VÄRMEFORSK

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Rökgasmätningar och analyser utförda efter renovering av gamm sopugn vid Ålidhems sopförbränningsanläggning i Umeå

Roger Moström
Owe Dahlgren
Göran Sandström

BRÄNSLETEKNIK 328

FÖRORD

Umeå Energi AB har under senaste åren genomfört ett flertal studier och mätningar vid Ålidhems sopförbränningsanläggning i Umeå.

Resultaten av dessa tidigare mätningar kom att ligga till underlag för ett försök att modernisera en sopugn av gammal teknik för att om möjligt erhålla bättre förbränning och lägre halter miljöfarligt utsläpp.

Allmänt kan sägas att denna kartläggning har medverkat rent allmänt till bättre kunskap om sopförbränning. Ur miljösynpunkt har dock både förbättringar och försämringar erhållits där förbättringarna huvudsakligen består i färre start och stopp samt lägre halter CO och dioxiner under drift. NO_x-halterna har däremot ökat, devis beroende på den efter renoveringen erhållna högre eldstadstemperaturen.

Sammantaget kan sägas att vid en modernisering av en ugnslinje av denna relativt lilla storlek är det svårt att enbart med genomförda åtgärder nå nivåer angivna i ENA-utredningen. För att nå ENA-nivåerna är en komplettering av reningsanläggning och mätutrustning nödvändig.

Denna rapport får ses som ett led i den allmänna utvecklingen av bättre kunskap om och strävan att förbättra sopförbränningstekniken.

Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning har lämnat ekonomiskt stöd till mätningarna och studien av de förbränningstekniska åtgärderna.

1988-06-23/GS

INNEHALL

1 **Allmänt**

2 **Bakgrund och syfte**

3 **Beskrivning av sopugnsombyggnaden**

4 **Mätprogram**

4.1 Mätning november 1984 (SUP1)
4.2 Mätning juni 1985 (SUP2)
4.3 Mätning juni 1987 (SUP2)
4.4 Mätning med masspektrometer nov 1987 (SUP1, SUP2, P7)

5 **Resultat och utvärdering**

6 **Sammanfattning**

7 **Faktaruta**

BILAGOR

Nr 1 **Mätningar (efter renovering) i juni 1987**

1:1 **Dag 1 (uppeldning)**
Översiktlig plott av tidsserier med tidsredovisning av provtagningar samt kurvor för FE, O_2, CO, NO_x, SO_2, eldstadstemp, rökgastemp och effekt

1:2 **Dag 2 (normaldrift 100% sopor)**
Enligt dag 1

1:3 **Dag 3 (normaldrift 50/50 sopor/torv)**
Enligt dag 1

1:4 **Dag 4 (alternativ drift 100% sopor)**
Enligt dag 1

1:5 Analys av TCDD-ekv, Umeå Universitet

1:6 Mätrapport (sammanfattning) från mätkonsult

Nr 2 Redovisning av kurvor mm material från mätningar med masspektrometer november 1987

1 ALLMÄNT

Umeå Energi AB genomförde i november 1984 en mycket omfattande kartläggning av utsläppen från sopförbränning vid olika driftfall. Mätningarna finansierades genom bidrag från Värmeforsk och Statens naturvårdsverk och redovisades i Värmeforsk publikation nr 210. Efter att ombyggnad genomförts enligt det åtgärdsprogram som föreslogs i denna rapport föreligger här en rapport över resultat av ombyggnaden.

2 BAKGRUND OCH SYFTE

Beträffande beskrivning av verksamheten, anläggningen etc hänvisas till Värmeforsk rapport nr 210.

Mätningar och provuttag utfördes i november 1984 på linje SUP1 av IVL i Göteborg som också gjort analyserna förutom beträffande dioxiner vilka utförts av Umeå Universitet.

I juni 1985 genomfördes en statusbestämning av linje SUP2 och en uppföljningsmätning efter revision genomfördes i juni 1987.

Avfallets sammansättning har under dessa samtliga mätningar bedömts likvärdigt, dock kan avfallet ha varit säsongpåverkat under novembermätningarna 1984, framför allt beträffande fukthalten.

Vid tidpunkten för mätningarna i juni 1985 och 1987 var bränslebetingelserna likvärdiga. I denna rapport redovisas alla dessa tre mätningar och resultat samt dessutom en intrimningsmätning med massspektrometer som utfördes i november 1987.

Den utrustning som mätföretagen har använt är i stort sett av samma typ förutom då det gäller masspektrometermätningen.

Då vi ansåg att mätningar efter ombyggnaden av linje SUP2 skulle vara av stort intresse ansökte vi hos Stiftelsen för värmeteknisk forskning om 50% bidrag av budgeterade 400.000 kr.

Syftet med denna rapport är att redovisa de miljömässiga och drifttekniska resultaten.

Deltagare i referensgruppen för mätningarna har varit

- -Umeå Energi AB (Roger Moström, ordf. och Owe Dahlgren, projektledare)
- -Statens naturvårdsverk (Bo Drougge)
- -MKS Miljökonsulterna i Studsvik AB (Jan Bergström)
- -Fläkt Industri (Kurt Carlsson)
- -Af Energikonsult (Carlo Prata)
- -Götaverken Energy System (Solvie Herstad)
- -PMS AB (Göran Sandström, koordinator och tekn sekr)

Avsikten med ombyggnaden har varit att erhålla en bättre och effektivare förbränning och följaktligen lägre utsläppshalter.

Tillgrund för ombyggnadens omfattning har det åtgärdsprogram som föreslagits i rapport nr 210 i stort genomförts. Föreslagna åtgärdspunkter:

1 täta eldstad, konvektionsdelar, slaggstup och rökgasreningsutrustning för undvikande av tjuvdrag

2 tillse att förbränningsluften tillföres eldstaden på rätt ställe och med rätt temperatur och tryck

3 mäta rökgasernas uppehållstid i eldstaden

4 om så erfordras begränsa pannans effekt så att rökgasernas uppehållstid i eldstaden överskrider 2 sek

5 förbättra primärlufteffekten genom utveckling av rosterkonstruktionen

6 få bättre sekundärlufteffekt genom högre tryck och annan placering

7 mäta luftmängd, tryck och temperatur

8 kontrollera att eldstadens murverk är intakt för att få erforderlig återstrålning

9 bevaka förbränningen med färg-TV

10 förfina rökgasreningen genom att utöka elektrofiltren (alt komplettera med kalkinblåsning och slangfilter eller rökgaskondensering)

11 komplettera rökgasanalysutrustningen och datalogga mätvärdena (ugnstemp, O_2, CO_2 CO, H_2O, HCl, röktäthet/stoft etc)

12 använda stödoljebrännare vid start av sopugn

13 förädla bränslet

14 utbilda driftansvariga

15 genomföra ny mätning

Av dessa åtgärdspunkter återstår följande:

Punkt 7 och 11

Kontinuerlig mätning och analys av drift- och utsläppsparametrar ingår i miljöcentralen som under sommaren 1988 förses med två st masspektrometrar och div annan mätutrustning.

Punkt 10

Det befintliga elektrostatfiltrets reglersystem har kompletterats med drosslar för spänningsstabilisering och nya diodbryggor för likriktning. För att möta ENA-kraven planeras ytterligare rökgasrening medelst kalkinblåsning och slangfilter eller kondensering.

Övrigt

Punkt 13, "förädling av bränslet" har åtgärdats genom att man nu kan förbättra bränslets energiinnehåll genom inblandning av torv och flisat vedavfall. Konvektionsdelen har också kompletterats med avseende på gasfördelning för att erhålla effektivare avskiljning i elektrofiltret.

3 BESKRIVNING AV SOPUGNSOMBYGGNADEN

Renoveringen av SUP2 omfattar två delar, dels en av Statens Energiverk bidragsgiven del benämnd "ny teknik", dels en icke bidragsgiven del "underhåll".

Omfattning "ny teknik"

- ny påfyllnadstratt
- ny roster (tryckfall över roster, ej över bädd)
- totalrevision av förbränningsluftsystemet (fläktar, kanaler etc)
- installation av stödoljebrännare för nyttjande vid start och vid låg ugnstemperatur

Omfattning "underhåll"

- revision av pusher med kringutrustning
- nya rullar och kilar under rosten, tätning mellan zonerna
- komplettering/revision av stampmassa
- revision av genomfallstrattar, murverk, sidoplattor
- nytt slaggschakt, ny slaggkedja
- nya luckor, elmotorer, plattformar, trappor
- isolering, målning etc

4 MÄTPROGRAM

Mätprogram och omfattning har vid dessa redovisade mätningar motsvarar i stort tidigare genomförda och normgivande mätningar.

4.1 Mätning nov 1984 (SUP1)

- uppeldning (utan olja)
- normaldrift (100% sopor)
- drift vid låg ugnstemperatur
- drift vid bränsle sopor + stödolja vid låg ugnstemperatur
- nedeldning utan stödolja
- uppeldning med stödolja

- normaldrift med inblandning av skogsbränsle

- normaldrift (100% sopor) med stödolja

4.2 Mätning juni 1985 (SUP2)

För statusbestämning av SUP2 genomfördes mätningar under normaldrift och 100% sopor tre provperioder 1985-06-09 och -06-10. Resultat redovisas i tabell 5.1.

4.3 Mätning juni 1987 (SUP2)

Mätningarna genomfördes enligt följande mät- och analysprogram.

Tabell 4.3.1 Mätprogram

Dag nr	Driftskede	Bränsletyp	Provomfattning		
			Emitterat + gasfas	Flyg-aska	Slagg
Dag 1	Uppstart med olja	100% avfall + olja	X	X	X
Dag 2	Normaldrift	100% avfall	X	X	X
Dag 3	Normaldrift	50/50 avfall/torv	X	X	X
Dag 4	Alt drift ("fri körn")	100% avfall	X	X	X

X = provuttag och analys av utsläppsparametrar.

Beträffande analys av dioxiner har dessa utförts enligt nedan:

Tabell 4.3.2 Analysprogram TCDD-ekv

	Emitterat	Aska	Slagg	Före filter
Dag 1	X			
Dag 2	X	X	X	X
Dag 3	X			
Dag 4	X	X		X

Före mätningarna begärde von Roll att CO- och CO_2-mätare skulle installeras för att pannan skulle intrimmas under fyra veckor före mätningarna. Intrimningen utfördes av von Roll tillsammans med driftpersonalen för att garantera bästa driftförhållanden.

Mätparametrar

Driftparametrar

ugnsbelastning
ugnstemp
ask- och slaggmängd
rökgastemp före 1:a konvektionsdel
rökgastemp efter 1:a konvektionsdel
rökgastemp efter elfilter
rökgasflöde/hastighet
stofthalt i rågas
fukthalt i rökgas
O_2
CO_2

Utsläppsparametrar

emitterat stoft
SO
NO^x
HCl^x
HF
H_2S
Hg-tot

As-tot
stoftbundna metaller(Cd,Zn,Cu,Cr,Ni,Pb,Sn)
klorbensener
klorfenoler
PAH
klorerade PAH
ftalater
TCDD-ekvivalenter

4.4 Mätning med masspektrometer (SUP2 samt även SUP1 och P7)

Under tiden analysarbetet betr mätningarna i juni 1987, linje SUP2, framskred och resultaten började strömma in fann vi att SUP2 borde få en ytterligare intrimning för att ge ombyggnaden full rättvisa. Därför beställdes mätningar med masspektrometer och denna mätning fick också inkludera den ålagda periodiska besiktningen för linje P7 och SUP1, enligt nedan:

Tabell 4.4 Mätprogram

Dag nr	Linje	Omfattning			Bränsle	Anm
		Rökgaser	Aska	Slagg		
Dag 1, fm	SUP2				100% sopor	Intrimning
Dag 1, em	SUP2	XO*	X	X	-"-	
Dag 2, fm	SUP1	XO	XO	XO	-"-	Periodisk bes
Dag 2, em	P7	XO	XO	XO	basbränsle **	Periodisk bes

X = provuttag
O = analys
* = provuttag och analys av även TCDD-ekv
**= 50/50 sopor/torv

Föreningar och komponenter analyserade med masspektrometer

Driftparametrar
CO
O_2
CO_2

Utsläppsparametrar
SO_2
NO_x
H_2S
HCl
HF
Hg
Cd
PAH
Klorbensener och -fenoler
Tungmetaller

5 RESULTAT

Renoveringen av SUP2 har driftteknisk medfört att antalet ned- och uppeldningar avsevärt minskats. Uppeldningarna sker också numera med olja, i enlighet med vunna insikter redovisade i Värmeforsk rapport nr 210. Detta medför en jämnare drift med lägre emissioner totalt.

För att kontrollera ev läckage har pannan provtryckts med 200 mm vp varvid läckage (f a vid luckor) upptäcktes och åtgärdades.

Nedan presenteras resultaten från mätningar och analyser av utsläpp till luft vid ugnslinje SUP2 (och SUP1) vid samtliga fyra tillfällen, dvs nov 1984, juni 1985, juni 1987 samt nov 1987.

Tabell 5:1 Drift- och emissionsdata SUP2 (och SUP1) / G Sandström Bränsle 100% avfall

Linje		SUP1 (nov 84) Prov 4.1		SUP2 (juni 85) Prov 4.2		SUP2 (juni 87) Prov A (4.3)		SUP2 (juni 87) Prov B		SUP2 (nov 87)		SUP1 (nov 87)	
		Gasfas	Stoftb	Gasfas	Stoftb	Gasfas	Stoftb	Gasfas	Stoftb	Gasfas	Stoftb	Gasfas	Stoftb
Effekt	MW	9,5		10,9		11,2		11,0		10,2		9,3	
Förbr.kapacitet	ton/h	3,8		3,8		4,3		4,8		4,7		3,6	
Rökgastemp efter elfilter	$^{o}C_3$	186		193		188		189		209		194	
Rökgasflöde	Nm^3 tg/h	32 220		28 033		27 500		30 500		29 600		29 500	
Ugnstemp	^{o}C	803		778		859		867		895		870	
FE	%	99,41		99,38		99,71		99,55		99,70		99,75	
O_2	%	11,7		11,2		11,0		11,1		10,0		10,2	
CO_2	%	7,7		8,1		8,3		9,3		9,0		8,8	
CO	mg/Nm^3	549		630		301		520		296		274	
NO (NO)	"	289		231		903		631		-		200	
SO_2^x	"	328		257		261		318		-		600	
HCl	"	677		1 022		702		825		188		114	
HF	"	-		7		6		8,1		1,3		1,4	
THC	"	12,9		-		-		-		-		25	
S:a klorbensener/-fenoler	ug/Nm^3	86		0,4		24		16		2,7		12,0	
S:a klorerade bifenyler	"	-		-		-		-		2,8		5,4	
PAH	"	43		0,4		1		2		0,46		0,48	
TCDD-ekv efter elfilter	ng/Nm^3	10*		40		15		11		5		-	
TCDD-ekv före elfilter	"	-		-		600		88		-		-	
Emitterat stoft	mg/Nm^3	120		106		93		108		85,1		30,5	
Stoft i rågas	g/Nm^3	-		-		5,3		2,1		-		-	
As	ug/Nm^3	7	23	-	-	-	17,2	-	-	-	3,5	14	1,1
Cd	"	13	133	-	130	-	73,0	-	-	-	4,4	15,6	3,2
Hg	"	122	8	175	3	172	21,2	282	-	-	9,2	60,0	0,9
Zn	mg/Nm^3	0,655	11,31	-	15,3	-	4,38	-	-	-	5,5	0,053	2,4
Cu	"	0,040	0,302	-	-	-	0,159	-	-	-	0,01	-	0,01
Cr	"	0,017	0,007	-	0,04	-	0,023	-	-	-	2,9	-	0,2
Ni	"	0,011	0,003	-	0,006	-	0,006	-	-	-	1,4	-	0,2
Pb	"	0,356	3,350	-	2,6	-	1,72	-	-	-	2,3	0,023	1,0
Sn	"	0	0,397	-	0,03	-	0,033	-	-	-	0,3	-	0,2
Se	ug/Nm^3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,6	-
Oförbränt i aska	% av TS	13-18		11,9		15,0		10,2		-		10,6	
Oförbränt i slagg	% av TS	6-16		4,4		6,8		0,2		-		9,9	

* ej kompenserat mot förluster vid provtagning, upparbetning,extrahering och analys

6 SAMMANFATTNING

Av tabell 5.1 kan utläsas att NO_x-halterna troligen ökat efter renoveringen. Det framgår också att eldstadstemperaturen ökat. Vid prov 4.4 enligt tabell 5.1 torde dock bränslesammansättningen avvikit mot tidigare prov av HCl-halterna att döma.

En massbalansberäkning av TCDD-ekvivalenter (enligt Eadon) visar nedanstående situation:

Tabell 6.1 TCDD-flöde vid prov 4.3

	Före elfilter	= Efter elfilter (rengas)	+ I avskiljd flygaska	Bränsle	Anm
Provdag 2	15,24 mg/h (100%) 199 °C	0,49 mg/h (3%) 188 °C	2,00 mg/h (13%)	100% avfall (kontrollerad körning)	Saknas 84%
Provdag 4	2,24 mg/h (100%) 205 °C	0,36 mg/h (16%) 189 °C	0,25 mg/h (11%)	100% avfall ("fri körning")	Saknas 73%

Temperaturerna anger rökgastemperatur vid resp provtagningspunkt

Av ovanstående resultat kan utläsas att 11-13 % av TCDD-ekvivalenterna återfinns i askan. Enligt tabell 5:1 varierar halten TCDD-ekv i rågasen kraftigt, från 88 till 600 ng/Nm^3. Temperaturen i rökgasen före resp efter elfiltret varierar något (11-16 °C högre temperatur före filter) men denna skillnad i temperatur ligger dock inom normal provtagningstemperatur i rökgaser för att betraktas som orsak till avvikelserna. En hypotes till tabell 6:1 kan vara att dioxinerna är så hårt bundna till askan att man på laboratorium har svårigheter att frigöra allt dioxin från askan. Om detta samband kan ses vid andra undersökningar bör ytterligare insatser göras för att klarlägga eventuella oklarheter.

CO-halten har halverats jämfört med före renovering. Ännu lägre CO-halter kan vara svåra att erhålla med denna typ av ugnskonstruktion. Vid intrimning med masspektrometer fann man att för SUP2 gäller sambandet mellan O_2 och CO att O_2 efter filter inte får underskrida 8% för att undvika förhöjd CO-halt. Därför bör eldningsautomatik installeras alternativt "mötande larm" av dippar i O_2. Masspektrometrarna som kommer att installeras i Umeå sommaren och hösten 1988 förväntas ge en jämnare förbränning och därmed undvika spikar i exv CO.

Ur driftteknisk och ekonomisk synvinkel framstår renoveringen som en lyckad satsning. Drifttillgängligheten har avsevärt förbättrats med färre oplanerade stopp och längre perioder mellan planerade servicestopp samt erhållen bättre verkningsgrad. Detta har medfört bättre driftekonomi - lägre servicekostnader, och ugnen mindre känslig för driftstörningar med minskade driftoperativa insatser.

Ur miljösynpunkt har både förbättringar och försämringar troligen erhållits vilka kan sammanfattas nedan:

- färre start och stopp
- lägre CO- och dioxinhalter
- betydligt högre NO_x-halter
- övriga uppmätta parametrar i stort oförändrade

7 FAKTARUTA

Tabell 7:1

* normaliserade värden t g vid 10% CO_2-halt		Prov 4.2 **Före renov**	Prov 4.3 **Efter renov**
CO	mg/Nm^3	630	**301**
NO_x	"-	**231**	**903**
FE	%	99,38	**99,71**
TCDD-ekv	ng/Nm_3^3	40	15
Emitterat stoft	mg/Nm^3	106	93

CONTENTS

1 GENERAL

2 BACKGROUND AND AIM

3 DESCRIPTION OF THE REVISION OF THE INCINERATOR LINE

4 MEASUREMENTS PROGRAMME

4.1 Measurements in November 1984 (SUP1)

4.2 Measurements in June 1985 (SUP2)

4.3 Measurements in June 1987 (SUP2)

4.4 Measurements with mass spectrometer in November 1987 (SUP1, SUP2, P7)

5 RESULTS AND EVALUATION

6 SUMMARY

7 COLLECTED FACTS

Enclosures:

No. 1 Measurements (after revision) in June 1987

1.1 Day 1 (start-up)
Survey plott of time series with time account of sampling, and graphs for FE, O_2, CO, NO_x, SO_2, furnace temperature, flue gas temperature and effect.

1.2 Day 2 (normal combustion, 100 % refuse)
See day 1

1.3 Day 3 (normal combustion, 50/50 refuse/peat)
See day 1

1.4 Day 4 (alternative combustion, 100 % refuse)
See day 1

1.5 Analysis of TCDD-equivalents, the University of Umeå

1.6 Measurements report (summary)

No. 2 Account of graphs and other material from measurements with mass spectrometer in November 1987

1 GENERAL

In November 1984 Umeå Energi performed a very extensive investigation of the emissions from the incinerator plant at different operating conditions. The measurements were financed by subsidies from the Thermal Engineering Research Institute and the National Environmental Protection Board and published in publication No. 210 from the Thermal Engineering Research Institute. Now that revision in accordance with the action programme proposed in that publication has been completed, a report on the results of the revision is presented here.

2 BACKGROUND AND AIM

What concerns description of functions, the plant etc, see Report No. 210 from the Thermal Engineering Research Institute.

In November 1984 IVL in Gothenburg performed measurements and sampling on line SUP1. They also made the analyses, except those on dioxins, which were performed by the University of Umeå.

In June 1985 the condition of line SUP2 was evaluated and after revision follow-up measurements were performed in June 1987.

It has been presumed that the composition of the refuse has been the same during all these measurements, but there may however have been a sesonal influcene during the measurements of November 1984, primarily what concerns moisture content.

At the time of the measurements in June 1985 and 1987 the fuel conditions were equivalent. This is an account of all these measurements and the results of them as well as of trimming-in measurements with mass spectrometer performed in November 1987.

On the whole the companies performing the measurements have used the same type of equipment with the exception of the measurements performed with mass spectrometer.

As we thought that it would be of great interest to perform measurements after the revision of line SUP2 had been completed, we applied to the Thermal Engineering Institute for a subsidy of 50 % of the estimated cost, SEK 400,000.

The purpose of this report is to show the environmental and operation technical results of the measurements.

Participants in the reference group for the measurements have been:

- Umeå Energi AB (Roger Moström, Chairman, and Owe Dahlgren, Project Leader)
- The National Environmental Protection Board (Bo Drougge)
- MKS Miljökonsulterna i Studsvik AB, (Jan Bergström)
- Fläkt Industri (Curt Karlsson)
- ÅF Energikonsult (Carlo Prata)
- Götaverken Energy System (Sovie Herstad)
- PMS AB (Göran Sandström, Coordinator and Technical Secretary)

The purpose of the renovation has been to achieve a better and more efficient combustion and thereby less content of emissions.

The extent of the revision has been based on the action programme which was proposed in Report No. 210 and which has principally been carried out. The proposed actions were:

1. To pack the furnace, convection parts, bottom ash chute and flue gas cleaning equipment to avoid air leakage.
2. To see to it that the supply of combustion air to the furnace is in the right place, and at the right temperature and pressure.
3. To measure the lenght of time the flue gas is within the furnace.
4. If necessary, to limit the furnace capacity so that the flue gas remains in the furnace for more than two seconds.
5. To improve the effect of the primary air by changing the grate construction.
6. To increase the effect of the secondary air by higher pressure and alternative placing.

7 To control the air quantity, pressure and temperature.

8 To check the furnace masonry to get the necessary back-radiation.

9 To closely monitor the combustion visually (colour-TV).

10 To increase the flue gas cleaning by the extension of the electric precipitators (or alternatively by lime injection and fabric filter or by flue gas condensation).

11 To add to the flue gas analysis equipment and datalogging of the results (furnace temperature, O_2, CO_2, H_2O, HCl, dust concentration etc).

12 To use oil-fired burners at the start-up of incinerators.

13 To refine the fuel

14 To educate responsible operating staff.

15 To perform new measurements.

Of these proposed actions the following remains:

No. 7 and 11

Continuous measuring and analysis of operating and emission parameters will be included in the environmental central, which during the summer of 1988 will be equipped with two mass-spectrometers and various other measurements equipment.

No. 10

The automatic control system of the existing electric precipitator has been supplemented with chokers for voltage stabilizing and new diod bridges for rectification. To fulfil the ENA-demands increased flue gas cleaning by lime injection and fabric filter or by condensation will be installed.

As to the rest

No. 13, "refining the fuel", has been achieved by adding peat and chipped wood waste, which improves the content of energy. The convection part will be

supplemented what regards the distribution of gas, in order to achieve a more effective separation in the electric precipitator.

3 DESCRIPTION OF THE REVISION OF THE INCINERATOR LINE

The revision of SUP2 includes two parts, one consisting of "new techniques", subsidized by the National Energy Administration, the other consisting of "maintenance", for which no subsidies were granted.

The part "new techniques" consists of:

- New charging funnel
- New grate system (fall of pressure over the grates, not over the bed)
- Total revision of the combustion air system (ventilation, channels etc)
- Installation of oil-fired burners to use at start-up and at low furnace temperature

The part "maintenance" consists of:

- Revision of pusher and its additional equipment
- New rollers and wedges under the grates, packing between the zones
- Addition/revision of tamping clay
- Revision of bottom ash chute, masonry, side wall plates
- New bottom ash shaft, new conveyor belt
- New apertures, electric motors, platforms, stairs
- Insulation, repainting etc

4 MEASUREMENTS PROGRAMME

The measurements programme and the extent of the measurements mainly correspond to those of the previous measurements, which have been normative.

4.1 Measurements in November 1984 (SUP1)

- Start-up (without oil-fired support)
- Normal combustion (100 % refuse)
- Combustion at low furnace temperature
- Combustion at fuel: refuse + oil-fired support at low furnace temperature
- Shut-down without oil-fired support
- Start-up with oil-fired support
- Normal combustion at fuel: refuse + fuel chips
- Normal combustion (100 % refuse) with oil-fired support

4.2 Measurements in June 1985 (SUP2)

To evaluate the condition of SUP2, measurements were performed at normal combustion and 100 % refuse during three test periods 1985-06-09 and 1985-06-10. The results are shown in table No. 5.1.

4.3 Measurements in June 1987 (SUP2)

The measurements were performed according to the following measurements and analyses programme.

Table 4.3.1 Measurements programme

Day No.	Operating phase	Type of fuel	Test extent Emitted dust + vapour phase	Fly ash	Bottom ash
Day 1	Start-up with oil-fired support	100 % refuse + oil	x	x	x
Day 2	Normal combustion	100 % refuse	x	x	x
Day 3	Normal combustion	50/50 refuse/peat	x	x	x
Day 4	Alternativ combustion ("free operating")	100 % refuse	x	x	x

x = sampling and analysis of emission parameters

Analyses of dioxins have been performed as follows:

Table 4.3.2 Analysis programme TCDD-equivalents

Day No.	Emitted dust	Ash	Bottom ash	Before precipitator
Day 1	x			
Day 2	x	x	x	x
Day 3	x			
Day 4	x	x		x

Before the measurements were performed, von Roll demanded that gauges for CO and CO_2 should be installed, so that the incinerator could be trimmed for a period of four weeks before the measurements took place. The trimming was done by von Roll.

Measurements parameters

Operating parameters

Furnace load
Furnace temperature
Ash and bottom ash quantity
Flue gas temperature before first convection part
Flue gas temperature after first convection part
Flue gas temperature after electric precipitator
Flue gas flow/speed
Dust content in raw gas
Moisture content in flue gas
O_2
CO_2

Emission parameters

Emitted dust
SO_x
NO_x
HCl
HF
H_2S
Hg total
As total

Dust bound metals (Cd, Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Sn)
Chlorinated benzens
Chlorinated phenols
PAH
Chlorinated PAH
Phtalats
TCDD-equivalents

4.4 Measurements with mass spectrometer in November 1987 (SUP2 and also SUP1 and P7)

During the time the work with the analyses of the measurements performed on line SUP2 in June 1987 was in progress and the results were starting to come in, we found that in order to do full justice to the revision, line SUP2 ought to be further trimmed. We therefore ordered measurements with mass spectrometer and these measurements also got to include the periodic inspection of line P7 and SUP1, see table 4.4.

Table 4.4 Measurements programme

Day No.	Line	Extent Flue gas	Ash	Bottom ash	Fuel	Comments
Day 1, a.m.	SUP2				100 % refuse	Trimming
Day 1, p.m.	SUP2	xo*	X	X	100 % refuse	
Day 2, a.m.	SUP1	xo	xo	xo	100 % refuse	Periodic inspection
Day 2, p.m.	P7	xo	xo	xo	Basic fuel	Periodic inspection

x = sampling

o = analysis

* = sampling and analysis include TCDD-equivalents

Compounds and components analysed with mass spectrometer

Operating parameters

CO
O_2
CO_2

Emission parameters

SO_2
NO_x
H_2S
HCl
HF
Hg
Cd
PAH
Chorinated benzens and -phenols
Heavy metals

5 RESULTS

The revision of line SUP2 what regards operation techniques has given the result that the number of start-ups and shut-downs has decreased considerably. Start-ups are now done by oil-fired support, which leads to a more regular operation with lower emissons in total.

To avoid leakage, the line has been submitted to a hydrostatic test at 200 mm water column. Leakage was found primarily at apertures and was packed.

The results from the measurements and analysis of emissions to air at line SUP2 (and SUP1) at all four occasions (i.e. November 1984, June 1985, June 1987 and November 1987) are presented below.

Table 5.1 Operation and emission parameters SUP2 (and SUP2) / G Sandström Fuel 100% house hold refuse

Line		SUP1 (Nov 84) Sample 4.1		SUP2 (June 85) Sample 4.2		SUP2 (June 87) Sample A (4.3)		SUP2 (June 87) Sample B		SUP2 (Nov 87)		SUP1 (Nov 87)	
		Vapour	Dustb	Vapour	Dustb	Vapour	Dustb	Vapour	Dustb	Vapour	Dustb	Vapour	Dustb
Power output	MW	9,5		10,9		11,2		11,0		10,2		9,3	
Waste fuel	tons/h	3,8		3,8		4,3		4,8		4,7		3,6	
Flue gas temp after filter	°C	186		193		188		189		209		194	
Flue gas flow	Nm^3 tg/h	32 220		28 033		27 500		30 500		29 600		29 500	
Furnace temp	°C	803		778		859		867		895		870	
FE	%	99,41		99,38		99,71		99,55		99,70		99,75	
O_2	%	11,7		11,2		11,0		11,1		10,0		10,2	
CO_2	%	7,7		8,1		8,3		9,3		9,0		8,8	
CO	mg/Nm^3	549		630		301		520		296		274	
NO (NO)	"	289		231		903		631		-		200	
SO_x	"	328		257		261		318		-		600	
HCl	"	677		1 022		702		825		188		114	
HF	"	-		7		6		8,1		1,3		1,4	
THC	"	12,9		-		-		-		-		25	
S:a chlor.benzens/-phenols	ug/Nm^3	86		0,4		24		16		2,7		12,0	
S:a chlor.biphenyls	"	-		-		-		-		2,8		5,4	
PAH	"	43		0,4		1		2		0,46		0,48	
TCDD-ekv after filter	ng/Nm^3	10*		40		15		11		5		-	
TCDD-ekv before filter	"	-		-		600		88		-		-	
Emitted dust	mg/Nm^3	120		106		93		108		85,1		30,5	
Dust content in rawgas	g/Nm^3	-		-		5,3		2,1		-		-	
As	ug/Nm^3	7	23	-	-	-	17,2	-	-	-	3,5	14	1,1
Cd	"	13	133	-	130	-	73,0	-	-	-	4,4	15,6	3,2
Hg	"	122	8	175	3	172	21,2	282	-	-	9,2	60,0	0,9
Zn	mg/Nm^3	0,655	11,31	-	15,3	-	4,38	-	-	-	5,5	0,053	2,4
Cu	"	0,040	0,302	-	-	-	0,159	-	-	-	0,01	-	0,01
Cr	"	0,017	0,007	-	0,04	-	0,023	-	-	-	2,9	-	0,2
Ni	"	0,011	0,003	-	0,006	-	0,006	-	-	-	1,4	-	0,2
Pb	"	0,356	3,350	-	2,6	-	1,72	-	-	-	2,3	0,023	1,0
Sn	"	0	0,397	-	0,03	-	0,033	-	-	-	0,3	-	0,2
Se	ug/Nm^3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,6	-
Unburnt in fly ash	% of DS	13-18		11,9		15,0		10,2		-		10,6	
Unburnt in slag	% of DS	6-16		4,4		6,8		0,2		-		9,9	

* not compensated for losses at sampling, extraction, conversion and analysis

6 SUMMARY

Table 5.1 shows that the content of NO_x presumably has increased after the revision. Table 5.1 also shows that the furnace temperature is reflected in the decrease of the content of dioxins (TCDD-equivalents) in clean gas.

Judging from the content of HCl the fuel mix at measurements 4.4 presumably deviated from that of earlier measurements.

A mass balance calculation of TCDD-equivalents (calculation method Eadon) shows the following situation:

Table 6.1 Flow of TCDD-equivalents at sample 4.3

	Before precipitator	= After prec. (clean gas)	+ In fly ash	Fuel	Comments
Sampling day 2 (Sample A)	15,24 mg/h (100%) 199°C	0,49 mg/h (3%) 188°C	2,00 mg/h (13%)	100% refuse (controlled operating)	**Missing 8**
Sampling day 4 (Sample B)	2,24 mg/h (100%) 205°C	0,36 mg/h (16%) 189°C	0,25 mg/h (11%)	100% refuse ("free operating")	**Missing 7**

The temperatures given are flue gas temperatures at each sampling point

The results above shows that 11-13 % of the TCDD-equivalents are to be found in the ash. According to table 5.1 the content of TCDD-equivalents in raw gas varies considerabley, from 88 to 600 ng/Nm^3. The temperature in the flue gas before and after the electric precipitator varies to some extent (11-16°C higher temperature before the precipitator) but this difference in temperature is however within normal sampling temperature in flue gas, which means that it cannot be regarded as the cause of the deviations. An hypothesis about table 6.1 could be that the dioxins are so heavily bound to the ash that it is difficult to detach all dioxins from the ash at the laboratory. If this correlation can be found in other studies, further attempts shoud be made to explain possible uncertanties.

The content of CO has been cut by half compared with before the revision. With this type of furnace it can be difficult to obtain further decrease in CO

content. At trimming with mass spectrometer it was found that for line SUP2 the corrolation between O_2 and CO is that O_2 should not be lower that 8 % in order to avoid an increase of the content of CO. Because of this, equipment for automatic operation should be installed, alternativly "preventive alarm" for dipping content of O_2. The mass spectrometers, which will be installed in Umeå during the summer and autumn of 1988, are supposed to give a more even combustion and thereby prevent "peaks" in, for instance, CO.

From operating technical and economical points of view the revision seems to have been a succsessful investment. The lenght of time the incinerator line is in operation has increased considerably, the non-planned stops are fewer, the period between planned stops for service has become longer and the coefficient of utilization has become higher. Bythis has been gained a better operating economy - lower maintenance costs and the furnace is less sensitive to operating disturbances, which menas fewer operating efforts.

Seen from an environmental point of view, both improvments and detoriations have originated (strictly spoken the samples are too few for any decisive conclusions to be drawn). The "cons" and "pros" can be summarized as below:

- fewer start-ups and shut-downs (positive)
- lower content of CO and dioxins (positive)
- considerably higher content of NO_x (negative)
- other measured parameters mainly unchanged (negative)

7 COLLECTED FACTS

Table 7.1 Collected facts

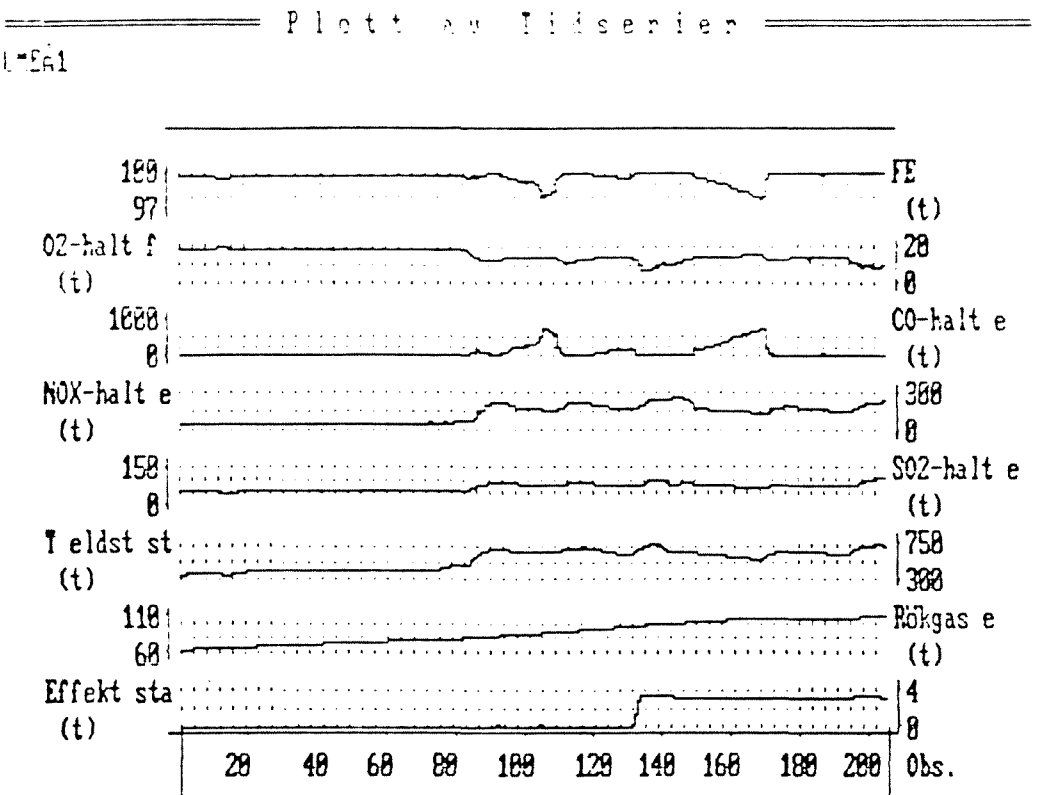
*Normalized values dry gas at 10 % CO_2 content		Before revision	After revision
CO	mg/Nm^3*	630	301
NO_x	mg/Nm^3*	231	903
FE	%*	99,38	99,71
TCDD-equivalents	ng/Nm^3*	40	15
Emitted dust	mg/Nm^3*	106	93

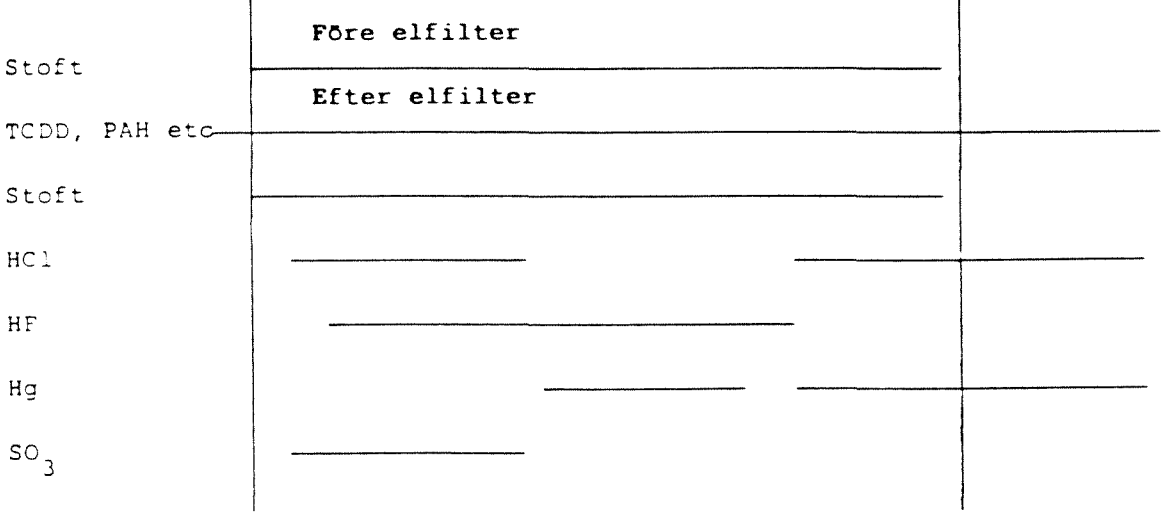
Bilaga 1

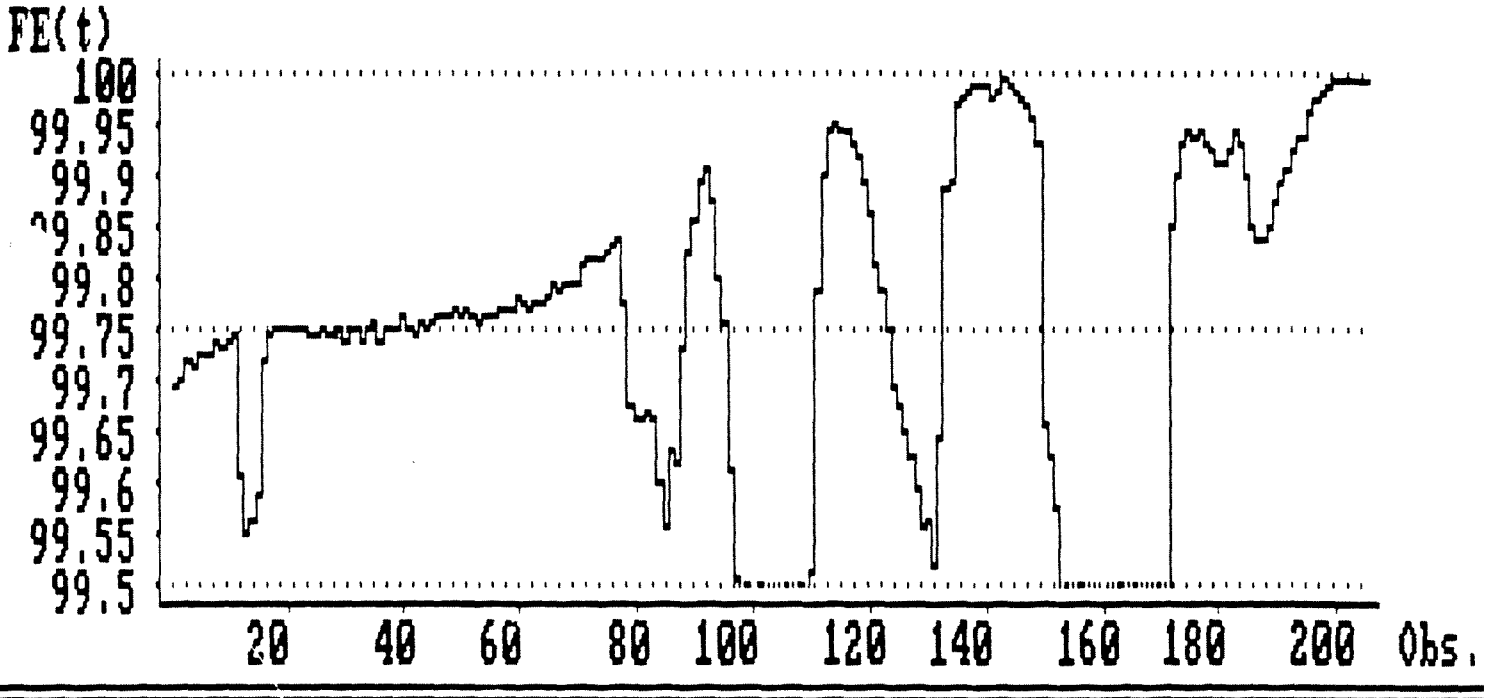
Mätningar (efter renovering) i juni 1987
Beteckning e resp f betyder att mätningen gjorts efter resp före elfilter
Ex: O_2-halt f betyder mätning före filter

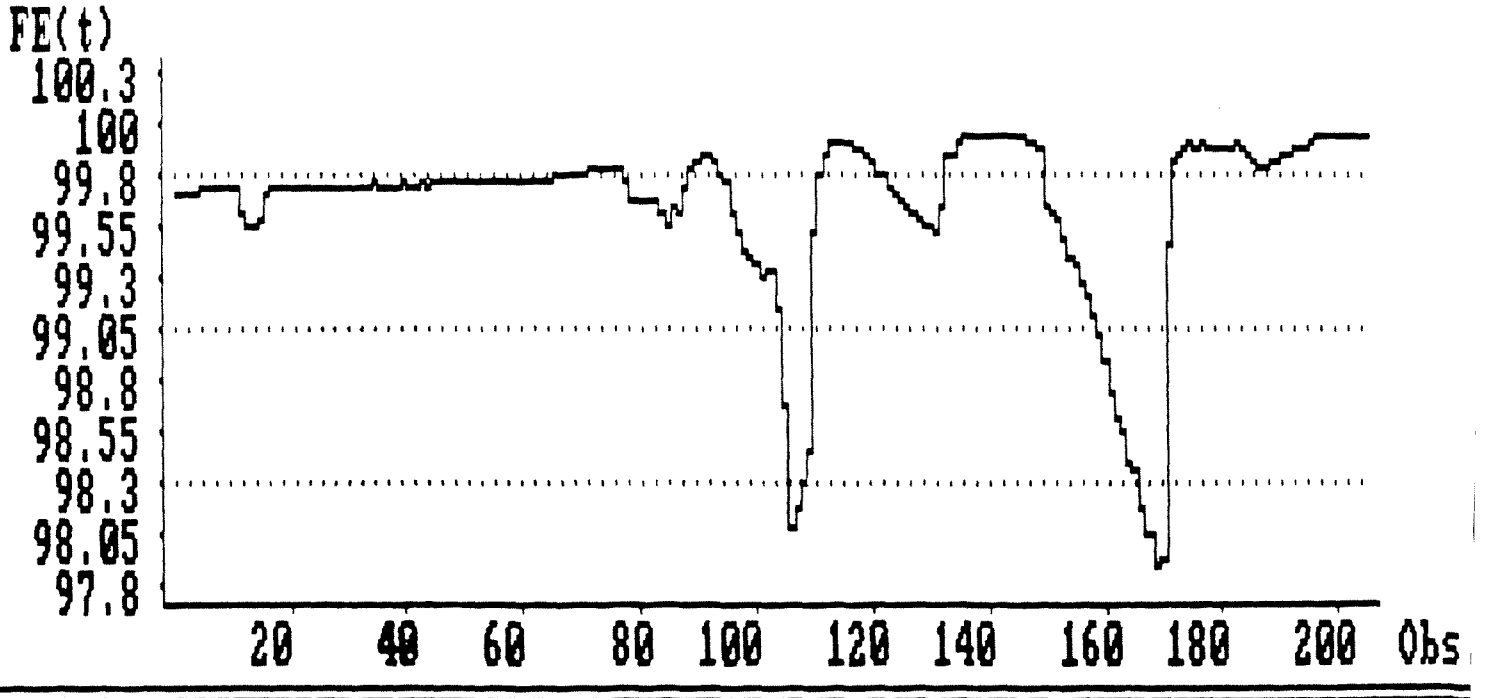
Bilaga 1:1 Dag 1
1:2 Dag 2
1:3 Dag 3
1:4 Dag 4

Dag 1 (uppstart m olja, därefter sopor)

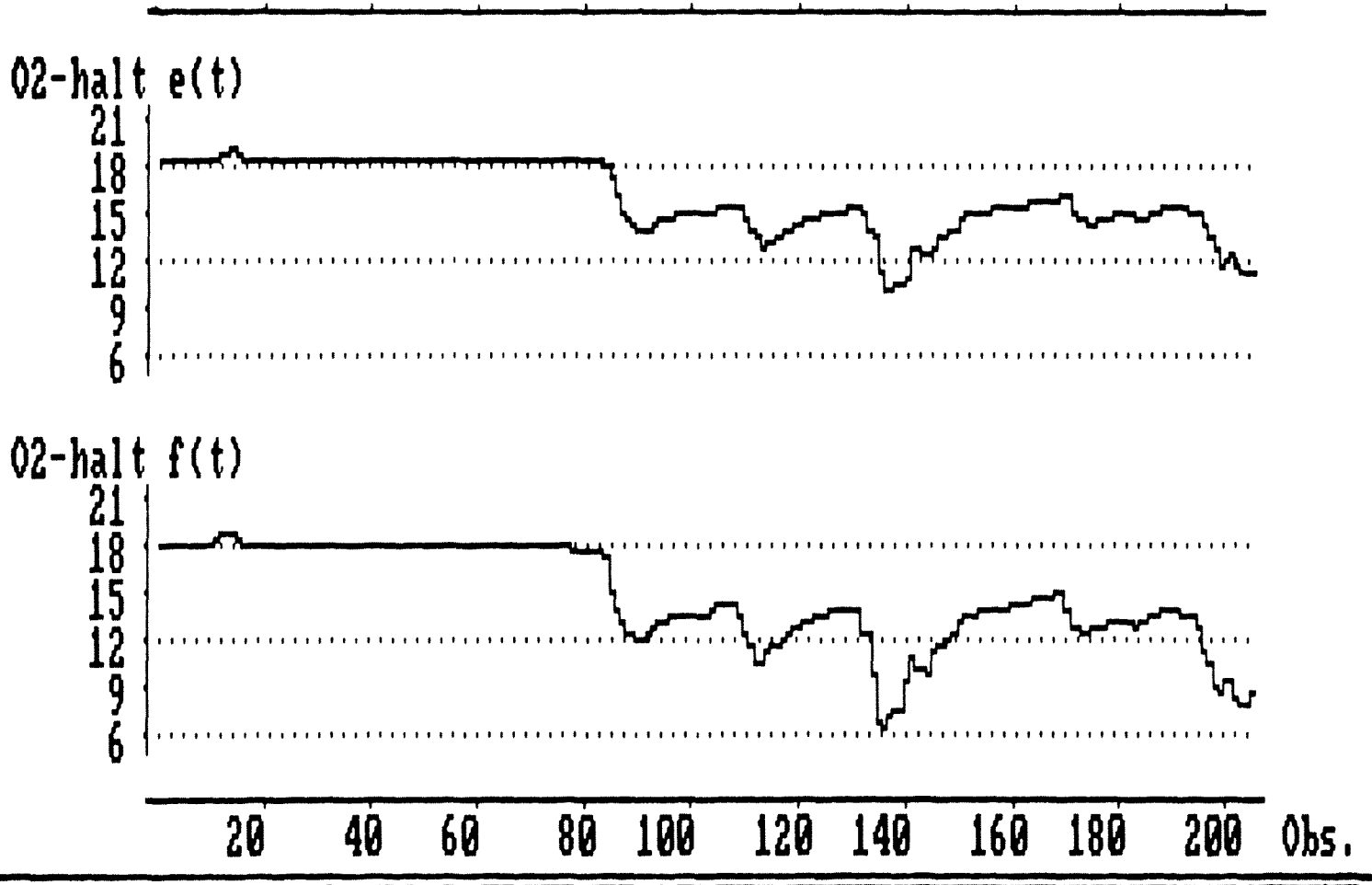





FE(t)
100
99.95
99.9
99.85
99.8
99.75
99.7
99.65
99.6
99.55
99.5
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Obs.


FE(t)
100.3
100
99.8
99.55
99.3
99.05
98.8
98.55
98.3
98.05
97.8
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Obs.

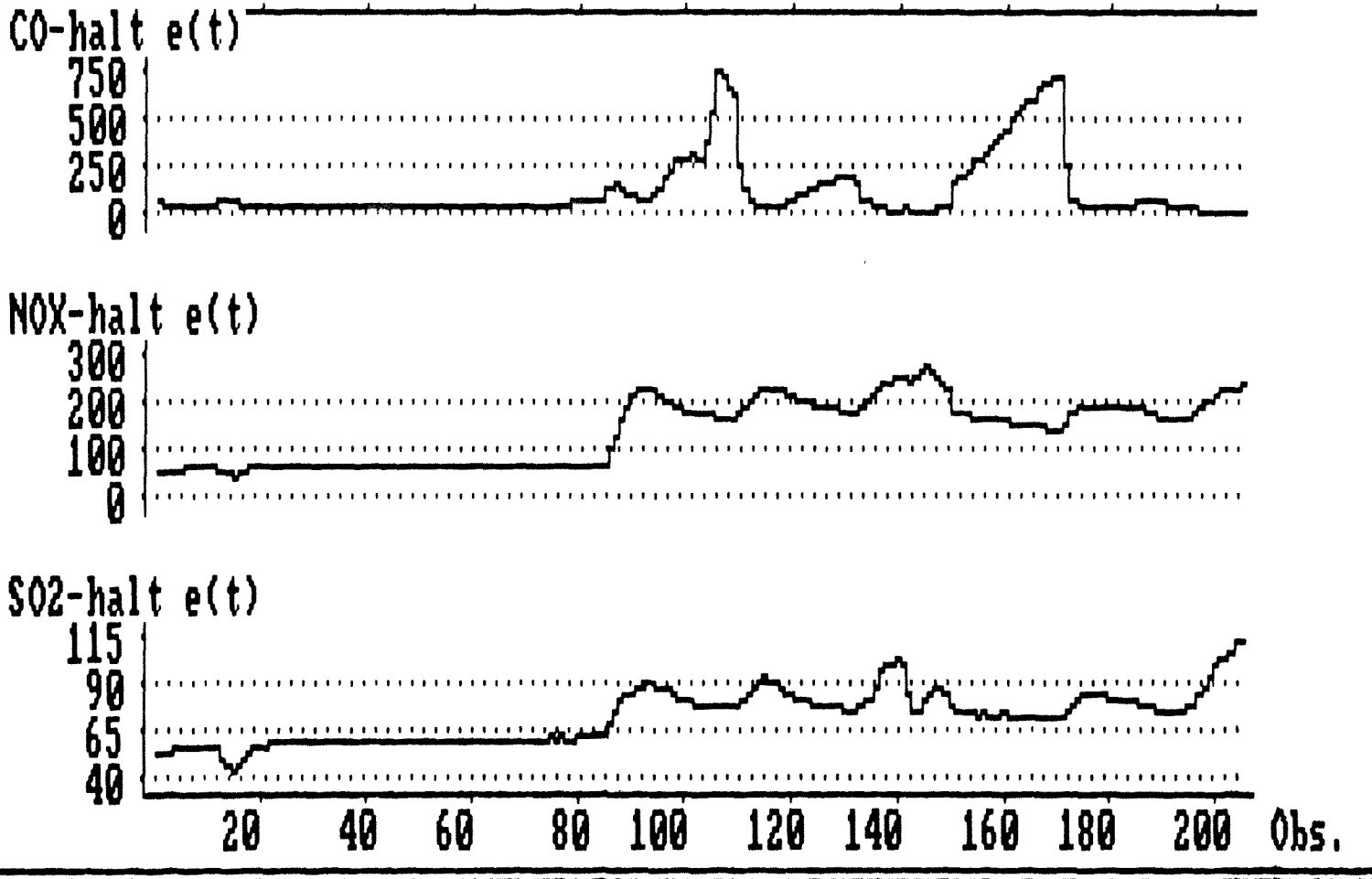
UMEå1 Hela Materialet Obs. 1-205



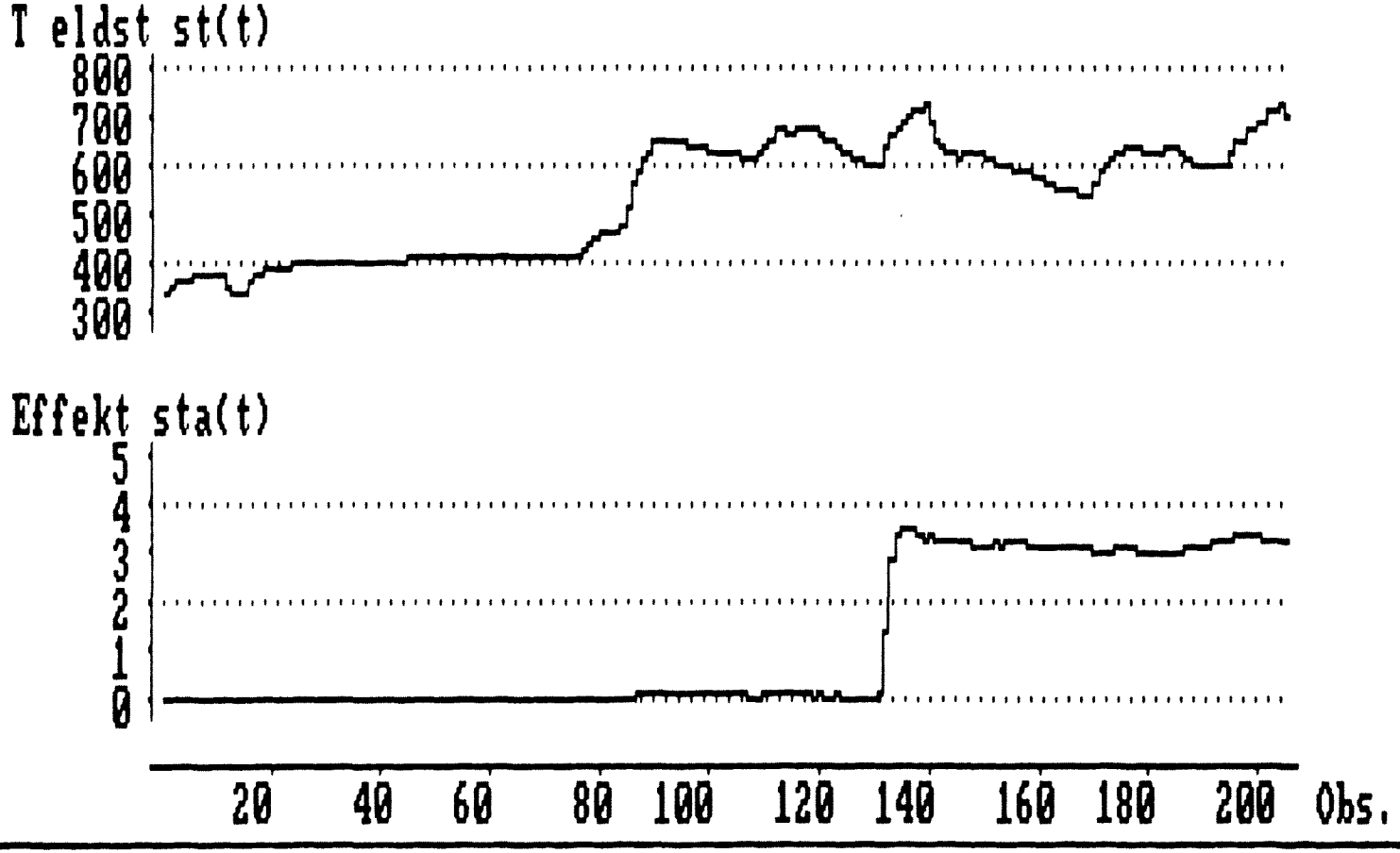
Dag 1

Plott av Tidserier

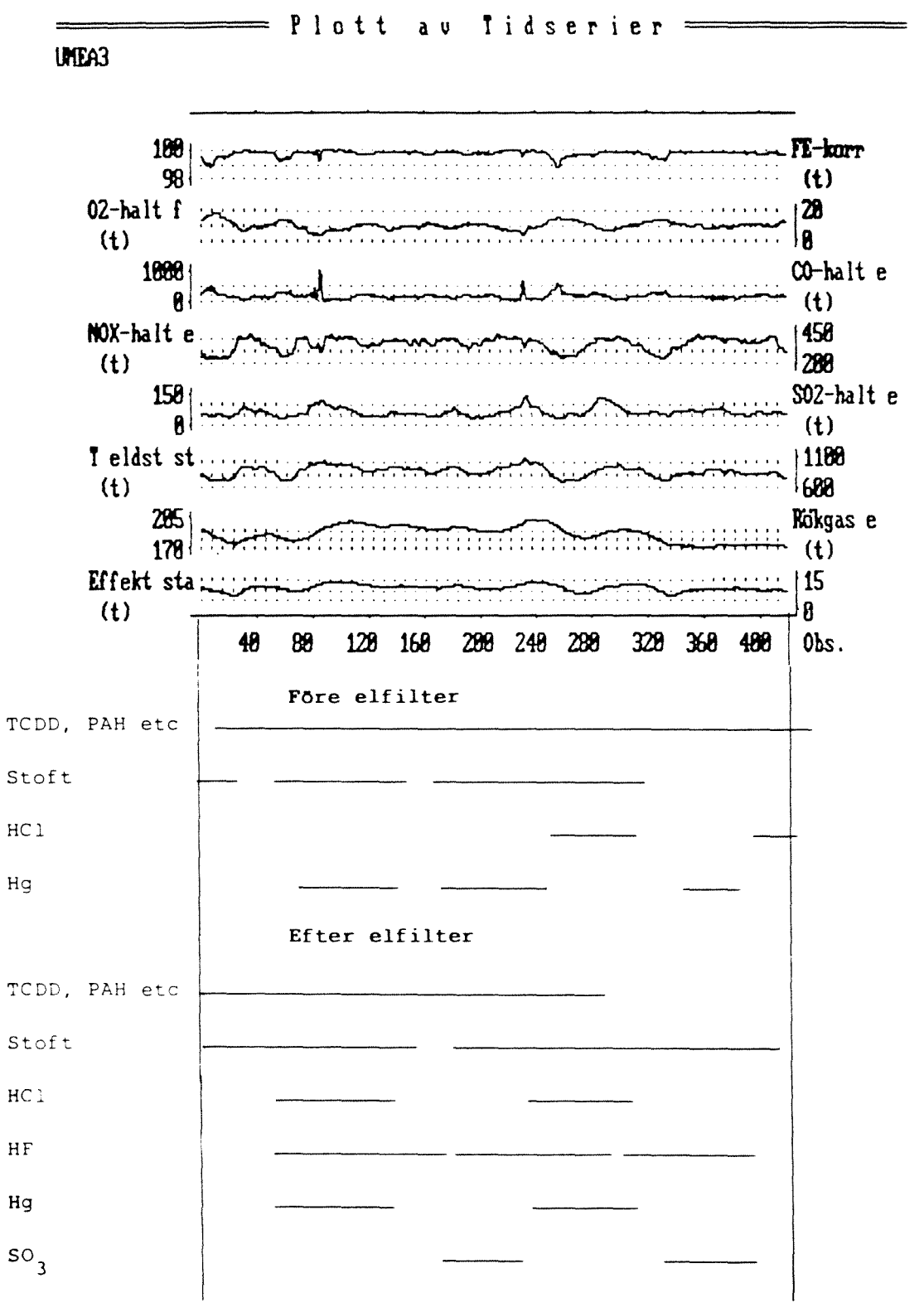
UMEå1 Hela Materialet Obs. 1-205

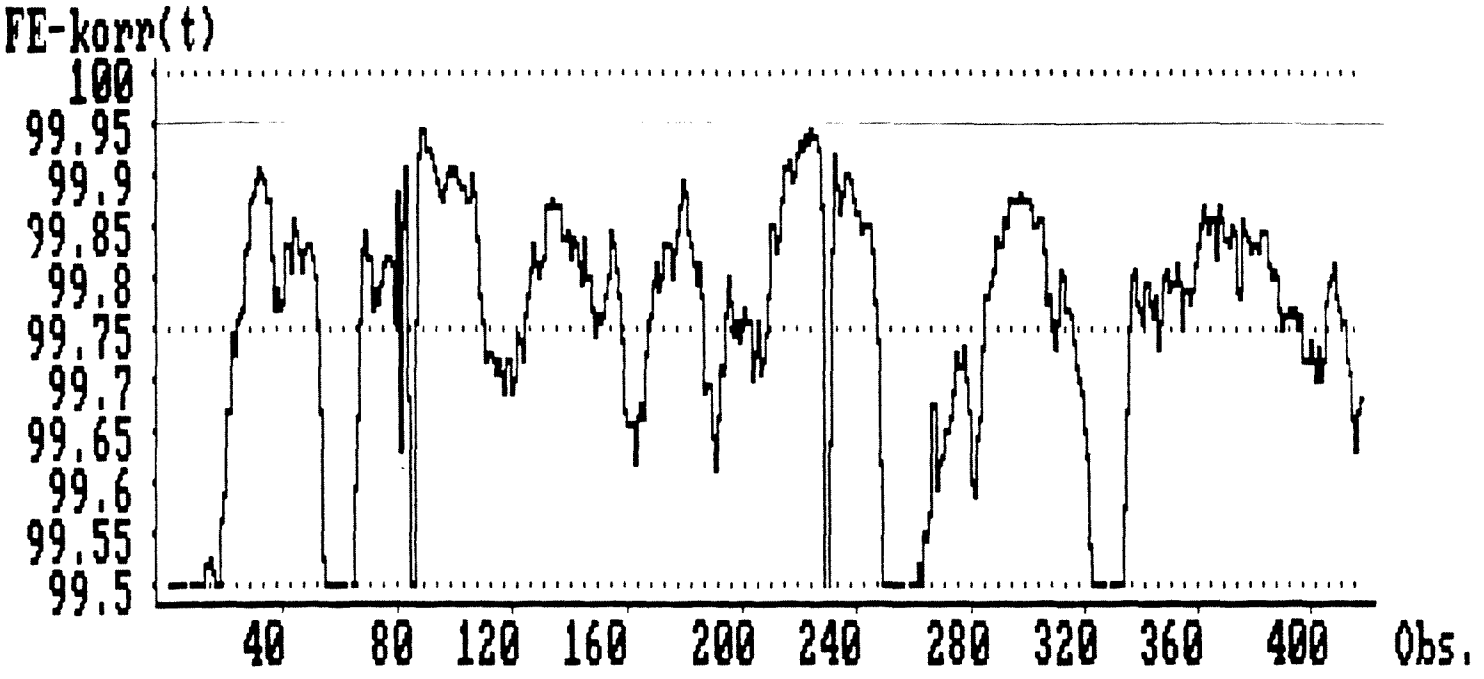


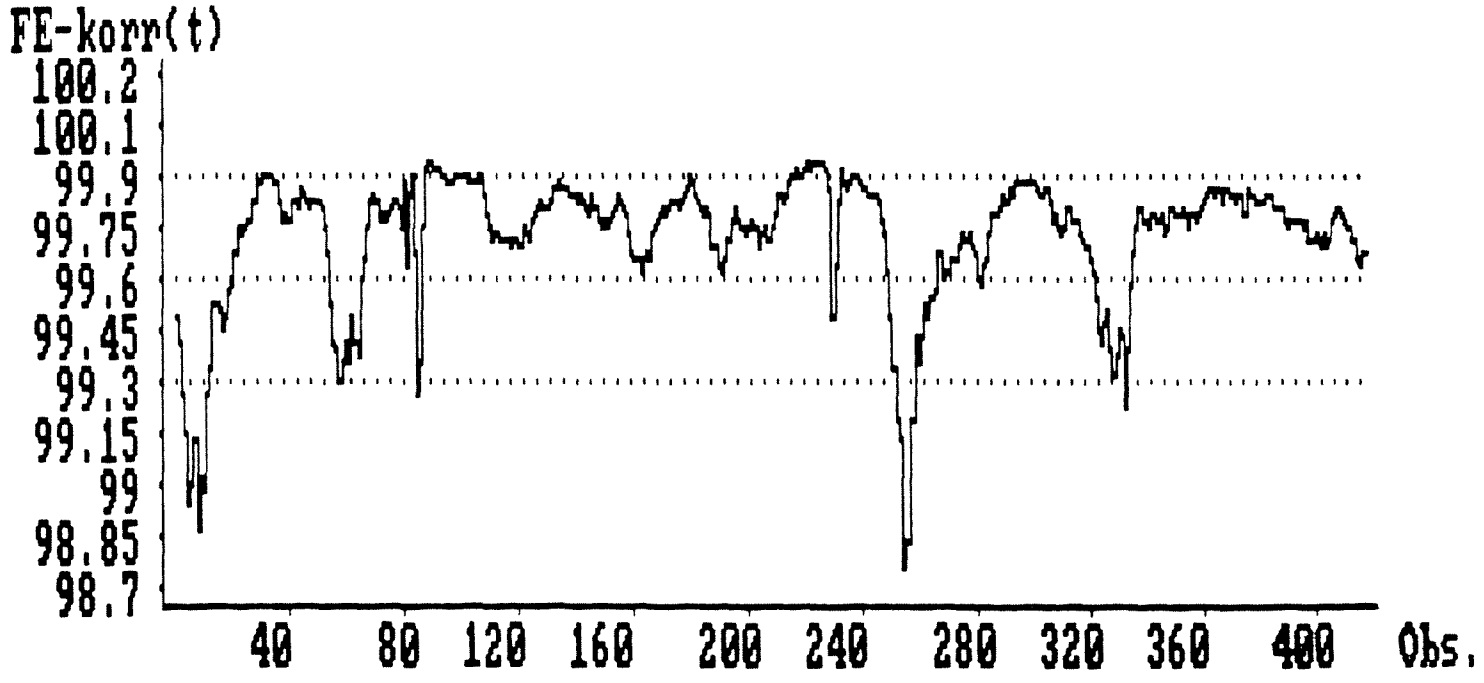
UMEå1 Hela Materialet Obs. 1-205

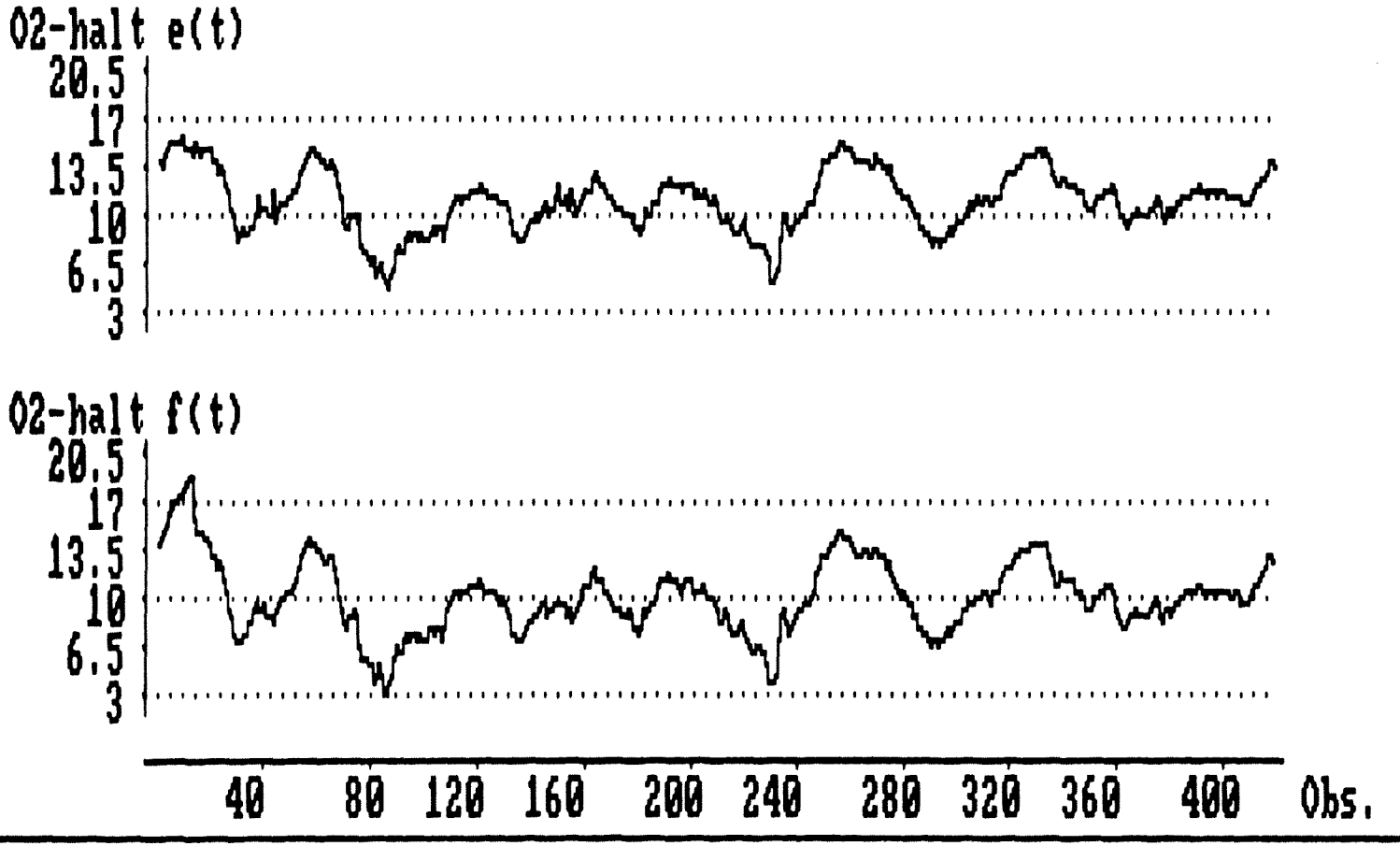


DAG 2 (normaldrift 100% sopor)

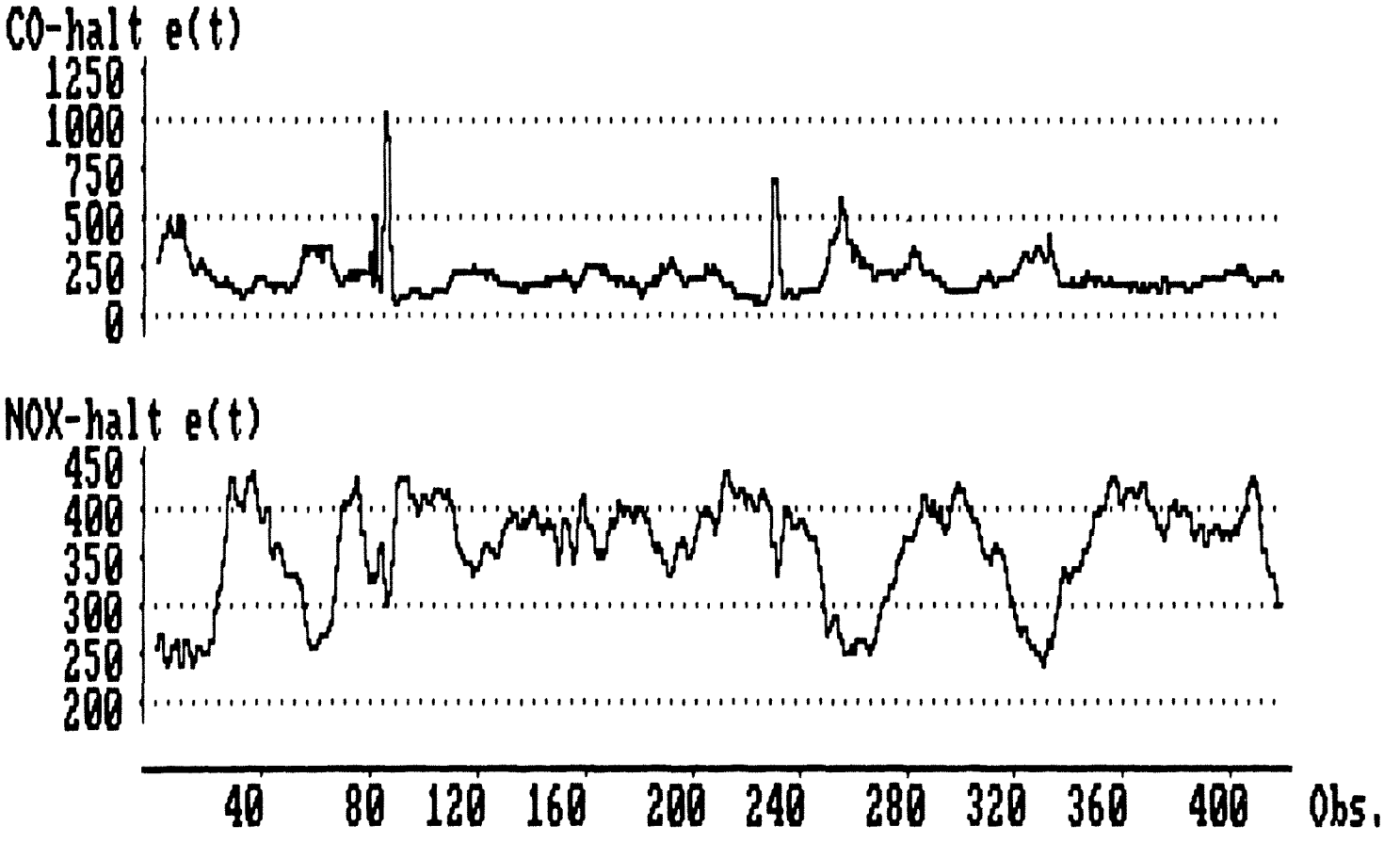



FE-korr(t)
100
99.95
99.9
99.85
99.8
99.75
99.7
99.65
99.6
99.55
99.5
40
80
120
160
200
240
280
320
360
400
Obs.


FE-korr(t)
100.2
100.1
99.9
99.75
99.6
99.45
99.3
99.15
99
98.85
98.7
40
80
120
160
200
240
280
320
360
400
Obs.

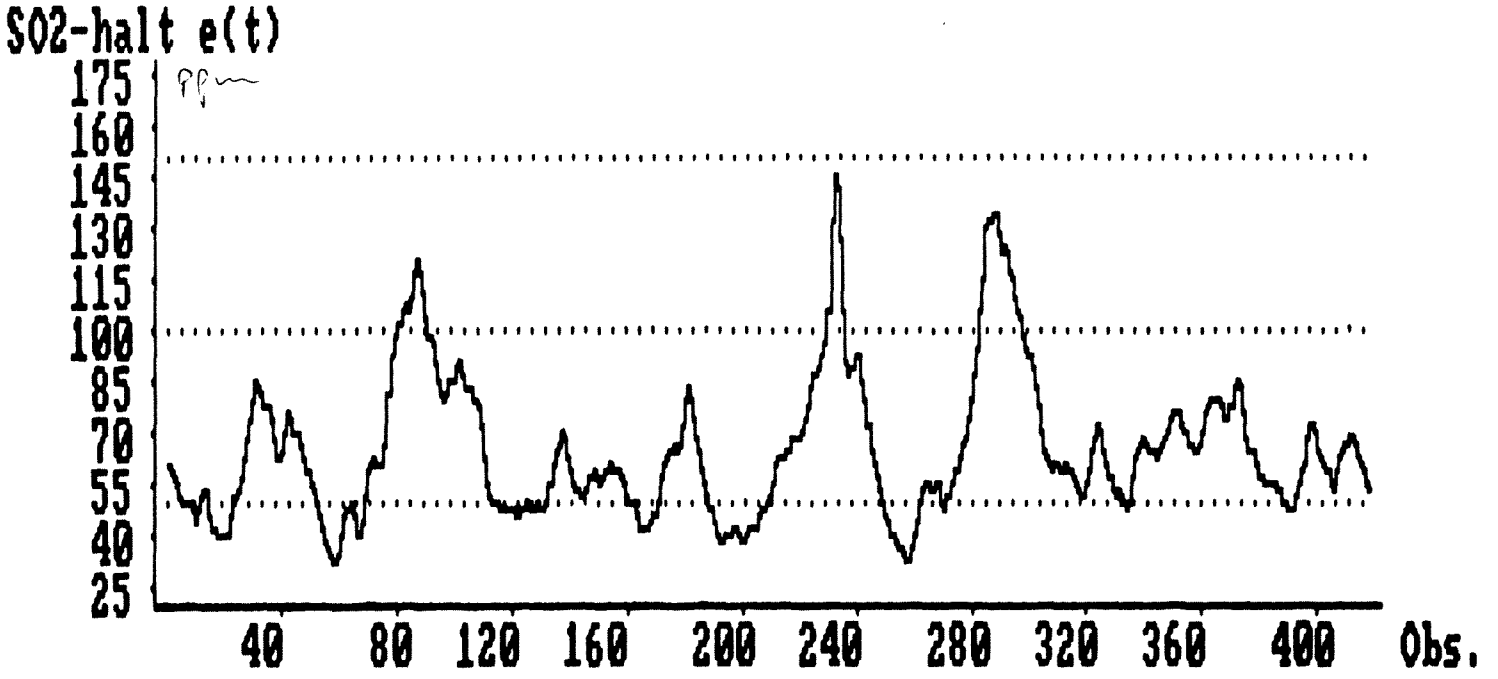

O2-halt e(t)
20.5
17
13.5
10
6.5
3
O2-halt f(t)
20.5
17
13.5
10
6.5
3
40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 Obs.

UMEA3 Hela Materialer Obs. 1-418

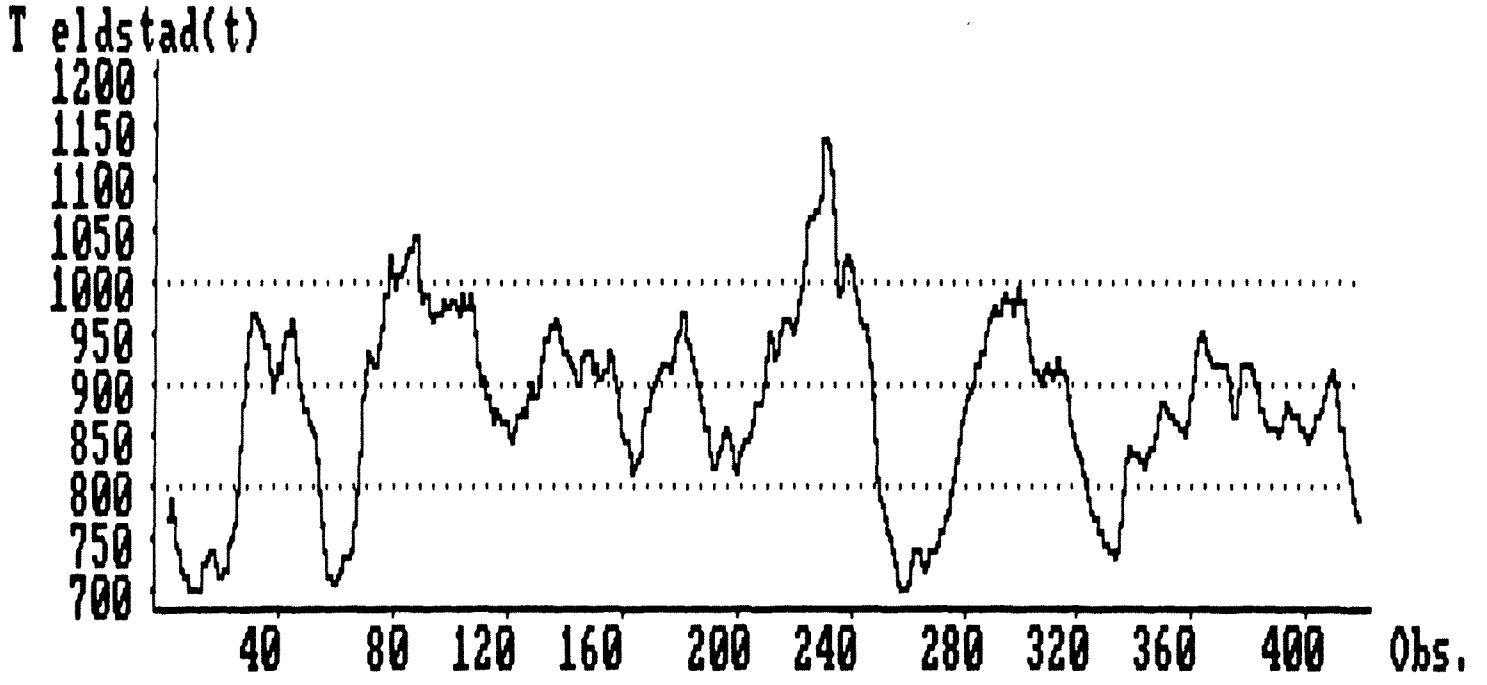


Plott av Tidsserier

UMEA3 Hela Materialet Obs. 1-418

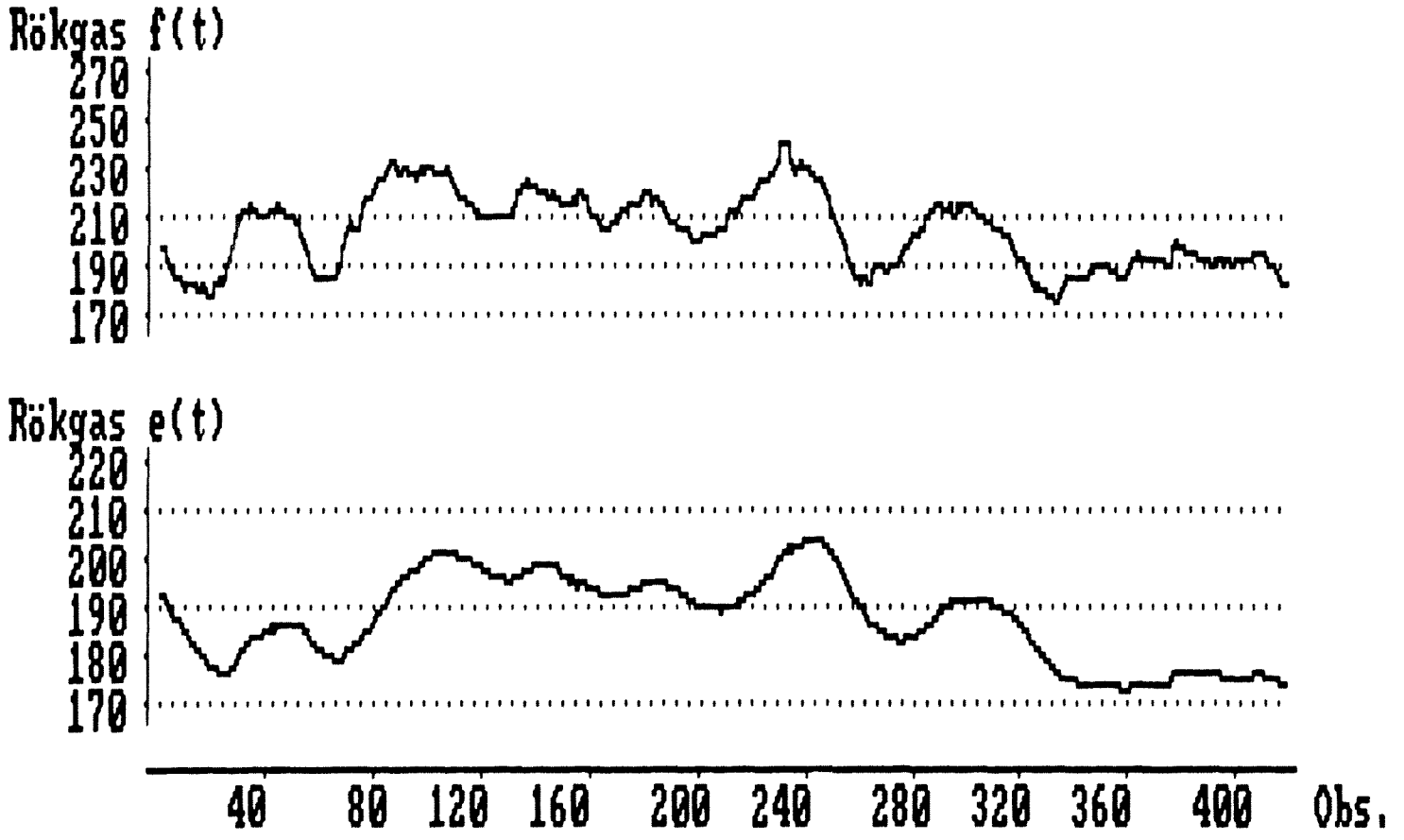


UMEA3 Hela Materialet Obs. 1-418

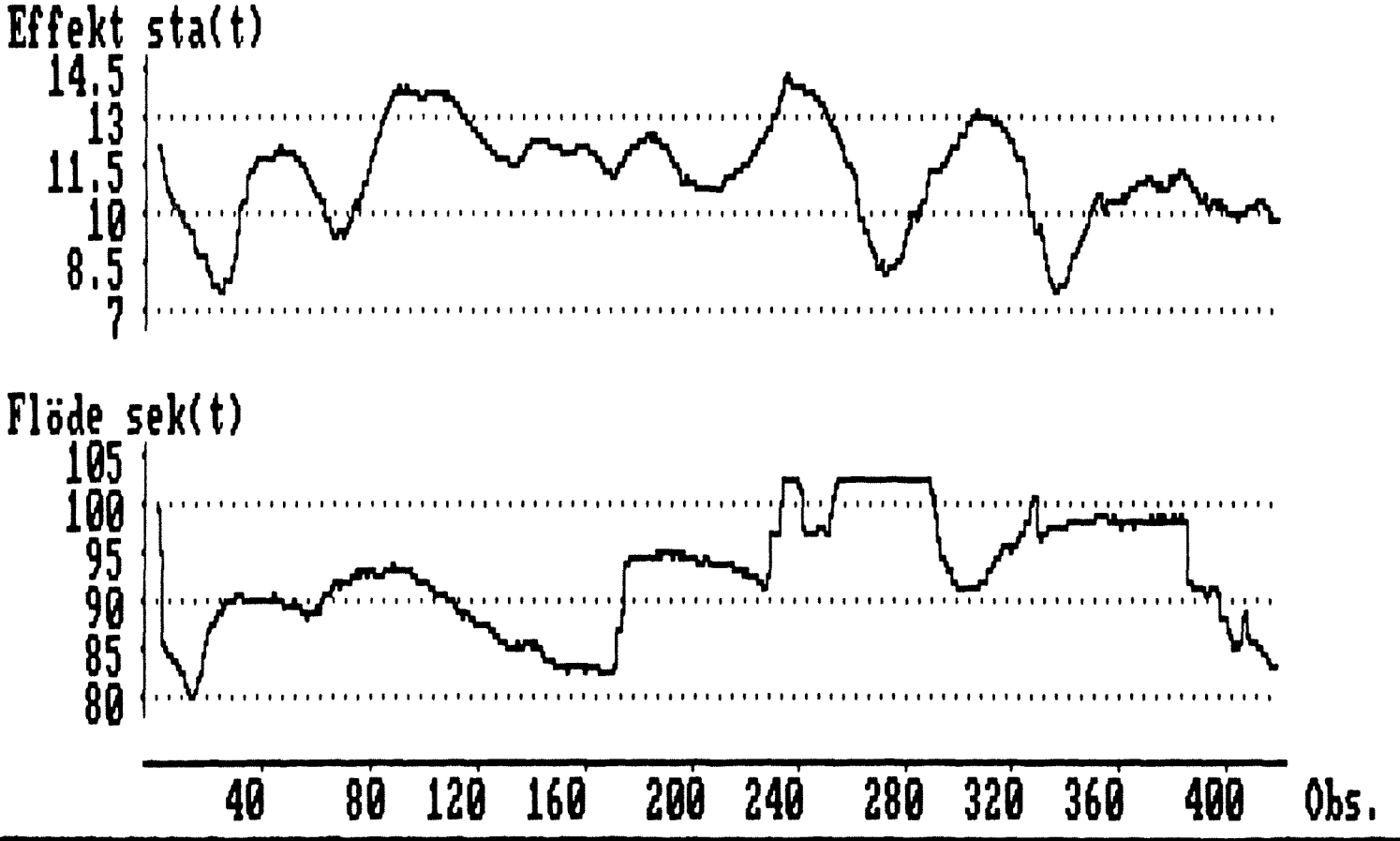


Plott av Tidserier

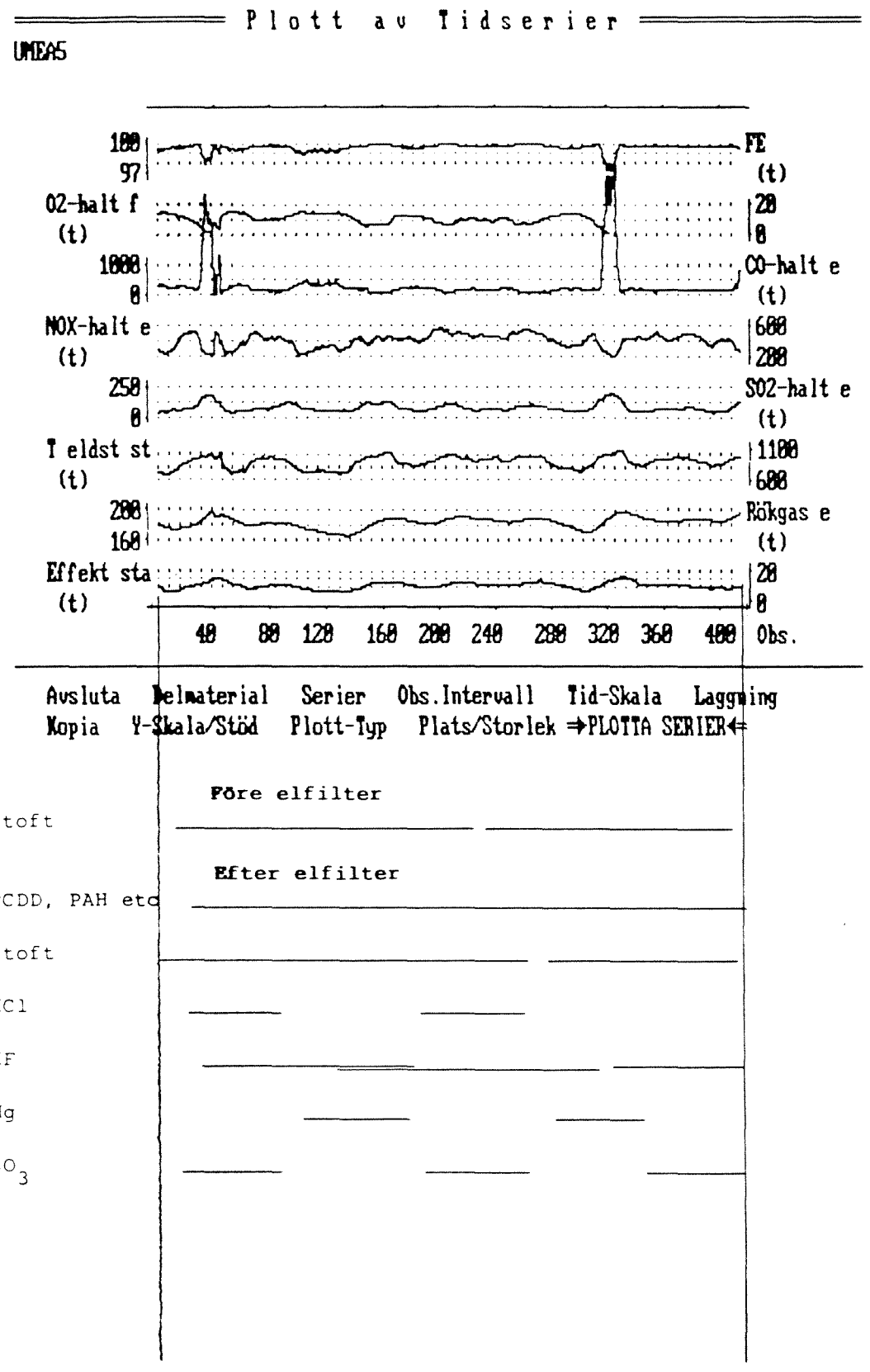
UMEA3 Hela Materialet Obs. 1-418

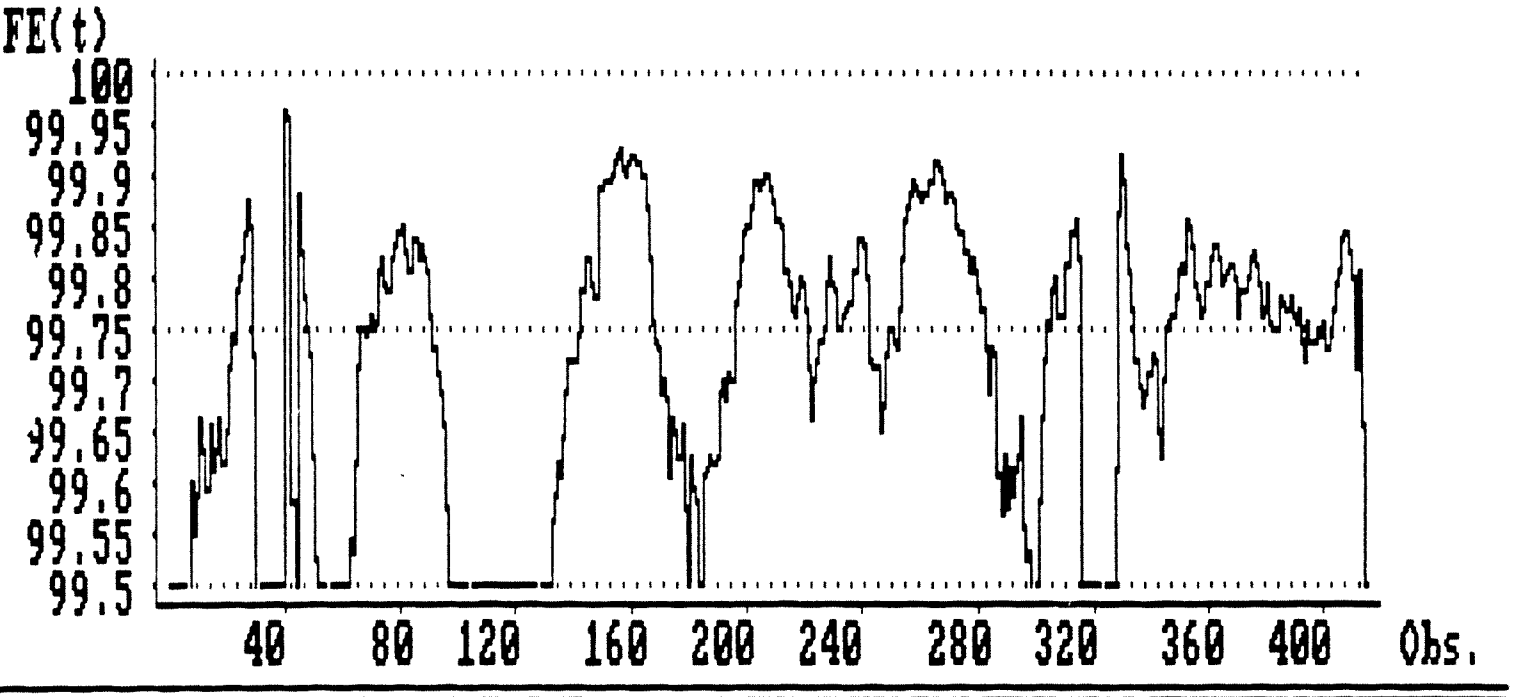


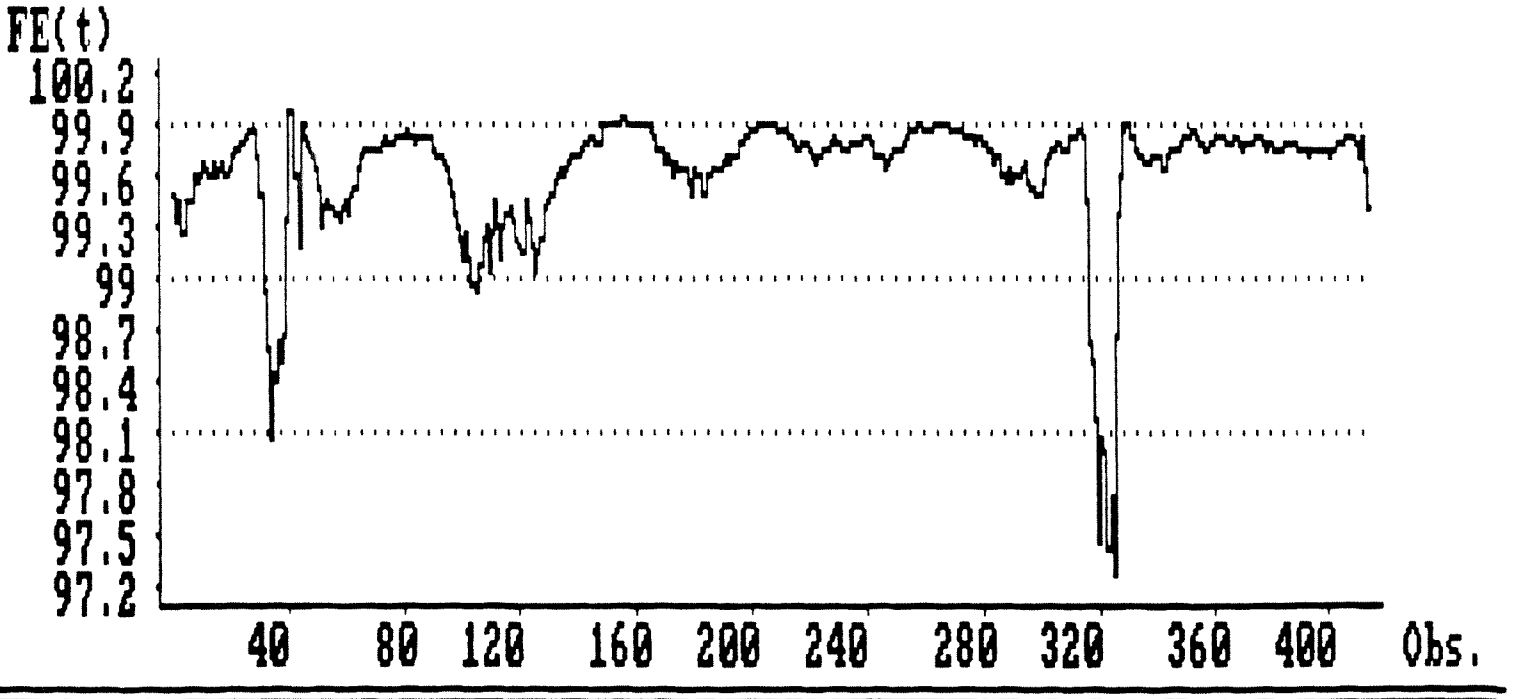
UMEA3 Hela Materialet Obs. 1-418



DAG 3 (normaldrift sopor/torv)

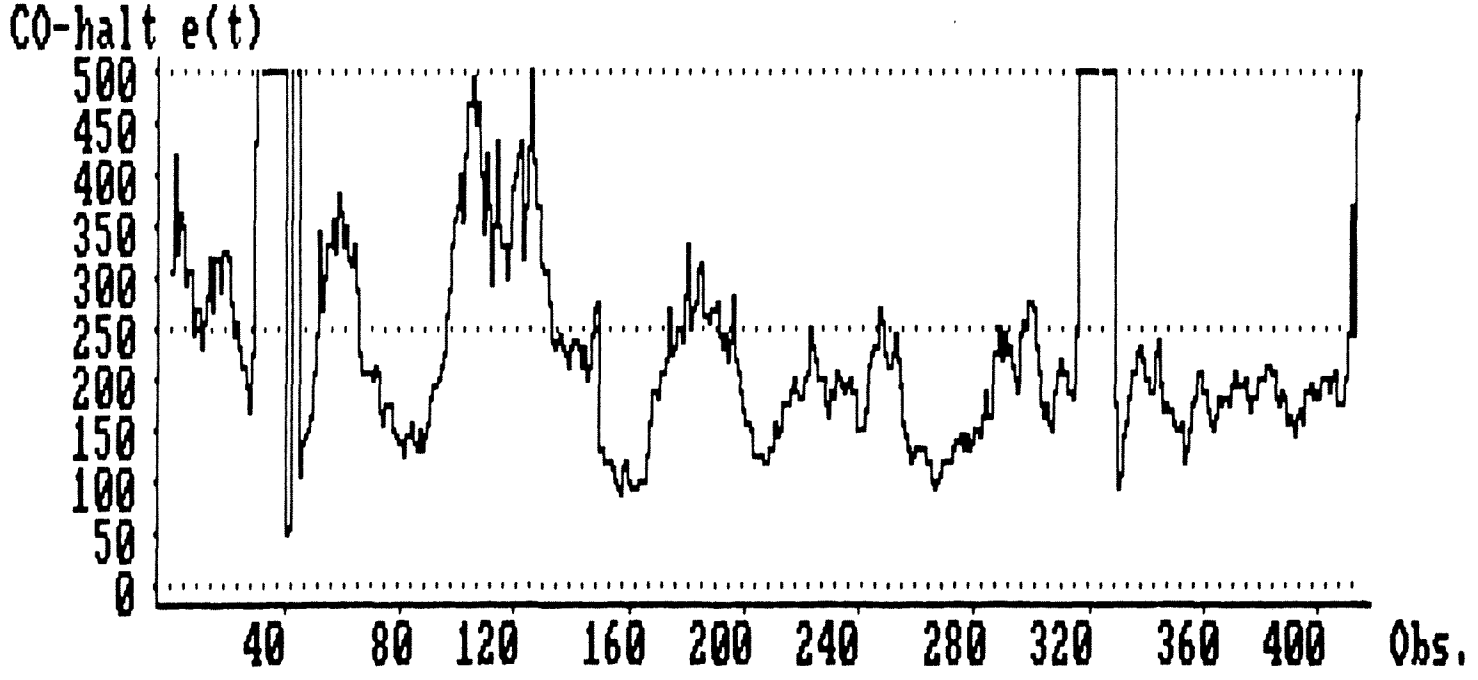



FE(t)
100
99.95
99.9
99.85
99.8
99.75
99.7
99.65
99.6
99.55
99.5
40
80
120
160
200
240
280
320
360
400
Obs.

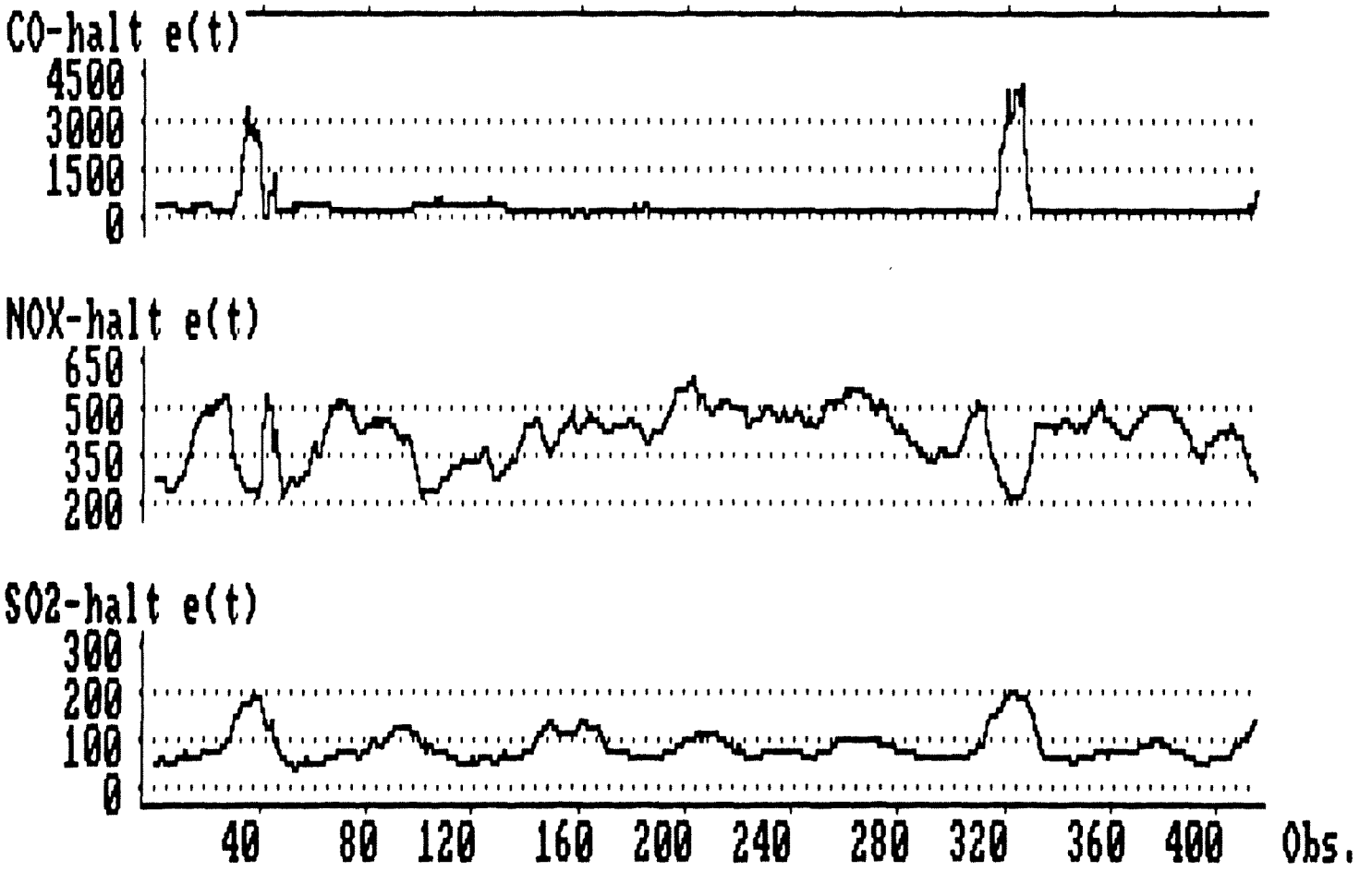

FE(t)
100.2
99.9
99.6
99.3
99
98.7
98.4
98.1
97.8
97.5
97.2
40
80
120
160
200
240
280
320
360
400
Obs.

Plott av Tidserier

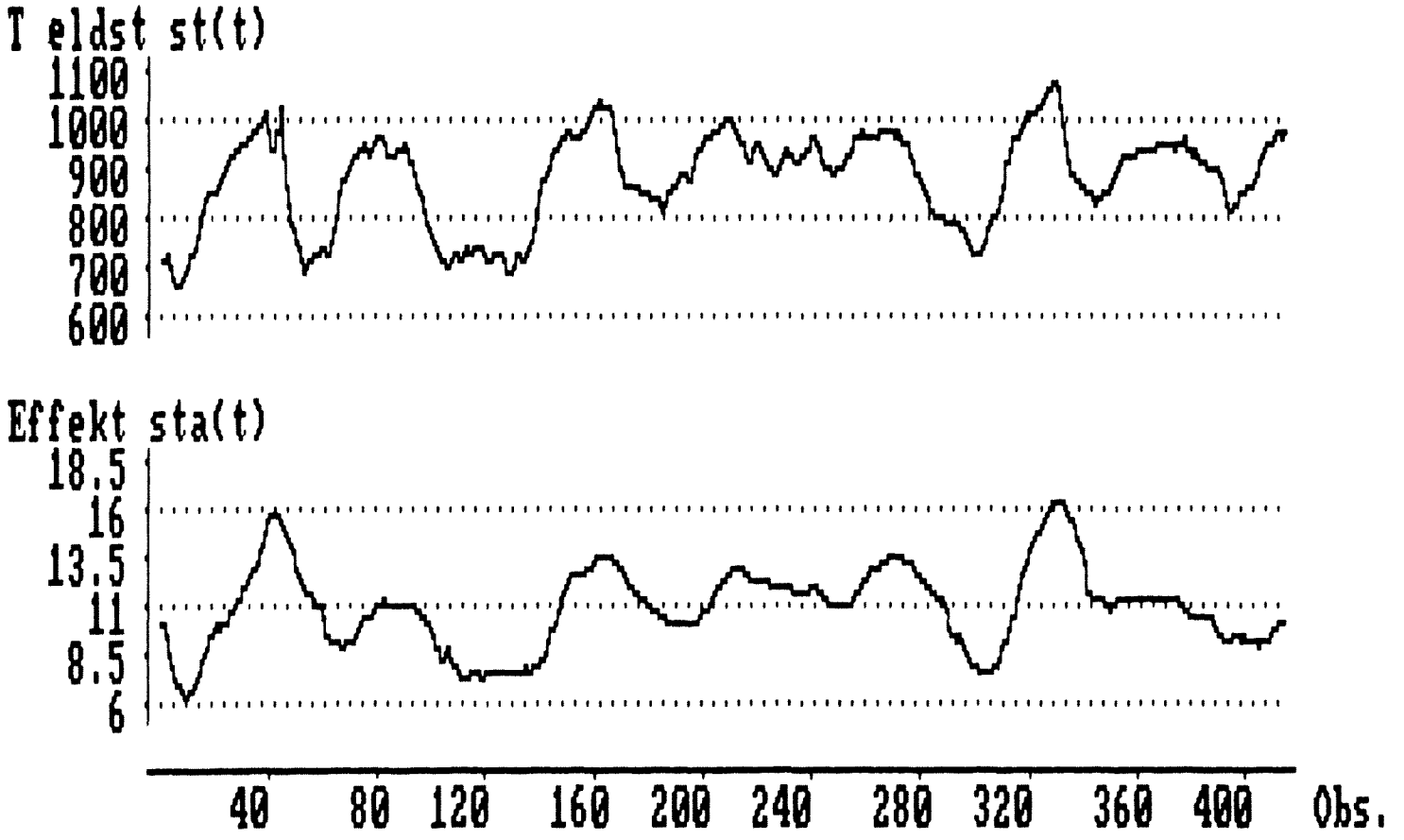
UMEA5 Hela Materialet Obs. 1-414



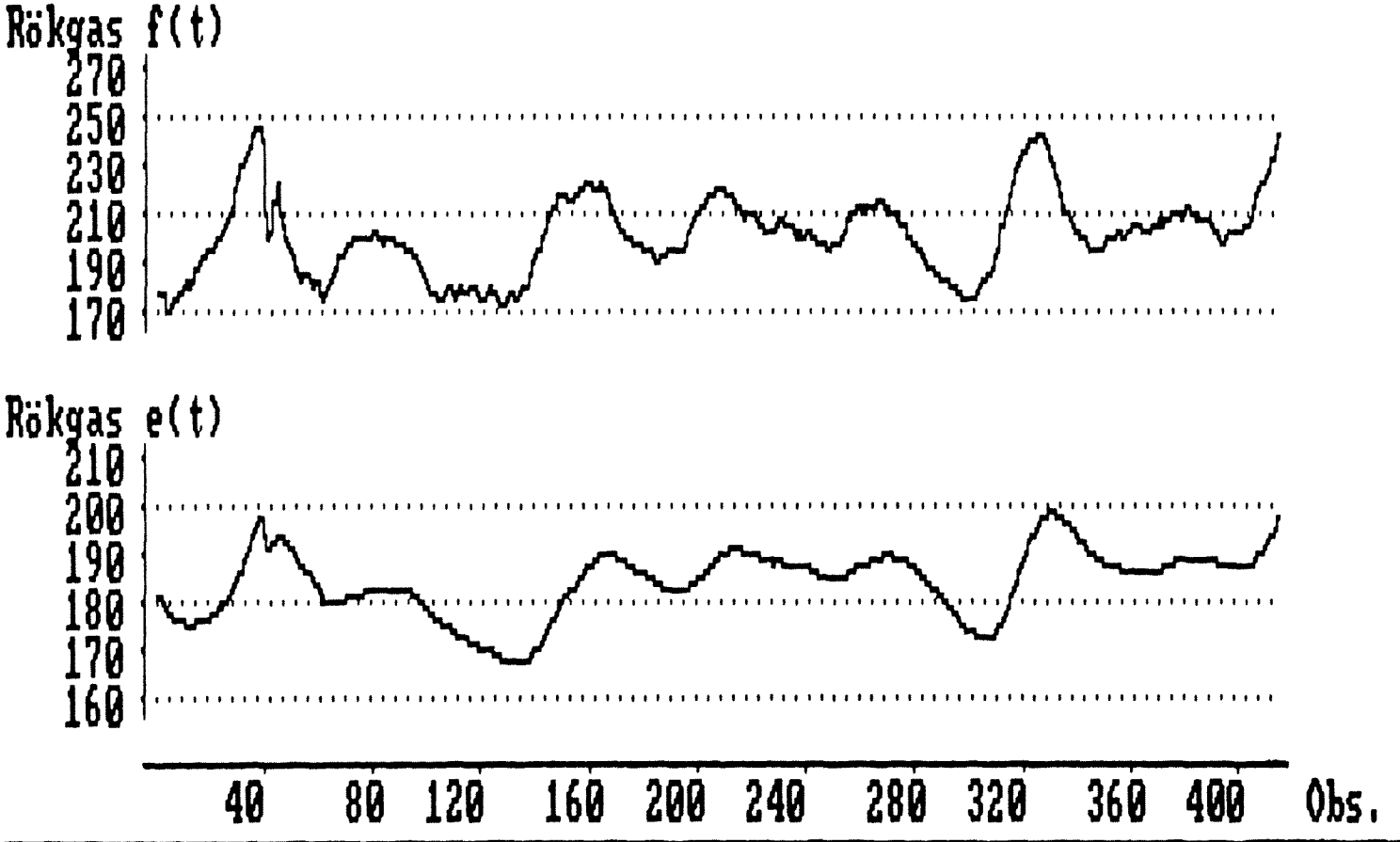
UMEA5 Hela Materialet Obs. 1-414



UMEA5 Hela Materialet Obs. 1-414

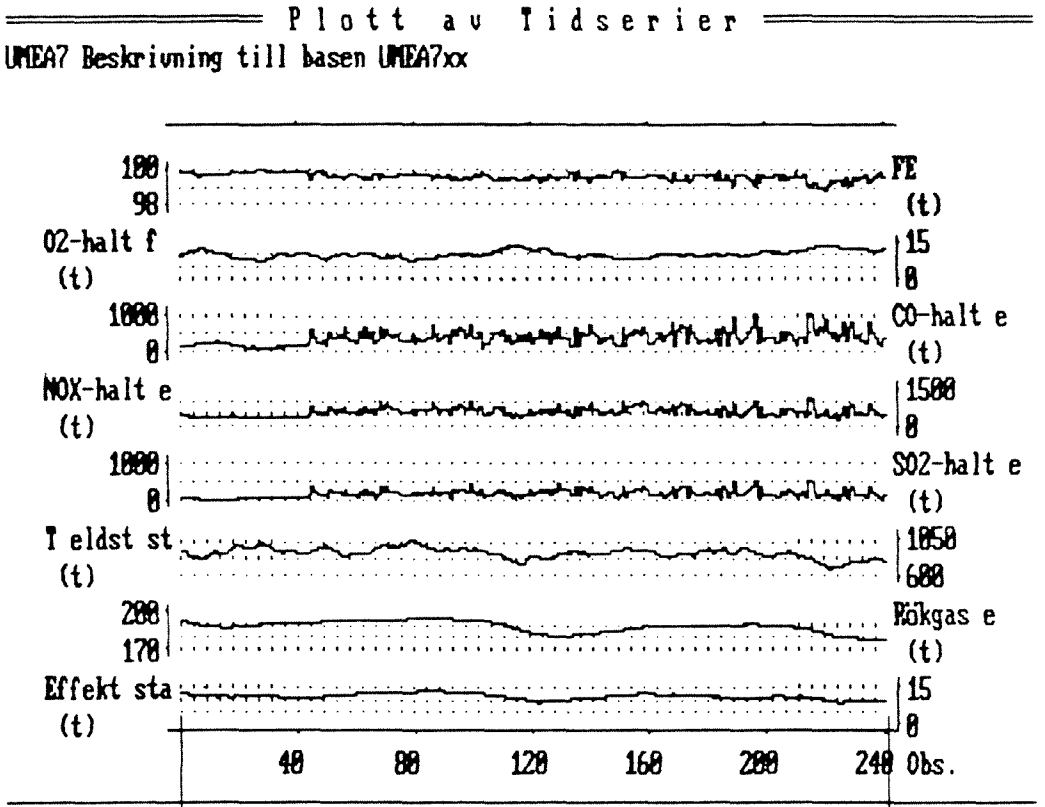


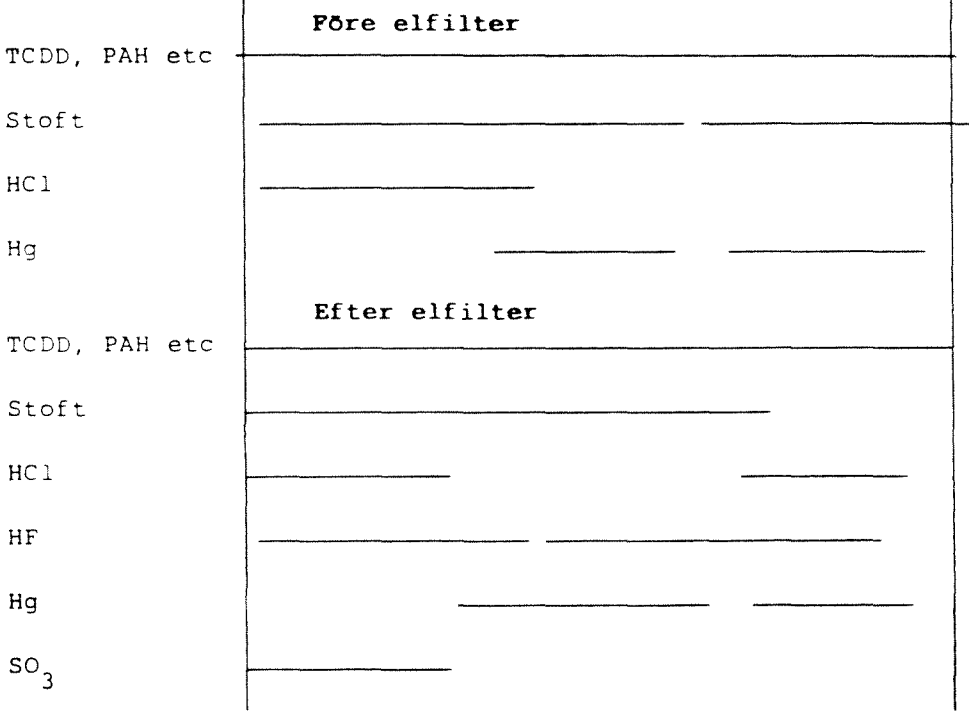
UMEA5 Hela Materialet Obs. 1-414



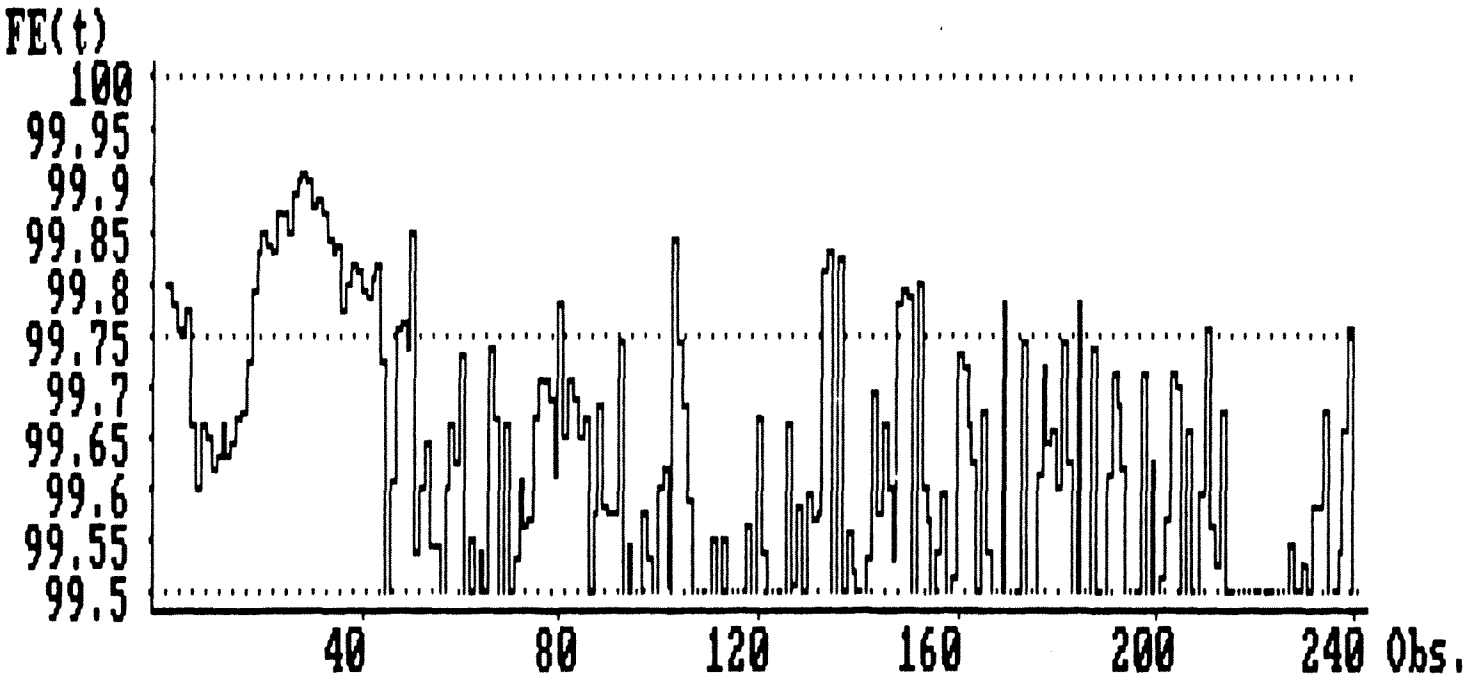
Dag 2

DAG 4 ("fri körning" 100% sopor)



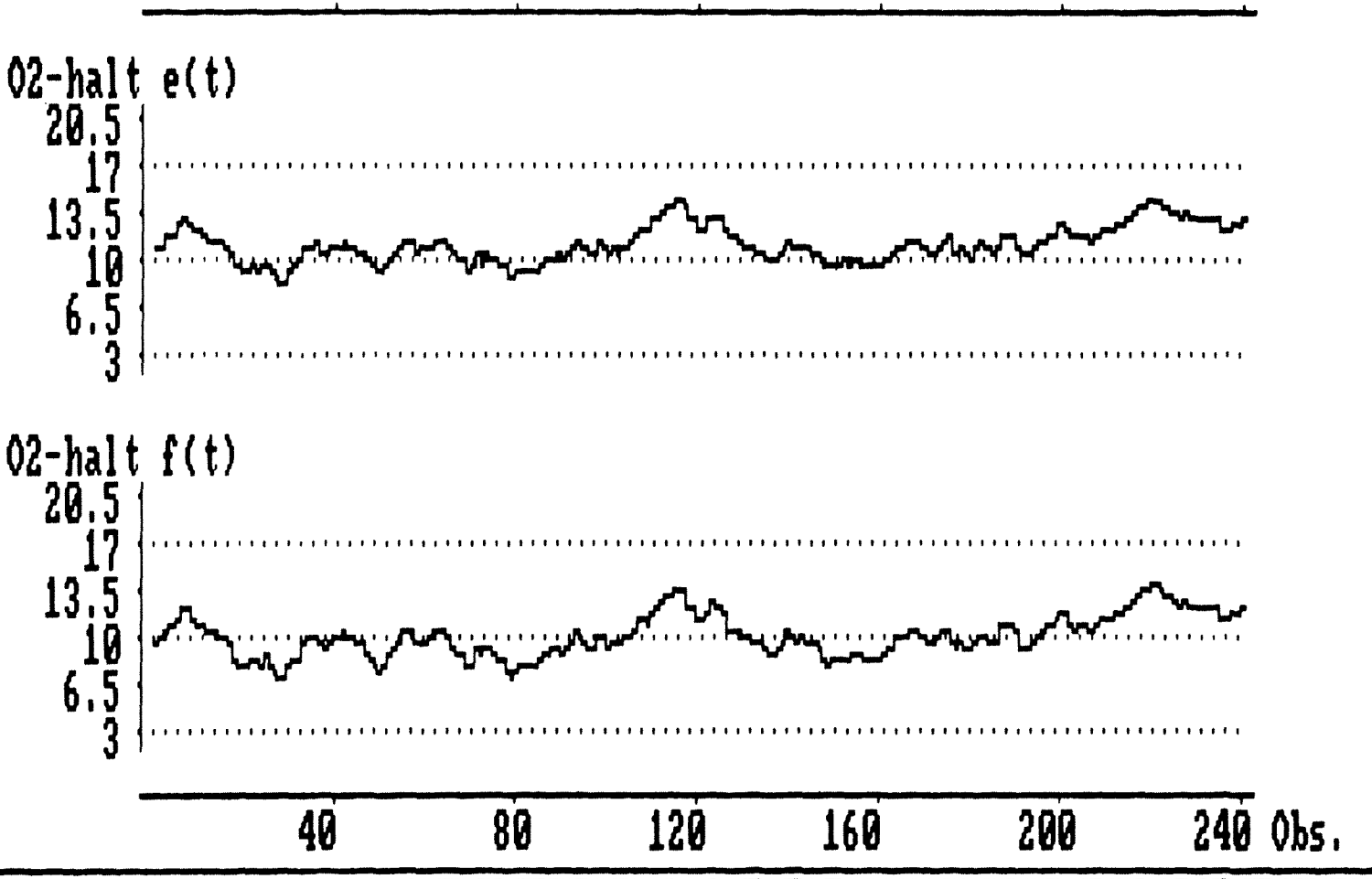


UMEA7 Hela Materialet Obs. 1-240

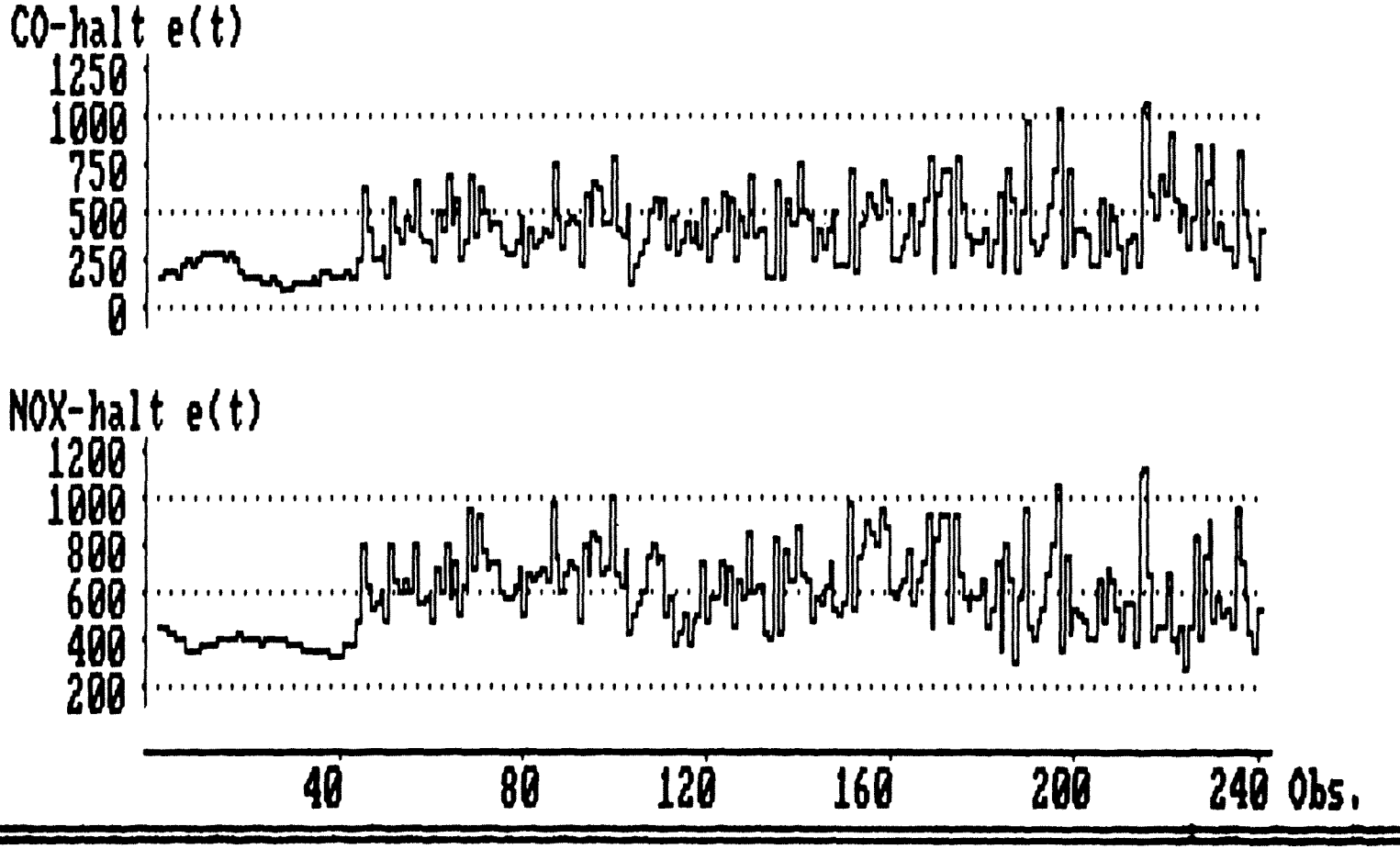


Plott av Tidserien

UMEA7 Hela Materialet Obs. 1-240

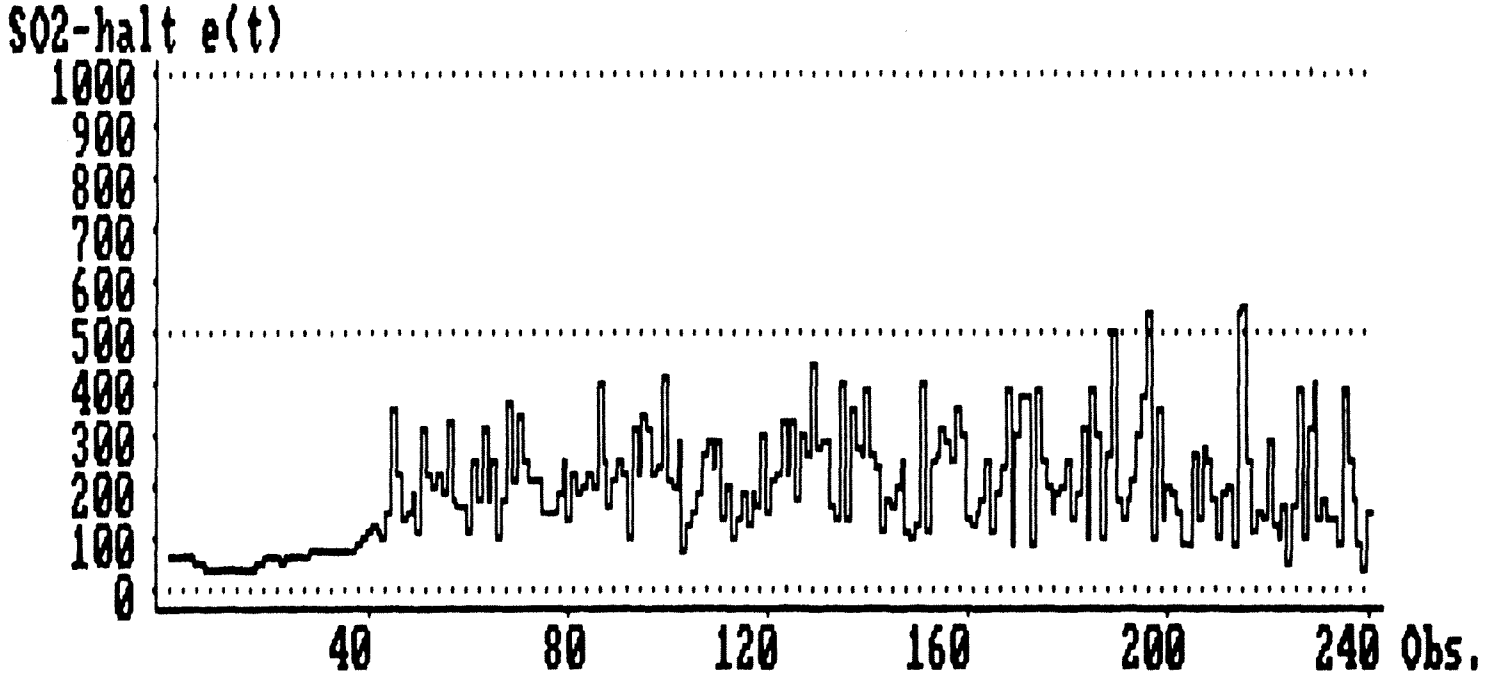


UMEA7 Hela materialet Obs. 1-240

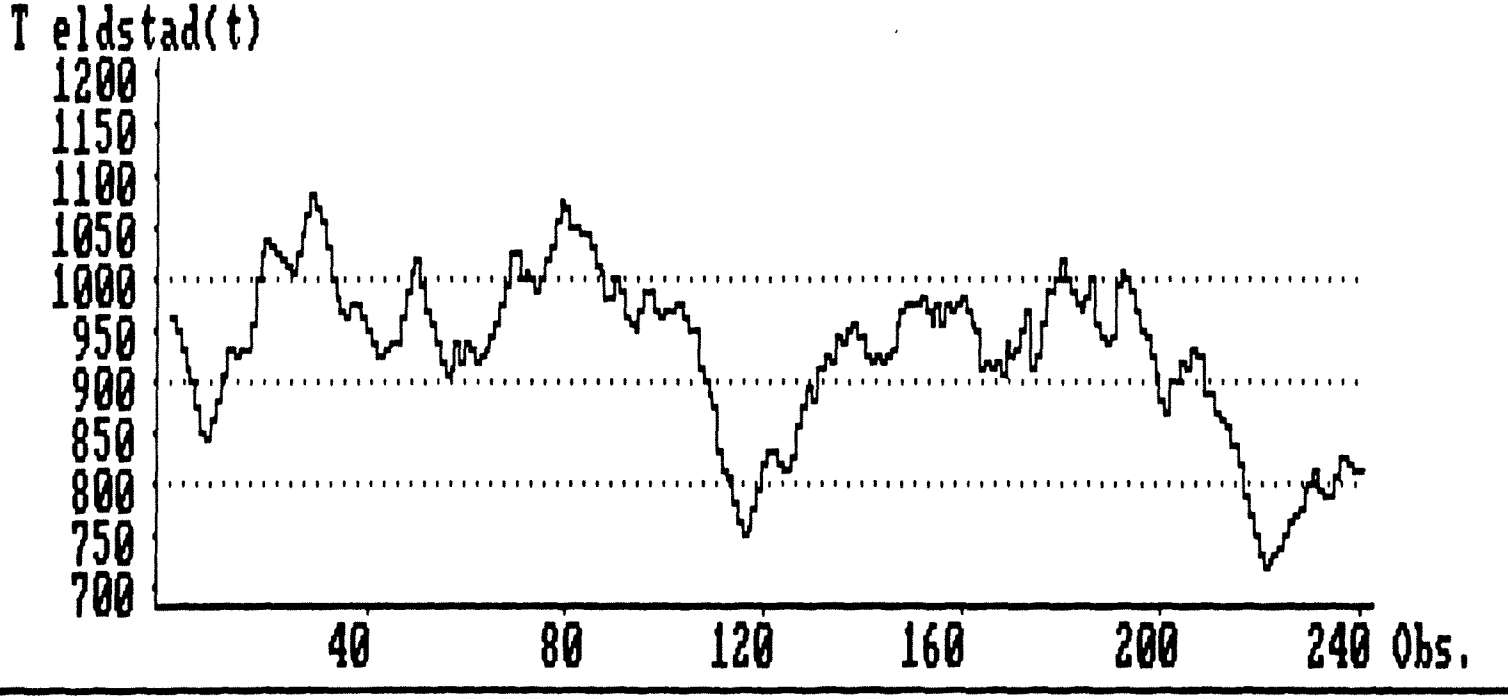


Plott av Tidserier

UMEA7 Hela materialet Obs. 1-240

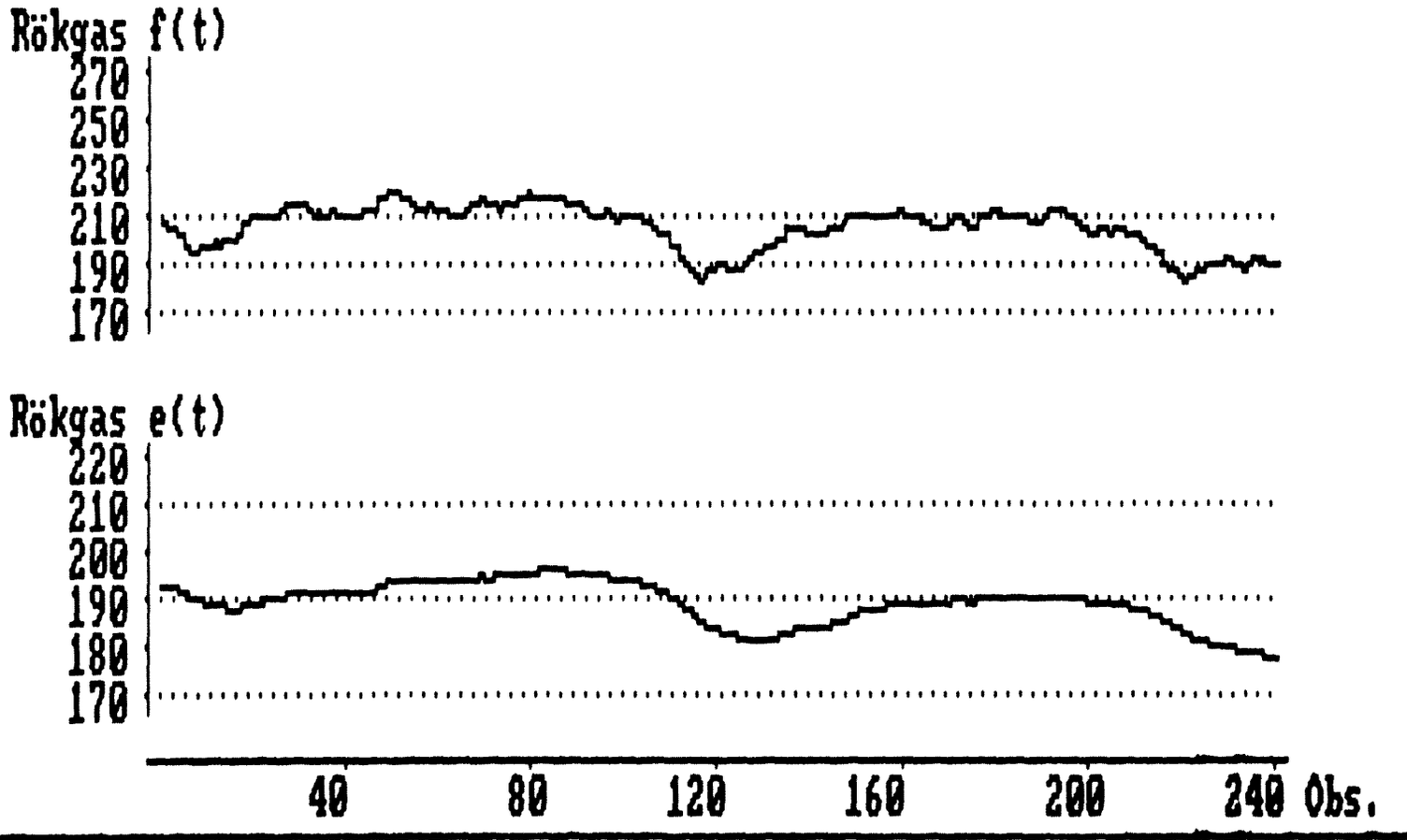


UMEA7 Hela materialet Obs. 1-240

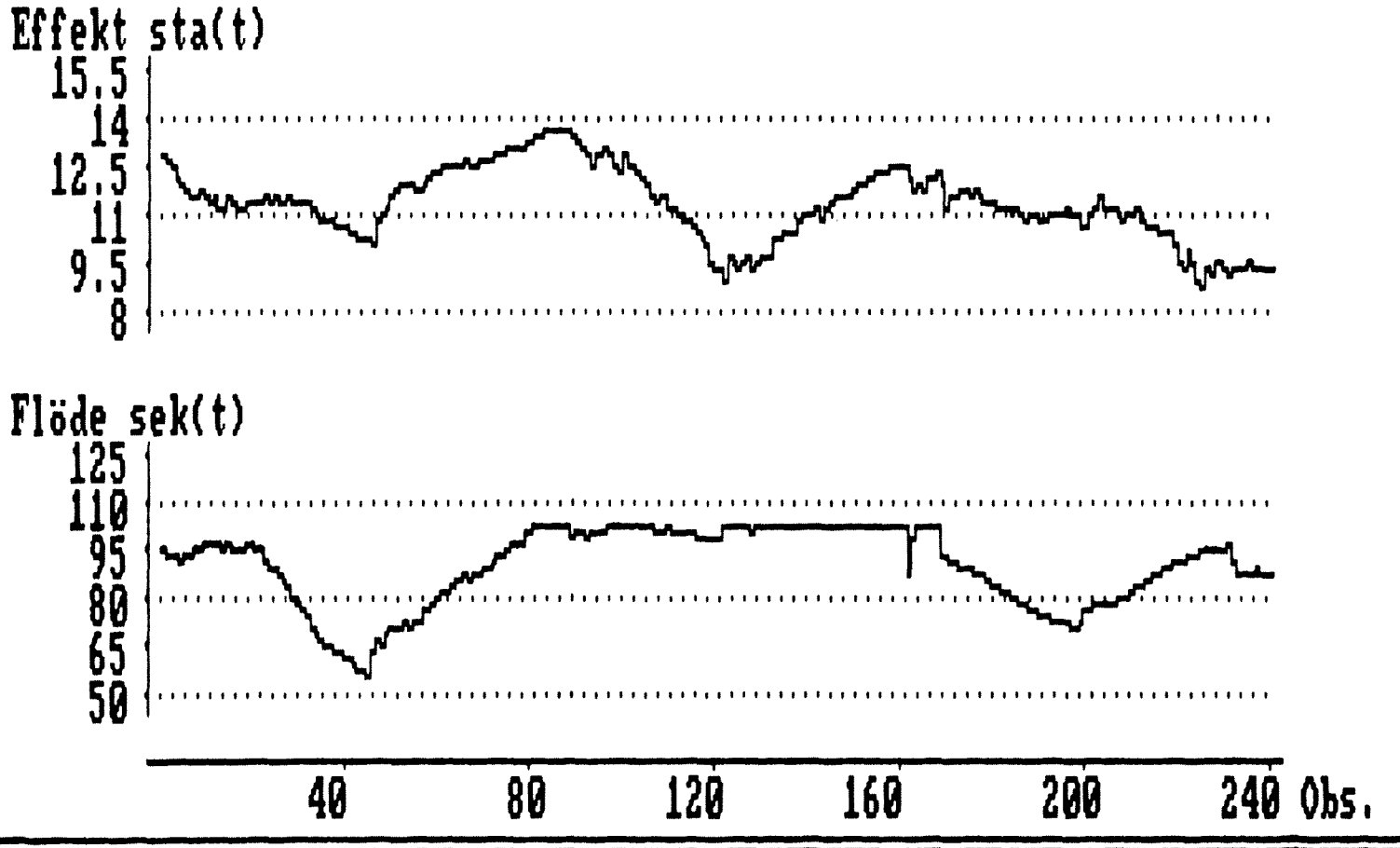


Plott av Tidserier

UMEA7 Hela Materialet Obs. 1-240



UMEA7 Hela Materialet Obs. 1-240



Stellan Marklund
Organisk Kemi
Umeå niversitet
901 87 Umeå

Umeå 1988-02-08

PMS AB
Göran Sandström
Västra Esplanaden 2, 7tr
902 48 Umeå

Emissionsmätningar avseende polyklorerade dibenso-p-dioxiner och polyklorerade dibensofuraner vid Ålidhems sopförbränningsanläggning, under tiden 09 - 12 juni 1987.

Rökgasmätningarna har utförds av EMK AB i samråd med Umeå Universitet. Utförandet av provtagningen redovisas i rapporten från EMK AB. Analys av polyklorerade dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF) i rökgasproven och i flygaskan har utförds av Avd. för Organisk Kemi, Umeå Universitet.

Före mätningarnas början hade på filtren tillsatts kända mängder ^{13}C märkta polyklorerade dioxiner (PCDD) och ^{13}C märkta polyklorerade dibensofuraner (PCDF). så kallade provtagningsspikar. Dessa var:

2,3,7,8	-TetraCDF	7.5 ng
2,3,7,8	-TetraCDD	7.5 ng
1,2,3,7,8	-PentaCDD	7.5 ng
1,2,3,4,7,8	-HexaCDF	7.5 ng
1,2,3,6,7,8	-HexaCDD	7.5 ng
	OktaCDD	15 ng

Efter varje provtagning tvättades hela provtagningståget först med aceton för att avlägsna allt vatten och sedan med toluen för att extrahera ut alla PCDDs och PCDFs från glasytorna.

Varje rökgasprov bestod av fyra olika delprov när de anlände till Umeå universitet för analys.

Filterhylsa
Kondensat
XAD 2 kassett
Skölj, en flaska med aceton och en flaska med toluen.

Före upparbetningen tillsattes en ^{13}C märkt- PCDD och en ^{13}C märkt- PCDF sk. upparbetningsspik. Dessa isomer var:

2,3,4,7,8	-PentaCDF	2.5 ng (1/4 i varje delprov)
1,2,3,4,6,7,8	-HeptaCDD	2.5 ng (1/4 i varje delprov)

Innan slutliga kvantifieringen utfördes på en gaskromatograf kopplad till en masspektrometer (GC/MS) tillsattes två ^{13}C märkta PCDFs sk. sprutspikar. Dessa var:

1,2,3,7,8	-PentaCDF	50 pg/ul
1,2,3,4,6,7,8	-HeptaCDF	50 pg/ul

De olika delproven extraherades för sig och 50 ul tetradekan tillsattes. Varje delprov indunstades och slogs ihop med de andra delproven.Tetradekanen förhindrar förluster vid indunstning till torrhet. Eftersom provtagningståget ej kan skilja på vad som är bundet på partiklar och vad som existerar i gasfas fanns ingen anledning att analysera de olika delproven för sig.

Uppreningen utfördes med tre LC kolonner. Den första kolonnen bestod av en övre del med surkiselgel och en undre med enbart kiselgel. Kolonn nummero två var en Aluminiumoxid kolonn och nummer tre en kolkolonn. Efter uppreningen koncentrerades provet och sprutspikarna tillsattes.

Analysen utfördes med en högupplösande gas kromatograf kopplad till en masspektrometer (HRGC/MS). För att kunna få isomerspecifik analys, det vill säga att kunna skilja de giftiga isomerena från de mindre giftiga se nedan, användes en 60 m Supelco SP 2330 fused silica kapillär kolonn. Masspektrometern var en VG 12-250 som kördes med elektron stöt (EI) och selektiva joner (SIR). Injektionerna utfördes av en HP autosampler.

Två typer av återfinnigsgrader (recovery) har beräknats. Den totala återfinningsgraden eller totalrecovery har beräknats genom att jämföra mängden provtagningsspik före provtagningen med mängden efter upparbetningen Upparbetningsåterfinningsgraden är beräknad på mängden upparbetnings spik före respektive efter upparbetningen.

Kvantifieringen har utförts enligt US-EPA rekomenderad metod. I denna metod bestäms responsen mellan 12C och 13C isomerer, vilken sedan används för kvantifiering. Detta förfarande medför att värdena blir direkt kompenserade för totalförluster.

Eadons modell har används vid beräkning av TCDD-ekvivalenterna. Denna modell utgår från de 12 mest giftiga isomererna och viktar deras toxisitet gentemot den mest giftiga 2,3,7,8-TetraCDD.

Isomer		Viktfaktor
2,3,7,8	-TetraCDD	1
2,3,7,8	-TetraCDF	0.33
1,2,3,7,8	-PentaCDD	1
1,2,3,7,8	-PentaCDF	0.33
2,3,4,7,8	-PentaCDF	0.33
1,2,3,4,7,8	-HexaCDD	0.033
1,2,3,6,7,8	-HexaCDD	0.033
1,2,3,7,8,9	-HexaCDD	0.033
1,2,3,4,7,8	-HexaCDF	0.01
1,2,3,6,7,8	-HexaCDF	0.01
1,2,3,7,8,9	-HexaCDF	0.01
2,3,4,6,7,8	-HexaCDF	0.01

TCDD-ekvivalenter = summan (halt av isomer x viktfaktor)
Alla resultat är normerade till Nm^3 torr gas med 10% CO_2, cch kompenserade mot totalrecovery.

Denna metod uppfyller och överträffar Statens Naturvårdsverks rekommenderade metod för dioxinmätning i rökgaser vid avfallsförbränning (Bergvall G., Jansson B. PM 1986-02-19). Här har 6 provspikar används i stället för rekomenderade två, vilket gör precisionen betydligt säkrare se kommentar nedan.

Resultat av Dioxinanalyserna

Sex rökgasprov, ett blankprov, två flygaskor och en bottenaska har analyserats. I blankprovet har i stället för rökgaser motsvarande mängd utomhusluft analyserats.

Prov 1 Blankprov, Prov 2 Uppstart (1E), Prov 3 Före elfilter (1F), Prov 4 Efter elfilter 100% sopor (2E), Prov 5 Efter elfilter sopor + torv (3E), Prov 6 Före elfilter (2F), Prov 7 Efter elfilter 100% sopor (4E), Prov 8 Flygaska från prov 4, Prov 9 Bottenaska från prov 4. Prov 10 flygaska från prov 7.

Totalåterfinningsgrad:

Prov (MPR 652:)	1	2	3	4	5
Prov beteckning	BLANK	1E	1F	2E	3E
TetraCDF %	51.1	69.8	57.6	69.3	74.5
TetraCDD %	57.6	114.7	75.4	88.8	101.7
PentaCDD %	49.7	45.3	26.5	82.4	86.4
HexaCDF %	47.9	33.9	70.7	83.9	91.5
HexaCDD %	2.3	18.5	108.1	67.8	81.9

Prov (MPR 652:)	6	7	8	9	10
Prov beteckning	2F	4E	Flygaska 2E	Slagg 2E	Flygaska 4E
TetraCDF %	78.4	55.5	91.7	78.5	73.3
TetraCDD %	63.1	99.2	91.3	74.7	80.1
PentaCDD %	92.5	67.1	70.3	72.7	91.4
HexaCDF %	60.1	60.0	60.0	53.7	153.6
HexaCDD %	63.7	47.8	29.0	19.9	102.0
OCDD %					62.9

Totalhalter:

Prov (MPR 652:)	1	2	3	4	5
Prov beteckning	BLANK	1E	1F	2E	3E
Summa TetraCDF	<5	750	2700	340	310
Summa TetraCDD	<2.5	80	510	55	52
Summa PentaCDF	<5	650	5700	220	190
Summa PentaCDD	<5	370	3400	120	110
Summa HexaCDF	<10	450	1000	160	140
Summa HexaCDD	<10	620	1400	120	130
Summa HeptaCDF	<5	300	510	150	140
Summa HeptaCDD	<5	350	1100	95	120

Prov (MPR 652:)	6	7	8*	9*	10*
Prov beteckning	2F	4E	Flygaska	Slagg	Flygaska
Summa TetraCDF	280	460	49	0.54	25
Summa TetraCDD	98	28	21	<0.09	5.5
Summa PentaCDF	320	170	69	1.0	19
Summa PentaCDD	130	77	43	0.94	9.2
Summa HexaCDF	190	130	55	1.1	17
Summa HexaCDD	240	81	76	2.3	15
Summa HeptaCDF	210	110	39	2.3	5.6
Summa HeptaCDD	490	85	79	5.2	21

Sort ng/Nm^3 t.g. 10% CO_2

* ng/g

Isomerspecifika analyser för TCDD-ekvivalent beräkningar:

Prov (MPR652:)	1	2	3	4	5
Prov beteckning	BLANK	1E	1F	2E	3E
2378 -TetraCDD	<0.1	1.8	29	2.3	1.6
2378 -TetraCDF	<0.05	4.6	67	2.8	1.6
12378 -PentaCDD	<0.05	18	290	2.2	1.8
12378 -PentaCDF	1.0	41	470	15	12
23478 -PentaCDF	<0.1	32	290	10	8.6
123478 -HexaCDD	<3.8	20	67	3.6	3.9
123678 -HexaCDD	<3.8	46	110	8.1	8.3
123789 -HexaCDD	<3.8	24	28	6.0	5.0
123478 -HexaCDF	<0.05	45	140	17	14
123678 -HexaCDF	<0.05	50	68	20	15
123789 -HexaCDF	<0.05	1.2	3.4	0.7	<0.1
234678 -HexaCDF	<0.05	40	59	14	14
TCDD-ekvivalenter	<1.1	50	600	15	12

Prov (MPR 652:)	6	7	8*	9*	10
Prov beteckning	2F	4E	Flygaska	Slagg	Flygaska
2378 -TetraCDD	12	1.3	0.86	<0.01	0.47
2378 -TetraCDF	18	2.4	1.5	0.02	0.67
12378 -PentaCDD	36	1.6	4.3	0.05	1.0
12378 -PentaCDF	61	11	6.2	0.11	1.7
23478 -PentaCDF	23	7.4	5.6	0.10	1.0
123478 -HexaCDD	32	4.4	2.9	0.06	0.9
123678 -HexaCDD	48	7.5	5.4	0.12	1.0
123789 -HexaCDD	47	82	2.6	0.11	1.2
123478 -HexaCDF	77	15	5.0	0.22	2.0
123678 -HexaCDF	59	14	5.3	0.24	2.2
123789 -HexaCDF	1.5	0.5	0.3	<0.01	0.1
234678 -HexaCDF	24	11	5.2	0.12	1.6
TCDD-ekvivalenter	88	11	10	0.1	2.8

Sort: ng/Nm^3 t.g. 10% CO_2
* ng/g torr aska
Kommentarer

Alla värden är kompenserade mot totalrecovery.
TetraCDF mot TetraCDF, TetraCDD mot TetraCDD, PentaCDF och PentaCDD mot PentaCDD, HexaCDF och HeptaCDF mot HexaCDF, HexaCDD och HeptaCDD mot HexaCDD, OktaCDF och OktaCDD mot OktaCDD.

Stellan Marklund
1:e forskningsing.

MÄTRESULTAT

Stoftmätning före elfilter på sopor alternativt sopor/torv

Mätdag	dat	870609	870610	870610	870610
Prov	nr	1F	2:1F	2:2F	2:3F
Belastning	MW	-	8.45	11.65	11.09
Bränsle		Olja/Sop	Sopor	Sopor	Sopor
Filter	nr	810	820	821	829
Kanalarea	m^2	1.27	1.27	1.27	1.27
Mätpunkter	st	3x8	3x8	3x8	3x8
Provstart	kl	1430	1130	1224	1410
Effektiv provtid	h	3.4	0.5	1.6	2.67
Rökgastemperatur	^oC	110	186	214	209
O_2-halt	vol % tg	15.4	14.6	8.9	9.8
CO_2-halt	vol % tg	4.2	3.8	10.2	9.4
CO-halt beräknad	ppm tg	95	412	230	221
SO_2-halt beräknad	ppm fg	75	72	68	75
Svavelhalt beräknad	gS/MJ	-	-	0.06	0.06
NO_x-halt beräknad	ppm fg	140	399	400	404
NO_x-halt beräknad	g/MJ	-	-	0.50	0.47
Vatten i rökgaser	g/kg tg	0.046	0.06	0.123	0.114
Rökgashastighet	m/s	3.5	13.6	12.2	10.6
Rökgasflöde	m^3/h	16200	-	55600	48600
Rökgasflöde	m^3(n) fg/h	11800	-	31500	27800
Rökgasflöde	m^3(n) tg/h	11000	-	26400	23600
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	1.483	0.679	3.755	5.589
Invägd stoftmängd	mg	160	2481	11357	16712
Stofthalt	g/m^3(n) tg	0.11	3.7	3.0	3.0

Stoftmätning före elfilter på sopor alternativt sopor/torv

Mätdag	dat	870610	870611	870611
Prov	nr	2:4F	3:1F	3:2F
Belastning	MW	9.07	9.91	11.29
Bränsle		Sopor	Sop/torv	Sop/torv
Filter	nr	831	832	834
Kanalarea	m^2	1.27	1.27	1.27
Mätpunkter	st	3x8	3x8	3x8
Provstart	kl	1655	0910	1250
Effektiv provtid	h	1.75	3.58	3.03
Rökgastemperatur	^oC	189	199	204
O_2-halt	vol % tg	10.5	10.6	9.8
CO_2-halt	vol % tg	8.8	9.0	9.9
CO-halt beräknad	ppm tg	212	358	393
SO_2-halt beräknad	ppm fg	73	93	94
Svavelhalt beräknad	gS/MJ	0.07	0.08	0.09
NO -halt beräknad	ppm fg	416	426	486
NO_x-halt beräknad	g/MJ	0.54	0.67	0.64
Vatten i rökgaser	g/kg tg	0.098	0.100	0.103
Rökgashastighet	m/s	9.4	10.1	12.2
Rökgasflöde	m^3/h	42900	46300	56300
Rökgasflöde	m^3(n) fg/h	25600	27100	32600
Rökgasflöde	m^3(n) tg/h	22200	23400	28000
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	3.454	7.46	7.568
Invägd stoftmängd	mg	7566	14097	12823
Stofthalt	g/m^3(n) tg	2.2	1.9	1.7

Stoftmätning före elfilter på sopor alternativt sopor/torv

Mätdag	dat	870612	870612
Prov	nr	4:1F	4:2F
Belastning	MW	11.53	10.29
Bränsle		Sopor	Sopor
Filter	nr	837	839
Kanalarea	m^2	1.27	1.27
Mätpunkter	st	3x8	3x8
Provstart	kl	0905	1132
Effektiv provtid	h	2.42	1.6
Rökgastemperatur	^oC	207	202
O_2-halt	vol % tg	9.7	10.8
CO_2-halt	vol % tg	10.5	10.1
CO-halt beräknad	ppm tg	393 1)	525 2)
SO_2-halt beräknad	ppm fg	96	97
Svavelhalt beräknad	gS/MJ	0.09 1)	0.09 2)
NO_x-halt beräknad	ppm fg	452	312
NO_x-halt beräknad	g/MJ	0.59	0.42
Vatten i rökgaser	g/kg tg	0.111	0.098
Rökgashastighet	m/s	12.3	11.2
Rökgasflöde	m^3/h	56200	51200
Rökgasflöde	m^3(n) fg/h	32900	29800
Rökgasflöde	m^3(n) tg/h	27900	25800
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	5.904	3.667
Invägd stoftmängd	mg	12731	7605
Stofthalt	g/m^3(n) tg	2.2	2.1

1) 1987-06-12 kl 09.00-09.50
2) 1987-06-12 kl 11.10-13.10
tg = torr gas
fg = fuktig gas
m^3(n)=normalkubikmeter

1987-08-24 JEH

EMK Energi Miljö Konsult AB

MÄTRESULTAT

Stoftmätning efter elfilter på sopor alternativt sopor/torv

Mätdag	dat	870609	870610	870610
Prov	nr	1E	2:1E	2:2E
Belastning	MW	-	10.94	10.68
Bränsle		Olja/sop	Sopor	Sopor
Filter	nr	818	819	830
Kanalarea	m^2	1.0	1.0	1.0
Mätpunkter	st	4x6	4x6	4x6
Provstart	kl	1430	1134	1422
Effektiv provtid	h	3.42	2.57	4.05
Lufttemperatur ute	^oC	9	8	7
Lufttryck	Bar(a)	0.994	1.000	1.001
Relativ fuktighet	%	94	86	92
Rökgastemperatur	^oC	89	190	186
O_2-halt	vol % tg	16.0	10.8	11.2
CO_2-halt	vol % tg	3.6	8.6	8.2
CO-halt	ppm tg	123	211	194
SO_2-halt	ppm fg	71	63	67
Svavelhalt	gS/MJ	-	0.06	0.06
NO -halt	ppm fg	138	354	362
NO_x-halt	g/MJ	-	0.51	0.46
Vatten i rökgaser	g/kg tg	0.038	0.092	0.101
Rökgashastighet	m/s	5.6	15.8	13.3
Rökgasflöde	m^3/h	20300	57000	47900
Rökgasflöde	m^3(n) fg/h	15600	34300	29100
Rökgasflöde	m^3(n) tg/h	14700	29900	25100
Utsugen provgasvolym	m^3 (n) tg	2.531	3.858	5.111
Invägd stoftmängd	mg	120	339	347
Stofthalt	mg/m^3 (n) tg	48	88	68
Stofthalt korr till 10 vol % CO_2-halt	mg/m^3 (n) tg	133	103	83
Emitterad stoftmängd	kg/h	0.7	2.6	1.7

Stoftmätning efter elfilter på sopor alternativt sopor/torv

Mätdag	dat	870611	870611	870612
Prov	nr	3:1E	3:2E	4:1E
Belastning	MW	10.43	11.27	11.10
Bränsle		Sop/torv	Sop/torv	Sopor
Filter	nr	833	835	838
Kanalarea	m^2	1.0	1.0	1.0
Mätpunkter	st	4x6	4x6	4x6
Provstart	kl	0903	13.40	0900
Effektiv provtid	h	4.4	2.33	2.97
Lufttemperatur ute	°C	15	11	14
Lufttryck	Bar(a)	1.006	1.008	1.015
Relativ fuktighet	%	62	76	71
Rökgastemperatur	°C	183	187	189
O_2-halt	vol % tg	11.1	10.7	11.1
CO_2-halt	vol % tg	8.5	8.7	9.3
CO-halt	ppm tg	315	412	393 [1)]
SO_2-halt	ppm fg	85	86	88
Svavelhalt	gS/MJ	0.09	0.09	0.10
NO_x-halt	ppm fg	412	404	282 [1]
NO_x-halt	g/MJ	0.59	0.58	0.44
Vatten i rökgaser	g/kg tg	0.087	0.102	0.113
Rökgashastighet	m/s	15.9	16.1	17.3
Rökgasflöde	m^3/h	57400	58100	59600
Rökgasflöde	m^3(n) fg/h	35100	35200	35900
Rökgasflöde	m^3(n) tg/h	30900	30300	30500
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	6.819	3.554	5.111
Invägd stoftmängd	mg	466	276	475
Stofthalt	mg/m^3(n) tg	68	78	100
Stofthalt korr till 10 vol % CO_2-halt	mg/m^3(n) tg	81	89	108
Emitterad stoftmängd	kg/h	2.1	2.4	3.1

1) Medelvärde 9.00–9.50 och 11.10–13.10
tg = torr gas
fg = fuktig gas
m^3(n) = normalkubikmeter

1987-08-24 JEH
Rev 1987-09-01 JEH

EMK Energi Miljö Konsult AB

MÄTRESULTAT

HCl-mätning före elfilter

Mätdag	dat	870610	870610	870612
Bränsle		Sopor	Sopor	Sopor
Prov	nr	2:3F	2:4F	4:1F
Provstart	kl	1544	1807	0906
Effektiv provtid	h	1.0	0.5	1.27
Gastemperatur	°C	209	189	207
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.055	0.073	0.059
HCl-mängd i provet	mg	14	19	40
HCl-halt	mg/m^3(n) tg	-	-	678
HCl-halt vid 10 vol % CO_2	mg/m^3(n) tg	-	-	644
HCl-halt	mg/MJ	-	-	239

Hg-mätning före elfilter

Mätdag	dat	870610	870610	870610	870612	870612
Bränsle		Sopor	Sopor	Sopor	Sopor	Sopor
Prov	nr	2:2F	2:3F	2:4F	4:1F	4:2F
Provstart	kl	1245	1427	1719	1023	1142
Effektiv provtid	h	1.13	1.25	0.68	1.03	1.13
Gastemperatur	°C	214	209	189	207	202
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.056	0.069	0.042	0.049	0.068
Hg-mängd i prov, vattenlsgt	µg	2.2	0.5	0.1	4.3	14
Hg-mängd i prov, metalliskt	µg	1.2	1.2	1.2	0.5	1.3
Hg-halt, vattenlösligt	µg/m^3(n) tg	39	7.2	2.4	88	206
Hg-halt, metalliskt	µg/m^3(n) tg	21	17	26	10	19
Hg-halt, totalt, vid 10 vol % CO2	µg/m^3(n) tg	59	26	32	93	223
Hg-halt, vattenlösligt	µg/MJ	20	3.4	1.3	47	114
Hg-halt, metalliskt	µg/MJ	11	8.0	14	5.4	11

Dioxinmätningar före elfilter

Mätdag	dat	870610	870612
Prov	nr	2F	4E
Provstart	kl	1140	0900
Effektiv provtid	h	6.58	4.05
Bränsle		Sopor	Sopor
Belastning	MW	10.68	11.03
Rökgastemperatur	oC	380	383
CO_2-halt	vol % tg	9.01	10.3
Utsugen provgasvolym	m3(n) tg	4.520	2.695
2,3,7,8-TCDD i provet	ng	118	88.9
2,3,7,8-TCDF i provet	ng	275	136
TCDD-ekvivalenter i provet	ng	2359	234
2,3,7,8-TCDD-halt	ng/m3(n) tg	26	33
2,3,7,8-TCDF-halt	ng/m3(n) tg	60.8	50.5
TCDD-ekvivalenthalt	ng/m3(n) tg	522	87
2,3,7,8-TCDD-halt vid 10 % CO_2-halt	ng/m3(n) tg	29	32
2,3,7,8-TCDF-halt vid 10 % CO_2-halt	ng/m3(n) tg	67	49
TCDD-ekvivalenthalt vid 10 % CO_2-halt	ng/m3(n) tg	580	84
2,3,7,8-TCDD-halt	ng/MJ	13	18
2,3,7,8-TCDF-halt	ng/MJ	30	27
TCDD-ekvivalenthalt	ng/MJ	262	47

$m^3(n)$ = normalkubikmeter
tg = torr gas
fg = fuktig gas

1987-12-14 JEH

MÄTRESULTAT

HCl-mätning efter elfilter

Mätdag	dat	870609	870609	870610	870610
Bränsle		Olja	Olja/sop	Sopor	Sopor
Prov	nr	1:1E	1:2E	2:1E	2:2E
Provstart	kl	1440	1710	1225	1530
Effektiv provtid	h	1.17	1.78	1.42	1.2
Gastemperatur	°C	89	90	190	186
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.060	0.041	0.079	0.065
HCl-mängd i provet	mg	<1	4	52	34
HCl-halt	mg/m^3(n) tg		10	658	523
HCl-halt vid 10 vol % CO_2	mg/m^3(n) tg		28	765	638
HCl-halt	mg/MJ		-	401	274

HCl-mätning efter elfilter

Mätdag	dat	870611	870611	870612	870612
Bränsle		Sop/torv	Sop/torv	Sopor	Sopor
Prov	nr	3:1E	3:2E	4:1E	4:2E
Provstart	kl	0917	1208	0900	1147
Effektiv provtid	h	1.22	1.28	1.13	0.92
Gastemperatur	°C	183	187	189	189
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.066	0.070	0.057	0.051
HCl-mängd i provet	mg	18	34	36	46
HCl-halt	mg/m^3(n) tg	273	486	632	902
HCl-halt vid 10 vol % CO_2	mg/m^3(n) tg	321	572	680	970
HCl-halt	mg/MJ	178	288	384	547

Hg-mätning efter elfilter

Mätdag	dat	870609	870609	870610	870610
Bränsle		Olja	Olja/sop	Sopor	Sopor
Prov	nr	1:1E	1:2E	2:1E	2:2E
Provstart	kl	1554	1710	1225	1530
Effektiv provtid	h	1.15	1.78	1.42	1.2
Gastemperatur	°C	89	93	190	186
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.054	0.037	0.067	0.063
Hg-mängd i prov, vattenlsgt	µg	0.1	1.1	4.2	3.2
Hg-mängd i prov, metalliskt	µg	0.9	1.2	1.2	0.8
Hg-halt, vattenlösligt	µg/m^3(n) tg	1.9	30	63	51
Hg-halt, metalliskt	µg/m^3(n) tg	17	32	18	13
Hg-halt, totalt, vid 10 vol % CO_2	µg/m^3(n) tg	53	172	94	78
Hg-halt, vattenlösligt	µg/MJ	-	-	38	27
Hg-halt, metalliskt	µg/MJ	-	-	11	6.8

Hg-mätning efter elfilter

Mätdag	dat	870611	870611	870612	870612
Bränsle		Sop/torv	Sop/torv	Sopor	Sopor
Prov	nr	3:1E	3:2E	4:1E	4:2E
Provstart	kl	1043	1345	1010	1147
Effektiv provtid	h	1.28	1.08	1.45	0.92
Gastemperatur	°C	183	187	189	189
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.075	0.061	0.075	0.048
Hg-mängd i prov, vattenlsgt	µg	14	1.5	1.9	8.0
Hg-mängd i prov, metalliskt	µg	0.5	0.8	2.6	1.7
Hg-halt, vattenlösligt	µg/m^3(n) tg	188	25	25	167
Hg-halt, metalliskt	µg/m^3(n) tg	6.7	13	35	35
Hg-halt, totalt, vid 10 vol % CO_2	µg/m^3(n) tg	229	44	65	217
Hg-halt, vattenlösligt	µg/MJ	122	15	16	106
Hg-halt, metalliskt	µg/MJ	4.4	7.8	22	22

EMK Energi Miljö Konsult AB

SO_3-mätning efter elfilter

Mätdag	dat	870609	870610	870610	
Bränsle		Olja	Sopor	Sopor	
Prov	nr	1E	2:1E	2:2E	
Provstart	kl	1440	1425	1710	
Effektiv provtid	h	1.17	1.0	1.05	
Gastemperatur	°C	89	186	180	
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.066	0.057	0.064	
SO_3-mängd i provet	mg	1.8	1.8	1.2	
SO_3-halt	mg/m^3(n) tg	27	32	19	
SO_3-halt vid 10 vol % CO_2	mg/m^3(n) tg	75	37	23	
SO_3-halt	mg/MJ	-	19	10	

Mätdag	dat	870611	870611	870611	870612
Bränsle		Sop/torv	Sop/torv	Sop/torv	Sopor
Prov	nr	3:1E	3:2E	3:3E	4:1E
Provstart	kl	0917	1209	1455	0900
Effektiv provtid	h	1.22	1.27	1.1	1.13
Gastemperatur	°C	183	183	187	189
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.073	0.076	0.063	0.063
SO_3-mängd i provet	mg	0.90	1.3	1.5	0.83
SO_3-halt	mg/m^3(n) tg	12	17	24	13
SO_3-halt vid 10 vol % CO_2	mg/m^3(n) tg	14	20	28	14
SO_3-halt	mg/MJ	7.8	11	14	8.3

EMK Energi Miljö Konsult AB

HF-mätning efter elfilter

Mätdag	dat	870609	870610	870610	870910
Bränsle		Olja	Sopor	Sopor	Sopor
Prov	nr	1:1E	2:1E	2:2E	2:3E
Provstart	kl	1450	1225	1430	1632
Effektiv provtid	h	2.33	2.08	2.0	1.63
Gastemperatur	°C	89	190	186	180
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.260	0.270	0.248	0.198
HF-mängd i provet	mg	0.17	1.4	1.2	0.89
HF-halt	mg/m^3(n) tg	0.65	5.2	4.8	4.5
HF-halt vid 10 vol % CO_2	mg/m^3(n) tg	1.8	6	6	5.5
HF-halt	mg/MJ	-	3.2	2.5	2.4

HF-mätning efter elfilter

Mätdag	dat	870611	870611	870611	870612	8706
Bränsle		Sop/torv	Sop/torv	Sop/torv	Sopor	Sopc
Prov	nr	3:1E	3:2E	3:3E	4:1E	4:2E
Provstart	kl	0930	1106	1426	0904	1039
Effektiv provtid	h	2.55	3.18	1.58	1.55	1.95
Gastemperatur	°C	183	183	187	189	189
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.107	0.180	0.090	0.202	0.17
HF-mängd i provet	mg	0.86	0.98	0.46	1.2	1.6
HF-halt	mg/m^3(n) tg	8.0	5.4	5.1	5.9	9.1
HF-halt vid 10 vol % CO_2	mg/m^3(n) tg	9.4	6.2	5.9	6.3	9.8
HF-halt	mg/MJ	5.2	3.5	3.0	3.6	5.5

EMK Energi Miljö Konsult AB

H_2S-mätning efter elfilter

Mätdag	dat	870610	870610	870610	870612
Bränsle		Sopor	Sopor	Sopor	Sopor
Prov	nr	2:1E	2:2E	2:3E	4:1E
Provstart	kl	1501	1507	1600	0915
Effektiv provtid	h	3.5	0.5	1.5	3
Gastemperatur	°C	186	186	186	189
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	0.006	0.090	0.26	0.71
H_2S-mängd i provet	mg	Ej frgat	Ej frgat	Ej frgat	Ej frgat
H_2S-halt	mg/m^3(n) tg	-	-	-	-

PCB-mätning efter elfilter

Mätdag	dat	870610
Bränsle		Sopor
Prov	nr	2:1E
Provstart	kl	1410
Effektiv provtid	h	3
Gastemperatur	°C	186
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	2.6
PCB-mängd i prov	ng	1100
PCB-halt	ng/m^3(n) tg	423
PCB-halt vid 10 vol % CO_2	ng/m^3(n) tg	519

MÄTRESULTAT

Polyaromatiska kolväten efter elfilter

Mätdag	dat	870609	8780610
Prov	nr	1E	2E
Provstart	kl	1416	1135
Effektiv provtid	h	4.7	4.8
Bränsle		Olja	Sopor
Belastning	MW	-	10.68
Rökgastemperatur	°C	89	187
CO_2-halt	vol % tg	3.64	8.28
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	2.337	3.722
Klorbensener i provet	µg	32	60
Klorfenoler i provet	µg	9.05	16.8
PAH i provet	µg	19.4	1.72
Klorerade PAH i provet	µg	0.640	2.39
Ftalater	µg	320	260
Klorbensenhalt	µg/m^3(n) tg	13.69	16.12
Klorfenolhalt	µg/m^3(n) tg	3.87	4.51
PAH-halt	µg/m^3(n) tg	8.30	0.46
Klorerad PAH-halt	µg/m^3(n) tg	0.274	0.642
Ftalater	µg/m^3(n) tg	137	69.9
Vid 10 vol % CO_2-halt:			
Klorbensenhalt	µg/m^3(n) tg	38	19
Klorfenolhalt	µg/m^3(n) tg	11	5.4
PAH-halt	µg/m^3(n) tg	23	0.56
Klorerad PAH-halt	µg/m^3(n) tg	0.75	0.78
Ftalater	µg/m^3(n) tg	376	84
Klorbensenhalt	µg/MJ	-	9.1
Klorfenolhalt	µg/MJ	-	2.6
PAH-halt	µg/MJ	-	0.26
Klorerad PAH-halt	µg/MJ	-	0.36
Ftalater	µg/MJ		39.6

Mätdag	dat	870611	870612
Prov	nr	3E	4E
Provstart	kl	0920	0900
Effektiv provtid	h	6.7	3.97
Bränsle		Sop/torv	Sopor
Belastning	MW	10.43	11.03
Rökgastemperatur	oC	184	189
CO_2-halt	vol % tg	8.61	9.26
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	3.565	2.136
Klorbensener i provet	µg	40	26
Klorfenoler i provet	µg	30	6.2
PAH i provet	µg	21.48	3.97
Klorerade PAH i provet	µg	19.618	0.32
Ftalater i provet	µg	192	320
Klorbensenhalt	µg/m^3(n) tg	11.22	12.17
Klorfenolhalt	µg/m^3(n) tg	8.42	2.90
PAH-halt	µg/m^3(n) tg	6.03	1.86
Klorerad PAH-halt	µg/m^3(n) tg	5.50	0.150
Ftalathalt	µg/m^3(n) tg	53.9	150
Vid 10 vol % CO_2-halt:			
Klorbensenhalt	µg/m^3(n) tg	13	13
Klorfenolhalt	µg/m^3(n) tg	9.8	3.1
PAH-halt	µg/m^3(n) tg	7	2
Klorerad PAH-halt	µg/m^3(n) tg	6.4	0.16
Ftalathalt	µg/m^3(n) tg	63	162
Klorbensenhalt	µg/MJ	7.0	7.2
Klorfenolhalt	µg/MJ	5.2	1.7
PAH-halt	µg/MJ	3.7	1.1
Klorerad PAH-halt	µg/MJ	3.4	0.09
Ftalater	µg/MJ	33	88

Dioxinmätningar efter elfilter

Mätdag	dat	870609	870610
Prov	nr	1E	2E
Provstart	kl	1416	1135
Effektiv provtid	h	4.7	4.8
Bränsle		Olja	Sopor
Belastning	MW	-	10.68
Rökgastemperatur	°C	89	187
CO_2-halt	vol % tg	3.64	8.28
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	2.337	3.722
2,3,7,8-TCDD i provet	ng	1.83	2.25
2,3,7,8-TCDF i provet	ng	4.61	2.81
TCDD-ekvivalenter i provet	ng	40.2	43.0
2,3,7,8-TCDD-halt	ng/m^3(n) tg	0.78	0.60
2,3,7,8-TCDF-halt	ng/m^3(n) tg	1.97	0.75
TCDD-ekvivalenthalt	ng/m^3(n) tg	17.2	11.6
2,3,7,8-TCDD-halt vid 10 % CO_2-halt	ng/m^3(n) tg	2.1	0.02
2,3,7,8-TCDF-halt vid 10 % CO_2-halt	ng/m^3(n) tg	0.84	0.91
TCDD-ekvivalenthalt vid 10 % CO_2-halt	ng/m^3(n) tg	47.3	14.0
2,3,7,8-TCDD-halt	ng/MJ	-	0.34
2,3,7,8-TCDF-halt	ng/MJ	-	0.42
TCDD-ekvivalenthalt	ng/MJ	-	6.5

EMK Energi Miljö Konsult AB

Mätdag	dat	870611	870612
Prov	nr	3E	4E
Provstart	kl	0920	0900
Effektiv provtid	h	6.7	3.97
Bränsle		Sop/torv	Sopor
Belastning	MW	10.43	11.03
Rökgastemperatur	°C	184	189
CO_2-halt	vol % tg	8.61	9.26
Utsugen provgasvolym	m^3(n) tg	3.565	2.136
2,3,7,8-TCDD i provet	ng	1.61	1.30
2,3,7,8-TCDF i provet	ng	1.62	2.42
TCDD-ekvivalenter i provet	ng	34.2	19.9
2,3,7,8-TCDD-halt	ng/m^3(n) tg	0.45	0.61
2,3,7,8-TCDF-halt	ng/m^3(n) tg	0.45	1.13
TCDD-ekvivalenthalt	ng/m^3(n) tg	9.6	9.3
2,3,7,8-TCDD-halt vid 10 % CO_2-halt	ng/m^3(n) tg	0.52	0.66
2,3,7,8-TCDF-halt vid 10 % CO_2-halt	ng/m^3(n) tg	0.52	1.22
TCDD-ekvivalenthalt vid 10 % CO_2-halt	ng/m^3(n) tg	11.1	10.0
2,3,7,8-TCDD-halt	ng/MJ	0.28	0.39
2,3,7,8-TCDF-halt	ng/MJ	0.28	0.72
TCDD-ekvivalenthalt	ng/MJ	6.0	5.6

m^3(n) = normalkubikmeter
tg = torr gas
fg = fuktig gas

1987-12-14 JEH

MÄTRESULTAT

Metallhalter i utgående rökgaser före och efter elfilter

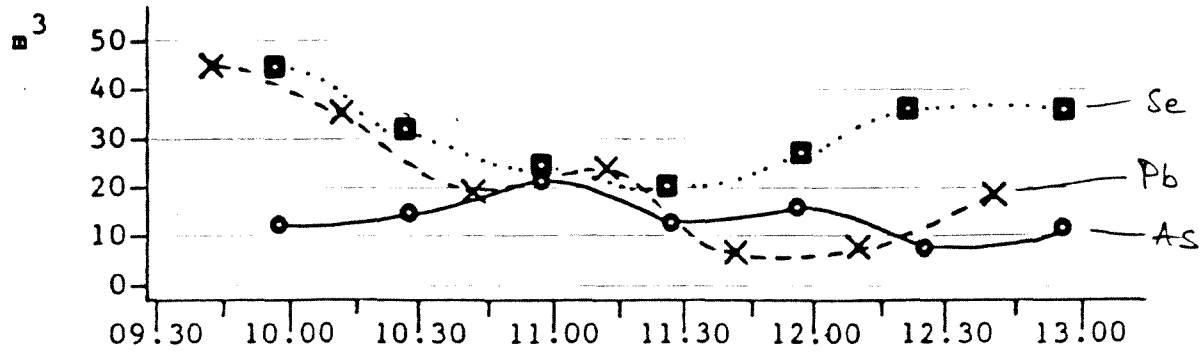
				(2)	(3)		(4)
Mätdag	dat	870609	870610	870610	870611	870612	8706112
Bränsle		Olja	Sopor	Sopor	Sop/torv	Sopor	Sopor
Prov	nr	1E	2:1-4F	2:1-2E	3:1E	4:1-2F	4:1E
Provstart	kl	1430	1130	1134	0903	0905	0900
Effektiv provtid	h	3.42	6.52	6.62	2.33	4.02	2.97
Gastemperatur	^{o}C	89	200	188	187	205	189
Utsugen provgasvolym	$m^3(n)$ tg	2.531	13.477	8.969	3.554	9.571	5.111
Hg	$ug/m^3(n)$ tg	8.7	153	17.8	15.8	129	11.7
Pb	$mg/m^3(n)$ tg	0.32	-	1.45	2.64	-	3.33
Cd	$mg/m^3(n)$ tg	0.0087	-	0.061	0.480	-	0.045
Cr(tot)	$mg/m^3(n)$ tg	0.023	-	0.019	0.019	-	0.170
Ni	$mg/m^3(n)$ tg	0.040	-	0.0051	0.025	-	0.084
Zn	$mg/m^3(n)$ tg	0.790	-	3.68	6.49	-	5.67
As(tot)	$mg/m^3(n)$ tg	0.0047	-	0.014	0.024	-	0.027
Cu	$mg/m^3(n)$ tg	0.039	-	0.134	0.082	-	0.056
Sn	$mg/m^3(n)$ tg	0.0067	-	0.028	0.045	-	0.017
Hg	µg/MJ	-	79	10	10.3	74	7.1
Pb	mg/MJ	-	-	0.8	1.7	-	2.0
Cd	mg/MJ	-	-	0.03	0.3	-	0.03
Cr(tot)	mg/MJ	-	-	0.01	0.01	-	0.1
Ni	mg/MJ	-	-	0.003	0.02	-	0.05
Zn	mg/MJ	-	-	2.1	4.2	-	3.4
As(tot)	mg/MJ	-	-	0.008	0.02	-	0.02
Cu	mg/MJ	-	-	0.08	0.05	-	0.03
Sn	mg/MJ	-	-	0.02	0.03	-	0.01

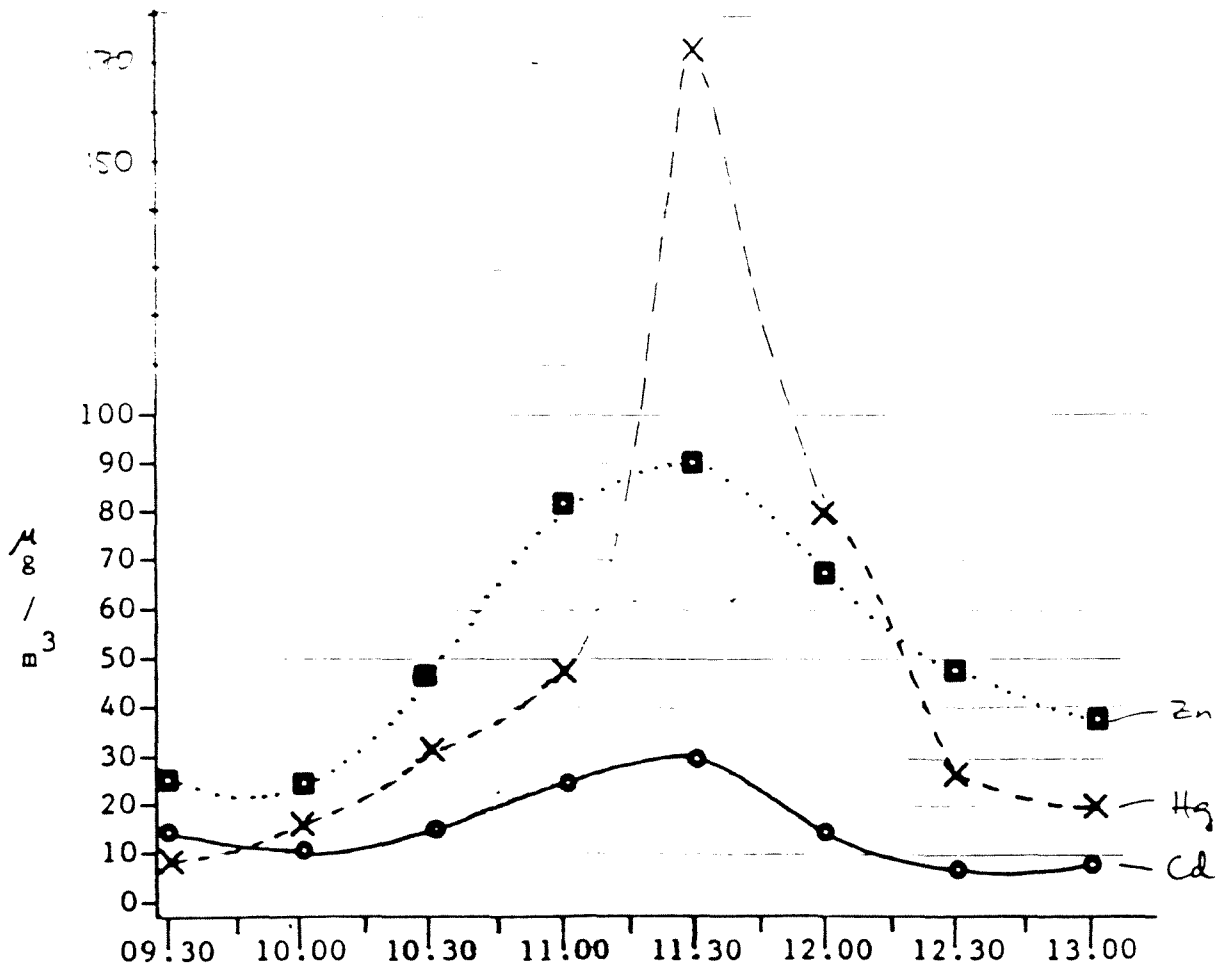
EMK Energi Miljö Konsult AB

Bilaga 2

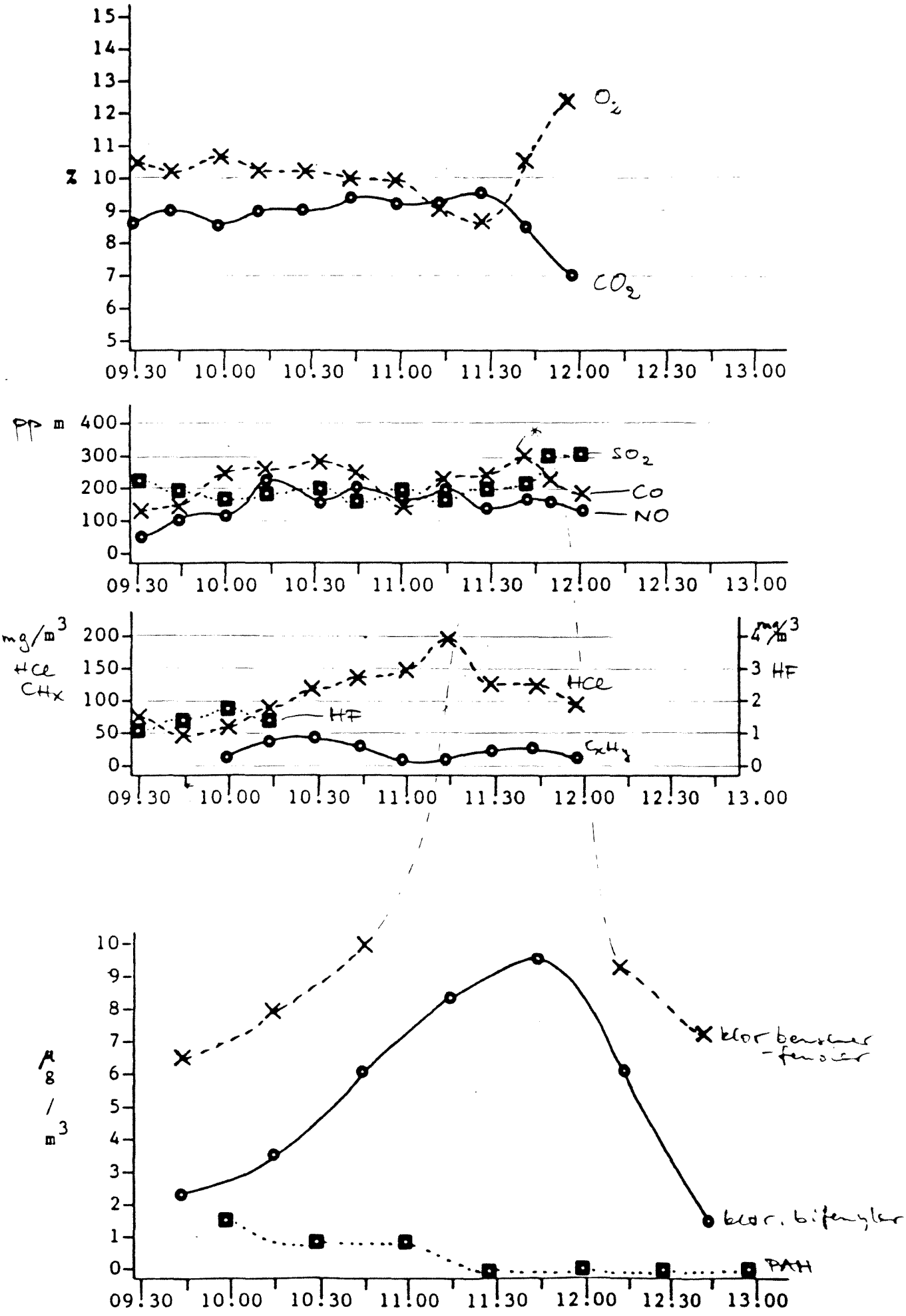
Mätningar med masspektrometer i nov 1987

SUP 7


m3
50
40
30
20
10
0
09:30
10:00
10:30
11:00
11:30
12:00
12:30
13:00
Se
Pb
As


µg / m3
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
09:30
10:00
10:30
11:00
11:30
12:00
12:30
13:00
Zn
Hg
Cd

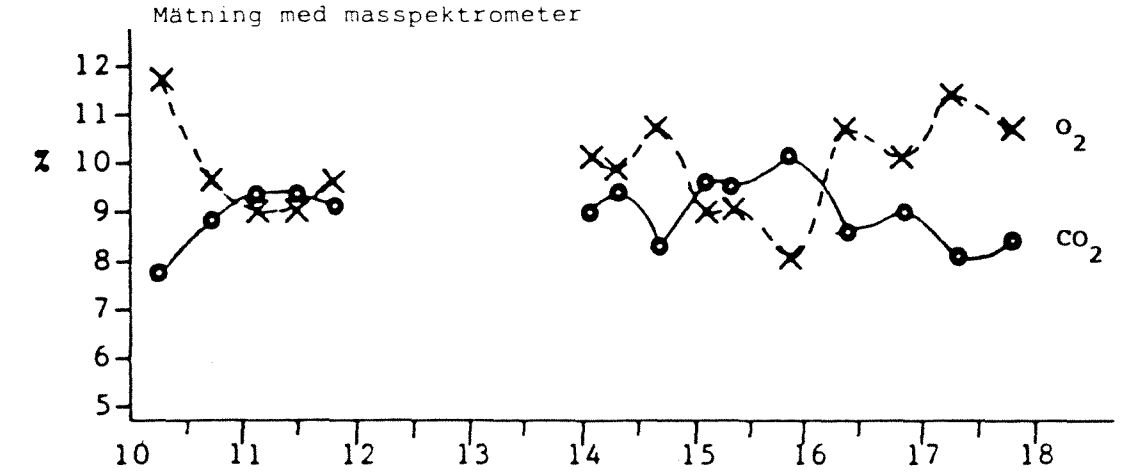
SUP1

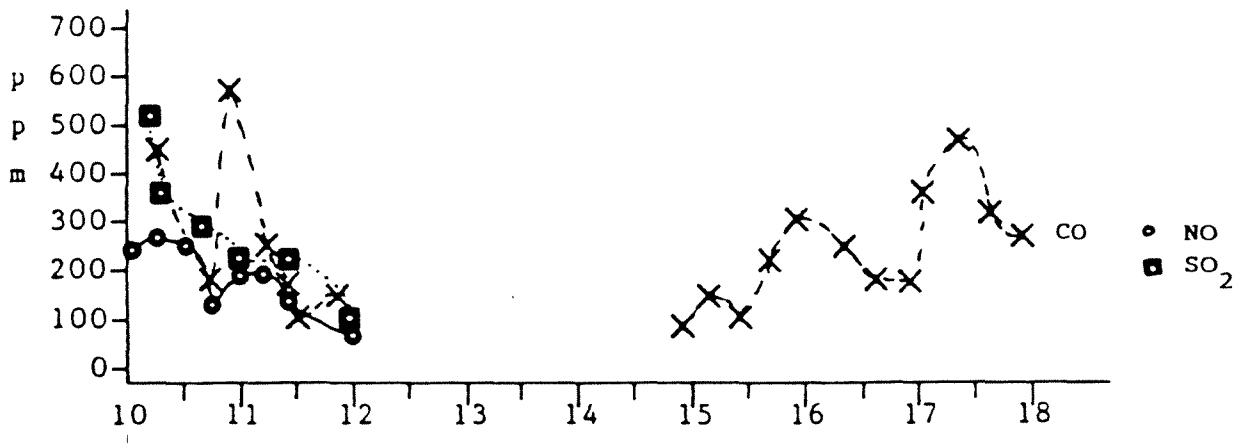


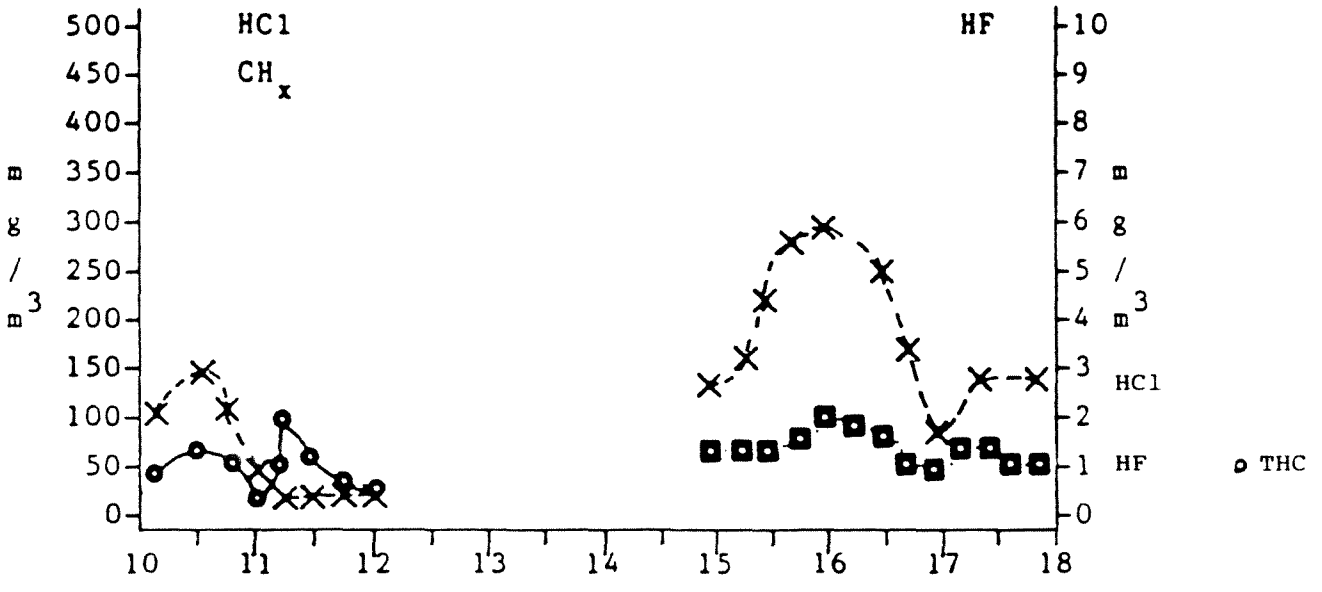
%
O_2
CO_2
ppm
SO_2
CO
NO
mg/m³
HCl
CH_x
HF
C_xH_y
μg/m³
klor benzener-fenoler
klor. bifenyler
PAH
09:30
10:00
10:30
11:00
11:30
12:00
12:30
13:00

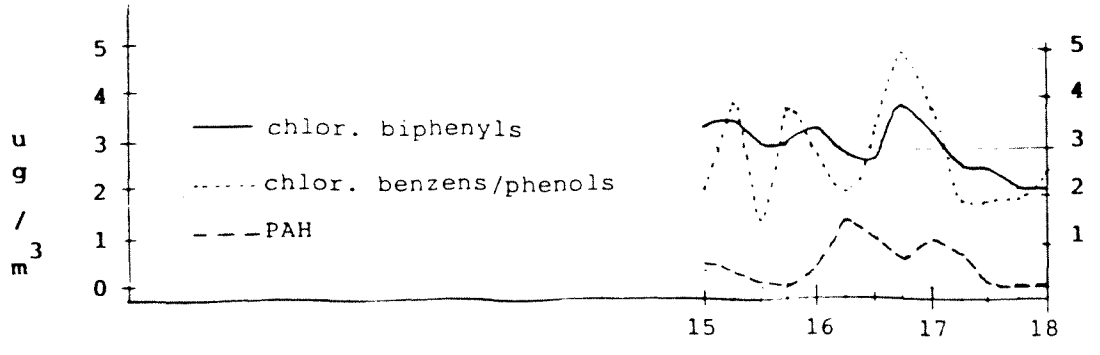
PERIODISK BESIKTNING W745 SUP2
1988-03-24/G Sandström

Mätning med masspektrometer









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

- Elforsk
- Värmeverksföreningen
- Övrig industri

Värmeforsk samarbetar med Närings- och teknikutvecklingsverket (NUTEK).

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Box 1765 · 111 87 Stockholm
Tek: 08-7900600 · Fax 08-796 00 37