
Arbetsrapport SGC A12

UPPFÖLJNING, INSTALLATION AV
GASPANNA MED AVGASKONDENSOR
I KV. HORNBLÅSAREN 6, RÅÅ

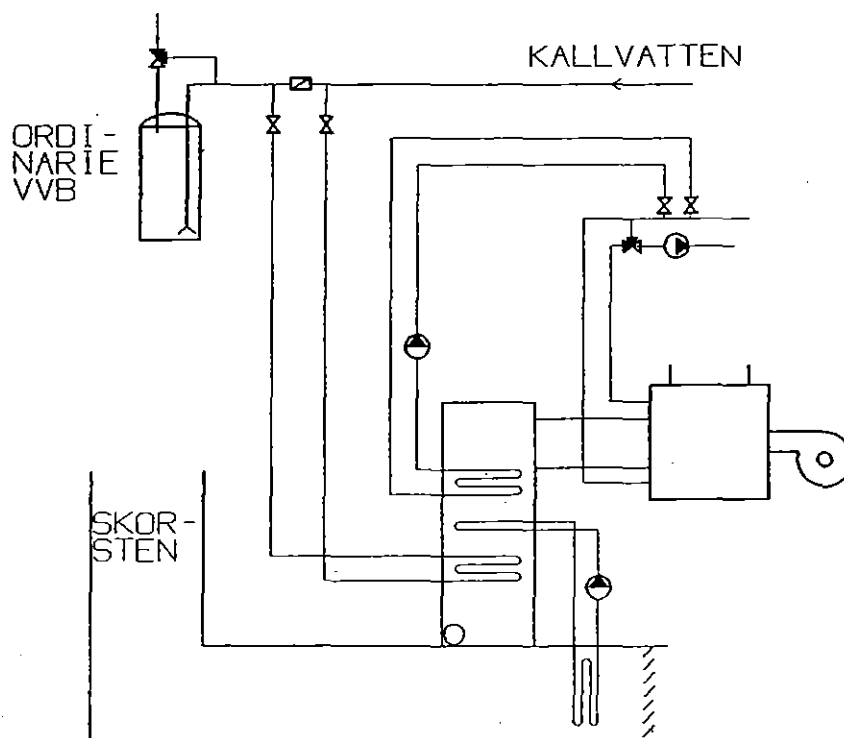
Bo Cederholm
Sydkraft Konsult AB

September
1996



UPPFÖLJNING, INSTALLATION AV GASPANNA MED AVGASKONDENSOR I KV. HORNBLÅSAREN 6, RÅÅ.

Slutrapport



Malmö 1996-09-12

Bo Cederholm

SAMMANFATTNING

Denna rapport omfattar uppföljning av nyinstallerad naturgaseldad pannanläggning med avgaskondensering i fastigheten Hornblåsaren 6, Råå.

Fastigheten är byggd 1948 och inrymmer 16 lägenheter och en affärslokal med en sammanlagd yta å 1184 m².

Fastighetens effektbehov är cirka 100 kW och energibehovet cirka 260 MWh/år.

Pannanläggningen installerades och anslöts till naturgasnätet under februari 1995. Tidigare har uppvärmningen av fastigheten skett med en oljeeldad värmepanna från 1948 som fortfarande finns kvar som reserv.

Den nya pannanläggningen är av KW Energiprodukters system Superpanna typ SW-120 bestående av panna med gasbrännare samt avgaskondensator avsedd för tegelskorstenar utan insatsrör.

Uppföljningsarbetet har pågått under tiden maj 1995 - juni 1996 och genomförts för att med mätningarna och okulärbesiktningar klarlägga pannanläggningens verkningsgrad samt om avgasåtervärmningen är tillräcklig för att förhindra kondensskador i den murade skorstenen.

Energimätningar har visat att pannanläggningens årsverkningsgrad är 101,3 %. Uppvärmningssystemet i fastigheten är ett 80/60 °C system med vissa inregleringsbrister och har således inte de förutsättningar som krävs för att uppnå en optimal verkningsgrad på avgaskondensorn.

Fuktmätningarna och okulärbesiktningarna av den befintliga murade skorstenen har visat att avgasåtervärmningen förhindrat att kondensskador uppstått på skorstenen.

Investeringskostnaden har varit 117.000 kronor exklusive mervärdesskatt och anslutningsavgiften för naturgasanslutning 22.000 kronor.

Energibesparingen har varit cirka 110 MWh/år vilket motsvarar en besparing med cirka 30 % av den tidigare energiförbrukningen.

INNEHÅLL

	Sid
1. INLEDNING	1
2. FÖRUTSÄTTNINGAR	1
2.1 Värmesystem	1
2.2 Skorsten	2
3. ANLÄGGNINGSBESKRIVNING	2
3.1 Före ombyggnad	2
3.2 Efter ombyggnad	2
4. MÄTNING	3
4.1 Energimätning med gas och värmemängdsmätare	3
4.2 Energimätning med kondensatmätare	3
4.3 Temperatur och fuktmätning	4
5. UTVÄRDERING MÄTNINGAR	4
5.1 Energimätning	4
5.2 Temperatur och fuktmätning	5
6. SLUTSATSER	6

BILAGOR

Bilaga 1	Principschema inkoppling superpanna
Bilaga 2	Beräkning av periodverkningsgrad
Bilaga 3	Mätning
Bilaga 4	Mätning
Bilaga 5	Mätning
Bilaga 6	Mätning
Bilaga 7	Mätning
Bilaga 8	Mätning
Bilaga 9	Mätning
Bilaga 10	Mätning
Bilaga 11	Diagram förbränningsverkningsgrader för hinkmetoden

UPPFÖLJNING, INSTALLATION AV GASPANNA MED AVGASKONDENSOR I KV HORNBLÅSAREN, RÅÅ

1. INLEDNING

Uppföljningen har utförts i Bostadsfastigheten Hornblåsaren 6, Råå.

Fastigheten är byggd 1948 och inrymmer 16 lägenheter och 1 affärslokal med en sammanlagd uppvärmd yta (990 + 194) 1184 m².

I februari 1995 installerades ny naturgaseldad panna med avgaskondensor. Tidigare skedde uppvärmningen med en oljeeldad panna från 1948.

Uppvärmningen i lägenheter och affärslokal sker med 2-rörs radiator-system dimensionerat 80/60 °C och varmvattenberedningen sker med hetvattenuppvärmd varmvattenberedare.

Torkrum för tvätt uppvärms med hetvattenuppvärmd tvättork.

Temperaturregleringen för lägenheterna sker med utetemperaturstyrd shuntautomatik. Radiatorventilerna är handreglerade.

Fastighetens energiförbrukning var enligt fastighetsägaren cirka 33 m³ eldningsolja Eo1 1994.

Fastighetens effektbehov är cirka 100 kW.

Uppföljningsarbetet i denna rapport har omfattat den nyinstallerade pannanläggningen bestående av panna samt avgaskondensor med värmd luftutspädning och har genomförts för att klarlägga pannanläggningens verkningsgrad samt om den värmda luftutspädningen är tillräcklig för att förhindra kondensskador i den murade skorstenen.

Mätningar och okulärbesiktningar som ingått i uppföljningsarbetet påbörjades i maj 1995 och avslutades i juni 1996.

2. FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 Värmesystem

Värmesystemet är liksom i flertalet äldre fastigheter från början dimensionerat för värmevattentemperatur 80/60 °C.

Vid installationen av den nya pannanläggningen konstaterades att returtemperaturen till pannan var hög beroende på att värmesystemet var dåligt inreglerat. Fastighetsägaren rekommenderades då att utföra en inreglering med så låg returtemperatur som möjligt. Denne ansåg dock

efter att ha undersökt kostnaden för en inreglering att detta ej var lönsamt utan föredrog hellre en sämre verkningsgrad på pannan. Entreprenören som installerat anläggningen har dock utfört en grov inreglering på ventiler i källarplan vilket gjort att returvattentemperaturen i radiatorkretsen kunnat sänkas till mellan 50-55 °C vid dimensionerande utetemperatur. Fortfarande är dock returtemperaturen något för hög för att en optimal verkningsgrad skall kunna uppnås med avgaskondensering.

2.2 Skorsten

Skorstenen är utförd i murad tegel och uppdragen mitt i byggnaden. Skorstenshöjden är cirka 15 m och kanalarean 600x300 mm.

I skorstenstoppen är monterat ett Höganäsrör med längd 1 m och diameter 450 mm.

3. ANLÄGGNINGSBESKRIVNING

3.1 Före ombyggnad

Fram till februari 1995 skedde uppvärmningen med en oljeeldad panna av fabrikat Strebelverken från 1948 med eldyta 16,2 m². Oljebrännaren var av fabrikat Riello med effekt 95-213 kW.

Pannans rökrör var anslutet till skorstenen via gnistkammare.

Pannan var i dåligt skick med otäta eldstadsluckor etc.

Brännarens kapacitet var mycket för stor i förhållande till fastighetens effektbehov.

Årsverkningsgraden för pannan bedöms ha varit cirka 70%.

Pannan är bibehållen som reserv. Fram till september 1995 har den varit varmhållen genom att ventiler ej gått att stänga av helt. Därefter har den varit proppad på vatten och avgassidan.

3.2 Efter ombyggnad

Under februari 1995 installerades ny naturgaseldad pannanläggning, av KW Energiprodukters system Superpanna typ SW-120 bestående av

1 st	Panna	Fabrikat Tasso Typ T7 Effekt 87 kW
1 st	Gasbrännare	Fabrikat Bentone Typ BG 200-2 Kapacitet 25-100 kW

1 st	Avgaskondensator med avgasåtervärmning	Fabrikat KWE Typ SW 120 Avgaskondensator är utförd i 4 steg. Steg 1 förvärmer radiatorkretsens returvatten Steg 2 upptar värme som sedan avges till batteriet som värmer utspädningsluften. Steg 3 förvärmer kallvattnet till varmvattenberedaren Steg 4 värmer utspädningsluften.
------	--	--

I leveransen av Superpannan har även ingått säkerhetsanordningar, styrutrustning etc.

Systemuppbyggnaden framgår av principschema, se bilaga 1.

Ombyggnaden av pannanläggningen har utförts av Fjärr & Gasvärme, Helsingborg.

4. MÄTNING

4.1 Energimätning med gas och värmemängdsmätare:

Energien som tillförs pannan har framräknats genom mätning av gasförbrukningen med fastighetens ordinarie naturgasmätare.

Energien som avgivits till fastigheten har mätts med 3 st värmemängdsmätare.

Värmemängdsmätarna har leasats av Helsingborgs Energi AB och monterats:

1 st (VM1) i returledningen från värmesystemet till gaspannan för mätning av avgiven energi från pannan.

1 st (VM2) i returledningen från radiatorkretsen till avgaskondensorn samt 1 st (VM3) i kallvattenledningen till avgaskondensorn för mätning av avgiven energi från avgaskondensorn (AKO).

Genom att dividera energimängden som uppmätts med värmemängdsmätarna med energimängden som uppmätts med naturgasmätarna under viss period erhålles pannanläggningens periodverkningsgrad.

4.2 Energimätning med kondensatmätare:

Kondensatmätaren som utvecklats av KW Energi produkter AB är monterad på lågpunkt efter avgaskondensorn och mäter allt kondensat som fälls ut i kondensorn.

Kondensatmätaren är försedd med vattenmätare som kontinuerligt mäter kondensatmängden. Genom mätning av kondensatmängden under viss period och samtidigt till pannan tillförd gasenergi kan mängden kondensat per kWh förbrukad gas beräknas. Med hjälp av diagram, se bilaga 11, kan sedan medelförbränningsverkningsgraden under mätperioden avläsas.

4.3 Temperatur och fuktmätning:

Temperatur och luftfuktighet i skorstenen samt uteluftstemperaturen har kontinuerligt mätts med dataloggers Fabrikat Tinytalk. Fuktkvoten i skorstenens murverk har momentant mätts med Hygrometer Fabrikat Exotek AB.

5 UTVÄRDERING MÄTNINGAR

5.1 Energimätning

Under tiden 5 maj 1995 - 30 maj 1996 har naturgas, värmemängds- och kondensatmätarna lästs av vid 10 tillfällen. Mättiden är således uppdelad i 10 perioder. Periodverkningsgraden för pannanläggningen har beräknats med hjälp av dataprogram.

Mätningen med naturgas/värmemängdsmätarna har visat att periodverkningsgraden varierat mellan 101,38 % som lägst och 104,58 % som högst. Verkningsgraden för hela mättiden (1 år) har varit cirka 102,3 %.

Mätningen med naturgas/kondensatmätaren har visat att periodverkningsgraden varierat mellan 104,7 % och 107,7 % med undantag för de två första avläsningarna där verkningsgraden varit 100,7 % och 99 %. Dessa två avläsningsvärde som avviker från de övriga förklaras av fel på kondensatmätaren. Medelverkningsgraden under hela mättiden har med undantag för de två första perioderna varit 105,8 %.

Energimätningen med värmemängdsmätarna har visat 3,3 %
 $(\frac{105,8-102,3}{105,3} \times 100 = 3,3)$ sämre resultat än kondensatmätningen.

Skillnaden beror på att värmemängdsmätarna endast mäter den energi som nyttiggörs i fastigheten medan kondensatmätaren även mäter den energi som förbrukas i pannanläggningen i form av strålnings- och genomströmningsförluster. Den mäter även i detta fallet den energi som åtgår för avgasftervärmningen.

Resultaten från energimätningarna finns redovisade i protokoll över periodverkningsgrader, se bilaga 2.

5.2 Temperatur och fuktmätning:

Temperatur och fuktmätningar för kontroll av skorstenen har kontinuerligt utförts under samma tid och uppdelning som energimätningen ovan.

5.2.1 Temperaturmätning med dataloggers:

Avgastemperaturen efter gaspannan har varierat mellan 60 - 125 °C när brännaren går på steg 1 (låglast) och mellan 125 - 225 °C när brännaren går på steg 2 (höglast). Efter utvinning av energi i avgaskondensorn har temperaturen sjunkit till mellan 18 - 35 °C på låglast och till mellan 25 - 40 °C på höglast.

I skorstenstoppen har avgastemperaturen mestadels varierat mellan 18 - 25 °C. Mätloggern har varit nersänkt i skorstenen cirka 1,5 m från toppen och placerad intill skorstensväggen.

Resultat från temperaturmätningarna finns redovisade i kurvdiagram, se bilaga 3 - 9.

5.2.2 Fuktmätning med dataloggers:

Den relativa fuktigheten i skorstenstoppen har varit hög under den kalla årstiden. Vid utetemperaturer under 0 °C har fuktigheten tidvis nått upp till daggpunkten (100 % RF). Vatten har då fällts ut mot skorstensväggarna, vid okulärbesiktningar har vid dessa tillfällen noterats vattenrinning och vattendroppar, på en yta av cirka 2 m från skorstenstoppen. Vattenutfällningen sker under korta perioder och torkar snabbt ut när utetemperaturen stiger. Några tecken på skador i skorstenen till följd av vattenutfällning har inte upptäckts.

Anledningen till vattenutfällningen i skorstenstoppen kan bero på nerkyllning av avgaserna i det Höganäsrör som är monterat på skorstenstoppen eftersom detta har tunn vägg med lågt värmemotstånd. I annat fall beror det på att värmningen av luftutspädningen i avgaskondensorn är otillräcklig. Röret på skorstenstoppen har på försök isolerats för att minska nerkyllningen av avgaserna. Resultatet av försöket har beroende på årstiden inte kunnat utvärderats i denna utredning. Mätloggern har varit placerad lika loggen för temperaturmätning ovan. Resultatet från fuktmätningarna finns redovisade i kurvdiagram, se bilaga 3-9.

5.2.3 Fuktmätning med Hygrometer:

Fuktmätning på skorstensväggarna i vindsplanet har visat att fuktkvoten oförändrat legat vid cirka 2% under hela mättiden. Fuktkvoten 2% som är ett normalvärde för tegelväggar visar att det inte sugits upp någon fukt från avgaserna som trängt igenom skorstensväggarna.

6. SLUTSATSER

Resultatet av uppföljningsarbetet har visat att det, vid naturgaseldning går att uppnå ett mycket högt energiutnyttjande genom att installera avgaskondensator. Trots att förutsättningarna i detta fallet inte varit de bästa genom att värme-systemet som tidigare nämnts är ett 80/60 °C - system med vissa inregleringsbrister, har årsverkningsgraden enligt mätningarna varit 102,3 %.

Årsverkningsgraden är dock något lägre än mätningarna visar beroende på att radiatorerna onödigtvis värms upp på sommaren när pannan är i drift för varmvattenuppvärmning trots att det då kanske inte föreligger något rumsuppvärmningsbehov. Denna värmeåtgång beräknas till cirka 2500 kWh/år vilket sänker årsverkningsgraden med cirka 1%. Medräknas även elenergin å cirka 600 kWh/år för drift av cirkulationspumpar till avgaskondensator sjunker årsverkningsgraden ytterligare 0,3 % och blir slutligen (102,3 - 1,3) 101%.

Investeringskostnaden för den nya pannanläggningen har varit 117.000 kronor exklusive mervärdesskatt. Priset är att betrakta som ett introduktionspris. Normalt skulle priset ha varit 140.000 kronor exklusive mervärdesskatt fördelat på installation ny gaspanna 70.000 kronor och installation av avgaskondensator 70.000 kronor. Anslutningskostnaden för naturgas tillkommer med 22.000 kronor.

Energiförbrukningen efter ombyggnaden har varit cirka 280 MWh för tiden 950510 - 960510.

Den årliga energibesparingen efter installationen av den nya pannanläggningen uppgår till följande:

Oljeförbrukningen 1994 $33\text{m}^3 \text{ Eo1} = 33 \times 9,9 = 327 \text{ MWh}$.
Normalårskorrigerat = 370 MWh.

Gasförbrukningen 1995-05-10 - 1996-05-10 = 280 MWh.
Normalårskorrigerat = 260 MWh/år.

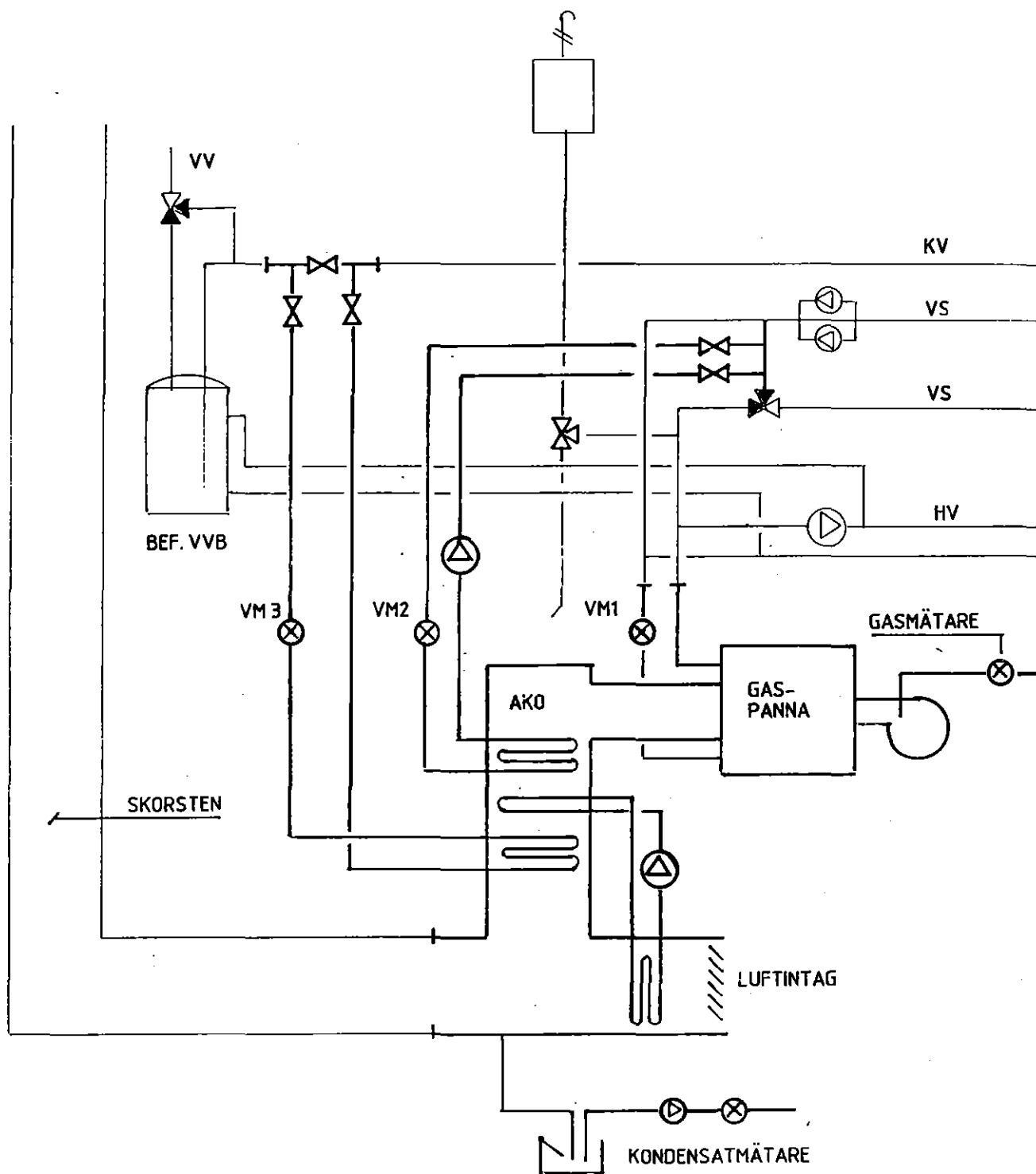
Besparing = $370 - 260 = 110 \text{ MWh/år}$.

Besparingen motsvarar cirka 30% av den tidigare energiförbrukningen..

Fortsättningsvis bedöms besparingen bli något högre eftersom det under tiden Maj - September 1995 gått åt en del energi för att varmhålla den gamla pannan genom att den som tidigare nämnts ej kunnat stängas av under denna period.

Uppföljningen har även visat att det går att förhindra kondensskador i en murad skorsten genom att förse avgaskkondensorn med värmd luftutspädning. Möjligen att den värmda luftutspädningen i detta fallet skulle varit dimensionerad för en något högre effekt för att helt undvika kondensutfällning i skorstenstoppen.

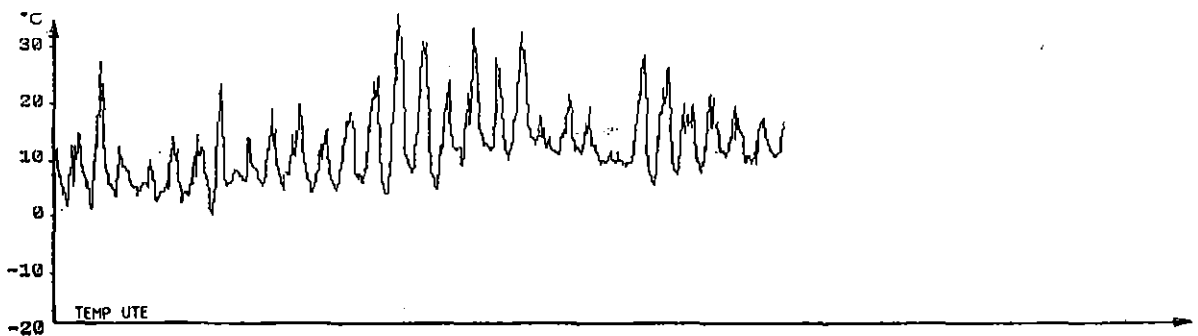
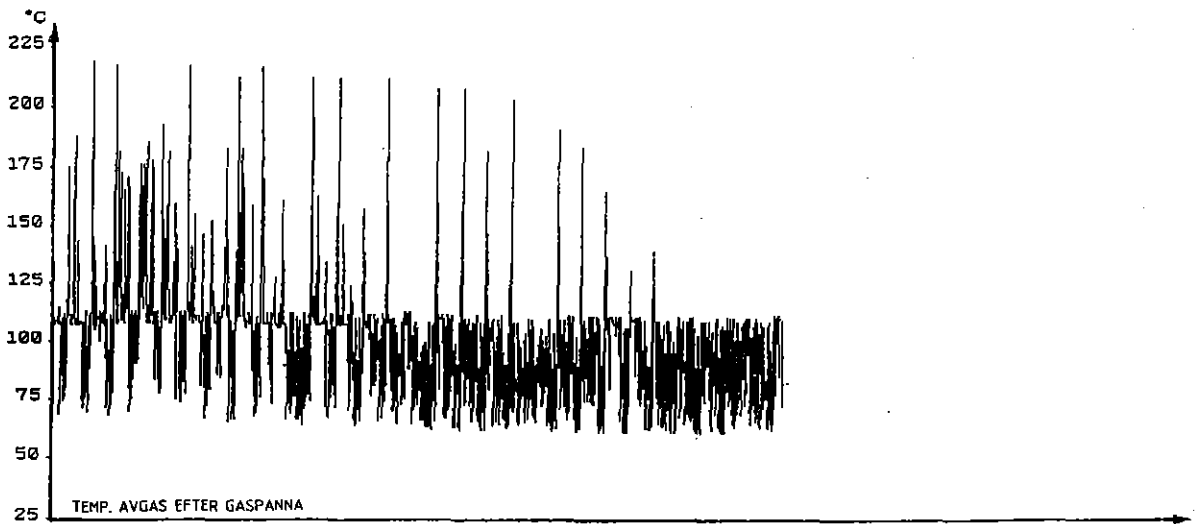
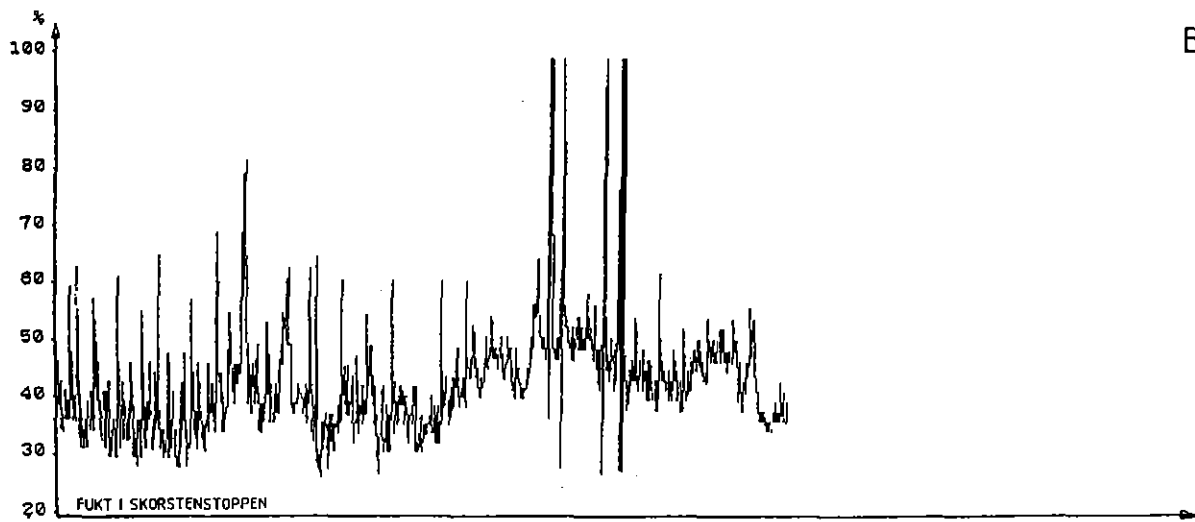
En avgaskkondensor med värmd luftutspädning är oftast billigare än att installera insatsrör som är den vanligaste lösningen för att förhindra kondensskador i murade skorstenar.



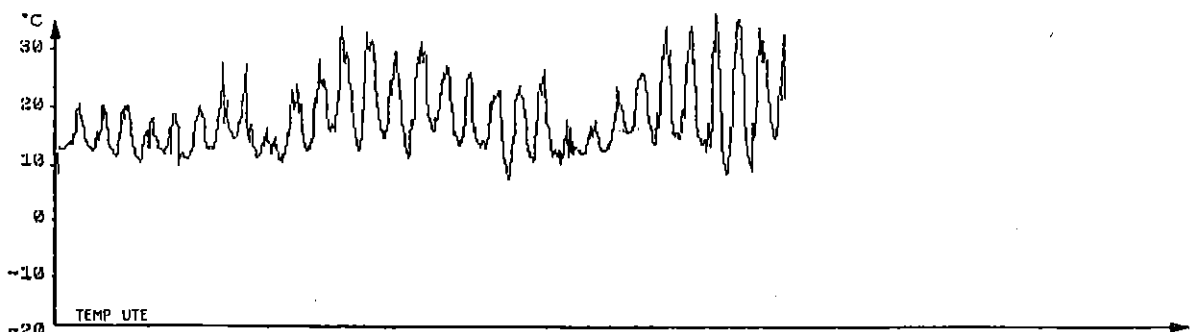
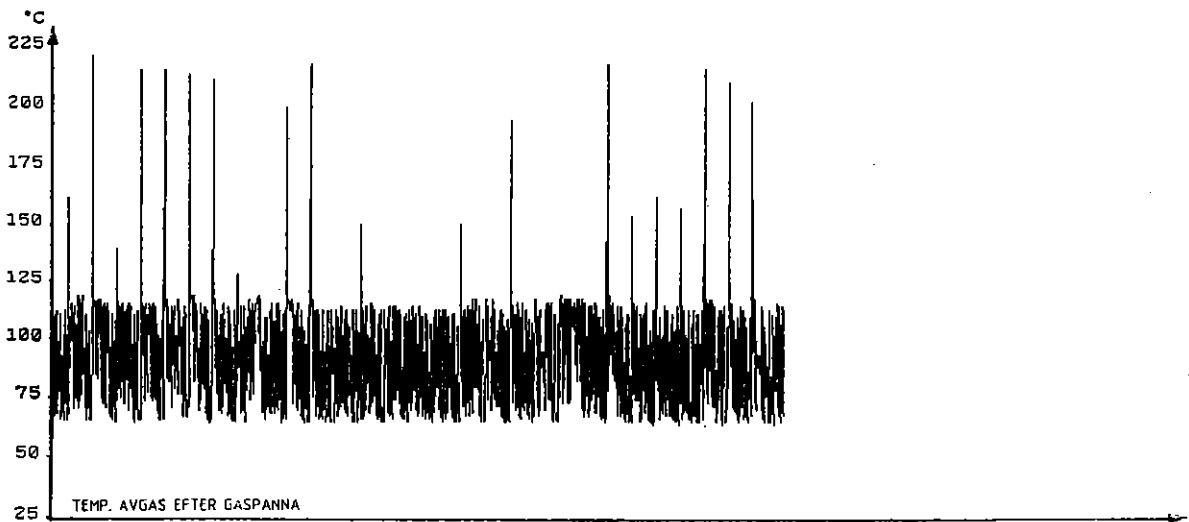
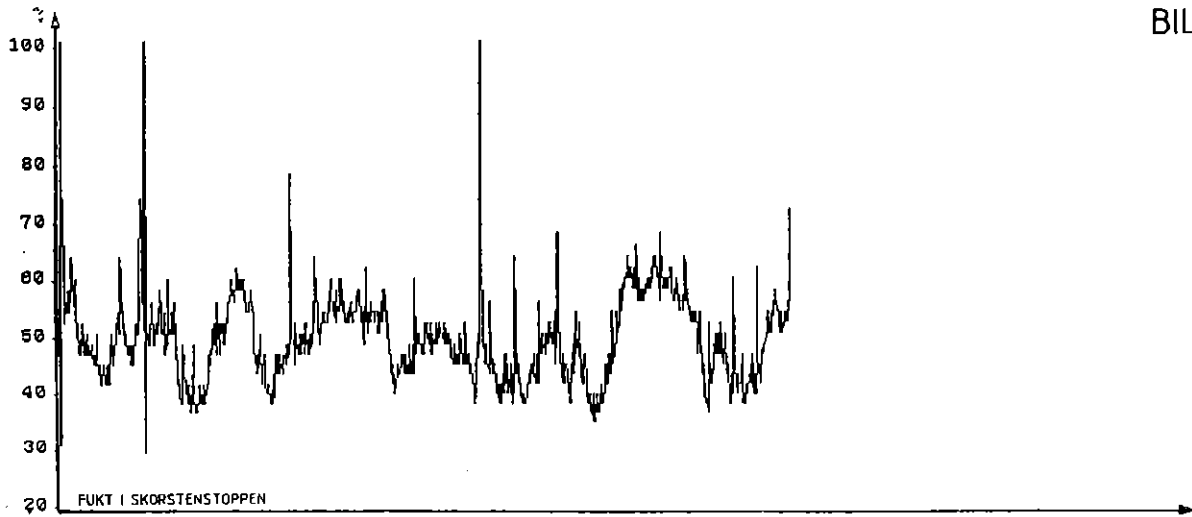
INKOPPLING SUPERPANNA
PRINCIPSCHEMA

HORNBL6.XLS

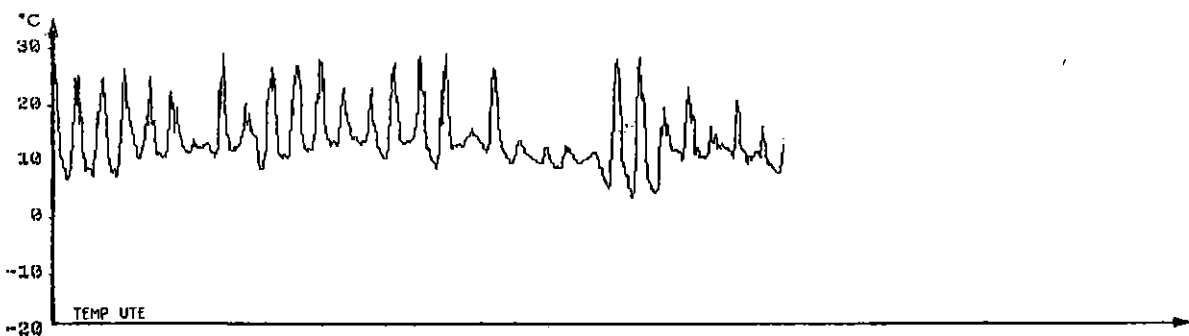
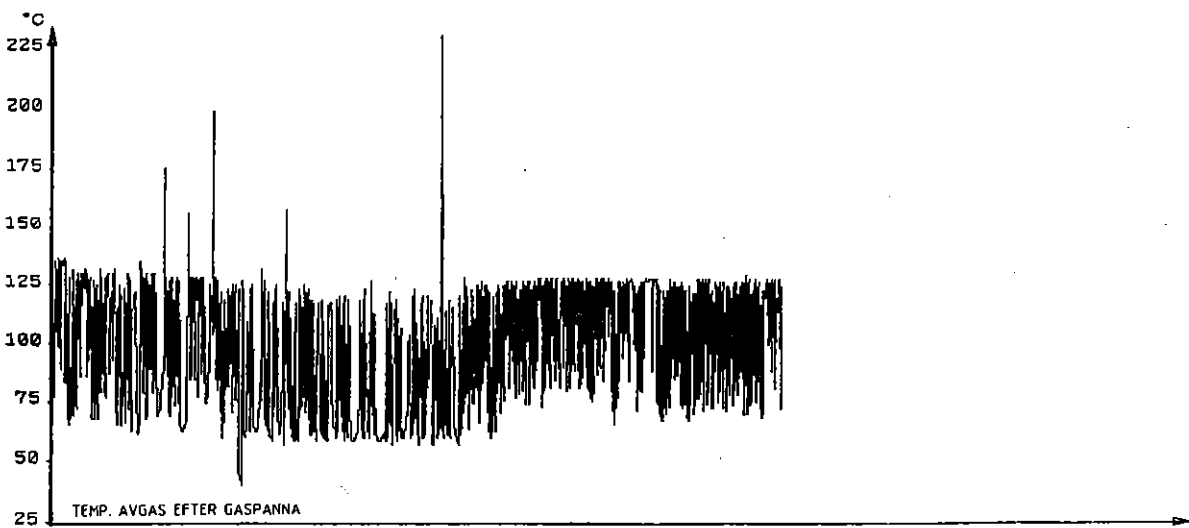
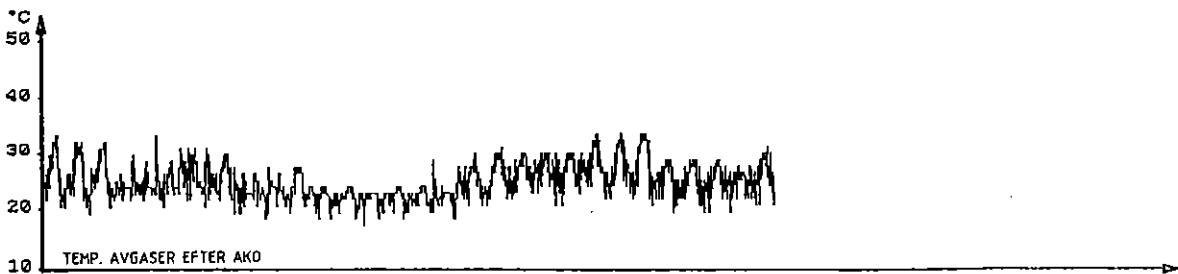
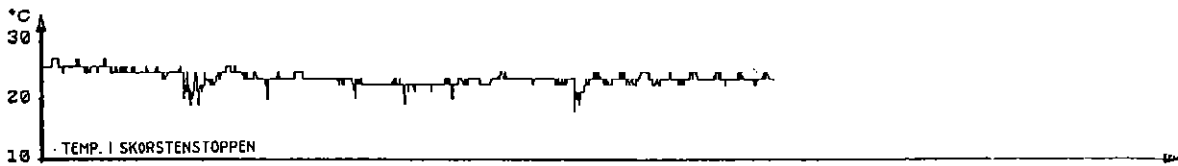
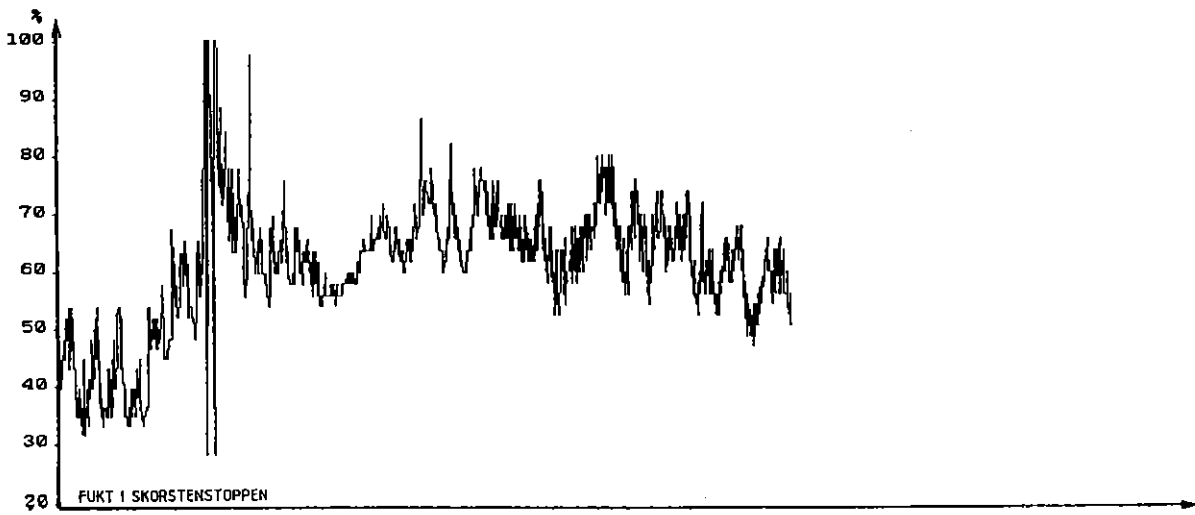
Anläggning:		Hornblåsaren 6, Råå																			
Beräkning av periodverkningsgrad																					
Nr	Avläsnings- tidpunkt	Gas- mätare	VMM pannor	VMM AKO	VMM AKO	Gas temp	Gas- förbr.	Energi pannor	Energi AKO	Energi AKO	Verkn.gr pannor	Verkn.gr AKO	Verkn.gr AKO	Verkn.gr totalt	Timmar under	Med.eff. under	Kondens- vatten- mätare	Mängd kondens period	Mängd kondens period	Förbr.- verkn.- grad %	
Datum.kl	m3	MWh	MWh	MWh	°C	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	%	%	%	%	tim	kW	m3	m3	lit/kWh	Hinkmet.	
0	950503:13:20	7594,91	1205,11	0,870	0,032	15															
1	950510:16:00	7950,33	1208,78	1,298	0,032	15	4,04	3,67	0,428	0,000	90,79	10,59	0,00	101,38	170,7	24	4,729	4,857	0,128	0,032	100,7
2	950613:15:30	9417,74	1224,18	2,984	0,174	15	16,69	15,40	1,686	0,142	92,28	10,10	0,85	103,23	815,5	20	5,144	0,287	0,017	99,8	
3	960828:14:30	11291,54	1243,18	5,283	0,566	15	21,31	19,00	2,299	0,392	89,16	10,79	1,84	101,78	1823,0	12	7,742	2,598	0,122	107,7	
4	950928:14:30	12394,78	1254,74	6,585	0,733	15	12,55	11,56	1,302	0,167	92,13	10,38	1,33	103,84	744,0	17	9,238	1,496	0,119	107,4	
5	951101:14:30	14188,52	1273,71	8,688	0,994	15	20,40	18,97	2,103	0,261	92,99	10,31	1,28	104,58	648,0	31	11,705	2,467	0,121	107,6	
6	951228:14:30	19936,05	1333,17	14,894	2,024	15	65,37	59,46	6,206	1,030	90,96	9,49	1,58	102,03	1368,0	48	17,959	6,254	0,096	105,5	
7	960216:9:30	25882,40	1394,79	20,770	3,205	15	67,65	61,62	5,876	1,181	91,08	8,69	1,75	101,51	1195,0	57	23,728	5,769	0,085	104,7	
8	960410:17:00	31687,48	1455,49	26,548	4,270	15	66,02	60,70	5,778	1,065	91,94	8,75	1,61	102,30	1303,5	51	30,142	6,414	0,097	105,7	
9	960530:14:00	34688,44	1488,01	29,926	4,765		36,01	32,52	3,378	0,495	90,32	9,38	1,37	101,08		#####	34,343	4,201	0,117	107,2	



[d] +6.4 +12.8 +19.2 +25.6 +32[d]

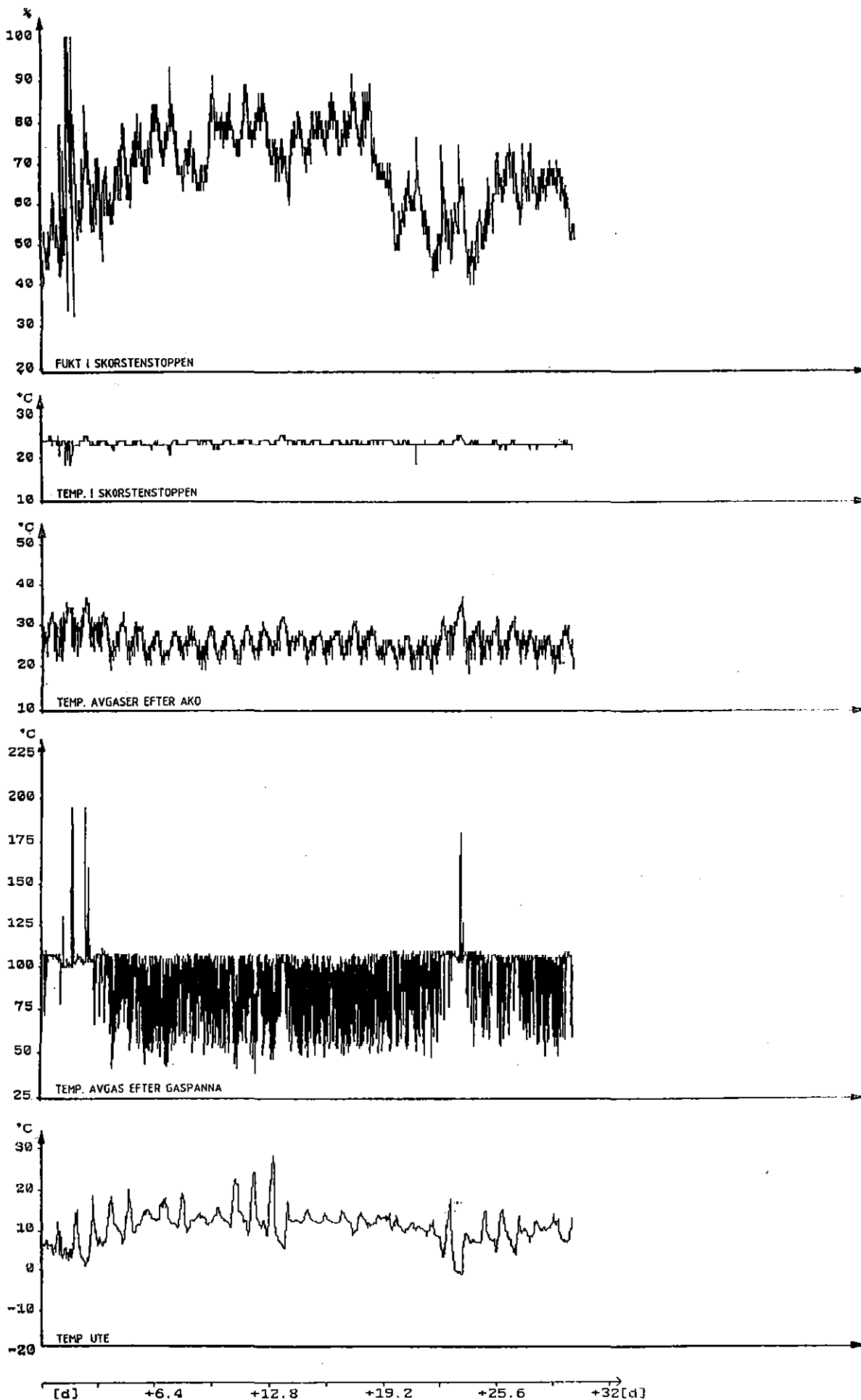


[d] +6.4 +12.8 +19.2 +25.6 +32[d]

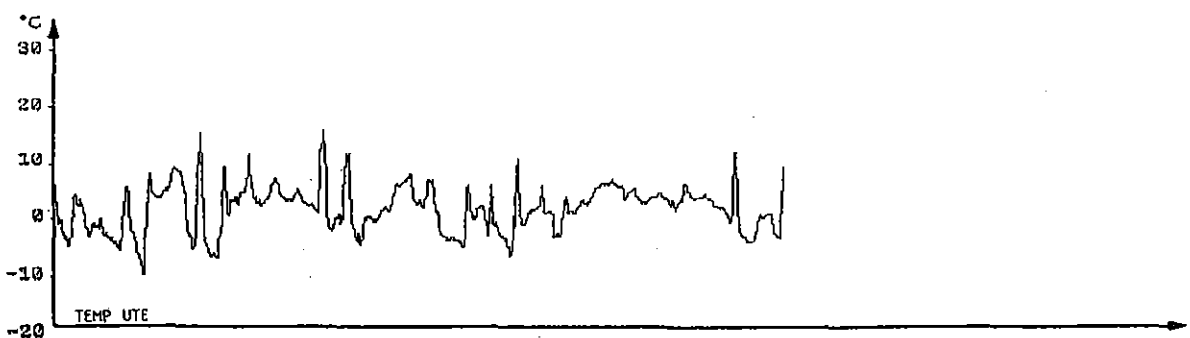
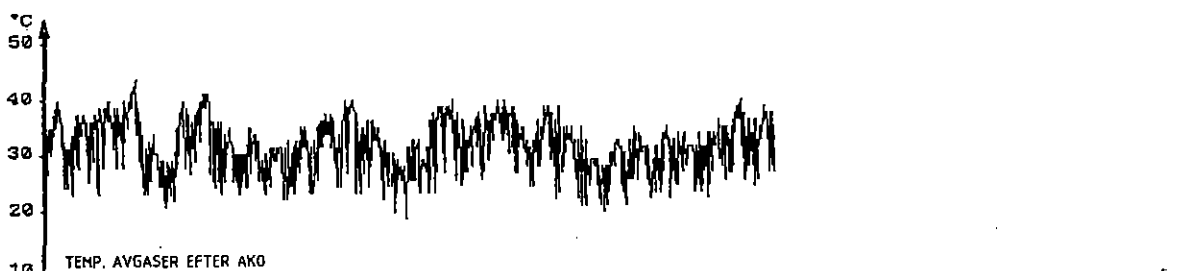
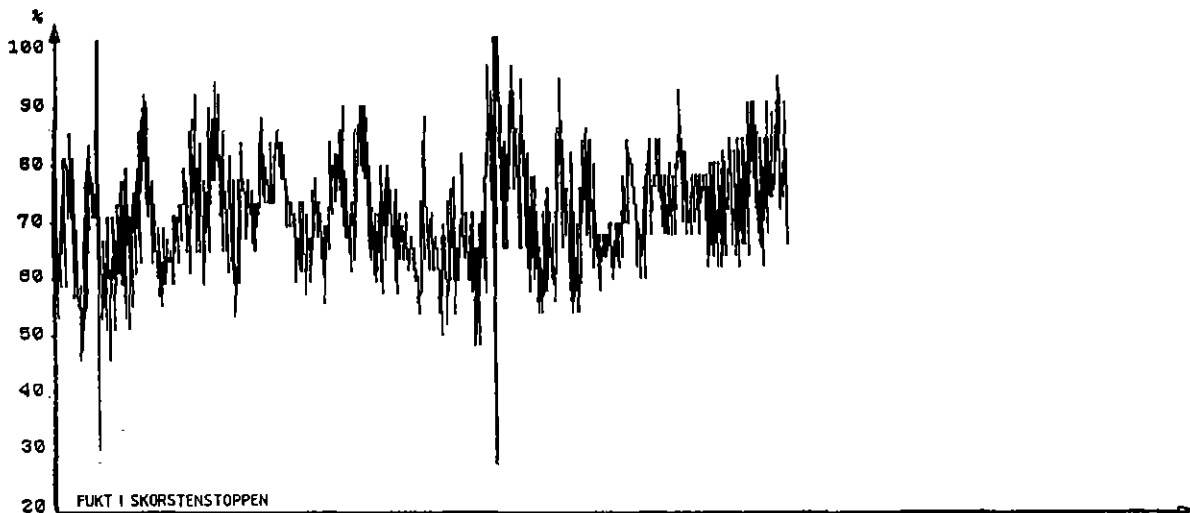


[d] +6.4 +12.8 +19.2 +25.6 +32[d]

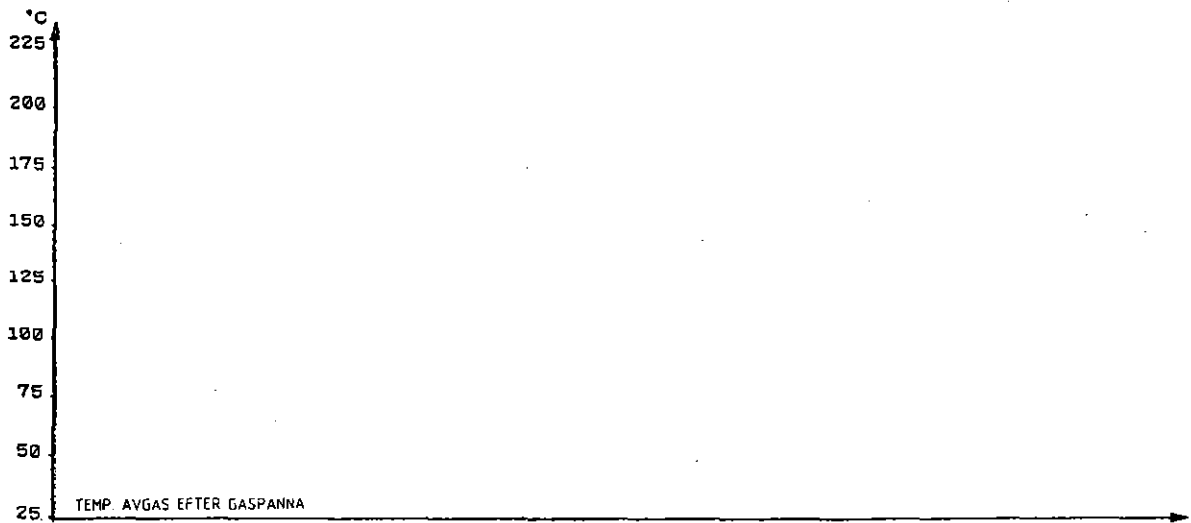
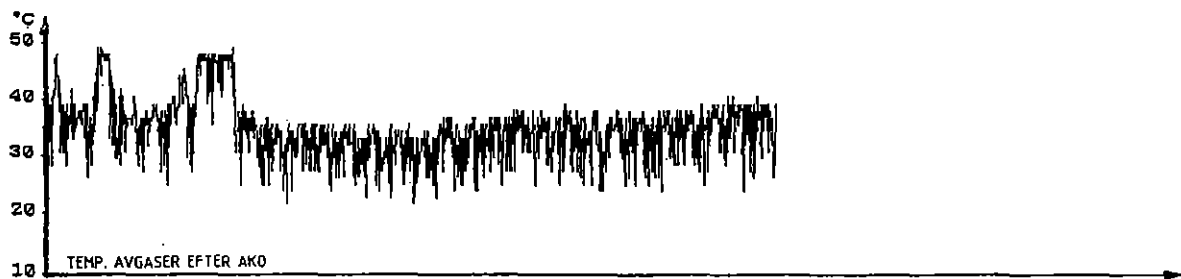
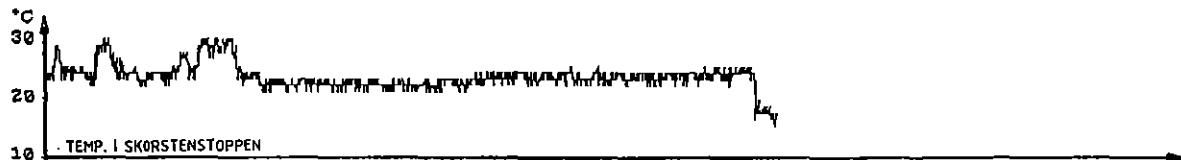
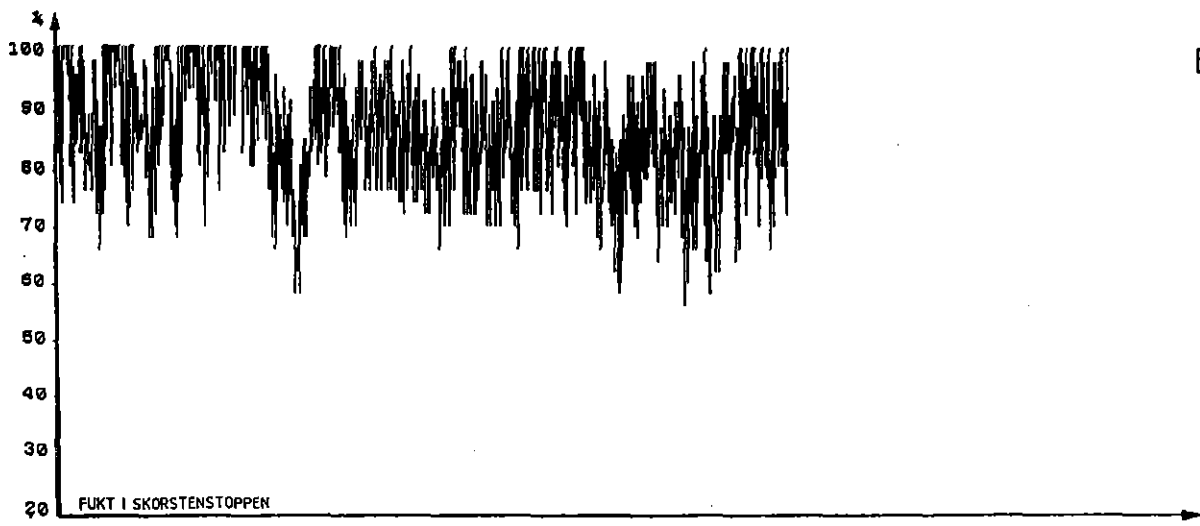
HORNBLÄSAREN 6 RÅÅ	Start: 950828-11.53.48	SKKB
	dts/dt1: 24m/24m	



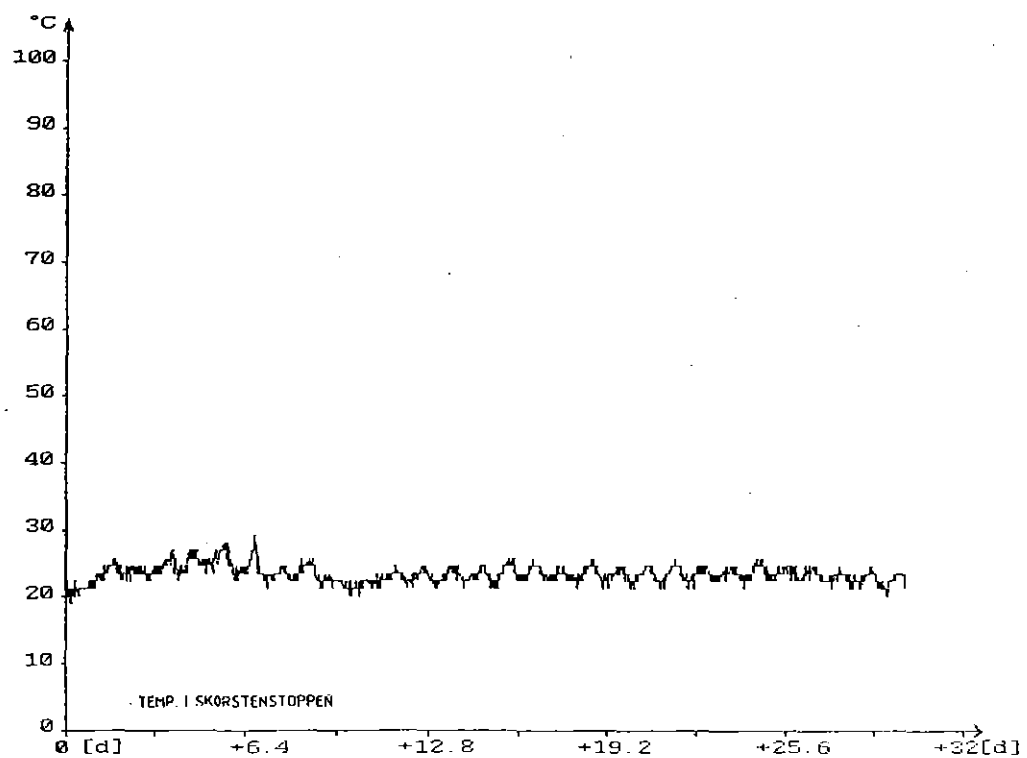
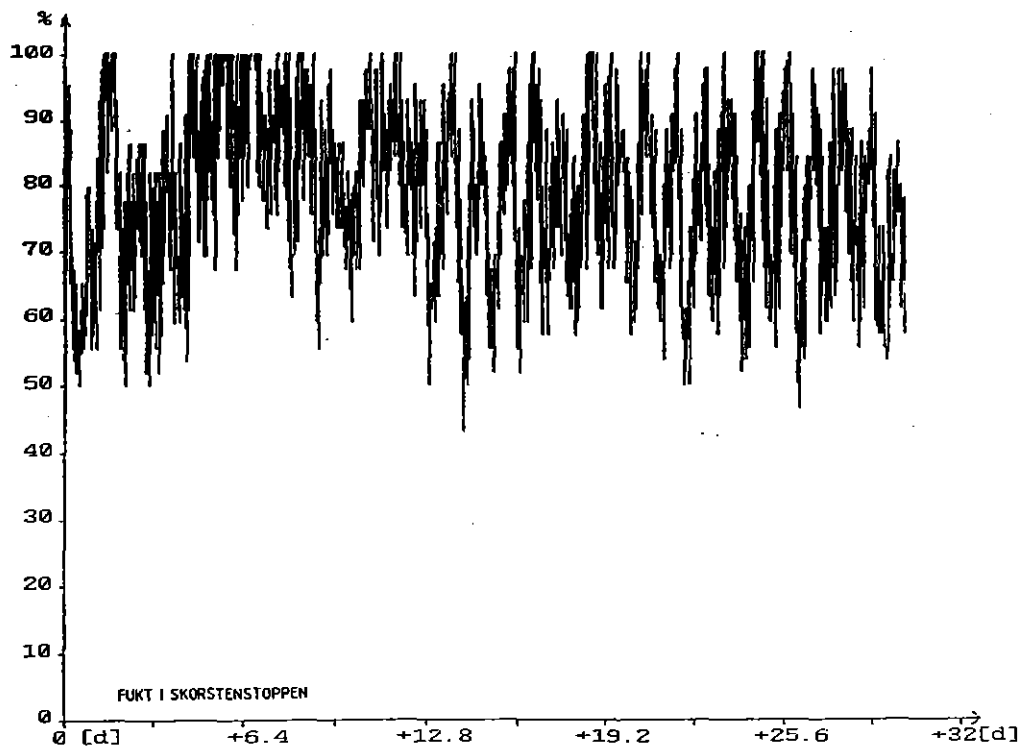
[d] +6.4 +12.8 +19.2 +25.6 +32[d]



[d] +6.4 +12.8 +19.2 +25.6 +32[d]



[d] +6.4 +12.8 +19.2 +25.6 +32[d]

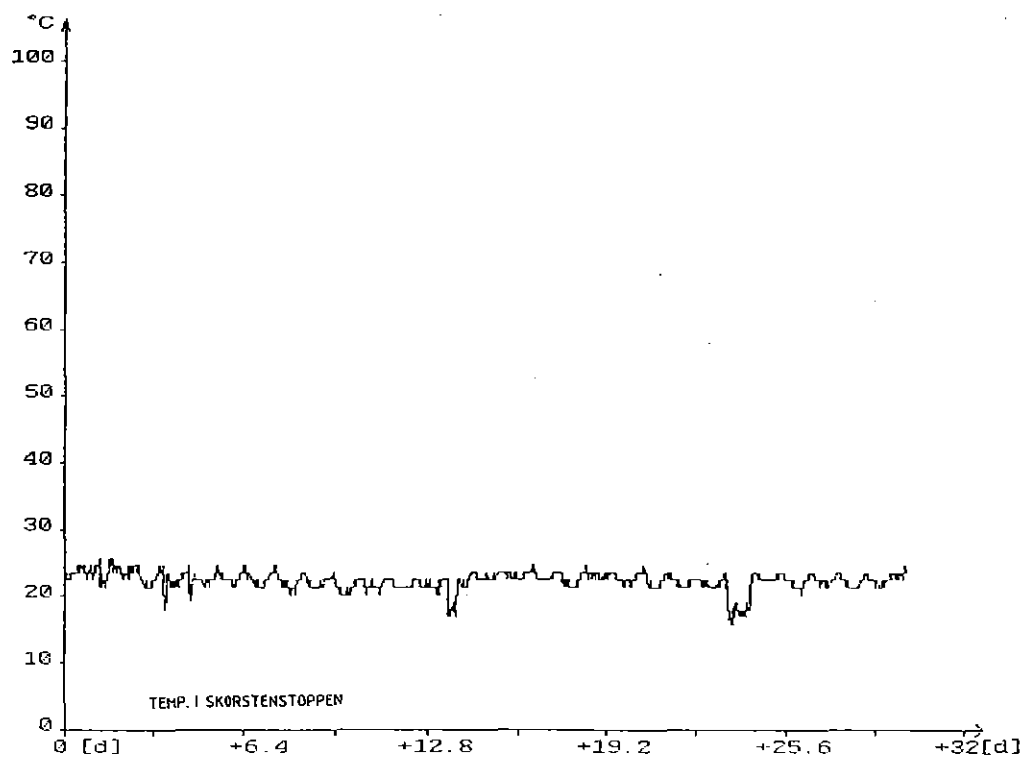
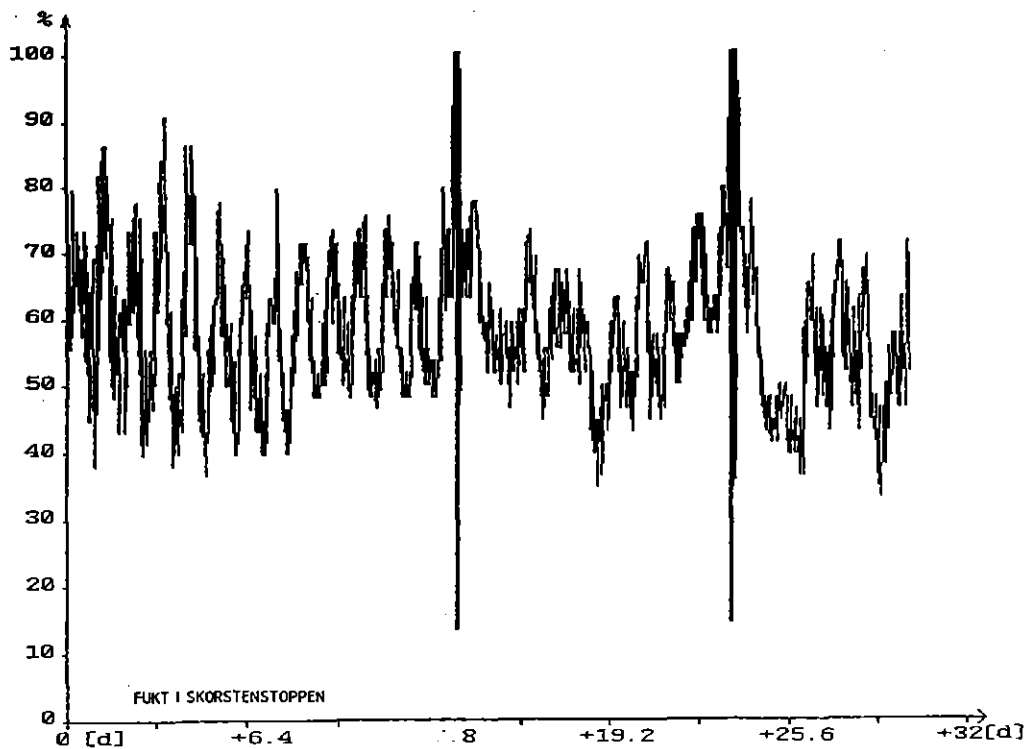


HORNBLÅSAREN 6 RÅÄ

Start: 960216-10.30.36

dts/dt1: 24m/24m

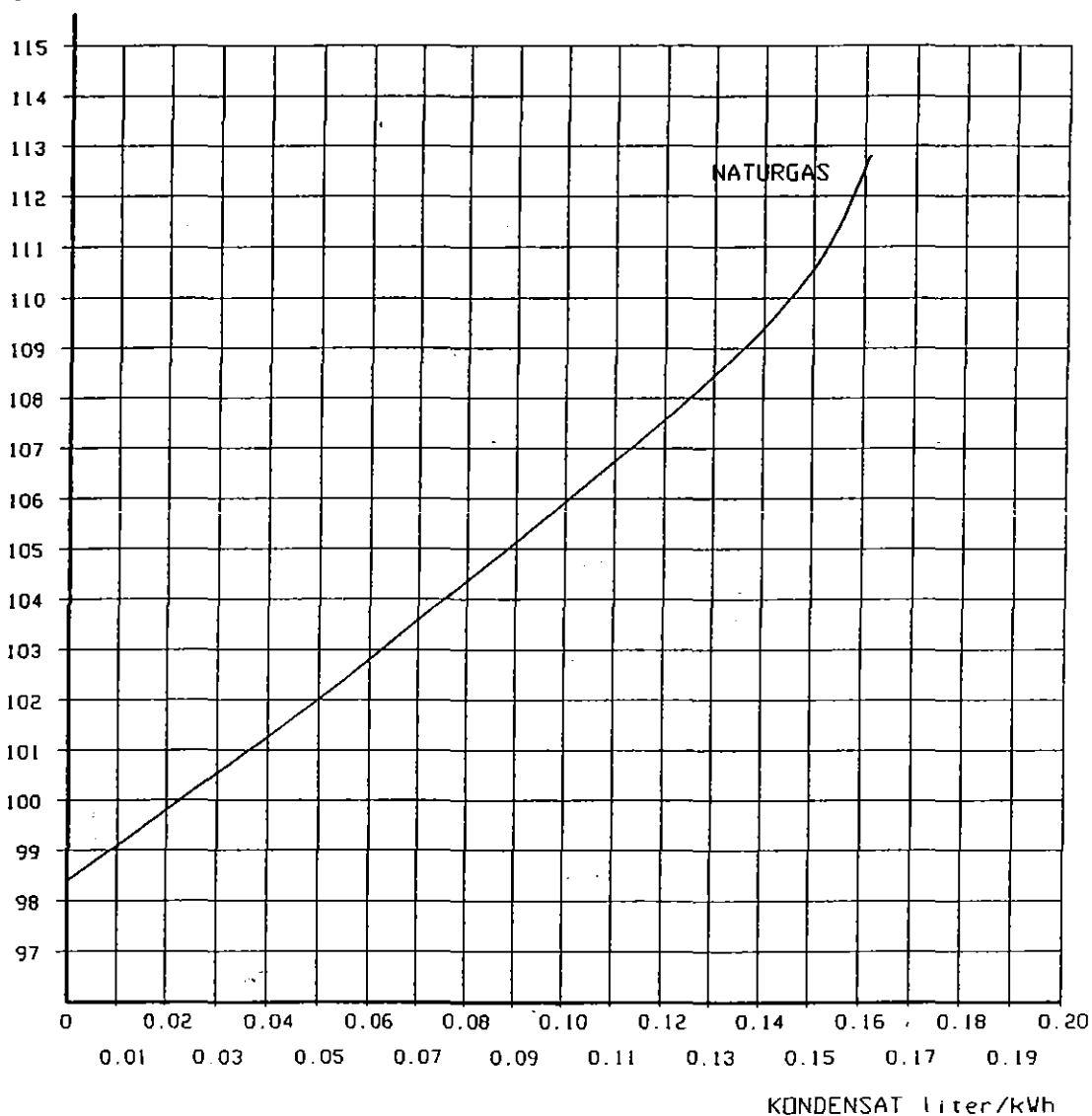
INTÅB



HÖRBLÄSAREN 6 RÅÄ	Start: 960410-15.42.53	INTAB
	dtS/dt1: 24m/24m	

VERKNINGSGRADER ENLIGT HINKMETODEN

Förbrännings-
verknings-
grad %



K V ENERGIPRODUKTER AB
Peter Myndes backe 12. 5 tr
118 48 STOCKHOLM
Tfn 08-644 42 45
Fax 08-642 26 41
Malmökont 040-97 52 71

DIAGRAM. FÖRBRÄNNINGS-
VERKNINGSGRADER FÖR
HINKMETODEN

(HINKO1)

1992-11-17/Kws