VÄRMEFORSK

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Metodundersökning masspektrometer -konventionell mätteknik

Kristina Larsson

BRÄNSLETEKNIK 418

Metodundersökning masspektrometer – konventionell mätteknik

Kristina Larsson Umeå Energi AB

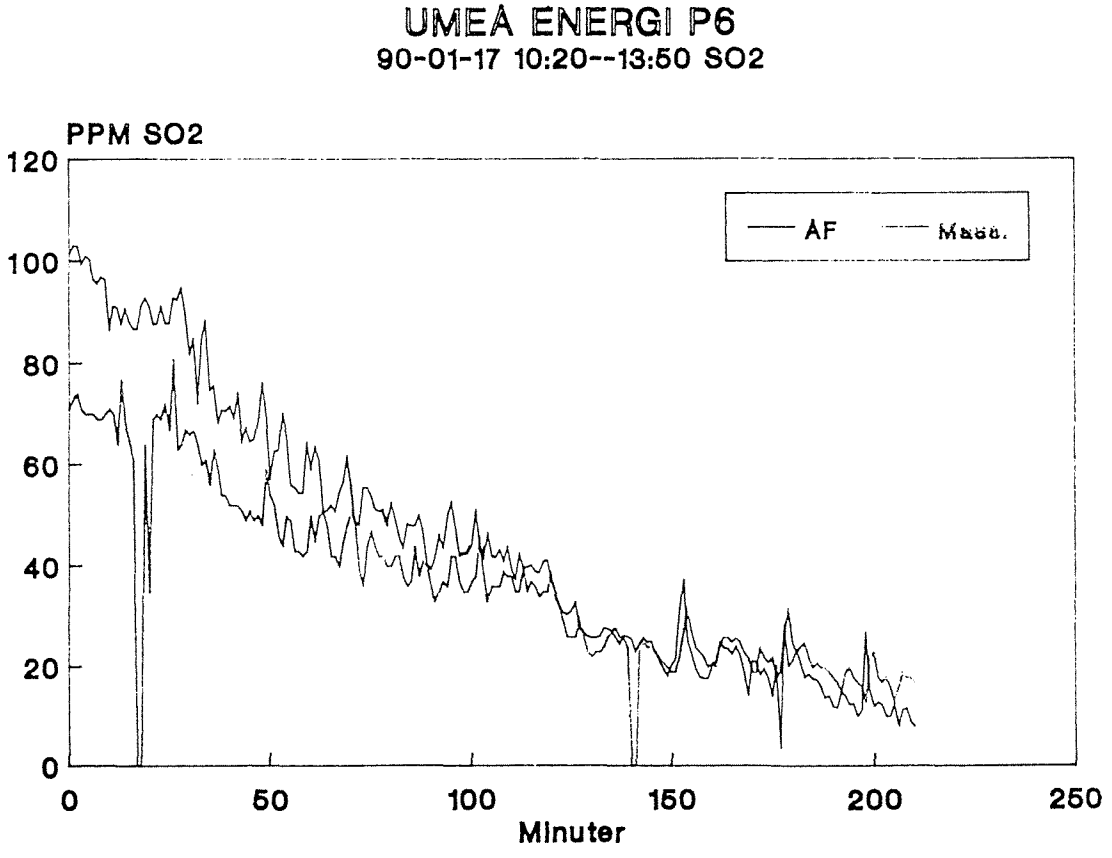
STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING
BOX 6405 • 113 82 STOCKHOLM • TEL. 08/34 09 80
December 1991
ISSN 0282-3772

UMEÅ ENERGI AB
Tel. 090-16 38 00

METODUNDERSÖKNING

MASSPEKTROMETER - KONVENTIONELL UTRUSTNING

(Study of methods;
masspectrometer - conventionell equipment)



Owe Dahlgren
Kristina Larsson
Umeå Energi AB

Kurt Fransson
Carlo Prata
ÅF-Energikonsult,
Stockholm

1991-09-30
UMEÅ ENERGI AB
VÄRMEFORSKRAPPORT

METODUNDERSÖKNING MASSPEKTROMETER - KONVENTIONELL MÄTTEKNIK

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

0 Summary in English/Sammanfattning

1 Orientering och bakgrund

2 Kortfattade tekniska data för hetvattenpanna P6

3 Beskrivning av masspektrometertekniken

4 Beskrivning av konventionell mätteknik vid den jämförande mätningen

5 Kortfattad beskrivning av driftinstrument

6 Redovisning av mätresultat

7 Utvärdering

8 Slutsatser

9 Rapport från separat N_2O-mätning

Bilagor:

1 Situationsplan och några data om Ålidhemsanläggningen

2 Principskiss masspektrometer

3 Val av joniseringsgas

4 Principskiss kommersiell mätteknik

5 Bränsleanalys från SLL

6 Plan över mätpunkter

7 Jämförande diagram dag 1
7.1 O_2
7.2 CO_2
7.3 CO
7.4 SO_2
7.5 NO_x

8 Jämförande diagram dag 2
8.1 O_2
8.2 CO_2
8.3 CO
8.4 SO_2
8.5 NO_x

9 Driftinstrument
9.1 Effekt, dag 1
9.2 Eldstadstemperatur, dag 1
9.3 O_2 i våt gas, dag 1
9.4 Stoft i rökgas, dag 1
9.5 Rökgasflöde, dag 1
9.6 Rökgastemperatur efter panna, dag 1
9.7 Rökgastemperatur efter ekonomiser, dag 1
9.8 Totalluftflöde, dag 1
9.9 Tryck i rökgaskanal, dag 1
9.10 Eldstadsundertryck, dag 1
9.11 Effekt, dag 2
9.12 Eldstadstemperatur, dag 2
9.13 O_2 i våt gas, dag 2
9.14 Stoft i rökgas, dag 2
9.15 Rökgasflöde, dag 2
9.16 Rökgastemperatur efter panna, dag 2
9.17 Rökgastemperatur efter ekonomiser, dag 2
9.18 Totalluftflöde, dag 2
9.19 Tryck i rökgaskanal, dag 2
9.20 Eldstadsundertryck, dag 2

10 Layout över panna P6 och elfilter

11 Placering av driftsinstrumentens givare

12 Analys av N_2O påsprov

SUMMARY IN ENGLISH

Umeå Energi has installed a mass spectrometer for measuring flue gas emissions from the Ålidhem Plant (ÅL).

The mass spectrometer is the first permanently installed equipment of this type to be used for this purpose in Sweden.

The advantages of this measuring method compared with traditional techniques of measurements are chiefly that the measurements can be carried out on line and that various parameters can be analysed "simultaneously" within a comparatively short range of time with one and the same instrument. A procedure control of the measurements techniques has been performed in order to test the reliability of the mass spectrometry in comparison with that of commercially established conventional techniques. The results are as follows:

Advantages:

* The same instrument can be used for measuring several parameters, with optional programming, which entails high flexibility.

* Installation of separate measuring instruments for each parameter can thereby be avoided.

* Measurements work by external companies can be minimized

* The measurements values themselves can be considered comparable with those of conventional techniques, as are the speed and synchronization in registrating variations in the operation.

* Less demanding regarding the number of staff needed during the measurements period.

Disadvantages:

* The availability is inferior to that of conventional techniques.

* The availability also deteriorates due to electronic malfunctions, which, as experience shows, leads to further complications.

* The documentation and education provided by the manufacturers are insufficient.

* The staff's longer experience of conventional equipment makes for a better apprehension of possible deficiencies in the measurements results. At present an error when conducting measurments with mass spectrometer causes more irresolution.

As can be concluded from the above mentioned, the technique is nott sufficiently developed for this application, but suffers from a variety of shortcomings, presumably due to so called "teething troubles".

In its present design and functions the equipment seems more suitable for use in laboratories, handled by specially trained staff.

Keywords: Mass spectrometer
Conventionell equipment
Comparing measurements
Biomass
N_2O

SAMMANFATTNING

Umeå Energi AB har installerat en masspektrometer för mätning av rökgaser i Ålidhemsanläggningen (ÅL).

Masspektrometern är den första permanenta utrustningen för detta ändamål i Sverige.

Fördelarna med denna mätmetod, jämfört med traditionell mätteknik, anses främst vara att mätningarna utförs on line, och att flera parametrar kan analyseras "samtidigt", inom ett relativt kort tidsförlopp, med ett och samma instrument. I avsikt att klargöra masspektrometrins tillförlitlighet i jämförelse med kommersiellt etablerad konventionell mätteknik har en metodkontroll av mätmetoderna genomförts med följande resultat:

Fördelar

* Ett och samma instrument kan användas för mätning av flera parametrar och valfritt inprogrammeras, således hög flexibilitet.

* Installation av separata mätinstrument för varje parameter kan därför undvikas.

* Mätinsatser från externa företag kan minimeras.

* Själva mätvärdena bedöms som jämförbara med konventionell teknik, liksom snabbheten och följsamheten att registrera förändringar i driften.

* Mindre personalkrävande under själva mätperioden.

Nackdelar

* Tillgängligheten är sämre än med konventionell teknik.

* Tillgängligheten försämras dessutom av elektronikfel, som enligt tidigare erfarenhet medför mer komplikationer.

* Dokumentationen och utbildningen från fabrikanten är bristfällig.

* Personalens större erfarenhet vid konventionell utrustning bidrar till en bättre känsla för eventuella bristfälligheter i mätresultaten. Ett fel vid mätning med masspektrometer medför i dagsläget större rådvillhet.

Av ovanstående framgår att tekniken i denna tillämpning inte är helt utvecklad utan behäftad med flertalet brister, som kan hänföras till kategorin "barnsjukdomar".

Utrustningen, med sin nuvarande utformning och funktion, förefaller mer lämpad för laboratoriebruk under översyn av specialutbildad personal.

1 ORIENTERING OCH BAKGRUND

Umeå Energi AB har installerat en masspektrometer för mätning av rökgaser i Ålidhemsanläggningen (ÅL). Kortfattad beskrivning med huvuddata för ÅL framgår av bilaga 1.

Masspektrometern är den första permanenta utrustningen för detta ändamål i Sverige.

Fördelarna med denna mätmetod, jämfört med traditionell mätteknik, anses främst vara att mätningarna utförs on line, och att flera parametrar kan analyseras "samtidigt", inom ett relativt kort tidsförlopp, med ett och samma instrument. Masspektrometri innebär, mycket kortfattat, en kvantitativ bestämning av halter genom att utnyttja olika ämnens molekylvikter. Principer för masspektrometern redovisas under avsnitt 3.

Målsättningen med projektet har varit att genom metodkontroll av masspektrometri i jämförelse med kommersiellt etablerad konventionell mätteknik för rökgasanalys, klargöra masspektrometrins tillförlitlighet vid ifrågavarande tillämpning.

För genomförande av mätningarna med konventionell teknik enligt beskrivning i avsnitt 4 samt för utvärdering och deltagande i sammanställningen av föreliggande rapport har ÅF-Energikonsult Stockholm AB anlitats.

2 KORTFATTADE TEKNISKA DATA FÖR HETVATTENPANNA P6

Vattenrörpanna, system Eckrohr, fabrikat Generator HVF 24PX

Värmeeffekt med biomassa/torv	30 MW
Värmeeffekt med eldningsolja	35 MW
Drifttryck	13 bar
Utgående pannvattentemperatur primärkrets	195 °C
Ingående pannvattentemperatur primärkrets	145 °C
Rökgastemperatur efter panna	185 °C
Rökgastemperatur efter ekonomiser	110 °C
Nominellt rökgasflöde	60 300 Nm^3/h

Pannan är 2-kretskopplad mot fjärrvärmenätet via en 35 MW tubvärmeväxlare.

Fjärrvärmenätets fram- och returtemperatur är 70-120 °C.

Mellan pannan och ekonomisern har ett elfilter installerats för stoftavskiljning. Maximal stofthalt efter elfiltret är 35 mg/Nm^3 rökgas.

Layout över panna P6 och elfilter framgår av bilaga 10.

3 BESKRIVNING AV MASSPEKTROMETERTEKNIKEN

Utrustning

Mätutrustningen, en masspektrometer SIMS 127, är fast installerad i Ålidhemsanläggningen och mäter normalt på rökgas från alla pannor i drift. Utrustningen är levererad av V & F Analysetechnik, Innsbruk, Österrike, våren 1989 och övertogs hösten samma år.

Denna typ av masspektrometer lämpar sig för mätningar av molekyler med mindre masstal än 127 amu (atomic mass unit), därav namnet SIMS 127. En intern styrdator med förprogrammerat mätparameterbibliotek styr mätningen. Idag mäts parametrarna O_2, CO_2, CO, SO_2, NO_x och H_2O kontinuerligt och även under detta prov.

Schematisk bild över mät- och kringutrustning visas i bilaga 2.

Gasen från panna 6 (P6) når masspektrometern via ett filter och en 30 meter lång uppvärmd (185 °C) teflonslang. Gasen passerar därefter ett ventilpaket som möjliggör mätning av flera pannor samtidigt. Mätning sker på torr gas och kondenseringen sker i elkylare. Efter kylningen hålls gasen åter varm, passerar ännu ett filter (0,5 µm) och gasen når slutligen analysatorn.

Uttagen provgasvolym är cirka 1-1,5 l/min.

Tekniken, som masspektrometern arbetar med är kemisk jonisering.

En primär joniseringsstråle produceras genom en elektronkollision i en separat joniseringskälla. Strålen fokuseras i en kollisionskammare, som är fylld med provgas. Vid kollisionen mellan de primära jonerna och de neutrala molekylerna uppstår laddningsreaktioner, som resulterar i jonisering av de neutrala molekylerna. Processen sker under vakuum (10^{-4} mbar) för att undvika sekundära reaktioner. De nu joniserade molekylerna extraheras därefter från kollisionskammaren och analyseras med avseende på deras masstal i en QMS (Quadropol Mass Spectrometer).

Efter att ha passerat QMS räknas jonerna av en partikeldetektor. Molekylerna i provgasen identifieras med avseende på dess masstopp och koncentrationen motsvaras av signalens intensitet från en särskiljande höghastighetsförstärkare.

Som joniseringsgas används Kr^+ eller Xe^+, beroende på deras förmåga att jonisera olika molekyler. SIMS 127 använder som joniseringsgas Kr^+, som fungerar bra på aktuella mätparametrar. För mätning av till exempel N_2O skall Xe^+ användas vid jonisering för att skilja den från CO_2 som har samma masstal.

Exempel på beräkningar för val av joniseringsgas framgår av bilaga 3.

Kalibrering

Masspektrometern grundkalibreras manuellt varje gång en åtgärd utförts i analysdelen på instrumentet. Grundkalibreringen sker mot kända kalibreringsgaser enligt tabell nedan.

CO_2	10,27 % ± 0,2 %
SO_2	645 ppm ± 5 %
CO	768 ppm ± 5 %
NO	960 ppm ± 5 %
N_2	5,2
Syntetisk luft	HC < 0,1 ppm

Table 3:1 Calibration Gas
Tabell 3:1 Kalibreringsgaser

Varje gas får då en specifik kalibreringsfaktor, som är korrelerad mot syntetisk luft. Detta medför att en automatisk kalibrering endast behöver utföras med hjälp av N_2-gas och syntetisk luft, efter var 999:e mätcykel.

Databearbetning

Mätsignaler från masspektrometerns interndator omhändertas och bearbetas av driftdatorn för hela Ålidhemsanläggningen, PDP 11/73. Levererad av Digital Equipment och programmerad av Umeå Universitet.

Driftdatorn samlar upp en mängd övriga parametrar för att sedan kunna presentera miljöparametrarna kontinuerligt i mg/Nm^3, torr gas och 10 % CO_2.

För detta speciella projekt utarbetades också ett system för insamling, lagring och bearbetning av både miljö- och driftdata. Systemet består av en persondator IBM PS 250 Z, i förbindelse med PDP 11/73 med vilken dataloggning av värden kan ske med valbar tidsfrekvens (min 10 s intervall). Värden lagras i hanterbara filer, enkla att omarbeta till diagram.

Mätning av N_2O

SIMS 127 visade sig inte kunna mäta N_2O, vilket beror på svårigheter att skilja CO_2 och N_2O på grund av lika masstal. Detta orsakas av att det för denna utrustning saknas möjlighet att nyttja joniseringsgasen Xe^+ (jmfr sid 9).

En separat jämförande mätning kommer att utföras med masspektrometer SIMS 127 vid senare tillfälle då utrustningen kompletterats med denna möjlighet.

4 BESKRIVNING AV KONVENTIONELL MÄTTEKNIK VID DEN JÄMFÖRANDE MÄTNINGEN

Provtagningarna utfördes i pannans rökgaskanal cirka 2 m före skorsten. Mätuttaget var placerat cirka 0,5 m närmare skorsten än mätuttaget för masspektrometern.

Mätinstrumenten var under provtagningarna placerade utanför miljöcentralen, där masspektrometern står uppställd.

Mätinstrumentens uppställning och inkoppling framgår i princip av bilaga 4.

Använda instrument och testgaskvaliteter framgår av tabell 4:1.

Instrument	Fabrikat	Typ	Kalibreringsgas
NO_x	Tecan	Chemilumi-niscens	251 ± 5 ppm
NO	"	"	201 ± 4 ppm
NO_2	"		50 ± 1 ppm
SO_2	Siemens, Binos	IR	85 ± 2 ppm
CO/CO_2	Siemens, Ultramat	IR	CO 344 ± 17 ppm, CO_2 11,56 ± 0,23 %
O_2	Thermox Zirkonium-	2,57 ± 0,05 % oxidcell	

Table 4:1 Conventional instruments and gas of calibration
Tabell 4:1 Konventionella instrument och kalibreringsgaser

Mätvärdena från gasanalysinstrumlenten insamlades med en datalogger, typ Netpac, ansluten till en mikrodator, fabrikat Toshiba 1200.

5 KORTFATTAD BESKRIVNING AV DRIFTINSTRUMENT

Driftinstrumentens givare är placerade i princip som redovisas i bilaga 11. Numrering i text hänvisar till nummer i bilaga 10.

Fabrikat och kortfattade tekniska data redovisas nedan.

Effektmätning, 1.

Flöde mäts med ringkammarmätfläns,
mätdata enligt HT 2805

Flödestransmitter,
typ 15285 H&B,
mätområde 0-50 kpa

Temperaturgivare PT 100 med skyddsrör,
dyklängd 250 mm,
typ 10.01-14-13-25-04, Hugo Tillquist,
antal 4 st, monterade i ring fram- respektive returledning

Mätomformare för värmeeffekt,
typ VF 122, Hugo Tillquist,
utsignal 0-20 mA,
skalad 0-40 MW

O_2-mätare, 2.

Westinghouse,
mätsond, typ 132,
instickslängd 330 mm,
mätområde 0-25 % O_2,
utsignal 0-20 mA

Rökgasflöde, 3.

Flödesgivare Torbar,
anslutning med svetsmuff och ändstöd,
instickslängd 1200 mm

Flödestransmitter,
typ AVI 500, H&B,
mätområde 0-71,7 mm VP,
utsignal 4-20 mA,
skala 0-30 m/s,
renblåsningsventiler för renblåsning av givare 1 gång/h
med reducerad tryckluft

Tryck i eldstad, 4.

Tryckuttag genom pannvägg

Differenstryckgivare,
typ 15240, H&B
mätområde +1,962 mbar..0..-4,905 mbar,
utsignal 0-20 mA

Eldstadstemperatur, 5.

2 st temperaturgivare, Termoelement,
typ K = NiCr-Ni,
skyddsrör khantal,
instickslängd 700 mm

2 st mätvärdesomvandlare, Hugo Tillquist,
typ DA 111, G+,
mätområde 0-1200 °C,
utsignal 4-20 mA

(Temperaturgivarna summeras i PDP 11:an och presenteras som medelvärde.)

Temperatur efter panna, 6.

Temperaturgivare, PT100,
med skyddsrör, SIS 2343,
instickslängd 1000 mm, Hugo Tillquist

Mätvärdesomvandlare DA 165, Hugo Tillquist,
mätområde 0-300 °C,
utsingal 0-20 mA

Temperatur efter ekonomiser, 7.

Temperaturgivare, PT 100,
med skyddsrör, SIS 2343,
instickslängd 1000 mm, Hugo Tillquist

Mätvärdesomvandlare, DA 165, Hugo Tillquist,
mätområde 0-200 °C,
utsignal 0-20 mA

Total luftmängd, 8.

Mängden beräknad på fläktens kapacitet. 0 - 68,9 x 1000 Nm^3/h.
Utsignalen från tyristoraggregatets tachogenerator 0-10 V = skall motsvara graderingen i Nm^3/h.

Mätomvandlare, DA 125, Hugo Tillquist,
insignal 0-10 V,
utsignal 0-20 mA

Stoftmätning, 9

AUBURN Triboflow, leverantör Ansko,
givare Auburn 12",
utsignal 4-20 mA,
mätområde ej kalibrerad

6 REDOVISNING AV MÄTRESULTAT

6.1 Allmänt

Den 16 och 17 januari 1990 utfördes de jämförande mätningarna vid panna P6.

Bränslet den 16 januari utgjordes av stycketorv från Umeå Energis torvtäkt Träskmyren, med en TS-halt av 71 % och värmevärdet 22,5 MJ/kg TS. Övriga data, se analysprotokoll från SLL, bilaga 5.

Från den 17 januari kl 07.00 eldades blandat skogsbränsle från Martinsons, Bygdsiljum med en TS-halt av 80,2 % och värmevärdet 19,5 MJ/kg TS. Övriga data, se analysprotokoll från SLL, bilaga 5.

Provtagningsplatsen för respektive mätmetod framgår av bilaga 6.

Mätresultaten har bearbetats i dator för grafisk redovisning i bilaga 7 och 8, där både masspektrometrn och den kommersiella tekniken redovisas på samma diagram. De loggade resultaten har valts så att maximal tidsförskjutning mellan respektive mättidpunkter är cirka 10 sek.

Driftinstrumentens mätningar har registrerats som underlag till utvärderingen för att härigenom möjliggöra eventuell kontroll av resultaten från testmätningarna. Driftmätningarna redovisas i bilaga 9.

6.2 Torveldning

Mätresultaten har sammanställts i nedanstående tabell.

Mätresultat		Masspektrometer			ÅF-instrument		
Komponent		medel	max	min	medel	max	min
O_2 torr gas	vol-%	12,5	13,1	11,3	5,0*	10,2	3,4
CO_2 " "	"	8,6	9,1	8,1	14,1*	15,0	9,6
CO " "	vol-ppm	19	77	0	17*	243	0
SO_2 " "	"	15	17	13	219*	276	190
NO_x " "	"	10	32	0	262*	314	154

* Korrigerat för störning vid provgasbehandlingen (149:e min).

Table 6:1 Measuring results from peat combustion
Tabell 6:1 Mätresultat från torveldning

På grund av isbildning förbikopplades en av de två seriekopplade provgaskylarna. Vid omkopplingen tillfördes mätinstrumentet luft i stället för provgas. De härvid erhållna mätvärdena har uteslutits vid redovisningen i ovanstående tabell.

Masspektrometerns gasbehandlingssystem visade sig läcka i ventilpaketet, dit flera pannor (även avställda) är anslutna. Förhållandet medförde en kraftig utspädning av provgasen med luft, vilket gav höga O_2-halter och icke relevanta emissionsvärden. Systemet kunde inte tätas under provtiden.

Genom utkondensering och sluttorkning av en volymbestämd delgasström bestämde ÅF rökgasens fukthalt till i medeltal 15 voll-% under provet.

Pannan kördes med 80 % last, 25 MW, under tre av provets fyra timmar. Sista provtimmen sänktes lasten till 19 MW.

6.3 Trädbränsleeldning

Läckaget från den första provdagen i masspektrometerns gasbehandlingssystem hade tätats och försökets mätningar kunde genomföras planenligt.

Mätresultaten har sammanställts i nedanstående tabell:

Mätresultat		Masspektrometer			ÅF-instrument		
Komponent		medel	max	min	medel	max	min
O_2 torr gas	vol-%	6,4*	8,7	2,3	6,10°	8,2	2,2
CO_2 " "	"	15,4*	18,6	12,6	13,8**	16,3	10,1
CO " "	vol-ppm	131	2242	0	156	2287	2
SO_2 " "	"	38*	81	13	45°	103	9
NO_x " "	"	119	371	0	231°	385	120

* Korrigerad för nollpunktskalibrering
** Korrigerad för spanndrift (+ 0,36 % CO_2).
° Korrigerad för luftinläckage (lossad slang i 176:e min).

Table 6:2 Measuring results from wood combustion
Tabell 6:2 Mätresultat från trädbränsleeldning

Samtliga ÅF-instrument kalibrerades före provstart och omedelbart efter provets slut mot kalibreringsgas. Härvid konstaterades en spanndrift för CO_2-mätaren. Det beräknade medelvärdet har korrigerats med halva värdet av spanndriften.

Utkondensering och sluttorkning av en volymbestämd delgasström visar att rökgasens fukthalt i medeltal var 12,7 vol-% under provet.

Med pannans driftinstrument under provet registrerade data visas grafiskt i bilaga 9. Under provet uppmätt panneffekt och O_2-halt redovisas nedan.

Komponent		medel	max	min
Effekt	MW	25,0	26,3	23,0
O_2-halt våt gas	vol-%	5,3	7,3	3,3
O_2-halt torr gas	vol-%	6,07*	8,36*	3,78*

* Efter korrektion med av ÅF bestämd fukthalt i rökgas.

Table 6:3 Capacities an O_2-contents, day 2.
Tabell 6:3 Effekt och O_2-halter, day 2.

7 UTVÄRDERING

7.1 Torveldning

På grund av det kraftiga luftinläckaget till masspektrometerns gasbehandlingssystem kan någon relevant jämförelse av mätresultaten mellan de olika mätmetoderna inte utföras vid detta prov. Förhållandet framgår tydligast av den grafiska redovisningen av mätresultaten, bilaga 7.

De med ÅFs instrument erhållna mätvärdena är rimliga.

7.2 Trädbränsleeldning

Vid jämförelse av erhållna mätresultat från masspektrometern och ÅFs instrument kan följande konstateras:

1) O_2-mätning

Jämförelsen visar god överensstämmelse mellan mätmetoderna vad avser rökgasernas O_2-halt. Som medelvärde visar masspektrometern 0,3 procentenheter högre O_2-halt eller cirka 5 % högre värde än ÅFs instrument. Betraktas O_2-kurvorna i bilaga 8 kan en mindre fasförskjutning konstateras, vilken kan ha orsakats av en förskjutning i dataklockornas inställning.

2) CO_2-mätning

Masspektrometern visar som medelvärde 1,6 procentenheter högre CO_2-halt än ÅFs instrument efter dess korrigering för spanndrift. En exakt uppgift om vilken mätmetod som visar korrekt värde för ifrågavarande mätning är svår att ange, eftersom en elementaranalys för bränslet inte genomförts.

Antas att aktuellt bränsle hade en elementaranalys enligt Värmeforskrapport Bränsleteknik 154, figur 6, skogsbränsle samt att masspektrometerns O_2-mätning var korrekt, visar masspektrometerns CO_2-mätning 1,5 procentenhet för högt värde och ÅFs instrument 0,1 procentenhet för lågt värde. Antas vid samma bränsleförutsättningar att den konventionella mätmetoden anger korrekt O_2-halt visar masspektrometerns CO_2-mätning 1,2 procentenhet för högt värde och ÅF-instrument 0,4 procentenhet för lågt värde.

I bilaga 8 redovisade CO_2-kurvor visar i likhet med O_2-mätningar en mindre fasförskjutning mellan värdena uppmätta med masspektrometern respektive ÅFs instrument.

3) CO-mätning

Jämförelsen visar en tämligen god överensstämmelse mellan mätmetoderna. Betraktas CO-kurvorna i bilaga 8, konstateras förutom fasförskjutningen, att den största skillnaden mellan mätmetoderna återfinns i perioden 80-140 minuter från provets början. Vid kontroll av motsvarande period på driftsinstrumenten kan inga anmärkningsvärda avvikelser från normal drift utläsas, varför den ökade skillnaden inte torde vara orsakad av förändrade driftbetingelser.

4) SO_2-mätning

Betraktas SO_2-kurvorna i bilaga 8, framgår det tydligt att den 3 timmar och 20 minuter före provstart avslutade torveldningen påverkar mätresultaten. Vid jämförelse av mätvärdena framgår det att masspektrometern vid de högre SO_2-halterna i början av provet visar väsentligt lägre värden än det kommersiella instrumentet för att vid de lägsta SO_2-halterna i slutet av provet visa något högre värden. Vid SO_2-halter av cirka 30 ppm är kurvorna med beaktande av fasförskjutningen i stort sett sammanfallande.

5) NO_x-mätning

Vid jämförelse av NO_x-kurvorna i bilaga 8 kan konstateras att masspektrometern inte fungerat tillfredsställande under provperioden.

Leverantören menar att detta beror på att instrumentet har låg känslighet för NO i jämförelse med NO_2, varför svängningar i de olika halterna, kan ge stora svängningar i NO_x-halt.

Att djupare gå in i problematiken med mätning av NO_x med denna metod, ligger inte inom ramen för detta projekt. Ett nytt projekt om masspektrometerns funktion och prestanda skulle kanske kunna ge svar på dessa frågor.

6) N_2O-mätning

Resultat från analys av tagna påsprover redovisas i rapport från AGA Special Gas i bilaga 12.

Problemen med masspektrometermätning av N_2O berördes under avsnitt 3 ovan. Det har konstaterats att problem med tillförlitligheten också förekommer vid mätning med konventionell utrustning. I avsikt att kontrollera detta samband gjordes jämförande parallella mätningar av N_2O 1990-02-08 vid ugnslinje P7 med nedan redovisade resultat.

N_2O-halten analyserades därvid dels genom påsprov och dels med mätinstrument av IR-typ, Thermo Electron Medel 46, efter utspädning i ett EPN-system av ett delgasflöde ur skorstenen. Onoggrannheten beräknades till ± 6 %.

Prov 1

Provtid kl	Påsprov ppm NO	EMK-instr ppm N_2O	
10.47		5,39	
10.48		5,49	
10.49		4,88	Mv =
10.50	4,0	5,49	5,23
10.51		4,98	
10.52		5,14	

Prov 2

Provtid kl	Påsprov ppm N_2O	EMK-instr ppm N_2O	
13.50		3,99	
13.51		3,81	
13.52	2,0	4,07	Mv =
13.53		4,33	4,03
13.54		3,91	
13.55		4,07	

Med utgångspunkt från resultaten ovan torde en jämförelse med eventuella mätresultat avseende N_2O med masspektrometer inte kunnat ge svar på vilken mätmetod som ger rätt resultat.

8 SLUTSATSER

På basis av ovan redovisade resultat från de jämförande mätningarna kan följande fördelar respektive nackdelar med masspektrometerteknik, i denna tillämpning, noteras.

Fördelar

* Ett och samma instrument kan användas för mätning av flera parametrar.

* Samtliga parametrar av intresse för denna typ av mätning kan valfritt inprogrammeras, således hög flexibilitet.

* Installation av separata mätinstrument för varje parameter kan undvikas. En fördel för anläggningsägare med små resurser.

* Anlitande av dyrbara mätinsatser från externa företag kan minimeras.

* Själva mätvärdena bedöms som jämförbara med konventionell teknik, liksom snabbheten och följsamheten att registrera förändringar i driften.

* Mindre personalkrävande under själva mätperioden än motsvarande mätning utförd med konventionell extern mätutrustning.

Nackdelar

* Tillgängligheten är sämre än med konventionell teknik, bl a beroende på inkopplingen av gasprovtagningssystemet (ventilbatterier som läcker etc), vilket får ses som en integrerad del av masspektrometern. De misslyckade mätningarna från dag 1 är "typiska" fel härvidlag.

* Tillgängligheten försämras dessutom av elektronikfel, som är att hänföra till att elektroniken är för oskyddat utförd och vekt uppbyggd för denna typ av användning. Ett elektronikfel slår dessutom ut mätningen av samtliga parametrar.

* Dokumentationen och utbildningen från fabrikanten är bristfällig. Detta beror till viss del på att masspektrometern tillverkas i utlandet och att fabrikanten saknar för ändamålet lämpliga resurser i Sverige, vilket också bidrar till att fel är svårare och mer tidsödande att åtgärda.

* Personalens större erfarenhet vid konventionell utrustning bidrar till en bättre känsla för eventuella bristfälligheter i mätresultaten, liksom bristernas orsak och verkan. Ett fel vid mätning med masspektrometer medför i dagsläget större rådvillhet, vilket ytterligare accentuerar masspektrometerns "sämre" tillförlitlighet.

Sammanfattning och förslag till fortsatt arbete

Av ovan listade för- och nackdelar med masspektrometerutrustning för kontinuerlig mätning av rökgaser framgår, att tekniken i denna tillämpning inte är helt utvecklad utan behäftad med flertalet brister, som kan hänföras till kategorin "barnsjukdomar".

Utrustningen, med sin nuvarande utformning och funktion, förefaller mer lämpad för laboratoriebruk under översyn av specialutbildad personal. Som ett led i en utveckling mot en tillförlitlig teknik för rökgasmätningar rekommenderas att föreliggande jämförelse utvidgas med bl a följande insatser.

- Förnyad mätning över en längre provperiod för att härigenom minska konsekvenserna av eventuella fel som kan uppstå.

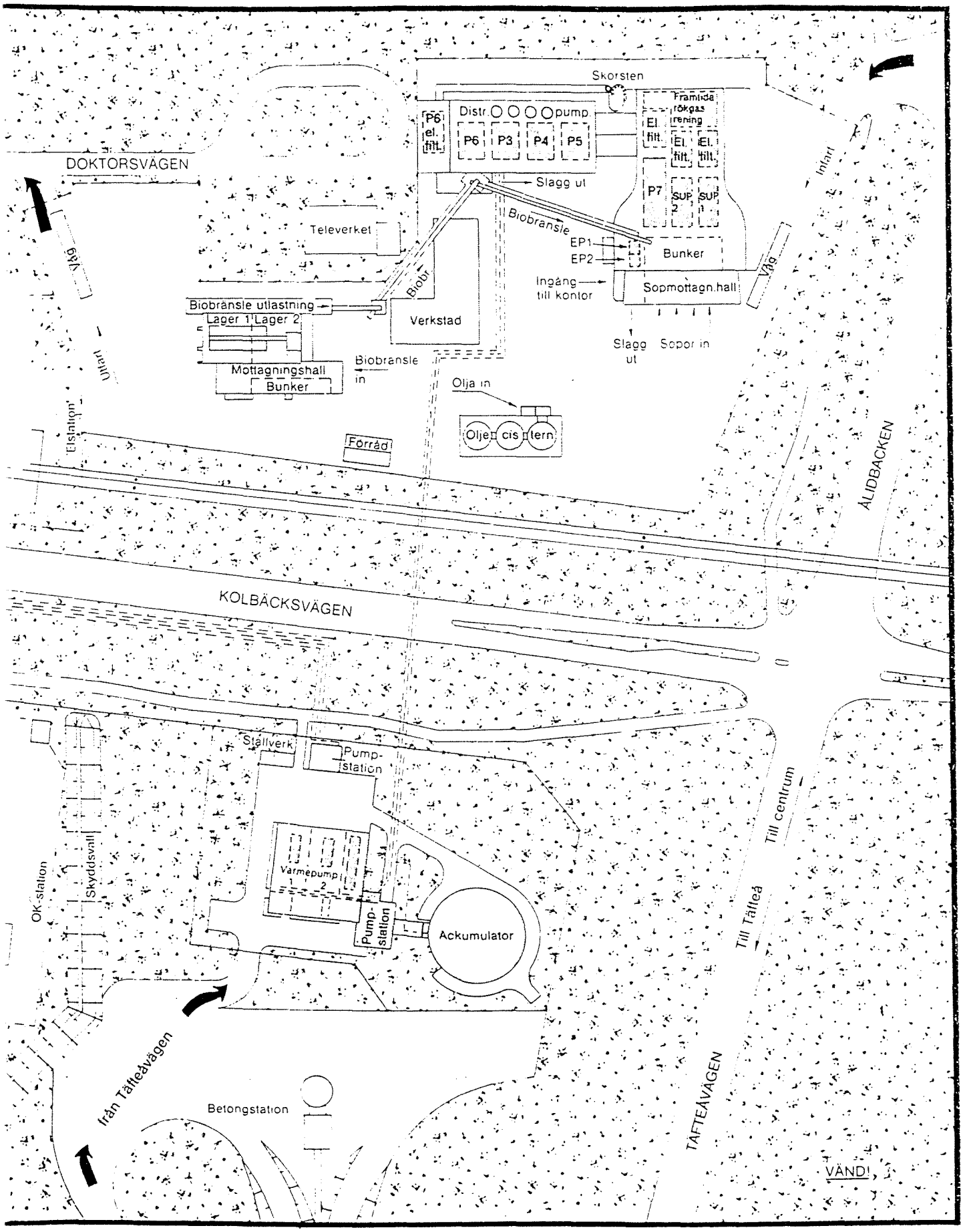
- Mätningarna utvidgas att även omfatta bränsleanalyser, där bränsleprov tas och registreras tidsmässigt. Elementaranalys av varje prov utförs.

- Jämförelse av det årliga underhållsbehovet för vardera mätteknik genomförs på basis av tillgängliga statistikuppgifter.

BILAGA 1
sid 1

UMEÅ ENERGI AB

Situationsplan över energibolagets anläggningar på Ålidhem



0 10 20 30 40 50 m

NÄGRA DATA OM ÄLDREHEMSANLÄGGNINGEN (1987)

Från anläggningen försörjer Umeå Energi AB:s värmeenhet mer än 1 200 abonnenter i Umeå tätort med hetvatten för lokaluppvärmning och för tappvarmvatten. Energiomvandlingen sker i olika pannor, nämligen i

Panna	Bränsle	Byggår	Leverantör	Effekt (MW)
SUP 1	Sopor	1970	von Roll	10,0
SUP 2	sopor	1970	von Roll	10,0
P3	Olja	1973	Generator	46,4
P4	Olja	1976	Generator	46,4
P5	Olja	1978	Völund	46,4
P6	Olja/biomassa	1982	Generator	35,0/30,0
P7	Sopor/biomassa	1985	Generator	18,0
EP1	El	1973	Zander & Ingeström	10,0
EP2	El	1982	Zander & Ingeström	10,0
VP1	värmepump spillvatten	1982	ASEA-Stal	17,0
VP2	värmepump spillvatten	1982	ASEA-Stal	17,0
			Totalt ca	266,0

Till detta kommer en 18 000 m^3 ackumulator, Finnboda AB,
som har en effektersättande kapacitet på ca 30,0

ca 296,0

Dessutom anslutet till nätet topplastcentraler på

Kv Ryttaren				
P3	Olja	1973	Generator	15,0
P4	Olja	1983	Generator	20,0
Kv Osthyveln				
EP	El	1981	Zander & Ingeström	10,0
Landsting				
EP	El	1972	Zander & Ingeström	10,0
			Totalt ca	350,0

Levererad energi enligt prognos uppeldade bränslen:

	Tusen ton	GWh	% ca
Sopor	75	135	21,5
Värmepump	57	165	26,0
Biomassa	55	140	22,5
Olja	16	165	26,0
El	26	25	4,0
		630	100,0

Topplast (under den kallaste vintern) är ca 200-220 MW minimilast (på sommaren) är ca 10-15 MW och meddelast är ca 70 MW

Anläggningens kapacitet och pannornas sammansättning vad gäller bränsleval gör det möjligt att alltid använda de pannor som ger bästa möjliga ekonomi med hänsyn till bränsleförsörjning och tillgänglighet.
Att omvandla energi av olika energibärare kostar (preliminärt)

- sopor ca 1,5 öre/kWh
- värmepump ca 7,85 öre/kWh
- biobränsle ca 12,00 öre/kWh
- olja ca 18,49 öre/kWh
- el ca 17,94 öre/kWh

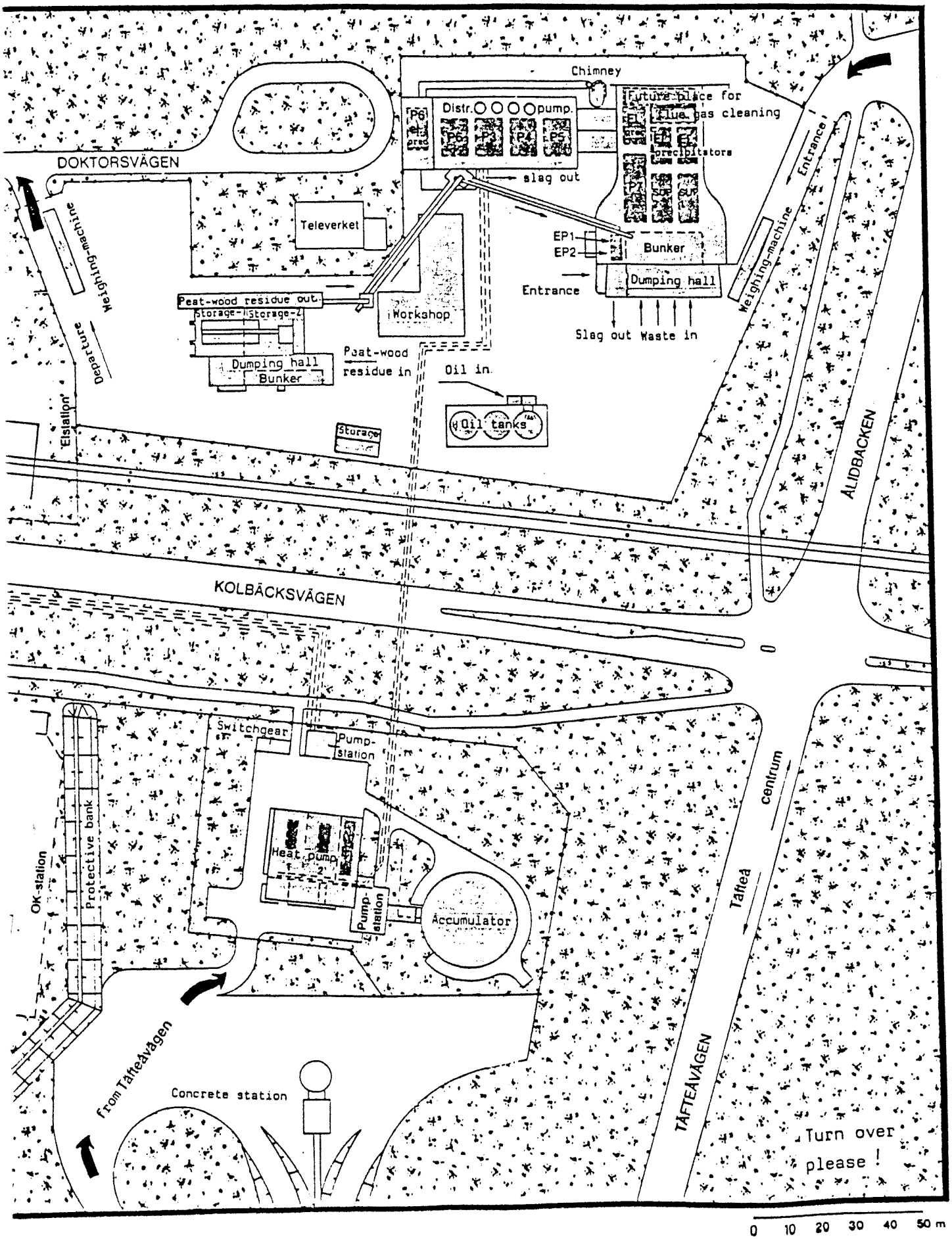
Abonnenternas hetvattenförsörjning sker genom mer än 10 mil långt kulvertnät. I systemet finns 2 st tryckstegringsstationer, byggår 1986. Framvattnet är 80-120°C (beroende på årstiden) och returvattnet är ca 50-70°C.

Anläggningens kvalitet ur miljösynpunkt är effektivare än de individuella fastbränsleeldade villapannorna. Våra fastbränslepannor är försedda med elfilter som renar gasen med en hög effektivitet. Sättes stora krav på bättre energiutnyttjande genom optimering av förbränningen ger detta mindre rökgasutsläpp. Tack vare ackumulatorn kan pannornas belastning styras och nå ett renare utsläpp. De sista åren minskade det totala utsläppet betydligt med idrifttagandet av värmepumparna.
Värmepumparna (som utnyttjar avloppsvattens och Bowaters spillvattens värmeinneinnehåll) ur miljösynpunkt den bästa möjliga lösningen.

Trots dessa och andra åtgärder finns mycket kvar att göra. Under 1987 och 1988 blir våra största ansträngningar och satsningar att förbättra på detta område (t ex rökgaslaboratorium, rökgaskondensering, nya värmepumpar osv).

UMEÅ ENERGI AB

SITE LAY-OUT OF THE HEATING PLANT SYSTEM AT ALIDHEM



SOME DATA OF THE ALIDHEM PLANT (1987)

The district heating department of Umeå Energi AB supplies more than 1.200 subscribers with hot water within the Umeå Centre, mainly produced by the district heating plant at Alidhem. The energy is produced by heating units as follows:

Unit	Fuel	Start-up year	Supplier	Effect (MW)
SUP 1	Household refuse	1970	von Roll	10,0
SUP 2	Household refuse	1970	von Roll	10,0
P3	Oil	1973	Generator	46,4
P4	Oil	1976	Generator	46,4
P5	Oil	1978	Völund	46,4
P6	Oil/peat-wood residue	1982	Generator	35,0/30,0
P7	Household waste/peat/ wood residue	1985	Generator	18,0
EP1	Electricity	1973	Zander & Ingeström	10,0
EP2	Electricity	1982	Zander & Ingeström	10,0
VP1 (heat pump)	sewage	1984	ASEA-Stal	17,0
VP2 (heat pump)	sewage	1984	ASEA-Stal	17,0
			Total approx.	266,0

Added to this, there is an accumulator tank of 18.000 m^3, Finnboda AB, with a replacement power supply of about 30,0

296,0

The height of the chimney is 62 m ground clearance (92 m relative elevation).

Furthermore following top load units are connected to the district heating supply system

Ryttaren				
P3	Oil	1973	Generator	15,0
P4	Oil	1983	Generator	20,0
Osthyveln				
EP	Electricity	1981	Zander & Ingeström	10,0
Landsting				
EP	Electricity	1972	Zander & Ingeström	10,0
			Total approx.	350,0

Energy supplied corresponding to consumed fuel according to the forecast:

Fuel	1.000 tons	GWh	% appr
Household waste	75	135	21,5
Heat pumps	57	165	26,0
Peat/wood residue	55	140	22,5
Oil	16	165	26,0
Electricity	26	25	4,0
		630	100,0

Top lod during the coldest winter is about 200-220 MWh, minimum load during the summer is about 10-15 MWh and the mean load is about 70 MWh.

The capacity of the plant and the combination of the units concerning the fuel selection makes it possible to mainly make use of the units giving best possible economical result concerning to fuel supply and the approachability of the units. A conversion of energy into heat from following fuels costs approximately (öre/kWh)

- household waste 1,5
- heat pumps 7,85
- peat/wood resedue 12,00
- oil 18,49
- electricity 17,94

Regarding to the modern plant and the different conversion possibilaties of the energy has resulted in one of the lowest heating charge in Sweden.

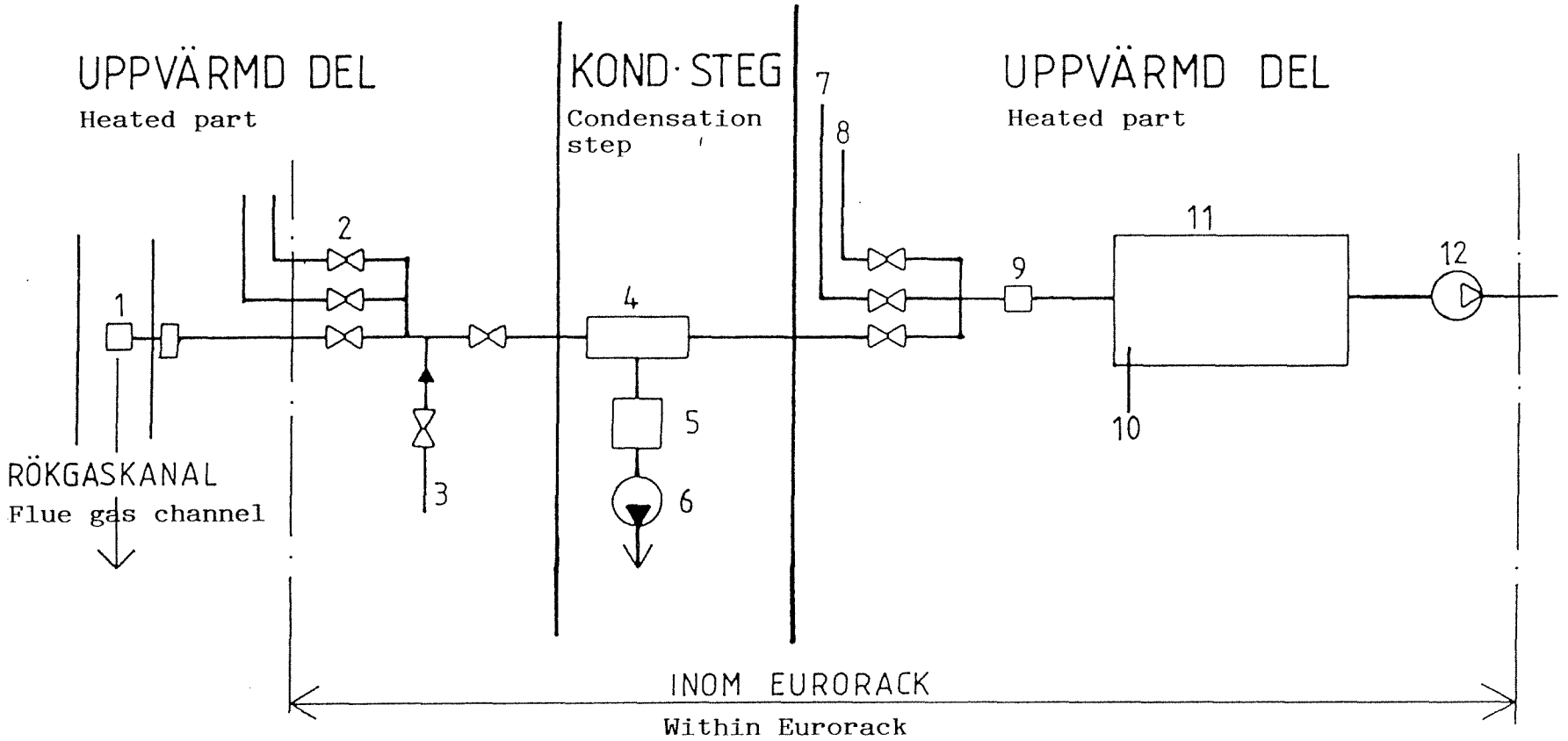
The subcribers are supplied by heat through a more than 100 km underground culvert system. Two booster stations within the culvert system were started up in 1986. The temperature of the district heating water is 80-120 °C and the return water is about 50-70 °C.

The status of the Alidhem plant, concerning the view of environmental influence, is more effective than small villa boilers using peat or wood. Our peat/wood residue and household waste supplied units are equipped with electric precipitators cleaning the flue gas in a high efficiency. This in combination with an optimal conversion of the energy and combustion results into less pollutions. Regarding to the accumulator tank the process can be controlled in a more effective way, which also results in less and cleaner pollutions. The last years the total pollution increased notably after the start-up of the heat pumps. The heat pumps (using the thermal content in the sewage from Bowaters and the purifying plant) is the best solution regarding to the view of environmental influence.

In spite of these measures there is a lot to do. 1987 and 1988 will be the period when we are investing and forcing to improve this field (e.g. a flue gas laboratory, a development of the flue gas cleaning system, additional heat pumps etc).

Océ
152-54

874.377



FÖRKLARINGAR

1. PROVTAGNINGSSOND MED FILTER
2. VENTILPAKET
3. RENBLÅSNINGSLUFT
4. ELKYLARE
5. KONDENSATKÄRL
6. PUMP
7. N_2 – GAS
8. SYNTETISK LUFT
9. FILTER
10. JONISERINGSGAS
11. ANALYSDEL
12. PUMP

Explanations

1. Test probe with filter
2. Valve block
3. Air for cleaning
4. Electric cooler
5. Condensate wessel
6. Pump
7. N_2-gas
8. Syntetic air
9. Filter
10. Ionizing gas
11. Analyzing part
12. Pump

BILAGA 2

Enclosure 2

Bilaga 3
Enclosure 3

Val av joniseringsgas

Choice of ionizing gas

För att bestämma vilken gas som kan jonisera önskat ämne kan följande termodynamiska samband användas.

$H(Kr^+, Xe^+) + H(X) \quad H(X^+) + H(Kr, Xe)$

$H(Kr^+) = 14$ eV $H(Kr) = 0$
$H(Xe^+) = 12,1$ eV $H(Xe) = 0$

$H(X)$ = Energi hos neutrala species
$H(X^+)$ = Energi hos joniserade species

Exempel A: CO_2

$Xe^+ + CO_2$		$CO_2^+ + Xe$	
H = 12,1 eV	-4.1 eV	9,6 eV	0 eV
Summa H = 8,0 eV		Summa H = 9,6	

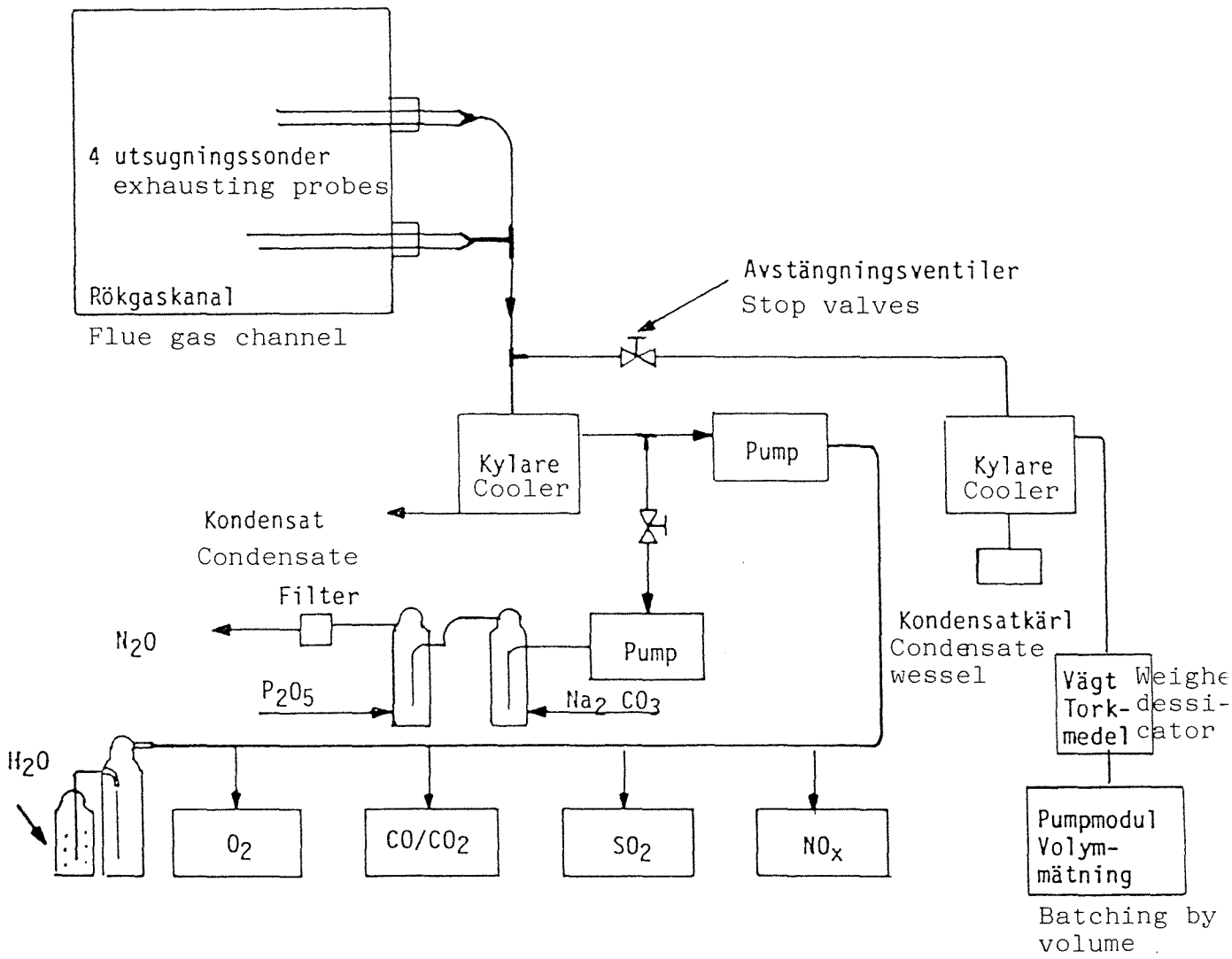
Xenon kan ej användas för jonisering av CO_2.

$Kr^+ + CO_2$		$CO_2^+ + Kr$	
H = 14 eV	-4,1 eV	9,6 eV	0 eV
Summa H = 9,9 eV		Summa H = 9,6 eV	

Alltså kan krypton användas för jonisering av CO_2.

Xe^+ har två joniseringspotentialer. 2/3 finns på 12,1 eV och 1/3 på 13,4 eV. Jonisering av N_2O kräver 12,8 eV, vilket betyder att både Xe^+ och Kr^+ egentligen kan jonisera N_2O. Men eftersom även CO_2 joniseras vid användning av krypton "försvinner" den lilla mängd N_2O, som finns i förhållande till mängden CO_2, vid mätningen.

BILAGA 4
Enclosure 4



PROVTAGNINGSPRINCIP FÖR KOMMERSIELLA MÄTNINGAR.

Measuring method for conventionell measurements

Statens Lantbrukskemiska Laboratorium

UMEÅ ENERGI AB
Box 224

901 05 UMEÅ

UNDERSÖKNING AV TORV/FLIS
Analysis peat/fuel chips
Prov inkom till lab: 900117

PROV MÄRKT	ANALYS Torrhalt % av prov	Askhalt % av Ts	Värmev kal MJ/kg Ts	Värmev eff MJ/kg Ts
TIPPFICKA TORV E 1426.....:	72.7	3.4	23.78	22.55
TIPPFICKA TORV E 1427.....:	67.4	3.8	23.74	22.50
TIPPFICKA TORV E 1428.....:	71.2	3.4	23.72	22.48
TIPPFICKA TORV E 1429.....:	72.5	3.2	23.80	22.57
LUCKA FLIS E 1441.....:	78.4	1.2	20.90	19.67
FICKA FLIS E 1442.....:	82.7	0.6	20.70	19.48
FICKA FLIS E 1443.....:	79.6	1.4	20.68	19.45
ASKA TORV E 1445.....:			0.70	
ASKA FLIS E 1446.....:			1.50	

PROV MÄRKT	ANALYS Värmevärde MJ/kg prov	Svavel % av Ts	Kväve % av Ts
TIPPFICKA TORV E 1426.....:	15.73	0.20	1.9
TIPPFICKA TORV E 1427.....:	14.36	0.20	1.9
TIPPFICKA TORV E 1428.....:	15.29	0.22	1.9
TIPPFICKA TORV E 1429.....:	15.69	0.22	1.9
LUCKA FLIS E 1441.....:	14.89	0.03	0.24
FICKA FLIS E 1442.....:	15.69	0.03	0.12
FICKA FLIS E 1443.....:	14.99	0.03	0.22
ASKA TORV E 1445.....:		0.16	0.02
ASKA FLIS E 1446.....:		0.24	0.06

UMEÅ 900206
STATENS LANTBRUKSKEMISKA LAB. SLL

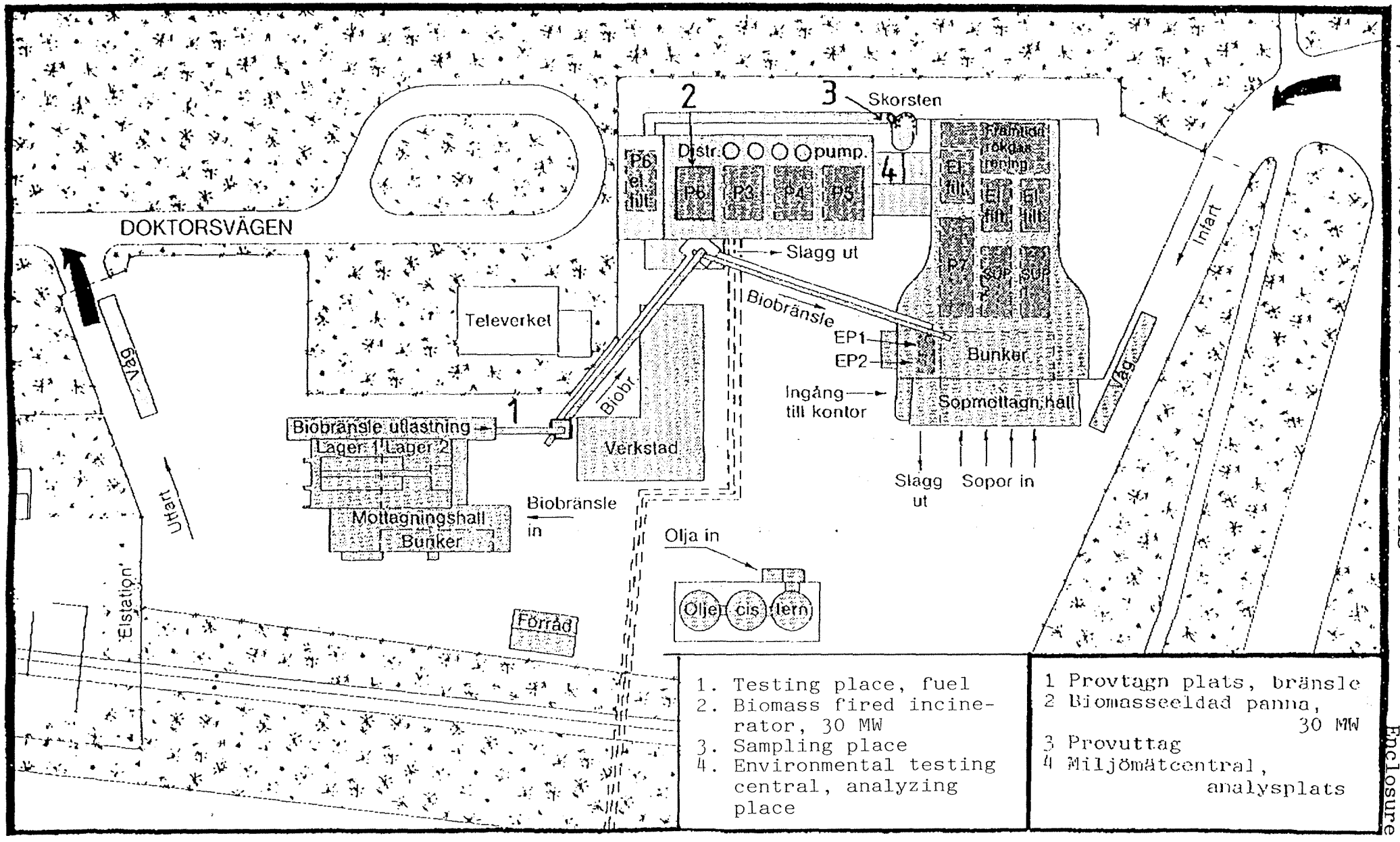
U. Simonsson

Postadress
Box 5097

Besöksadress
Röbäcksdalen

Telefon
090-13 53 10 (vx)

Postgiro
5 98 13-6



1. Testing place, fuel
2. Biomass fired incinerator, 30 MW
3. Sampling place
4. Environmental testing central, analyzing place

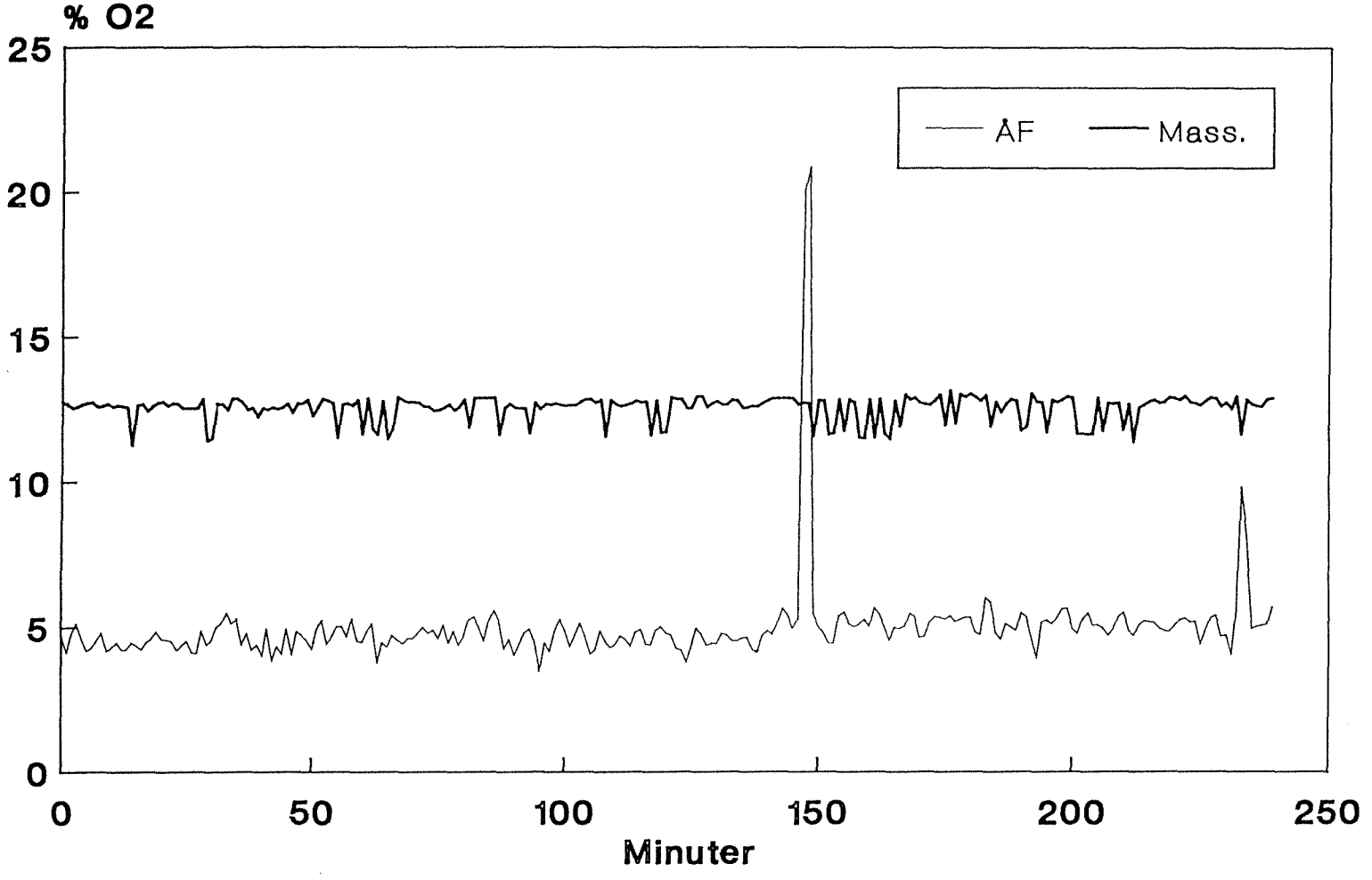
1 Provtagn plats, bränsle
2 Biomasseeldad panna, 30 MW
3 Provuttag
4 Miljömätcentral, analysplats

PROVTAGNINGSPLATSER TESTING PLACES

BILAGA 6
Enclosure

UMEA ENERGI P6

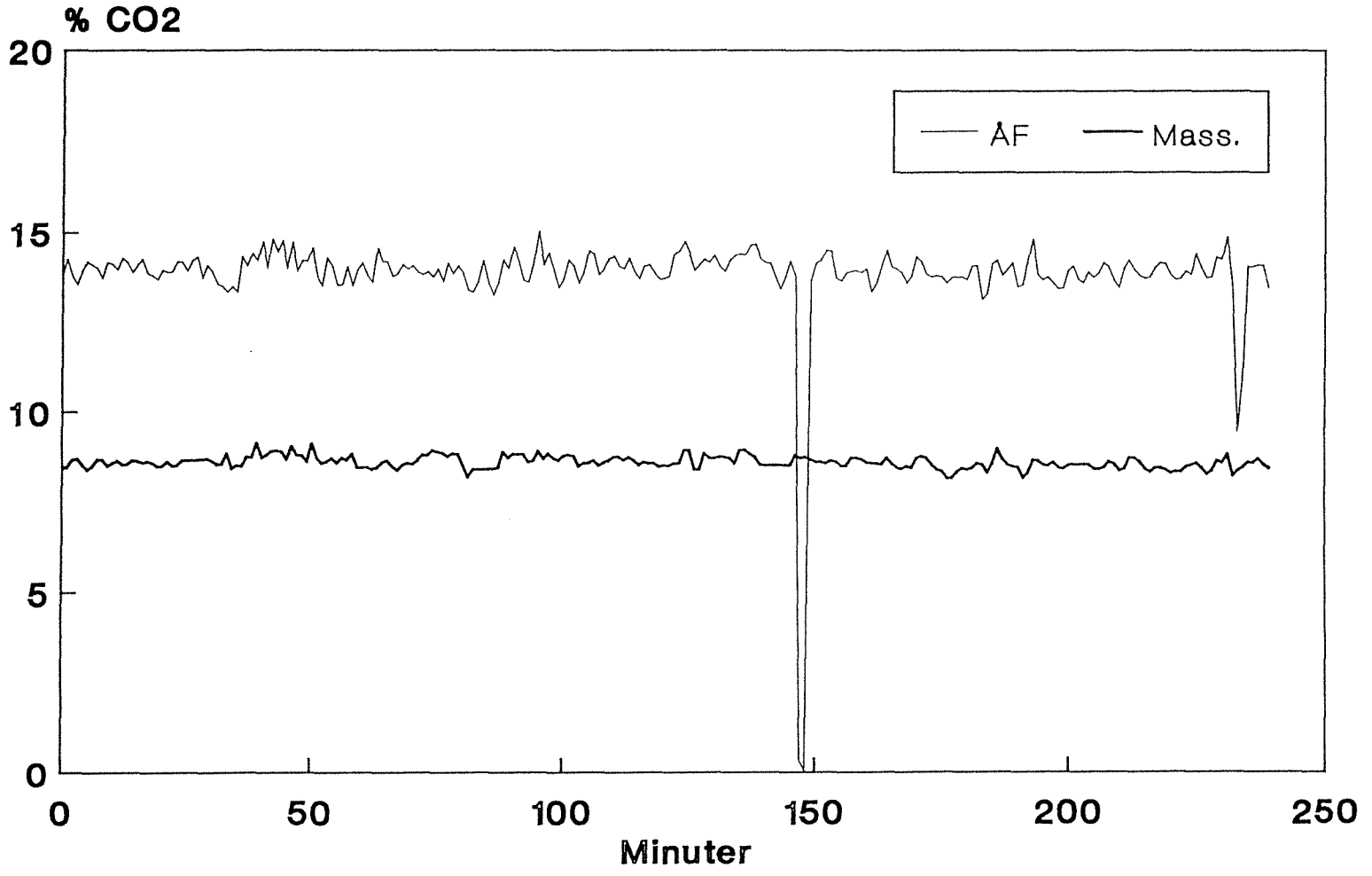
90-01-16 10:01--14:01 O2



AF 90-04-05

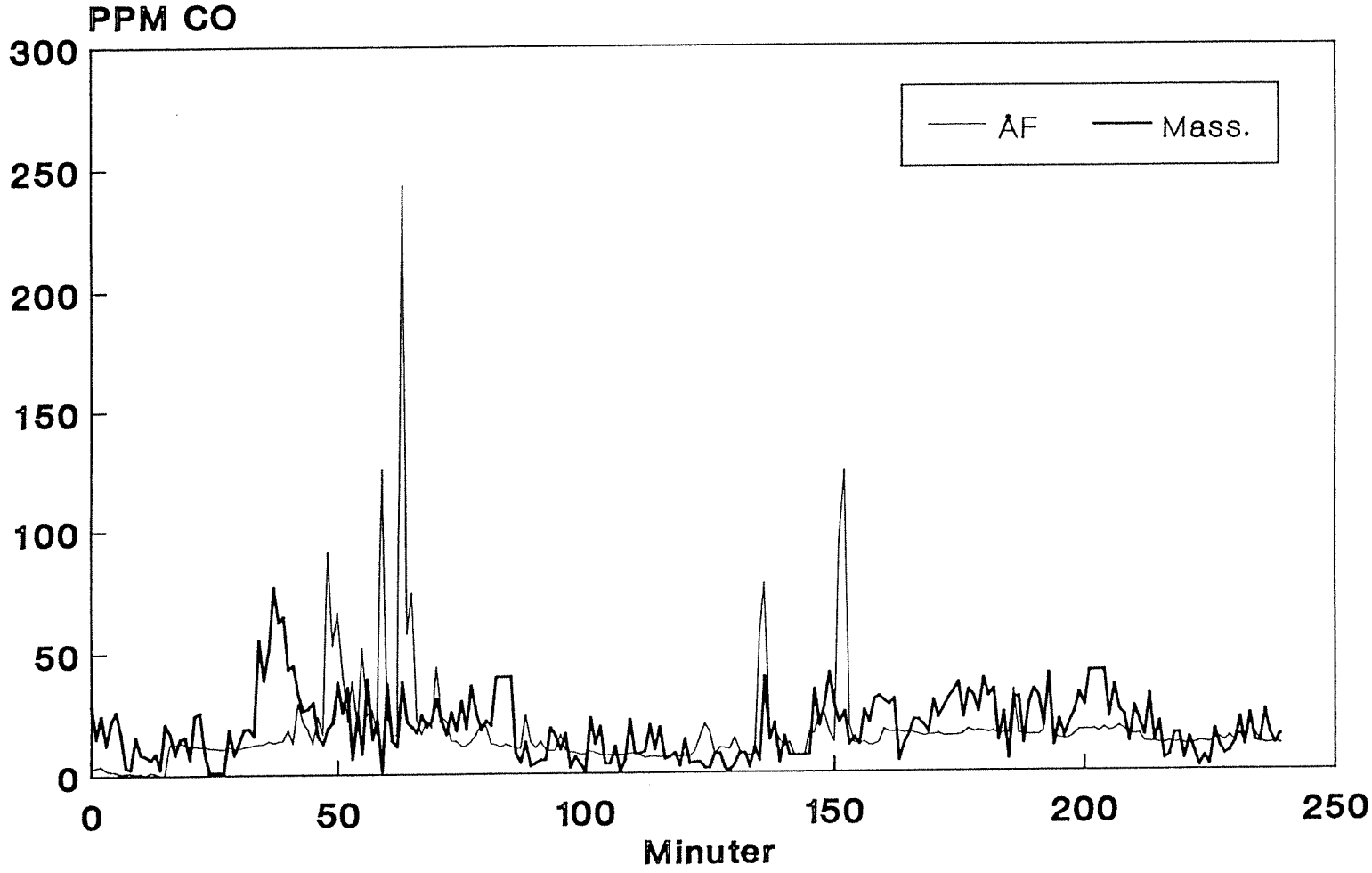
BILAGA 7.1
Enclosure 7.1

UMEÅ ENERGI P6
90-01-16 10:01--14:01 CO2



AF 90-04-05

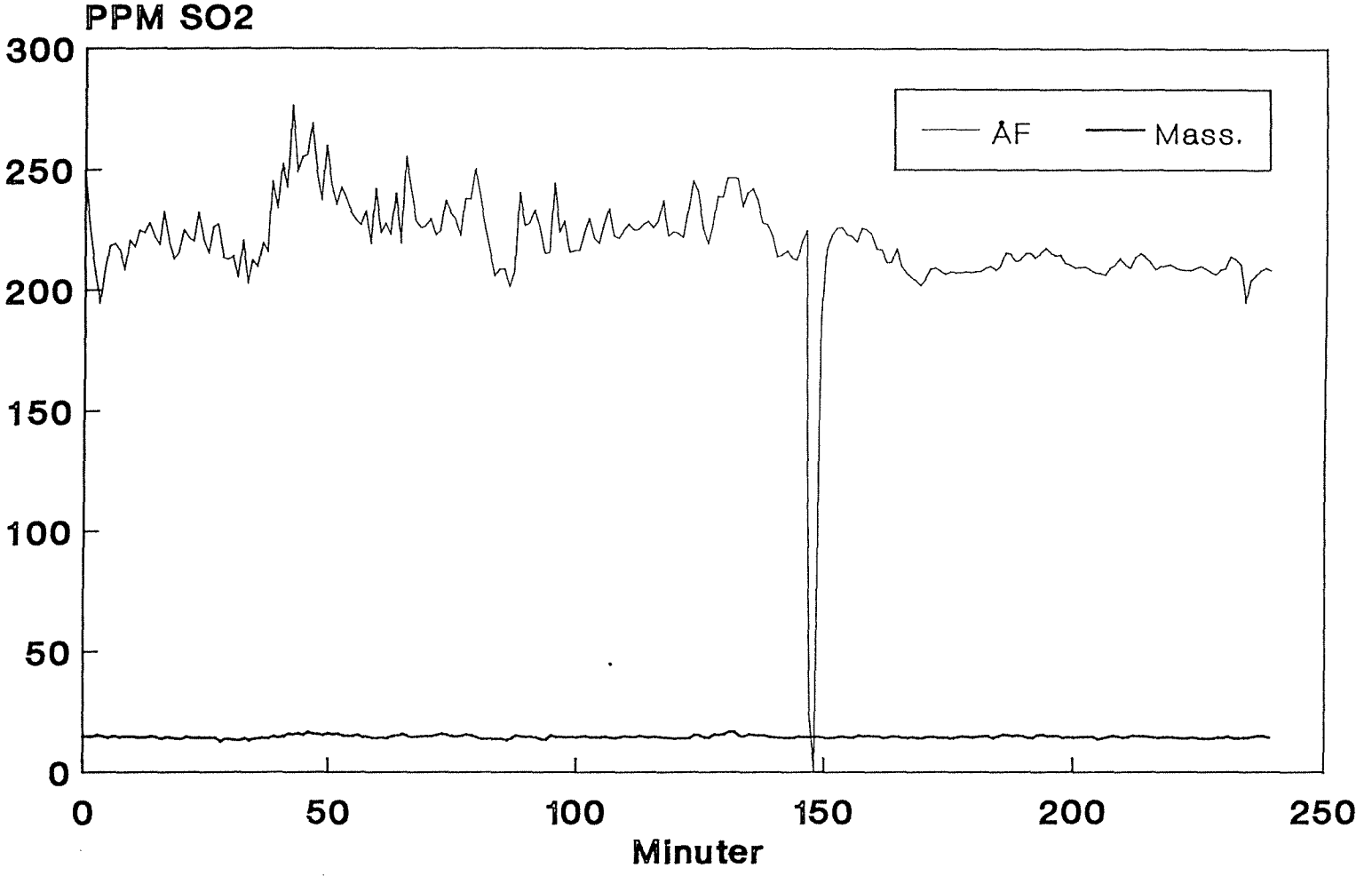
UMEÅ ENERGI P6
90-01-16 10:01--14:01 CO



AF 90-04-24 Rev

BILAGA 7.3
Enclosure 7.3

UMEÅ ENERGI P6
90-01-16 10:01--14:01 SO2

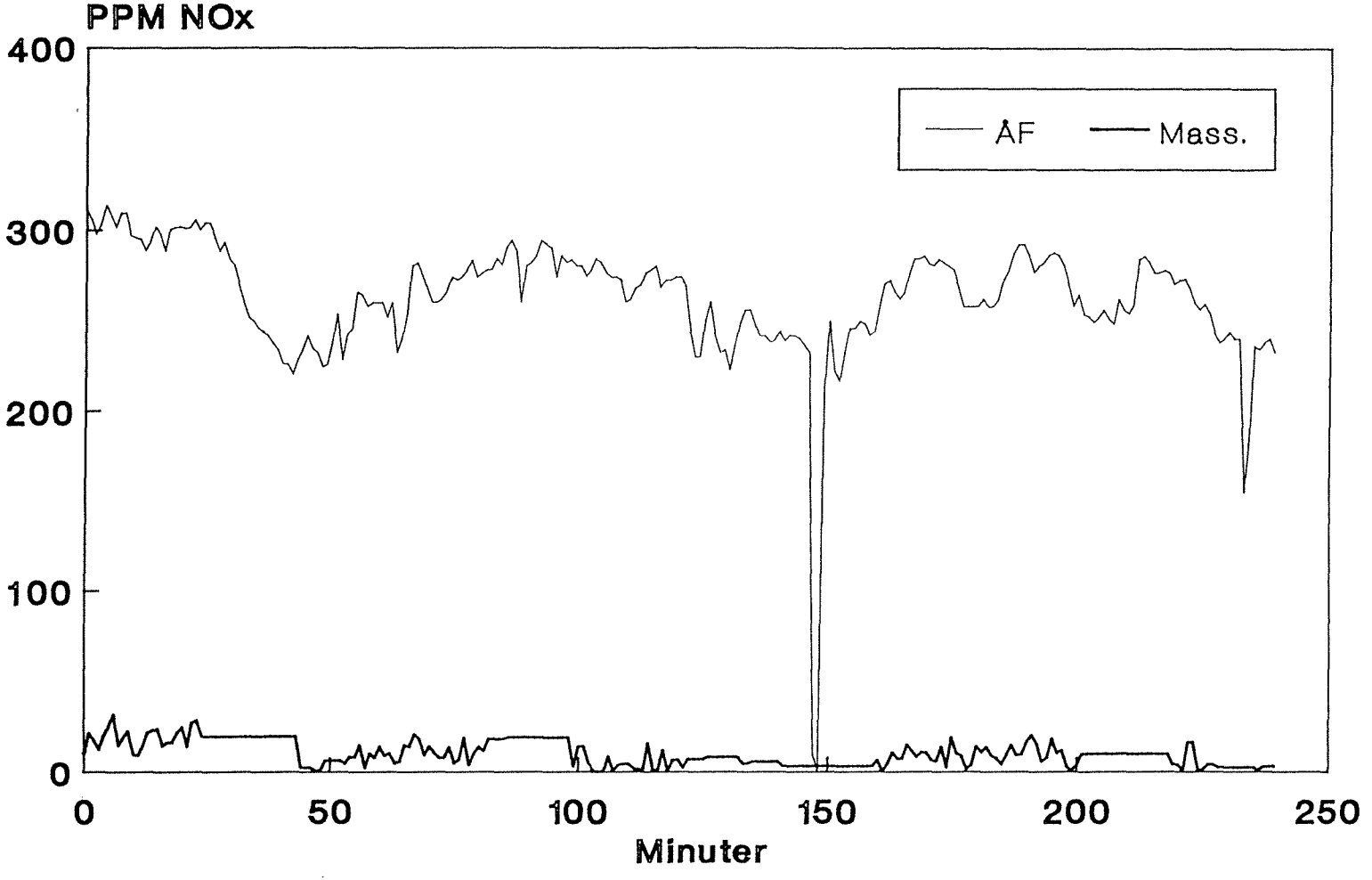


AF 90-04-24 Rev

BILAGA 7.4
Enclosure 7.4

UMEÅ ENERGI P6

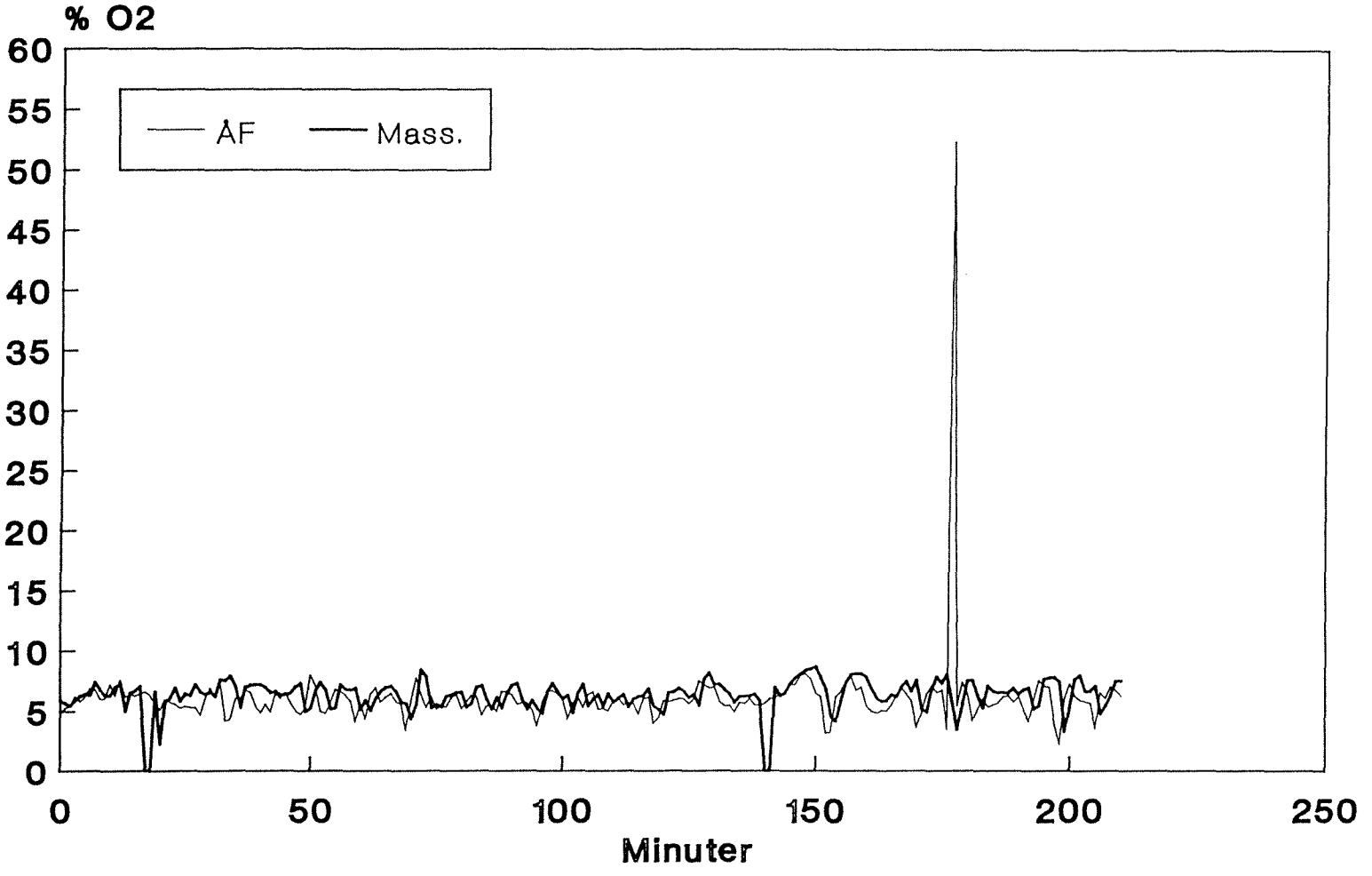
90-01-16 10:01--14:01 NOx



AF 90-04-24 Rev

BILAGA 7.5
Enclosure 7.5

UMEA ENERGI P6
90-01-17 10:20--13:50 O2

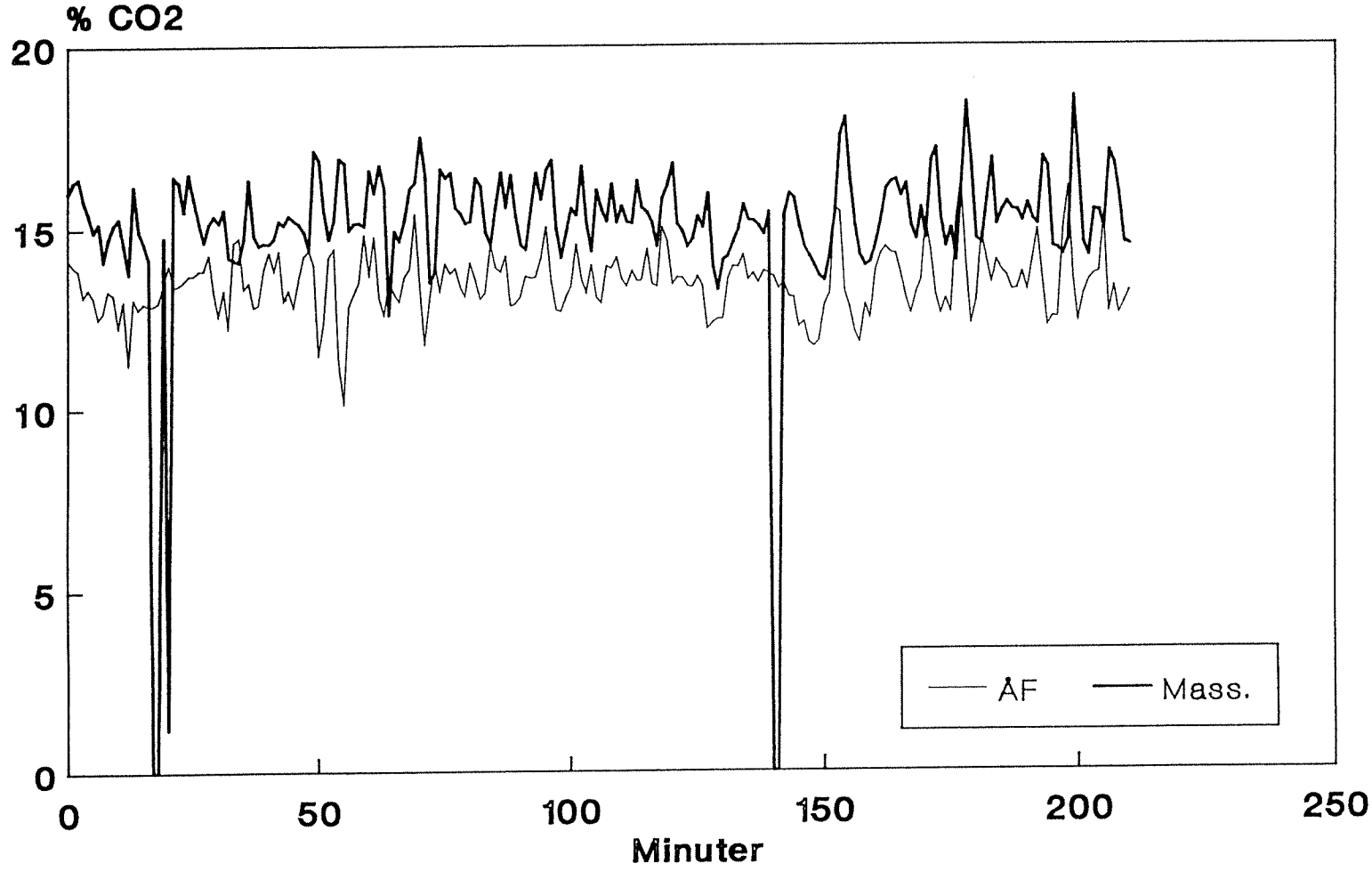


AF 90-04-18 Rev

BILAGA 8.1
Enclosure 8.1

UMEA ENERGI P6

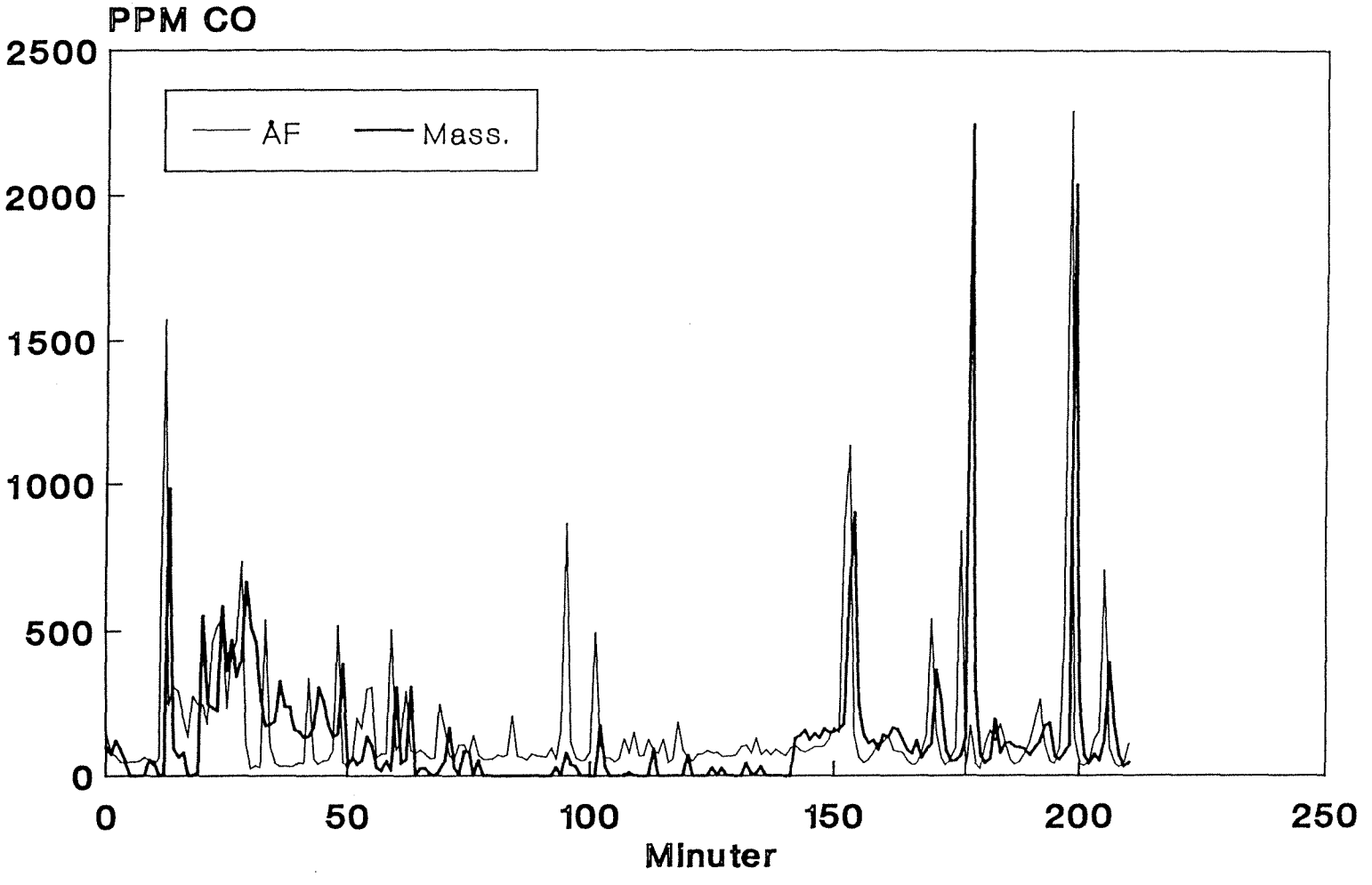
90-01-17 10:20--13:50 CO2



ÅF 90-04-18 Rev

BILAGA 8.2
Enclosure 8.2

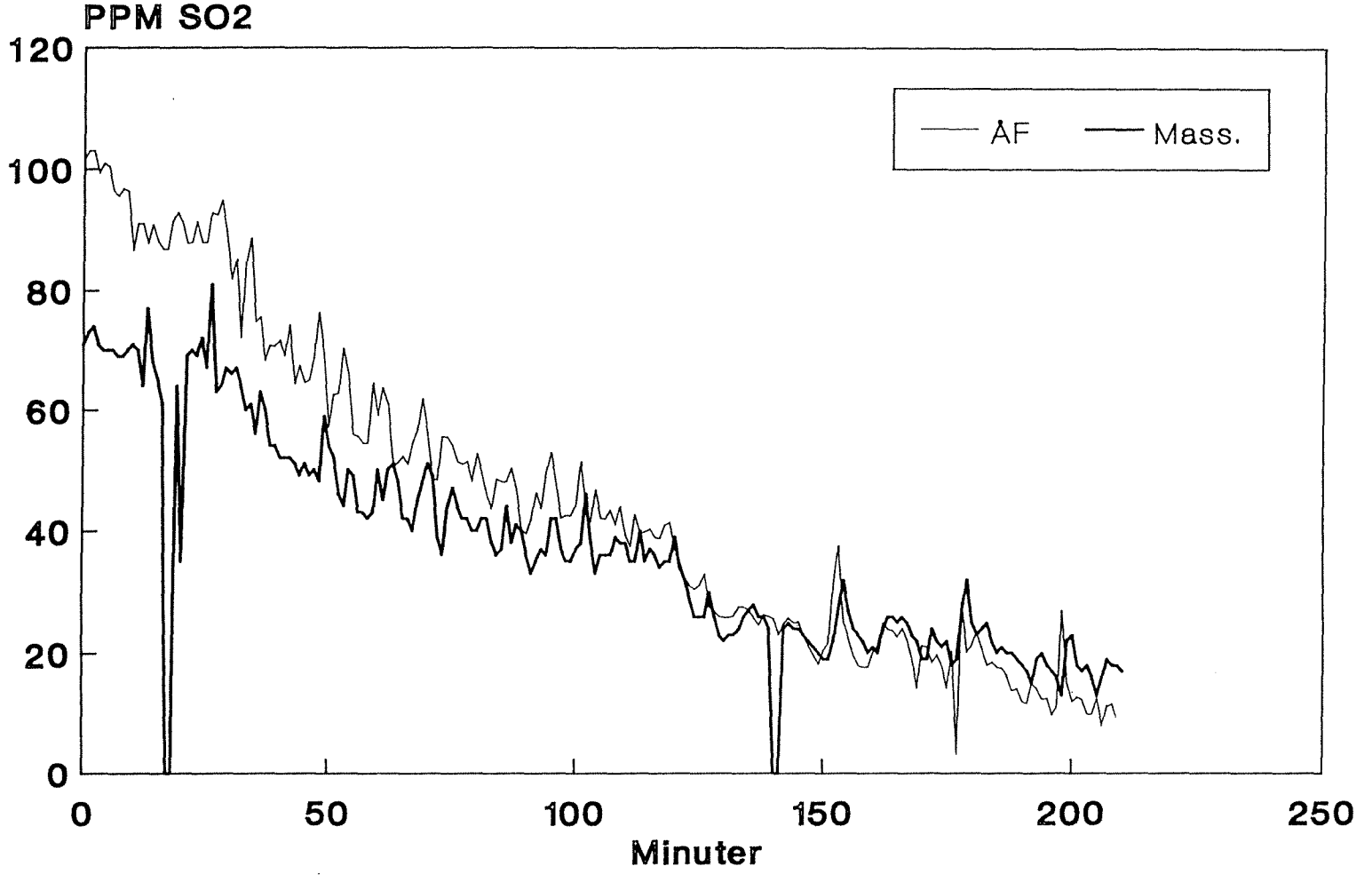
UMEÅ ENERGI P6
90-01-17 10:20--13:50 CO



AF 90-04-18 Rev

BILAGA 8.3
Enclosure 8.3

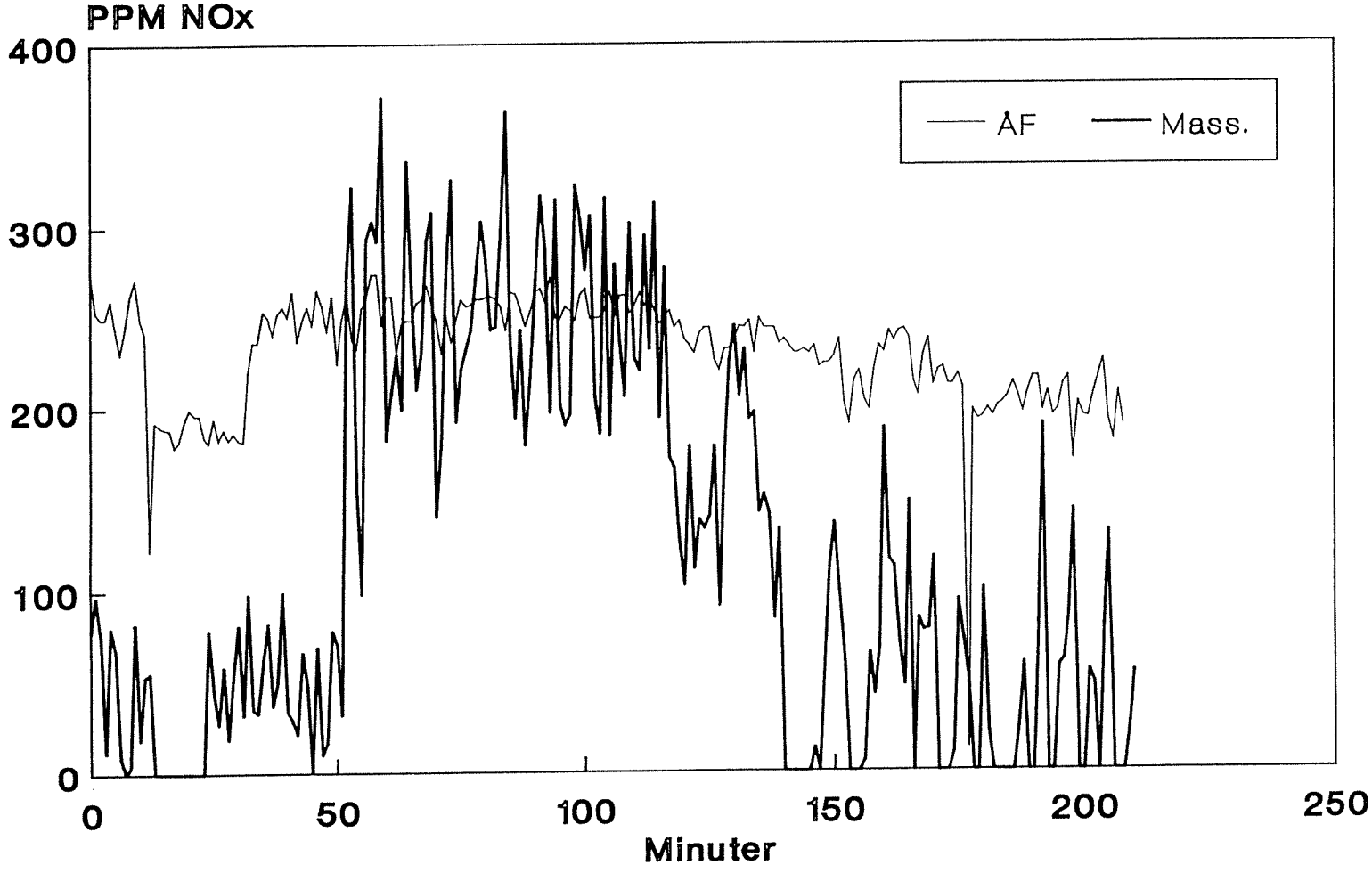
UMEA ENERGI P6
90-01-17 10:20--13:50 SO2



AF 90-04-18 Rev

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50 NOx



AF 90-04-18 Rev

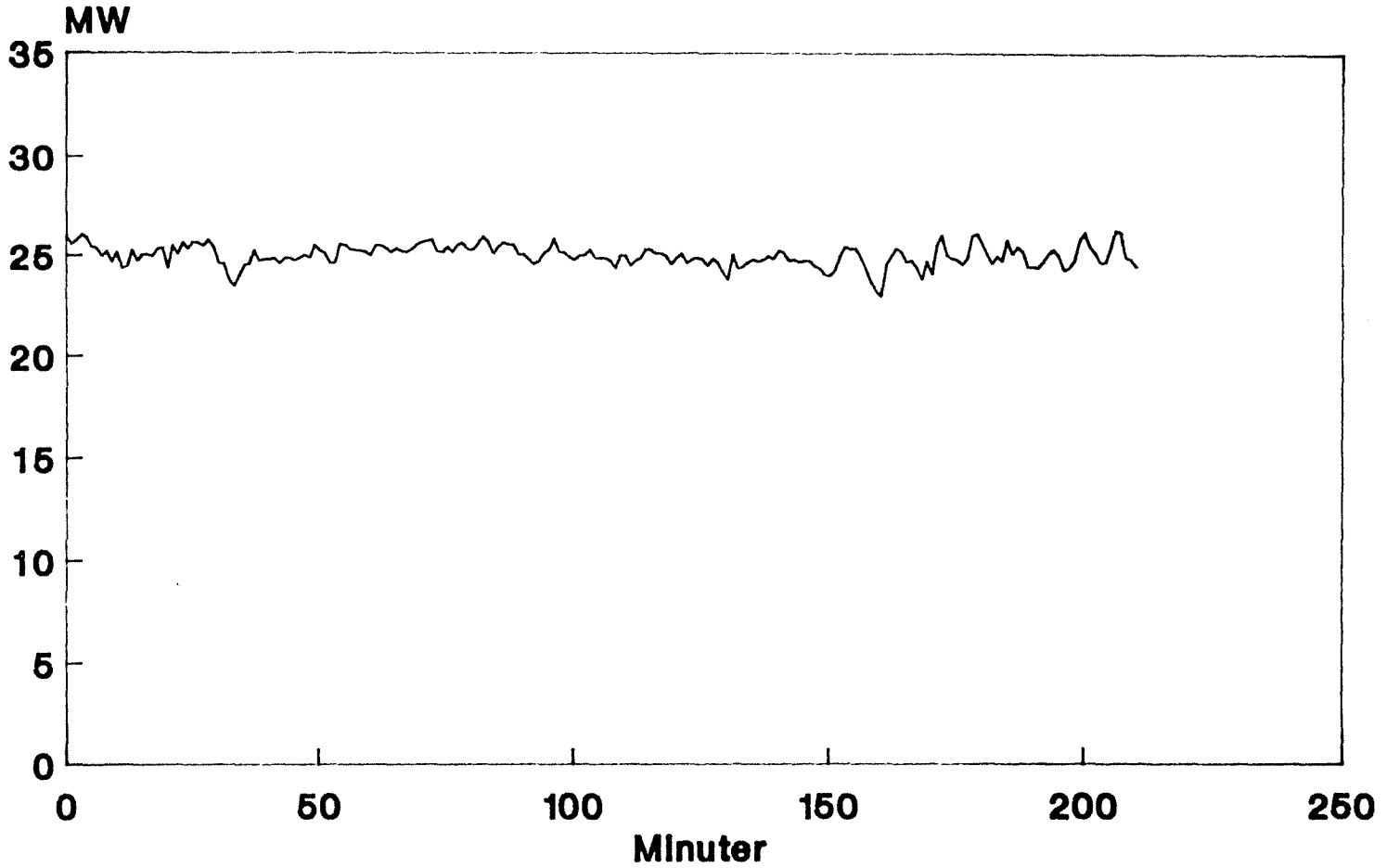
BILAGA 8.5
Enclosure 8.5

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

Effekt Driftinstrument

Power Operating instruments



AF 90-04-24

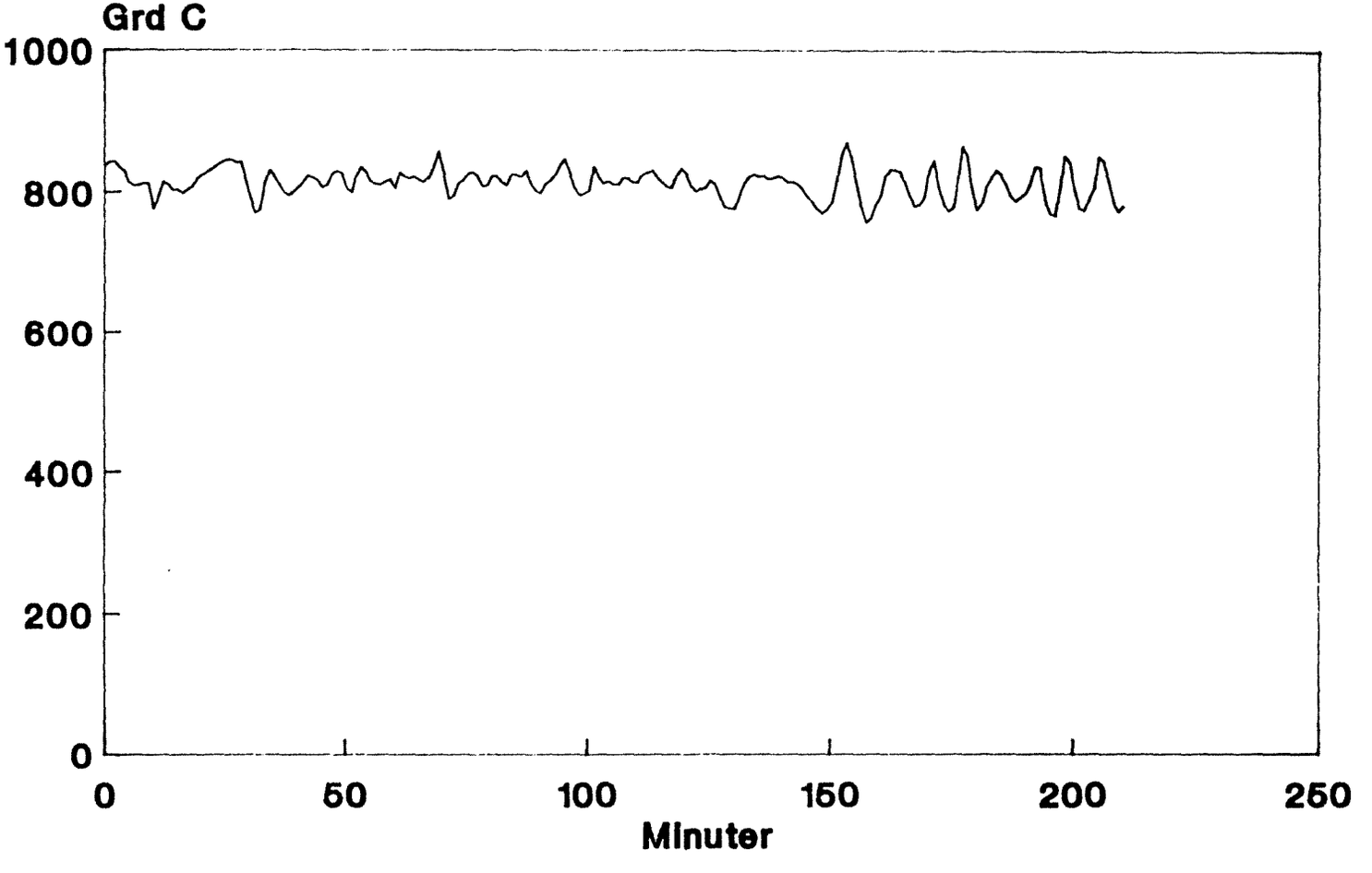
BILAGA 9.1
Enclosure 9.1

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

Eldstadstemperatur Driftinstrument

Furnace temperature Operating instruments



AF 90-04-24

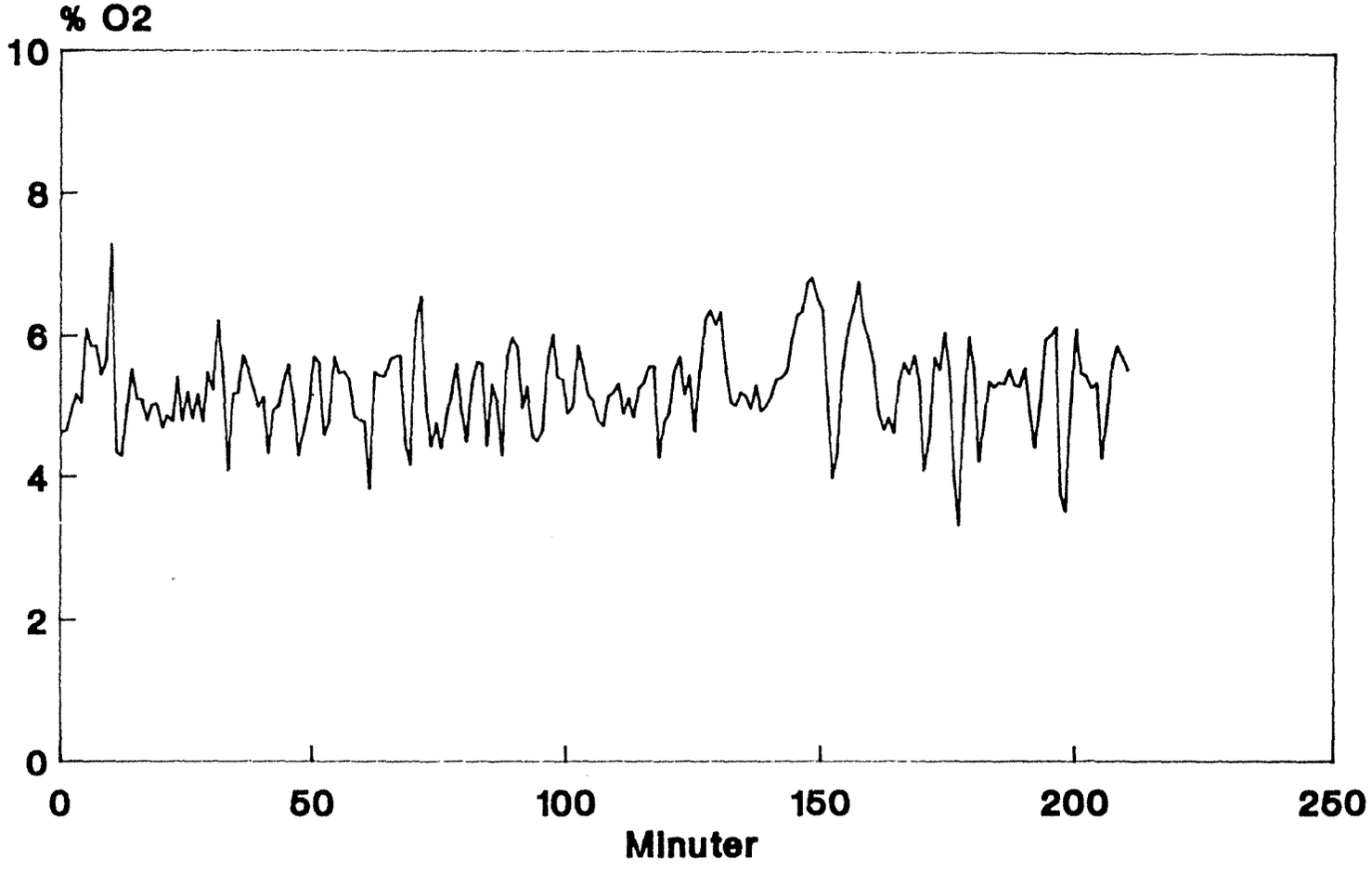
BILAGA 9.2
Enclosure 9.2

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

% O2 I våt gas Driftinstrument

% O_2 in wet gas Operating instruments



AF 90-04-24

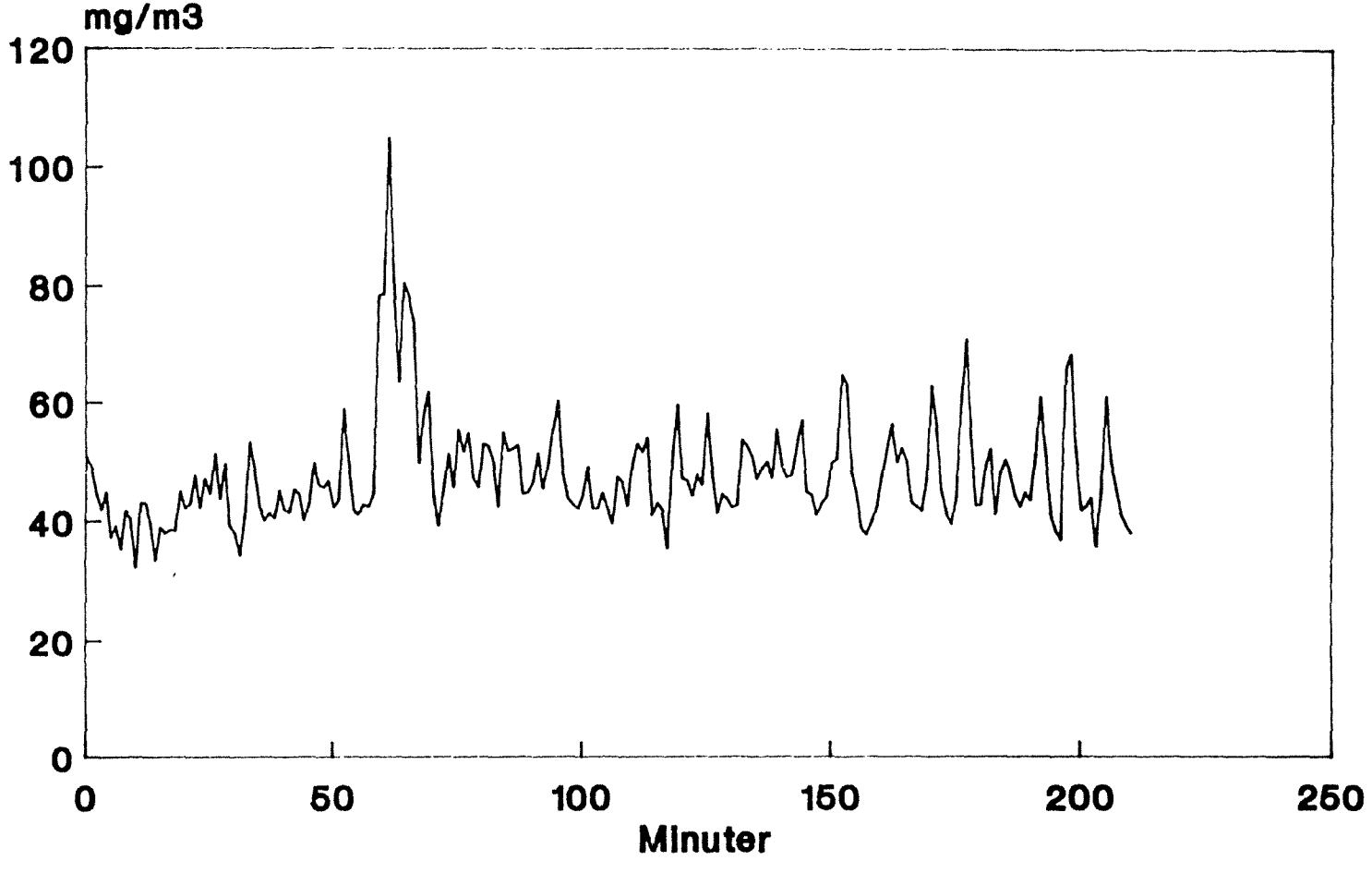
BILAGA 9.3
Enclosure 9.3

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

Stoft i rökgas ej normalis. Driftinstr.

Dust in flue gas, not normalized Operating instruments



AF 90-04-24

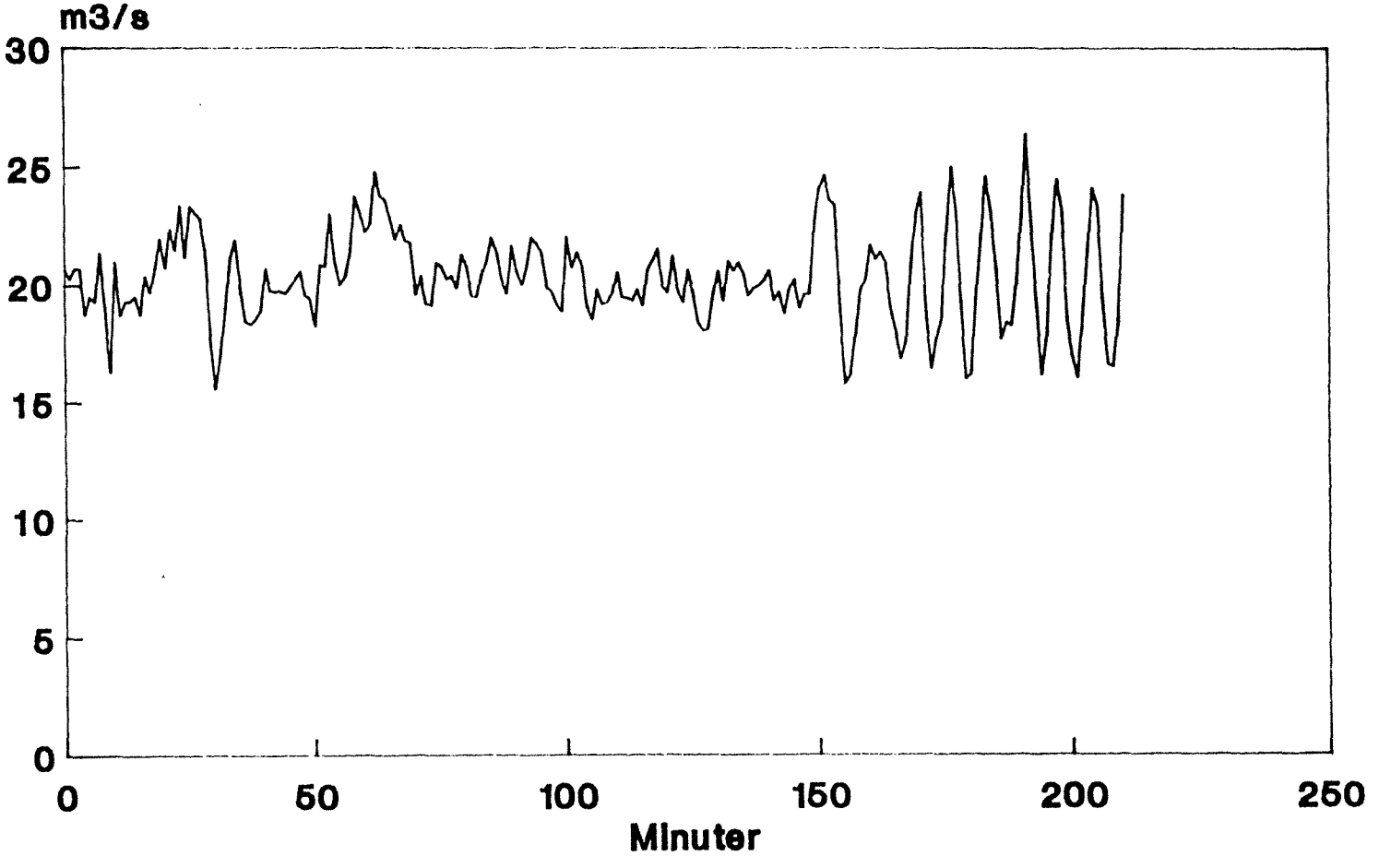
BILAGA 9.4
Enclosure 9.4

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

Rökgasflöde ej normaliserat Driftinstr.

Flue gas flow, not normalized Operating instruments



AF 90-04-24

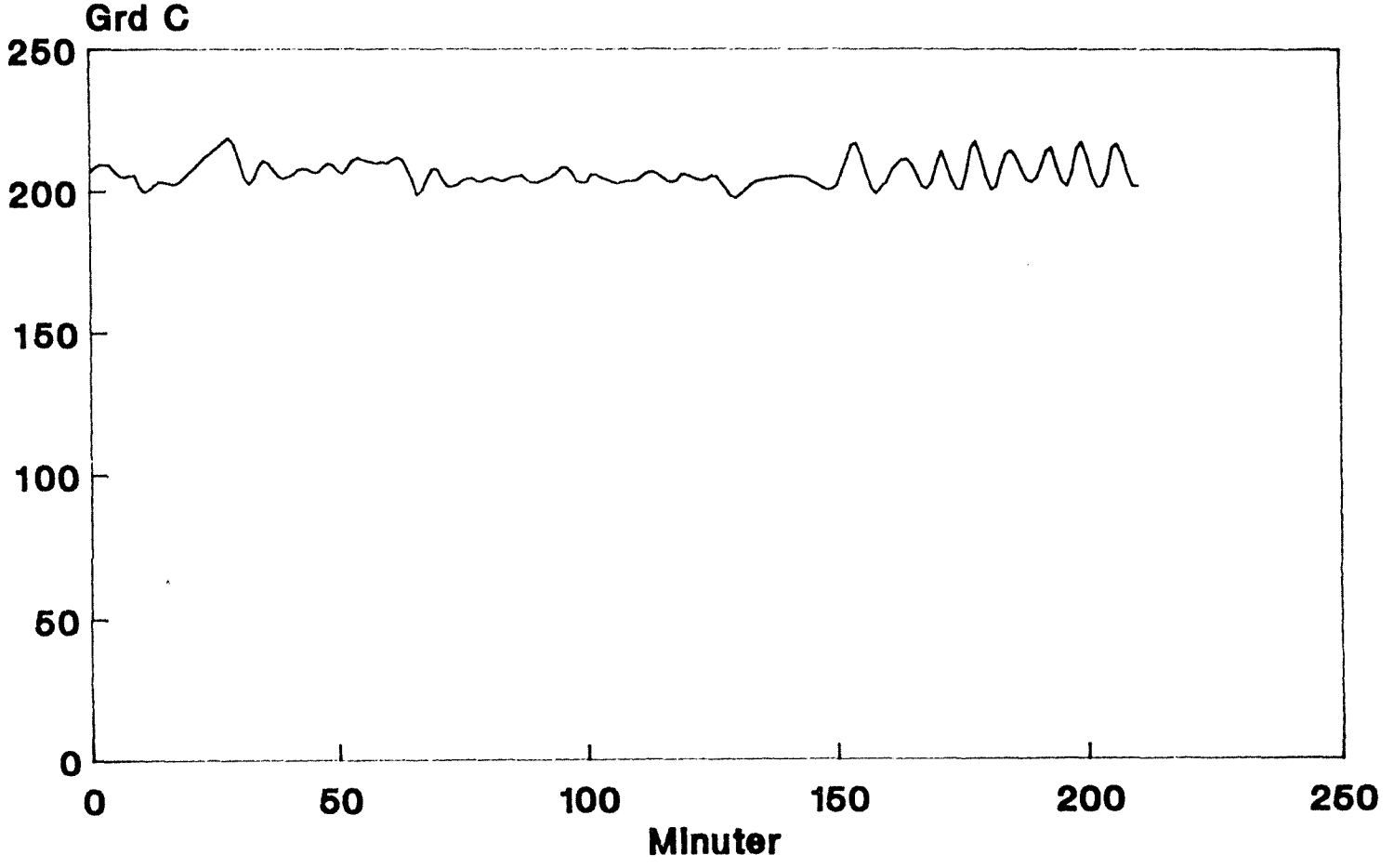
BILAGA 9.5
Enclosure 9.5

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

Rökgastemp efter panna Driftinstrument

Flue gas temperature after incinerator Operating instruments



AF 90-04-24

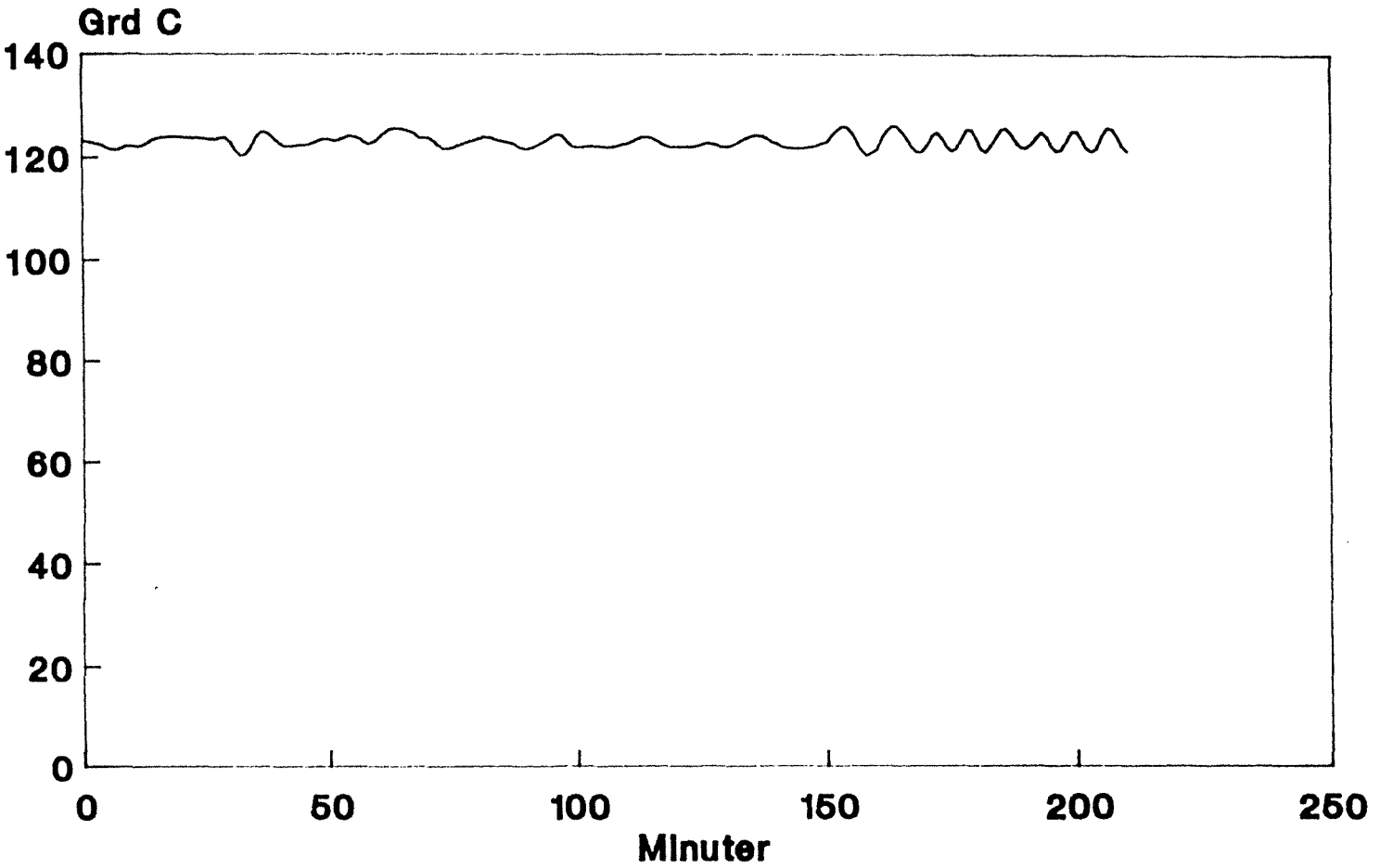
BILAGA 9.6
Enclosure 9.6

UMEA ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

Rökgastemperatur efter eco Driftinstr.

Flue gas temperature after economizer Operating instruments



AF 90-04-24

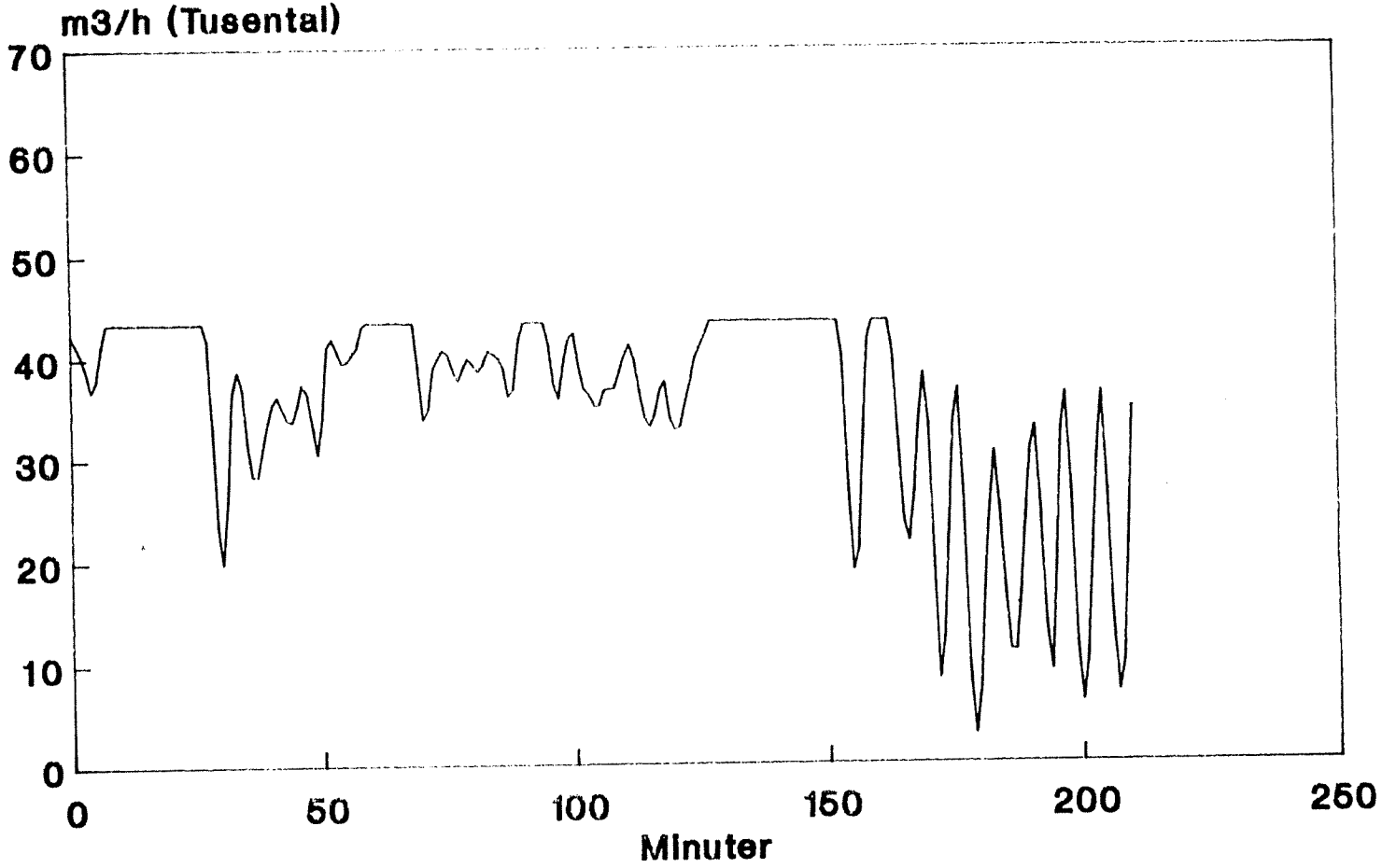
BILAGA 9.7
Enclosure 9.7

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

Total luftmängd ej normalis. Driftinstr.

Total air, not normalized Operating instruments



AF 90-06-26

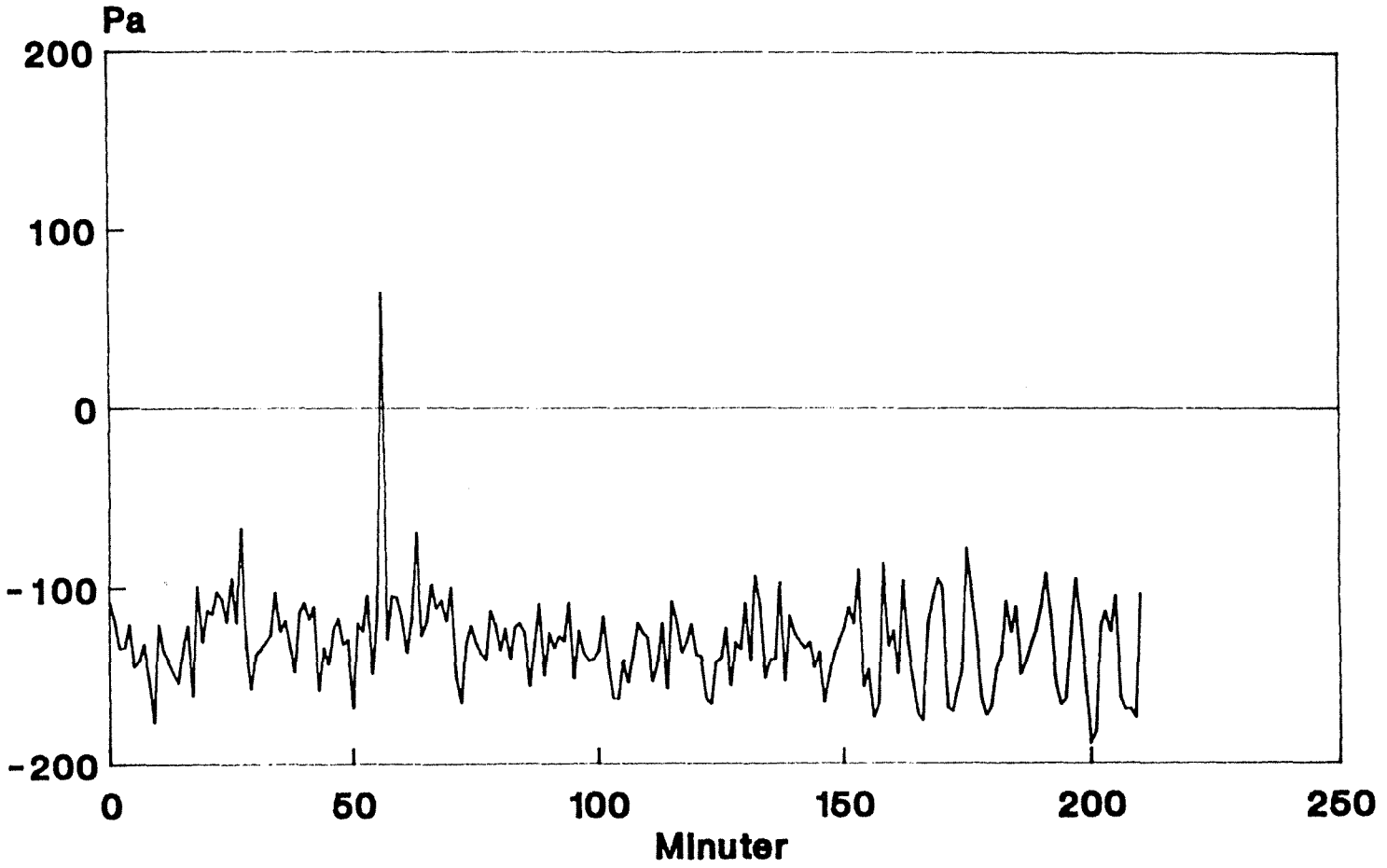
BILAGA 9.8
Enclosure 9.8

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

Tryck i rökgaskanal Driftinstrument

Pressure in flue gas channel Operating instruments



AF 90-04-24

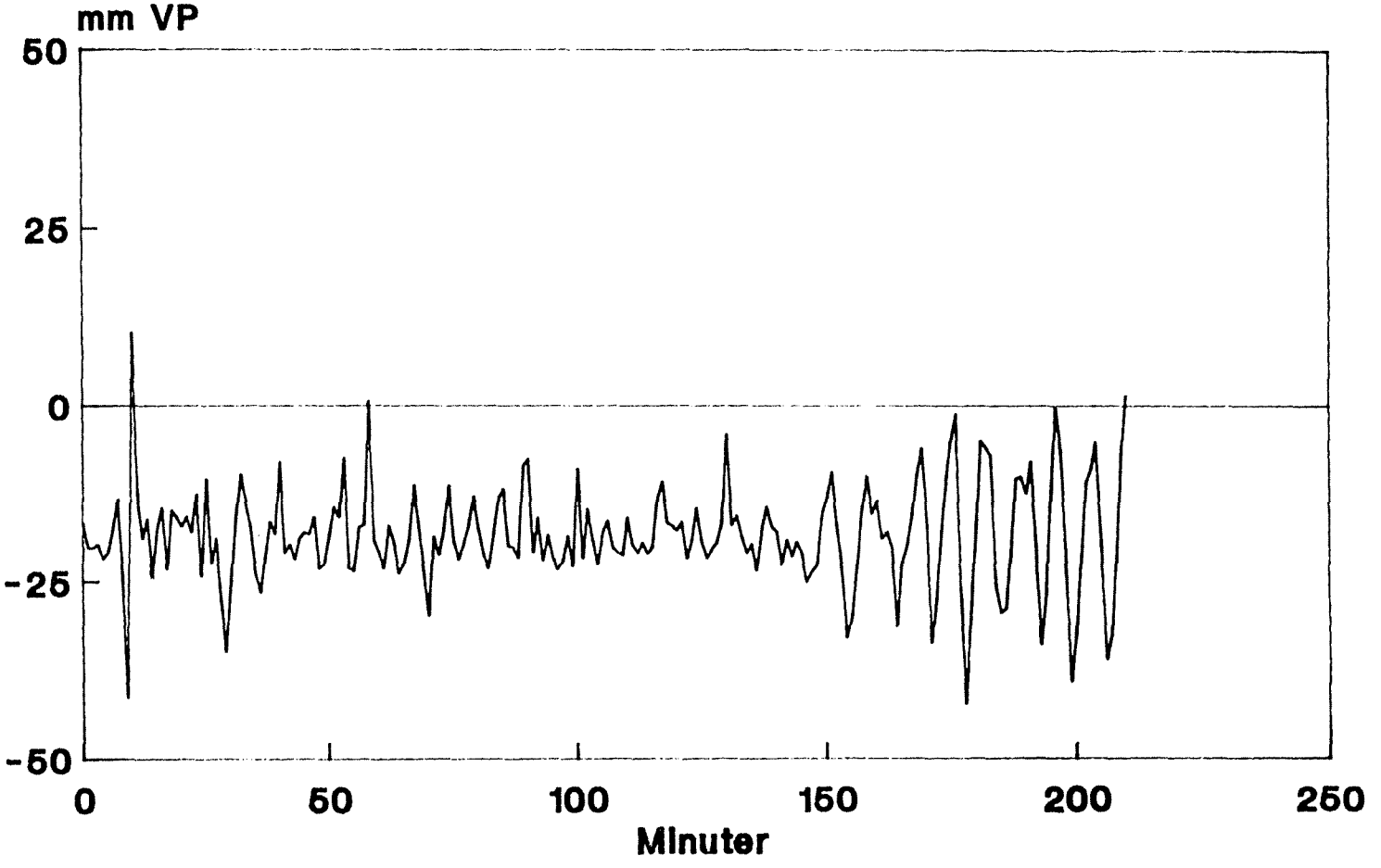
BILAGA 9.9
Enclosure 9.9

UMEÅ ENERGI P6

90-01-17 10:20--13:50

Eldstadsundertryck Driftinstrument

Depression in furnace Operating instruments



ÅF 90-04-24

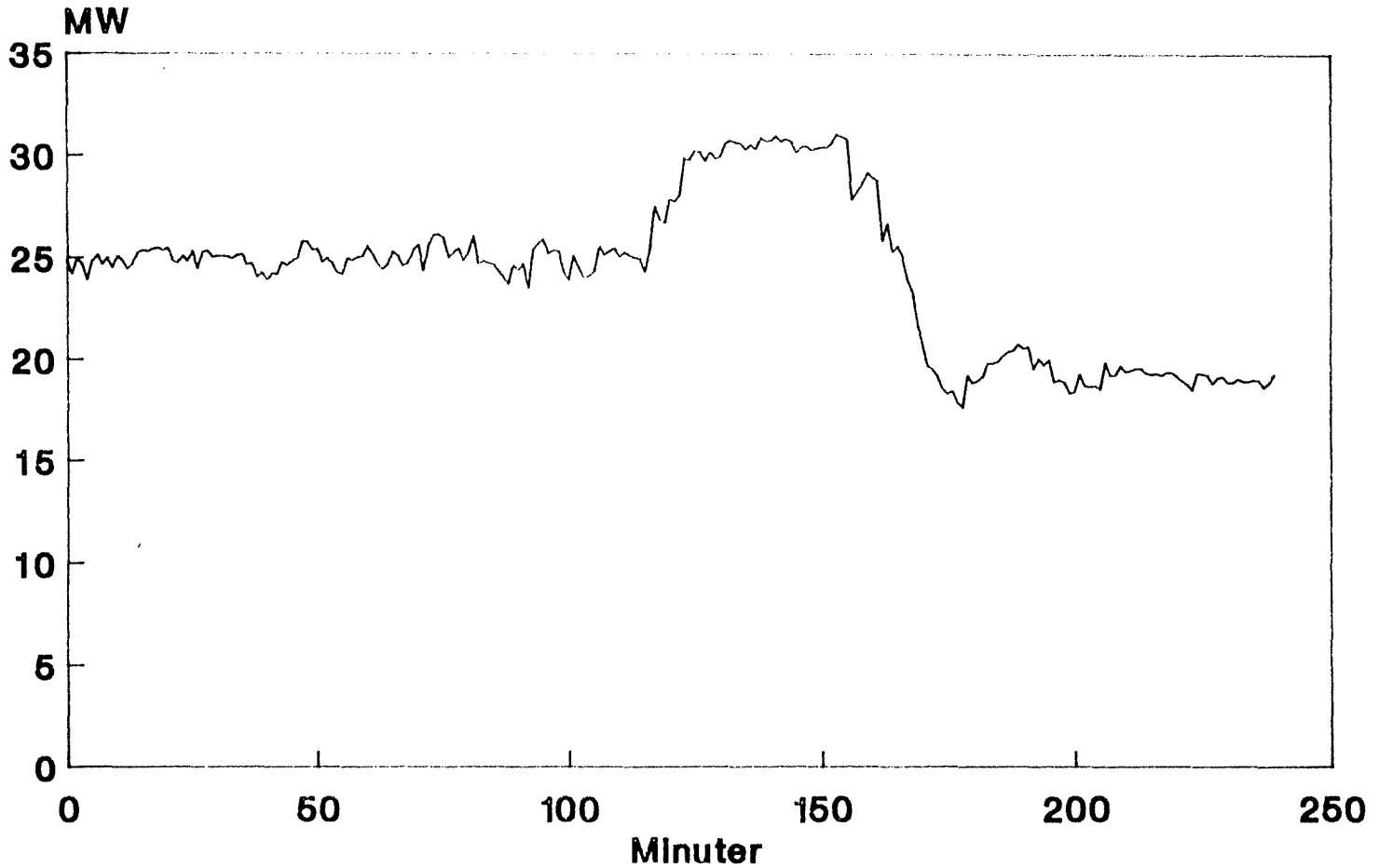
BILAGA 9.10
Enclosure 9.10

UMEÅ ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

Effekt Driftinstrument

Power Operating instruments



AF 90-06-27

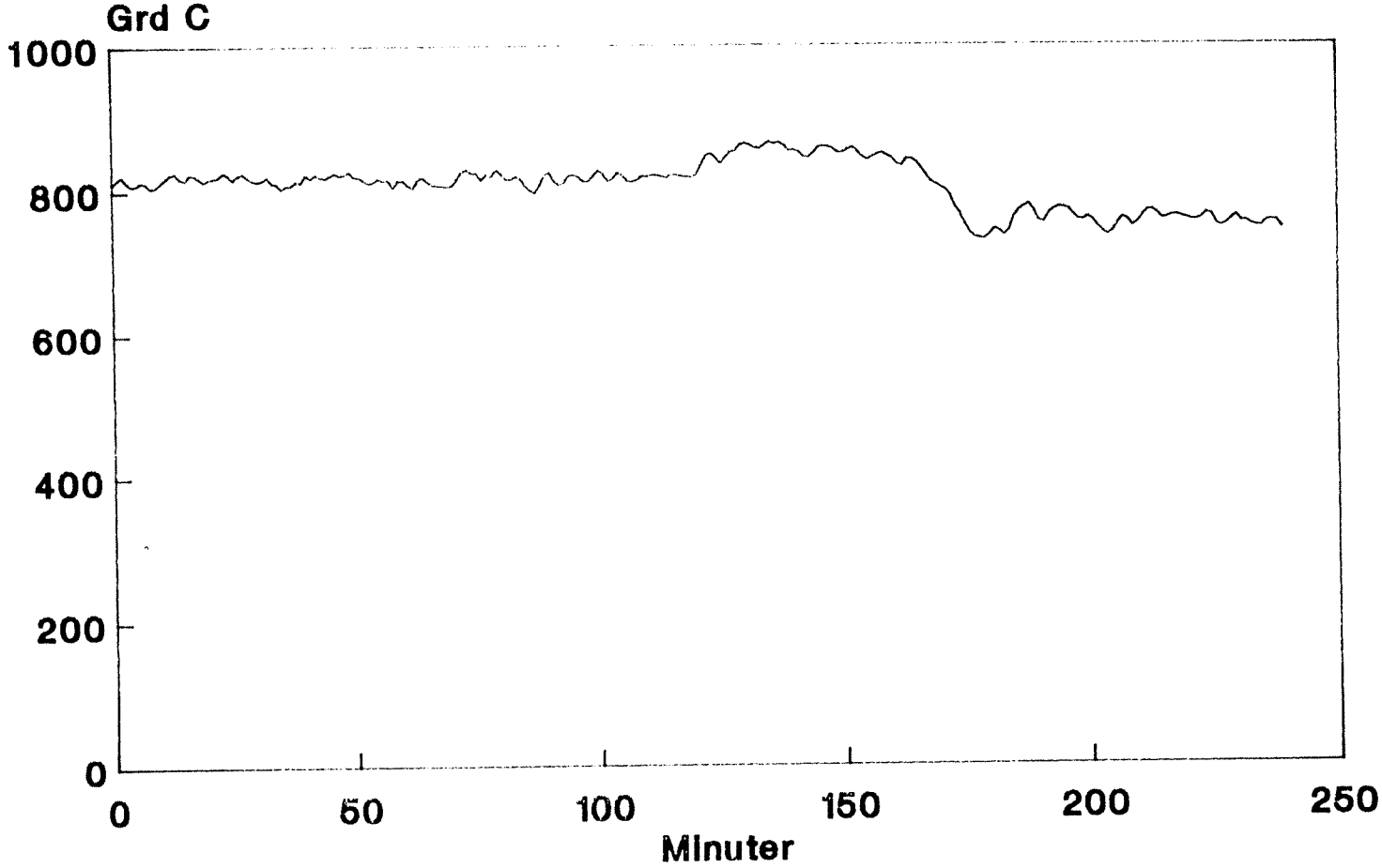
BILAGA 9.11
Enclosure 9.11

UMEÅ ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

Eldstadstemperatur Driftinstrument

Furnace temperature Operating instruments



AF 90-06-27

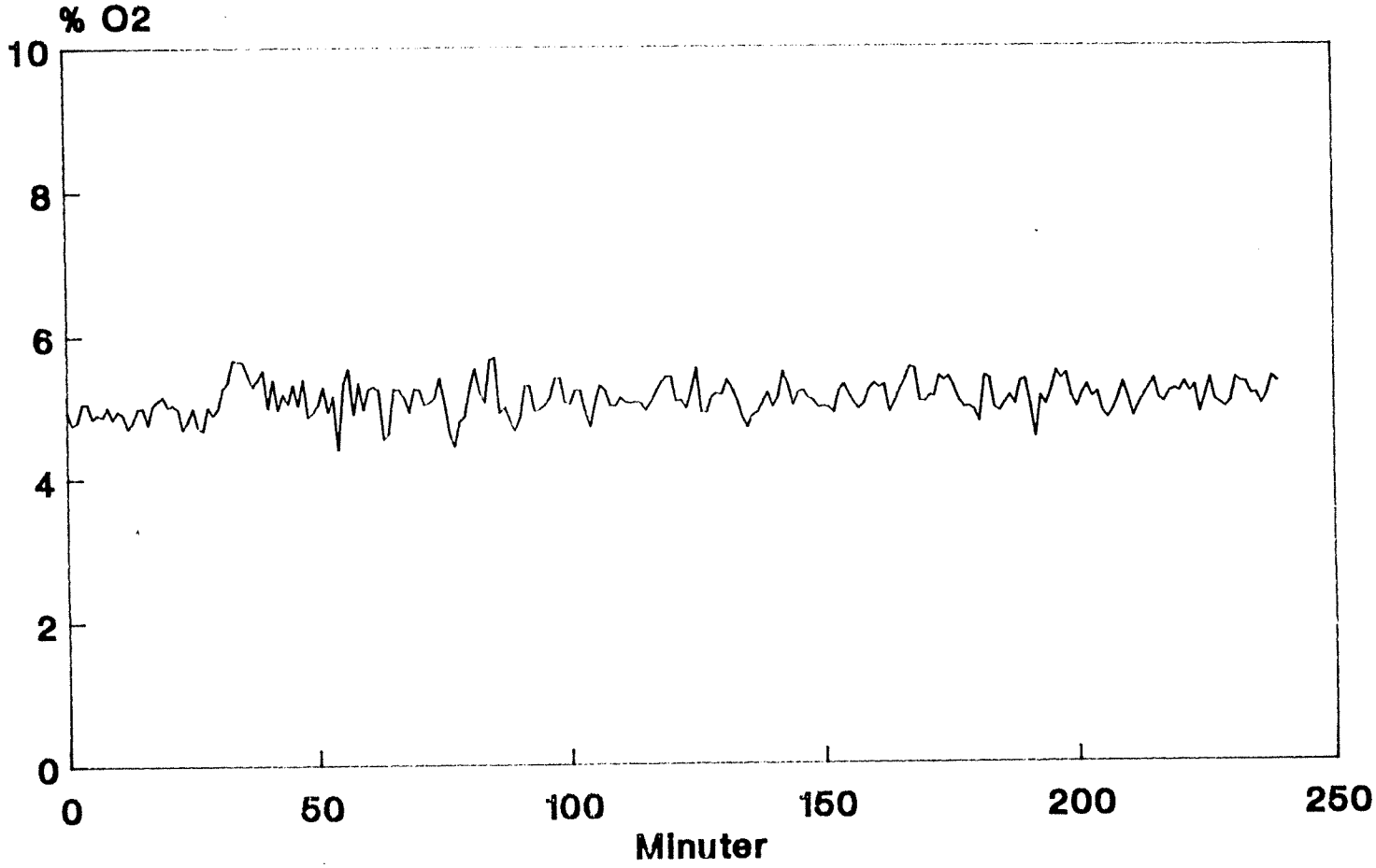
BILAGA 9.12
Enclosure 9.12

UMEÅ ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

% O2 i våt gas Driftinstrument

% O_2 in wet gas Operating instruments



AF 90-06-27

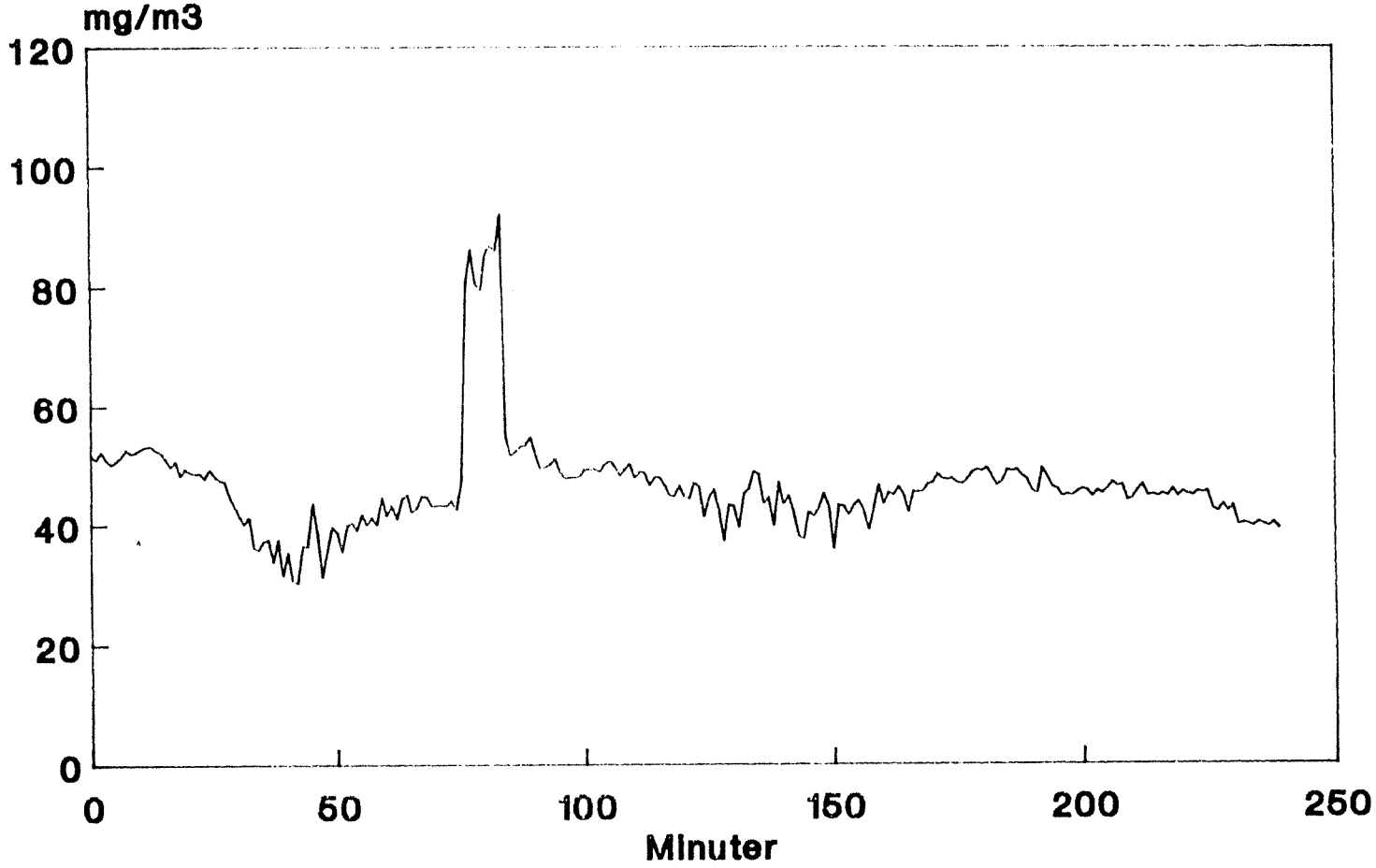
BILAGA 9.13
Enclosure 9.13

UMEA ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

Stoft i rökgas ej normalis. Driftinstr.

Dust in flue gas, not normalized Operating instruments



AF 90-06-27

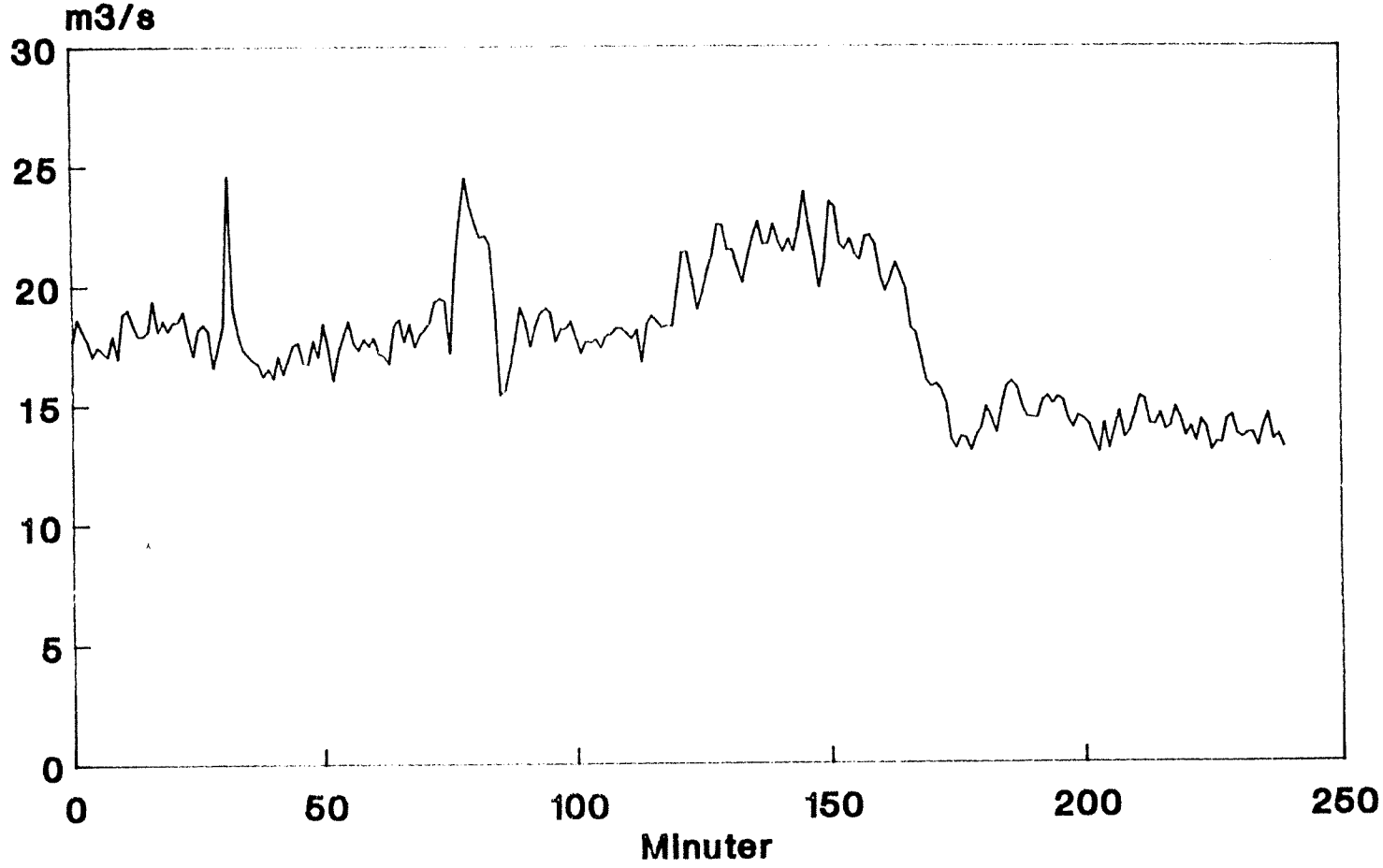
BILAGA 9.14
Enclosure 9.14

UMEÅ ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

Rökgasflöde ej normaliserat Driftinstr.

Flue gas flow, not normalized Operating instruments



AF 90-06-27

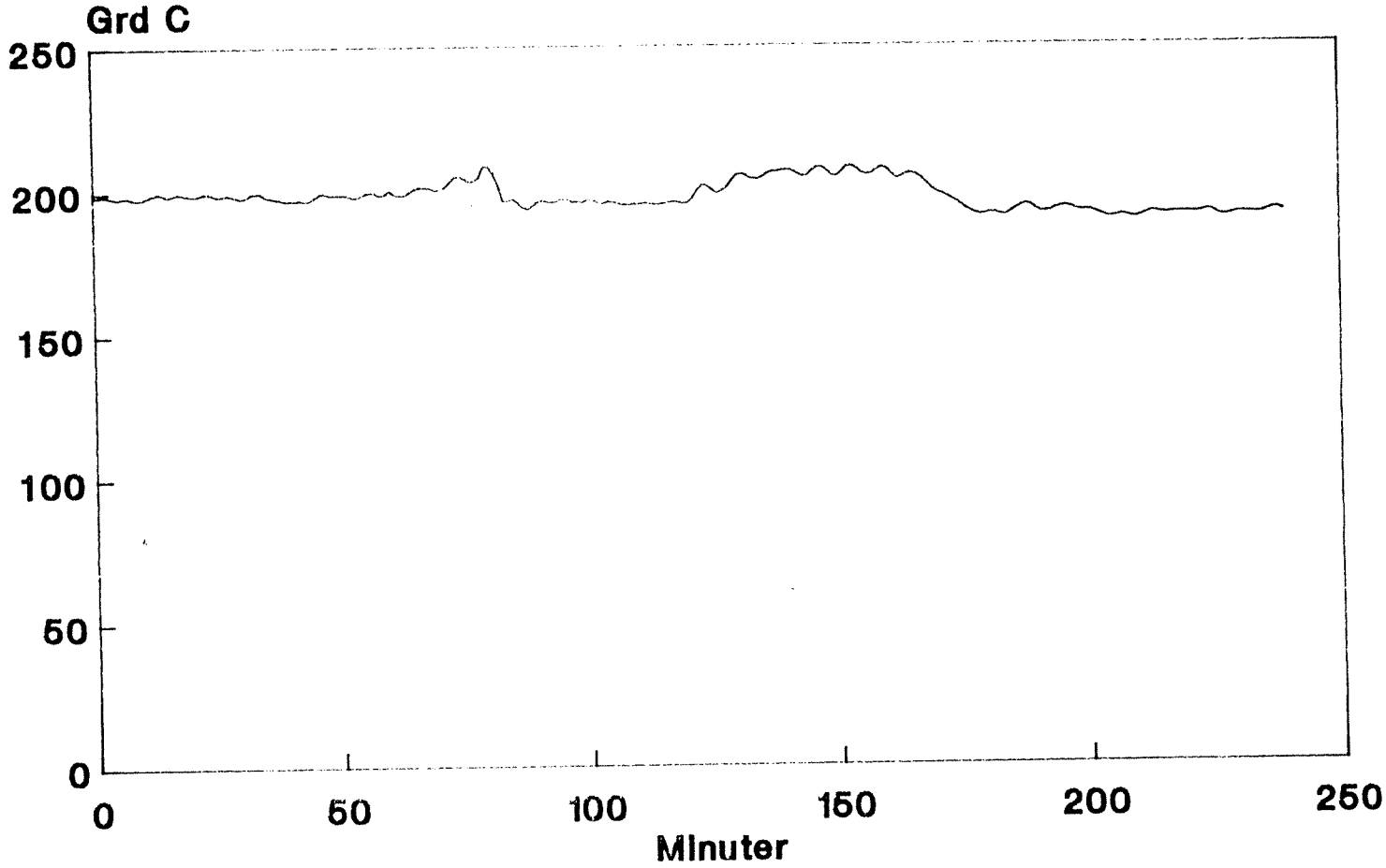
BILAGA 9.15
Enclosure 9.15

UMEÅ ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

Rökgastemp efter panna Driftinstrument

Flue gas temperature after incinerator Operating instruments



AF 90-06-27

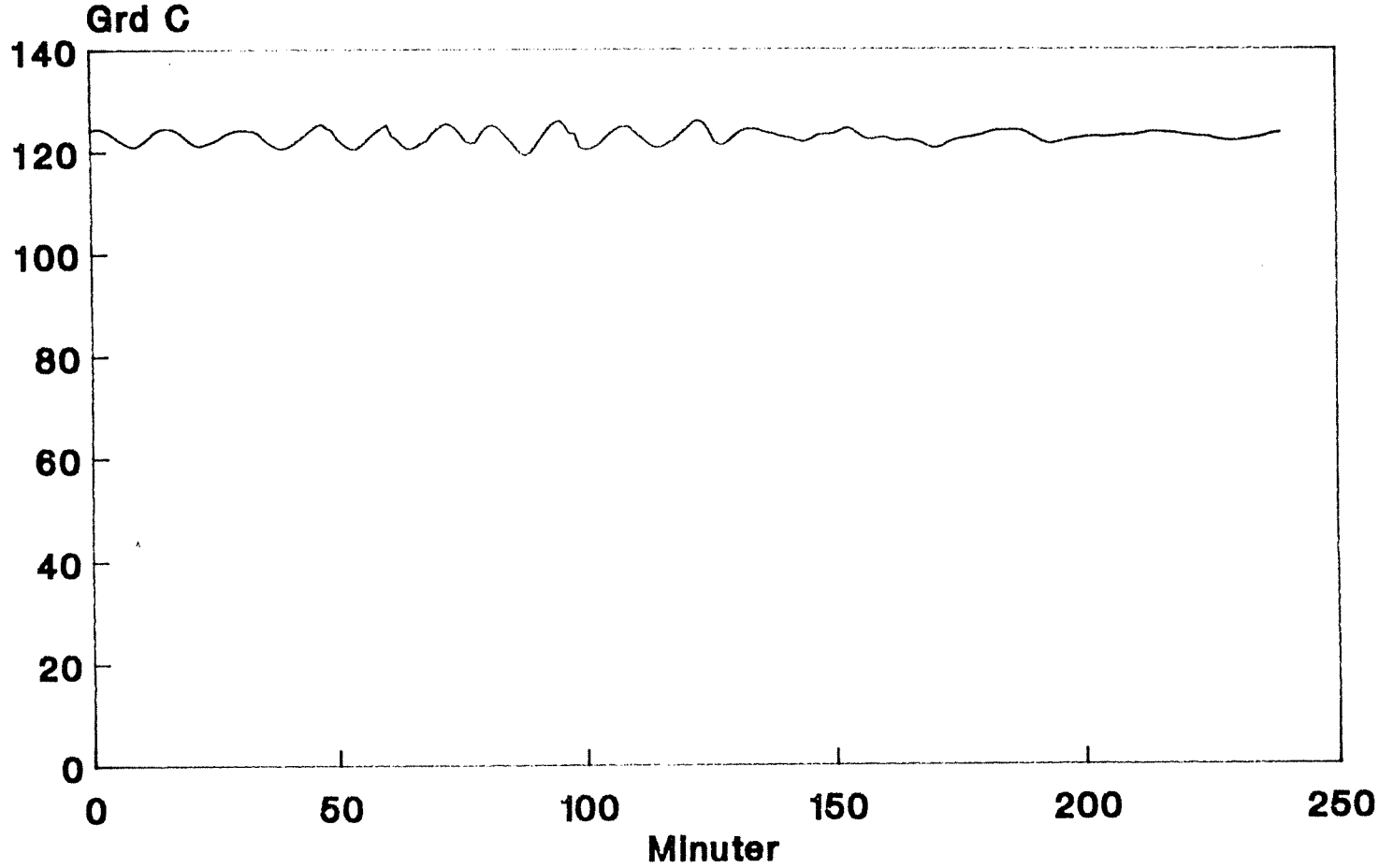
BILAGA 9.16
Enclosure 9.16

UMEÅ ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

Rökgastemperatur efter eco Driftinstr.

Flue gas temperature after economizer Operating instruments



AF 90-06-27

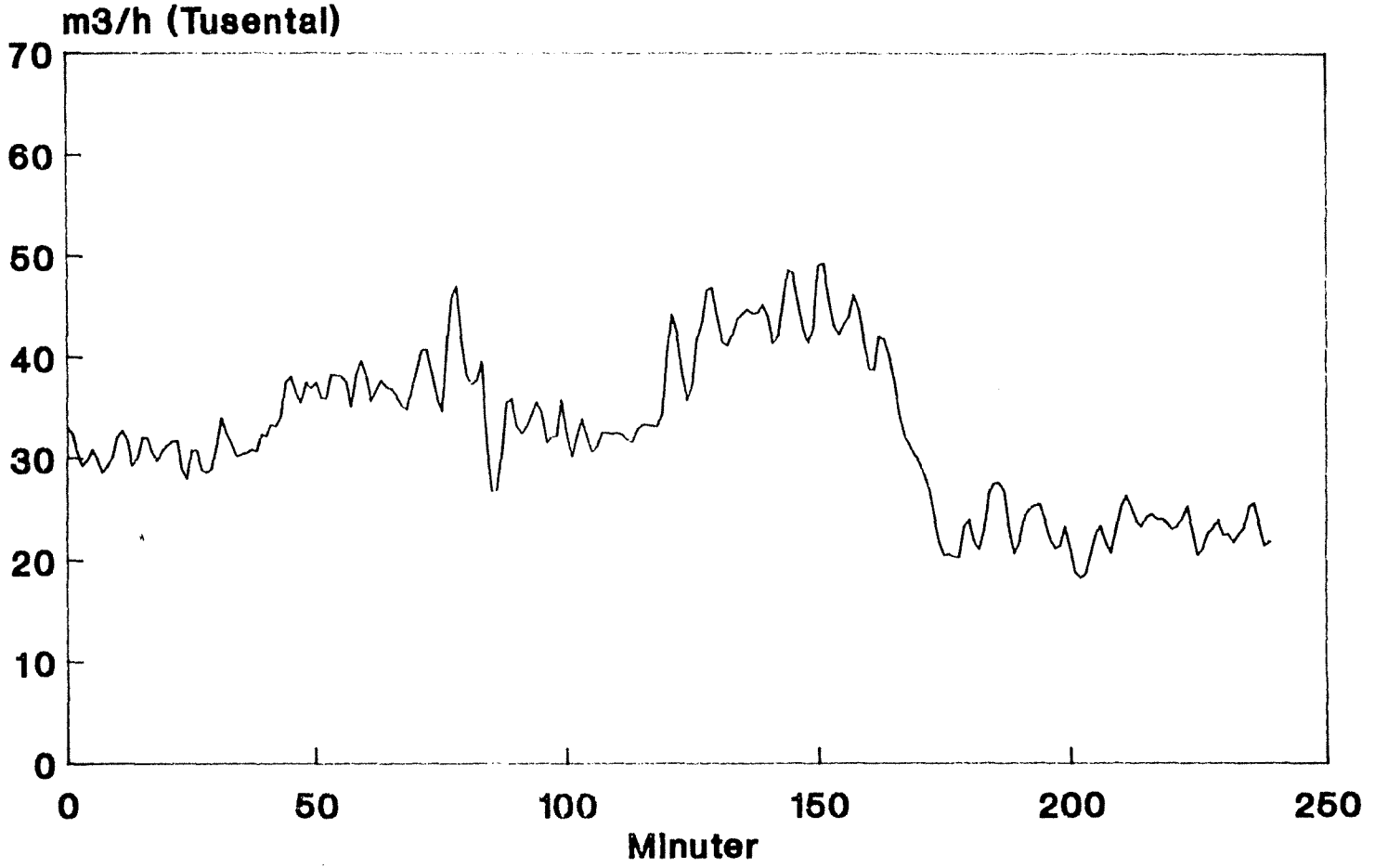
BILAGA 9.17
Enclosure 9.17

UMEÅ ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

Total luftmängd ej normalis. Driftinstr.

Total air, not normalized Operating instruments



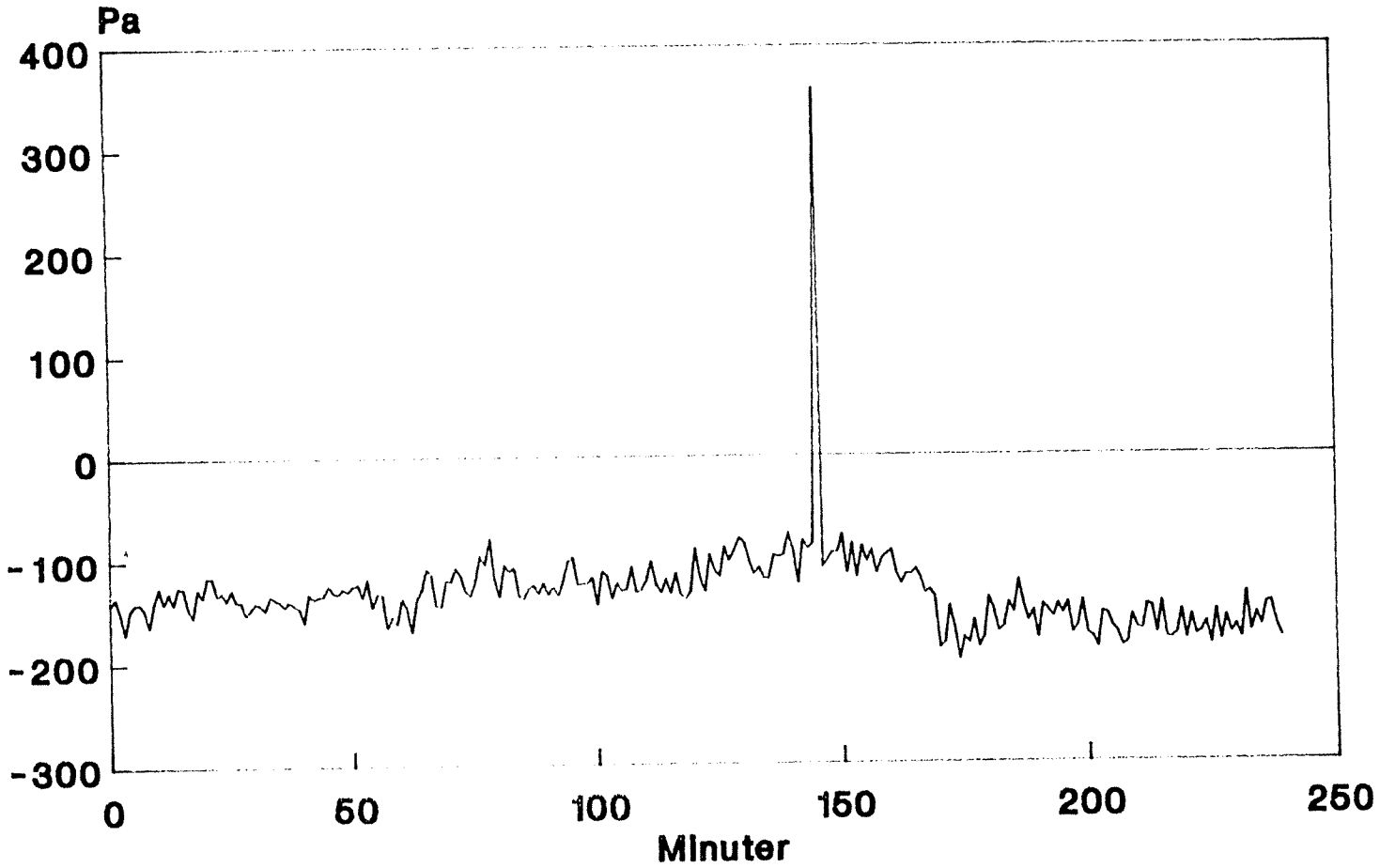
AF 90-06-27

UMEÅ ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

Tryck I rökgaskanal Driftinstrument

Pressure in flue gas channel Operating instruments



AF 90-06-27

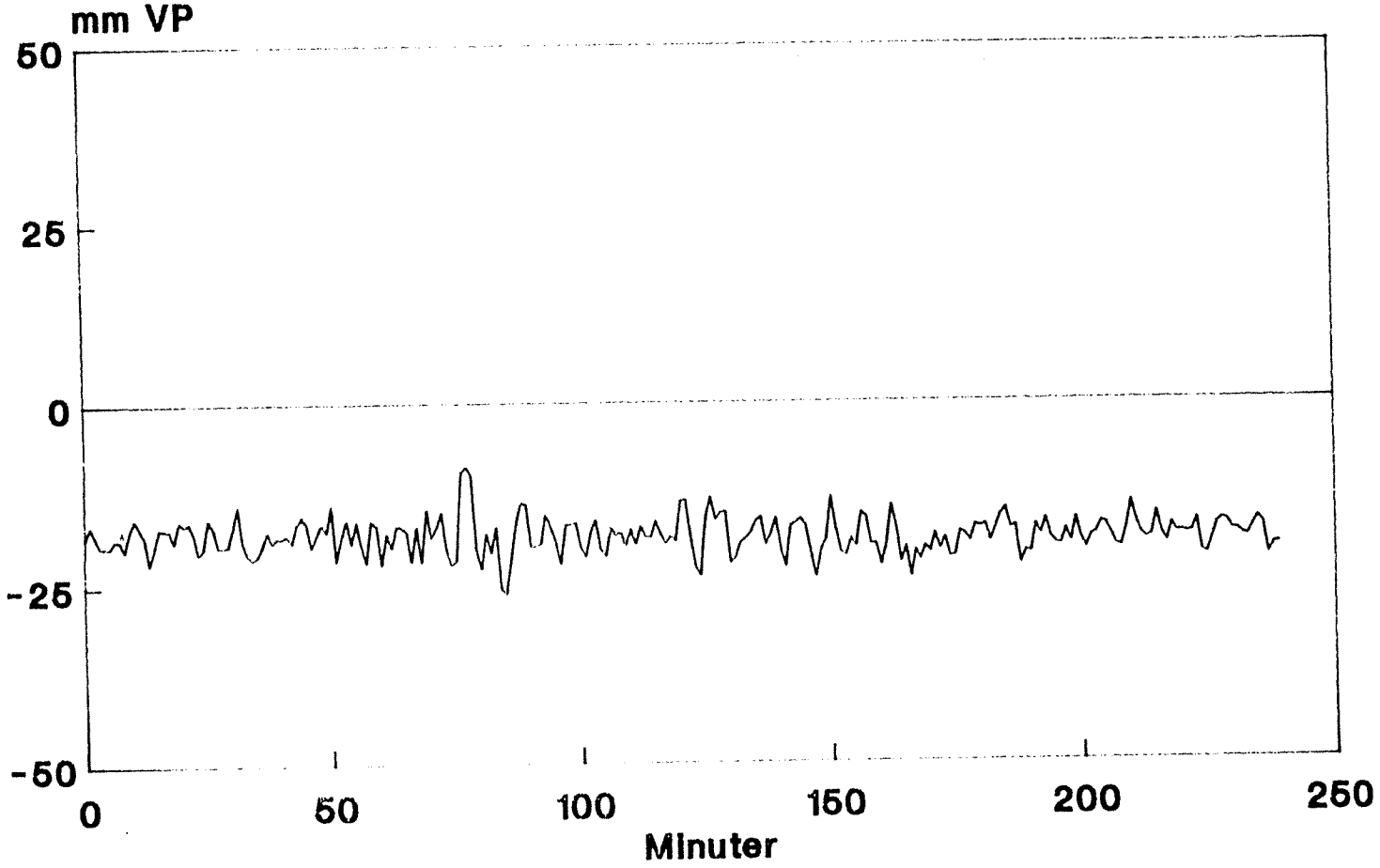
BILAGA 9.19
Enclosure 9.19

UMEÅ ENERGI P6

90-01-16 10:01--14:01

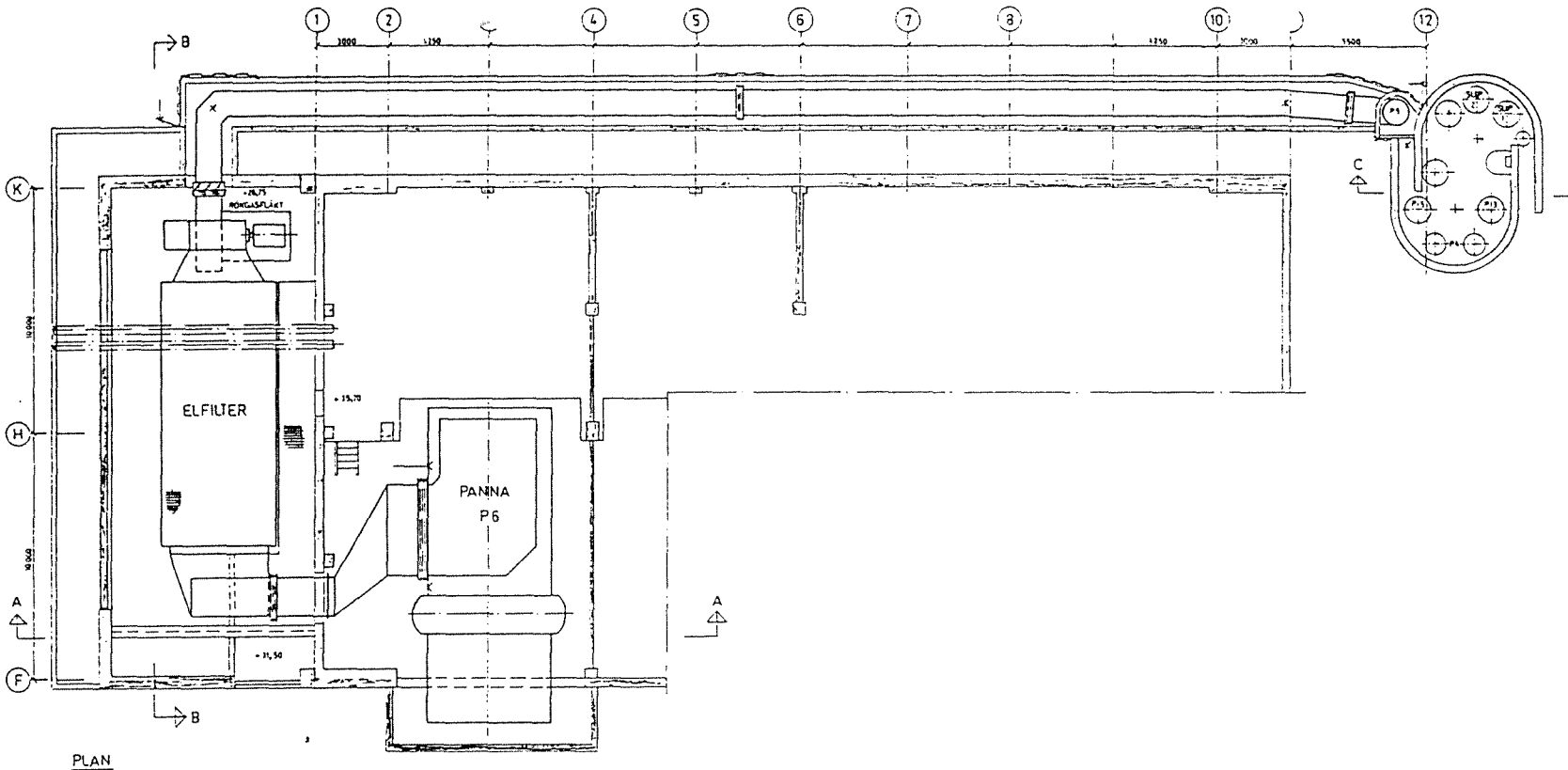
Eldstadsundertryck Driftinstrument

Depression in furnace Operating instruments

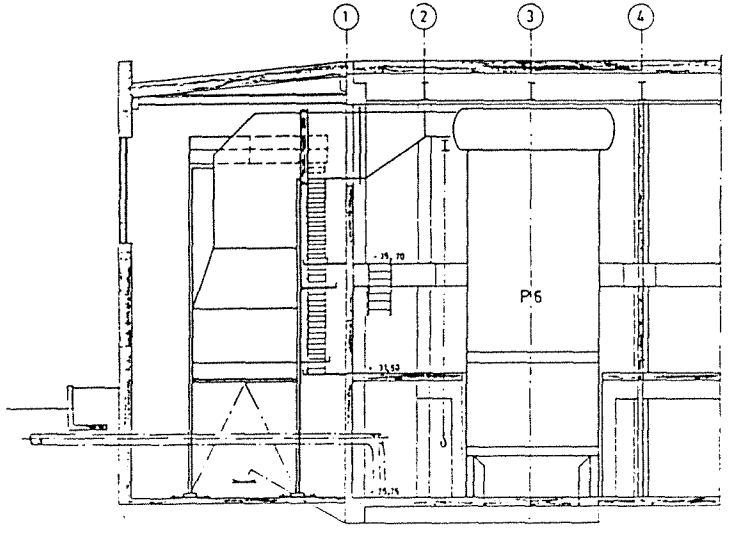


AF 90-06-27

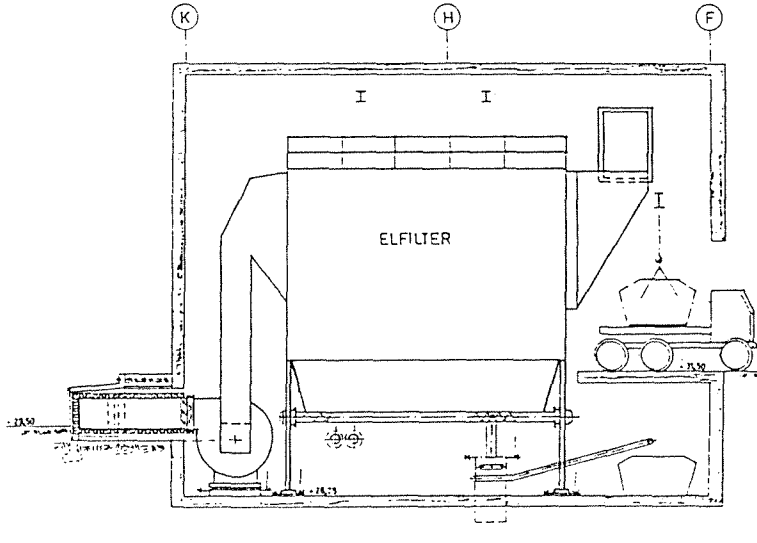
BILAGA 9.20
Enclosure 9.20



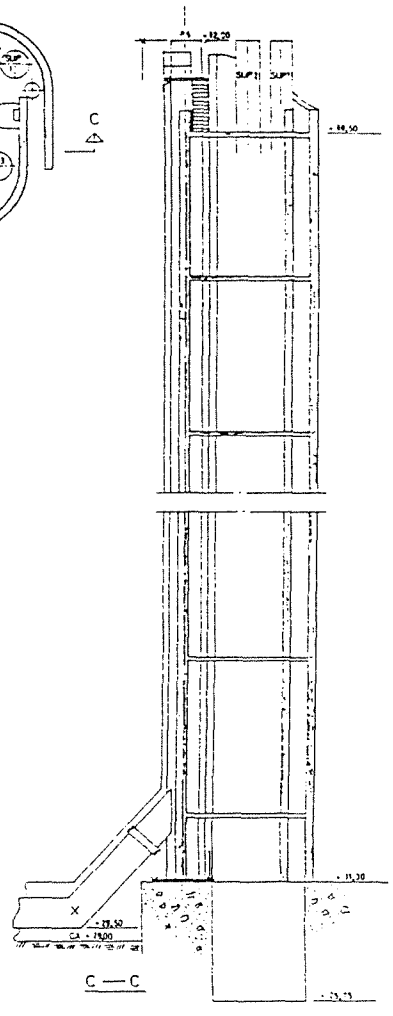
PLAN



A — A



B — B



C — C

FÖRFRÅGNINGSUNDERL

INGÅR I ANBUD

UMEÅ VÄRMEVERK
ÄLDREHEMSVERKET

PLACERING AV ELFILTER MED ROKGASKANAL FÖR PANNA P5
PLAN OCH SEKTIONER

1:100 | 11

STOCKHOLM DEN 1980-08-20

VBB

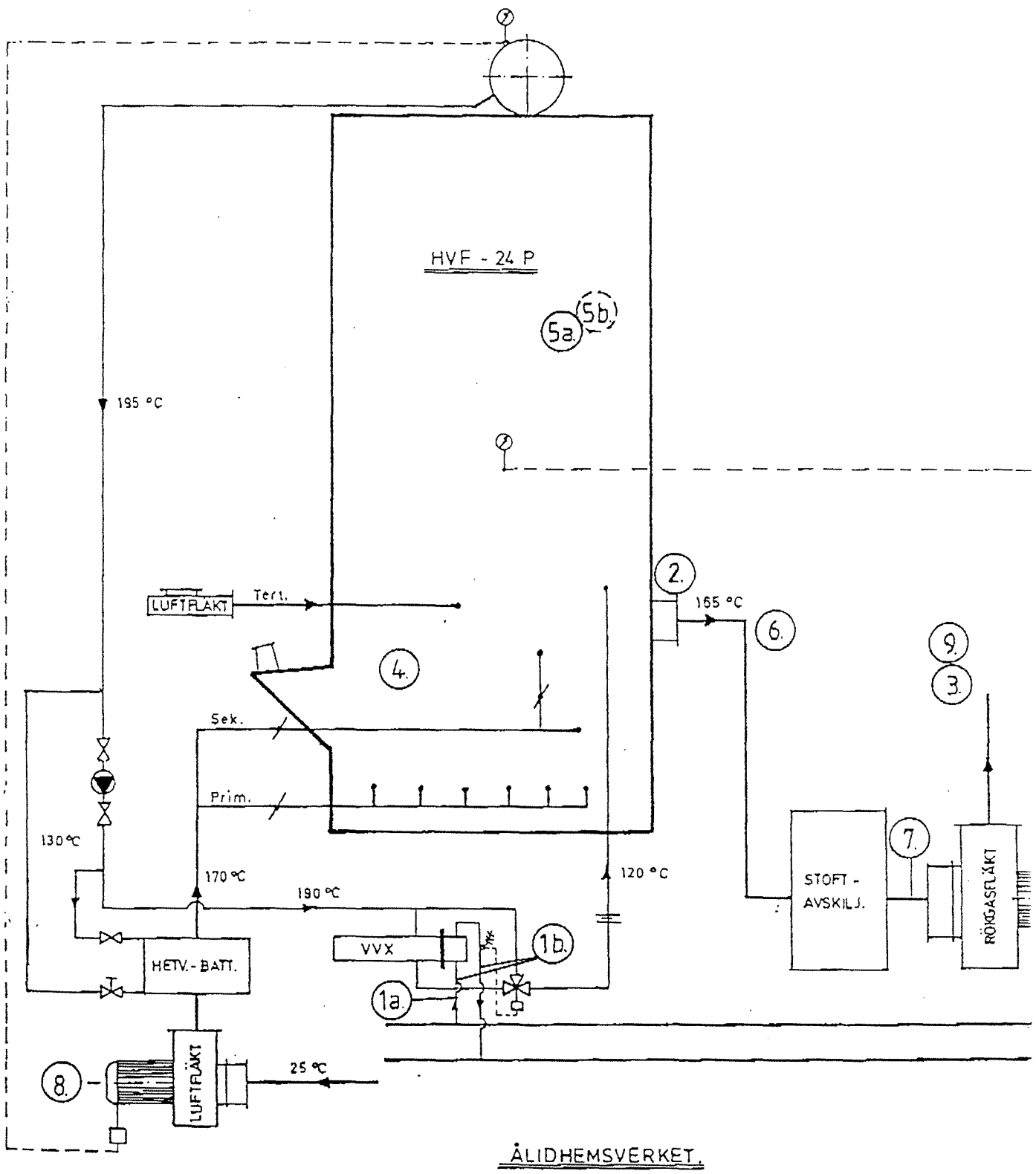
BILAGA 10
Enclosure 1

BILAGA 11
Enclosure 11

PLACERING AV DRIFTSINSTRUMENTGIVARE

Location of operating instruments

OBS! UPPGIVNA DATA GÄLLER FÖR MAX. KONT. LAST 30 MW FLISELDNING f=50 %



ÅLIDHEMSVERKET.

PRINCIPIELLT KOPPLINGSSCHEMA FÖR FLISELDAD ECKROHR-HETVATTENPANNA HVF-24 P

BILAGA 12
Enclosure 12

AGA SpecialGas

Vår referens/Our reference

SGL/ L Wäppling/mn

Datum/Date

)900216

Er referens/Your reference

Referens nr/Reference No

Kurt Fransson

Box 8133
104 20 STOCKHOLM

1990 -02- 21

ANALYSPROTOKOLL
Analysis report

Uppdragsgivare: ÅF- Energikonsult AB

Analysuppgift : Analys av två provpåsar

Ankomstnummer : -

Behållarnummer: 1 och 2

Analysresultat: Påse 1 : 4 ppm N_2O

Påse 2 : 2 ppm N_2O

Grundgas : Luft

AGA SpecialGas
S-181 81 LIDINGÖ, Sweden
Agavägen
Tel 08-731 10 00
Telefax 08-767 97 18
Telex 19354

HUVUDKONTOR:
AGA Gas AB
172 82 SUNDBYBERG
Rissneleden 14
Tel 08-757 95 00
Telefax 08-28 23 15
Telex 17082

REGIONKONTOR:
Box 706
851 21 SUNDSVALL
Kolvägen 14
Tel 060-15 07 30
Telefax 060-12 73 54

Box 75
172 22 SUNDBYBERG
Fränstorpsvägen 25
Tel 08-757 96 50
Telefax 08-28 46 05
Telex 13872

Box 8883
402 72 GÖTEBORG
Polstjärnegatan 12
Tel 031-22 22 00
Telefax 031-22 41 52

Box 845
201 80 MALMÖ
Sandsjögatan 1
Tel 040-93 42 10
Telefax 040-93 39 18
Telex 33528

AGA SpecialGas är specialgasenheten inom AGA Gas AB

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

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

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

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