

## CO-onderzoek AVR

### Eindrapport

Referentienummer 92-072  
Dossiernummer 112326-22305  
Datum februari 1992  
NP

Auteur  
Ing. W.F.M. Hesseling

Trefwoorden

- afvalverbranding
- dioxinen
- emissies
- roosterovens
- CO-emissies
- CO-meter
- procesverbetering
- vuurhaardmetingen
- verbrandingsconcept
- luchtverdeling

Bestemd voor  
NOH

## Colofon

Overeenkomstnummer 53320/0710.

Het onderzoek, waarop dit rapport betrekking heeft is door AVR en door TNO gezamenlijk uitgevoerd met een bijdrage in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Hergebruik van Afvalstoffen (NOH). AVR heeft voor deelname aan het onderzoek aan IMET-TNO opdracht gegeven.

Beheer en coördinatie van het NOH-programma berusten bij:

- NOVEM  
Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu B.V.  
Kantoorgebouw La Vie  
St. Jacobsstraat 61  
3803 RE Utrecht  
contactpersoon: Ir. H.J.M. Kruijdenberg, Programma manager NOH
- RIVM  
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne  
Antonie van Leeuwenhoeklaan 9  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
contactpersoon: Ing. J. Vos

Het NOH geeft geen garantie voor de juistheid en/of volledigheid van de gegevens, ontwerpen, constructies, producten of produktiemethoden voorkomend of beschreven in dit rapport, noch voor de geschiktheid daarvan voor enige bijzondere toepassing.

Aan het onderzoek is deelgenomen door:

- NV Afvalverwerking Rijnmond  
Prof. Gerbrandyweg 1  
3197 KK Rotterdam/Botlek
- TNO Milieu en Energie  
Instituut voor Milieu en Energietechnologie  
Postbus 342  
7300 AH Apeldoorn

Meer exemplaren van dit rapport (TNO referentienummer 92-072) zijn tegen betaling van f 100,- te verkrijgen bij:  
Instituut voor Milieu en Energietechnologie  
Mevr. T. Goedhart (afdeling F&P)  
Postbus 342  
7300 AH Apeldoorn  
Tel: 055-493592



## Abstract

Bij de AVR heeft een onderzoek plaatsgevonden met het doel de emissies van met name CO van de afvalverbrandingsinstallatie van de AVR te verlagen door verbetering van de verbrandingscondities in de vuurhaard. De aanleiding hiertoe was de aankondiging van de Richtlijn Verbranden 1989, waarin scherpe grenswaarden voor de emissies van afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) werden vastgelegd.

AVR werd in haar onderzoek bijgestaan door IMET-TNO met adviezen en metingen. Het NOH heeft aan het onderzoek een financiële bijdrage verleend.

De AVR is het onderzoek begonnen met het uitvoeren van CO-metingen en het terugbrengen van de luchtvermaat op alle roosterovens. Daarbij ontstond behoefte aan meer procesinformatie (luchtverdeling). Daarom werd met name tot een uitbreiding van het meet- en het procesbesturingssysteem van ketel 3 besloten. Daarna werd geëxperimenteerd met ondermeer de luchtvermaat, de luchtverdeling onder het rooster en de regeling van de omwentelingssnelheden van de walsen.

Vooraf bij het verbranden van nat afval bleek het moeilijk het verbrandingsproces te beheersen. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door de luchtverdeling in de vuurhaard zoals lucht lekkages langs de walsen en ongewenste luchtstromen voornamelijk ten gevolge van de constructie van oven en rooster. Nadat die verbeteringen waren aangebracht die binnen het bestaande concept mogelijk waren (omwentelingssnelheden van de walsen, procesregeling vuurhaard) werd door TNO een eindmeting uitgevoerd. Daarbij bleken de CO- en dioxine-emissies in dezelfde orde van grootte te liggen als bij de (begin)meting, die bij de aanvang van het project werd uitgevoerd. Door ongunstige omstandigheden (nat afval) tijdens de eindmetingen werden geen lagere emissies gemeten.

Uit bovenstaande is gebleken dat een ingrijpende ombouw van de installatie nodig is om tot de gewenste CO-vermindering (RV '89) te komen.

Dit is voor de AVR aanleiding geweest te besluiten het verbrandingstechnisch concept van oven 6 medio 1992 ingrijpend te wijzigen. Dit heeft tot doel de verbrandingscondities te verbeteren en het energetisch rendement te verhogen. Na deze wijziging zal door IMET-TNO worden vastgesteld welke verbeteringen in de rookgasemissies zijn opgetreden. Afhankelijk van de resultaten zullen dergelijke verbeteringen ook aan de andere ovens worden uitgevoerd.

### **Abstract (English version)**

Research has been carried out at AVR with the objective of reducing emissions of CO in particular from the AVR waste incineration plant by improving the incineration conditions in the furnace. This research was occasioned by the announcement of the 1989 Incineration Directive (RV '89), in which strict limit values were set for emissions from waste incineration plants.

AVR was supported in its research by IMET-TNO with advice and measurements. NOH made a financial contribution to the research.

AVR began the research by carrying out CO measurements and reducing the excess air in all the grate incinerators. For this more process information (air distribution) was needed. As a result, it was decided to extend the measurement and process control system of boiler 3. After this experiments were carried out with the excess air, the air distribution under the grate and the control of the rotational speeds of the rolls.

Particularly when incinerating wet waste it was found to be difficult to control the incineration process. This was caused mainly by the air distribution in the furnace, e.g. by air leakage along the rolls and unwanted air flows mainly as a result of the construction of the furnace and grate. After a number of improvements had been made within the possibilities of the concept (rotational speeds of the rolls, furnace process control) TNO carried out a final measurement. Here it was found that the CO and dioxin emissions were of the same order of magnitude as the (initial) measurement, carried out at the start of the project. Because of adverse circumstances (wet waste) during the final measurements, no lower emissions were measured.

The research has led to the view that drastic renovation is necessary to reach the required CO reduction (RV '89).

This view caused AVR to decide to make extensive changes to the incineration principle of furnace 6 in mid 1992. The purpose of this is to improve the incineration conditions and to increase the energy output. After this modification, IMET-TNO will determine what improvements have occurred in the flue gas emissions. Depending on the results, similar improvements will also be made to the other furnaces.

## Inhoudsopgave

|           |                                                           |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------|----|
|           | <b>Colofon</b> .....                                      | 2  |
|           | <b>Abstract</b> .....                                     | 3  |
|           | <b>Abstract (English version)</b> .....                   | 4  |
|           | <b>Samenvatting</b> .....                                 | 7  |
| <b>1</b>  | <b>Inleiding</b> .....                                    | 12 |
| <b>2</b>  | <b>Beschrijving van de AVR-installatie</b> .....          | 13 |
| <b>3</b>  | <b>Chronologisch overzicht van het onderzoek</b> .....    | 14 |
| <b>4</b>  | <b>Beginmetingen</b> .....                                | 16 |
|           | 4.1 Uitvoering .....                                      | 16 |
|           | 4.2 Resultaten .....                                      | 16 |
| <b>5</b>  | <b>Procesmetingen en instellingen</b> .....               | 19 |
|           | 5.1 Aanpassingen in de procesvoering .....                | 19 |
|           | 5.1.1 Beschrijving van het data-acquisitiesysteem .....   | 19 |
|           | 5.2 Luchtbalans .....                                     | 20 |
| <b>6</b>  | <b>Vuurhaardtemperatuurmetingen</b> .....                 | 21 |
|           | 6.1 Uitvoering .....                                      | 21 |
|           | 6.2 Resultaten .....                                      | 22 |
| <b>7</b>  | <b>Experimenten aan ketel 3</b> .....                     | 24 |
|           | 7.1 Roosterbedekking .....                                | 24 |
|           | 7.2 Luchttoevoer .....                                    | 25 |
|           | 7.3 Verdeling primaire lucht .....                        | 25 |
|           | 7.4 Regeling achterwandtemperatuur .....                  | 26 |
|           | 7.5 Laagdikteregeling .....                               | 27 |
|           | 7.6 Resultaten .....                                      | 27 |
| <b>8</b>  | <b>Uitvoering eindmetingen</b> .....                      | 29 |
|           | 8.1 Uitvoering .....                                      | 29 |
|           | 8.2 Resultaten .....                                      | 29 |
| <b>9</b>  | <b>Evaluatie van het uitgevoerde CO-onderzoek</b> .....   | 32 |
| <b>10</b> | <b>Toekomstige verbeteringen aan de installatie</b> ..... | 35 |
|           | 10.1 Oven en ketel .....                                  | 35 |
|           | 10.2 Rookgasreiniging .....                               | 36 |
| <b>11</b> | <b>Conclusies</b> .....                                   | 37 |



## Inhoudsopgave

|           |                         |           |
|-----------|-------------------------|-----------|
| <b>12</b> | <b>Literatuur .....</b> | <b>38</b> |
|-----------|-------------------------|-----------|

|           |                             |           |
|-----------|-----------------------------|-----------|
| <b>13</b> | <b>Verantwoording .....</b> | <b>39</b> |
|-----------|-----------------------------|-----------|

|                  |                                                          |
|------------------|----------------------------------------------------------|
| <i>Bijlage A</i> | <i>Bedrijfsinformatie AVR (blauw)</i>                    |
| <i>Bijlage B</i> | <i>Procesdata AVR (groen)</i>                            |
| <i>Bijlage C</i> | <i>Data TNO-metingen (geel)</i>                          |
| <i>Bijlage D</i> | <i>Aanpassingen aan ketel 6 (oranje)</i>                 |
| <i>Bijlage E</i> | <i>AVR-brochure over nieuwe rookgasreiniging (kleur)</i> |

## Samenvatting

In 1989 werd de Richtlijn Verbranden (RV '89) uitgebracht, waarin scherpe grenswaarden zijn gesteld waaraan de emissies van afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) op termijn dienen te voldoen. Naar aanleiding daarvan heeft bij de AVR een onderzoek plaatsgevonden met het doel met name de CO-emissies van de afvalverbrandingsinstallatie van de AVR te verlagen door de verbrandingscondities in de vuurhaard te verbeteren. De AVR werd met adviezen en metingen bijgestaan door het Instituut voor Milieu- en Energietechnologie TNO (IMET-TNO) te Apeldoorn. Het Nationaal Onderzoekprogramma Hergebruik van afvalstoffen (NOH) leverde een financiële bijdrage in dit onderzoek, dat werd getiteld: "Verbetering verbrandingscondities in roosterovens voor grootschalige afvalverbranding". Het onderzoek werd gestuurd vanuit de projectgroep "CO-Onderzoek Roosterovens", die door de AVR in april 1990 was opgericht. In deze werkgroep zijn AVR, NOH en IMET-TNO vertegenwoordigd.

Het onderzoek vond plaats in de periode van april 1990 tot en met september 1991. In grote lijnen is het onderzoek te verdelen in een aantal stappen:

- Vastleggen beginsituatie (april - juni 1990).
- Wijzigen van procesinstellingen en aanbrengen van meetapparatuur (juni 1990 - maart 1991).
- Uitvoeren van experimenten (maart - juni 1991).
- Vastleggen eindsituatie (juni - september 1991).
- Evaluatie.

### ■ Vastleggen beginsituatie

Het onderzoek werd begonnen met het uitvoeren van CO-metingen aan alle zes ketels door het AVR-laboratorium. Daarbij bleken geen significante verschillen te bestaan in de CO-emissies. In verband met de aanwezigheid van registrerende emissiemeetapparatuur bij ketel 3 werd besloten het CO-onderzoek aan die ketel uit te voeren. In juni 1990 werd door TNO met een uitgebreide emissiemeting de beginsituatie van het onderzoek vastgelegd. Deze meting werd gecombineerd met metingen die in het kader van het door VROM opgezette landelijke "Onderzoek emissies roosterovens" bij de AVR aan ketel 3 werden uitgevoerd.

In tabel 1 zijn de belangrijkste resultaten van deze beginmeting weergegeven.

Tabel 1 Resultaten dioxine-, CO-, O<sub>2</sub>- en stoomproductiemetingen bij AVR ketel 3 (beginmeting)

| Datum  | Schoorsteen-emissie                              |                                           |                          | Proces                       | Vuurhaard 2-Sec. <sup>1)</sup> |            |
|--------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------|
|        | PCDD/F <sup>2)</sup><br>ngTEQ/m <sup>3</sup> ind | CO <sup>2)</sup><br>mg/m <sup>3</sup> ind | O <sub>2</sub><br>%(ind) | Stoom-<br>productie<br>ton/h | CO<br>mg/m <sup>3</sup> ind    | Temp<br>°C |
| 900619 | 44                                               | 162                                       | 11,6                     | -                            | 2016                           | 759        |
| 900620 | 65                                               | 144                                       | 11,0                     | -                            | 1595                           | 801        |
| 900621 | 51                                               | 336                                       | 12,4                     | 52                           | 3072                           | 721        |

<sup>1)</sup> gemiddelde van een netwerkmeting op het 2-secondenniveau in de vuurhaard

<sup>2)</sup> berekend op 11% O<sub>2</sub>

- onbekende waarde

Het gemiddelde (6 uursmeting) dioxinegehalte bleek te variëren tussen 44 en 65 ngTEQ/m<sup>3</sup>ind en het CO-gehalte tussen 144 en 336 mg/m<sup>3</sup>ind. Tevens bleken tijdens de metingen periodiek grote schommelingen in de procesvoering op te treden waarbij in de vuurhaard op het 2-secondenniveau piekwaarden in het CO-gehalte werden gemeten van circa 10 g/m<sup>3</sup>ind. De gemiddelde vuurhaardtemperaturen (half-uurs gemiddelden) op het 2-secondenniveau varieerden van circa 600 tot circa 900 °C.

Verdere conclusies uit deze metingen waren:

De resultaten van de vuurhaardmetingen worden zeer sterk beïnvloed door (periodiek optredende) processchommelingen.

De bedrijfs CO-meter wijkt af (factor 2).

De luchtbalans van de AVI is niet sluitend.

#### ■ Het wijzigen van procesinstellingen en aanbrengen van meetapparatuur

Nadat de beginmetingen waren uitgevoerd werd in de periode van juni 1990 tot maart 1991 door de AVR een aantal maatregelen getroffen om de (CO)-emissies van ketel 3 te verlagen en om meer inzicht te krijgen in het verbrandingsproces. Deze maatregelen waren:

- De totale luchthoeveelheid werd met circa 10% teruggebracht.
- Enkele luchtregelkleppen werden anders ingesteld, voorafgegaan door diverse luchtdebietmetingen.
- Het procesbesturingssysteem werd uitgebreid met een data-acquisitiesysteem, waardoor het mogelijk werd de bedrijfsgegevens op te slaan. Daardoor konden deze specifieke parameters met een PC verder worden uitgewerkt.
- De primaire luchttoevoer per wals werd bij zes walsen voorzien van een luchtdebietmeting en luchtdebietregeling.

In februari 1991 werden door TNO-metingen uitgevoerd in de keel van de vuurhaard om meer inzicht in de temperatuurverdeling te verkrijgen.

Daartoe werden tevens CO-, O<sub>2</sub>- en temperatuurmetingen gedaan boven enkele



walsen in de vuurhaard. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de belangrijkste resultaten van deze metingen:

Tabel 2 Resultaten van de vuurhaardmetingen van 6 februari 1991

| Datum<br>910206 | Schoor-<br>steen<br>CO | Keel                        |                     |                                        | Vuurhaard              |                         |
|-----------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------------|------------------------|-------------------------|
|                 |                        | CO<br>mg/m <sup>3</sup> ind | O <sub>2</sub><br>% | Temp.<br>°C                            | T 2 sec<br>links<br>°C | T 2 sec<br>rechts<br>°C |
| TNO<br>AVR      | 123                    | 9123 <sup>1)</sup>          | 11,3 <sup>1)</sup>  | 891 <sup>1)</sup><br>879 <sup>2)</sup> | 774                    | 776                     |

<sup>1)</sup> gemiddelde waarde van een netwerkmeting

<sup>2)</sup> gemiddelde waarde van drie bedrijfsmeters tijdens netwerkmeting door TNO

Uit tabel 2 blijkt:

- De gemiddelde vuurhaardtemperatuur gemeten op twee plaatsen ter hoogte van het 2-secondenniveau is lager dan 850 °C (in de Richtlijn Verbranden '89 is een minimum temperatuur geëist van 850 °C). In de keel van de vuurhaard is de temperatuur echter hoger dan 850 °C.
- De gemiddelde temperatuur in de keel van de vuurhaard gemeten met de AVR-bedrijfsmeters komt goed overeen (binnen 1,5%) met de gemiddelde temperatuur bepaald met de netwerkmeting, die met een watergekoelde zuigpyrometer in de keel van de vuurhaard is uitgevoerd.

Verder bleken uit de netwerkmetingen plaatselijk grote verschillen op te treden, hetgeen duidt op een ongelijkmatige verdeling van de lucht in de doorsnede van de keel van de vuurhaard.

#### ■ Het uitvoeren van experimenten met de procesinstellingen

In de volgende fase kon mede door toepassing van het nieuwe data-acquisitiesysteem in de periode van maart 1991 tot juni 1991 worden geëxperimenteerd met:

- de roosterbedekking (verhouding omwentelingssnelheden van de walsen);
- de luchttoevoer;
- de verdeling van de primaire lucht;
- de regeling van de lengte van het vuurbed op basis van de achterwandtemperatuur;
- de laagdikteregeeling.

Deze experimenten hebben geleid tot andere procesinstellingen, zoals een wijziging van de luchtverdeling onder de walsen, een lagere instelling van de regeling van de achterwandtemperatuur, andere verhoudingen in de omwentelingssnelheden van de walsen enz. Door het uitvoeren van deze experimenten werd het inzicht in het functioneren van de roosteroven verbeterd. Het werd ondermeer duidelijk dat ten gevolge van lekkages en ongewenste luchtstromen op diverse plaatsen in de oven het moeilijk was om met de bestaande middelen de luchtverdeling onder alle omstandigheden goed te beheersen. Dit bleek zich vooral te ma-

nifesteren tijdens perioden dat minder goed (nat) afval werd verstoekt. Mede na overleg met de leverancier van de installatie werd duidelijk dat als belangrijkste oorzaken daarvoor genoemd kunnen worden:

- De luchtlekkage tussen de walsen als gevolg van het niet goed afdichten van de schraperconstructie.
- De luchtlekkage langs de zijafdichtingen van de walsen.
- De slechte luchtdoorstroming van de walsen zelf.
- De grote hoeveelheid lucht, die nodig is voor de koeling van de zijwand van de oven (platenlucht). Omdat hiermee ook de constructie voor de ophanging van de platen wordt gekoeld, kon deze niet worden verminderd.
- De moeilijk instelbare secundaire verbrandingslucht.

Bovendien bleken de hoeveelheden onderwind per wals, als gevolg van de aanwezige kanalenconstructie moeilijk in te stellen, door de ongunstige stromingen in de luchtkanalen en regelbereiken van de luchtregelkleppen.

Het onderzoek werd bemoeilijkt door de soms grote variaties in de samenstelling (vochtgehalte) van het afval. Hierdoor was het vaak moeilijk om vast te stellen of de waargenomen verbrandingscondities (CO, vuurhaardtemperatuur) het gevolg waren van de ingestelde procescondities of juist door wijziging in de samenstelling van het afval. Geconcludeerd werd dat bij het verbranden van goed afval (hoge verbrandingswaarde) CO-gehaltes lager dan 100 mg/m<sup>3</sup> konden worden bereikt.

#### ■ Vastleggen eindsituatie

In de periode van juni tot en met september 1991 werden de experimenten afgerond met een eindmeting om na te gaan in hoeverre de emissies tengevolge van de nieuwe procesinstellingen waren veranderd. Naast de gebruikelijke AVR-metingen die met het data-acquisitie systeem werden vastgelegd, werden door TNO gedurende twee dagen ondermeer de emissies aan CO en dioxinen gemeten. Als referentie werd op de tussenliggende dag aan de niet aangepaste ketel 4 gemeten.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de belangrijkste resultaten van de eindmetingen.

Tabel 3 Resultaten van dioxine-, CO-, O<sub>2</sub>- en stoomproduktiemetingen bij AVR (eindmetingen)

| Datum  | Ketel | Schoorsteenemissie                               |                                           |                     | Proces                  |
|--------|-------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------|
|        |       | PCDD/F <sup>1)</sup><br>ngTEQ/m <sup>3</sup> ind | CO <sup>1)</sup><br>mg/m <sup>3</sup> ind | O <sub>2</sub><br>% | Stoomproductie<br>ton/h |
| 910625 | 3     | 45                                               | 208                                       | 11,6                | 47                      |
| 910627 | 3     | 62                                               | 193                                       | 11,3                | 44                      |
| 910626 | 4     | 18                                               | 79                                        | 11,0                | 55                      |

<sup>1)</sup> berekend op 11% O<sub>2</sub>



Uit deze tabel blijkt dat de dioxine-emissies van ketel 3 variëren tussen 45 en 62 ngTEQ/m<sup>3</sup>ind, terwijl de eenmalig gemeten ketel 4 een duidelijk lager niveau van 18 ngTEQ/m<sup>3</sup>ind te zien geeft. Ook de CO-emissies van ketel 4 blijken lager te zijn dan die van ketel 3.

#### ■ Evaluatie

Op grond van de door TNO uitgevoerde metingen werden de volgende belangrijkste conclusies geformuleerd [1]:

- De CO- en dioxine-emissies van ketel 3 gemeten in juni 1990 zijn van dezelfde orde van grootte als gemeten in juni 1991.
- Het CO-gehalte, gemeten in het schoorsteenkanaal op 25 en 27 juni 1991, vertoont een grillig verloop. Periodiek hoge pieken beïnvloeden het gemiddeld CO-gehalte sterk. Bij een stabiele (constante) thermische belasting bleken CO-emissies met een concentratie lager dan 100 mg/m<sup>3</sup> mogelijk te zijn.
- Ketel 4 blijkt op 26 juni 1991 significant minder dioxinen te emitteren dan ketel 3. Overwogen kan worden om na te gaan of dit structureel het geval is.

Het onderzoek heeft tot het inzicht geleid, dat de getroffen maatregelen niet voldoende waren om tot de gewenste CO-vermindering (tot de RV '89-grenswaarde) te komen. Ingezien werd dat met name de luchtverdeling in de vuurhaard drastisch moest worden verbeterd. Dit is ondermeer voor de AVR aanleiding geweest te besluiten het verbrandingstechnisch concept van oven 6 tijdens de aansluiting op het nieuwe rookgasreinigingssysteem medio 1992 ingrijpend te wijzigen. Deze wijzigingen hebben voornamelijk tot doel de verbrandingsomstandigheden in de vuurhaard te verbeteren door een betere beheersing van de luchtverdeling in de oven en de beschikbaarheid van de installatie te verhogen.

Dergelijke wijzigingen in het verbrandingsconcept zijn ook bij buitenlandse soortgelijke installaties als die van de AVR succesvol gebleken.

Na de ombouw zal door IMET-TNO middels metingen worden vastgesteld welke verbeteringen in de rookgasemissies zijn opgetreden. Afhankelijk van de resultaten zullen ook dergelijke verbeteringen aan de andere ovens worden uitgevoerd.



## 1 Inleiding

Bij de AVR heeft een onderzoek plaatsgevonden met het doel de CO-emissies en mogelijk ook andere emissies van de afvalverbrandingsinstallatie (AVI) van de AVR te verlagen door de verbrandingscondities in de vuurhaard te verbeteren. Aanleiding hiertoe was de aankondiging van de Richtlijn Verbranden 1989, waarin scherpe grenswaarden voor de emissies van AVI's worden gesteld. Voor dit onderzoek werd een programma opgesteld getiteld: "Verbetering verbrandingscondities in roosterovens voor grootschalige afvalverbranding". Voor de uitvoering daarvan is door het Nationaal Onderzoekprogramma Hergebruik van afvalstoffen (NOH) een bijdrage verleend. De uitvoering van het onderzoek werd door het Instituut voor Milieu- en Energietechnologie TNO (IMET-TNO) te Apeldoorn in opdracht van de AVR ondersteund met adviezen en metingen.

De AVR heeft bij de uitvoering van dit project in de periode van mei 1990 tot september 1991 geëxperimenteerd met ketel 3. De activiteiten werden gestuurd vanuit de door de AVR opgerichte projectgroep: "CO-Onderzoek Roosterovens". Deze projectgroep werd in april 1990 opgericht en is samengesteld uit een aantal medewerkers van de AVR, een RIVM-medewerker namens de NOH en een TNO-medewerker.

Door de AVR is een aantal maatregelen getroffen om de emissies van de AVI's te verlagen. Deze maatregelen betroffen voornamelijk de bedrijfsvoering van de installatie, de ingestelde procescondities, de meettechnische voorzieningen en de bedrijfsregistratie. Daarnaast zijn door de AVR contacten gelegd met Deutsche Babcock om ervaringen uit te wisselen met andere buitenlandse installaties.

Door TNO zijn gedurende het onderzoek drie meetcampagnes uitgevoerd:

- De eerste meetcampagne (beginmeting) werd uitgevoerd in juni 1990 en diende om de beginsituatie van het onderzoek vast te leggen.
- De tweede meetcampagne werd in februari 1991 uitgevoerd. Deze metingen betroffen voornamelijk vuurhaardmetingen.
- De derde meetcampagne (eindmeting) werd uitgevoerd in juni 1991 en betrof voornamelijk emissiemetingen aan de aangepaste ketel 3 en de niet aangepaste ketel 4.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het uitgevoerde onderzoek en de resultaten daarvan. Tevens is een overzicht gegeven van de voorgenomen maatregelen van de AVR om de emissies van de roosterovens verder te beperken.

## 2 Beschrijving van de AVR-installatie

De AVR is de grootste afvalverbrandingsinstallatie in Nederland. Jaarlijks wordt circa 1 miljoen ton huishoudelijk of daarmee vergelijkbaar afval verbrand. De installatie beschikt over zes verbrandingseenheden met een capaciteit van circa 22 ton afval per uur per eenheid.

Het afval wordt per vrachtwagen, schip en trein aangevoerd en verzameld in twee bunkers met een gezamenlijke capaciteit van 8500 ton. Van daaruit wordt het afval met kranen, voorzien van poliepgrijpers, in de vulschachten gestort. Via een rammenmechanisme wordt het afval op het rooster gedoseerd, waarna in de vuurhaard de verbranding plaatsvindt bij temperaturen van circa 900 °C. De daarbij vrijkomende energie wordt benut; met een stoomketel wordt stoom geproduceerd, welke wordt gebruikt voor de opwekking van elektriciteit en voor de aanmaak van gedestilleerd water. In de stoomketel worden de rookgassen afgekoeld tot circa 300 °C. In een nageschakelde elektrofilter worden de rookgassen grotendeels ontdoofd en vervolgens door middel van zuigtrekventilatoren via twee schoorstenen in de atmosfeer gebracht.

Bij de verbranding ontstaan ook vaste verbrandingsresiduen, te weten slakken, ketelas en elektrofilteras. De hoeveelheid geproduceerde slakken bedraagt circa 25 (gewicht)% van de hoeveelheid verbrand afval. De slakken worden benut als vulmateriaal in de wegenbouw. De hoeveelheid elektrofilteras bedraagt circa 3% van de verbrande hoeveelheid verbrand afval. Het elektrofilteras wordt op een gecontroleerde stortplaats (Deponie Noordzeeweg) gestort.

De ketels 3 en 4 van de AVR zijn identieke ketels. In bijlage A zijn de gegevens van deze ketels opgenomen. De volgende verschillen zijn als onderdeel van het CO-onderzoek in ketel 3 ten opzichte van ketel 4 aangebracht:

- Ketel 3 heeft een andere verhouding in de omwentelingssnelheden tussen de zeven walsen. Via de computerbesturing wordt door het instellen van andere verhoudingen bereikt, dat het afval op het rooster een gesloten “bed” vormt. De walsen komen hierdoor nauwelijks “blank” te liggen.
- De continue secundaire luchttoevoer is op een minimale waarde afgesteld.
- De maximale secundaire luchttoevoer is op 15% (klepstand) ingesteld, bij te hoge stoomproductie. Bij ketel 4 is deze op 40% (klepstand) ingesteld.

De constructie van de schrapers tussen de walsen is zodanig dat bij beide ovens veel luchtlekkage tussen de walsen en de schrapers plaatsvindt.



### 3 Chronologisch overzicht van het onderzoek

Hieronder zijn in chronologische volgorde de activiteiten beschreven, die in het kader van het project hebben plaatsgevonden.

*April 1990*

De opdrachtverlening voor het uitvoeren van het bij de NOH ingediende onderzoek vond plaats.

De AVR stelde een projectgroep samen; "CO-Onderzoek Roosterovens", bestaande uit een aantal AVR medewerkers, een begeleidingsfunctionaris van het NOH en een TNO-medewerker. Deze werkgroep kwam maandelijks bijeen om de bereikte resultaten te evalueren.

*Mei 1990*

Door het AVR-laboratorium werden aan alle ovens CO-metingen uitgevoerd. Omdat de resultaten daarvan geen significante verschillen gaven en ketel 3 was voorzien van registrerende meetapparatuur werd besloten om het onderzoek uit te voeren aan ketel 3.

Deze gegevens van de AVR-metingen zijn opgenomen in de tabellen 1, 2 en 3 van bijlage B.

*Juni 1990*

De uitvoering van de VROM/TNO-meting vond plaats, die tevens gold als beginmeting van het CO-project als referentie voor de later uit te voeren metingen.

Zie hoofdstuk 4, bladzijde 16.

*Juni '90 tot en met december 1990*

In deze periode vonden de volgende activiteiten plaats:

- Bestellen apparatuur voor de luchtdebietmetingen van de luchttoevoer per wals.
- Aanpassen regeling secundaire luchttoevoer.
- Verminderen totale luchttoevoer.
- Aanbrengen thermokoppels in de vuurhaard op 2-secondenniveau
- Instellen secundaire luchttoevoer op een lagere hoeveelheid.
- Verminderen koellucht op rammentafel.
- Vaststellen invloed sludgetoevoer op CO-emissies.

*Januari/februari 1991*

De volgende activiteiten werden ontplooid:

- Aanbrengen data-acquisitiesysteem voor opslag van een aantal gewenste procesgegevens met behulp van een PC.
- Aanbrengen van apparatuur voor het meten van het luchtdebiet per wals.
- Installeren regeling voor de luchttoevoer per wals.
- Uitvoeren van vuurhaardmetingen door TNO. De resultaten daarvan werden vastgelegd in een concept rapport gemaakt voor gebruik binnen de werkgroep "CO-onderzoek AVR". Zie hoofdstuk 6.

*Maart/april 1991*

In de periode van maart 1991 tot juni 1991 werden experimenten uitgevoerd. Daartoe werd een doctoraal student, betrokken bij het TNO modelleringsonderzoek voor AVI's, door TNO beschikbaar gesteld voor het uitwerken en ondersteunen van de proeven.



*CO-onderzoek AVR*

Onderzocht werd de invloed op het verbrandingsproces van:

- de roosterbedekking;
- de luchttoevoer;
- de verdeling van de primaire lucht;
- de regeling van de achterwandtemperatuur;
- de regeling van de laagdikte van het afval op wals 1.

Zie hoofdstuk 7.

*Juni 1991*

Door TNO werden eindmetingen uitgevoerd met het doel om de invloed van aangebrachte verbeteringen op met name de CO- en dioxine-emissies vast te stellen. Als referentie werd tevens aan oven 4 gemeten. Zie hoofdstuk 8.

*Augustus/september 1991*

Naar aanleiding van de resultaten van de TNO-metingen en de verkregen inzichten uit de experimenten en de contacten met Babcock werd door de AVR een plan opgesteld voor een fundamentele verbetering (ombouw van de ovens) aan de constructie van de oven. Zie hoofdstuk 10.

*Oktober/december 1991*

Afronding van het project. Na de ombouw van ketel 6, waarin ook de resultaten van deze experimenten zullen zijn verwerkt, zullen metingen worden uitgevoerd.

## 4 Beginmetingen

### 4.1 Uitvoering

Op 19, 20 en 21 juni 1990 werden door TNO proces- en emissiemetingen aan ketel 3 uitgevoerd. Het programma omvatte de bepaling van de rookgasconcentratie aan makrocomponenten, fluoriden, chloriden, bromiden, stof, een aantal zware metalen, dioxinen en furanen. Ook werden het rookgasdebiet en de rookgastemperatuur gemeten. De metingen werden uitgevoerd aan ketel 3 in het rookgaskanaal tussen elektrofilter en schoorsteen. In de vuurhaard werd op het "2 seconden niveau" op tien punten de rookgastemperatuur en het gehalte aan O<sub>2</sub> en CO gemeten.

De werkzaamheden werden ook uitgevoerd in opdracht van de Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Hygiëne van het Milieu. De uitvoering en de resultaten van deze metingen zijn reeds gerapporteerd [1].

### 4.2 Resultaten

De belangrijkste gegevens van de beginmeting zijn in bijlage C op bijlage C-3 tot en met C-12 weergegeven. De resultaten van de beginmetingen zijn reeds eerder uitvoerig beschreven in het rapport "Emissie-onderzoek afvalverbrandingsinstallatie AVR" [1]. In tabel 4 zijn de emissiemetingen samengevat, die door TNO zijn uitgevoerd.

Tabel 4 Emissies van ketel 3

|                                       |                       | Datum  |        |        |
|---------------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|
|                                       |                       | 900619 | 900620 | 900621 |
| <b>Gemeten in schoorsteen</b>         |                       |        |        |        |
| debiet                                | m <sup>3</sup> inv/h  | 126000 | 134000 | 141000 |
| temperatuur                           | °C                    | 320    | 320    | 305    |
| vochtgehalte                          | g/m <sup>3</sup> ind  | 125    | 146    | 129    |
| O <sub>2</sub>                        | %                     | 11,6   | 11     | 12,4   |
| CO <sub>2</sub>                       | %                     | 8,0    | 8,7    | 7,4    |
| <b>Emissies bij 11% O<sub>2</sub></b> |                       |        |        |        |
| CO                                    | mg/m <sup>3</sup> ind | 162    | 144    | 335    |
| C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>         | mg/m <sup>3</sup> ind | <5     | <5     | <5     |
| NO <sub>x</sub>                       | mg/m <sup>3</sup> ind | 350    | 367    | 376    |
| SO <sub>2</sub>                       | mg/m <sup>3</sup> ind | 467    | 271    | 247    |
| Cl <sup>-</sup>                       | mg/m <sup>3</sup> ind | 633    | 625    | 533    |
| F <sup>-</sup>                        | mg/m <sup>3</sup> ind | 5,1    | 3,3    | 3,1    |
| Br <sup>-</sup>                       | mg/m <sup>3</sup> ind | 6,2    | 4,5    | 5,5    |

Tabel 4 Emissies van ketel 3 (vervolg)

|                                                 |                          | Datum  |        |        |
|-------------------------------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|
|                                                 |                          | 900619 | 900620 | 900621 |
| <b>Emissies bij 11% O<sub>2</sub> (vervolg)</b> |                          |        |        |        |
| Stof                                            | mg/m <sup>3</sup> ind    | 94     | 123    | 69     |
| As                                              | mg/m <sup>3</sup> ind    | 0,001  | 0,009  | 0,005  |
| Cd                                              | mg/m <sup>3</sup> ind    | 0,07   | 0,09   | 0,07   |
| Pb                                              | mg/m <sup>3</sup> ind    | 1,8    | 1,6    | 1,2    |
| Zn                                              | mg/m <sup>3</sup> ind    | 5,4    | 4,2    | 2,8    |
| Hg                                              | mg/m <sup>3</sup> ind    | 0,15   | 0,16   | 0,09   |
| PCDD/PCDF                                       | ngTEQ/m <sup>3</sup> ind | 44     | 65     | 51     |

Uit tabel 4 blijkt dat de meeste gemiddelde waarden redelijk reproduceerbaar zijn. Uit de diagrammen in bijlage C op bijlage C-4 tot met C-12, waaraan de getallen in tabel 4 gedeeltelijk zijn ontleend, kan worden geconcludeerd, dat het verbrandingsproces onrustig verloopt.

In tabel 5 zijn de resultaten weergegeven van de netwerkmetingen, die door TNO op het 2-secondenniveau in de vuurhaard zijn uitgevoerd.

Tabel 5 Gemiddelde resultaten van temperatuur-, CO-, en O<sub>2</sub>-metingen in de vuurhaard van ketel 3

|                |                       | Datum  |        |        |
|----------------|-----------------------|--------|--------|--------|
|                |                       | 900619 | 900620 | 900621 |
| CO             | mg/m <sup>3</sup> ind | 2016   | 1595   | 3072   |
| temperatuur    | °C                    | 759    | 801    | 721    |
| O <sub>2</sub> | %                     | 14,1   | 12,9   | 13,7   |

Uit resultaten van de vuurhaardmetingen, waaruit de waarden in tabel 5 zijn ontleend, werden ten aanzien van het CO-onderzoek de volgende belangrijkste conclusies getrokken:

- Het CO-gehalte in de vuurhaard vertoont een onrustig verloop, blijkens de hoge piekwaarden tot 10.000 mg/m<sup>3</sup>ind.
- Deze CO-pieken zijn steeds terug te vinden in de schoorsteen.

In tabel 6 zijn de resultaten samengevat, afkomstig van de bedrijfsapparatuur, waarvan de signalen middels een datakabel in de meetauto van TNO werden geregistreerd.



## CO-onderzoek AVR

Tabel 6 Gemiddelde waarden van de bedrijfsgegevens

|                   |                       | Datum  |        |        |
|-------------------|-----------------------|--------|--------|--------|
|                   |                       | 900619 | 900620 | 900621 |
| Stoomproductie    | ton/h                 | -      | -      | 52     |
| T3 keel vuurhaard | °C                    | 822    | 839    | 774    |
| T2 keel vuurhaard | °C                    | 795    | 801    | 732    |
| HCl               | mg/m <sup>3</sup> ind | 697    | 540    | 495    |
| O <sub>2</sub>    | %                     | 9,5    | 8,5    | 10,2   |
| CO                | mg/m <sup>3</sup> ind | 74,5   | 71     | 198    |
| HF                | mg/m <sup>3</sup> ind | 5,4    | 3,7    | 9,3    |
| SO <sub>2</sub>   | mg/m <sup>3</sup> ind | 463    | 310    | 186    |

- niet gemeten

De voor het CO-project belangrijkste conclusies uit tabel 6 in vergelijking met de tabellen 4 en 5 zijn:

- In de keel van de vuurhaard worden over het algemeen hogere temperaturen gemeten dan gemiddeld middels een netwerkmeting vastgestelde temperatuur op het 2-secondenniveau in de vuurhaard.
- De CO-meter van de AVR blijkt ongeveer de helft van de waarde van de TNO meter weer te geven. Het verloop (tendens) van het CO-gehalte gemeten met beide instrumenten blijkt bij vergelijking wel goed met elkaar overeen te komen. (Zie bijlage C-10 tot en met C-12).

## 5 Procesmetingen en instellingen

Veranderingen in de procesvoering hadden voornamelijk betrekking op de dosering van de lucht en de roosterbedekking. Later werd ook onderzoek gedaan naar de regelbaarheid van de afvaldosering door de hydraulisch aangedreven rammen. De veranderingen werden in eerste instantie aangebracht om de invloeden op vuurhaardtemperaturen en CO-concentratie bij een constant goede bedrijfsvoering te onderzoeken. Bij de aanpassingen werd gestreefd naar een zo laag mogelijke CO-concentratie in de rookgassen en een zo hoog mogelijke temperatuur in de vuurhaard en op het 2-secondenniveau.

### 5.1 Aanpassingen in de procesvoering

In de periode van augustus 1990 tot februari 1991 werden de volgende aanpassingen aan ketel 3 doorgevoerd:

- Er werden thermokoppels in de vuurhaard van ketel 3 op het 2-secondenniveau aangebracht, om na te kunnen gaan wat de invloed van wijziging in enkele procesinstellingen is op deze temperatuur.
- De totale luchttoevoer van alle ketels werd verminderd. Deze werd zodanig ingesteld, dat de gemeten totale luchtflow circa 60.000 m<sup>3</sup> per uur werd.
- De regeling van de secundaire luchttoevoer werd aangepast. Van de secundaire luchttoevoerklap werd de klapkarakteristiek bepaald. Naar aanleiding daarvan werd de klap zodanig ingesteld, dat minder secundaire lucht wordt toegevoerd. De flow werd op circa 10.000 m<sup>3</sup> per uur ingesteld. Bij overschrijding van de stoomproductie met meer dan 10% van de ingestelde waarde wordt de klap open gestuurd naar een stand, waarbij de flow circa 17.000 m<sup>3</sup> per uur bedraagt.
- Een luchtdebietmeting en een regeling van de luchttoevoer per wals (voor zes walsen) werden geïnstalleerd. Voor het aanbrengen van de debietmeetapparatuur werd gebruik gemaakt van de reeds aanwezige opstellingplaatsen van meetapparatuur (annubar), die in de eerste jaren van het bedrijf al waren aangebracht. De geïnstalleerde apparatuur voldeed toentertijd niet en werd in die tijd verwijderd. In de panelen bij de oven werden geheel nieuwe regelaars gemonteerd, waarmee de aanwezige regelkleppen konden worden aangestuurd.

#### 5.1.1 Beschrijving van het data-acquisitiesysteem

In het kader van het CO-onderzoek AVR werd het bestaande procesautomatiseringssysteem (Teleperm M) van de AVR uitgebreid met een data-acquisitie systeem (fa Lock-automatisering), dat is gekoppeld aan een PC. In bijlage A figuur A.7 is een schema opgenomen van de bestaande situatie met daarin aangegeven de uitbreiding met de PC.

Met dit systeem is het mogelijk geworden om procesdata op een floppy disk op te slaan en om te zetten naar diverse standaard pakketten zoals, Lotus 1-2-3, dBase enz. Voorheen werden de procesdata gedurende 4 uur in het computergeheugen bewaard en konden zichtbaar worden gemaakt op een beeldscherm en/of op een kleurenprinter worden geprint.

Door de AVR is een standaard meetconfiguratie opgesteld waarbij elke drie minuten zestig meetwaarden van bedrijfsapparaten worden vastgelegd. In bijlage A.2 en A.3 zijn deze apparaten met de bijbehorende aanduidingen weergegeven. De belangrijkste meetwaarden die daarvan worden vastgelegd zijn:

- Stoomproduktie.
- Vuurhaardtemperatuur op drie plaatsen in de keel van de oven.
- Laagdikte van het afval boven de eerste wals.
- O<sub>2</sub>-gehalte na E-filter.
- Totale luchtflow.
- Achterwandtemperatuur (boven ontslakker).
- Temperaturen op diverse plaatsen in de ketel.
- Diverse klepstanden.
- CO-gehalte van de rookgassen na E-filter.
- Omwentelingssnelheden van de walsen.
- Ramsnelheid van de afvaldosering.
- Slaglength van de ram van de afvaldosering.

## 5.2 Luchtbalans

Door de AVR werden aan ketel 3 op diverse plaatsen luchtdebietmetingen uitgevoerd teneinde de verdeling van de lucht in de oven in kaart te brengen. Gemeten werden bij handbediening van de oven:

- De totale hoeveelheden toegevoerde lucht met een separate pitotbuis ter controle van de uitlezing van de aanwezige annubar op het centrale registratiesysteem (FI303).
- De hoeveelheid platenlucht links en rechts met een pitotbuis.
- De totale hoeveelheid secundaire verbrandingslucht met een pitotbuis.
- Het rookgasdebiet met een separate pitotbuis ter controle van de uitlezing van de registrerende debietmeter.

In de figuren B.1, B.2 en B.3 in bijlage B is per figuur schematisch de verdeling van de lucht in de oven weergegeven, zoals deze door het laboratorium van de AVR is gemeten op 23 oktober en 9 november 1990. Uit deze metingen bleek dat er een te groot verschil was tussen de totale luchtflow en de rookgasflow, zoals uit tabel 7 blijkt.

Tabel 7 Luchtdebietmetingen aan oven 3

|        | totale lucht<br>FI303<br>m <sup>3</sup> inv/h | totale lucht<br>gemeten<br>m <sup>3</sup> inv/h | rookgasdebiet<br>gemeten<br>m <sup>3</sup> inv/h |
|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 901023 | 78000                                         | 94800                                           | 139700                                           |
| 901109 | 50400                                         | 63400                                           | 107800                                           |
| 901109 | 62400                                         | 79100                                           | 121500                                           |



## 6 Vuurhaardtemperatuurmetingen

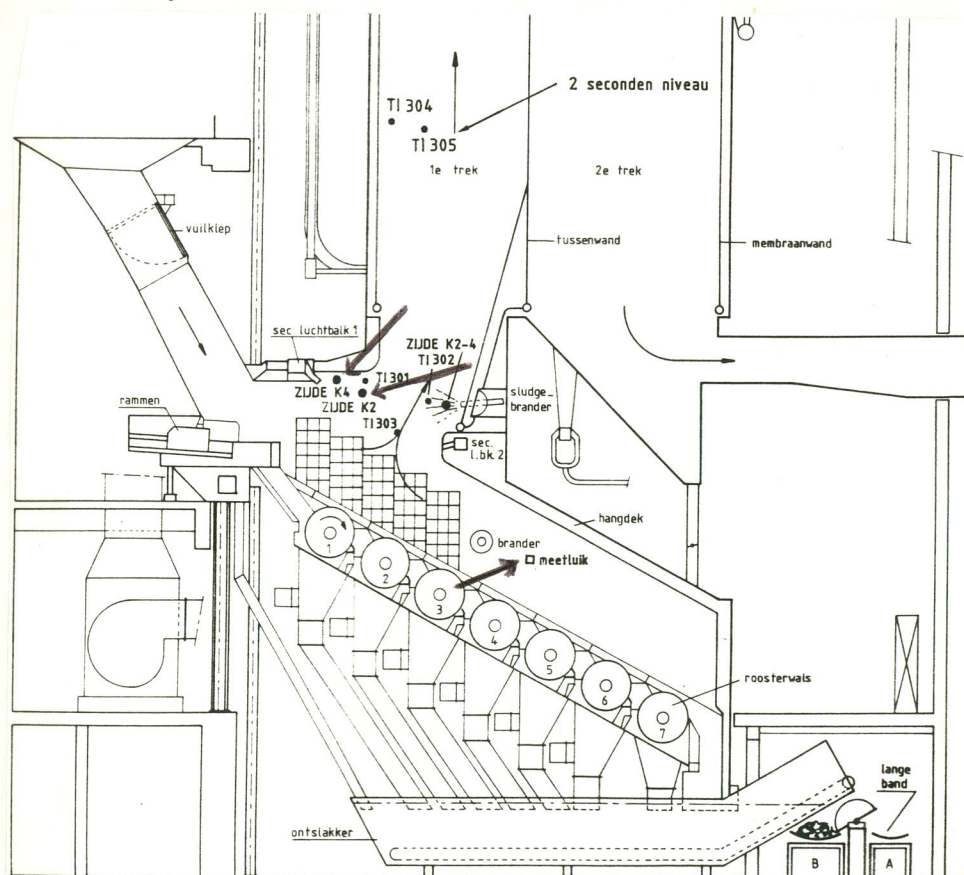
### 6.1 Uitvoering

Door TNO werden op 6 en 7 februari 1991 O<sub>2</sub>-, CO- en temperatuur-netwerkmetingen uitgevoerd in de keel van de vuurhaard (zie figuur 1). Bedrijfsgegevens van de AVR werden via een datakabel met de computer van de TNO-meetauto geregistreerd.

De geregistreerde signalen van de AVR zijn:

- TI: 301-302-303-304-305 (drie temperaturen in keel en twee temperaturen op 2-secondenniveau van de vuurhaard).
- FI: 302-303 (verbrandingslucht en stoomproductie).
- CO-meter AVR (bij schoorsteen).
- 2e CO-meter, ter beschikking gesteld door TNO (bij schoorsteen).

Tijdens deze metingen werden op 6 februari 1991 in de "keel" van de oven via vier meetopeningen met twee watergekoelde lansen traverses uitgevoerd. In figuur 1 zijn in een langsdoorsnede van ketel 3 de meetpunten aangegeven. In de tekening is te zien dat op de meetpunten lucht, afkomstig van de secundaire lucht-balken en van de sludgebrander, door de lansen kan worden aangezogen. Daarom werd besloten om tijdens de monsternamen in de vuurhaard de sludgebrander uit bedrijf te nemen.



Figuur 1 Aanduiding meetpunten in ketel 3 (→ = TNO meting)

Op 7 februari werd een watergekoelde sonde boven wals 4/5 geplaatst. Boven deze wals werd een traverse gemaakt tot een maximale insteekdiepte van 2,7 meter. Dit is ongeveer het midden in de vuurhaard. Het doel van deze traversemeting is om na te gaan of er veel lucht en CO aan deze kant van het rooster (wals 5, 6 en 7) aanwezig is. Tevens werd de temperatuur van deze gasen gemeten.

Na het uitvoeren van deze proef werd 's middags omstreeks 15.30h de luchttoevoer onder wals 4/5 verminderd door de stand van de klep te veranderen. Omstreeks 16.15h werd de luchttoevoer nog verder verminderd.

## 6.2 Resultaten

De belangrijkste resultaten van de vuurhaardmetingen zijn in bijlage C (bijlage C-13 tot en met C-18) weergegeven. In tabel 8 zijn deze resultaten samengevat.

Tabel 8 Metingen uitgevoerd op 6 februari 1991

| TNO-metingen in keel                |                       |      |
|-------------------------------------|-----------------------|------|
| CO <sup>1)</sup>                    | mg/m <sup>3</sup> ind | 9123 |
| Temperatuur <sup>1)</sup>           | °C                    | 891  |
| O <sub>2</sub> <sup>1)</sup>        | %                     | 11,3 |
| AVR-metingen in oven en schoorsteen |                       |      |
| CO schoorsteen, binos               | mg/m <sup>3</sup> ind | 123  |
| T keel 301 <sup>2)</sup>            | °C                    | 1010 |
| T keel 302 <sup>2)</sup>            | °C                    | 831  |
| T keel 303 <sup>2)</sup>            | °C                    | 795  |
| T Keel gemiddeld <sup>2)</sup>      | °C                    | 879  |
| T 2 sec 304                         | °C                    | 776  |
| T 2 sec 305                         | °C                    | 774  |

<sup>1)</sup> gemiddelde waarde van een netwerkmeting

<sup>2)</sup> gemiddelde waarde tijdens netwerkmeting door TNO

Uit tabel 8 blijkt:

- De gemiddelde vuurhaardtemperatuur gemeten op het 2-secondenniveau is minder dan 850 °C. Deze waarde wordt in de RV '89 als minimum temperatuur op het 2-secondenniveau vermeld. In de keel van de vuurhaard is de gemiddelde temperatuur echter hoger dan 850 °C.

- De gemiddelde temperatuur in de keel van de vuurhaard, gemeten met de AVR-bedrijfsmeters, komt goed overeen (binnen 1,5%) met de gemiddelde temperatuur, bepaald met de netwerkmeting, die met een watergekoelde zuigpyrometer in de keel van de vuurhaard is uitgevoerd.

In bijlage C.2 zijn de meetresultaten van de temperatuurverdeling (figuur C.2.1), de O<sub>2</sub>-verdeling (figuur C.2.2) en de CO-verdeling (figuur C.2.3) in drie dimensionale staafdiagrammen weergegeven. De staven in deze diagrammen stellen per staaf de gemiddelde waarde (CO, O<sub>2</sub> of temperatuur) van circa een half uur meten voor. De voorste rij staven weergegeven in het vlak van de meting zijn de concentraties nabij de afstortrand van de bunker.

Uit deze diagrammen blijkt dat de meeste CO zich bevindt aan de afstortrand (procenten CO). De temperatuur is aan deze zijde ook het hoogst. Het O<sub>2</sub>-gehalte is aan deze zijde het laagst. Bij de interpretatie van deze waarde dient er rekening mee te worden gehouden dat in een secundaire luchtstraal kan zijn gemeten. De hoge O<sub>2</sub>-gehalten en de lage CO-gehalten aan de E-filterzijde van de doorsnede (de zijde, waar de sludgebrander is gemonteerd) kunnen daar een aanwijzing van zijn.

In figuur C.2.4 (bijlage C-16) zijn in een staafdiagram de resultaten weergegeven van de metingen die op circa 100, 180 en 270 cm insteekdiepte boven wals 4/5 zijn uitgevoerd. Dit is dus een traverse vanaf de ketel 2 zijde tot ongeveer het midden boven wals 4/5. De zwarte staven geven het gemiddeld O<sub>2</sub>-gehalte weer, de blauwe staven geven het gemiddelde CO-gehalte weer en de groene staven geven de gemiddelde temperatuur weer. Deze metingen zijn op 7 februari uitgevoerd van 11.30h tot circa 14.00h. Per meetpunt is een meetperiode genomen van circa 20 minuten. Uit het diagram blijkt dat boven wals 4/5:

- Veel zuurstof aanwezig is (circa 14,2 tot 18,2%).
- Het zuurstofgehalte langs de wand het hoogst is (18,2%).
- De temperatuur vrij laag is (circa 480 tot 745 °C).
- Tamelijk veel CO aanwezig is (circa 1000 tot 2100 mg/m<sup>3</sup>ind).



## 7 Experimenten aan ketel 3

### 7.1 Roosterbedekking

Een van de maatregelen aan de procesvoering was om een betere bedekking van het walsenrooster door het afval te verkrijgen. Uit visuele inspectie van het verbrandingsproces via de inspectieluiken bleek dat in de praktijk vaak blanke delen van de walsen zichtbaar waren. Dit was aanleiding om de omwentelingssnelheden van de walsen aan te passen. Dit werd in twee stappen gedaan.

In eerste instantie werd de omwentelingssnelheid van wals 1 aangepast. Deze was 0,8 maal die van wals 2. Dit was zo ingesteld, dat het afval op deze manier uit elkaar zou worden getrokken voor een betere homogeniteit van de afvallaag. Het gevaar hierbij is dat er een gat ontstaat in de afvallaag tussen de beide walsen, zodat de toegevoerde primaire lucht vrij baan heeft op deze plaats en dus niet meer door het afval heen stroomt. Door de snelheid van wals 1 een gelijke waarde te geven als die van de tweede wals kan dit niet meer voorkomen.

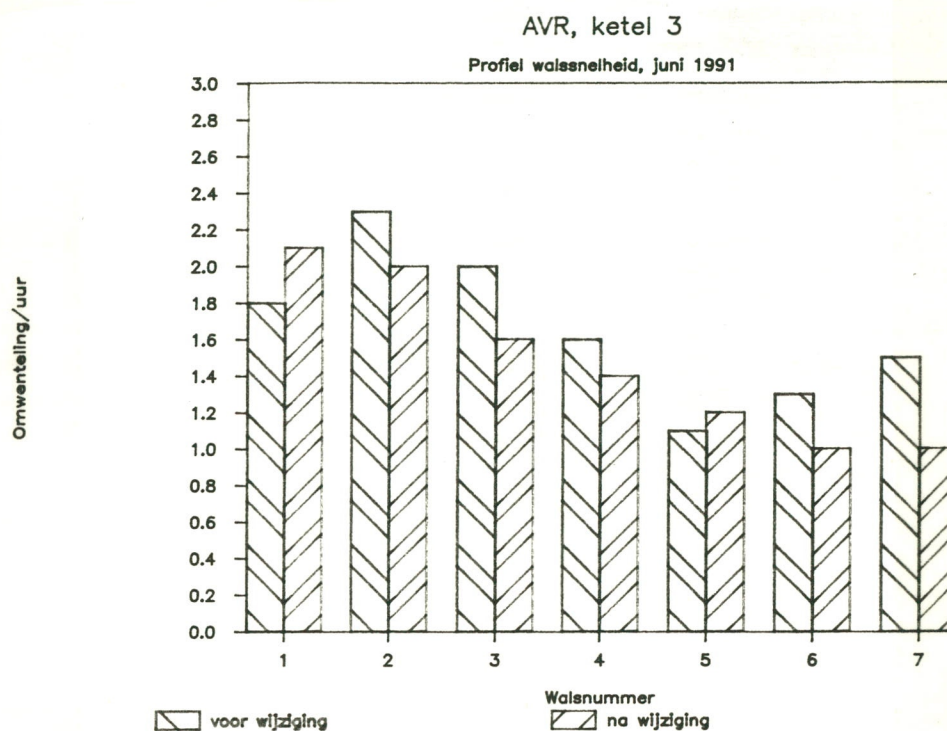
In tweede instantie werd de omwentelingssnelheid van de walsen 5, 6 en 7 aangepast. Achter in de oven waren vaak de laatste twee of drie walsen niet meer bedekt. De toegevoegde primaire lucht onder de walsen 5 en 6 kreeg dus geen mogelijkheid om op deze plaats van enig nut te zijn. Door de snelheid van de laatste drie walsen te verlagen, door het aanpassen van de verhoudingsmodules, ontstond een betere bedekking van de walsen. Dit heeft als gevolg een betere opwarming van de toegevoerde lucht, die tussen de slakken doorstroomt. Tevens werd de maximale omwentelingssnelheid van de walsen verlaagd met als doel het rooster beter bedekt te houden.

In figuur 2 is in een staafdiagram het “profiel” van de gemiddelde omwentelingssnelheid van de zeven walsen weergegeven, van voor en na de wijziging.

### 7.2 Luchttoevoer

Een andere maatregel die door de AVR werd genomen, was het aanpassen van de verdeling van de luchttoevoer naar de zes walsen. Toevoeren van te veel verbrandingslucht veroorzaakt een grote luchtvermaat hetgeen een lagere vuurhaardtemperatuur veroorzaakt. Voor een goede verbranding moet gestreefd worden naar een situatie met een zo laag mogelijke luchtvermaat bij een optimale menging met het afval en de rookgassen.

Door het aanbrengen van een meet- en regelsysteem voor de toevoer van primaire lucht kon een stabiele toevoer van het luchtdebiet per wals worden bereikt. Door het experimenteren met de verdeling van de primaire lucht en met de totale luchtverdeling werd getracht de meest optimale verdeling voor een constante procesvoering te verkrijgen. Hiermee kan worden voorkomen dat er slierten koude lucht ontstaan, die plaatselijk de rookgastemperatuur verlagen, hetgeen een hoger CO-gehalte tot gevolg heeft.



*Figuur 2 Omwentelingssnelheden van de walsen, voor en na de gewijzigde instelling*

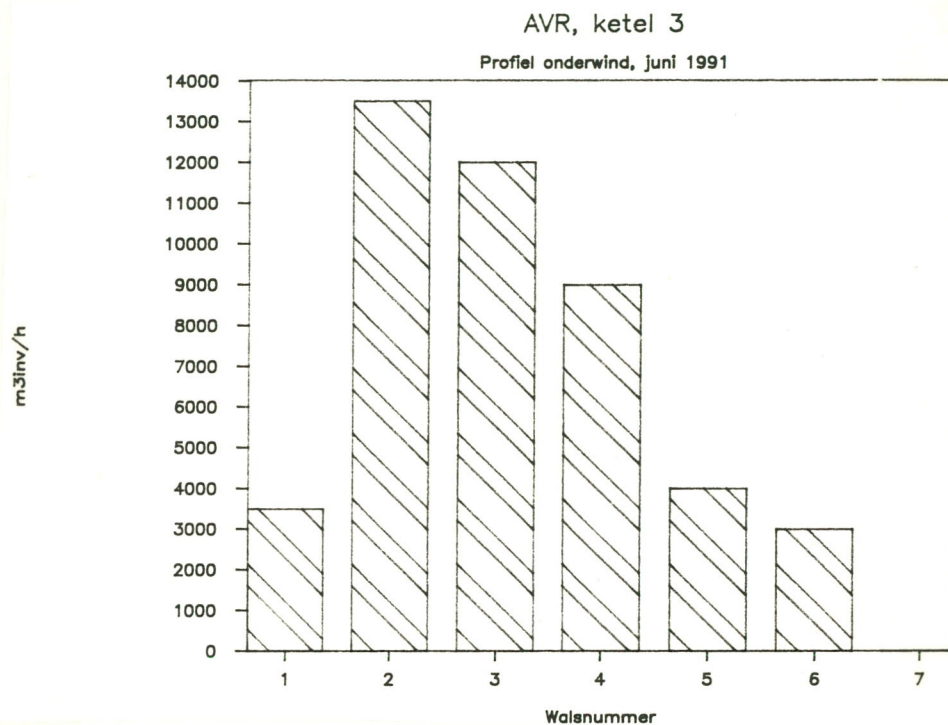
Het inbrengen van de platenlucht wordt gezien als noodzakelijk om de aanbakkingen van as en slakken aan de ovenwanden tegen te gaan. Het debiet van deze luchtstroom wordt bepaald door de maximale temperatuur die de platenwandconstructie mag bereiken. Vermindering van deze luchttoevoer lijkt een gunstig effect op de verbranding (lees CO-vorming) te hebben.

De secundaire lucht in de ketels van de AVR wordt aangestuurd door de stoomproductie. Bij bedrijfsvoering waarbij de stoomproductie een grens van 10% boven de ingestelde waarde niet overschrijdt (dat is afhankelijk van de stookwaarde van het afval), wordt een konstante hoeveelheid secundaire lucht ingeblazen.

### 7.3 Verdeling primaire lucht

Er zijn experimenten gedaan met de verdeling van de primaire lucht. De luchtverdeling kan als volgt het best plaatsvinden: weinig lucht onder wals 1, veel lucht onder de walsen 2, 3 en 4 en weer minder lucht onder de walsen 5 en 6. Hierdoor ontstaat het zogenaamde katterugprofiel, zie figuur 3.





Figuur 3 Verdeling van de primaire lucht onder het rooster

Bij de experimenten is gebleken dat wanneer er minder lucht onder de eerste walsen wordt ingebracht en meer op het eind van het rooster, het vuur naar "beneden zakt". De verbrandingszone wordt naar het laatste gedeelte van het rooster verplaatst, met het risico dat er geen volledige uitbrand van het afval plaats kan vinden. Duidelijk is dus dat het grootste gedeelte van de primaire lucht onder de walsen 2, 3 en 4 moet worden toegevoerd. Met de onderlinge verhouding van de luchttoevoer onder deze walsen moest dus worden geëxperimenteerd. Tot nu toe zijn nog geen duidelijke resultaten uit de experimenten naar voren gekomen. Wel is duidelijk geworden dat bij een constante procesvoering CO-concentraties gehaald kunnen worden die lager dan circa 100 mg/m<sup>3</sup> ind liggen.

#### 7.4 Regeling achterwandtemperatuur

Experimenten zijn ook gedaan met de instelling van de waarde van de achterwandtemperatuur. Het doel van de aanwezigheid van de achterwandtemperatuurregeling is om het vuur op de walsen 2, 3 en 4 te concentreren. De ingestelde waarde voor deze temperatuur werd verlaagd van 300 tot 275 °C, waardoor de omwentelingssnelheden van de walsen lager worden ("trager rooster") met als gevolg dat door een grotere laagdikte de bedekking van het rooster beter gerealiseerd kan worden. Deze aanpassing had ondermeer tot gevolg dat het proces veel





minder door de stoomproductie werd geregeld. Om toch steeds de gewenste stoomproductie te behalen was het nodig om regelmatig handmatig de laagdikte van het afval aan te passen. Bij een constant te lage stoomproductie een dikkere afvallaag en bij een constant te hoge stoomproductie een dunnere afvallaag. Een “trager” rooster heeft tot gevolg dat de menging van de afvallaag op het rooster slechter wordt, hetgeen een slechter verbrandingsproces tot gevolg kan hebben. Een ander nadeel van deze ingreep is een tragere regeling van het proces. De regeling met de achterwandtemperatuur is overheersend en onderdrukt dus de ‘echte’ procesregeling.

## 7.5 Laagdikteregeling

Voor een constante procesvoering is het van belang dat de afvaldose-ring goed werkt. De afvaldosering wordt geregeld door middel van de dikte van de afvallaag. De laagdikte wordt bepaald door middel van het meten van een drukverschil over de afvallaag boven wals 1. Dit drukverschil is een maat voor de dikte van de afvallaag en wordt uitgedrukt in procenten. Deze gemeten en berekende laagdikte wordt dan vergeleken met een ingestelde waarde voor de laagdikte. Afhankelijk van het verschil tussen deze twee waarden worden de hydraulische rammen aangestuurd. Zowel de slaglengte als de snelheid van de rammen kunnen worden geregeld, voor beide geldt een onder- en een bovenwaarde. Wanneer de gemeten waarde van de afvallaag groter is dan de ingestelde waarde zullen zowel de slaglengte als de slagsnelheid hun minimale waarde hebben. Als de gemeten laagdikte kleiner is dan de ingestelde waarde, dan gaan beide parameters naar hun maximale waarden. Een en ander heeft nogal eens tot gevolg dat er “doorschietters” in de laagdikte voor kunnen komen. Om deze “doorschietters” te voorkomen is geëxperimenteerd met het aanpassen van de regeling. De ramslaglengte heeft een vaste waarde gekregen (de gemiddelde waarde van normaal bedrijf), zodat dus alleen met de ramsnelheid werd geregeld, deze regeling is ook sneller. De resultaten hiervan zijn redelijk. In bijlage B (figuur B.7) zijn een normale procesvoering en de aangepaste regeling te zien. Het experiment heeft slechts een paar uur plaats gehad, zodat nog niet meteen conclusies getrokken mogen worden, verder onderzoek is dan ook gewenst.

## 7.6 Resultaten

Op grond van de in hoofdstuk 7 beschreven experimenten zijn de volgende conclusies te trekken:

- De verdeling van de primaire lucht is op een andere waarde ingesteld, waardoor minder schommelingen in het proces lijken op te treden.
- Het aanpassen van de regeling van de onderlinge verhouding tussen de omwentelingssnelheden van de walsen leidt tot een beter en gesloten afvalbed op het rooster.
- Het verstellen van de regeling van de achterwandtemperatuur leidt middels de bestaande regeling van de walssnelheid tot een verplaatsing van de verbrandingszone (vuur) richting doseertafel.
- Het doseren van het afval vereist verbeteringen, die nog nader moeten worden onderzocht.

- Bij het verbranden van droog afval vertoont het proces een minder grillig verloop waardoor de gemiddelde CO-gehaltes lager worden. Als ten gevolge van een regenperiode sprake is van nat afval is het met de huidige regeling van de oven moeilijk de periodiek hoge CO-emissies te voorkomen.

Deze bevindingen en conclusies hebben geleid tot een aantal aanpassingen aan de instelling van het proces. Deze zijn:

- De instelling van de gemiddelde omwentelingssnelheden van de walsen, volgens figuur 2.
- De instelling van de luchtverdeling volgens figuur 3.
- De instelling van de achterwandtemperatuur op 275 °C.

Uit de beschreven experimenten en uit overleg met Deutsche Babcock werd het inzicht verkregen dat de CO-vorming beduidend kan worden teruggebracht door de luchtverdeling in het verbrandingsproces te verbeteren. Dit kan in de toekomst worden gerealiseerd door:

1. De schraperconstructie van de walsen te verbeteren, zodat geen luchtstralen door het afval heen schieten.
2. De afdichting van de walsen aan de zijkanten te verbeteren.
3. De luchttoevoer via de zijwanden van de oven (platenwanden) te verwijderen, zodat geen “koude” platenlucht meer direct boven de walsen wordt ingeblazen.
4. De secundaire luchttoevoer te verbeteren.
5. De stookautomaat te modificeren.



## 8 Uitvoering eindmetingen

### 8.1 Uitvoering

De gewijzigde procesinstellingen en de daaruit verkregen informatie gaven aanleiding om eindmetingen uit te voeren teneinde het project "Verbetering verbrandingscondities in roosterovens voor grootschalige afvalverbranding" af te kunnen ronden. Door de AVR werden op 25, 26 en 27 juni 1991 met het aangebrachte data-acquisitiesysteem de volgende metingen aan ketel 3 en 4 geregistreerd:

- Stoomproductie.
- Vuurhaardtemperatuur op drie plaatsen in de keel van de oven.
- Laagdikte van het afval boven de eerste wals.
- O<sub>2</sub>-gehalte na E-filter.
- Totale luchtflow.
- Achterwandtemperatuur (boven ontslakker).
- Temperaturen op diverse plaatsen in de ketel.
- Diverse klepstanden.

Tevens werden specifiek aan ketel 3 de volgende gegevens geregistreerd:

- Luchtdebieten onder zes walsen.
- Temperatuur op het 2-secondenniveau in de vuurhaard.
- Omwentelingssnelheden van de walsen

Door TNO werden beurtelings op 25 juni aan ketel 3, op 26 juni aan ketel 4 en op 27 juni aan ketel 3 de volgende metingen uitgevoerd:

- Het registrerend meten van het CO-, CO<sub>2</sub>-, O<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-gehalte van de rookgassen na het elektrofilter, alsmede de rookgastemperatuur.
- Het bepalen van het dioxine-gehalte van de rookgassen na het elektrofilter.

Na het uitvoeren van de metingen werden de signalen van de continu geregistreeerde componenten "softwarematig" samengevoegd met de continu geregistreeerde signalen van de AVR-metingen, zodat de gegevens tegelijkertijd konden worden verwerkt en gezamenlijk worden gepresenteerd.

### 8.2 Resultaten

De resultaten van de eindmeting zijn grotendeels in tabel C.1.1 (bijlage C.3) weergegeven. In [2] zijn de resultaten uitvoerig gerapporteerd. In tabel 9 zijn de belangrijkste resultaten van de eindmeting samengevat.

Tabel 9 Samenvatting gemiddelde waarden van ketel 3 en 4

|                                   |                       | Datum   |         |         |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|
|                                   |                       | 910625  | 910627  | 910626  |
|                                   |                       | Ketel 3 | Ketel 3 | Ketel 4 |
| <b>Bedrijfsgegevens</b>           |                       |         |         |         |
| Stoomproductie                    | ton/h                 | 47      | 44      | 54,7    |
| T4 vuurhaard, 2 seconden          | °C                    | 808     | 778     | -       |
| T5 vuurhaard, 2 seconden          | °C                    | 779     | 753     | -       |
| CO-AVR,                           | mg/m <sup>3</sup> ind | 116     | 110     | 51      |
| <b>TNO-metingen (na E-filter)</b> |                       |         |         |         |
| CO Bmn                            | mg/m <sup>3</sup> ind | 195     | 187     | 79      |
| CO BINOS 100 <sup>1)</sup>        | mg/m <sup>3</sup> ind | 145     | 148     | 84      |
| PCDD/F <sup>2)</sup>              | ng/m <sup>3</sup> ind | 45      | 62      | 18      |
| O <sub>2</sub>                    | %                     | 11,6    | 11,3    | 11,0    |
| CO <sub>2</sub>                   | %                     | 7,7     | 8,0     | 8,4     |
| C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>     | mg/m <sup>3</sup> ind | 1,9     | 5,9     | <10     |
| NO <sub>x</sub>                   | mg/m <sup>3</sup> ind | 295     | 344     | 408     |
| SO <sub>2</sub>                   | mg/m <sup>3</sup> ind | 243     | 289     | 317     |
| Temperatuur                       | °C                    | 295     | 293     | 312     |

<sup>1)</sup> beschikbaar aan AVR

<sup>2)</sup> niet registrerend gemeten, berekend op 11% O<sub>2</sub>, weergegeven als TEQ

Uit tabel 9 blijkt bij ketel 3 de grote mate van overeenkomst van de gemiddelde waarden van CO, O<sub>2</sub> en temperatuur op beide meetdagen. De gemiddelde waarden van de CO BINOS (BINOS-analyser) zijn lager dan die van CO Bmn (Beckman-analyser). Dit wordt veroorzaakt door het hogere meetbereik van de CO-Bmn (0 tot 1300 mg/m<sup>3</sup>ind) dan de CO-BINOS (0 tot 700 mg/m<sup>3</sup>ind), waardoor ook pieken van meer dan 700 mg/m<sup>3</sup>ind in het gemiddelde worden meegenomen. Dit geldt in hogere mate voor de vermelde CO-waarde onder "CO-AVR". De door AVR gebruikte CO-meter had een nog lager meetbereik van 0 tot 300 mg/m<sup>3</sup>ind.

Verder kunnen de volgende conclusies uit de eindmetingen worden getrokken:

- Het gemeten CO-gehalte (in tabel 9 zie "CO Bmn") is hoger dan 50 mg/m<sup>3</sup>ind, welke in de Richtlijn Verbranden '89 is geëist.
- De gemeten vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau (op twee plaatsen) is nauwelijks hoger dan 850 °C.
- Het CO-gehalte, gemeten in het schoorsteenkanaal, vertoont een grillig verloop. Periodiek hoge CO-pieken beïnvloeden het gemiddeld CO-gehalte sterk. Bij een stabiele (constante) thermische belasting zijn CO-emissies (8-uurs gemiddelde) met een concentratie lager dan 100 mg/m<sup>3</sup>ind mogelijk.
- Ketel 4 blijkt op 26 juni 1991 significant minder CO en dioxinen te emitteren dan ketel 3. Overwogen zal worden om na te gaan of dit structureel is.

*CO-onderzoek AVR*

- Bij ketel 3 wordt voornamelijk met de omwentelingssnelheden van de walsen geregeld en weinig met de luchtverdeling. (Zie bijlage C.23 en C.24).



## 9 Evaluatie van het uitgevoerde CO-onderzoek

In tabel 10 is een overzicht gegeven van de dioxine-emissies welke in het kader van dit onderzoek bij de AVR door TNO zijn gemeten. Tevens zijn in deze tabel de CO- (berekend op 11% O<sub>2</sub>) en de O<sub>2</sub>-gehalten weergegeven.

Tabel 10 Overzicht resultaten dioxine-, CO- en O<sub>2</sub>-metingen bij AVR

| Datum  | Ketel | PCDD/F <sup>1)</sup><br>ngTEQ/m <sup>3</sup> ind | CO <sup>1)</sup><br>mg/m <sup>3</sup> ind | O <sub>2</sub><br>% |
|--------|-------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|
| 900619 | 3     | 44                                               | 162                                       | 11,6                |
| 900620 | 3     | 65                                               | 144                                       | 11,0                |
| 900621 | 3     | 51                                               | 336                                       | 12,4                |
| 910206 | 3     | -                                                | 123                                       |                     |
| 910207 | 3     | -                                                |                                           |                     |
| 910625 | 3     | 45                                               | 208                                       | 11,6                |
| 910627 | 3     | 62                                               | 193                                       | 11,3                |
| 910626 | 4     | 18                                               | 79                                        | 11,0                |

<sup>1)</sup> berekend op 11% O<sub>2</sub>

Uit deze tabel blijkt dat de dioxine-emissies van ketel 3 variëren van 44 tot 65 ngTEQ/m<sup>3</sup>ind, terwijl de eenmalig gemeten ketel 4 een duidelijk lager niveau van 18 ng/m<sup>3</sup>ind TEQ te zien geeft. Ook de CO-emissies van ketel 4 blijken lager te zijn dan die van ketel 3.

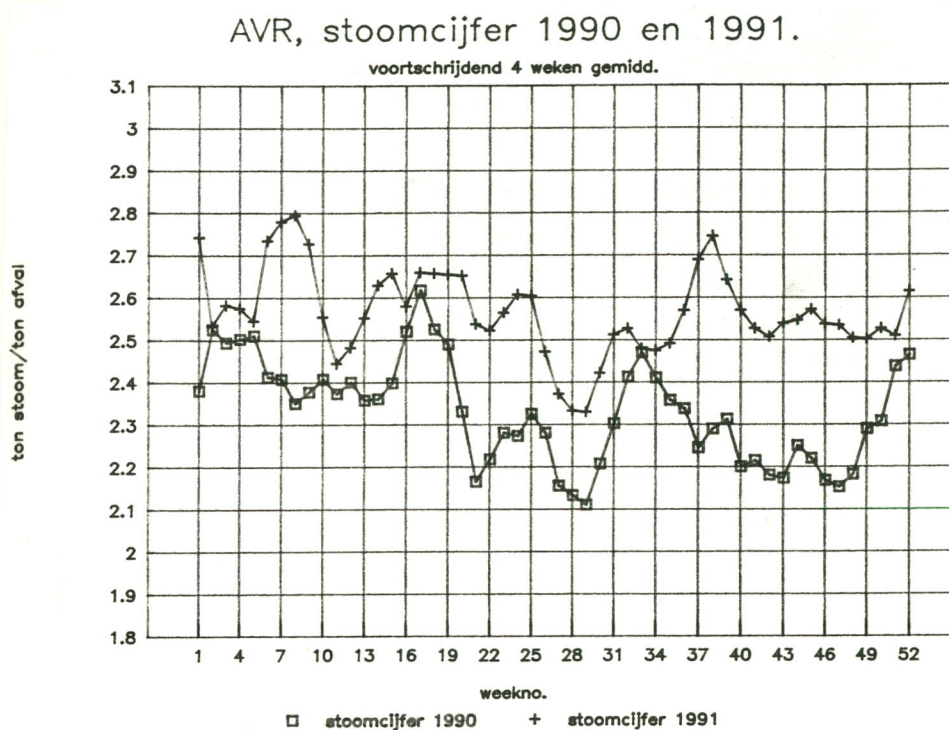
Tevens blijkt het CO-gehalte van ketel 3 gemeten in juni 1991 in dezelfde orde van grootte te liggen als in juni 1990. Dit terwijl tussentijds (op 910206) ook lagere waarden zijn gemeten. Lagere CO-waardes zijn naderhand bij dezelfde procesinstellingen ook door AVR gemeten. Zie figuren B.4, B.5 en B.6 in respectievelijk bijlage B.8, B.9 en B.10.

Metingen verwerkt in diagrammen die zowel door de AVR als door TNO zijn gemaakt geven verder de volgende informatie:

Het CO-gehalte, gemeten in het schoorsteenkanaal, vertoont steeds een grillig verloop, dat in hoge mate wordt beïnvloed door de samenstelling van het verstookte afval. In het verbrandingsproces treden periodiek hoge pieken CO op, gepaard gaande met lage stoomproductiecijfers (minder dan 40 ton stoom per uur), die het (8-uurs) gemiddelde CO-gehalte sterk beïnvloeden. Plaatselijk kunnen in de vuurhaard hoge CO-pieken (10.000 mg/m<sup>3</sup>ind) voorkomen, die ook als pieken in de schoorsteen worden gemeten. Bij een stabiele constante thermische belasting ten gevolge van het verbranden van een goede kwaliteit afval bleken CO-emissies met een concentratie lager dan 100 mg/m<sup>3</sup> mogelijk te zijn.

Figuur 4 geeft een indruk van de kwaliteit van het afval, dat in 1990 en 1991 in 6 ketels is verbrand. In de figuur is het voortschrijdend gemiddelde stoomcijfer over vier weken (stoomproductie per ton afval) weergegeven. Uit de grafiek blijkt

dat over 1991 het afval gemiddeld een hogere calorische waarde had en dat in week 26 1991 het stoomcijfer relatief laag is geweest (de grafiek geeft een voortschrijdend gemiddelde!) Duidelijk is ook dat schommelingen in het proces een normaal verschijnsel zijn bij de AVR.



Figuur 4 Stoomcijfer van de AVR

Uit het voorgaande blijkt dat het vooral moeilijk is om het verbrandingsproces te beheersen bij slecht afval. Dit leidt veelal tot lage vuurhaardtemperaturen ( $<850^{\circ}\text{C}$ ) en hoge CO-concentraties in vuurhaard (pieken van maximaal  $10\text{g/m}^3\text{ind}$ ) en schoorsteen (circa  $400\text{mg/m}^3\text{ind}$ ). Gezien het verloop van de stoomcijfers van de AVR mag in de toekomst ook worden verwacht, dat slecht afval steeds zal blijven voorkomen. Mede daarom is uit het onderzoek de conclusie getrokken, dat de getroffen maatregelen niet voldoende waren om blijvend tot de gewenste CO-vermindering (tot de RV '89-grenswaarde) te komen. Tijdens de experimenten bleek het steeds moeilijk te zijn, voornamelijk vanwege de beperkte mogelijkheden van het bijstellen van de luchttoevoer op de juiste plaatsen, om bij het verbranden van slecht afval een optimaal verbrandingsproces te verkrijgen. Naar verwachting zal een verbetering van de luchtverdeling in de vuurhaard, en het verbeteren van de werking van de stookautomaat het mogelijk maken om ook tijdens het verbranden van slechter afval hieraan tegemoet te komen. Dit is ondermeer voor de AVR aanleiding geweest te besluiten het verbrandingstechnisch concept van oven 6 medio 1992 ingrijpend te wijzigen. De wijzigingen hebben enerzijds tot doel de verbrandingsomstandigheden in de vuurhaard te verbeteren





door een betere beheersing van de luchtverdeling in de oven en anderzijds het verhogen van het energetisch rendement van de AVI. Tevens geldt voor de ombouw als doel om de rest-levensduur van de installatie te verhogen. In hoofdstuk 10 worden deze wijzigingen nader beschreven.

De bevindingen met de installatie tijdens het CO-onderzoek waren voor de AVR ook aanleiding om zich te oriënteren op ervaringen bij andere gemoderniseerde buitenlandse soortgelijke AVI's. Daarbij is gebleken dat dergelijke wijzigingen in het verbrandingsconcept zeker succesvol kunnen zijn ten aanzien van de verbetering van de verbrandingsomstandigheden. In het onlangs gehouden afvalverbrandingscongres te Berlijn (Abfall-Wirtschaft-Symposium) is daar ook een presentatie over gehouden [3].

Na de ombouw zal door IMET-TNO middels metingen worden vastgesteld welke verbeteringen in de rookgasemissies zijn opgetreden. Afhankelijk van de resultaten zullen ook dergelijke verbeteringen aan de andere ovens worden uitgevoerd.

## 10 Toekomstige verbeteringen aan de installatie

In hoofdstuk 10.1 wordt de ombouw van ketel 6 beschreven, die in het voorjaar van 1992 zal gaan plaatsvinden. In hoofdstuk 10.2 is de toe te passen rookgasreiniging beschreven.

### 10.1 Oven en ketel

In het voorjaar van 1992 zal ketel 6 worden omgebouwd. Hierbij is optimaal gebruik gemaakt van de ervaringen met het CO-onderzoek, dat aan ketel 3 heeft plaatsgevonden. (Verbeteringen aan de luchtverdeling en aan de walsen en stookautomaat). De ketel zal hiertoe circa 10 weken uit bedrijf worden genomen, zoveel mogelijk tijdens het aansluiten van deze ketel op de nieuwe rookgasreinigingsinstallatie. Bij de modificatie zullen de volgende verbeteringen worden uitgevoerd:

#### Aan de ovenconstructie

- De zijwanden waardoor de dosering van de platenlucht plaatsvindt, wordt vervangen door bemetselde wanden met Silicium Carbide stenen (SIC). De toevoer van circa 20.000 m<sup>3</sup>/h platenlucht, die voornamelijk bedoeld is om aanbakkingen langs de zijwanden te voorkomen, vervalt hierdoor. Dit betekent, dat een totaal andere luchtverdeling in de oven zal plaatsvinden. Ervaringen met SIC-stenen bij andere AVI's geven aan dat aan deze SIC-stenen geen aanbakkingen plaatsvinden.
- Om de temperatuur van de met SIC-stenen beklede wanden te beheersen wordt de membraanwand naar beneden langs de zijwanden in de vuurhaard doorgetrokken.
- De vorm van de vuurhaard boven de afstorttafel (afvaldosering) zal worden veranderd volgens figuur 1 in bijlage D.
- De secundaire luchttoevoer zal worden verplaatst en worden voorzien van aangepaste nozzles, zodanig dat een betere menging in de vuurhaard en de naverbrandingsruimte kan worden verkregen.
- De regeling van de secundaire luchttoevoer zal worden verbeterd en voor de toevoer zal een separate ventilator worden geïnstalleerd.
- De stookautomaat zal worden gemodificeerd. Deze zal de primaire luchtverdeling (onder de walsen), de toevoer aan secundaire lucht, de afvaldosering en de onderlinge omwentelingssnelheid van de walsen sturen op basis van het CO- en O<sub>2</sub>-gehalte in de rookgassen en stoomproductie.
- De regeling van de primaire luchttoevoer zal worden verbeterd door installatie van nieuwe luchttoevoerkanalen, nieuwe regelkleppen en nieuwe flowmeters.

#### Aan het rooster

De bestaande schrapers worden vervangen door schrapers met een nieuwe constructie, waarbij de schrapers aan een kant glijdend zijn opgehangen zodat die zonder vervorming kunnen uitzetten. Hierdoor zal het optreden van "harde" lichtstralen tussen de walsen door en door de afvallaag worden voorkomen.

- De bestaande walsen worden vervangen door nieuwe exemplaren met een stijvere constructie en worden zodanig uitgevoerd dat een verbeterde luchtdoorstroming mogelijk is. Hierdoor zal een betere menging van de primaire verbrandingslucht met het afval worden verkregen.
- Alle walsen zullen worden voorzien van een verbeterde zijafdichting.

## **10.2 Rookgasreiniging**

In een brochure, uitgebracht door de AVR, is de rookgasreinigingsinstallatie uitvoerig beschreven. Deze brochure is als bijlage E in dit rapport opgenomen.



## 11 Conclusies

Uit het onderzoek is gebleken dat het niet mogelijk is binnen de randvoorwaarden van de bestaande configuratie en voorzieningen van de installatie een CO-gehalte in de rookgassen te realiseren, dat blijvend lager is dan 50 mg/m<sup>3</sup>ind, zoals op termijn in de RV '89 wordt vereist.

Door het onderzoek is het inzicht in het functioneren van de oven belangrijk vergroot. Schommelingen in de kwaliteit van het afval (stookwaarde, vochtgehalte, stukgrootte) hebben een ongunstige invloed op de procesbeheersing en kunnen periodiek tot een verhoging van de CO-emissies leiden.

Op grond van het verrichte onderzoek werd aanbevolen de ovenconstructie en daarmee de luchtverdeling in de vuurhaard en de werking van de stookautomaat te verbeteren.

Naar verwachting kunnen de CO-eisen in de Richtlijn Verbranden '89 worden gerealiseerd door het nemen van drastische maatregelen in het verbrandingstechnisch concept van de oven.

## 12 Literatuur

- [1] Emissie-onderzoek afvalverbrandingsinstallatie AVR;  
F.C. Poot, Ir. J. de Koning;  
TNO-rapport, ref.nr 90-244, dossiernr. 8726-22340, augustus 1990.
- [2] CO-onderzoek AVR, Emissiemetingen aan ketel 3 en 4 in juni 1991;  
W.F.M. Hesseling;  
TNO-rapport, ref.nr 91-399, dossiernr. 112326-22305.
- [3] Feuerleistungsregelung;  
Timon Gruber;  
Abfall Wirtschaft Symposium, Berlijn 1991.
- [4] Richtlijn Verbranden 1989;  
Ministerie van VROM.

### 13 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever

AVR bv  
Prof. Gerbrandyweg 1  
3197 KK Rotterdam/Botlek  
t.a.v. Ing. A. Bos

Namen en functies van de medewerkers

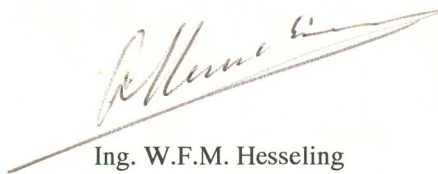
J.P.A. van Heteren  
A. van Velde  
F.C.G.M. Langelaan  
H. Helder  
F.C. Poot  
D. Schakelaar

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed

Niet van toepassing

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad  
mei 1990 - september 1991

Ondertekening



Ing. W.F.M. Hesseling  
Projectleider TNO

Goedgekeurd door



Ir. J. de Koning  
Plaatsvervangend  
Afdelingshoofd  
Afd. Afgas- en  
Verbrandingstechnologie



**Bijlage A      Bedrijfsinformatie AVR**

|            |                                                                        |
|------------|------------------------------------------------------------------------|
| Tabel A.1  | Overzicht metingen, aangesloten op het DAS-systeem van ketel 3, deel 1 |
| Tabel A.2  | Overzicht metingen, aangesloten op het DAS-systeem van ketel 3, deel 2 |
| Figuur A.1 | Langsdoorsnede van de AVI                                              |
| Figuur A.2 | Driedimensionale weergave van de oven                                  |
| Figuur A.3 | Schema regeling luchttoevoer                                           |
| Figuur A.4 | Flowschema regeling luchttoevoer                                       |
| Figuur A.5 | Flowschema regeling stoomproductie                                     |
| Figuur A.6 | Schema regeling afvaldosering                                          |
| Figuur A.7 | Automatiseringsconcept roosterovens                                    |

Tabel A.1 Overzicht metingen, aangesloten op het DAS-systeem van ketel 3, deel 1

| TAG no. | naam                                                |
|---------|-----------------------------------------------------|
| FI 101  | hoeveelheid ketelvoedingswater                      |
| LT 103  | niveau in drum                                      |
| WFC 102 | gewenste stoomproductie                             |
| FI 102  | stoomproductie                                      |
| WFC 103 | gewenste hoeveelheid verbrandingslucht              |
| FI 103  | totale hoeveelheid verbrandingslucht                |
| WFC 104 | gewenste hoeveelheid onderwind naar rol 1           |
| FT 104  | hoeveelheid onderwind naar rol 1                    |
| WFC 105 | gewenste hoeveelheid onderwind naar rol 2           |
| FT 105  | hoeveelheid onderwind naar rol 2                    |
| WFC 106 | gewenste hoeveelheid onderwind naar rol 3           |
| FT 106  | hoeveelheid onderwind naar rol 3                    |
| WFC 107 | gewenste hoeveelheid onderwind naar rol 4           |
| FT 107  | hoeveelheid onderwind naar rol 4                    |
| WFC 108 | gewenste hoeveelheid onderwind naar rol 5           |
| FT 108  | hoeveelheid onderwind naar rol 5                    |
| WFC 109 | gewenste hoeveelheid onderwind naar rol 6           |
| FT 109  | hoeveelheid onderwind naar rol 6                    |
| Y M20   | klepstand secundaire lucht                          |
| FT 112  | rookgasdebiet                                       |
| WG 100  | gewenste laagdikte                                  |
| YG 100  | slagsnelheid rammen                                 |
| YG 101  | slaglengte rammen                                   |
| dPI 102 | gemeten laagdikte                                   |
| QT 102  | O <sub>2</sub> -gehalte in rookgassen na E-filter   |
| QT 103  | SO <sub>2</sub> -gehalte in rookgassen na E-Filter  |
| QT 104  | HCl-gehalte in rookgassen na E-filter               |
| QT 105  | dichtheid rookgassen na E-filter                    |
| QT 106  | HF-gehalte in rookgassen na E-filter                |
| QT 107  | CO-gehalte rookgassen na E-filter                   |
| ST 101  | toerental rol 1                                     |
| ST 102  | toerental rol 2                                     |
| ST 103  | toerental rol 3                                     |
| ST 104  | toerental rol 4                                     |
| ST 105  | toerental rol 5                                     |
| ST 106  | toerental rol 6                                     |
| ST 107  | toerental rol 7                                     |
| TT 101  | temp. in vuurhaard T1                               |
| TT 102  | temp. in vuurhaard T2                               |
| TT 103  | temp. in vuurhaard T3                               |
| TT 104  | temp. rookgassen 1e trek, zijde ketel 2, 2 sec.niv. |
| TT 105  | temp. rookgassen 1e trek, zijde ketel 4, 2 sec.niv. |

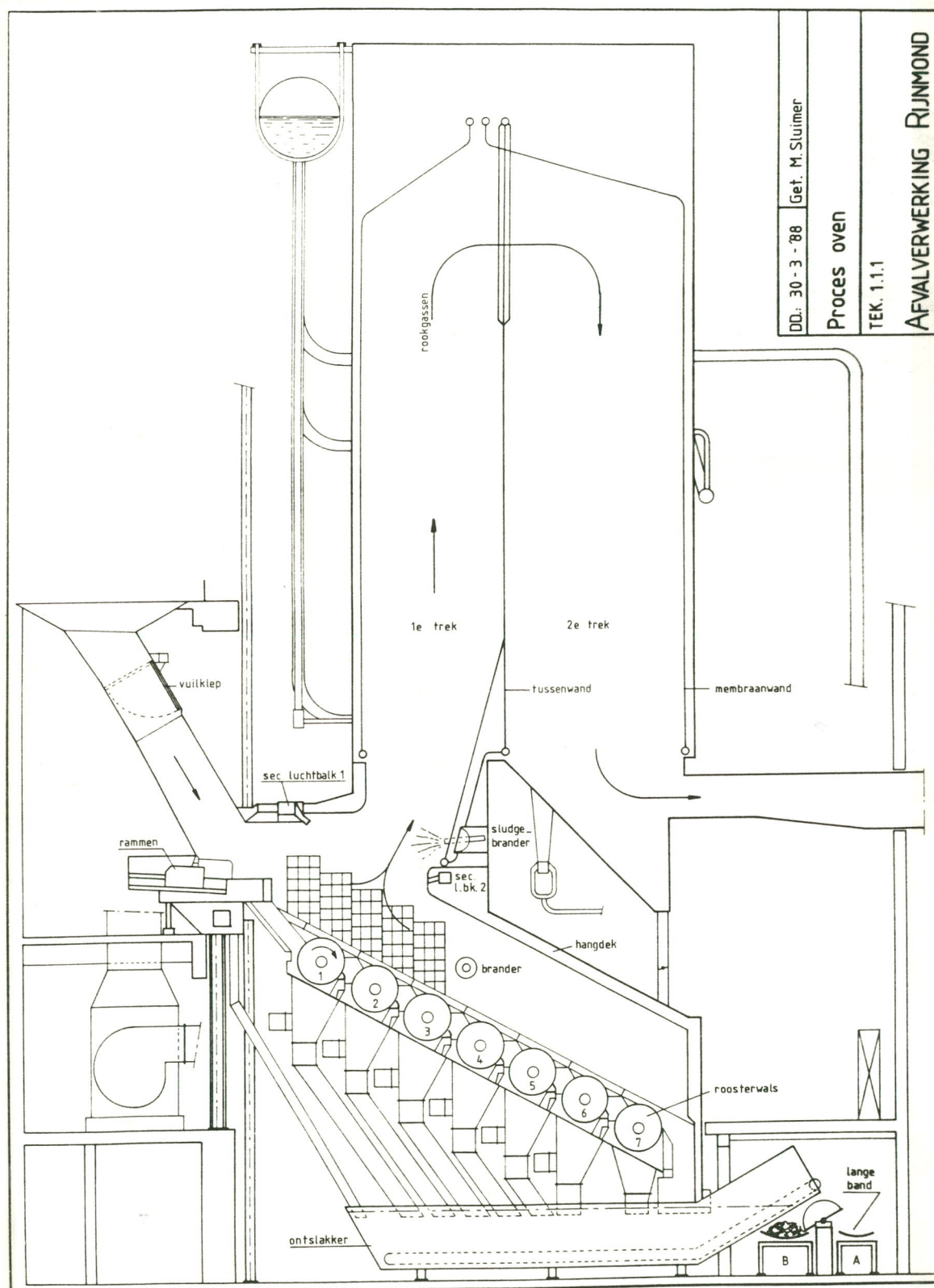
---

*CO-onderzoek, AVR*

*Tabel A.2    Overzicht metingen, aangesloten op het  
DAS-systeem van ketel 3, deel 2*

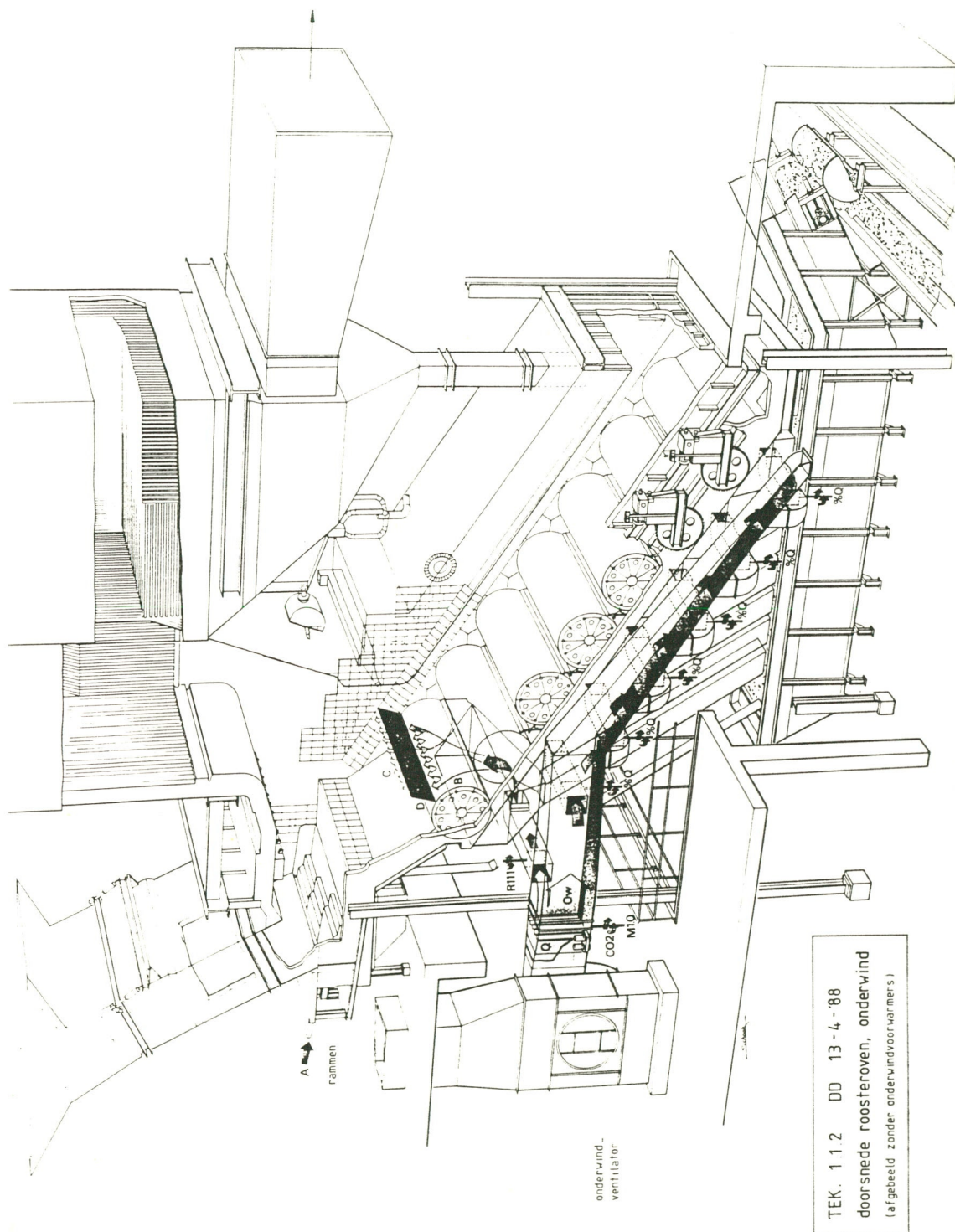
| <b>TAG no.</b> | <b>naam</b>                              |
|----------------|------------------------------------------|
| IT 108         | temp. ketelvoedingswater na eco          |
| TT 111         | temp. OV-stoom naar centrale             |
| TT 113         | temp. rookgassen voor OVO                |
| TT 115         | temp. OV-stoom na OVO                    |
| TT 165         | temp. OV-stoom na koeler                 |
| TT 169         | temp. rookgassen na ECO                  |
| WTC 170        | gewenste temp. constructie van de platen |
| TT 170         | temp. constructie van de platen          |
| TT 171         | temp. platen                             |
| Y M30          | klepstand platenlucht                    |
| TT 172         | temp. achterwand vuurhaard               |





*Figuur A.1 Langsdoorsnede van de AVI*

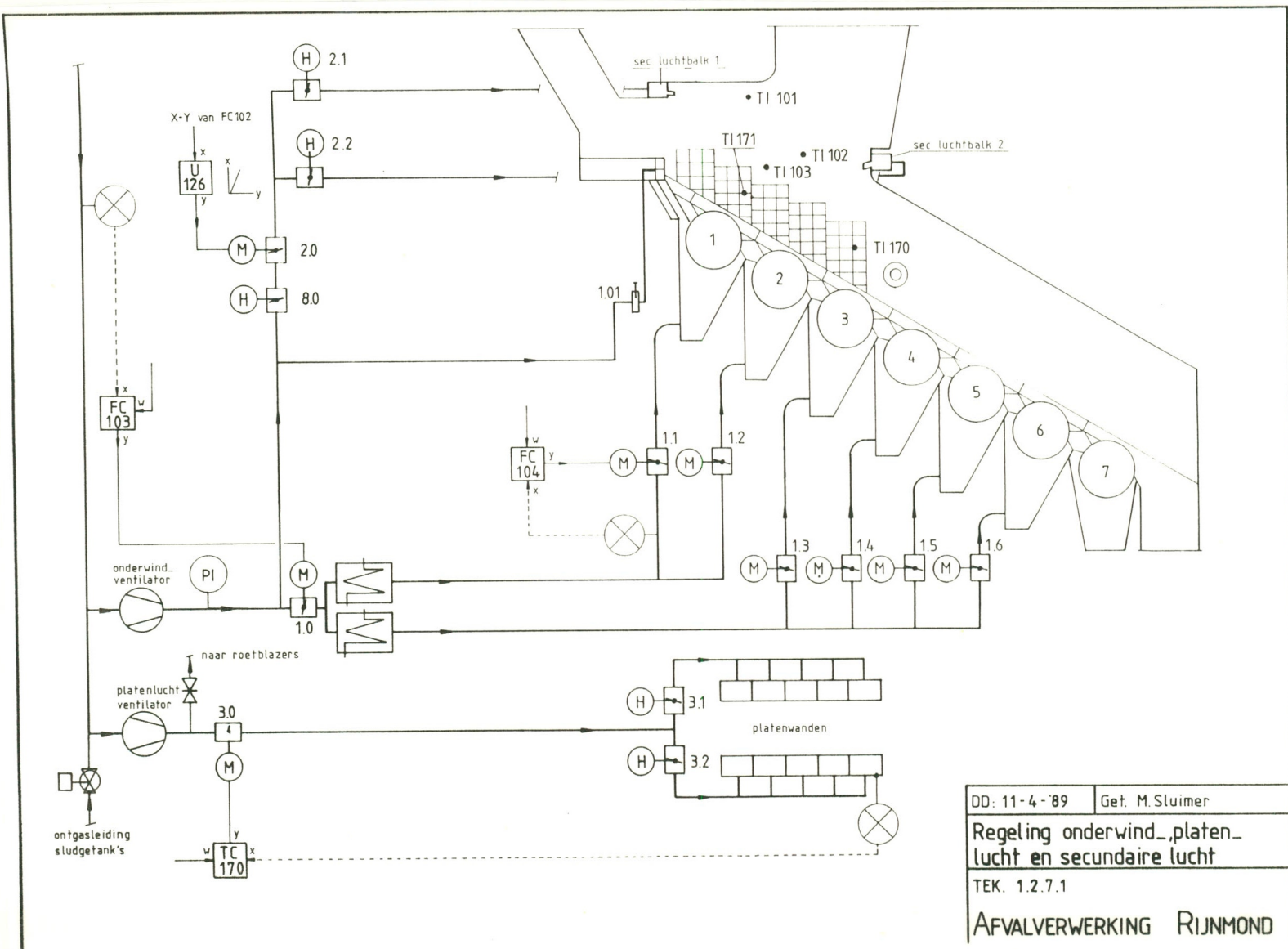




Figuur A.2 Driedimensionale weergave van de oven







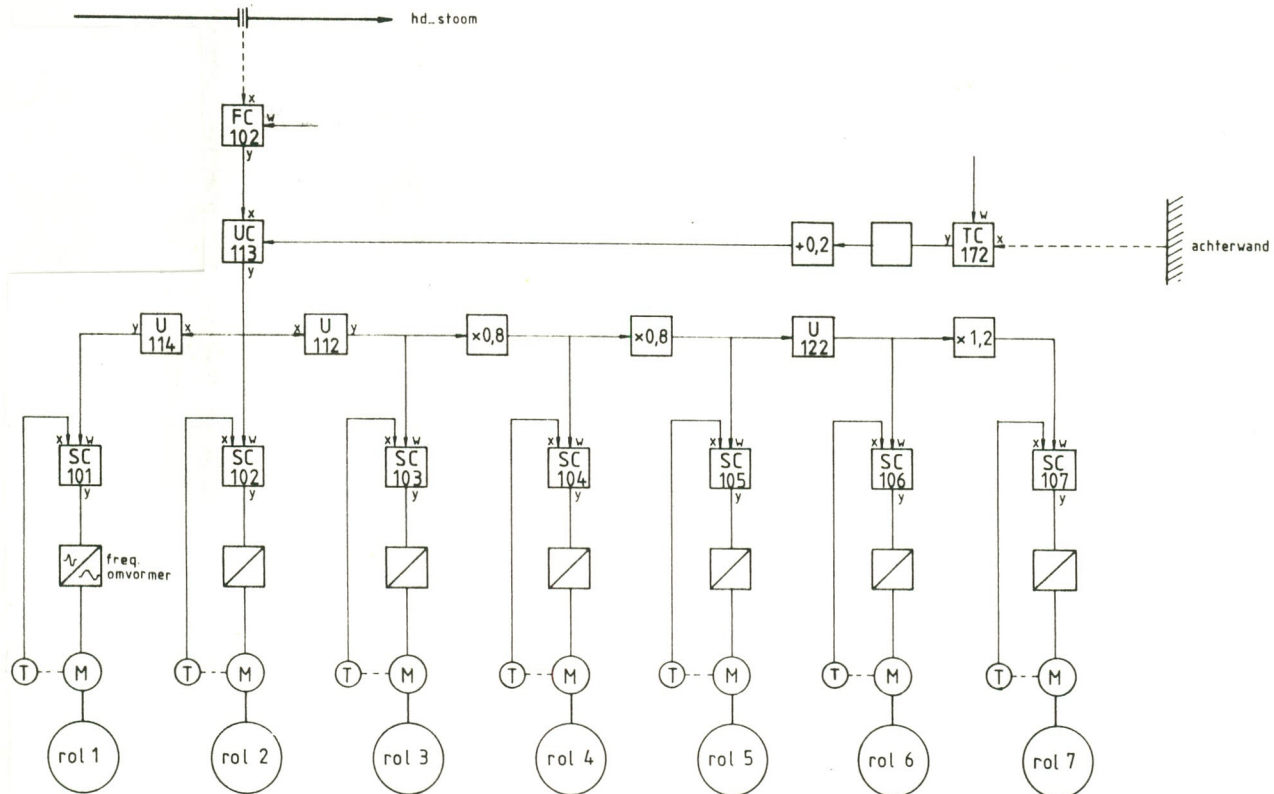
Figuur A.3 Schema regeling luchttoevoer







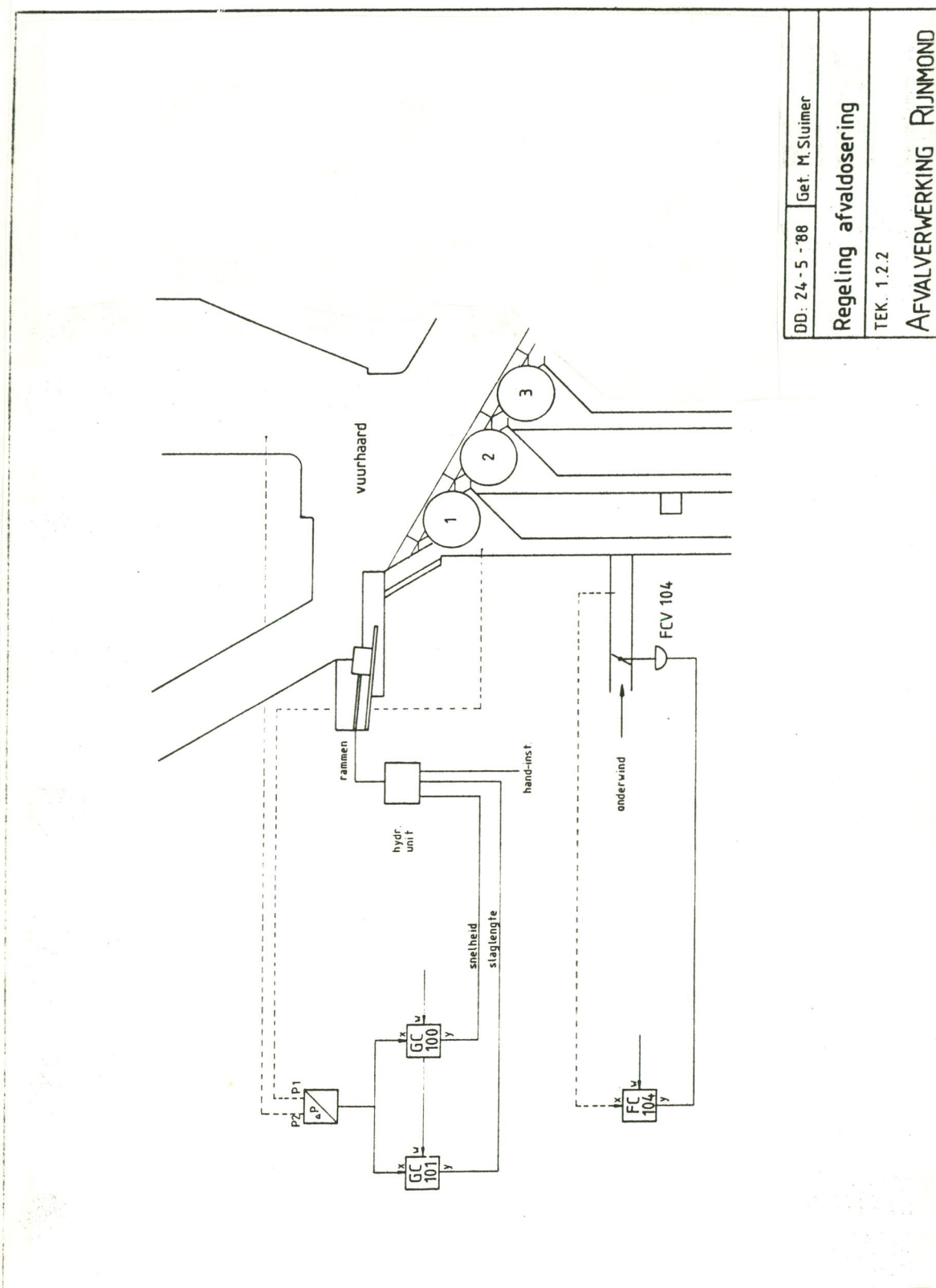




|                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| DD: 24 - 3 - '88        | Get. M. Sluimer |
| Regeling stoomproductie |                 |
| TEK. 1.2.1              |                 |
| AFVALVERWERKING RIJMOND |                 |

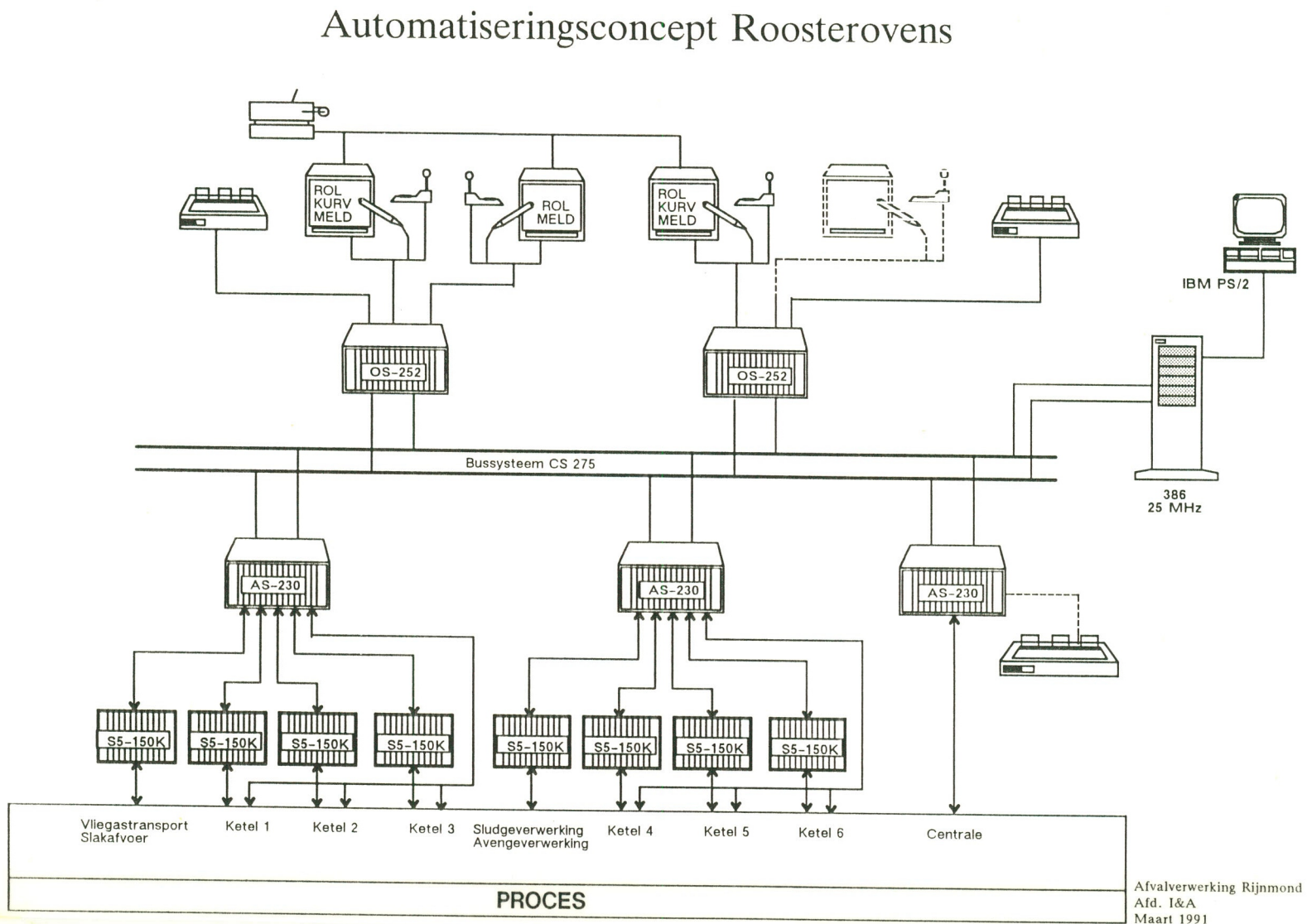
Figuur A.5 Flowschema regeling stoomproductie





Figuur A.6 Schema regeling afvaldosering





Figuur A.7 Automatiseringsconcept roosterovens





| <b>Bijlage B</b> | <b>Procesdata AVR</b>                                                                                                         |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabel B.1        | Overzicht CO-metingen van de roosterovens,<br>mei 1990 ..... B-2                                                              |
| Tabel B.2        | Milieurapport van de roosterovens,<br>uurgemiddelden van 900425 ..... B-3                                                     |
| Tabel B.3        | Milieurapport van de roosterovens,<br>uurgemiddelden van 900426 ..... B-4                                                     |
| Figuur B.1       | Schema van luchtbalans, 901023 ..... B-5                                                                                      |
| Figuur B.2       | Schema van luchtbalans, 901109 ..... B-6                                                                                      |
| Figuur B.3       | Schema van luchtbalans, 901109 ..... B-7                                                                                      |
| Figuur B.4       | Diagrammen van CO-gehalte in de<br>schoorsteen en de rookgastemperatuur<br>op het 2-secondenniveau op 910816, dag ..... B-8   |
| Figuur B.5       | Diagrammen van CO-gehalte in de<br>schoorsteen en de rookgastemperatuur<br>op het 2-secondenniveau op 910816, nacht ..... B-9 |
| Figuur B.6       | Diagrammen van CO-gehalte in de<br>schoorsteen en de rookgastemperatuur op het<br>2-secondenniveau op 910822, dag ..... B-10  |
| Figuur B.7       | Diagrammen van laagdikteregeling met<br>ramsnelheid en ramslaglengte 910603 ..... B-11                                        |

## CO-onderzoek, AVR

Tabel B.1 Overzicht CO-metingen van de roosterovens, mei 1990

| Datum  | Ketel | Uursmetingen (ppm) |     |     |     |     |     | Gemiddeld |
|--------|-------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| 900503 | 1     | 100                | 100 | 150 | 150 | 200 | 200 | 150       |
| 900507 | 2     | 150                | 100 | 100 | 350 | 250 | 250 | 200       |
| 900508 | 4     | 550                | 350 | 350 | 350 | 400 |     | 400       |
| 900510 | 5     | 425                | 300 | 275 | 325 | 450 | 175 | 325       |
| 900511 | 3     | 225                | 300 | 325 | 250 | 375 | 400 | 312,5     |
| 900514 | 1     | 600                | 500 | 400 | 400 | 500 | 500 | 485       |
| 900516 | 3     | 200                | 200 | 200 | 250 | 225 | 175 | 210       |
| 900518 | 5     | 200                | 175 | 175 | 175 | 172 | 200 | 185       |
| 900521 | 2     | 75                 | 150 | 275 | 125 | 225 | 200 | 195       |
| 900522 | 4     | 175                | 250 | 200 | 175 | 175 | 200 | 195       |

| Ketel | CO (ppm) |
|-------|----------|
| 1     | 320      |
| 2     | 190      |
| 3     | 260      |
| 4     | 300      |
| 5     | 255      |



## CO-onderzoek, AVR

Tabel B.2 Milieurapport van de roosterovens, uurgemiddelden van 900425

| Afvalverwerking Rijnmond roosterovens |                   |                               |                  |                           | Milieurapport uurgemiddelde actueel 900425 |                                     |                           |             |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------|
| Installatiedeel: R.0.3                |                   |                               |                  |                           |                                            |                                     |                           |             |
| Uur                                   | HCl<br>(mg/m³ind) | SO <sub>2</sub><br>(mg/m³ind) | HF<br>(mg/m³ind) | O <sub>2</sub><br>(vol %) | Rookgas<br>debiet<br>(nm³inv<br>*1000)     | Rookgas<br>tempera-<br>tuur<br>(°C) | Rook-<br>dichtheid<br>(%) | CO<br>(ppm) |
| 1                                     | 718               | 355                           | 8.58             | 9.96                      | 182.2                                      | 298.6                               | 21.0                      | 122         |
| 2                                     | 571               | 327                           | 6.90             | 9.43                      | 179.8                                      | 300.6                               | 18.3                      | 130         |
| 3                                     | 729               | 322                           | 5.66             | 8.60                      | 180.7                                      | 308.8                               | 18.7                      | 70          |
| 4                                     | 615               | 290                           | 6.34             | 8.36                      | 178.6                                      | 313.4                               | 19.9                      | 41          |
| 5                                     | 741               | 369                           | 7.07             | 8.35                      | 179.5                                      | 312.3                               | 19.7                      | 32          |
| 6                                     | 584               | 341                           | 6.83             | 10.33                     | 180.0                                      | 306.0                               | 18.7                      | 101         |
| 7                                     | 717               | 416                           | 6.69             | 8.64                      | 195.4                                      | 308.9                               | 18.8                      | 30          |
| 8                                     | 607               | 327                           | 6.75             | 9.29                      | 189.0                                      | 302.2                               | 18.4                      | 126         |
| 9                                     | 481               | 263                           | 5.25             | 9.10                      | 183.7                                      | 305.7                               | 18.0                      | 58          |
| 10                                    | 510               | 336                           | 5.46             | 9.13                      | 204.7                                      | 308.8                               | 17.8                      | 88          |
| 11                                    | 585               | 354                           | 5.79             | 8.62                      | 198.8                                      | 315.2                               | 18.7                      | 47          |
| 12                                    | 514               | 343                           | 4.74             | 9.52                      | 185.0                                      | 304.7                               | 19.4                      | 75          |
| 13                                    | 610               | 309                           | 5.05             | 8.56                      | 184.3                                      | 309.0                               | 17.7                      | 46          |
| 14                                    | 599               | 299                           | 5.36             | 8.70                      | 177.8                                      | 316.5                               | 19.0                      | 58          |
| 15                                    | 696               | 243                           | 5.44             | 8.17                      | 193.7                                      | 313.0                               | 18.5                      | 77          |
| 16                                    | 580               | 282                           | 4.85             | 9.03                      | 183.7                                      | 309.9                               | 18.6                      | 56          |
| 17                                    | 650               | 254                           | 5.17             | 8.76                      | 203.2                                      | 311.8                               | 18.9                      | 64          |
| 18                                    | 555               | 278                           | 4.98             | 8.88                      | 201.5                                      | 306.4                               | 18.0                      | 69          |
| 19                                    | 697               | 338                           | 7.91             | 9.22                      | 196.9                                      | 305.6                               | 18.2                      | 68          |
| 20                                    | 702               | 785                           | 6.47             | 9.21                      | 195.3                                      | 306.8                               | 19.3                      | 75          |
| 21                                    | 657               | 484                           | 6.06             | 8.64                      | 195.9                                      | 311.1                               | 19.5                      | 63          |
| 22                                    | 525               | 241                           | 4.68             | 9.21                      | 192.1                                      | 307.3                               | 18.8                      | 77          |
| 23                                    | 624               | 289                           | 4.75             | 9.20                      | 188.4                                      | 305.3                               | 18.9                      | 71          |
| 24                                    | 613               | 267                           | 5.76             | 7.62                      | 195.6                                      | 317.7                               | 18.3                      | 32          |
| Daggem.                               | 620               | 338                           | 5.94             | 8.94                      | 189.4                                      | 308.6                               | 18.8                      | 70          |

## CO-onderzoek, AVR

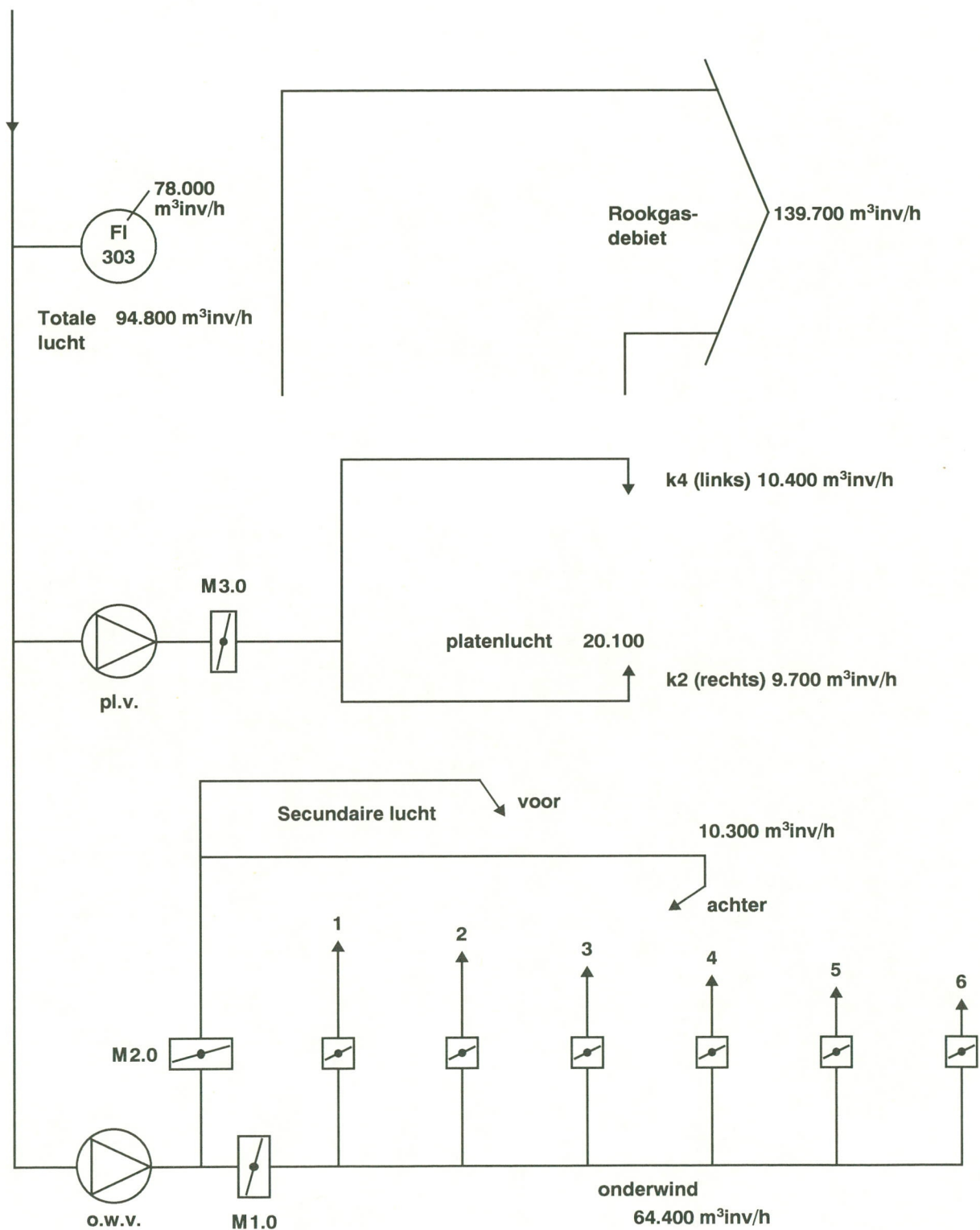
Tabel B.3 Milieuraapport van de roosterovens, uurgemiddelden van 900426

| Afvalverwerking Rijnmond roosterovens |                   |                               |                  |                           | Milieuraapport uurgemiddelde actueel 900426 |                                     |                           |             |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------|
| Installatiedeel: R.0.3                |                   |                               |                  |                           |                                             |                                     |                           |             |
| Uur                                   | HCl<br>(mg/m³ind) | SO <sub>2</sub><br>(mg/m³ind) | HF<br>(mg/m³ind) | O <sub>2</sub><br>(vol %) | Rookgas<br>debiet<br>(nm³inv<br>*1000)      | Rookgas<br>tempera-<br>tuur<br>(°C) | Rook-<br>dichtheid<br>(%) | CO<br>(ppm) |
| 1                                     | 640               | 212                           | 5.76             | 8.04                      | 201.9                                       | 317.1                               | 18.7                      | 39          |
| 2                                     | 575               | 232                           | 5.01             | 9.00                      | 204.2                                       | 310.9                               | 18.9                      | 106         |
| 3                                     | 698               | 320                           | 5.25             | 8.37                      | 200.1                                       | 315.1                               | 19.3                      | 52          |
| 4                                     | 575               | 312                           | 5.08             | 7.77                      | 185.5                                       | 322.1                               | 19.7                      | 36          |
| 5                                     | 663               | 404                           | 6.96             | 6.99                      | 188.2                                       | 328.7                               | 21.4                      | 36          |
| 6                                     | 625               | 343                           | 6.73             | 8.84                      | 187.5                                       | 311.3                               | 20.4                      | 61          |
| 7                                     | 694               | 314                           | 6.88             | 8.02                      | 208.7                                       | 317.4                               | 19.4                      | 50          |
| 8                                     | 679               | 475                           | 6.44             | 8.38                      | 196.8                                       | 311.5                               | 18.8                      | 59          |
| 9                                     | 831               | 596                           | 18.95            | 7.40                      | 188.3                                       | 310.9                               | 19.2                      | 22          |
| 10                                    | 578               | 460                           | 14.14            | 10.03                     | 190.5                                       | 298.1                               | 20.2                      | 119         |
| 11                                    | 502               | 338                           | 11.21            | 9.17                      | 191.2                                       | 307.4                               | 17.9                      | 54          |
| 12                                    | 477               | 225                           | 7.27             | 10.38                     | 192.7                                       | 299.9                               | 17.7                      | 108         |
| 13                                    | 593               | 330                           | 6.09             | 9.77                      | 210.5                                       | 301.6                               | 18.1                      | 114         |
| 14                                    | 573               | 364                           | 7.16             | 8.97                      | 220.2                                       | 310.1                               | 18.9                      | 38          |
| 15                                    | 701               | 386                           | 6.43             | 8.65                      | 226.0                                       | 310.6                               | 18.6                      | 39          |
| 16                                    | 579               | 250                           | 6.97             | 9.50                      | 219.8                                       | 305.1                               | 18.9                      | 127         |
| 17                                    | 559               | 293                           | 7.15             | 9.38                      | 204.5                                       | 305.1                               | 17.7                      | 48          |
| 18                                    | 335               | 149                           | 3.75             | 13.95                     | 185.0                                       | 273.7                               | 17.1                      | 131         |
| 19                                    | 291               | 115                           | 2.77             | 15.17                     | 176.0                                       | 272.0                               | 17.9                      | 147         |
| 20                                    | 591               | 165                           | 4.34             | 10.80                     | 153.3                                       | 297.1                               | 20.4                      | *****       |
| 21                                    | 432               | 25                            | 5.15             | 9.72                      | 169.1                                       | 320.9                               | 28.7                      | *****       |
| 22                                    | 500               | 7                             | 5.68             | 8.82                      | 174.7                                       | 316.1                               | 20.7                      | *****       |
| 23                                    | 488               | 4                             | 4.81             | 9.58                      | 177.6                                       | 314.6                               | 20.1                      | *****       |
| 24                                    | 505               | 6                             | 4.76             | 9.45                      | 167.0                                       | 319.9                               | 20.9                      | *****       |
| Daggem.                               | 570               | 264                           | 6.86             | 9.42                      | 192.5                                       | 308.5                               | 19.6                      | *****       |

\*\*\*\*\* niet gemeten

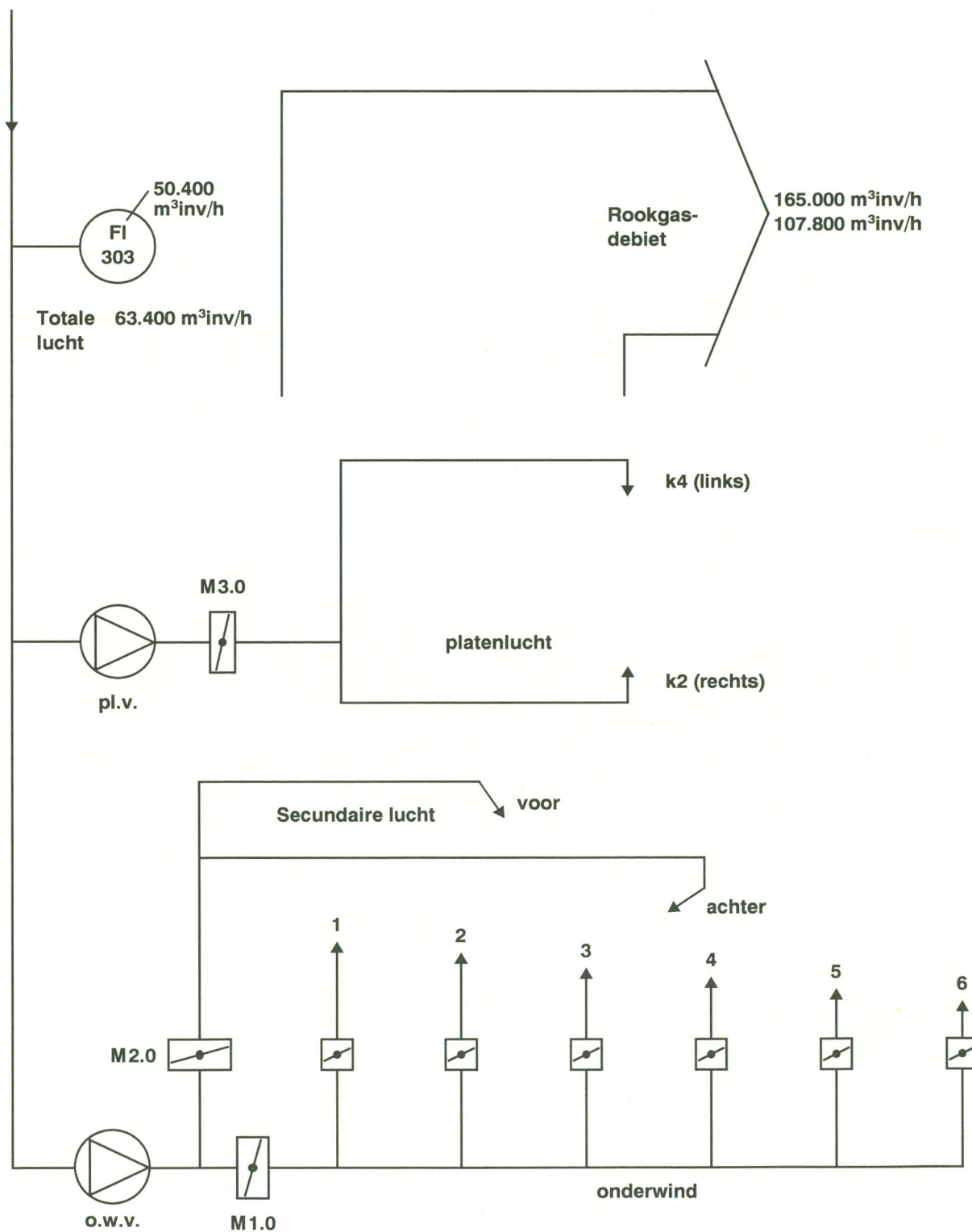


Gemeten door J. Verwoerd  
Luchtkleppen tijdens meten op de "hand"  
d.d. 23/10/90

**Schema luchttoevoer ketel 3**

Figuur B.1 Schema van luchtbalans, 901023

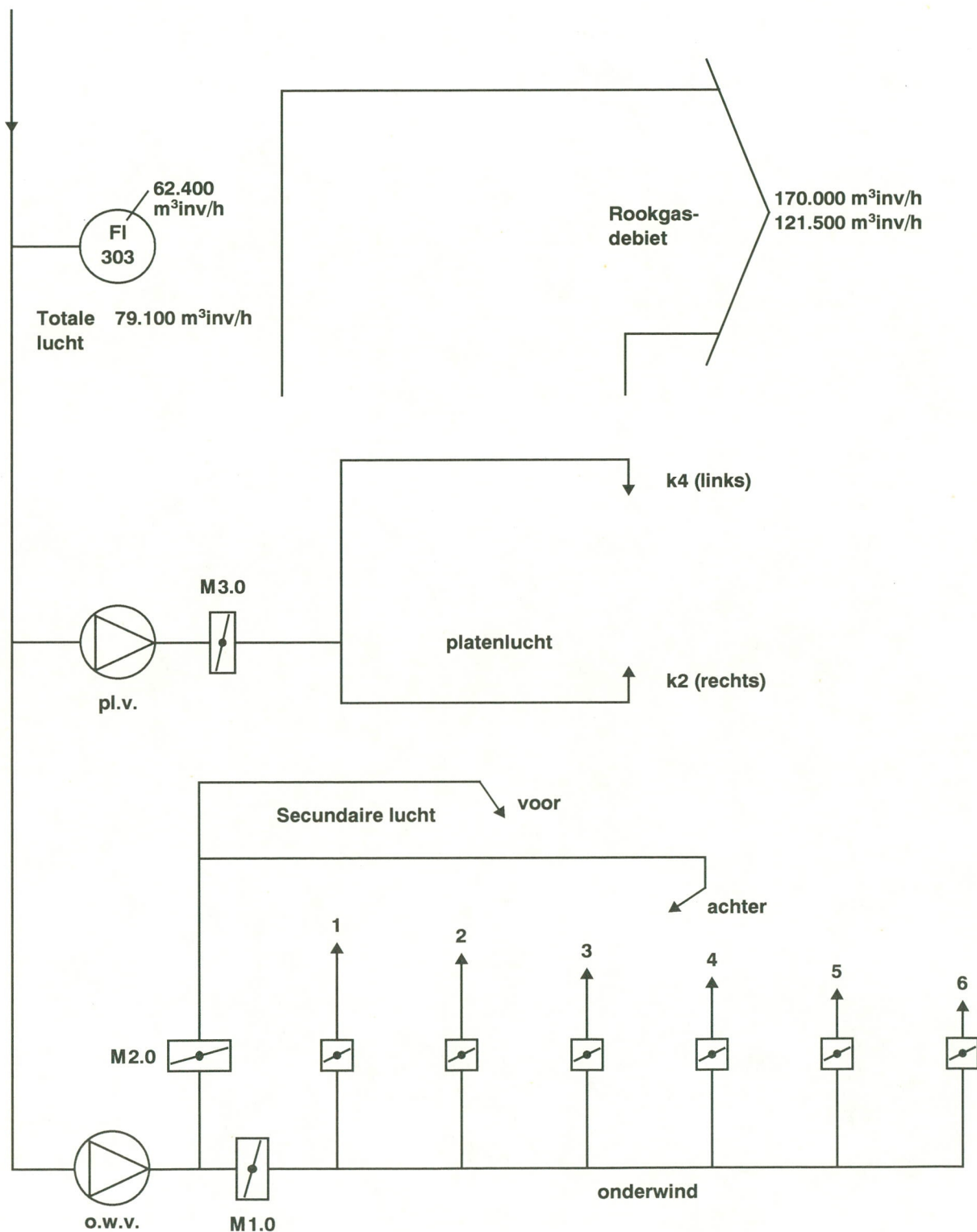
Gemeten door J. Verwoerd  
Luchtkleppen tijdens meten op de "hand"  
d.d. 9/11/90 - 9.00 uur

**Schema luchttoevoer ketel 3**

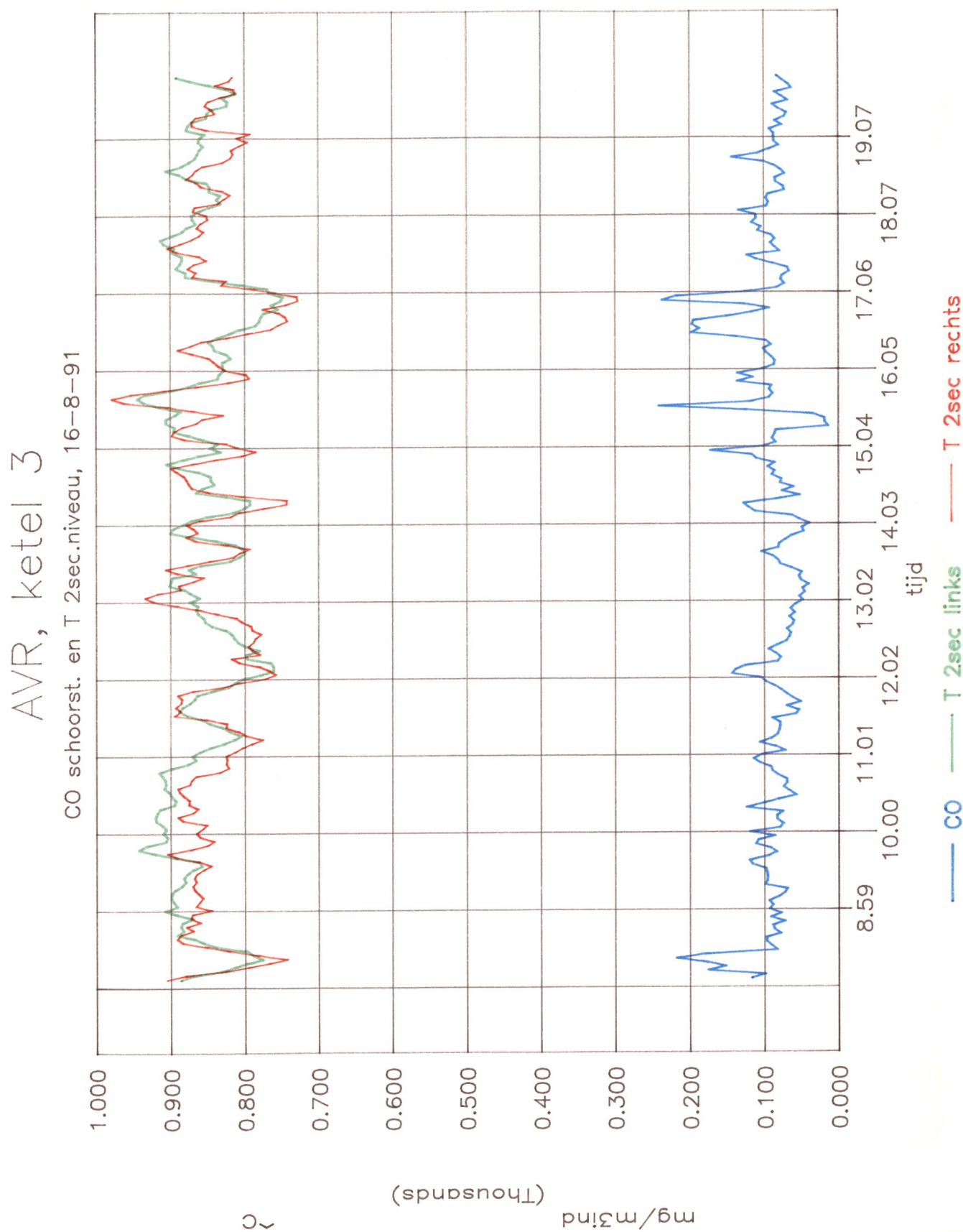
Figuur B.2 Schema van luchtbalans, 901109



Gemeten door J. Verwoerd  
Luchtkleppen tijdens meten op de "hand"  
d.d. 9/11/90 - 13.00 uur

**Schema luchttoevoer ketel 3**

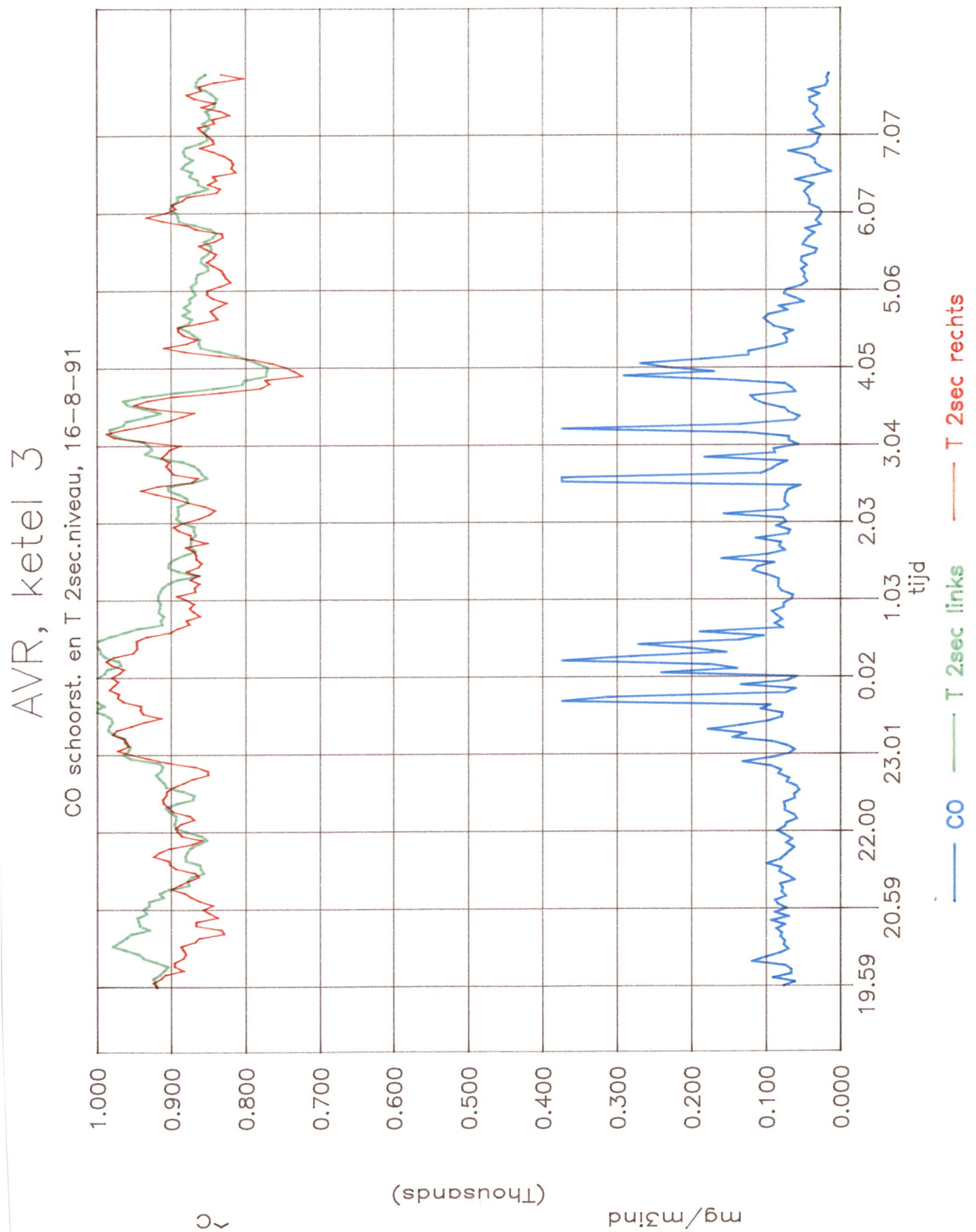
Figuur B.3 Schema van luchtbalans, 901109



Figuur B.4 Diagrammen van CO-gehalte in de schoorsteen en de rookgastemperatuur op het 2-secondenniveau op 910816, dag



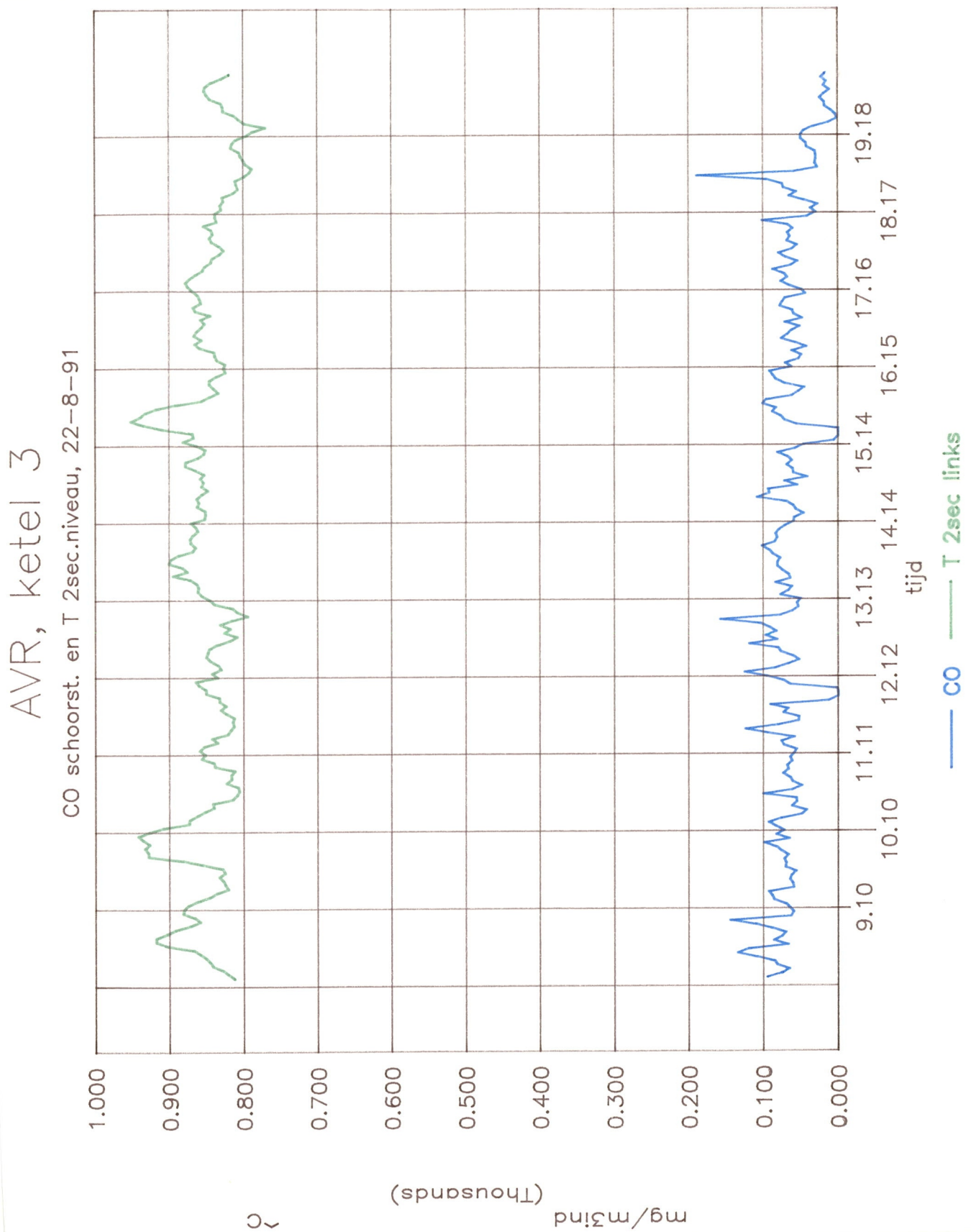




Figuur B.5 Diagrammen van CO-gehalte in de schoorsteen en de rookgastemperatuur op het 2-secondenniveau op 910816, nacht



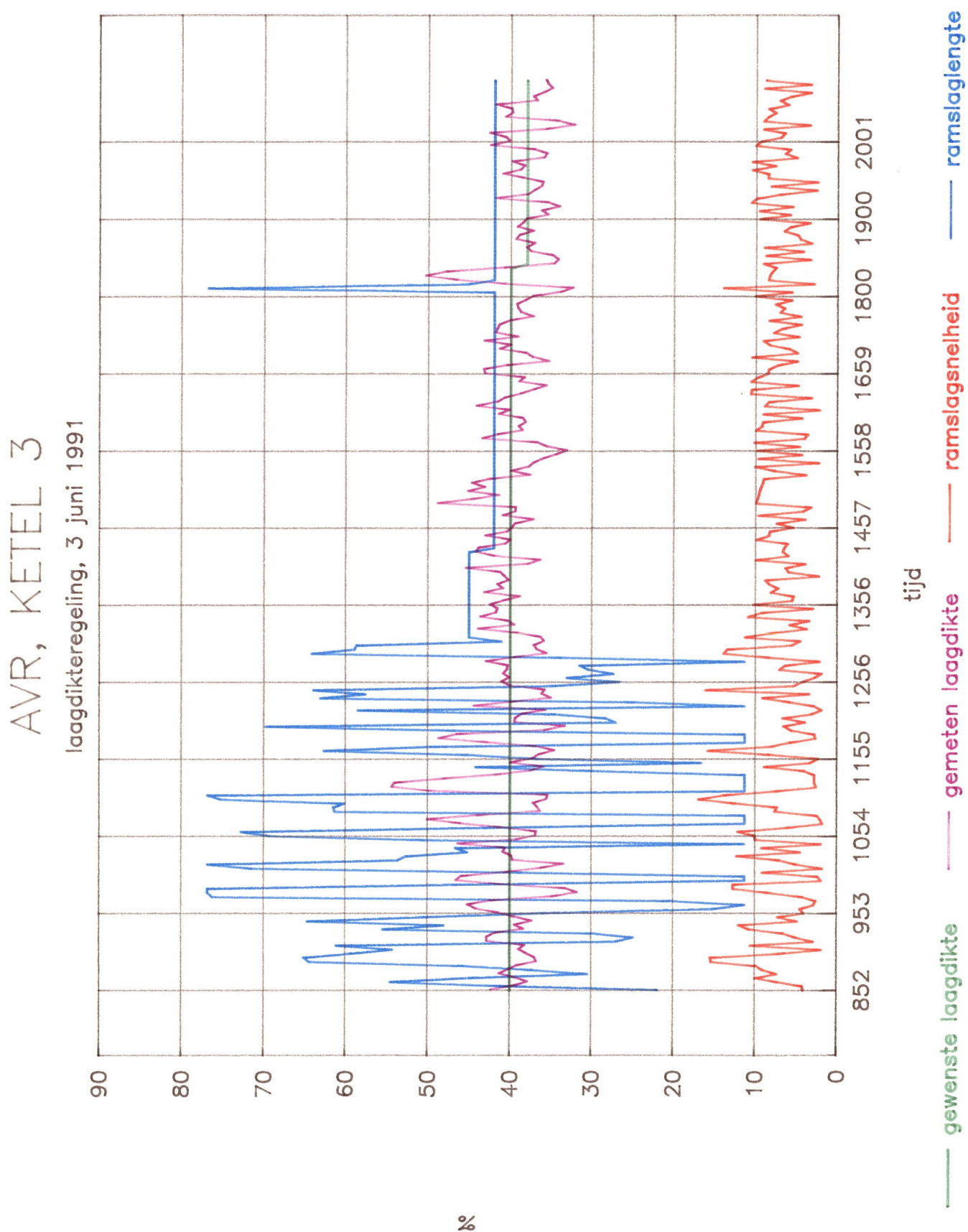
## CO-onderzoek, AVR



Figuur B.6 Diagrammen van CO-gehalte in de schoorsteen en de rookgastemperatuur op het 2-secondenniveau op 910822, dag







Figuur B.7 Diagrammen van laagdiktereregeling met ramsnelheid en ramslaglengte  
910603



**Bijlage C Data TNO-metingen****Bijlage C.1 Beginmetingen**

|              |                                                                                                                                              |      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabel C.1.1  | Specificatie dioxinemetingen .....                                                                                                           | C-3  |
| Figuur C.1.1 | Diagrammen schoorsteenemissies ketel 3 900619 .....                                                                                          | C-4  |
| Figuur C.1.2 | Diagrammen schoorsteenemissies ketel 3 900620 .....                                                                                          | C-5  |
| Figuur C.1.3 | Diagrammen schoorsteenemissies ketel 3 900621 .....                                                                                          | C-6  |
| Figuur C.1.4 | Driedimensionaal staafdiagram van de<br>vuurhaardnetwerkmetingen (CO, O <sub>2</sub> en<br>temperatuur) op het 2-secondenniveau 900619 ..... | C-7  |
| Figuur C.1.5 | Driedimensionaal staafdiagram van de<br>vuurhaardnetwerkmetingen (CO, O <sub>2</sub> en<br>temperatuur) op het 2-secondenniveau 900620 ..... | C-8  |
| Figuur C.1.6 | Driedimensionaal staafdiagram van de<br>vuurhaardnetwerkmetingen (CO, O <sub>2</sub> en<br>temperatuur) op het 2-secondenniveau 900621 ..... | C-9  |
| Figuur C.1.7 | Diagram van CO-analysers en<br>vuurhaardtemperatuur op het<br>2-secondenniveau van ketel 3 900619 .....                                      | C-10 |
| Figuur C.1.8 | Diagram van CO-analysers en<br>vuurhaardtemperatuur op het<br>2-secondenniveau van ketel 3 900620 .....                                      | C-11 |
| Figuur C.1.9 | Diagram van CO-analysers,<br>vuurhaardtemperatuur op het<br>2-secondenniveau en stoomproductie<br>van ketel 3 900621 .....                   | C-12 |

**Bijlage C.2 Vuurhaardmetingen**

|              |                                                                                                           |      |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figuur C.2.1 | Driedimensionaal staafdiagram van de<br>temperatuur in de keel van de vuurhaard 910206 .....              | C-13 |
| Figuur C.2.2 | Driedimensionaal staafdiagram van het<br>O <sub>2</sub> -gehalte in de keel van de vuurhaard 910206 ..... | C-14 |

|                    |                                                                                                                   |      |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figuur C.2.3       | Driedimensionaal staafdiagram van het CO-gehalte in de keel van de vuurhaard 910206 .....                         | C-15 |
| Figuur C.2.4       | Staafdiagram van metingen boven wals 4/5 .....                                                                    | C-16 |
| Figuur C.2.5       | Diagram van CO-analysers, vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau en stoomproductie van ketel 3 910206 ..... | C-17 |
| Figuur C.2.6       | Diagram van CO-gehalte, vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau en stoomproductie van ketel 3 910207 .....   | C-18 |
| <b>Bijlage C.3</b> | <b>Eindmetingen</b>                                                                                               |      |
| Tabel C.3.1        | Specificatie dioxinemonsternamen .....                                                                            | C-19 |
| Figuur C.3.1       | Diagram van CO-analysers, vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau en stoomproductie van ketel 3 910625 ..... | C-20 |
| Figuur C.3.2       | Diagram van CO-gehalte en stoomproductie van ketel 4 910626 .....                                                 | C-21 |
| Figuur C.3.3       | Diagram van CO-analysers, vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau en stoomproductie van ketel 3 910627 ..... | C-22 |
| Figuur C.3.4       | Diagram van toerental van de walsen van ketel 3 910625 .....                                                      | C-23 |
| Figuur C.3.5       | Diagram van de luchtverdeling onder het rooster van ketel 3 910625 .....                                          | C-24 |

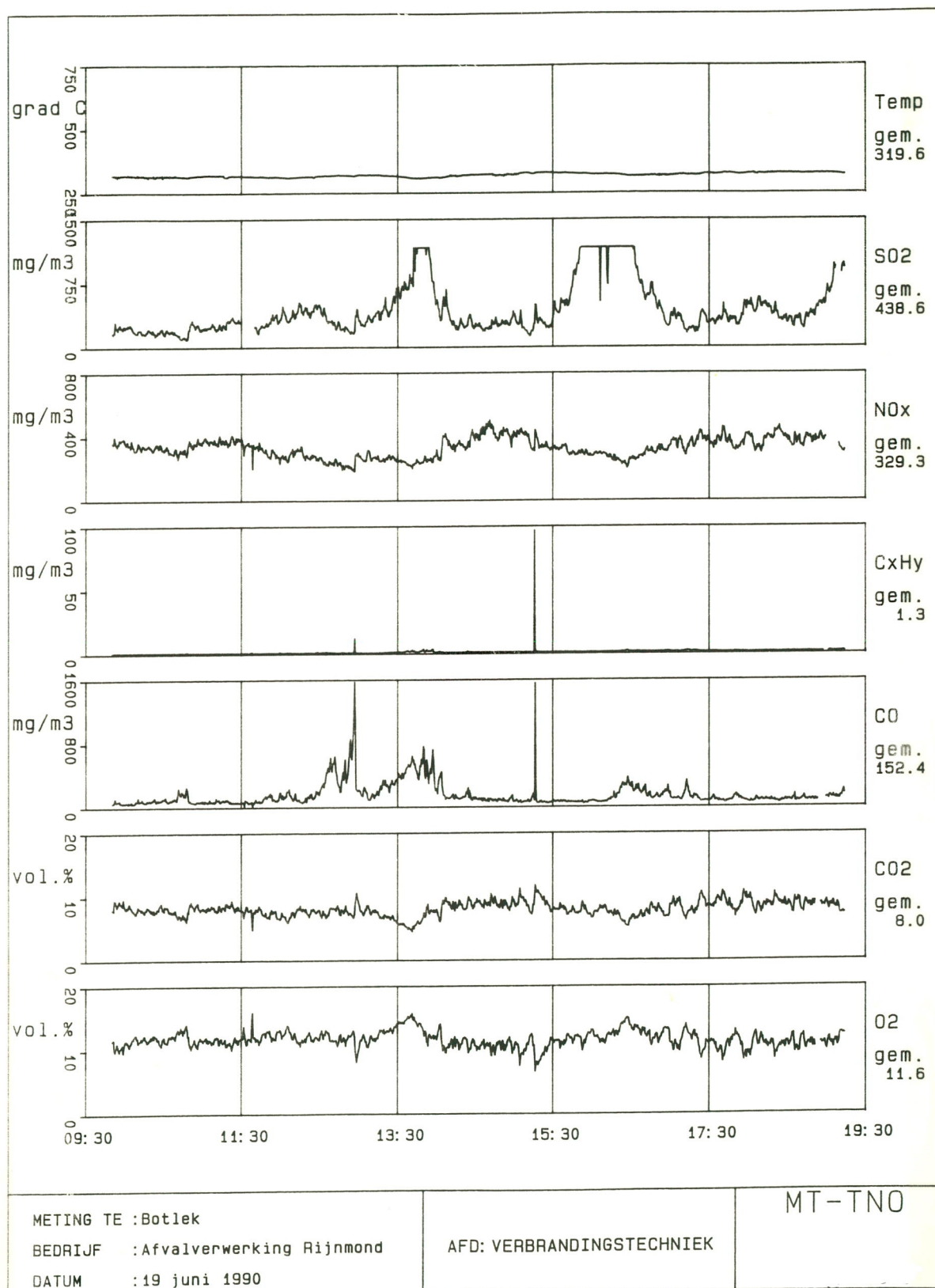


## CO-onderzoek, AVR

Tabel C.1.1

| Meting no.                                                                  | 1           | 2           | 3           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Gegevens monstername</i>                                                 |             |             |             |
| Datum                                                                       | 900619      | 900620      | 900621      |
| Monsternamperiode                                                           | 10.10-19.10 | 09.35-17.35 | 09.16-17.30 |
| Afgez. volume [m <sup>3</sup> ind]                                          | 20,81       | 20,31       | 20,68       |
| O <sub>2</sub> -gehalte [vol%ind]                                           | 11,6        | 11,1        | 12,5        |
| PCDD/F per filter [ng TEQ]                                                  | 858         | 1296        | 895         |
| Gehalte in de rookgassen [ng TEQ/m <sup>3</sup> ind]                        | 41,2        | 63,8        | 43,3        |
| Gehalte in de rookgassen bij 11% O <sub>2</sub> [ng TEQ/m <sup>3</sup> ind] | 43,9        | 64,5        | 51,0        |

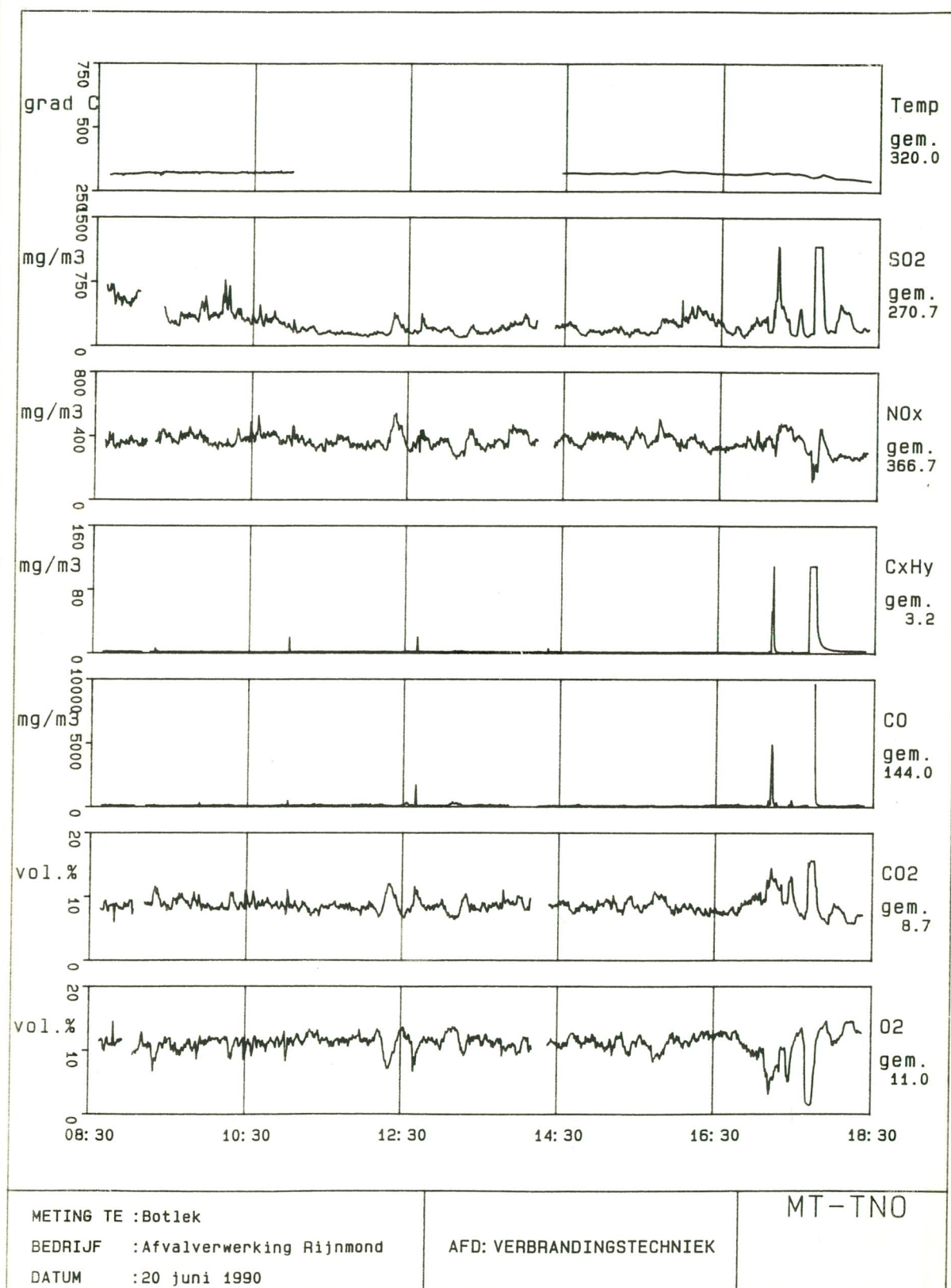
## CO-onderzoek, AVR



Figuur C.1.1 Diagrammen schoorsteenemissies ketel 3 900619



## CO-onderzoek, AVR

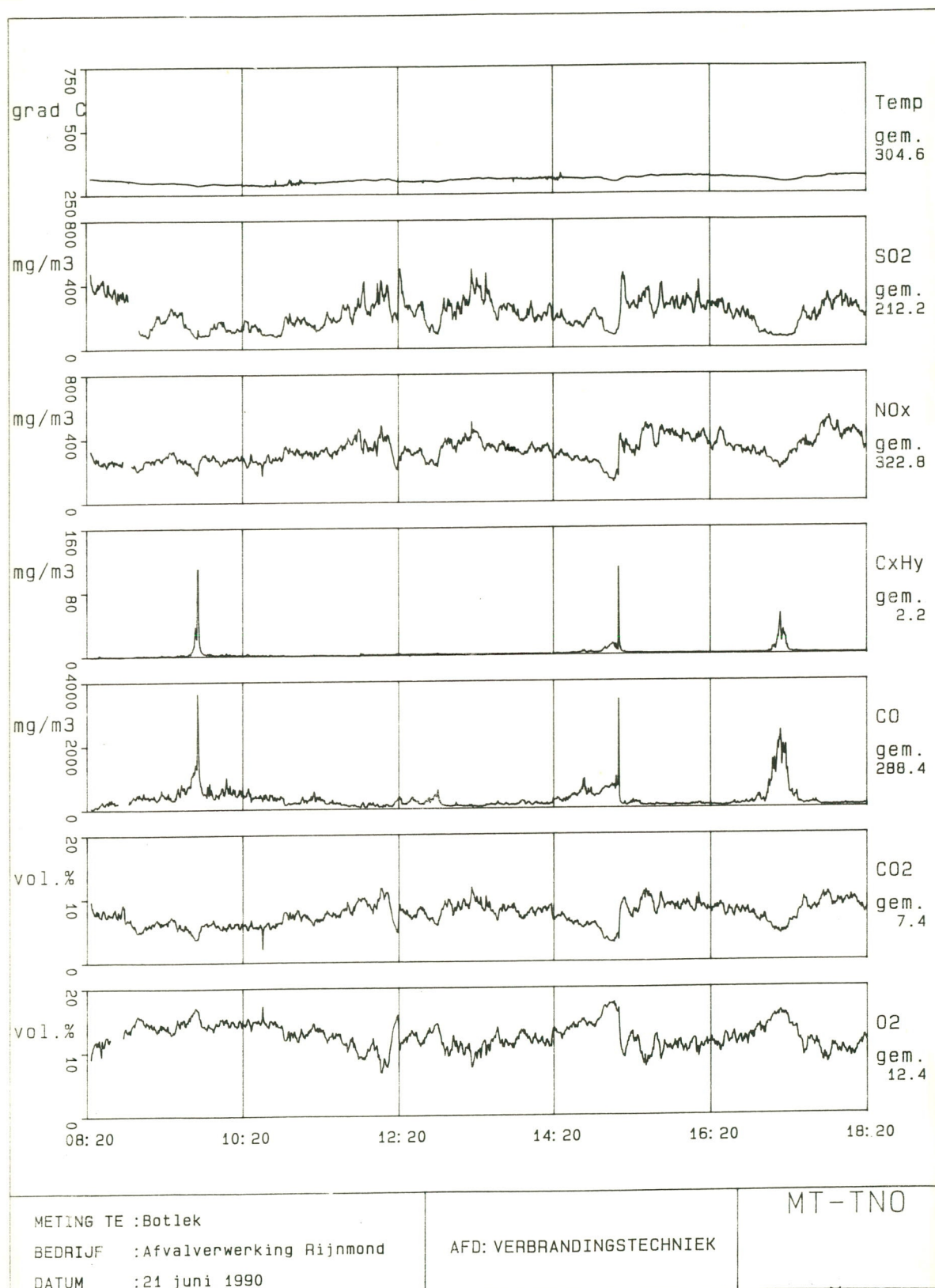


Figuur C.1.2 Diagrammen schoorsteenemissies ketel 3 900620



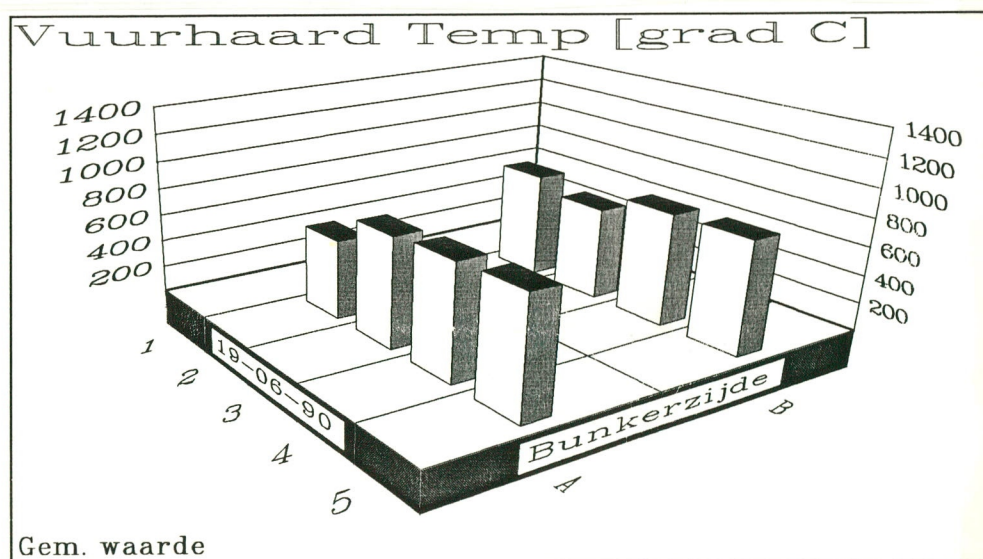
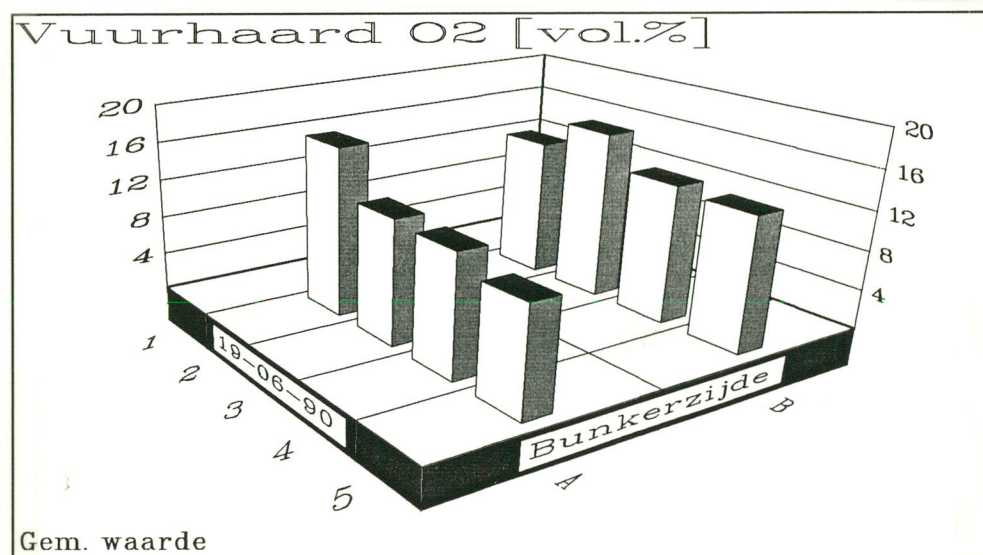
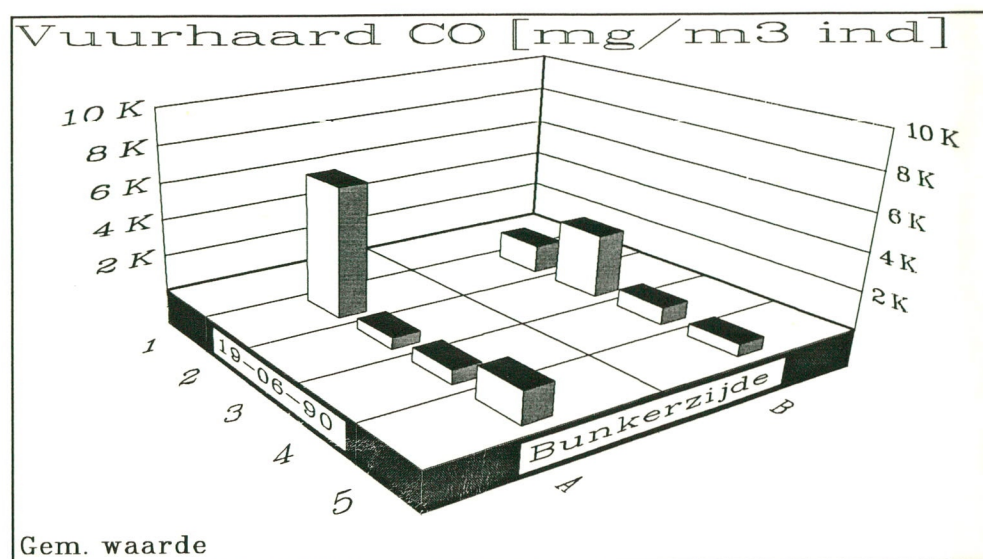


## CO-onderzoek, AVR



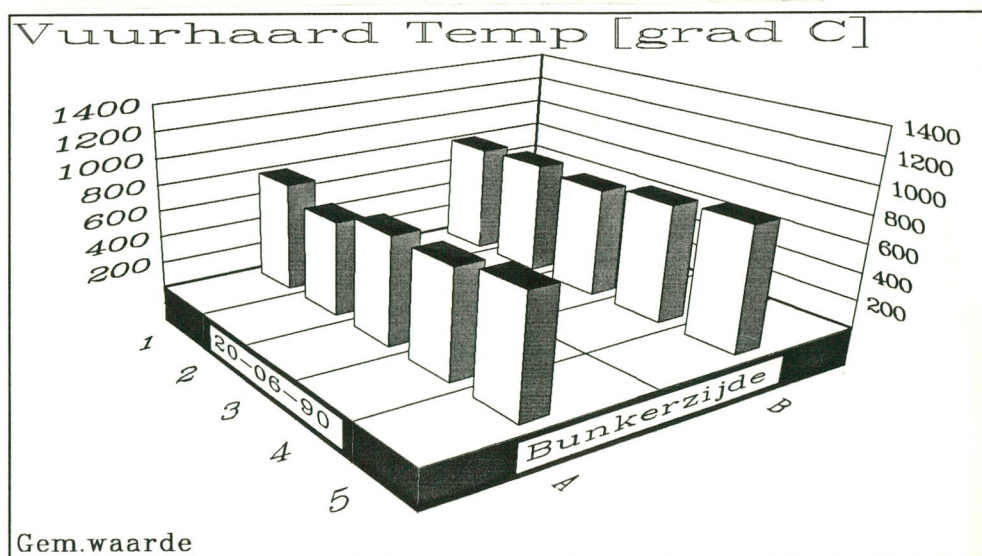
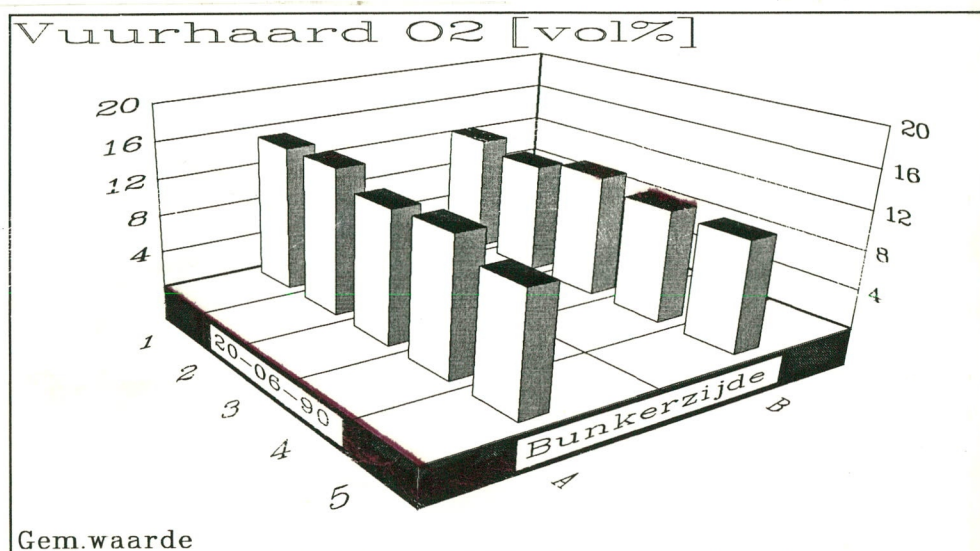
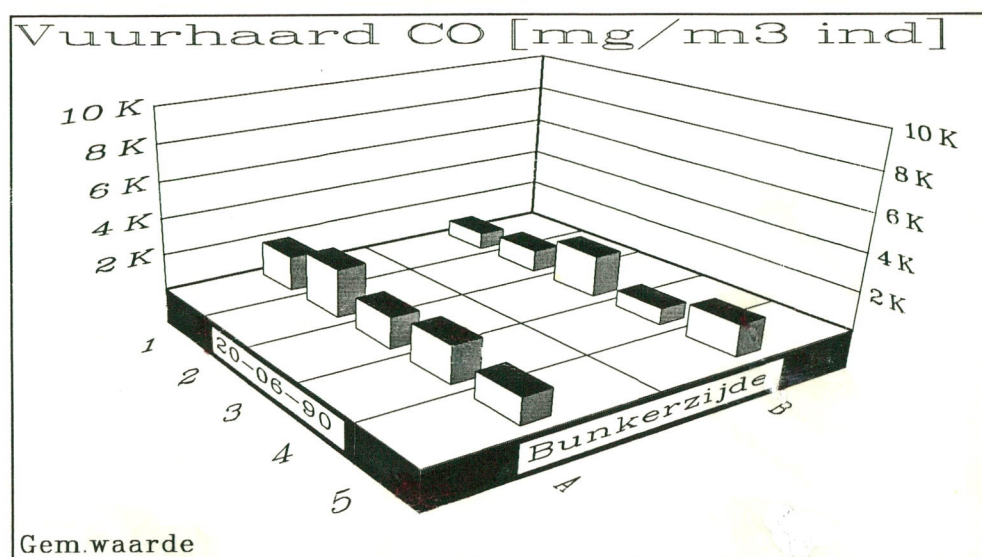
Figuur C.1.3 Diagrammen schoorsteenemissies ketel 3 900621



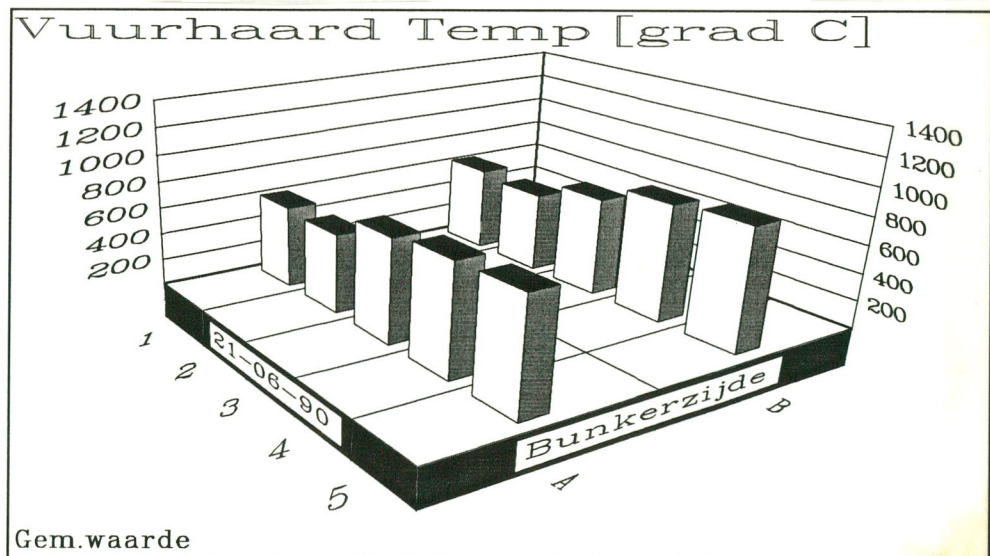
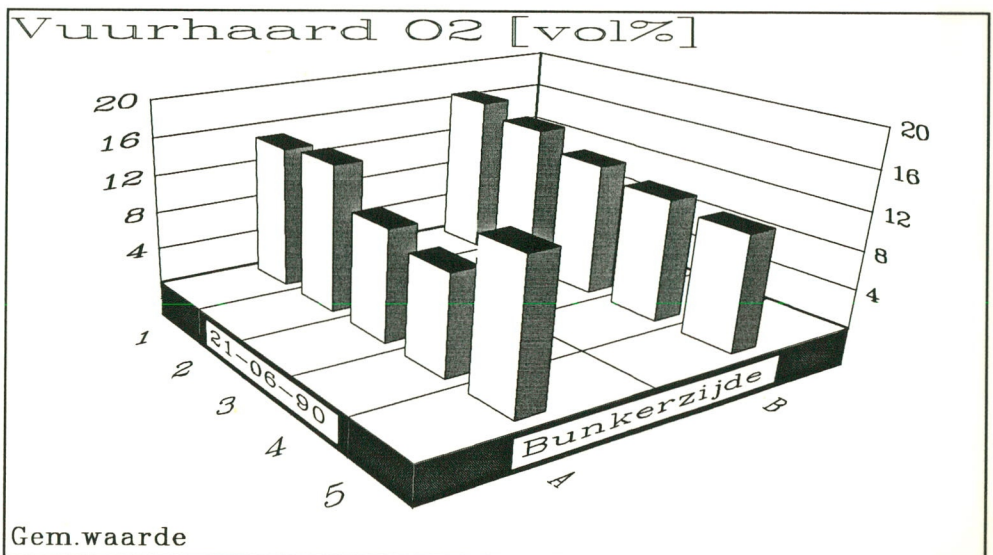
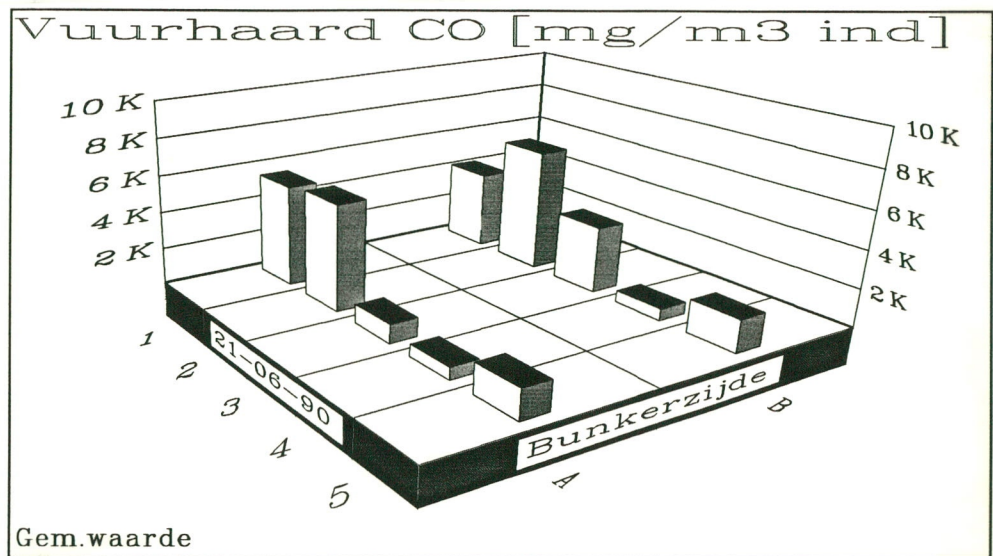


Figuur C.1.4 Driedimensionaal staafdiagram van de vuurhaardnetwerkmetingen (CO, O<sub>2</sub> en temperatuur) op het 2-secondenniveau 900619





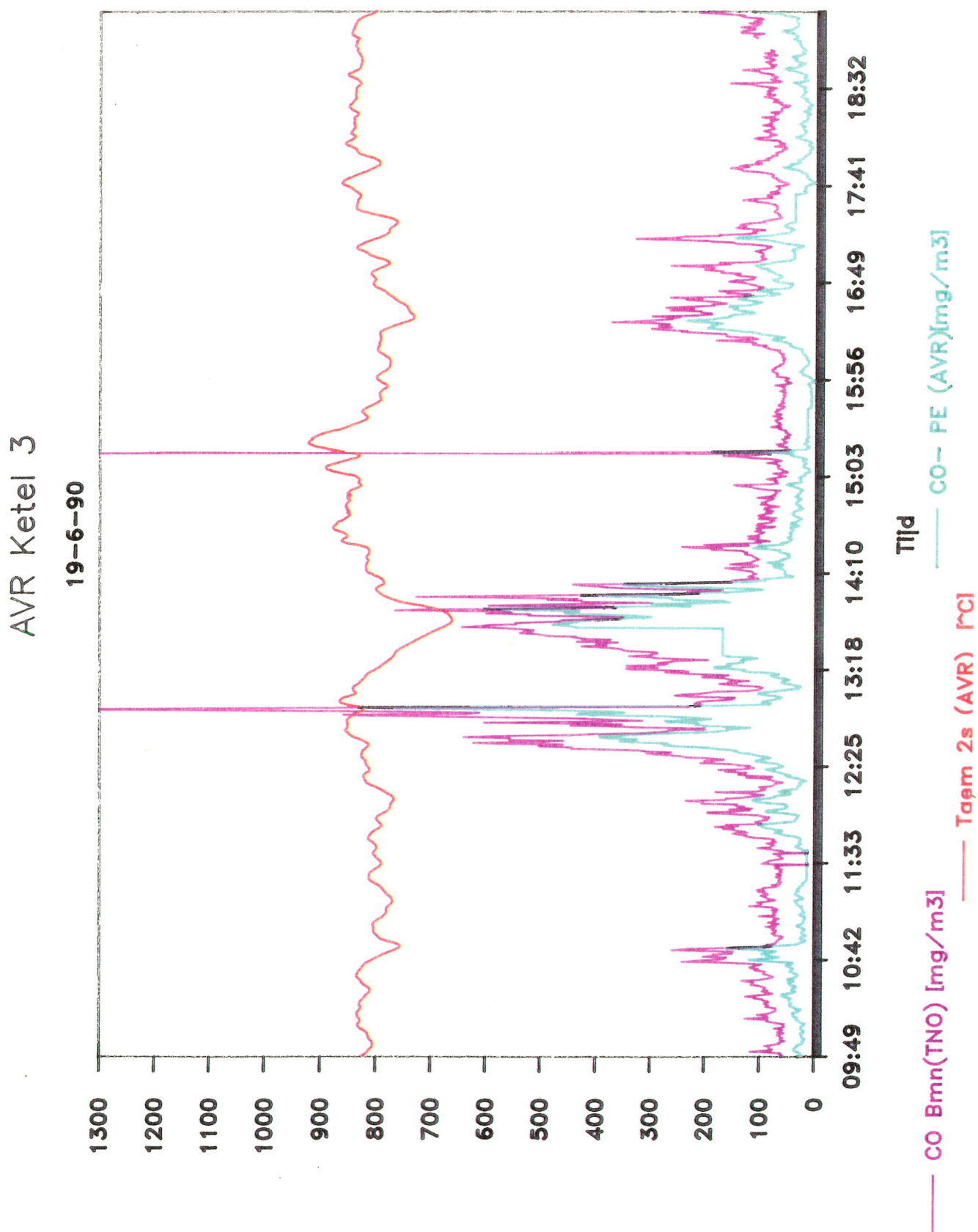
Figuur C.1.5 Driedimensionaal staafdiagram van de vuurhaardnetwerkmetingen (CO, O<sub>2</sub> en temperatuur) op het 2-secondenniveau 900620



Figuur C.1.6 Driedimensionaal staafdiagram van de vuurhaardnetwerkmetingen (CO, O<sub>2</sub> en temperatuur) op het 2-secondenniveau 900621



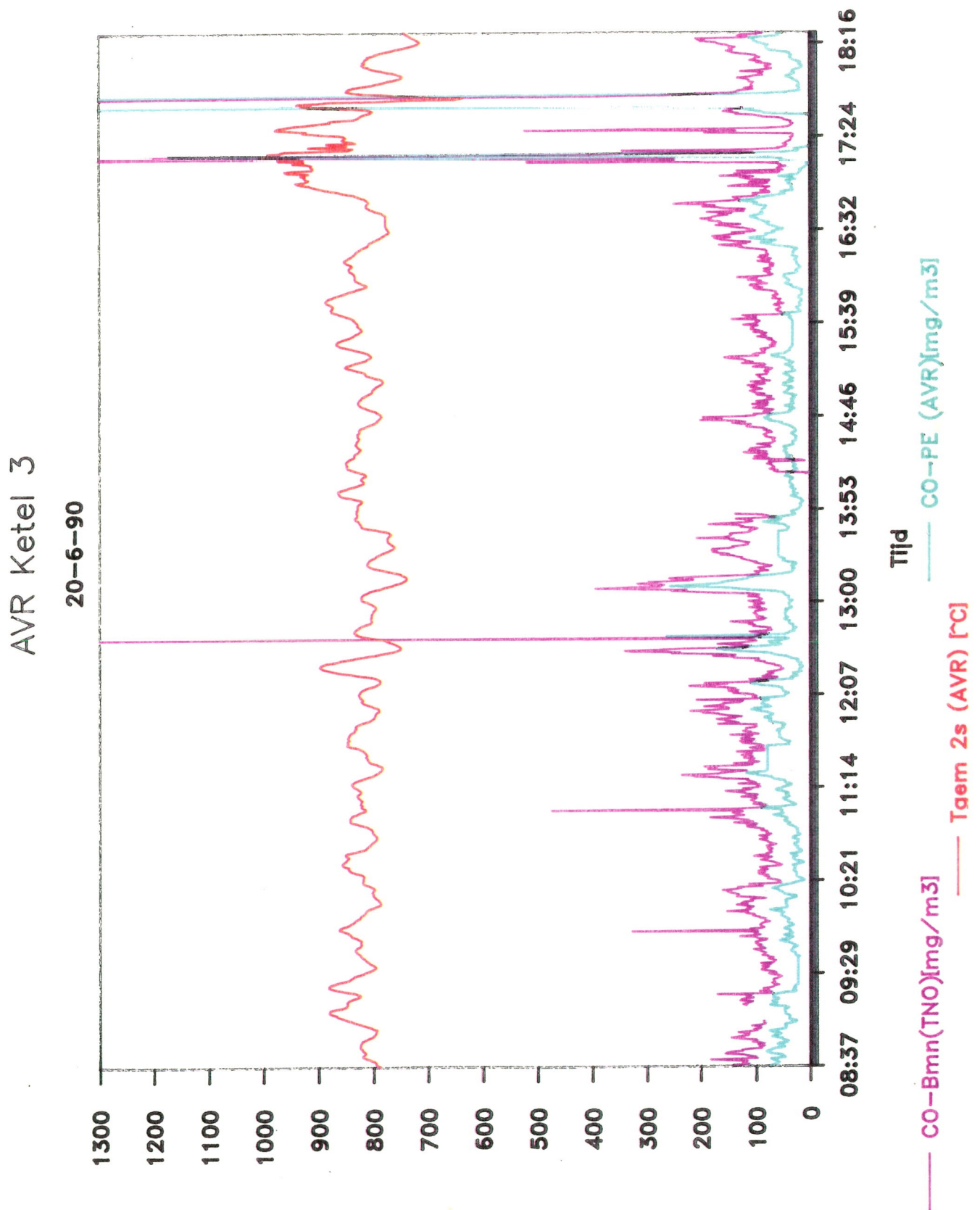




Figuur C.1.7 Diagram van CO-analysers en vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau van ketel 3 900619





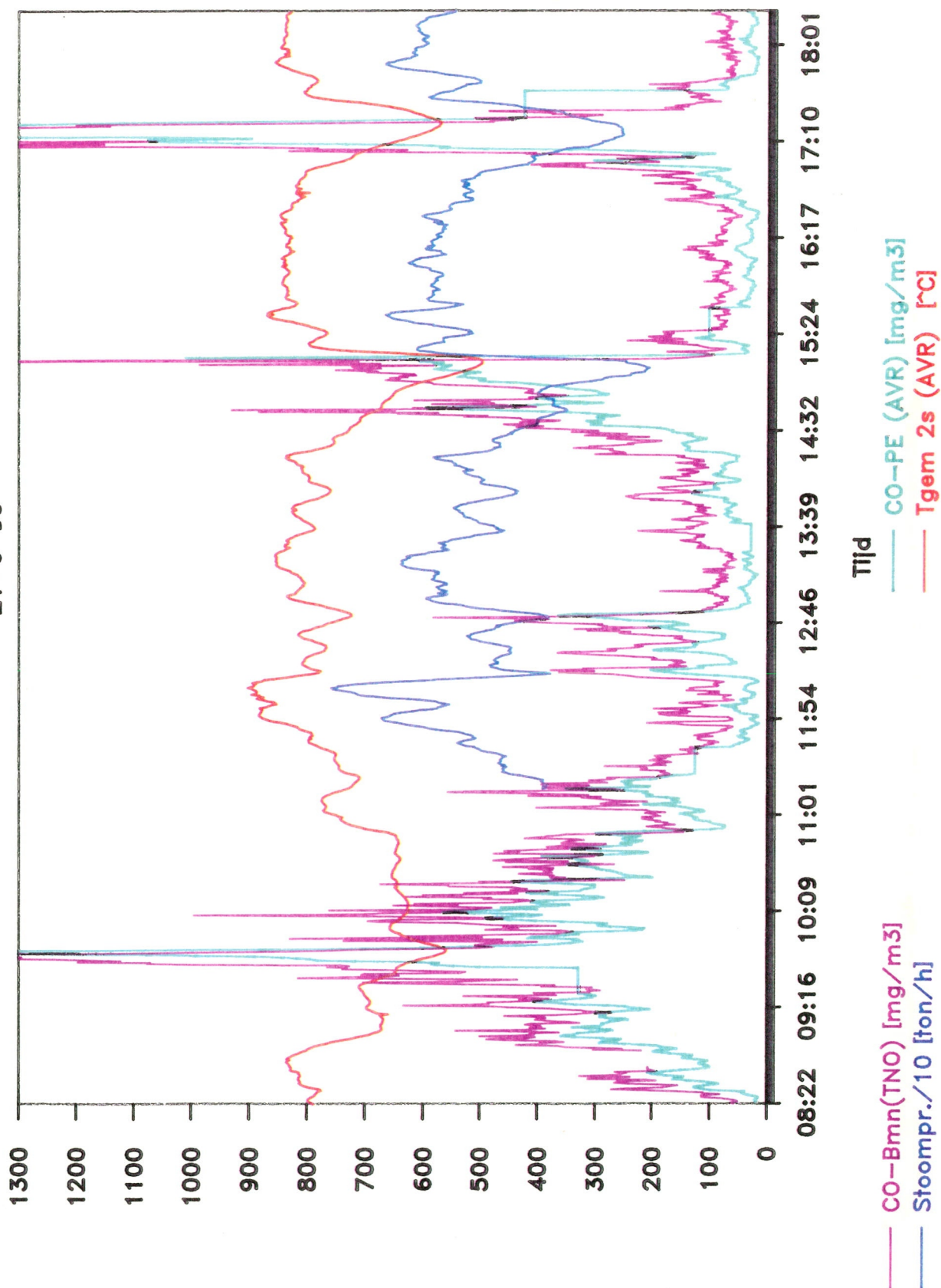


Figuur C.1.8 Diagram van CO-analysers en vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau van ketel 3 900620



## AVR ketel 3

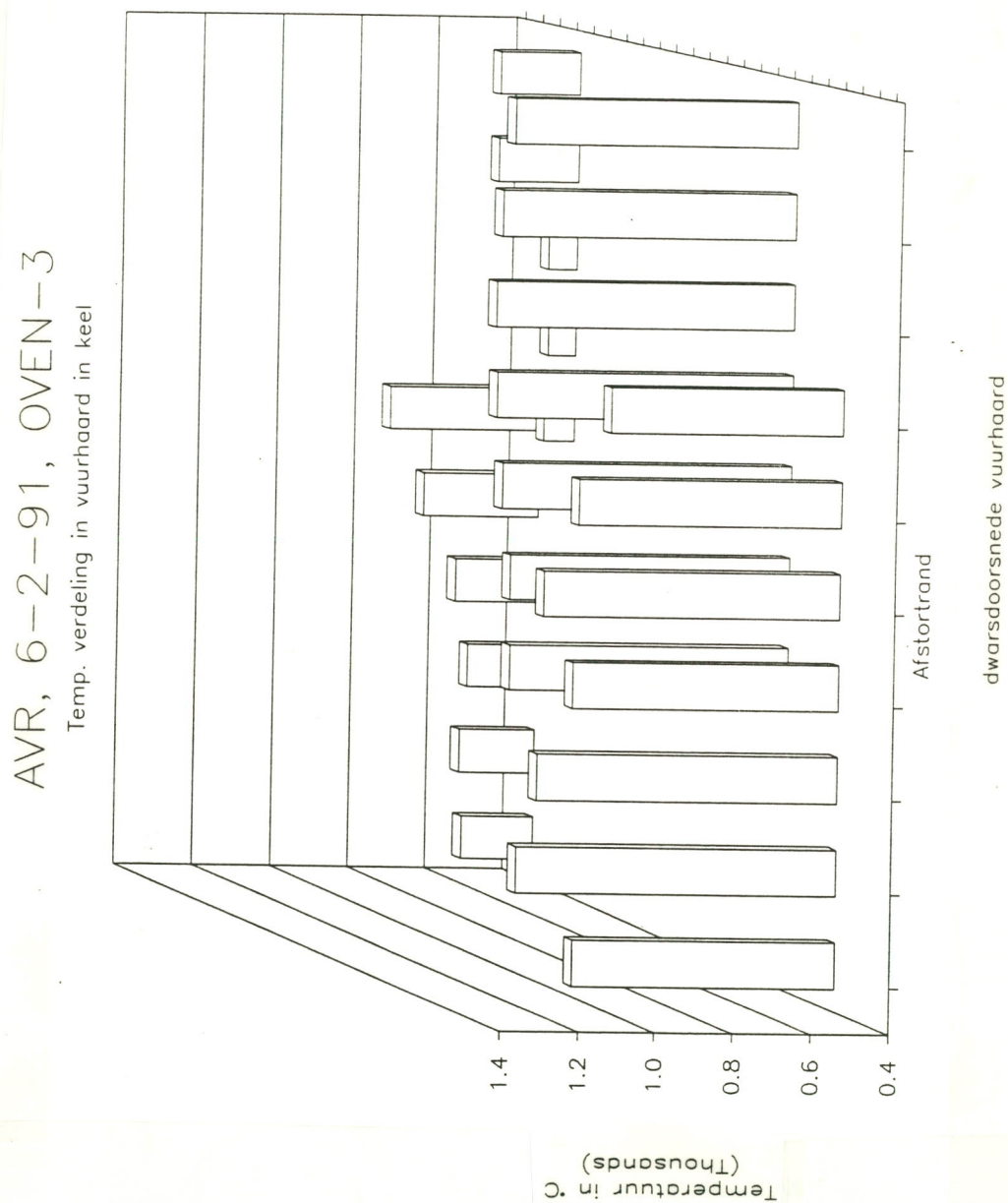
21-6-90



Figuur C.1.9 Diagram van CO-analysers, vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau en stoomproductie van ketel 3 900621

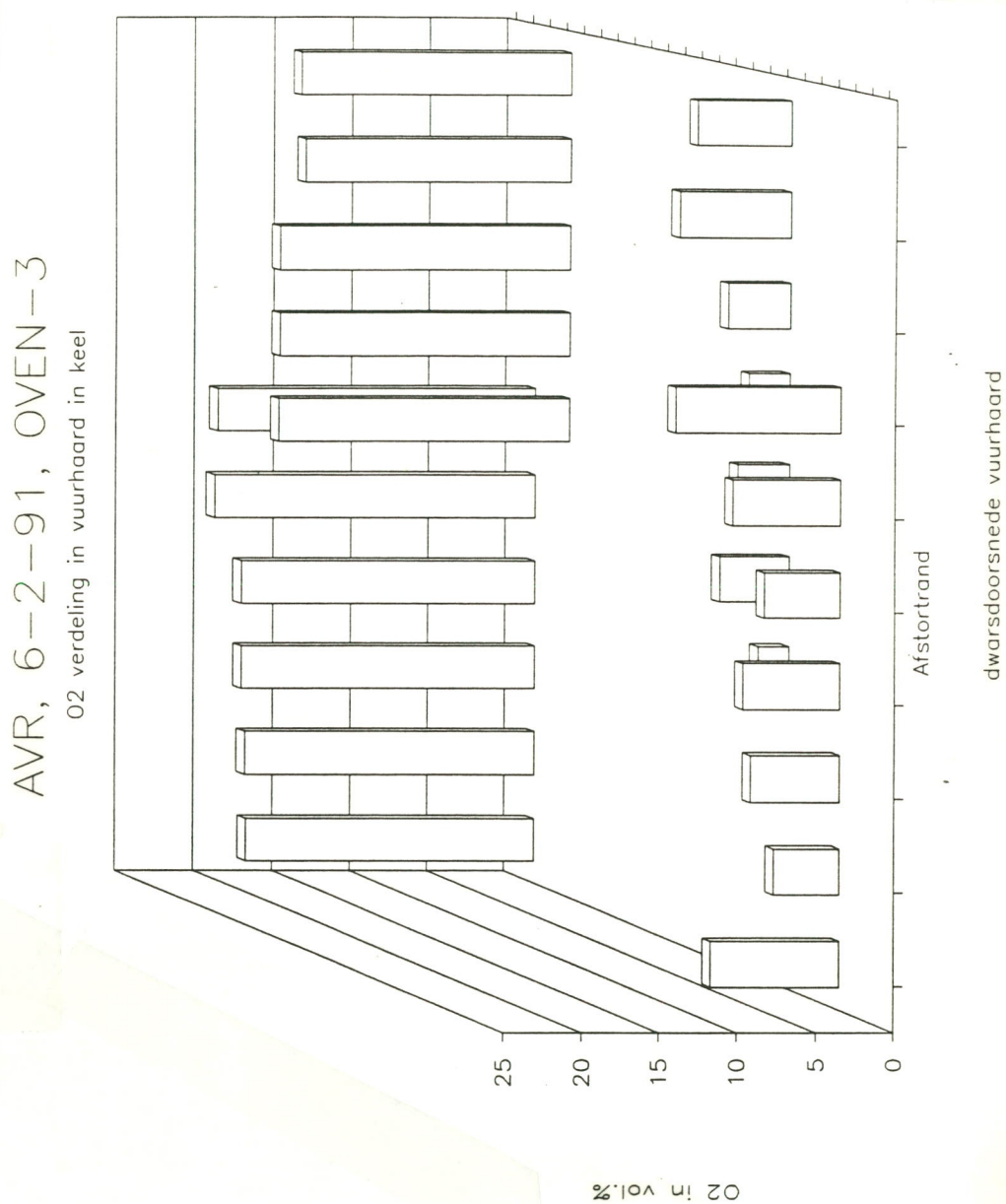






Figuur C.2.1 Driedimensionaal staafdiagram van de temperatuur in de keel van de vuurhaard 910206

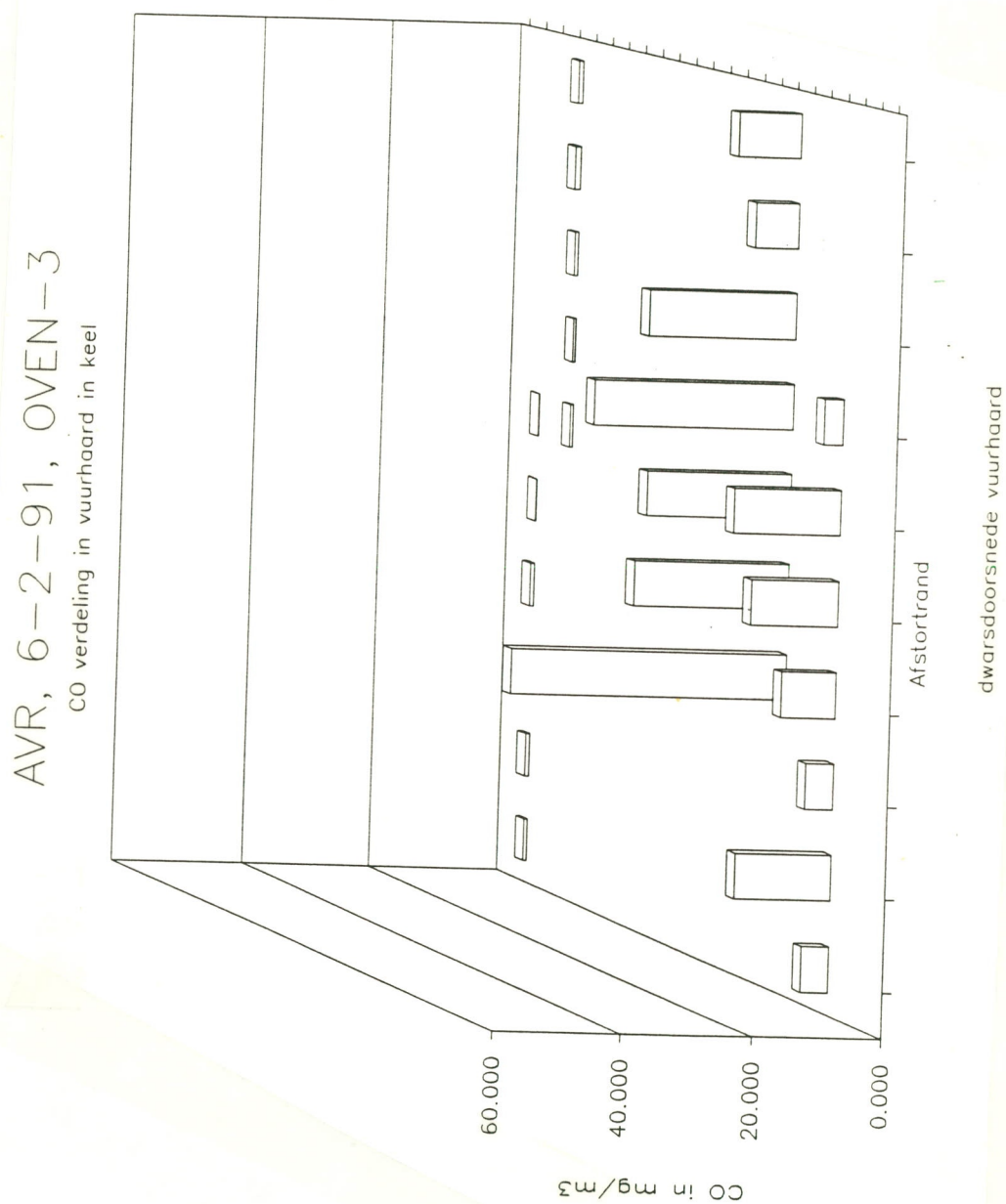




Figuur C.2.2 Driedimensionaal staafdiagram van het O<sub>2</sub>-gehalte in de keel van de vuurhaard 910206

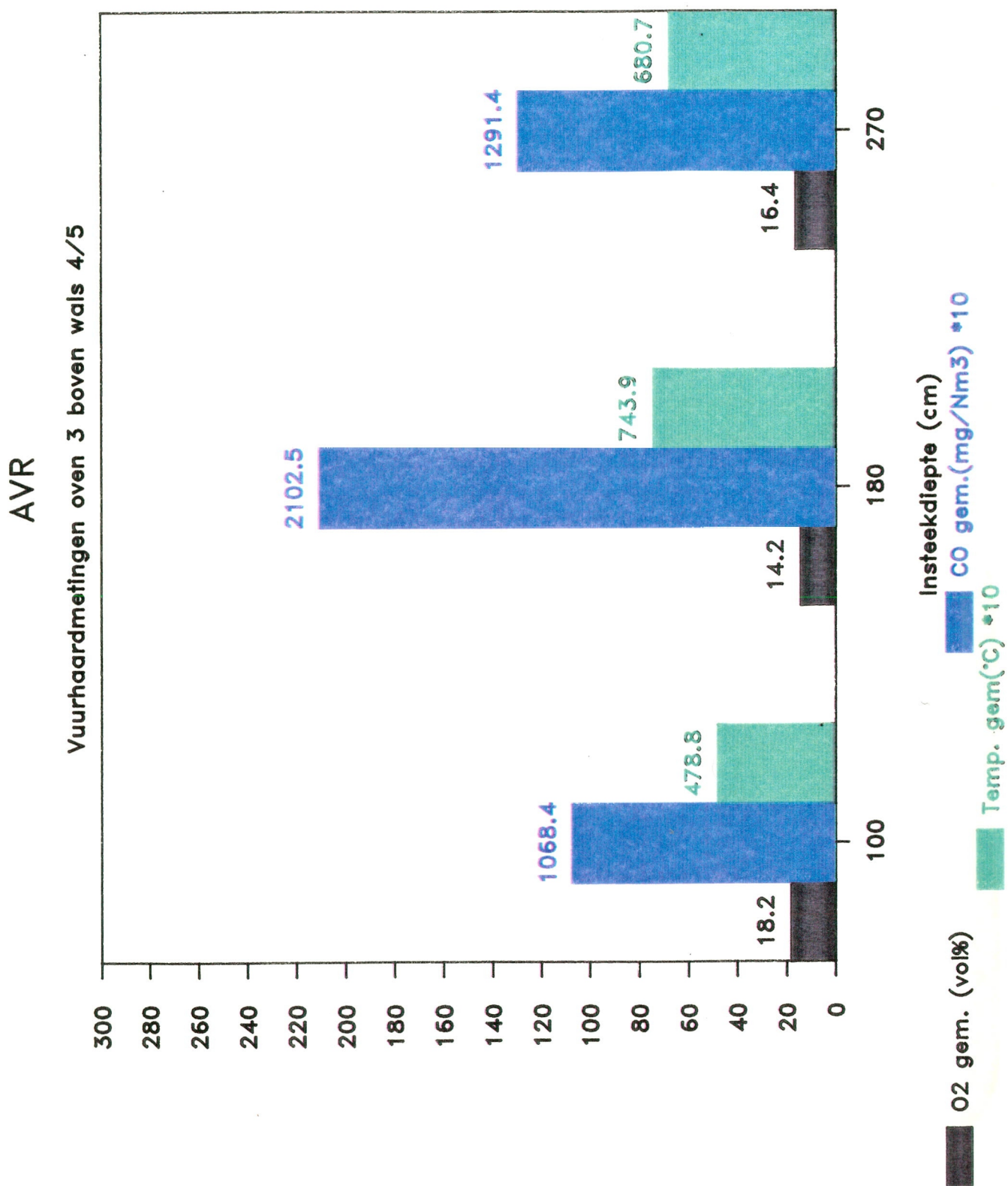






Figuur C.2.3 Driedimensionaal staafdiagram van het CO-gehalte in de keel van de vuurhaard 910206





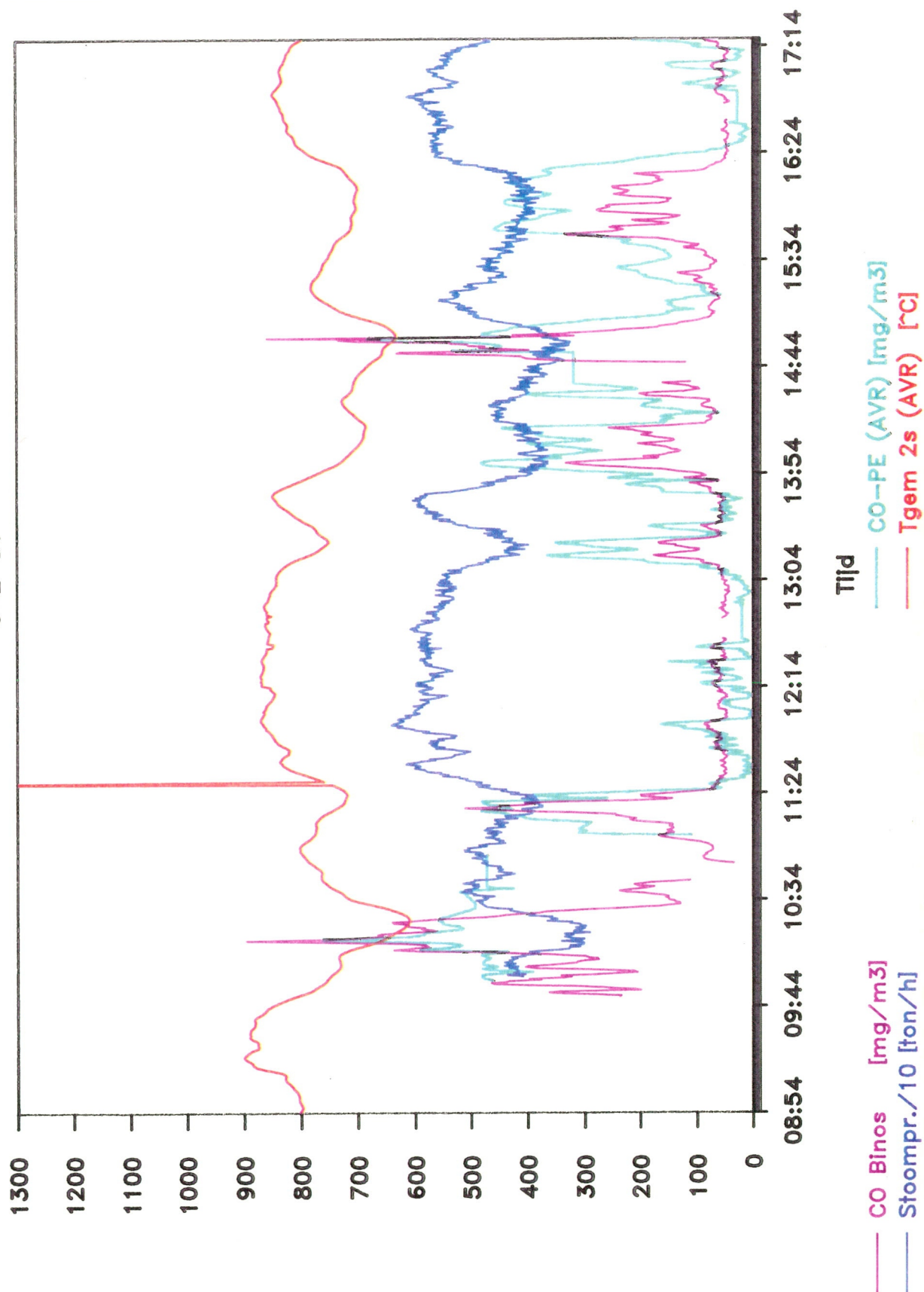
Figuur C.2.4 Staafdiagram van metingen boven wals 4/5





## AVR Ketel 3

6-2-91

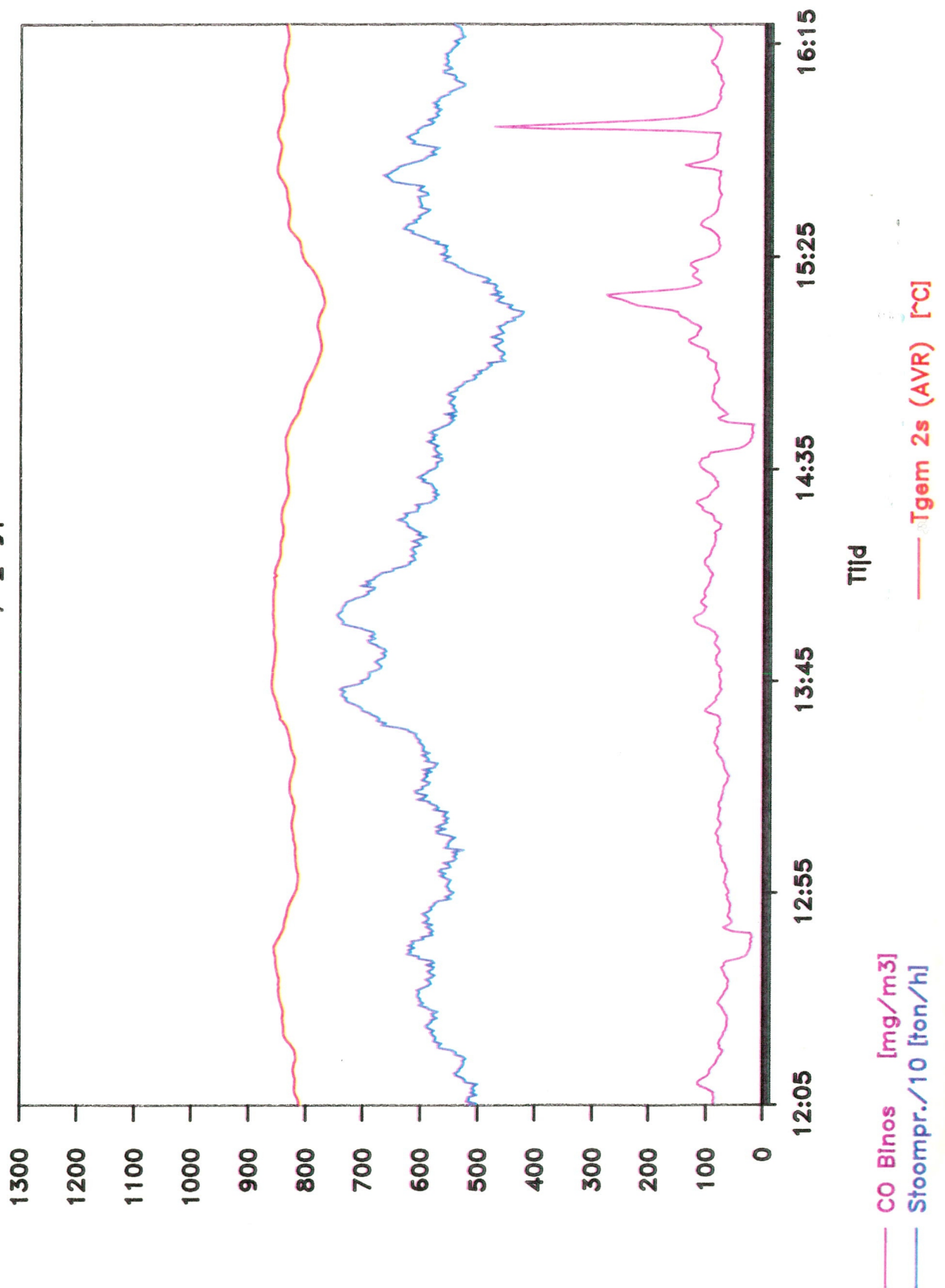


Figuur C.2.5 Diagram van CO-analysers, vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau en stoomproductie van ketel 3 910206



## AVR Ketel 3

7-2-91



Figuur C.2.6 Diagram van CO-gehalte, vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau en stoomproductie van ketel 3 910207





## CO-onderzoek, AVR

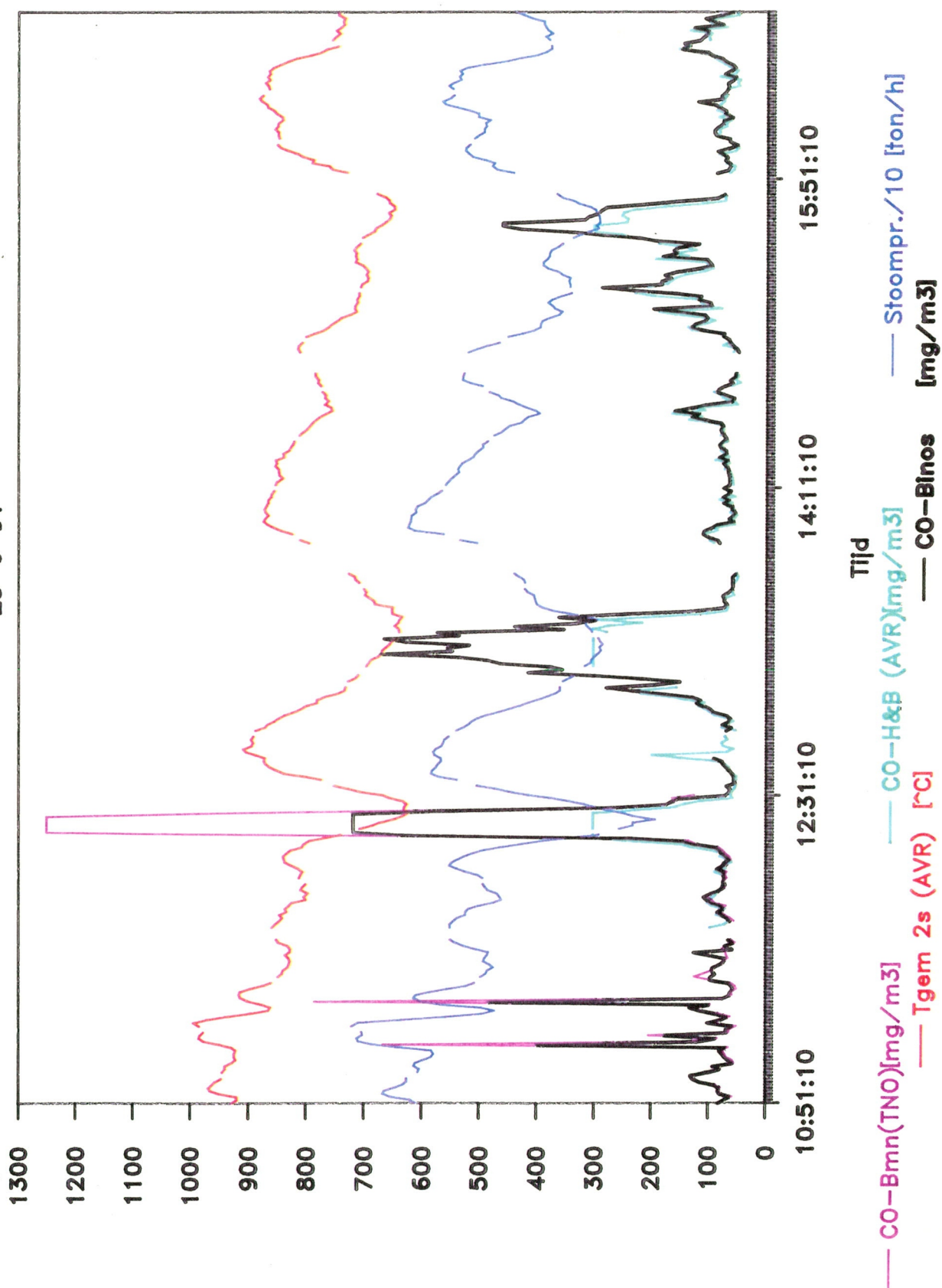
Tabel C.3.1

|                                 |                       | AVR K3<br>910625 | AVR K4<br>910626 | AVR K3<br>910627 |
|---------------------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|
| Totaal TEQ                      | ng                    | 829,0            | 419,0            | 1205,0           |
| H <sub>2</sub> O <sup>1)</sup>  | g/nm <sup>3</sup>     | 120,0            | 120,0            | 120,0            |
| afgezogen volume, nat           | m <sup>3</sup> inv    | 22,5             | 27,2             | 22,9             |
| afgezogen volume, droog         | m <sup>3</sup> ind    | 19,6             | 23,7             | 19,9             |
| PCDD/F                          | ng/m <sup>3</sup> inv | 36,8             | 15,4             | 52,6             |
| PCDD/F                          | ng/m <sup>3</sup> ind | 42,3             | 17,7             | 60,5             |
| O <sub>2</sub>                  | %                     | 11,6             | 11,0             | 11,3             |
| TEQ, 11% O <sub>2</sub> , nat   | ng/m <sup>3</sup> inv | 39,2             | 15,4             | 54,3             |
| TEQ, 11% O <sub>2</sub> , droog | ng/m <sup>3</sup> ind | 45,1             | 17,7             | 62,4             |

<sup>1)</sup> geschatte waarde

## AVR Ketel 3

25-6-91



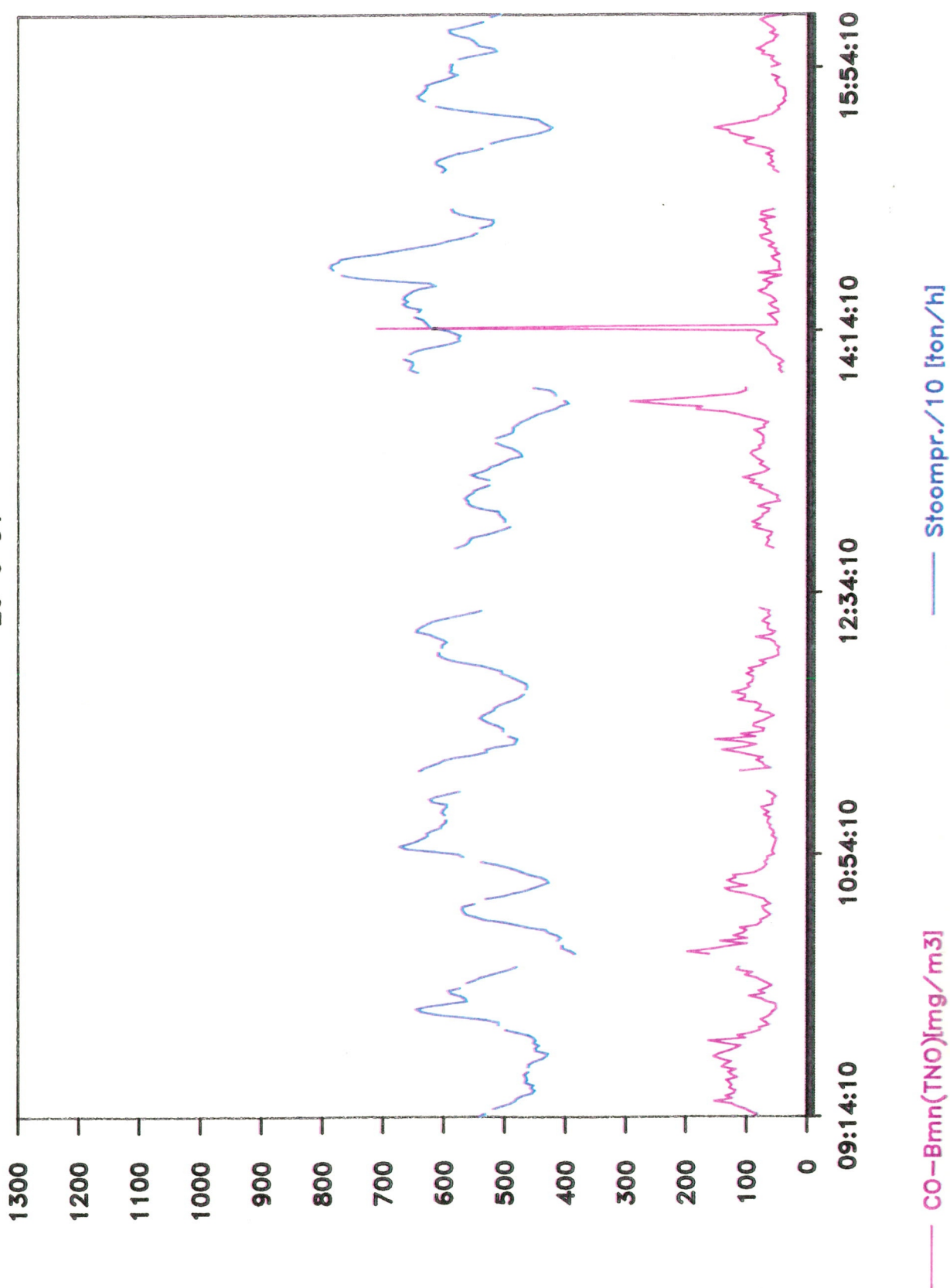
Figuur C.3.1 Diagram van CO-analysers, vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau en stoomproductie van ketel 3 910625





## AVR Ketel 4

26-6-91

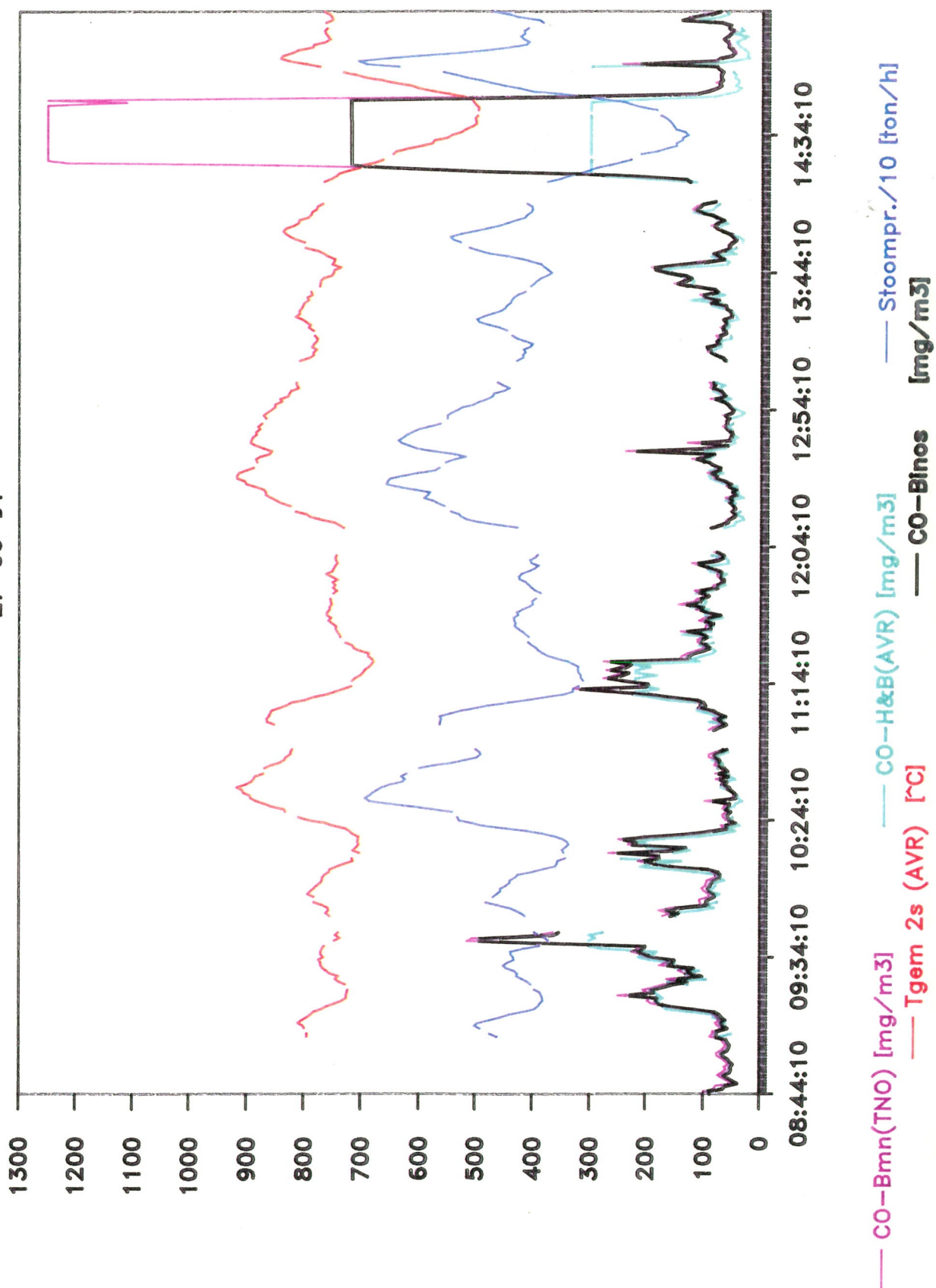


Figuur C.3.2 Diagram van CO-gehalte en stoomproductie van ketel 4 910626



## AVR ketel 3

27-06-91



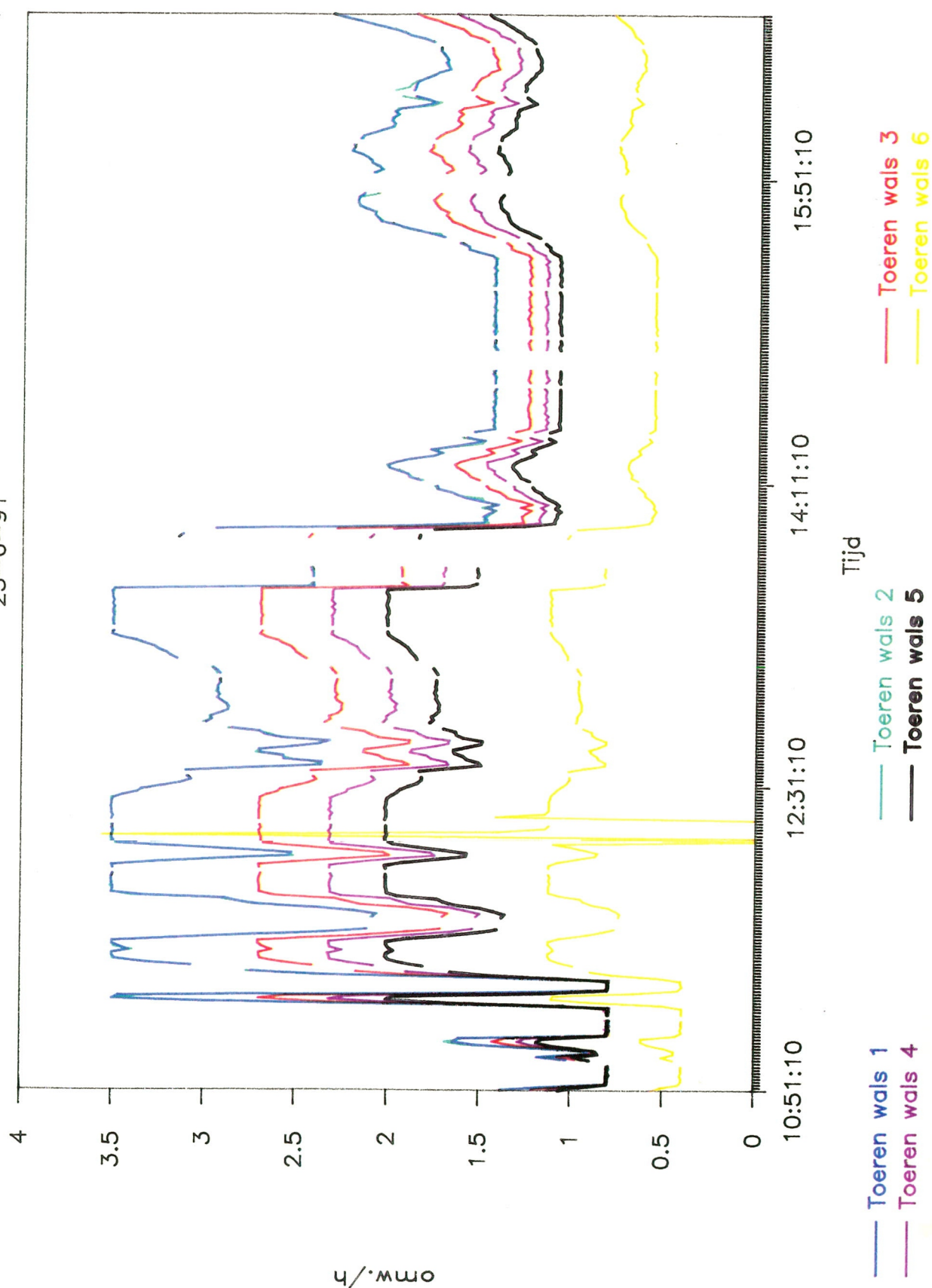
Figuur C.3.3 Diagram van CO-analysers, vuurhaardtemperatuur op het 2-secondenniveau en stoomproductie van ketel 3 910627





## AVR Ketel 3

25-6-91

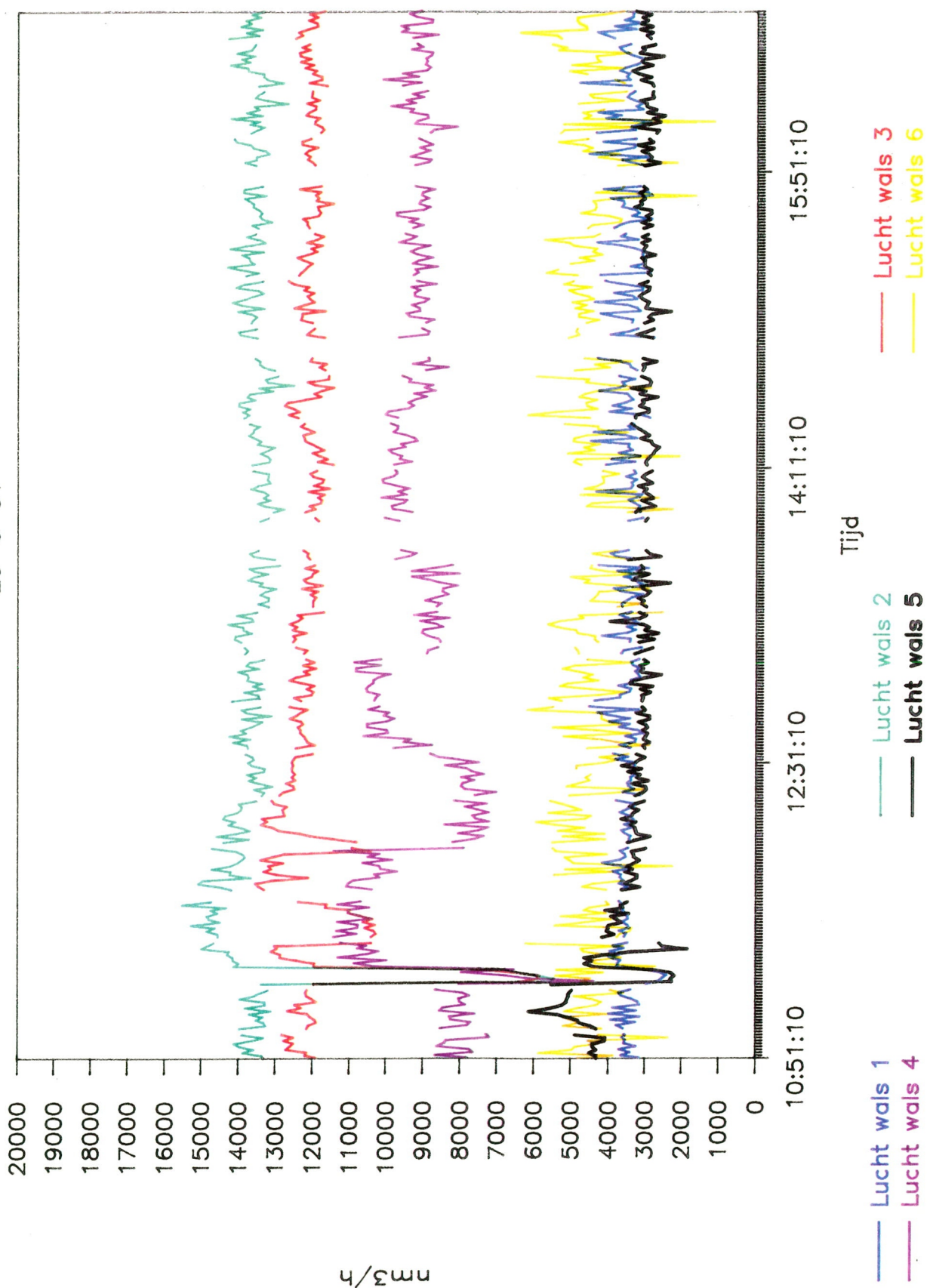


Figuur C.3.4 Diagram van toerental van de walsen van ketel 3 910625



## AVR Ketel 3

25-6-91



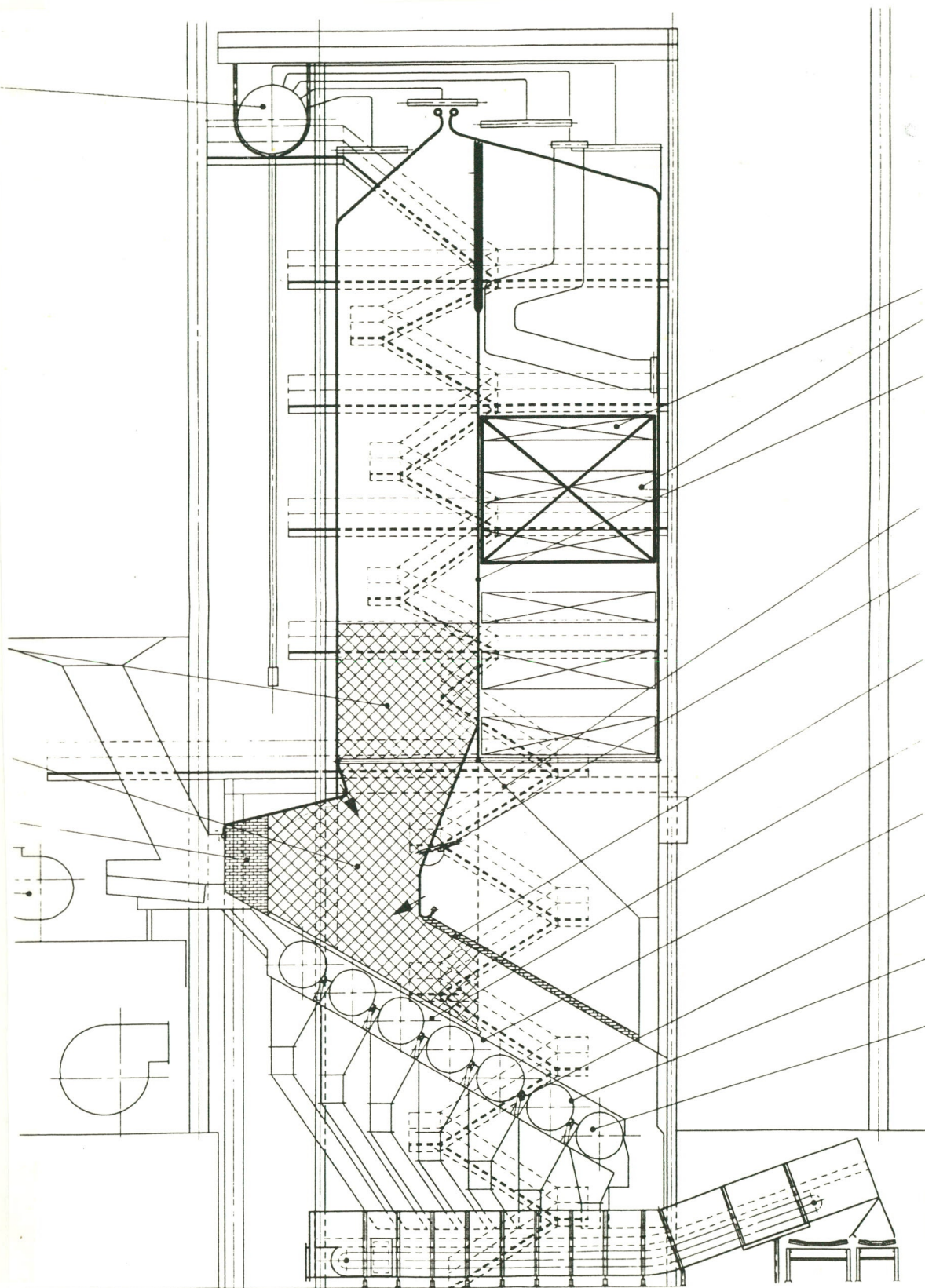
Figuur C.3.5 Diagram van de luchtverdeling onder het rooster van ketel 3 910625





## **Bijlage D    Aanpassingen aan ketel 6**

Figuur D.1    Langsdoorsnede ketel 6



Figuur D.1 Langsdoorsnede ketel 6



## **Bijlage E    AVR-brochure over nieuwe rookgasreiniging**

**Figuur E.1    Schema nieuwe rookgasreinigingsinstallatie voor de  
AVI's**





*Figuur E.1 Schema nieuwe rookgasreinigingsinstallatie voor de AVI's*



ze worden verbrand. Hierdoor komen vrijwel geen dioxinen in het milieu terecht.

#### 4. DeNOx-installatie

Na de voorgaande drie reinigingstrappen bevatten de rookgassen nog stikstofoxiden (NOx). Deze stoffen worden afgebroken in een deNOx-installatie. De verwijdering van stikstofoxiden gebeurt volgens het principe dat NOx onder invloed van een katalysator met toevoeging van ammoniak wordt omgezet in het onschadelijke en in de natuur voorkomende stikstof (N<sub>2</sub>).

Ook deze processtap geldt als een nieuwe ontwikkeling in combinatie met de voorgeschakelde trappen. Door de restatscheiding van zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) in het actieve koolfilter is het mogelijk de omzettingsprocessen in de deNOx-installatie plaats te laten vinden bij relatief lage temperaturen (ca. 180°C). Indien de SO<sub>2</sub> niet volledig zou zijn verwijderd, zouden de processen bij veel hogere temperaturen moeten plaatsvinden (ca. 350°C). In dat geval is gebruik van externe energie in de vorm van aardgas nodig. In de gekozen opzet kan via warmte-

uitwisselingsapparatuur gebruik worden gemaakt van de eigen proceswarmte, terwijl ook nog energie overblijft voor elektriciteitsproductie.

Na te zijn ontdaan van de laatste verontreiniging verlaten de rookgassen de installatie via een 110 meter hoge schoorsteen. In de schoorsteen worden de emissies continu gemeten om de kwaliteit van de rookgassen te controleren.

#### Elektrofilters

Afscheiding van vliegas  
Aantal velden : 2  
Afmetingen (L x B x H) : 23 x 7 x 26 m  
Procestemperatuur : 170°C

#### Wassektie

I Wasser (zuur)  
pH : 0,5 - 1  
Hoogte : 13 m  
Wasmedium : water  
Afscheiding van : HCl, HF, zware metalen  
Gewicht : 52 ton

#### I Wasser (alkalisch)

pH : 5 - 8  
Hoogte : 16 m  
Wasmedium : natronloog  
Afscheiding van : SO<sub>2</sub> en HF  
Gewicht : 75 ton  
Procestemperatuur : 60°C

#### Aktief koolfilter

Afmetingen (L x B x H) : 5 x 15 x 16 m  
Uitvoering : 2 x 8 segmenten met stilstaande en bewegende bedden actieve kool  
Adsorptiemiddel : actieve kool  
Afscheiding van : dioxinen en restanten HCl, HF, SO<sub>2</sub>, zware metalen  
Procestemperatuur : 110°C

#### DeNox-installatie

Afmetingen (L x B x H) : 3,5 x 6,8 x 10 m  
Uitvoering : selektieve katalytische reductie  
Chemicalie : NH<sub>3</sub>  
Aantal katalysatorbedden : 3  
Procestemperatuur : 180°C

#### Schoorsteen

Hoogte 110 m boven maaiveld.  
Gezamenlijk konstruktievakwerk voor zeven lijnen.  
Ruimte voor emissiemetingen in konstruktie.

#### Waswaterreinigingsinstallatie

Aantal lijnen : I voor zuur waswater  
I voor alkalisch waswater  
I reserve  
Reinigingsprincipe : neutralisatie, sedimentatie, flocculatie, afscheiding, indikking filterkoek, nabehandeling water  
Afscheiding van : voornamelijk zware metalen

#### Diversen

Warmtewisselaars (6 stuks)  
Druppelafscheiders  
Rookgasventilatoren

| Toegestane emissiewaarden       |                            | huidige voorwaarden | richtlijnen verbranden '89 |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| Stof                            | mg/Nm <sup>3</sup>         | 150                 | 5 (max)                    |
| HCL (zoutzuur)                  | mg/Nm <sup>3</sup>         | 700 (98 perc)       | 10 (97 perc)               |
| HF (fluorwaterstof)             | mg/Nm <sup>3</sup>         | 5,5 (98 perc)       | 0,5 (97 perc)              |
| SO <sub>2</sub> (zwaveldioxide) | mg/Nm <sup>3</sup>         | geen voorw.         | 40 (97 perc)               |
| NOx (stikstofoxide)             | mg/Nm <sup>3</sup>         | geen voorw.         | 70                         |
| Cd (cadmium)                    | mg/Nm <sup>3</sup>         | 0,05 (50 perc)      | 0,05 (max)                 |
| HG (kwik)                       | mg/Nm <sup>3</sup>         | 0,05 (50 perc)      | 0,05                       |
| PCDD/PCDF (dioxinen en furanen) | ng / TEQ / Nm <sup>3</sup> | geen voorw.         | 0,1 (max)                  |

#### Colofon

Afvalverwerking Rijnmond  
Prof. Gerbrandyweg 10  
3197 KK Rotterdam  
Telefax 01819 - 42504  
Telefoon 01819 - 42911

Vormgeving/tekst : Externe betrekkingen en Public Relations AVR

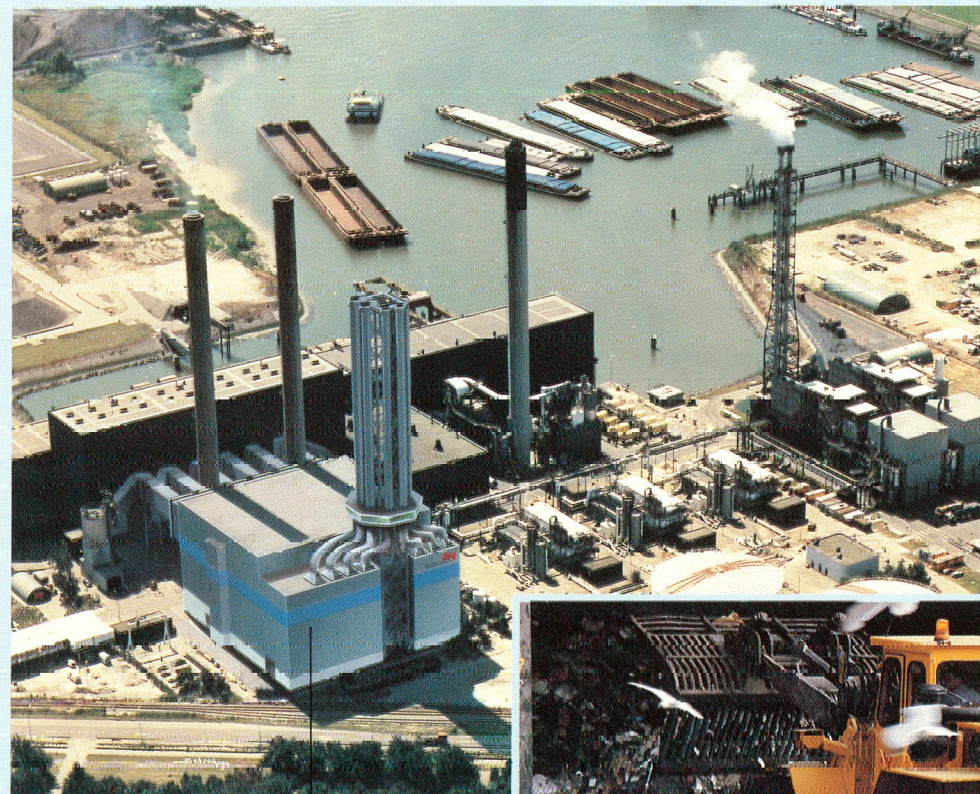
Foto's : Aeroview bv  
Illustratie : Cas Schook

okt. '91

Voor 400 miljoen gulden breidt de N.V.

**Afvalverwerking Rijnmond (AVR) het bestaande bedrijf uit met de meest moderne rookgasreinigingsinstallatie. AVR is hiermee wereldwijd koploper.**

Medio 1992 zijn de eerste twee verbrandingslijnen voorzien van rookgasreiniging. In de loop van 1993 is de gehele installatie klaar. In de installatie worden de allernieuwste – vaak net ontwikkelde – technieken toegepast. AVR voldoet daarmee aan de Richtlijn Verbranden '89. In deze richtlijn – de scherpste ter wereld – zijn de emissienormen over een breed veld aanzienlijk verscherpt ten opzichte van bestaande normen. Anders dan voorheen gelden nu ook strenge eisen voor de emissie van o.a. dioxinen, stikstofoxiden en kwik.



Rookgasreiniging

Het gerenommeerde bedrijf SGP-VA uit Oostenrijk bouwt de reinigingsinstallatie. De opdracht omvat alle werkzaamheden vanaf het ontwerp tot en met het in bedrijf stellen en proefdraaien van de installatie.

Het bedrijf zorgt tevens voor het opleiden van het bedienend personeel. SGP-VA is ook actief op het gebied van engineering, levering en bouw van o.a. elektrische centrales en komposteringsinstallaties. Bij de keus van leverancier heeft de AVR zich – bijgestaan door Tebodin Raadgevend Ingenieurs – internationaal georiënteerd.

#### Uniek

Diepgaand onderzoek was nodig naar de technische mogelijkheden om te voldoen aan de nieuwe eisen. Het zeer strenge pakket aan eisen maakt het namelijk onmogelijk om zonder meer gebruik te maken van bestaande reinigingstechnieken. In versneld tempo is op verschillende terreinen baanbrekend werk verricht. De ontwikkelde installatie, die bestaat uit vier reinigingstrappen, is dan ook uniek en kan dienen als voorbeeld voor andere verbrandingsbedrijven.



#### Globale technische beschrijving\*

Bij verbranding van afval ontstaan rookgassen waarin verontreinigingen voorkomen als o.a. stof, zoutzuur, fluorwaterstof, zwaveldioxide, dioxinen, stikstofoxiden en zware metalen (bijv. kwik en cadmium). Deze stoffen zijn schadelijk voor het milieu als ze in te grote concentraties de schoorsteen verlaten. Met behulp van rookgasreinigingsinstallaties moeten deze stoffen daarom zoveel mogelijk worden afgevangen.

#### Vier reinigingstrappen

De nieuwe rookgasreiniging van AVR bestaat voor iedere verbrandingslijn uit vier trappen.

De eerste is een geheel nieuw elektrofilter, dat vliegas (stof) en daaraan gehechte zware metalen en dioxinen afvangt. Dit materiaal gaat naar een gecontroleerde stort.

De tweede trap berust op het natte reinigingsprincipe. Achtereenvolgens worden de rookgassen gereinigd in een zure wasser voor het afvangen van zoutzuur en zware metalen en in een alkalische wasser voor het afvangen van zwaveldioxide en waterstoffluoride. Het bij dit proces gebruikte waswater wordt gereinigd in een waterbehandelingsinstallatie. De verontreinigingen worden afgescheiden als een steekvaste massa, die gecontroleerd wordt opgeslagen.

Na deze fase voldoen de rookgassen voor alle componenten, behalve dioxinen en stikstofoxiden, aan de emissienorm. De dioxinen en resten van overige verontreinigingen worden afgevangen in de derde reinigingstrap, het actieve koolfilter. De in het filter afgevangen stoffen worden samen met de kool verbrand.

Tenslotte worden de in de rookgassen nog aanwezige stikstofoxiden (NOx) afgevangen in de deNOx-installatie. De verwijdering van stikstofoxiden vindt plaats met behulp van een katalysator en met toevoeging van ammoniak. Hierdoor wordt NOx omgezet in onschadelijk stikstof (N<sub>2</sub>).

Het gehele complexe en geavanceerde systeem dat nu voor de eerste keer op praktisch schaal wordt toegepast, garandeert dat de rookgassen die de schoorsteen verlaten aan de emissienorm voldoen.

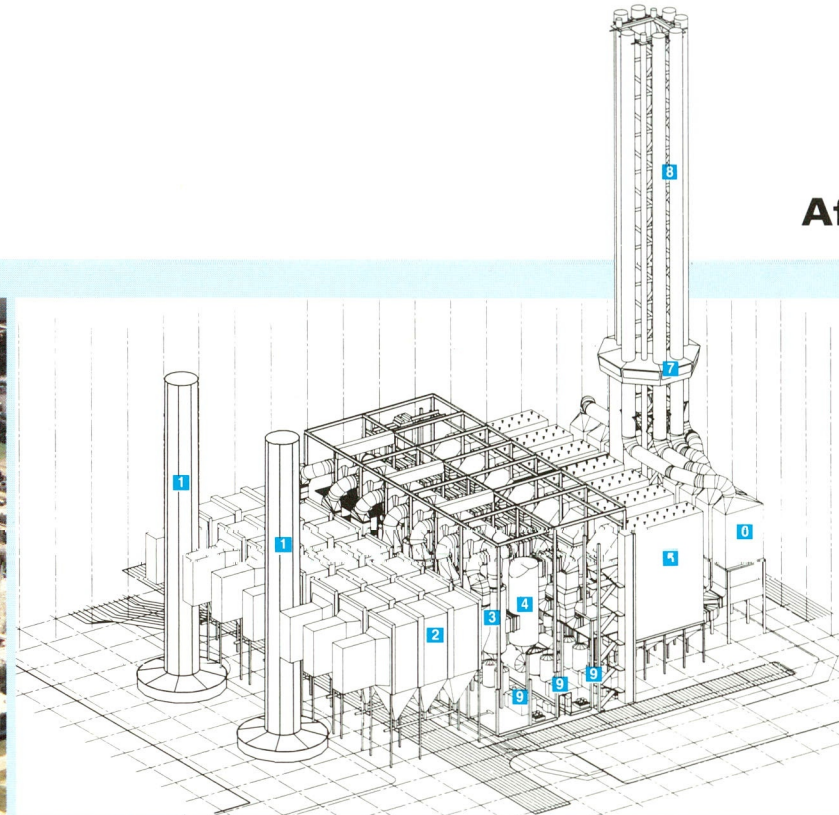
\*Op de volgende pagina's wordt het technische proces nader toegelicht.





Rookgasreiniging AVR  
(gereed in '93)

3e Chemische verbrandingsoven AVR-Chemie  
(gereed in '92)



## Rookgasreiniging AVR

- 1 bestaande schoorstenen roosteroveninstallatie
- 2 elektrofilter
- 3 zure wasser
- 4 alkalische wasser
- 5 actief koolfilter
- 6 deNox-installatie
- 7 meetruimte emissies
- 8 schoorsteen
- 9 waterbehandelingsinstallatie



Situatie '90

## Energie uit afval

De AVR verbrandt per jaar ca. één miljoen ton huishoudelijk- bedrijfs- en chemisch afval uit de Randstad. Als eindstation heeft AVR tot taak om de gigantische afvalberg – produkt van de konsumptiemaatschappij – zo goed mogelijk op te ruimen. Aandeelhouders in AVR zijn gemeenten en samenwerkingsverbanden van gemeenten.

De bij de verbranding vrijkomende energie wordt gebruikt voor de produktie van elektriciteit (ca. 350.000 MWh/jr) en gedestilleerd water (ruim 6 miljoen m<sup>3</sup>/jr). Daartoe beschikt AVR over een elektrische centrale en een waterfabriek. Elektriciteit gaat in het openbare net. Gedestilleerd water vindt z'n weg naar de industrie als proceswater en ketelvoedings-

water. Het gebruik van afval als brandstof bespaart per jaar ruim 100.000 ton stookolie.

## Hergebruik

De bedrijfsvoering is niet alleen gericht op verbranden. Aparte inzameling van klein chemisch afval en van herbruikbare stoffen juicht de AVR van harte toe. Ook aan de aparte inzameling van groente- fruit- en tuinafval en verwerking daarvan tot kompost geeft de AVR daadwerkelijke ondersteuning door kennis en composteringsmogelijkheden ter beschikking te stellen.

## Algemene beschrijving

**Het rookgasreinigingssysteem waarmee kan worden voldaan aan de strengste milieu-eisen is opgebouwd uit vier reinigingsstrappen.**

In volgorde zijn dit:

1. elektrofilter
2. natte reinigungssektie (bestaande uit een zure en een alkalische wasser), inclusief waterbehandelingsinstallaties
3. actief-koolfilter
4. deNox-installatie.

Achter iedere roosteroven staat een dergelijke identieke viertraps reinigungsstraat.

De trappen hebben elk hun eigen proceskondities, waaronder ook begrepen verschillende procestemperaturen. Als voorbeeld. De procestemperatuur van

het elektrofilter bedraagt 170°C tegenover een procestemperatuur van 60°C voor de natte reinigungssektie. Het gehele systeem is zo ontworpen dat geen externe energie nodig is, maar dat gebruik van de eigen proceswarmte mogelijk is en dat zelfs nog energie overblijft voor elektriciteitsproduktie.

Voor alle trappen, alsmede de onderlinge schakeling, geldt dat in belangrijke mate nieuwe technieken moesten worden ontwikkeld. Hiervoor is internationaal informatie verzameld en research verricht. Het thans gekozen concept is uniek.

## 1. Elektrofilter

De eerste trap van het reinigungsstelsel staat direkt achter de verbrandingsinstalla-

tie. Als onderdeel van het totaal koncept is gekozen voor een geheel nieuw elektrofilter. Vlieg-as (stof), met daaraan gehechte zware metalen en dioxinen, wordt hierdoor in een vroeg stadium afgevangen uit de rookgassen. Het elektrofilter bestaat uit twee velden en heeft een rendement van ruim 99%. Het afgevangen vlieg-as wordt afgevoerd naar een gecontroleerde stortplaats.

## 2. Natte reinigungssektie

De tweede trap bestaat uit een zure wasser en een alkalische wasser. De twee wassystemen zijn door een druppelvanger van elkaar gescheiden. De zure wasser verwijdert zoutzuur en zware metalen. Dit proces vindt plaats in een zuur milieu (pH=1)

door het inblazen van een fijne nevel van water.

Zoutzuur en zware metalen uit de rookgassen worden hierdoor in het water opgenomen en afgevoerd naar een waterbehandelingsinstallatie.

De reinigungsprocessen in de tweede wasser vinden plaats in een alkalisch milieu (pH=8) met behulp van insputting van een natronloog-oplossing. Hierdoor worden verontreinigungsstoffen als zwaveldioxide en waterstoffluoride opgenomen in de vloeistofstroom, die wordt afgevoerd naar een tweede waterbehandelingsinstallatie.

Het zure en alkalische waswater wordt in de waterbehandelingsinstallatie gereinigd. Het systeem berust op het principe van neutraliseren, flocculeren, neerslaan en afscheiden van verontreinigungsstoffen met toepassing van o.a. kool- en zandfilters. De verontreinigungsstoffen worden door deze vergaande reinigungsgekoncentreerd en komen vrij als een steekvaste massa die gecontroleerd wordt opgeslagen.

## 3. Aktief-koolfilter

Na de reinigungs in de twee voorgaande trappen voldoen de rookgassen voor alle komponenten, behalve dioxinen en stikstofoxiden, aan de nieuwe Richtlijn. Om ook deze stoffen af te vangen, zijn geheel nieuwe technieken ontwikkeld. Allereerst worden dioxinen afgevangen met toepassing van een aktief-koolfilter. Na jarenlange ontwikkeling wordt dit filter-systeem nu voor de eerste keer op praktijschaal bij een afvalverbrandingsinstallatie toegepast. Het karakteristieke van het systeem is, dat een vrijwel absolute reinigungs optreedt, zonder dat daarbij niet-verwerkbare reststoffen vrijkomen. Door adsorptie aan aktief kool worden in het koolfilter de rookgassen bijna geheel ontdaan van dioxinen en resten van andere verontreinigungsstoffen.

De aktieve kool met de daaraan verbonden verontreinigungsstoffen wordt periodiek afgevoerd en verbrand. Het gehele systeem is zo ontworpen dat vrijwel geen dioxinen de installatie via de schoorsteen verlaten.

Voor een juist begrip. Bij het verbranden van afval ontstaan rookgassen. Bij de noodzakelijke afkoeling hiervan ontstaan dioxinen, met name in het temperatuurgebied van 200 tot 400°C. Het is daarom van belang dat de rookgassen dit gebied zo snel mogelijk passeren. In het nieuwe koncept is dit ontwerp-uitgangspunt geweest. Het aktief-koolfilter in de derde reinigungs-trap vangt de gevormde dioxinen af, waarna