 Energiredovisning i en massa - och pappersindustri
Lennart Delin
Christer Martinsson
Johan Nygaard
Maj 1987

267 Undercentraler - Litteraturstudie av tidigare arbeten
Raija Leppänen
Maj 1987

268 Förstudie av viktiga strömningstekniska fakrorer vid inblåsning av kalkpulver för avsvavling av rökgaser
Lars Ljung
Juni 1987

269 Kondenserade villagaspanna med rökgasåtervärmning- en anpassning till svenska förhållanden
Mikael Näslund
Juni 1987

270 Blandskarvar i ångpannor - litteraturstudie
Börje Grönwall
Juni 1987

271 Emission vid byte av gaskvalitet
Mikael Näslund
Juni 1987

272 Avkylning av fjärrvärmevatten i befintliga abonnentcentraler
Annika Winberg
Sven Werner
Augusti 1987

273 Bestämning av värmevärde för fasta bränslen
Lars-Henrik Österholm
Lars Andersson
Augusti 1987

274 Optimering av avsvavling genom kalkstensinsprutning i eldstad vid rosteldning i Kalmar
Jan Åbom
Augusti 1987

275 Sameldningsförsök med kolpulver och träpulveri befintlig oljecentral
Gunnar Thaning
Augusti 1987

276 Restprodukter från förbränning i fluidiserande bädd- egenskaper vid deponeringoch återanvändning
Christer Nilsson
Augusti 1987

277 Metoder för mätning och kontroll av pulverbränsle/luft-flöde
Adil Karim
Augusti 1987

278 Kontinuerlig mätning av SO_2, NO, CO_2 och flöde
Gunnar Nyquist
Jonas Radö
Vaclac Vesely
Oktober 1987

279 Sekundär tillförsel av trä- och torvpulver vid kolpulvereldning. En undersökning av inflytandet på NO_x-emissionen
Lars Rudling
Oktober 1987

280 NO_x-mätningar i Södertälje och Helsingborg, Etapp 1, mätningar vid Igelstaverket
Kurt Fransson
Oktober 1987

281 Erfarenheter av korrosion och korrosionsskydd i de svenska värmekraftverkens saltvattensystem.
Sture Henriksson
Oktober 1987

282 Korrosionsprovning av rostfria stål i klorerat havsvatten vid 45°C
Sture Henriksson
November 1987

283 Utvecklingsläget för heltorr rökgasavsvavling i Förenta Staterna
Gunnar Svedberg
Oktober 1987

284 Studie över kombinationen förbränningsteknik/värmeåtervinning ur rökgaser vid förbränning av olika fasta bränslen inom effektintervaller 0,5 - 10 MW
Lars Wrangensten
Oktober 1987

285 NO_x-optimering Wanderrost
Prov hos Perstorp AB
Claes Sparre
Oktober 1987

286 Larmsystem-Kompabilitet
Christer Bodin
John Ljungqvist
Tor Rundström
December 1987

287 Energisystemstyrning i värmeproduktionsanläggning-Förstudie
Lars Wester
Robert Schuster
December 1987

288 Rökgaskondensering-Beskrivning av installationer och drifterfarenheter vid träbränsleeldade anläggningar
Göran Dahlén
Lars Hägglund
December 1987

289 Kontinuerlig övervakning av utsläpp till luft i Västtyskland.
Lagar, mätinstrument och driftserfarenheter
Gunnar Nyqvist
Börje Borgström
Göran Hellén
December 1987

290 NOx - Utsläpp från spreaderstokerpannor
Litteraturstudie
Anna-Karin Hjalmarsson
December 1987

291 Erosionskorrosion i ångledningar
Juri Tavast
Mars 1988

292 Inventering av materialtekniska erfarenheter av svenska fluidbäddar
Eric Häggblom
Mars 1988

293 Studie över möjligheten till ökad elproduktion i industrier och kraftvärmeverk med utnyttjande av befintliga pannor
Lars Wrangensten
Mars 1988

294 Ackumulatorsystem för driftutjämning
Bertil Köhler
Mars 1988

295 Undersökning av syrereduktion med sulfitregenererad anjonbytare
Folke Persson
Bo Ramsbäck
Mars 1988

296 Absorptionsvärmepumpars konkurrenskraft
Göran Dahlen
Jan Nordling
Mars 1988

297 Avgasning av späd- och precessvatten
Folke Persson
Björn Carlsson
Mars 1988

298 Inventering av datorprogram för simulering och optimering av fjärrvärmesystem
Hans Gransell
Anders Östergren
Mars 1988