

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE  
BILTHOVEN

Addendum bij rapport nr. 738473006

Onderzoek emissies afvalverbrandingsinstallaties  
Bijlagen bij het eindrapport

A.A. Sein, J.J. Sluimers, E.J.H. Verhagen

maart 1989

INHOUDSOPGAVE BIJLAGEN

Bijlage:	pag.
1. Samenstelling begeleidingscommissie	5
2. Begrippenlijst	7
3. Overzichten:	11
3.1 vuurhaardtemperatuur (gemiddeld)	
3.2 standaarddeviatie vuurhaardtemperatuur	
3.3 luchtfactor	
3.4 Cd concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.5 Cu concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.6 Pb concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.7 As concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.8 Zn concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.9 Hg concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.10 stofconcentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.11 PCDD concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.12 PCDF concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.13 chloorfenolen concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.14 pentachloorfenol concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.15 hexachloorbenzeen concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.16 C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.17 NO <sub>x</sub> concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.18 CO concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.19 SO <sub>2</sub> concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.20 Cl <sup>-</sup> concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.21 F <sup>-</sup> concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.22 H <sub>2</sub> O concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.23 ROTEB CO-profiel en O <sub>2</sub> -profiel in vuurhaard	
3.24 ROTEB PCDD concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.25 ROTEB PCDF concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.26 ROTEB vuurhaardtemperatuur (gemiddeld) versus PCDD concentratie (11% O <sub>2</sub> droog)	
3.27 ROTEB vuurhaardtemperatuur (gemiddeld) versus PCDF concentratie (11% O <sub>2</sub> )	

- 3.28 ROTEB CO versus PCDD concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.29 ROTEB CO versus PCDF concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.30 ROTEB standaarddeviatie CO versus PCDD concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.31 ROTEB standaarddeviatie CO versus PCDF concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.32 ROTEB Cl<sup>-</sup> versus PCDD concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.33 ROTEB Cl<sup>-</sup> versus PCDF concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.34 ROTEB chloorfenolen versus PCDD concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.35 ROTEB chloorfenolen versus PCDF concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.36 ROTEB pentachloorfenol versus PCDD concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.37 ROTEB pentachloorfenol versus PCDF concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.38 ROTEB hexachloorbenzeen versus PCDD concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)  
(minus ROT 3)
- 3.39 ROTEB hexachloorbenzeen versus PCDF concentratie (11% O<sub>2</sub> draad)  
(minus ROT 3)
- 3.40 ROTEB H<sub>2</sub>O versus PCDD concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.41 ROTEB H<sub>2</sub>O versus PCDF concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.42 AVR chloorfenolen versus PCDD concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.43 AVR chloorfenolen versus PCDF concentratie (11% O<sub>2</sub> droog)
- 3.44 ROT 1 congeneerverdeling (%) in rookgas (macromonster)
- 3.45 ROT 2 congeneerverdeling (%) in rookgas (macromonster)
- 3.46 ROT 3 congeneerverdeling (%) in rookgas (macromonster)
- 3.47 ROT 4A congeneerverdeling (%) in rookgas (macromonster)
- 3.48 ROT 4B congeneerverdeling (%) in rookgas (macromonster)
- 3.49 ROT 4C congeneerverdeling (%) in rookgas (macromonster)
- 3.50 ROT 5A congeneerverdeling (%) in rookgas (macromonster)
- 3.51 ROT 5B congeneerverdeling (%) in rookgas (macromonster)
- 3.52 ROT 6 congeneerverdeling (%) in rookgas (macromonster)
- 3.53 AVR 1.1 congeneerverdeling (%) in rookgas (Ströhlein monster)
- 3.54 AVR 1.2 congeneerverdeling (%) in rookgas (Ströhlein monster)
- 3.55 AVR 3.1 congeneerverdeling (%) in rookgas (Ströhlein monster)
- 3.56 AVR 3.2 congeneerverdeling (%) in rookgas (Ströhlein monster)
- 3.57 ALK 1.1 congeneerverdeling (%) in rookgas (Ströhlein monster)
- 3.58 ALK 1.2 congeneerverdeling (%) in rookgas (Ströhlein monster)
- 3.59 AVR 1.1 congeneerverdeling (%) in rookgas, macromonster
- 3.60 AVR 1.2 congeneerverdeling (%) in rookgas, macromonster

Bijlage 1

Leden van de begeleidingscommissie

1. M. Adams secretaris  
DGM, Directie Afvalstoffen
2. A. Bos vanaf mei 1987  
VEABRIN  
p/a AVR
3. P.J.G. Bruijkers vanaf juni 1985  
Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond
4. H.S. Buijtenhek (tot juni 1985)  
Dienst Centraal Milieubeheer  
Rijnmond
5. F.H. Fransen  
ROTEB
6. M.B.M. Koopman (vanaf augustus 1985)  
DGM, Directie Lucht
7. H.A. Kruijt  
Dienst Water en Milieu  
Provincie Zuid-Holland
8. D.H.A. Pos (vanaf mei 1987)  
Provinciale Waterstaat van Noord-Holland
9. C. Russelman (tot mei 1987)  
Provinciale Waterstaat van Noord-Holland
10. C.F. v.d.Schaaf voorzitter  
DGM, Directie Afvalstoffen

11. A.A. Sein projectleiding (vanaf december 1984)  
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
12. J.J. Sluijmers (tot juni 1988)  
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
13. J. v. Tubergen projectleiding (tot december 1984)  
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
14. A.P.Vernimmen van juni 1985-mei 1987  
Provinciale Waterstaat van Noord-Holland
15. R.C.C. Wegman  
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
16. K. Winter (tot juni 1985)  
Provinciale Waterstaat van Noord-Holland
17. J.A. v. Zorge  
DCM, Directie Stoffen en Risicobeheersing

Bijlage 2

Begrippenlijst

- AVI : Afvalverbrandingsinstallatie
- Rookgassen : Gassen die bij de verbranding vrijkomen.
- Slak : Vaste reststoffen, welke na verbranding overblijven
- Electrofilteras : Vaste reststoffen die met de rookgassen worden meegevoerd (vlieggas) en door het electrofilter worden afgescheiden
- Vliegstof : Fractie van vlieggas die niet in een emissiebeperkende techniek (zoals bijvoorbeeld een electrofilter) wordt afgescheiden en wordt meegevoerd naar de atmosfeer
- Macromonster : Vliegstofmonster dat verkregen is door afkoeling en speciale filtering van vliegstofbevattende rookgassen uit de schoorsteen over een lange periode.  
De in de rookgassen aanwezige verbindingen zullen door de afkoeling voor het merendeel op het stof zijn gecondenseerd.
- stedelijk afval : Het begrip stedelijk afval wordt gebruikt als verzamelnaam voor huishoudelijke afvalstoffen, de probleemstoffen uit huishoudingen, het grof afval, veegvuil, marktafval, plantsoenafval, drijfvuil, bagger en putmodder en het kantoor-, winkel- en dienstenafval (Praktijkboek Milieu; Kluwer, Deventer)
- $m^3$  ind. : Normaal kubieke meter droog gas;  
bij 101,3 kPa en 273° K.

mg	: milligram; $10^{-3}$ gram.
$\mu$ g	: microgram; $10^{-6}$ gram.
ng	: nanogram; $10^{-9}$ gram.
pg	: picogram; $10^{-12}$ gram.
fg	: femtogram; $10^{-15}$ gram.
ppm	: 1 op 1 miljoen deeltjes: bijv. 1 mg/kg
ppb	: 1 op 1 miljard deeltjes: bijv. 1 $\mu$ g/kg
ppt	: 1 op 1 biljoen deeltjes: bijv. 1 ng/kg
TDI	: Tolerable daily intake
Pb	: Lood
Hg	: Kwik
Cu	: Koper
Zn	: Zink
Cd	: Cadmium
LC <sub>50</sub>	: Letale concentratie : Concentratie waarbij 50% van de proefdieren sterft binnen 24 uur
Cl <sup>-</sup>	: Chloride
F <sup>-</sup>	: Fluoride
NO <sub>x</sub>	: Stikstofoxyden

CO	:	Koolmonoxyde
CO <sub>2</sub>	:	Kooldioxide
SO <sub>2</sub>	:	Zwaveldioxyde
EOCl	:	Extraheerbaar organische gebonden chloor
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	:	Koolwaterstoffen
PVC	:	Polyvinylchloride
PAK's	:	<u>P</u> olycyclische <u>a</u> romatische <u>k</u> oolwaterstoffen.
HCB	:	Hexachloorbenzeen
PCB's	:	Polychloorbifenylen
PCP	:	Pentachloorfenol
PCDD	:	<u>P</u> olychloor <u>d</u> ibenzo- <u>p</u> - <u>d</u> ioxine
PCDF	:	<u>P</u> olychloor <u>d</u> ibenzofuraan
PCDD-PCDF isomeren	:	Groep dioxinen en furanen met een gelijk aantal chlooratomen op verschillende plaatsen aan de kern gesubstitueerd
PCDD-PCDF congenere	:	Verbindingen uit de totale groep van resp. 75 PCDD's en 135 PCDF's
Precursor	:	Een tussenverbinding, in dit geval een verbinding waaruit PCDD's en PCDF's kunnen worden gevormd

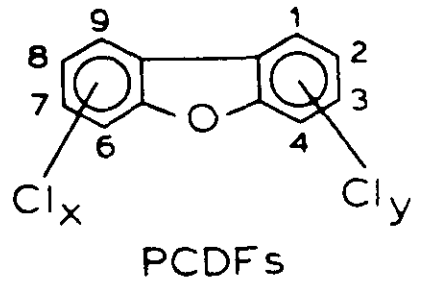
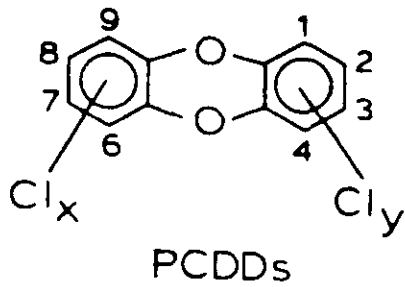


Aantal congenere en isomere PCDD en PCDF

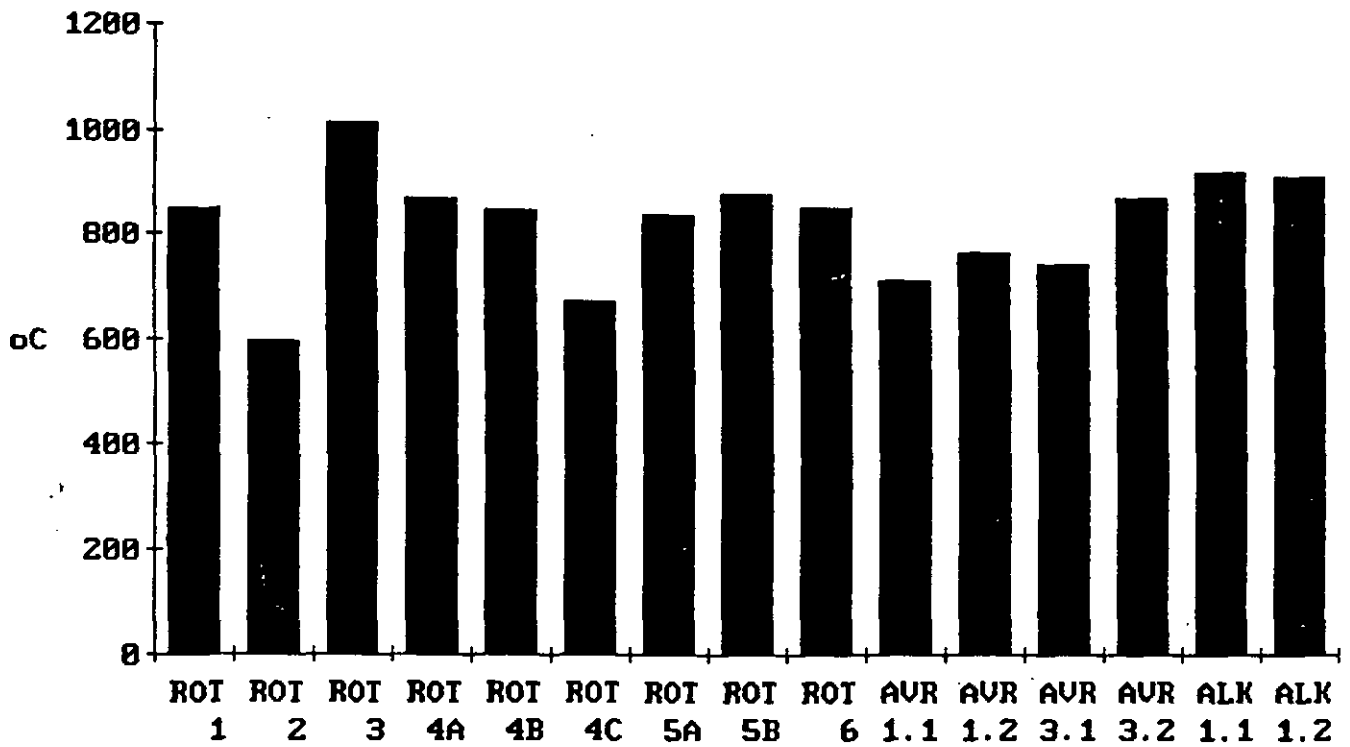
---

aantal chlooratomen		PCDD	PCDF
mono-	1	2	4
di-	2	10	16
tri-	3	14	28
tetra-	4	22	38
penta-	5	14	28
hexa-	6	10	16
hepta-	7	2	4
octa-	8	1	1
		-----	-----
		75	135

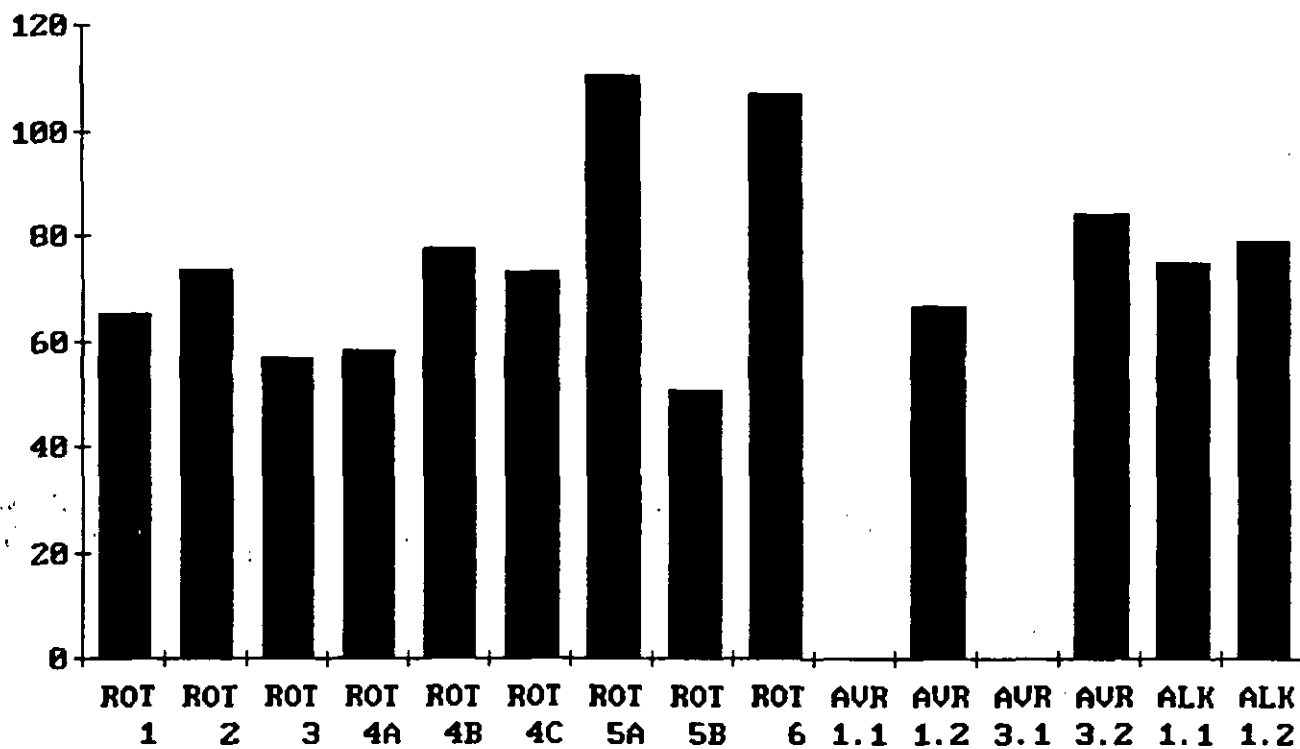
---

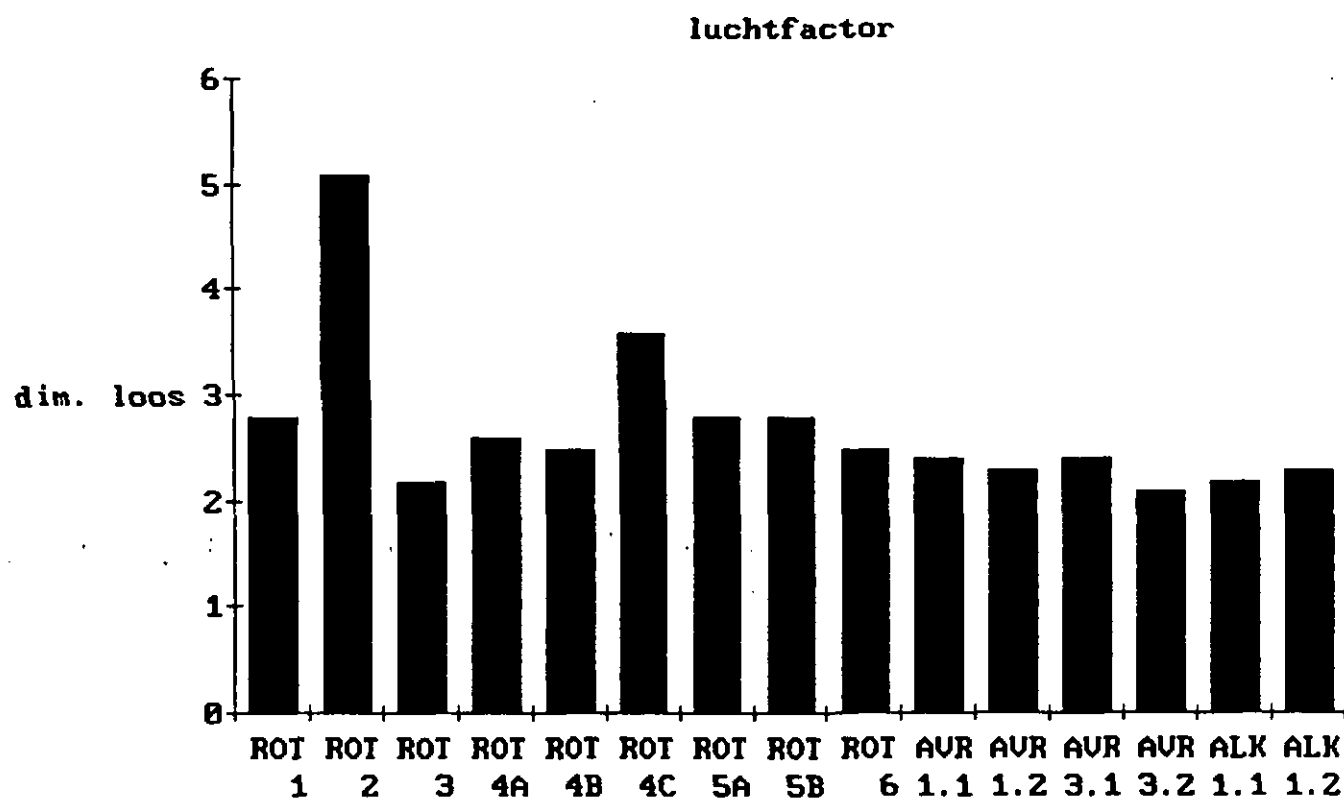


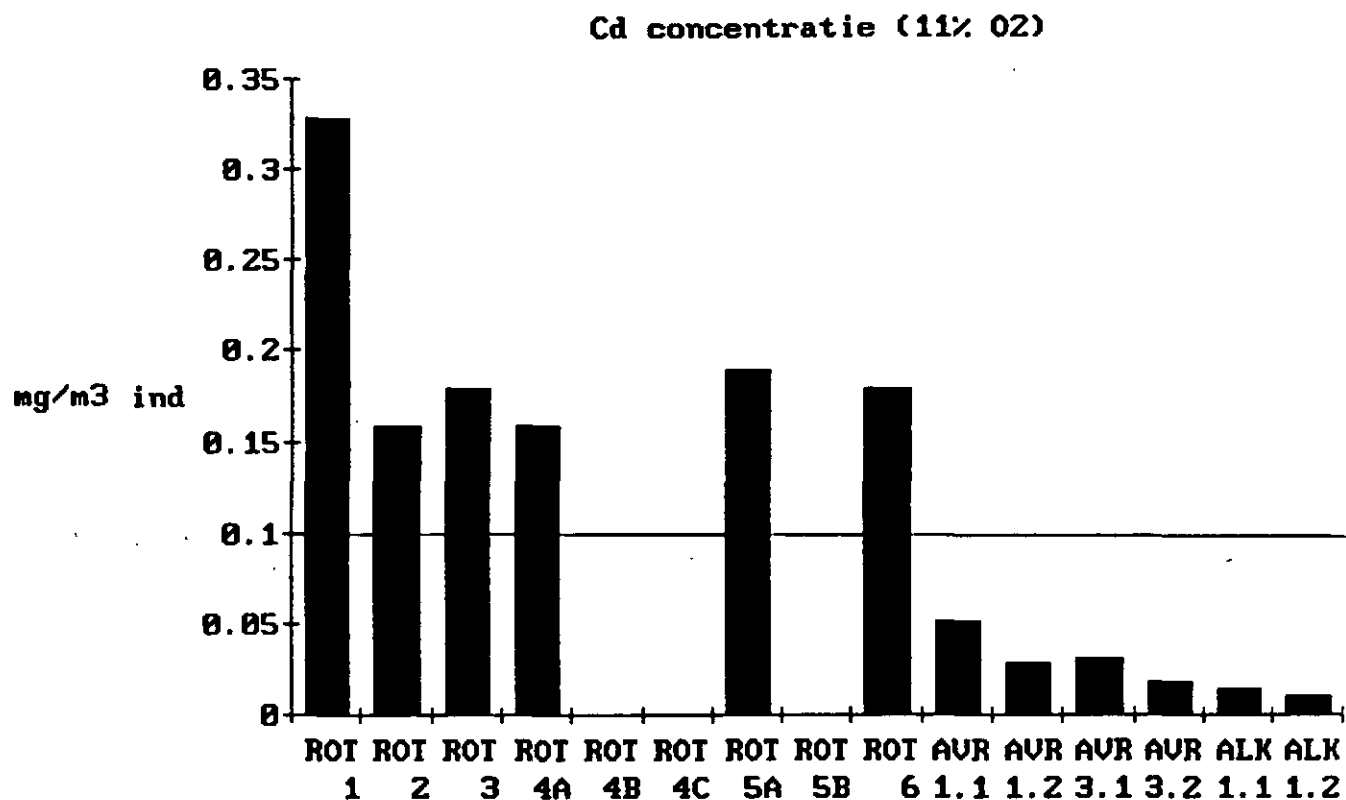
vuurhaardtemperatuur (gemiddeld)



standaarddeviatie vuurhaardtemperatuur

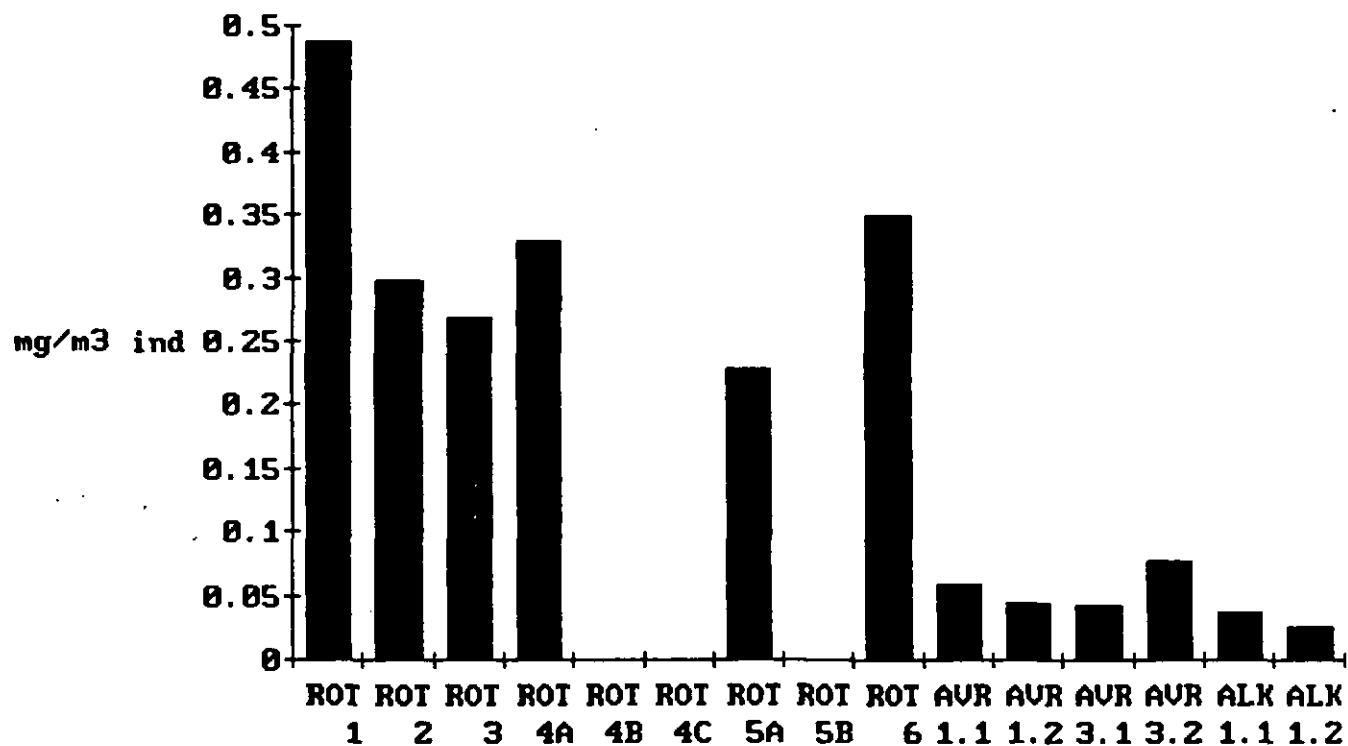




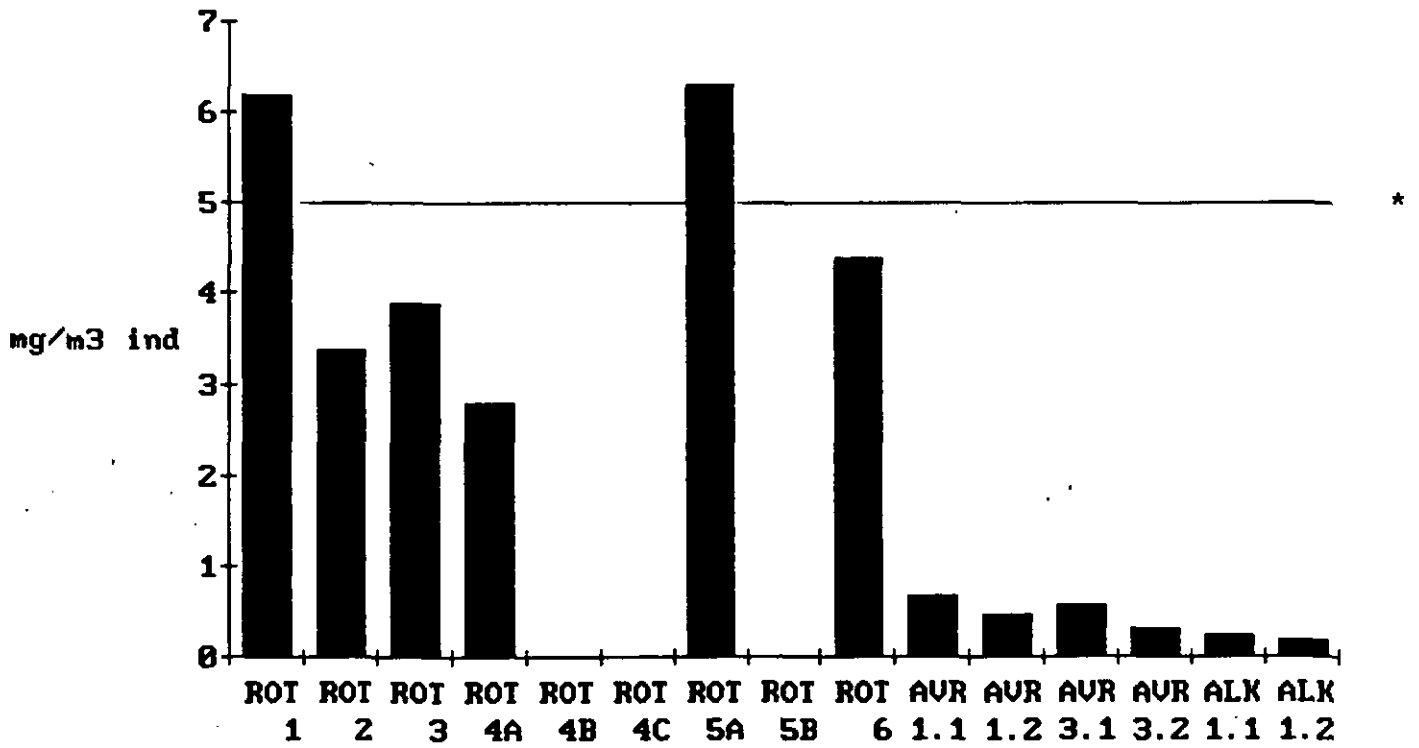


\* Richtlijn verbranden

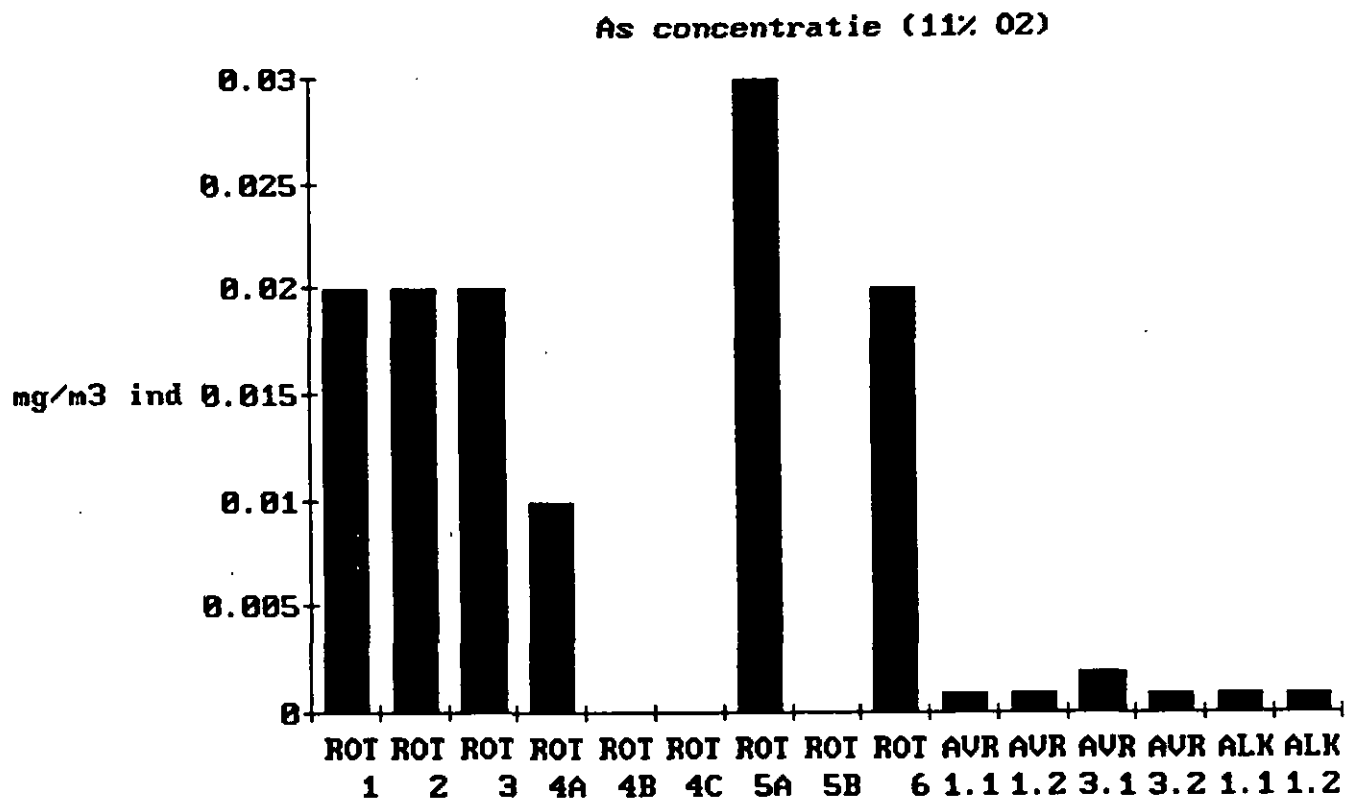
Cu concentratie (11% O2)



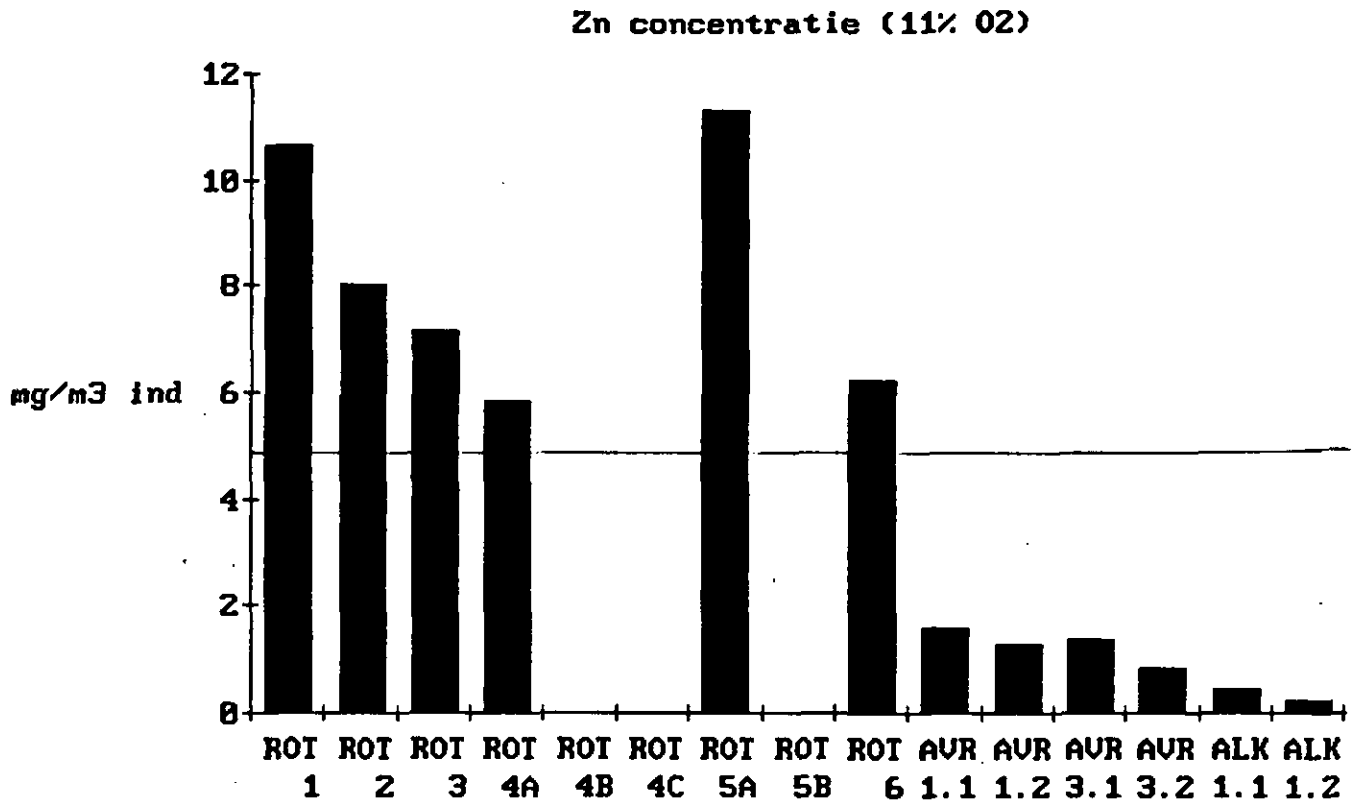
Pb concentratie (11% O<sub>2</sub>)



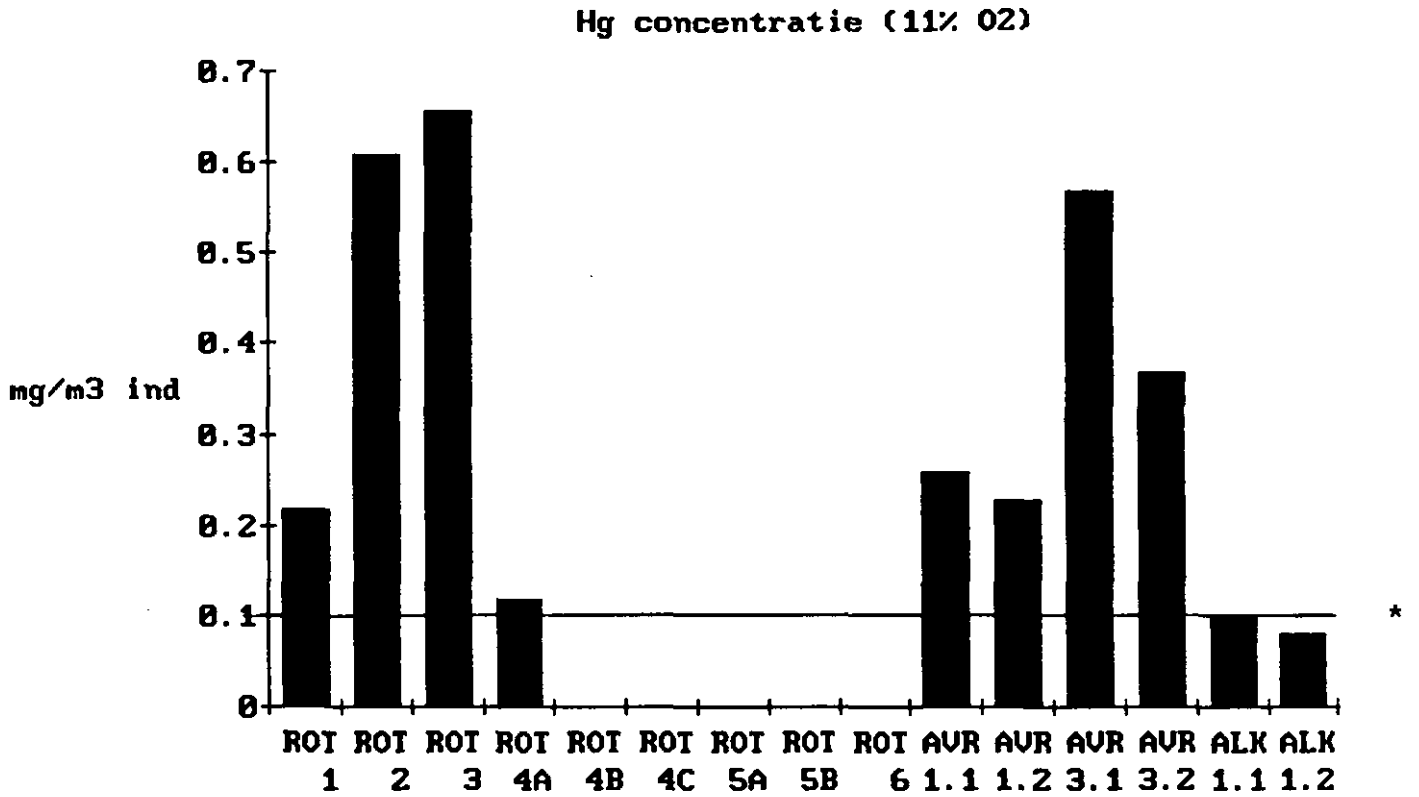
\* Richtlijn verbranden Zn + Pb totaal 5 mg /m<sup>3</sup>



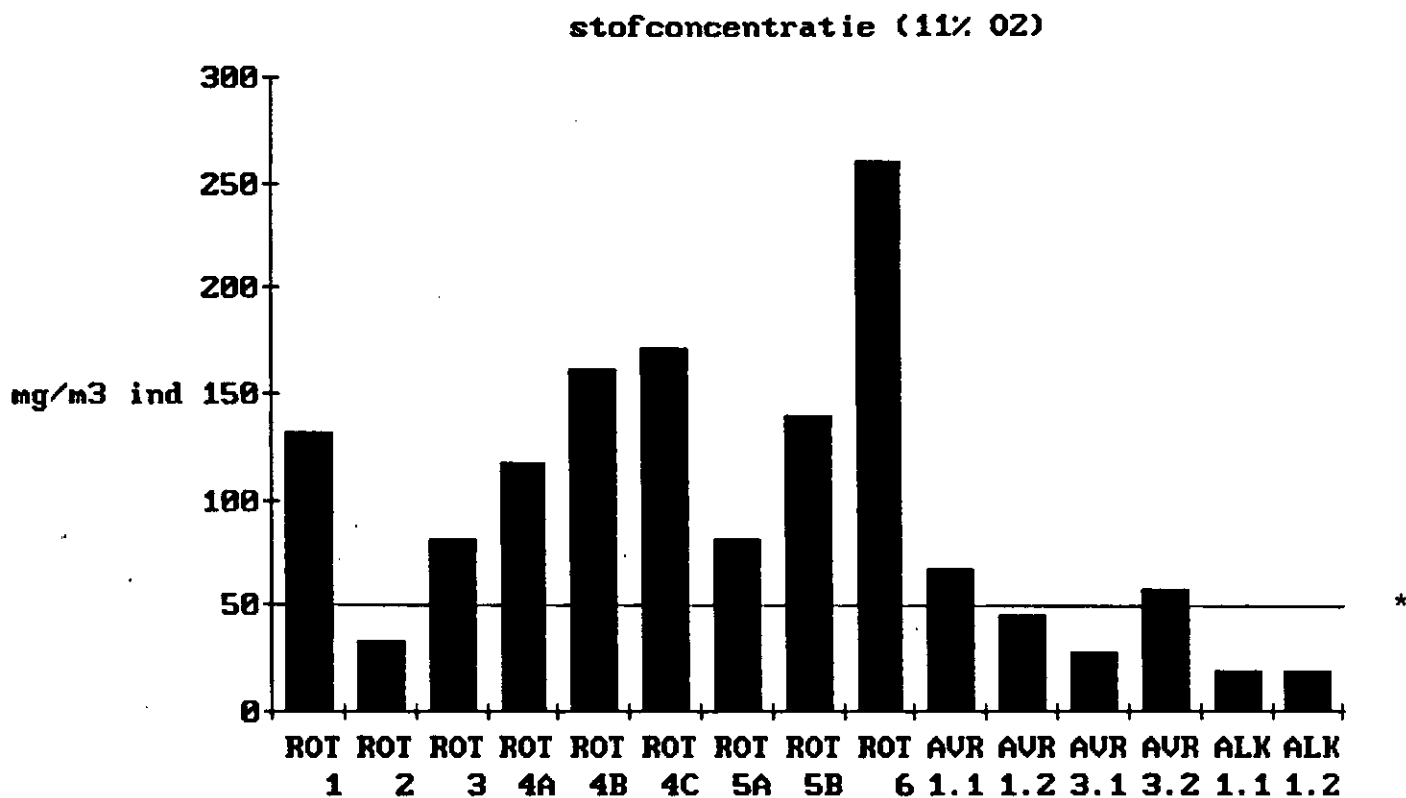




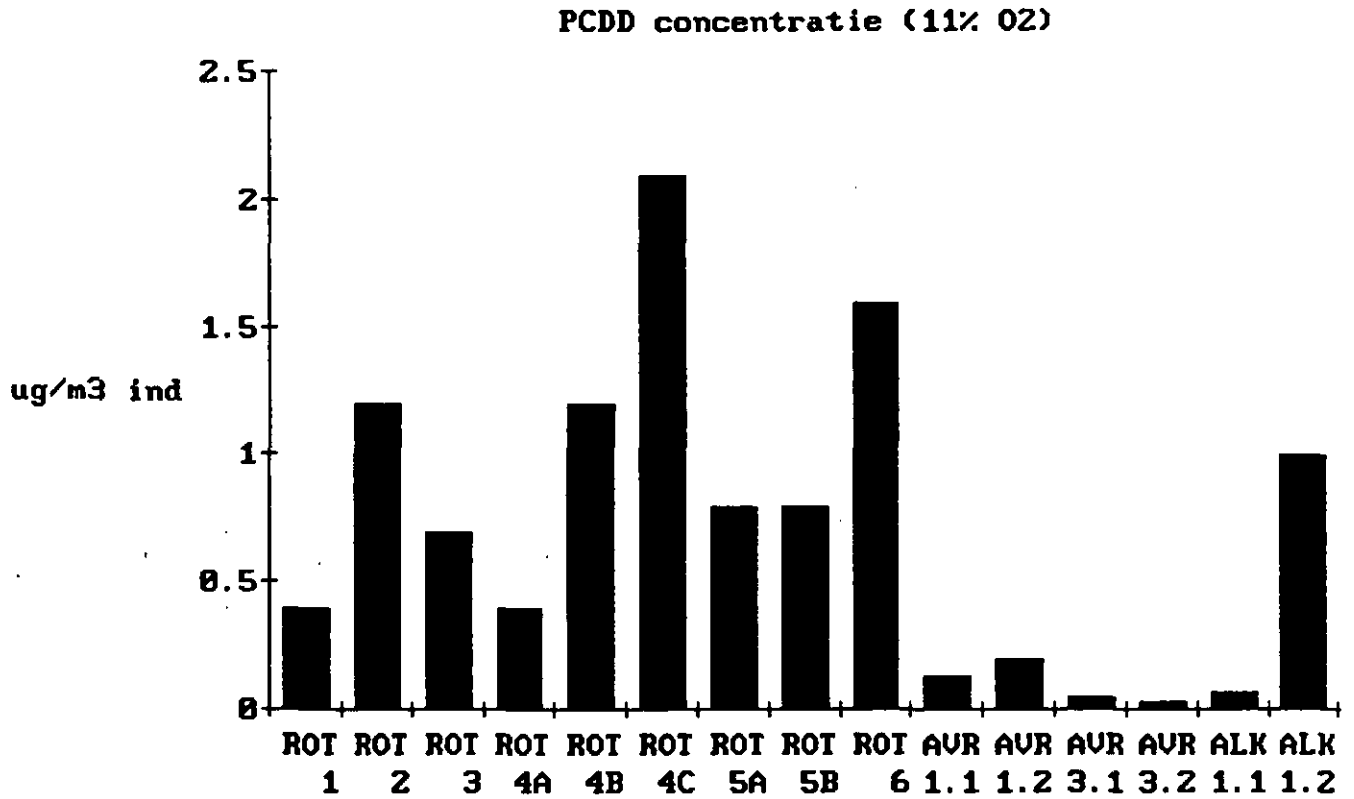
\* Richtlijn verbranden Zn + Pb totaal 5 mg /m<sup>3</sup>

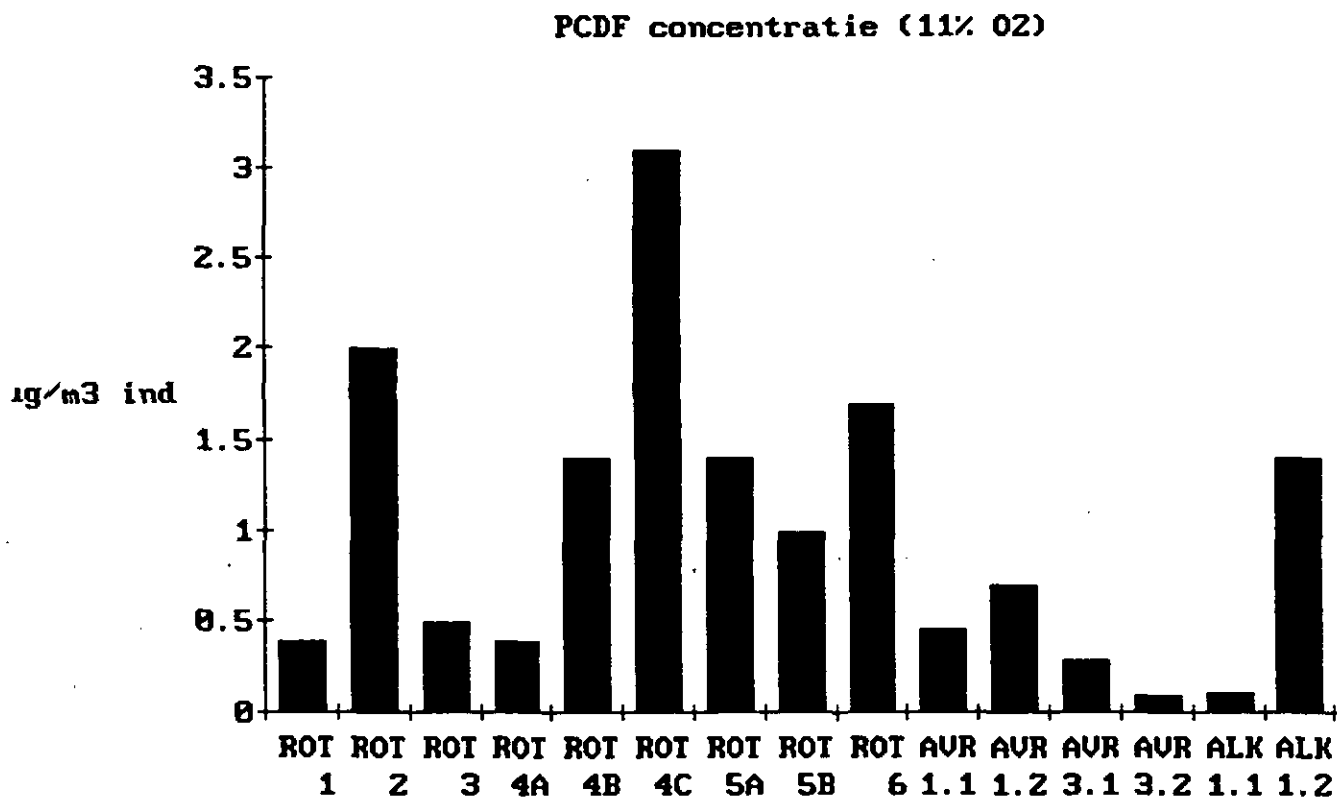


\* Richtlijn verbranden

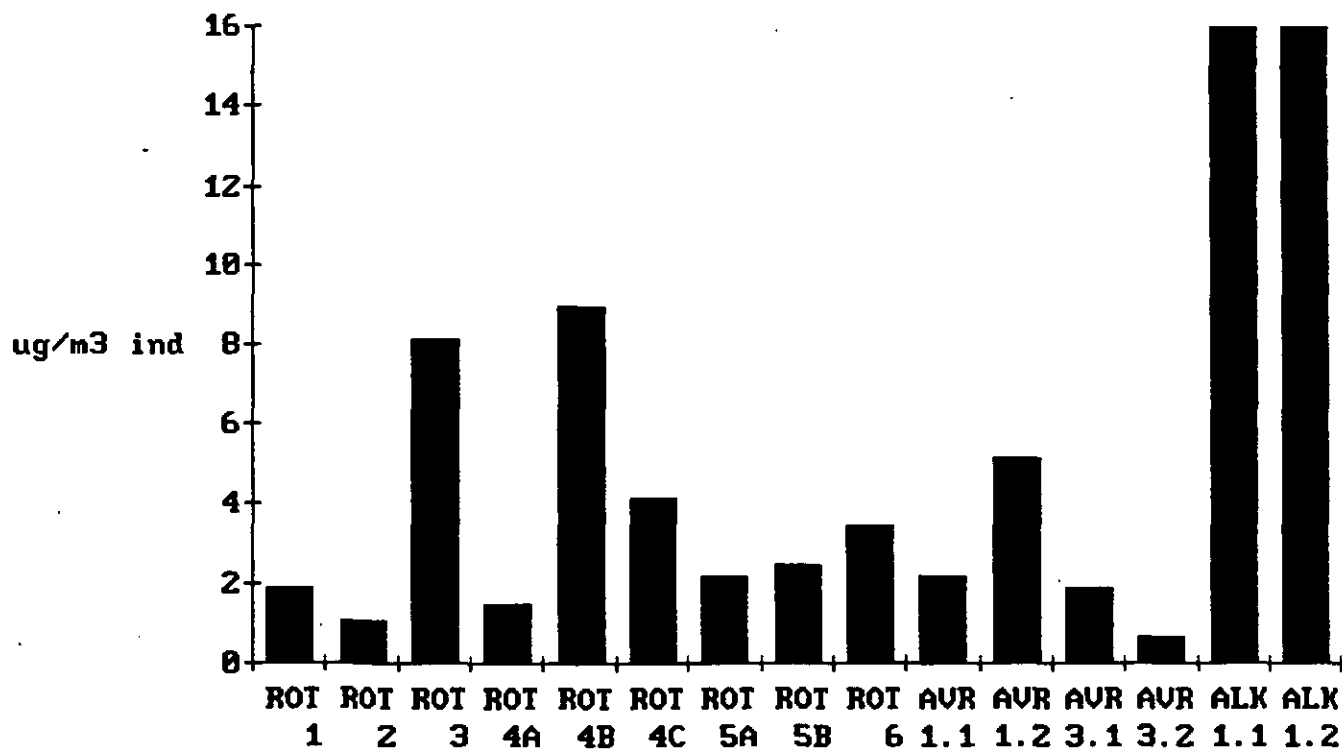


\* Richtlijn verbranden

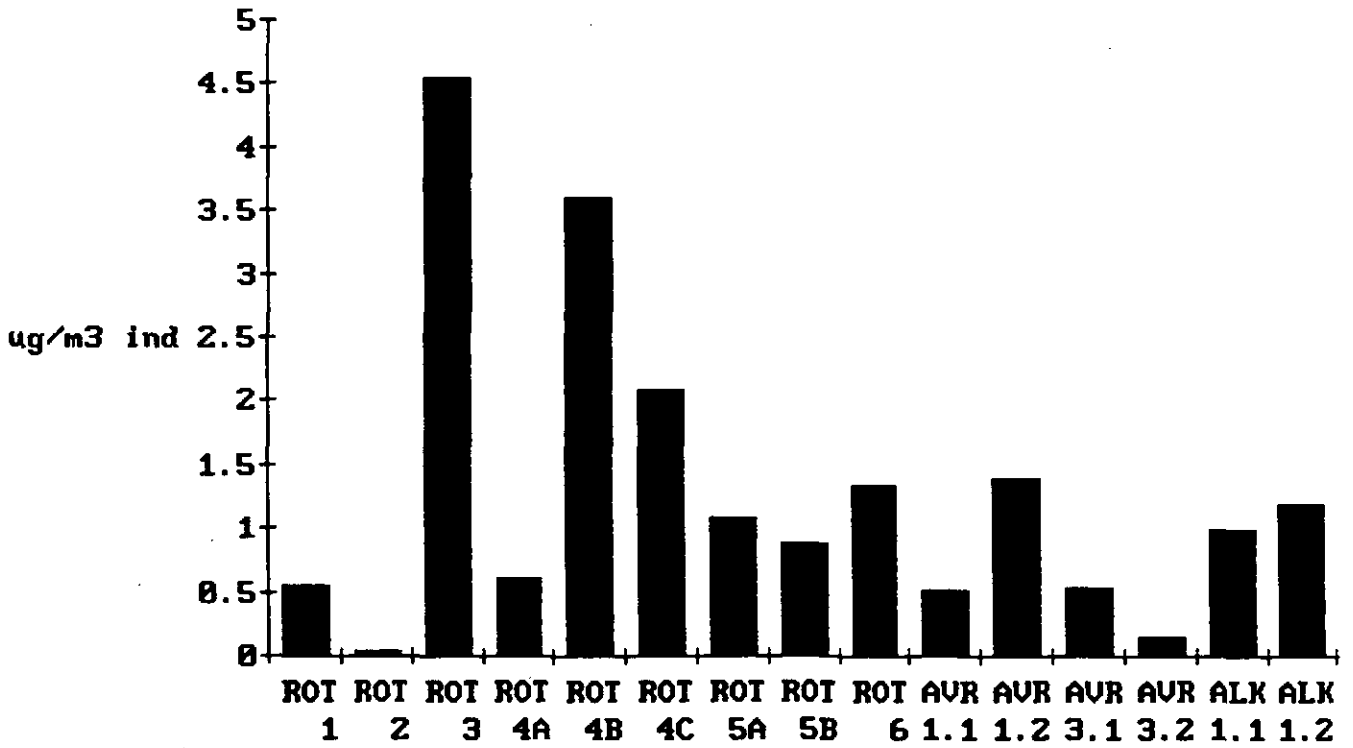




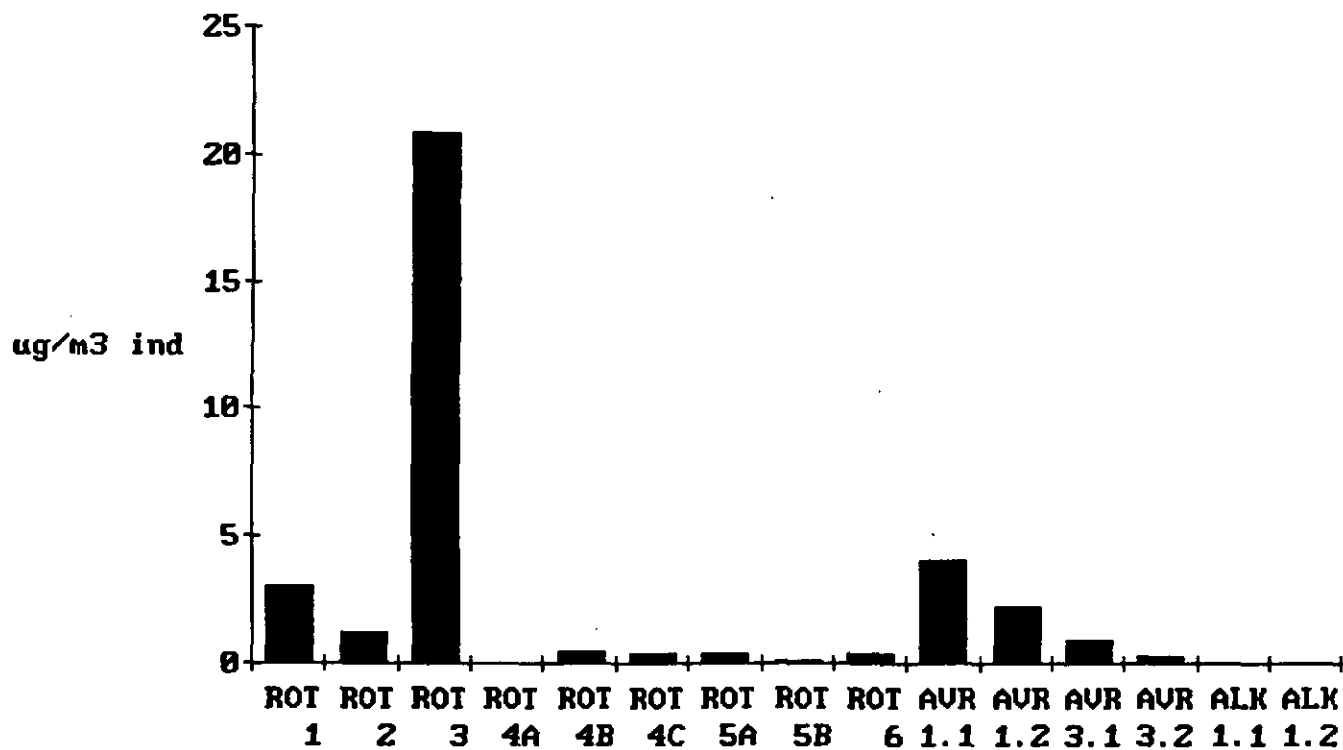
chlorfenolen concentratie (11% O2)



pentachloorfenol concentratie (11% O2)

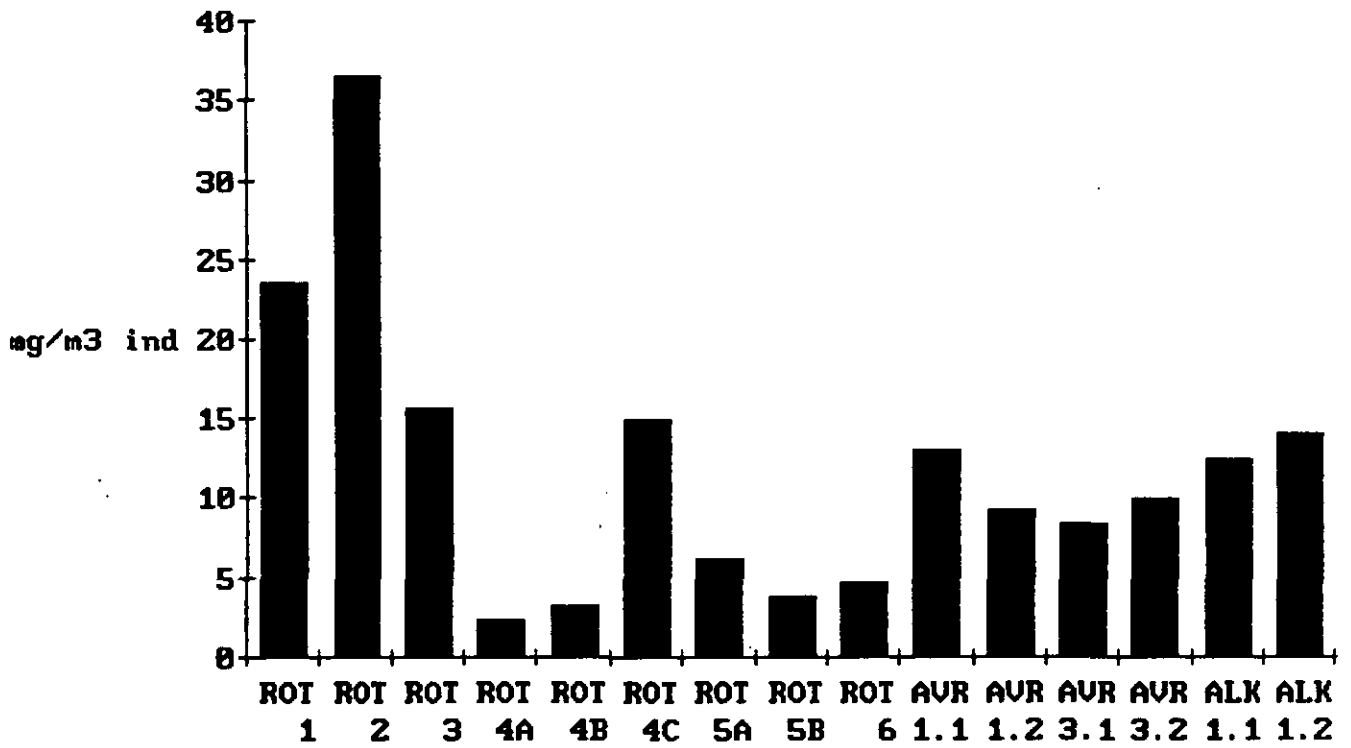


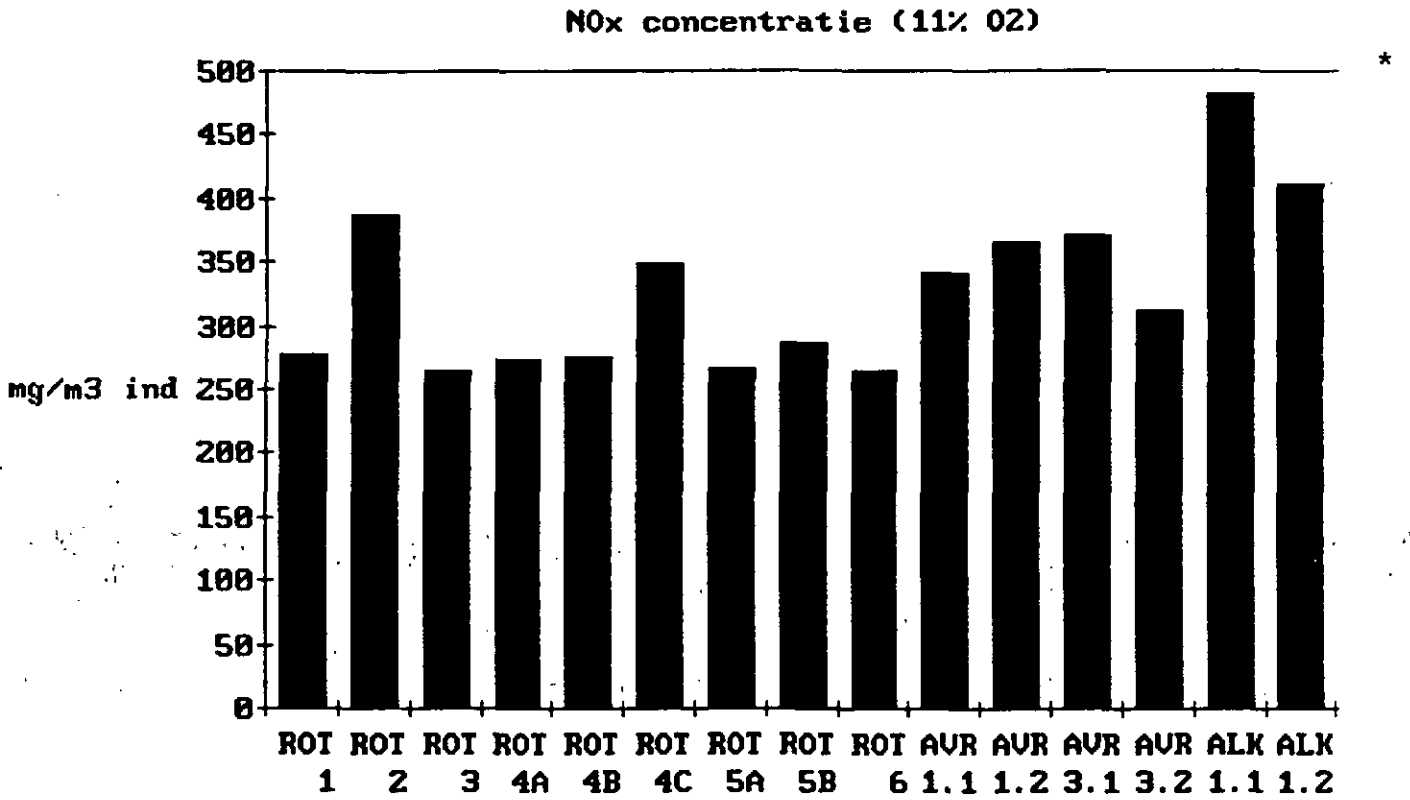
hexachloorbenzeen concentratie (11% O2)



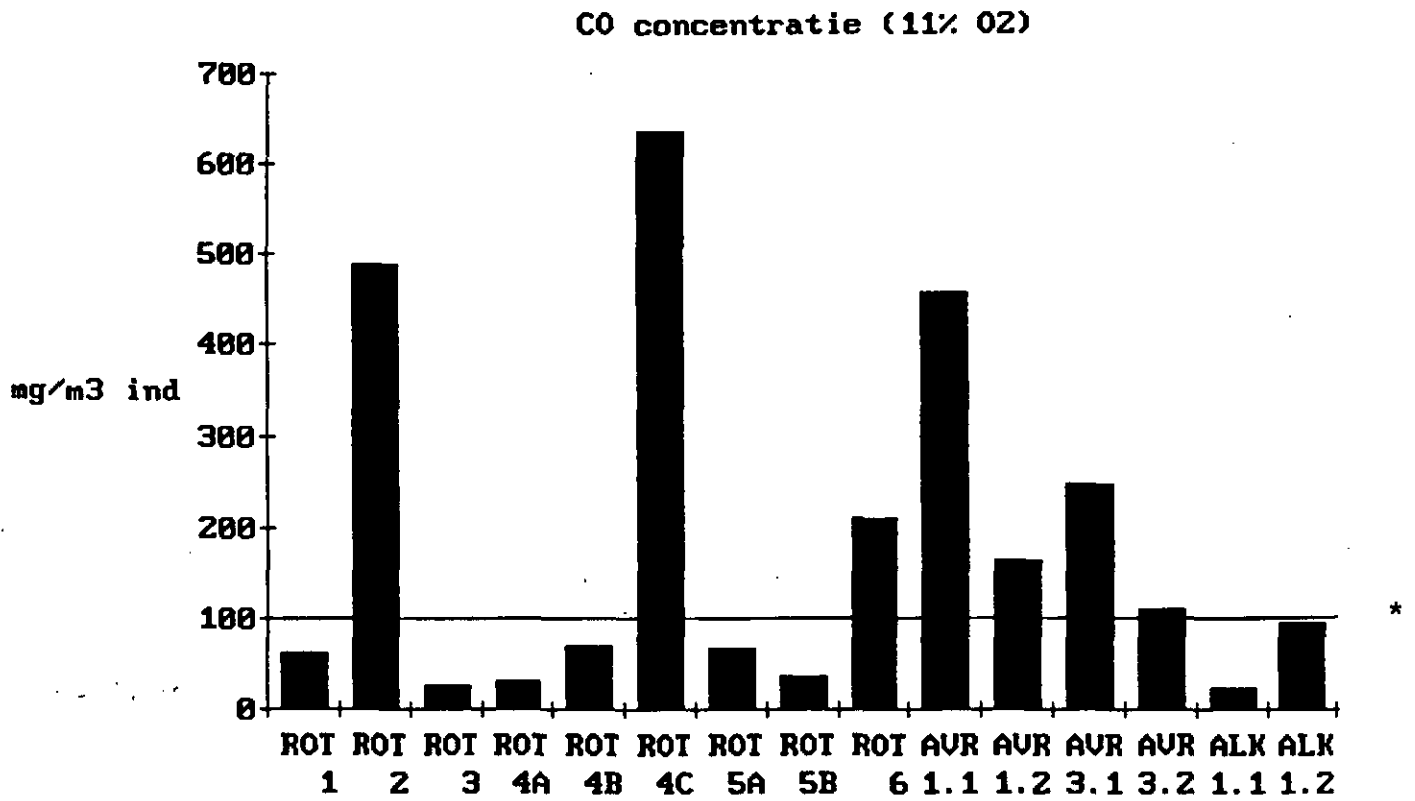


CxHy concentratie (11% O2)

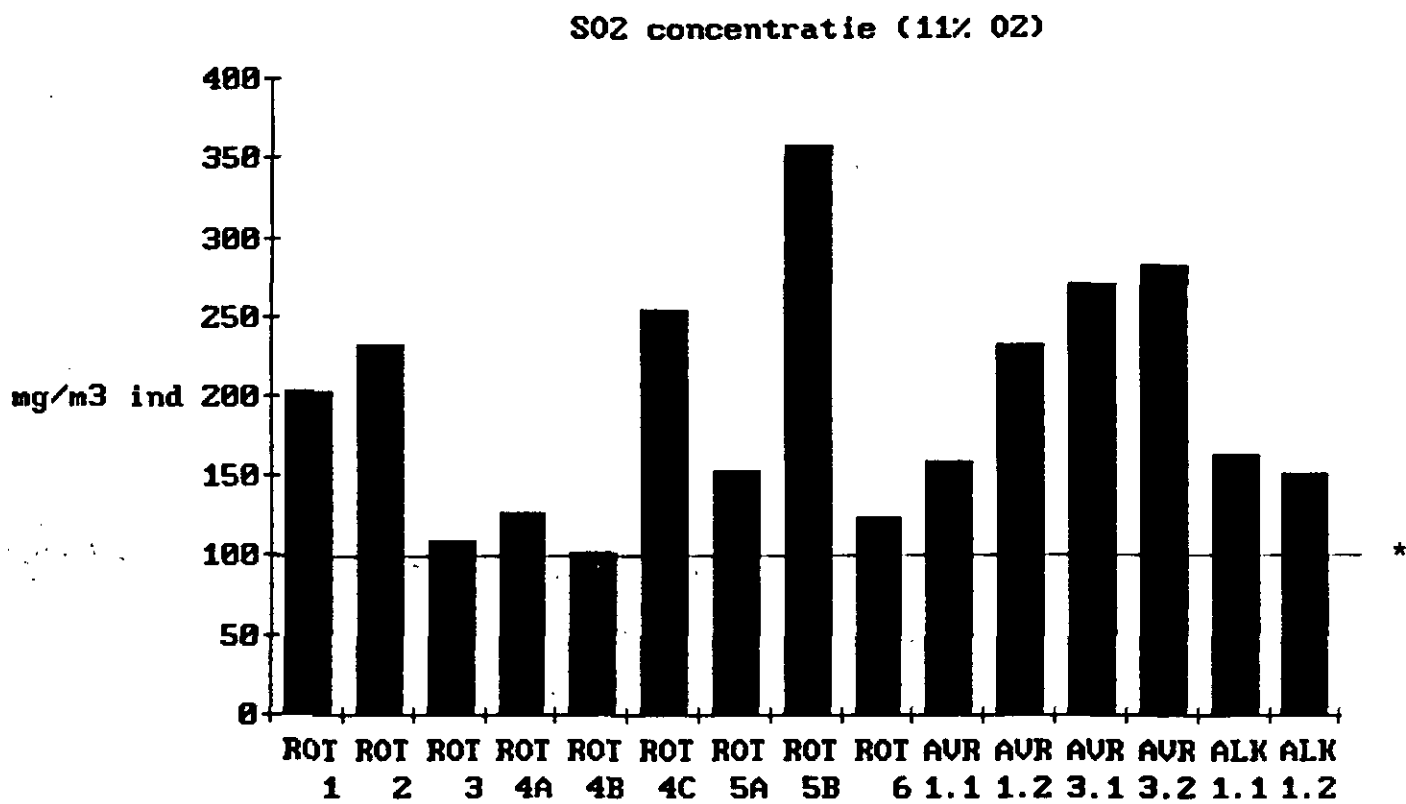




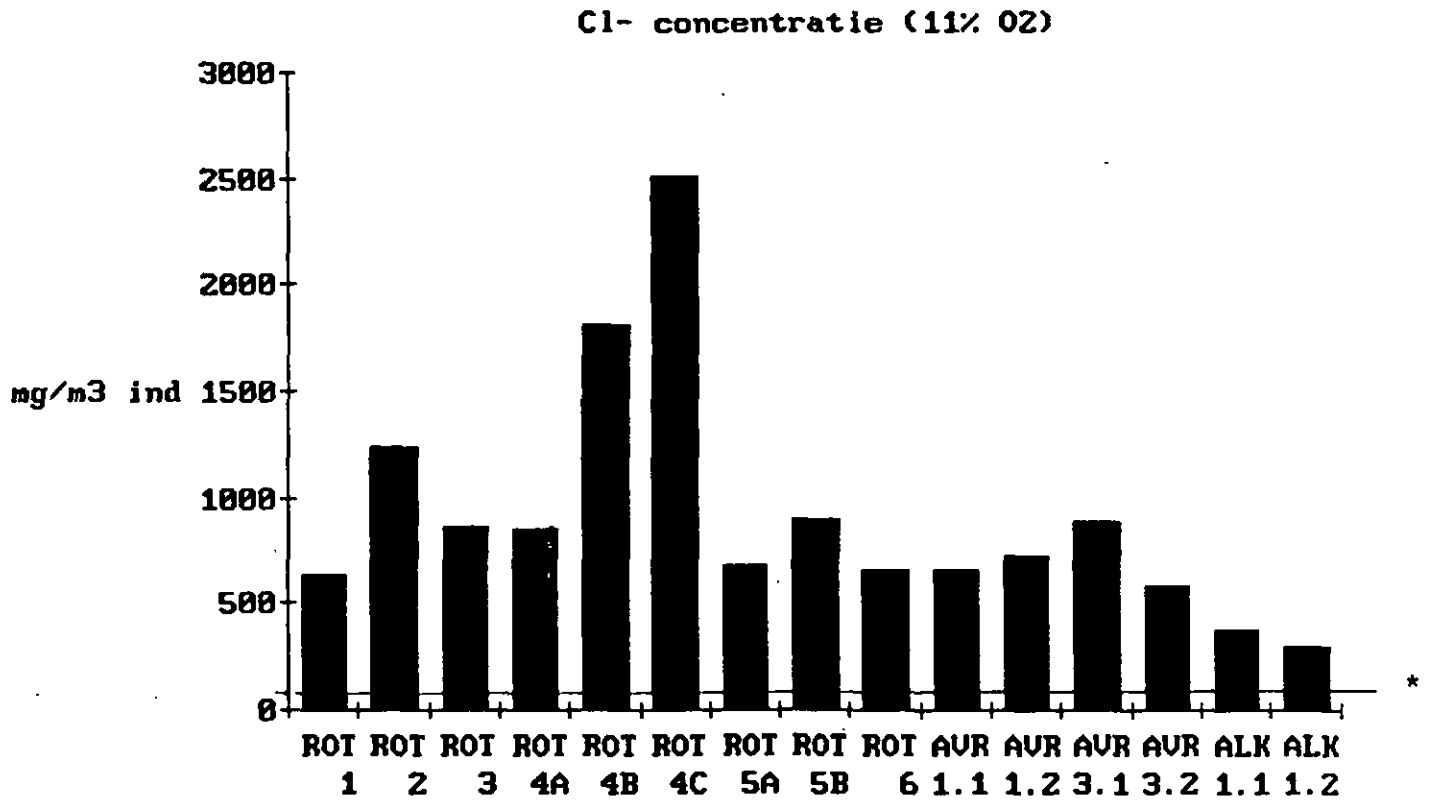
\* TA Luft 1986



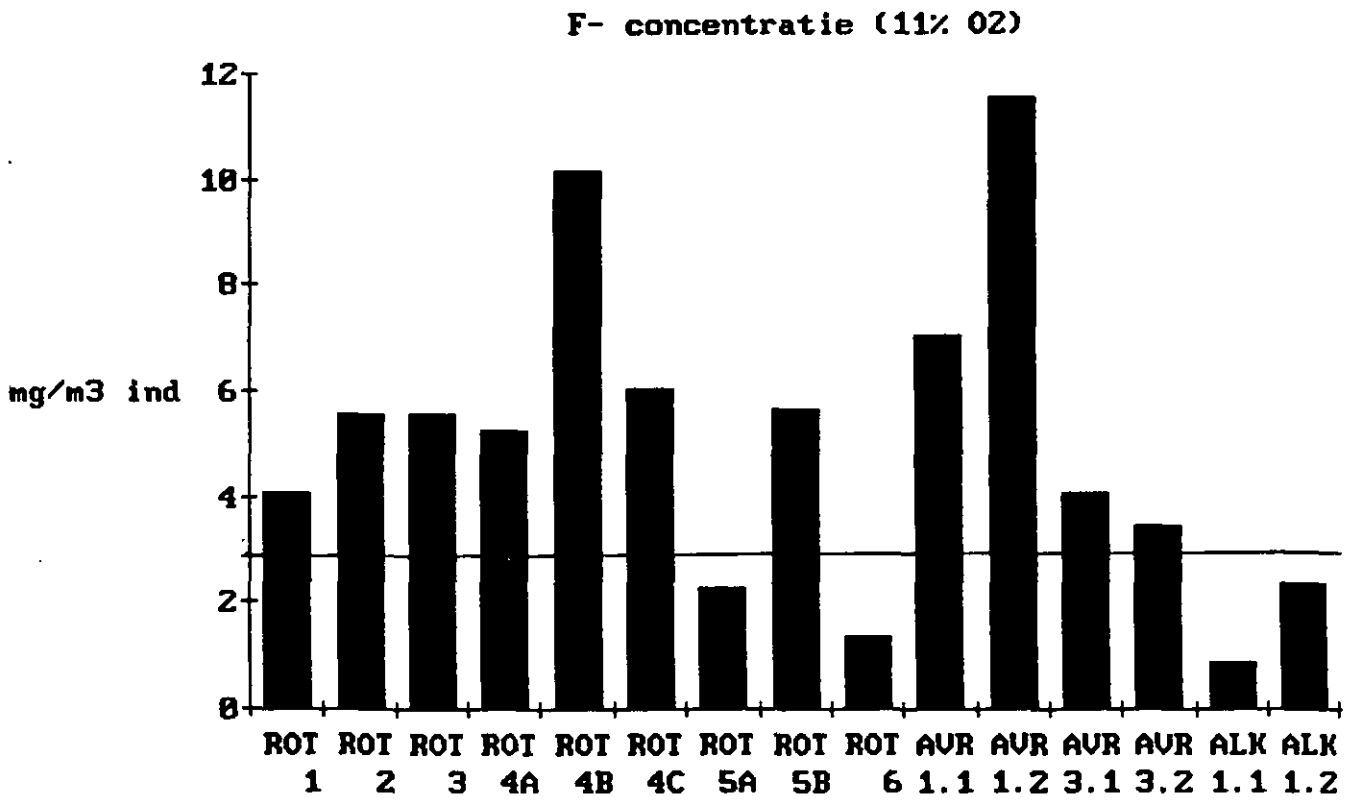
\* TA Luft 1986



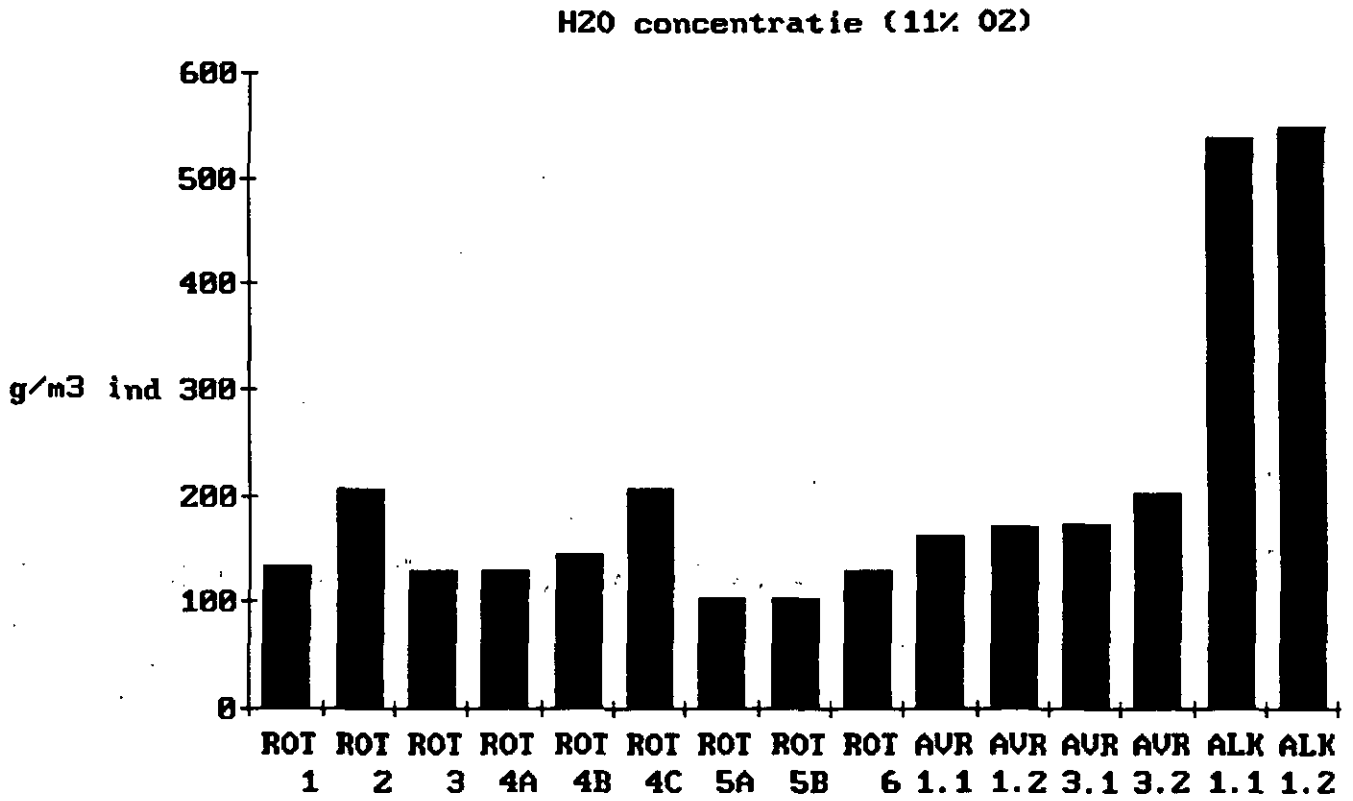
\* TA Luft 1986



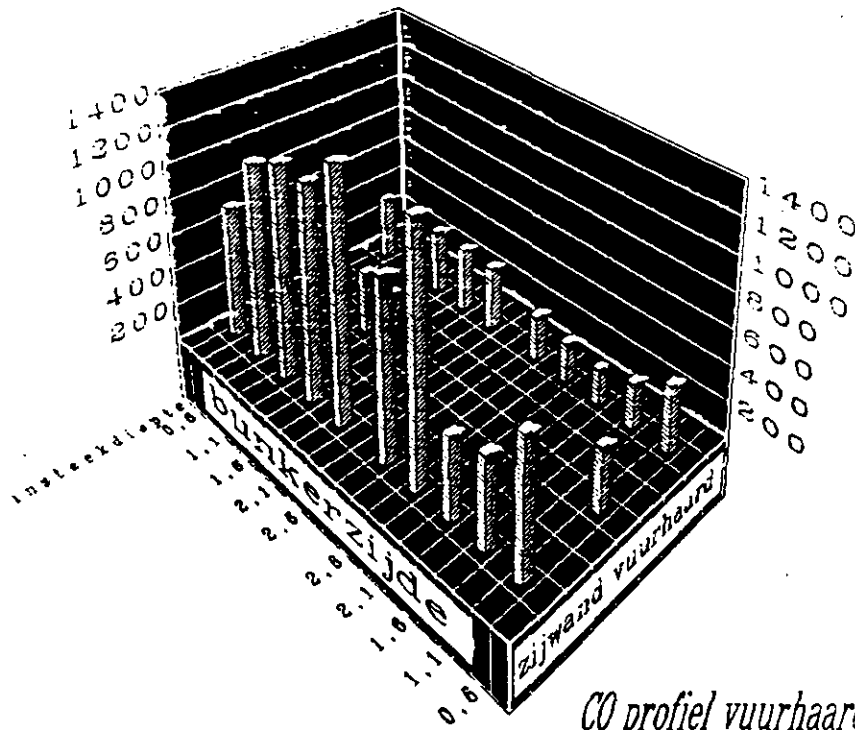
\* Richtlijn verbranden voor HCl



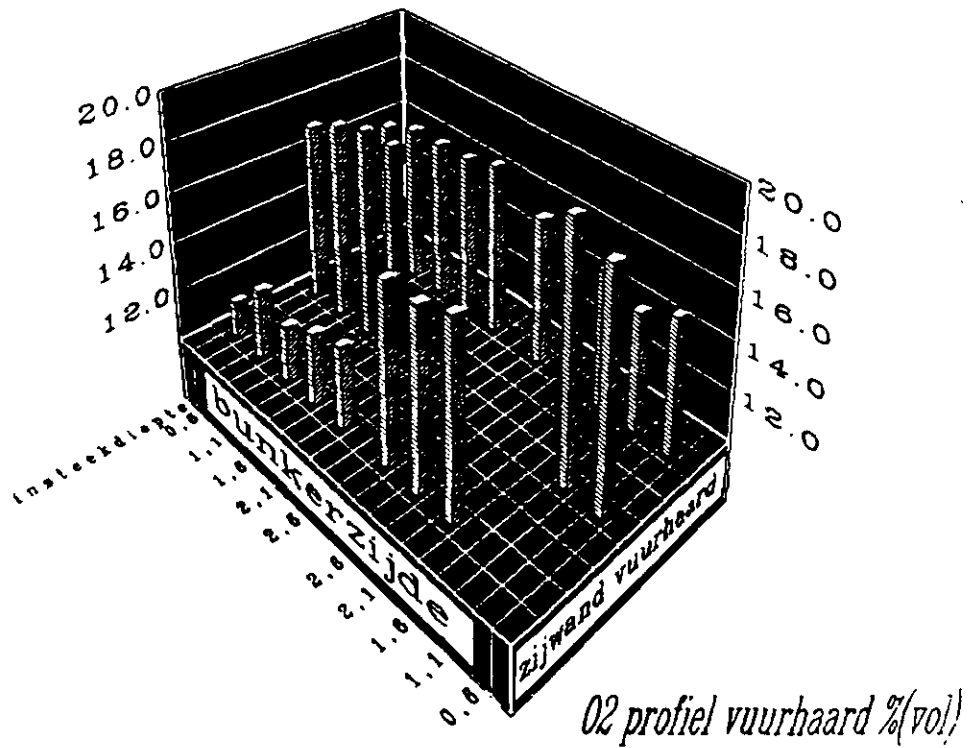
\* Richtlijn verbranden voor HF



# ROTEB

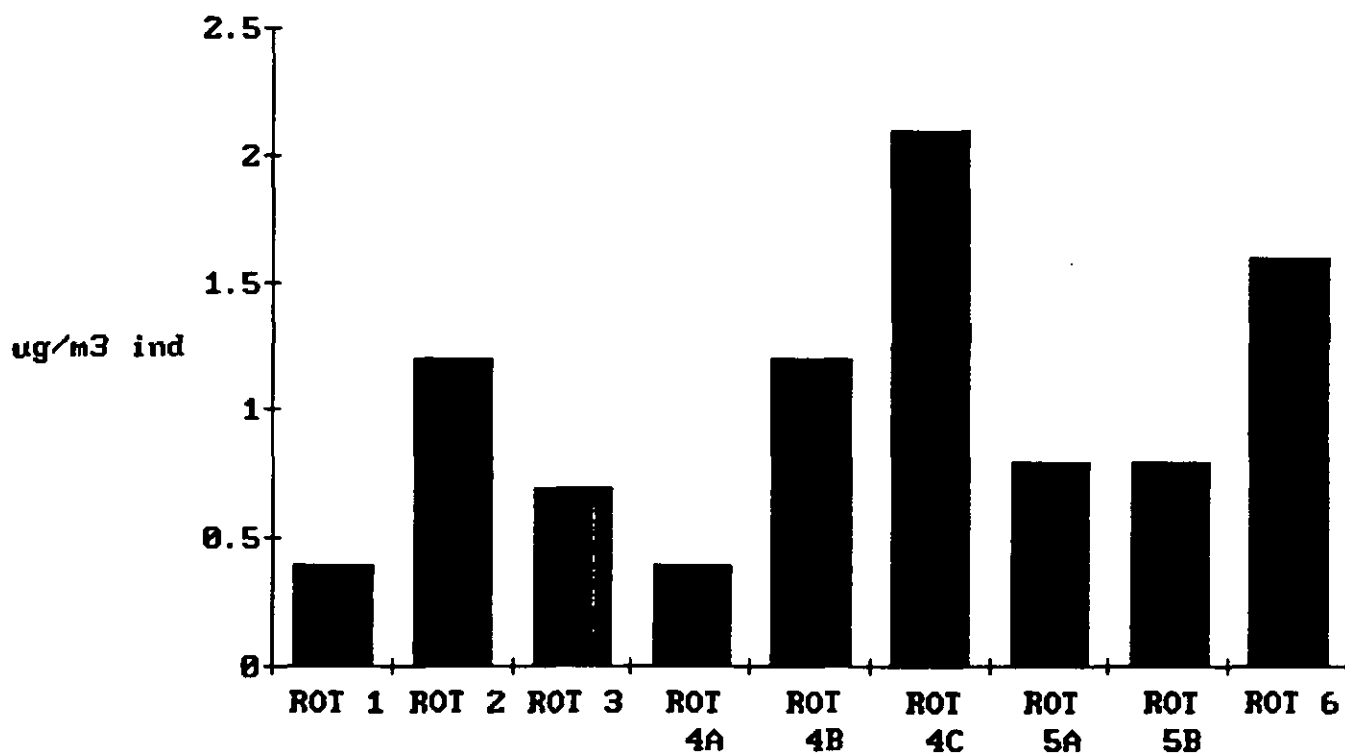


# ROTEB

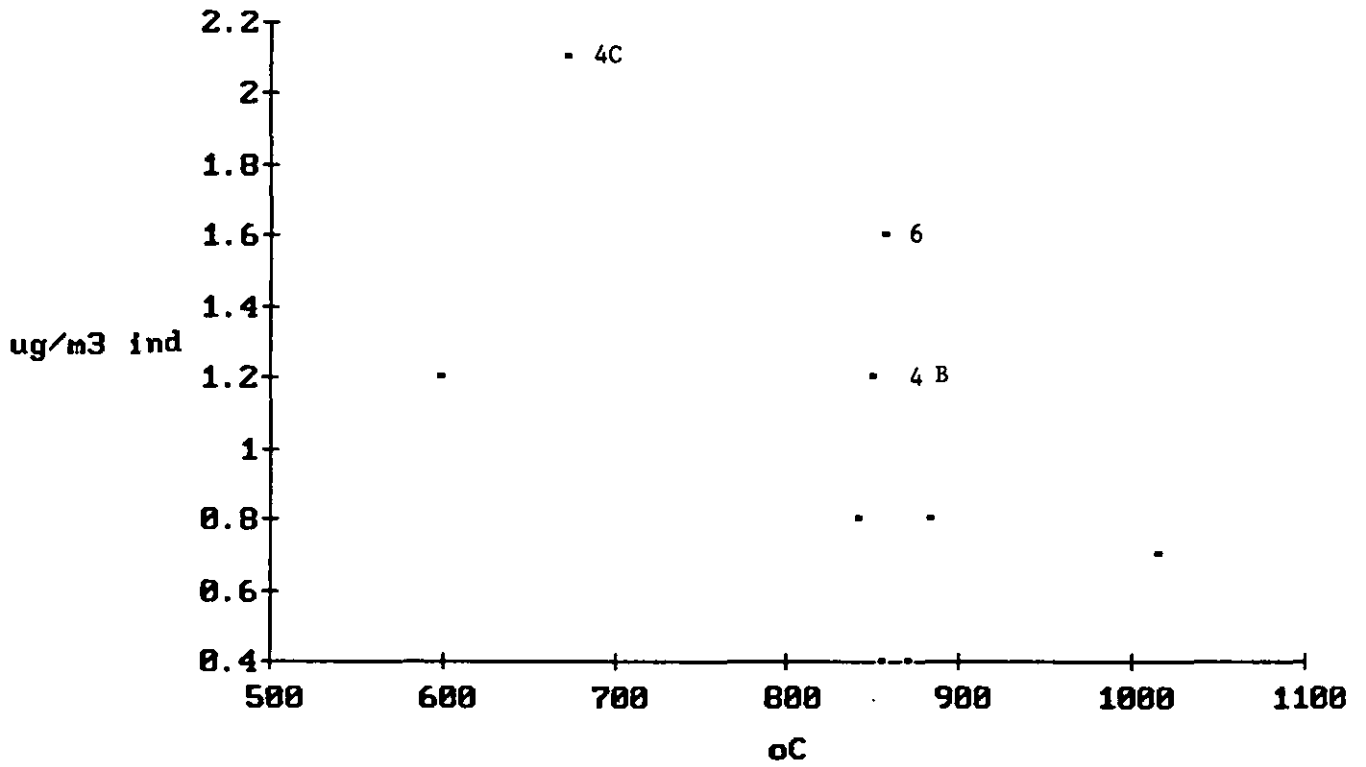




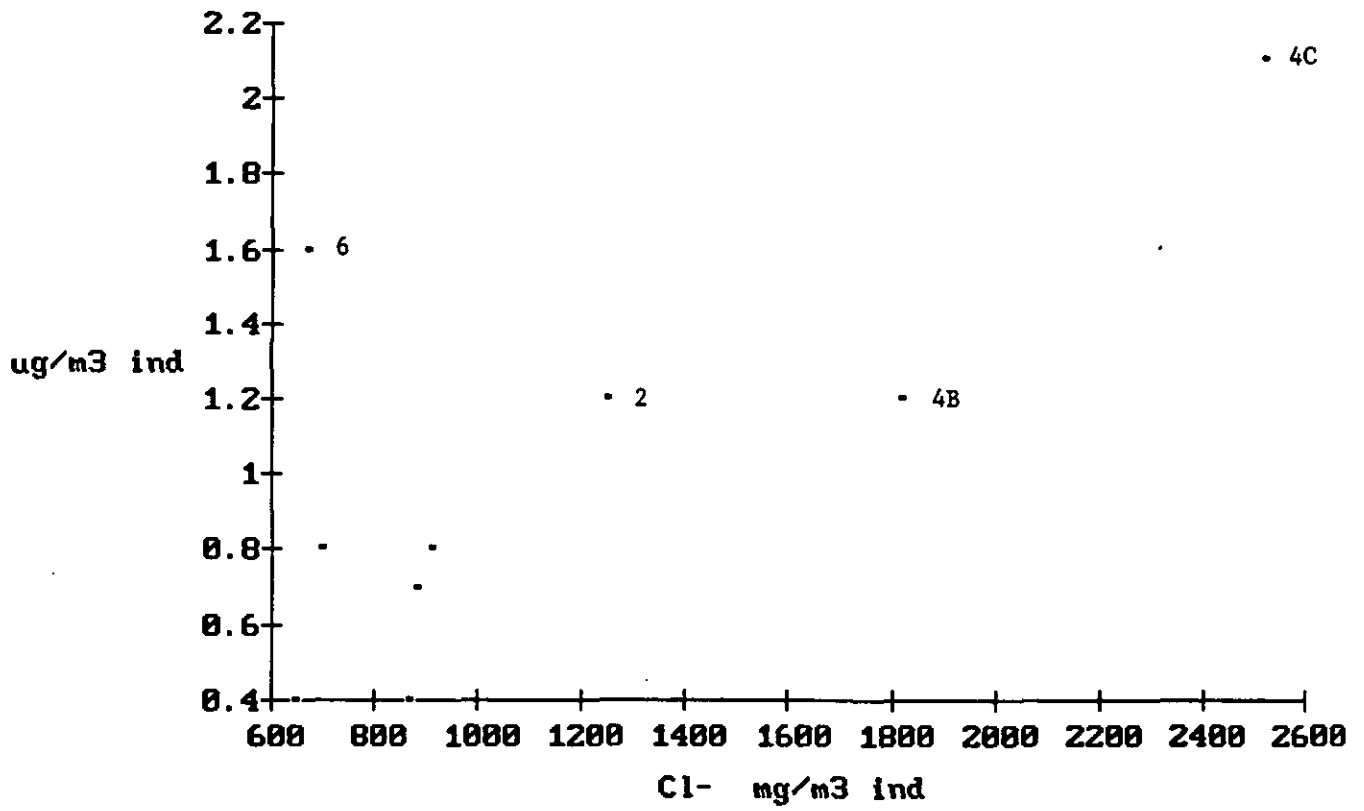
ROTEB PCDD concentratie (11% O2)



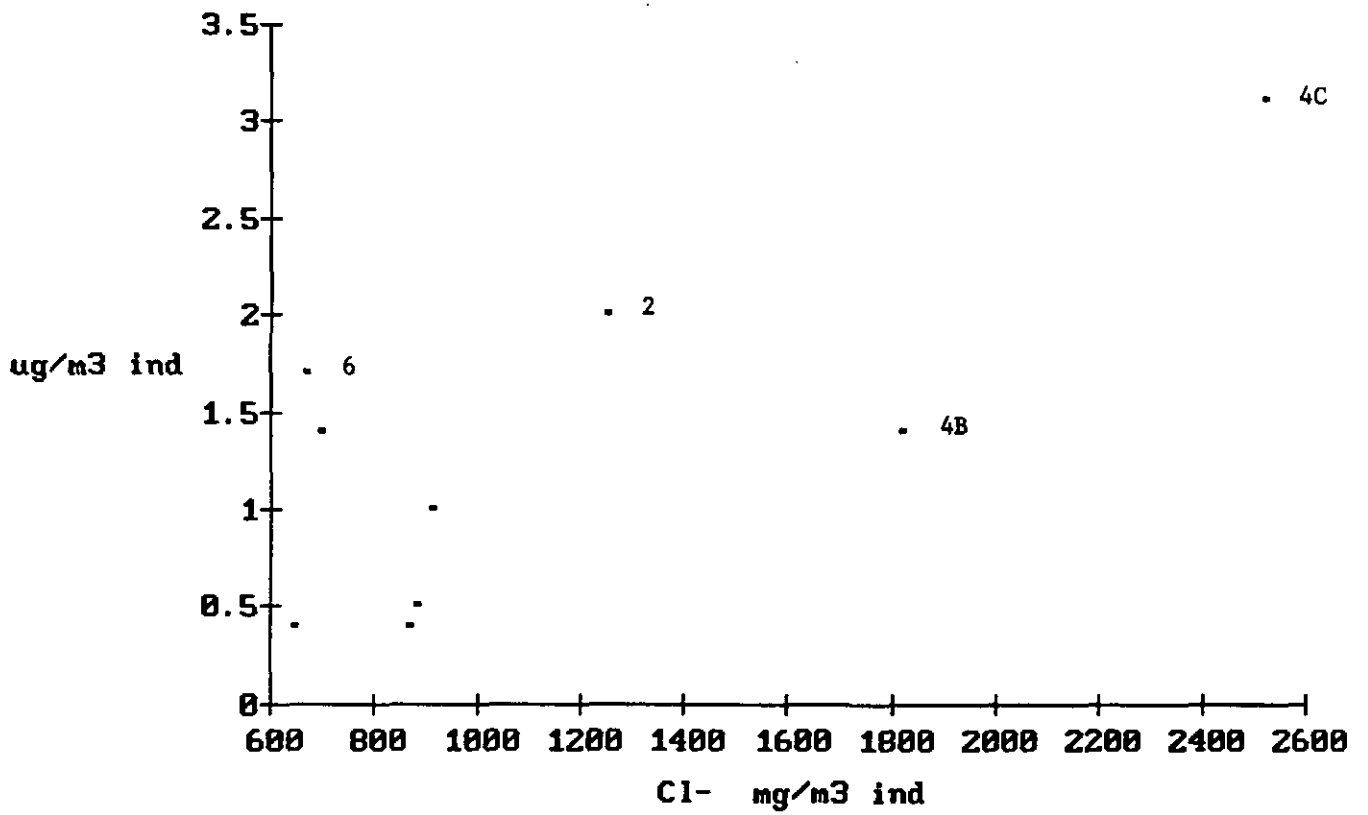
ROIEB vuurhaardtemperatuur (gemiddeld) versus  
PCDD concentratie (11% O<sub>2</sub>)



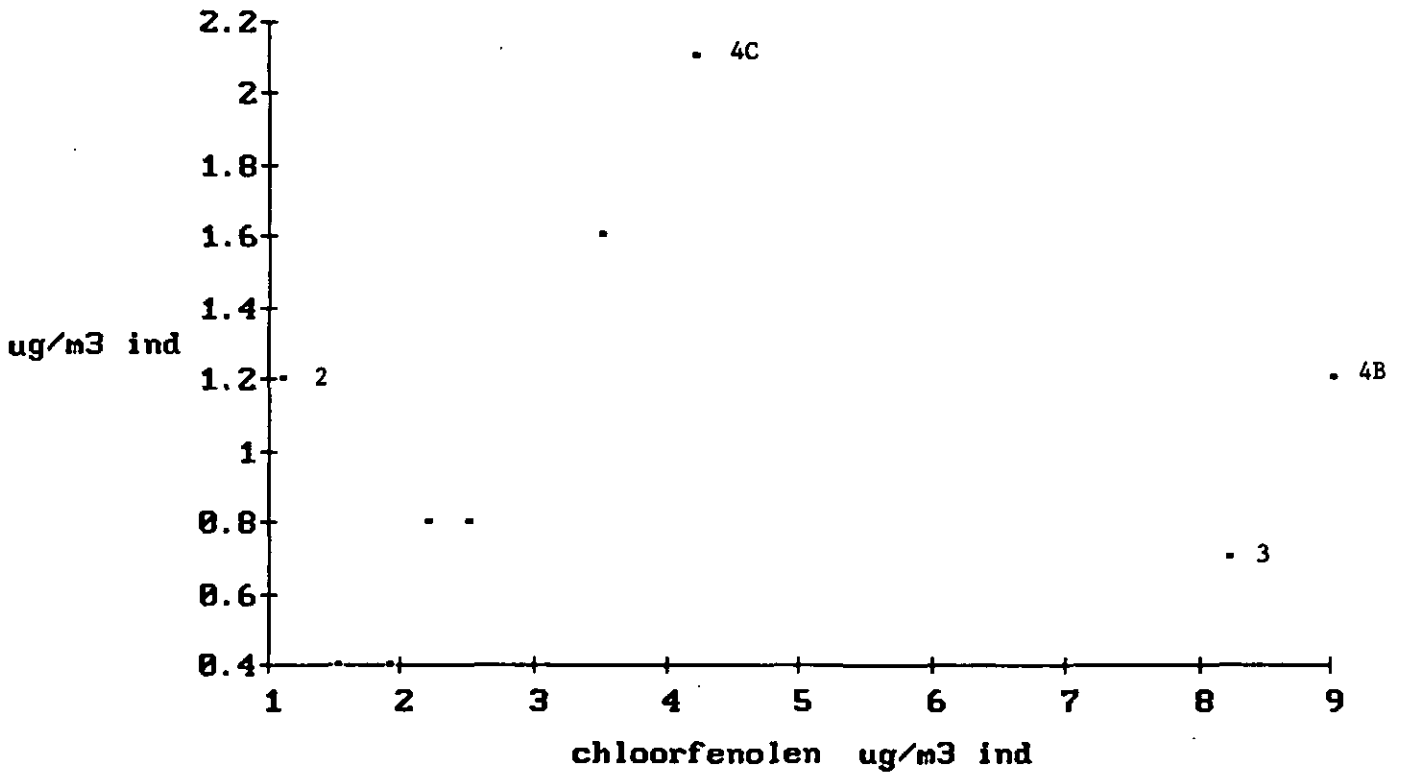
ROTEB Cl- versus PCDD concentratie (11% O2)



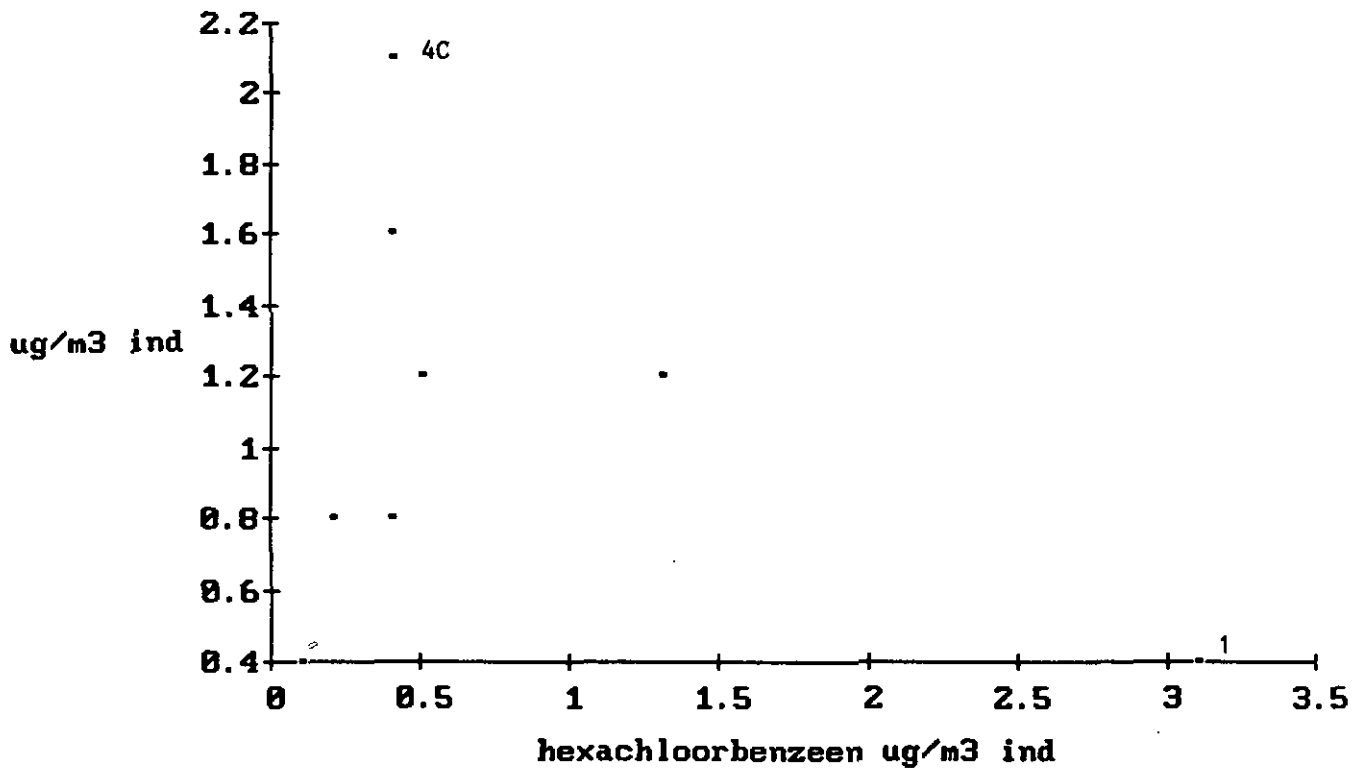
ROTEB Cl- versus PCDF concentratie (11% O2)



**ROIEB chloorfenolen versus PCDD concentratie  
(11% O<sub>2</sub>)**

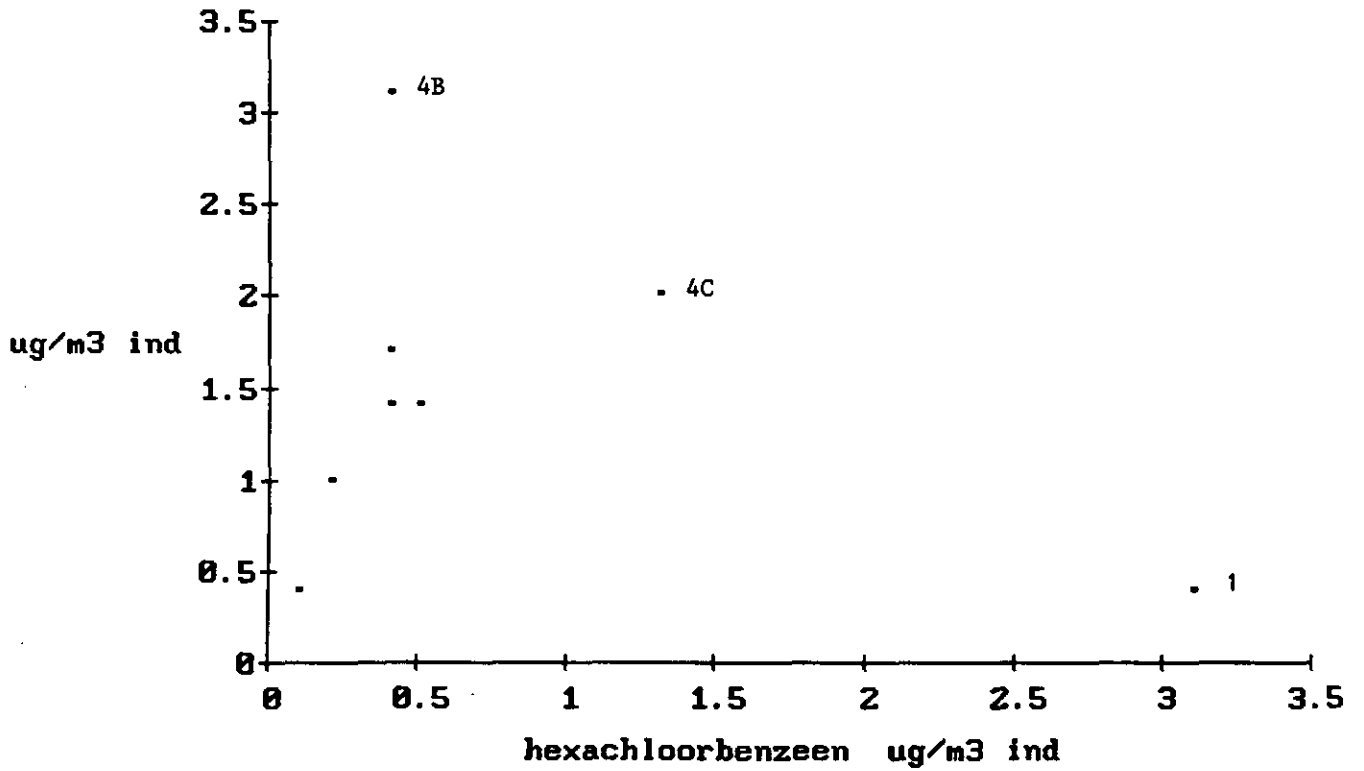


ROTEB hexachloorbenzeen versus PCDD  
concentratie (11% O<sub>2</sub>) (minus ROT 3)



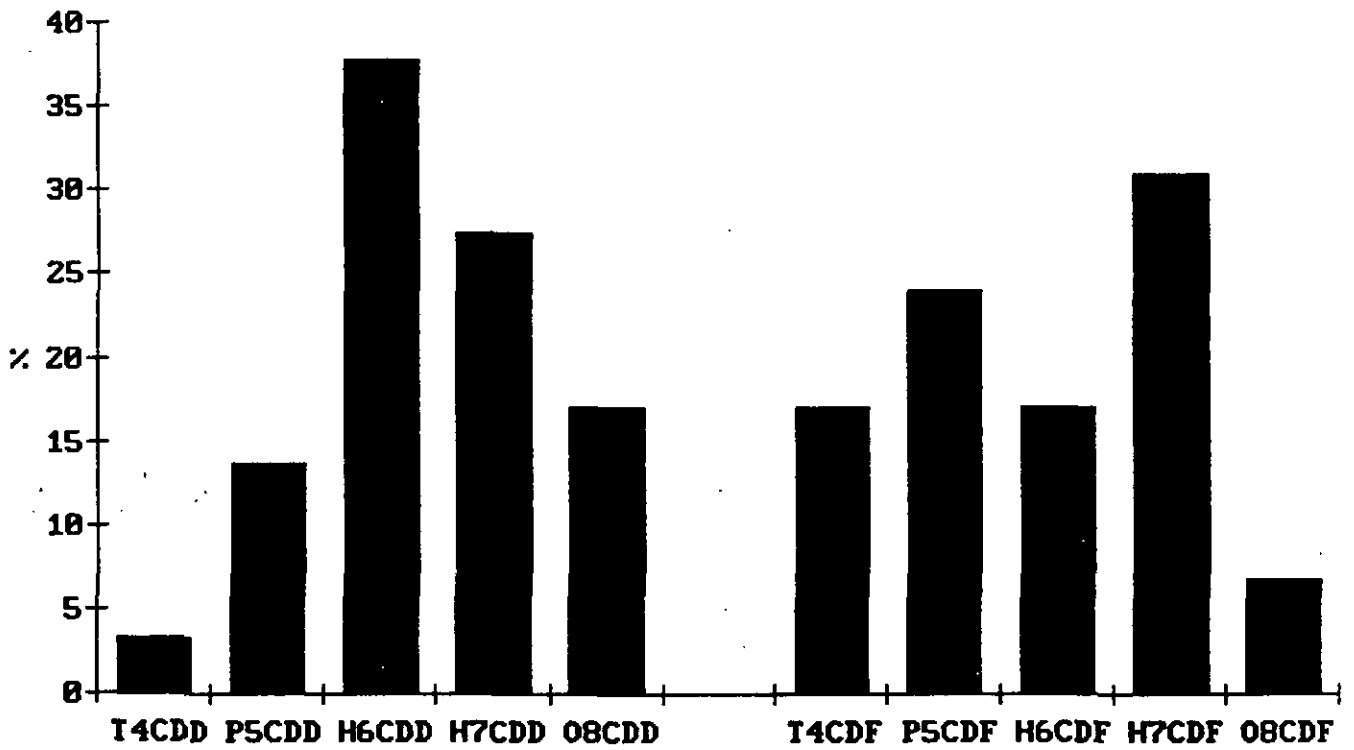
Opm.: De proef ROT 3 valt met 20,9 mg. hexachloorbenzeen /m<sup>3</sup> ind  
buiten het kader van deze figuur.

**ROTEB hexachloorbenzeen versus PCDF  
concentratie (11% O<sub>2</sub>) (minus ROT 3)**



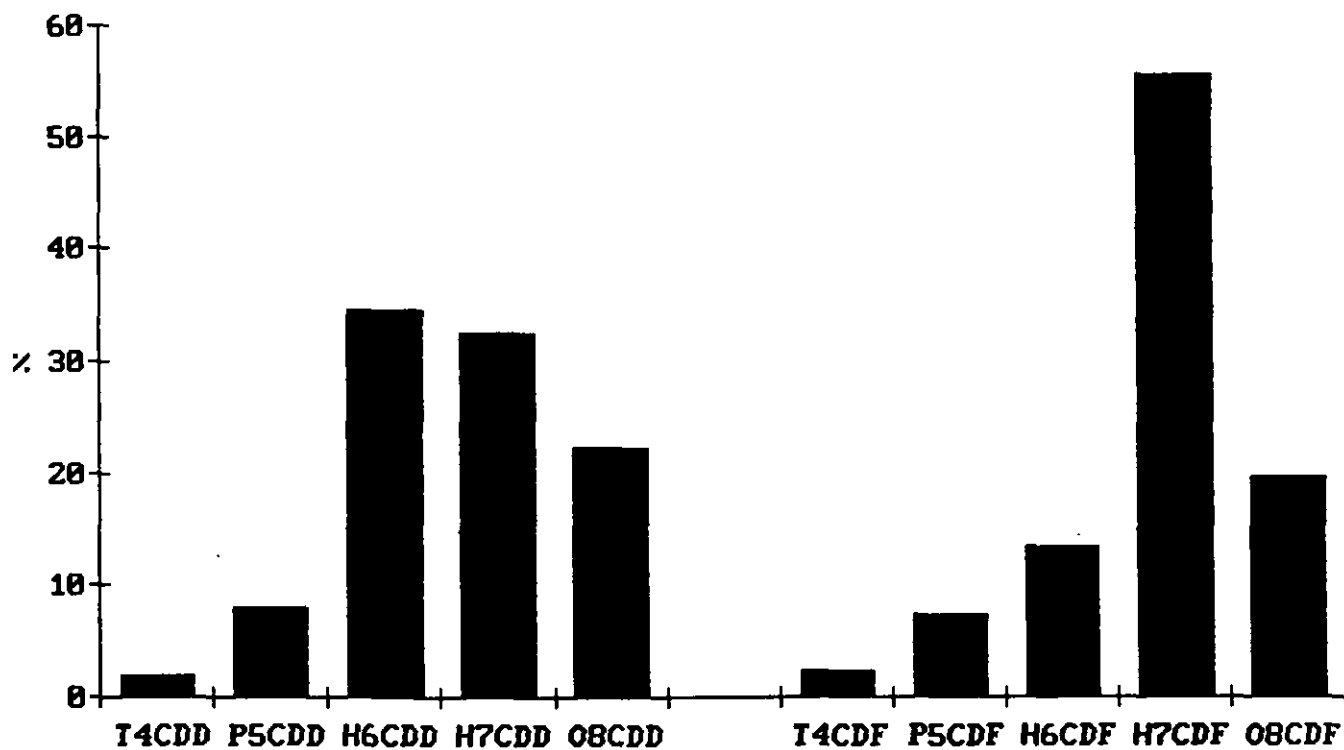
Opm.: De proef ROT 3 valt met 20,9 texachloorbenzeen /m<sup>3</sup> ind  
buiten het kader van deze figuur.

ROI 1 congeneerverdeling (%) in rookgas

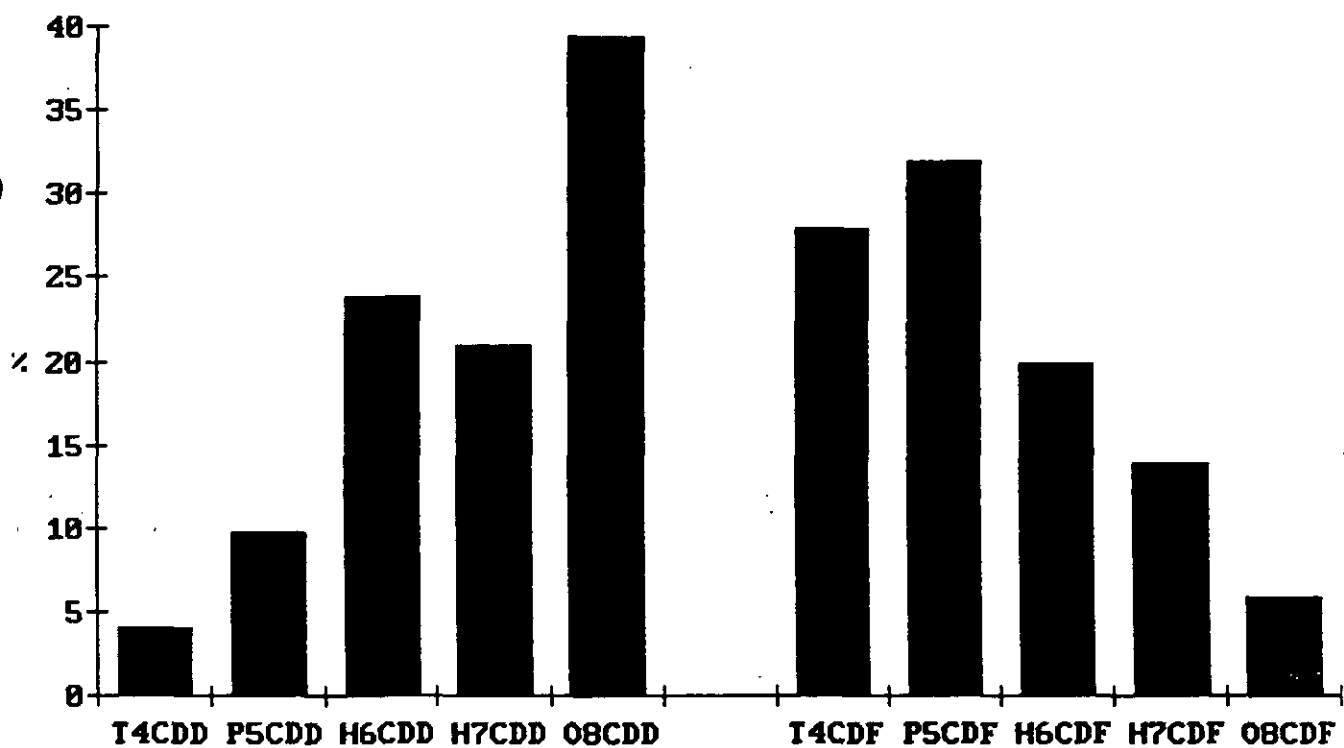




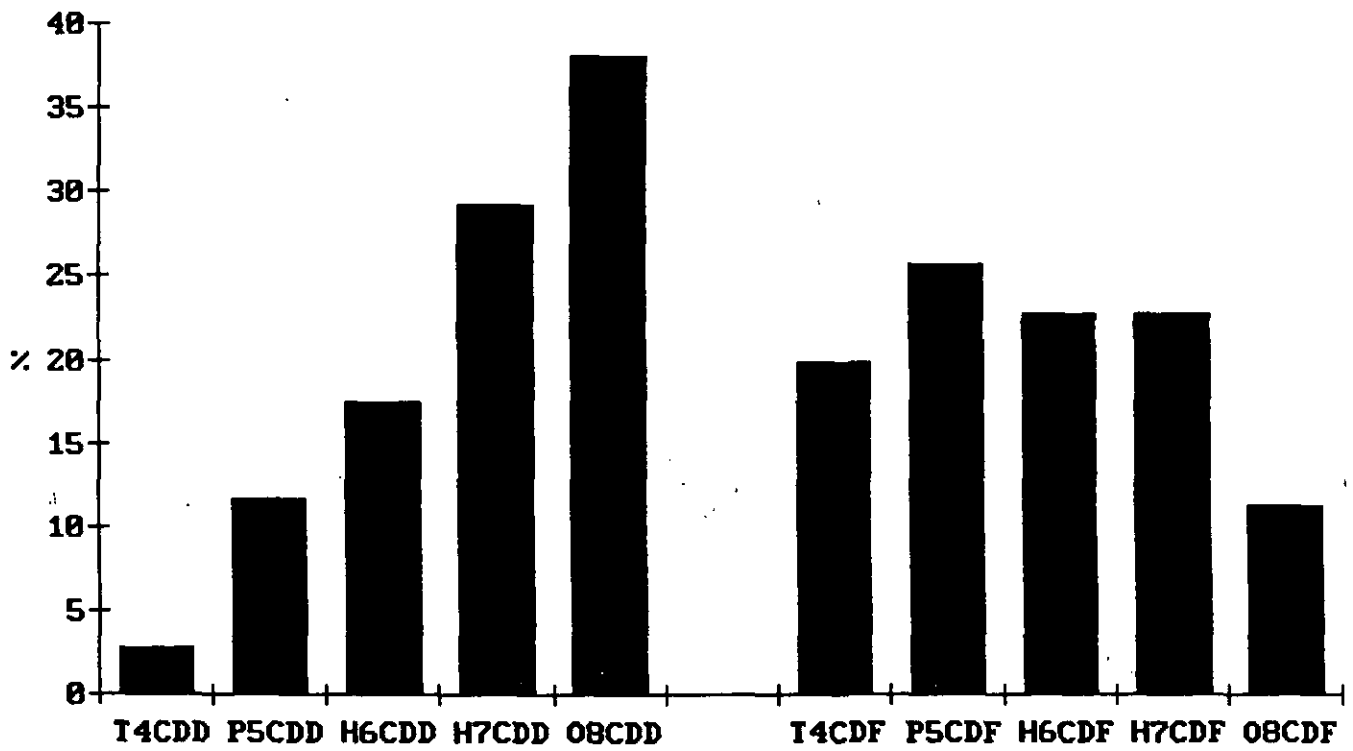
ROT 2 congeneerverdeling (%) in rookgas



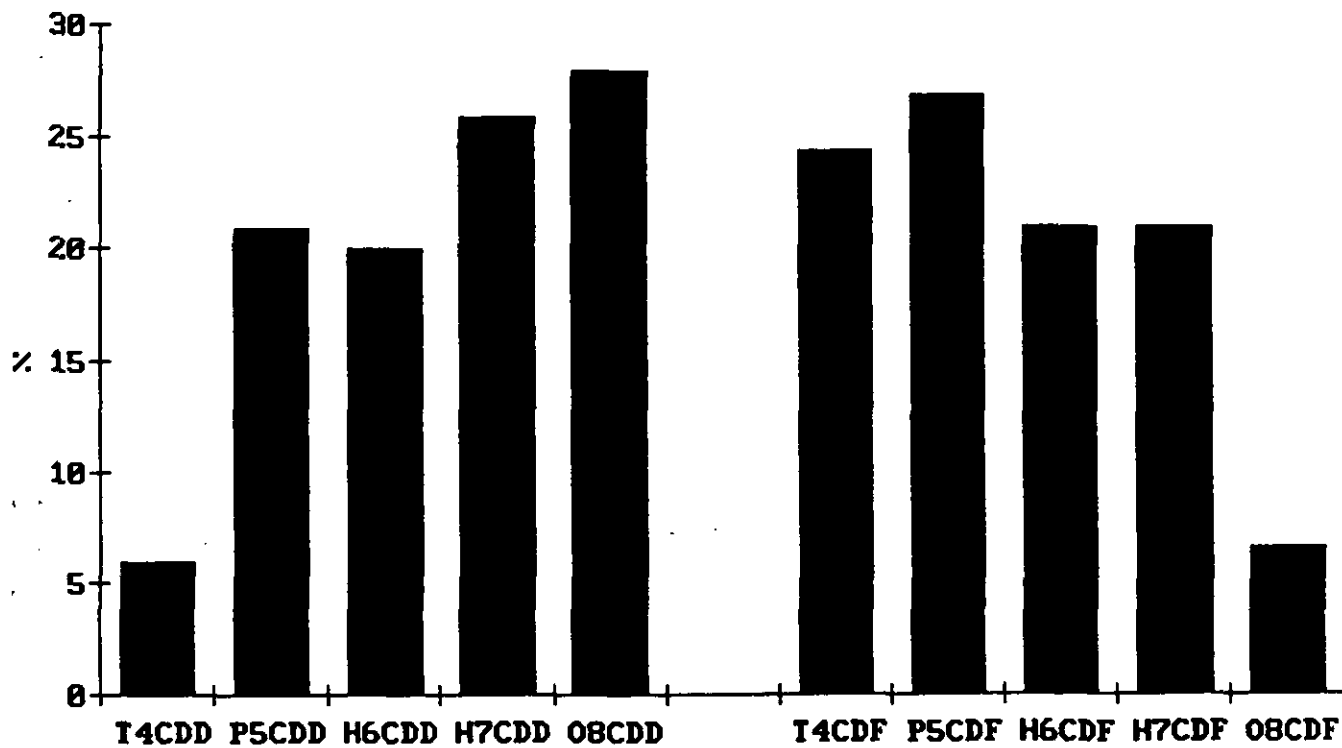
ROI 3 congeneerverdeling (%) in rookgas



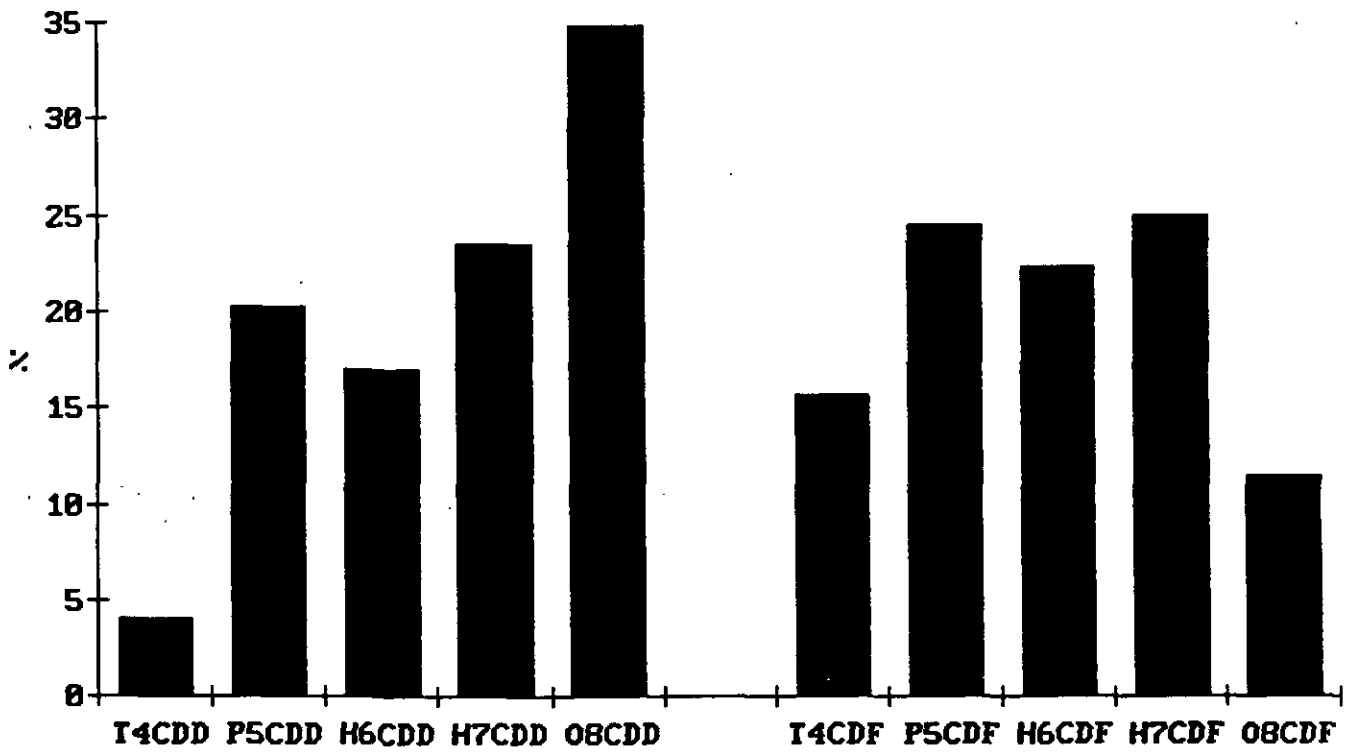
ROT 4A congeneerverdeling (%) in rookgas



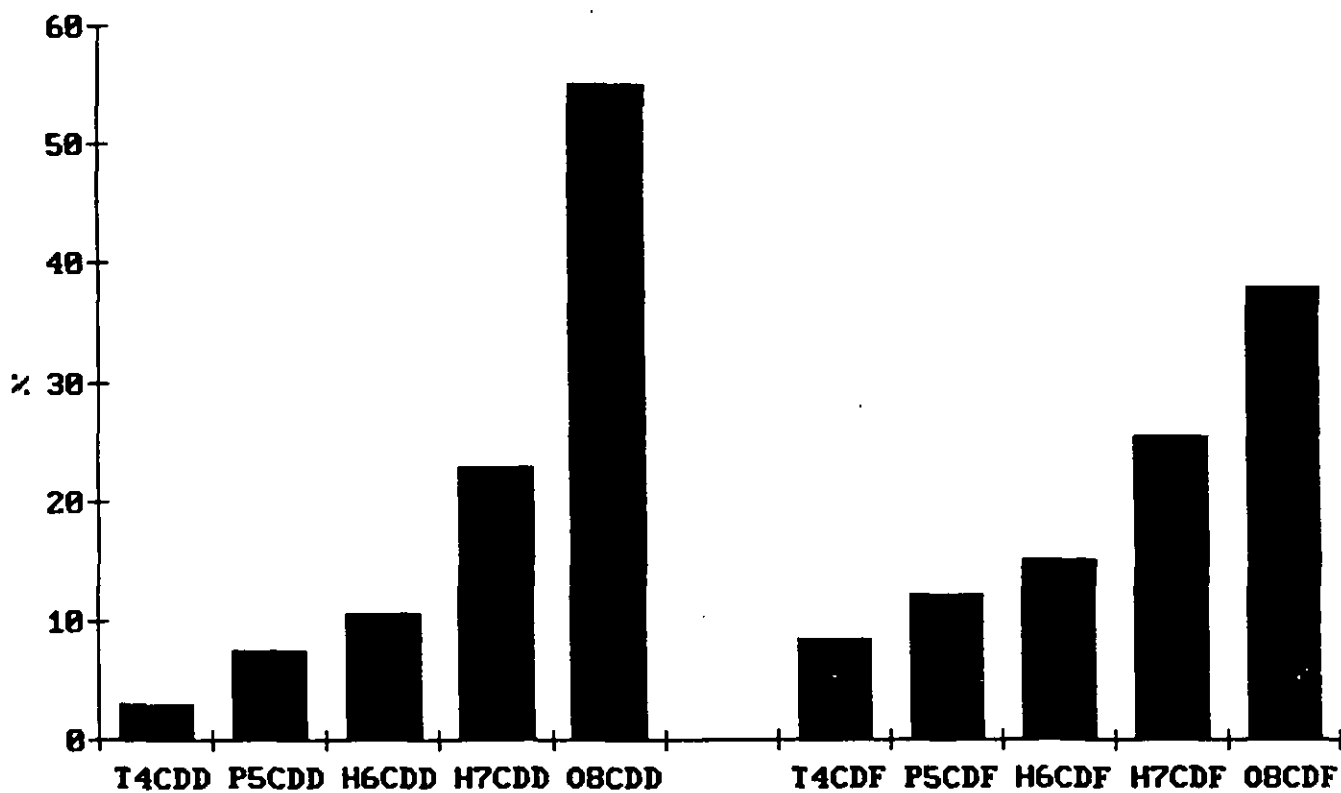
ROT 4B congeneerverdeling (%) in rookgas



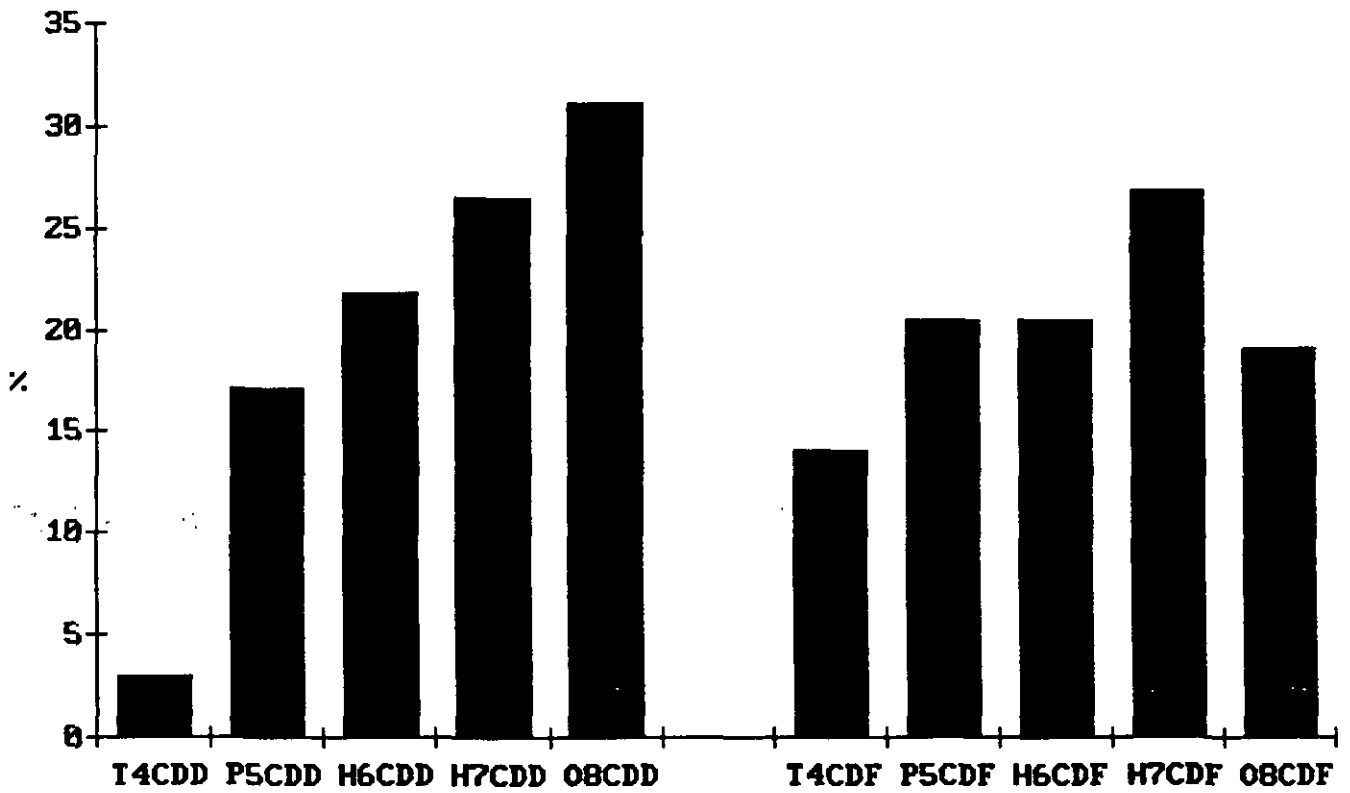
ROT 4C congeneerverdeling (%) in rookgas



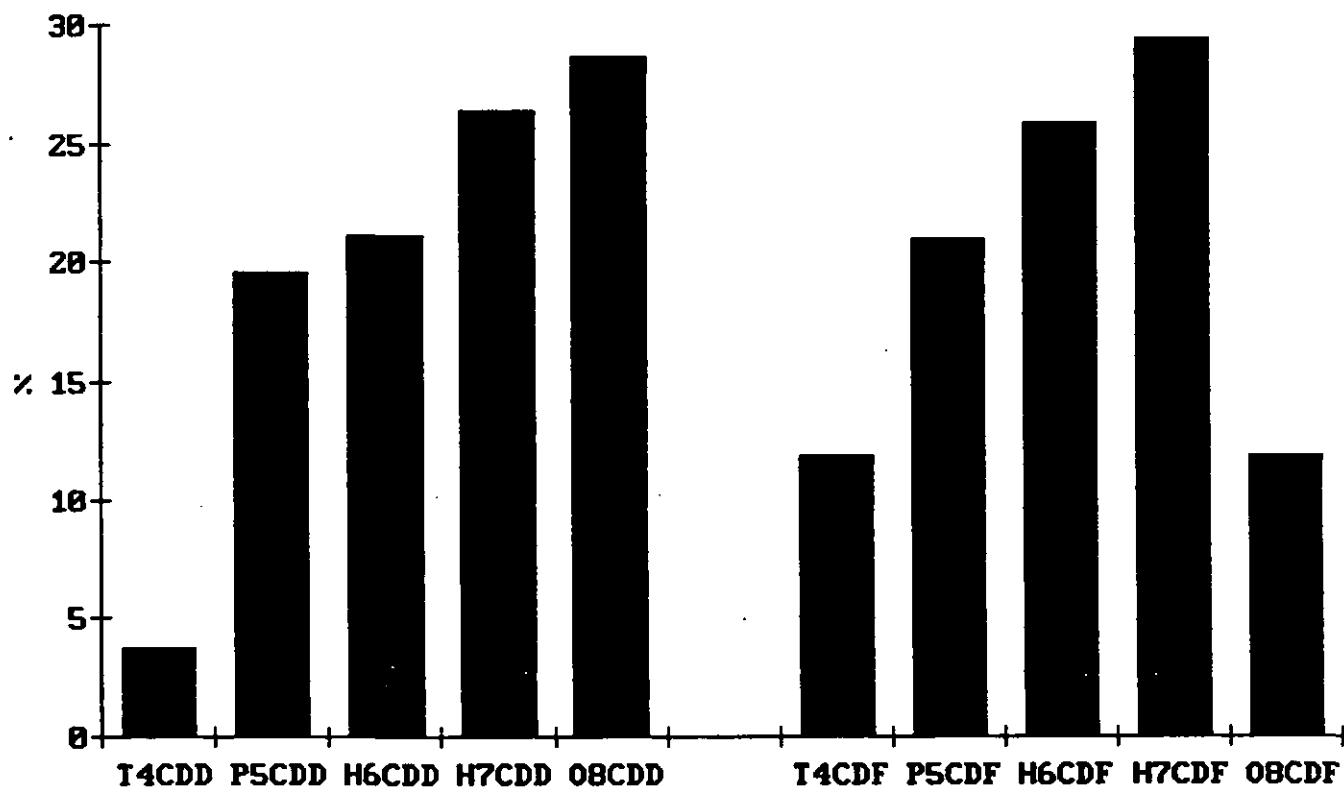
ROT 5A congeneerverdeling (%) in rookgas



ROI 5B congeneerverdeling (%) in rookgas

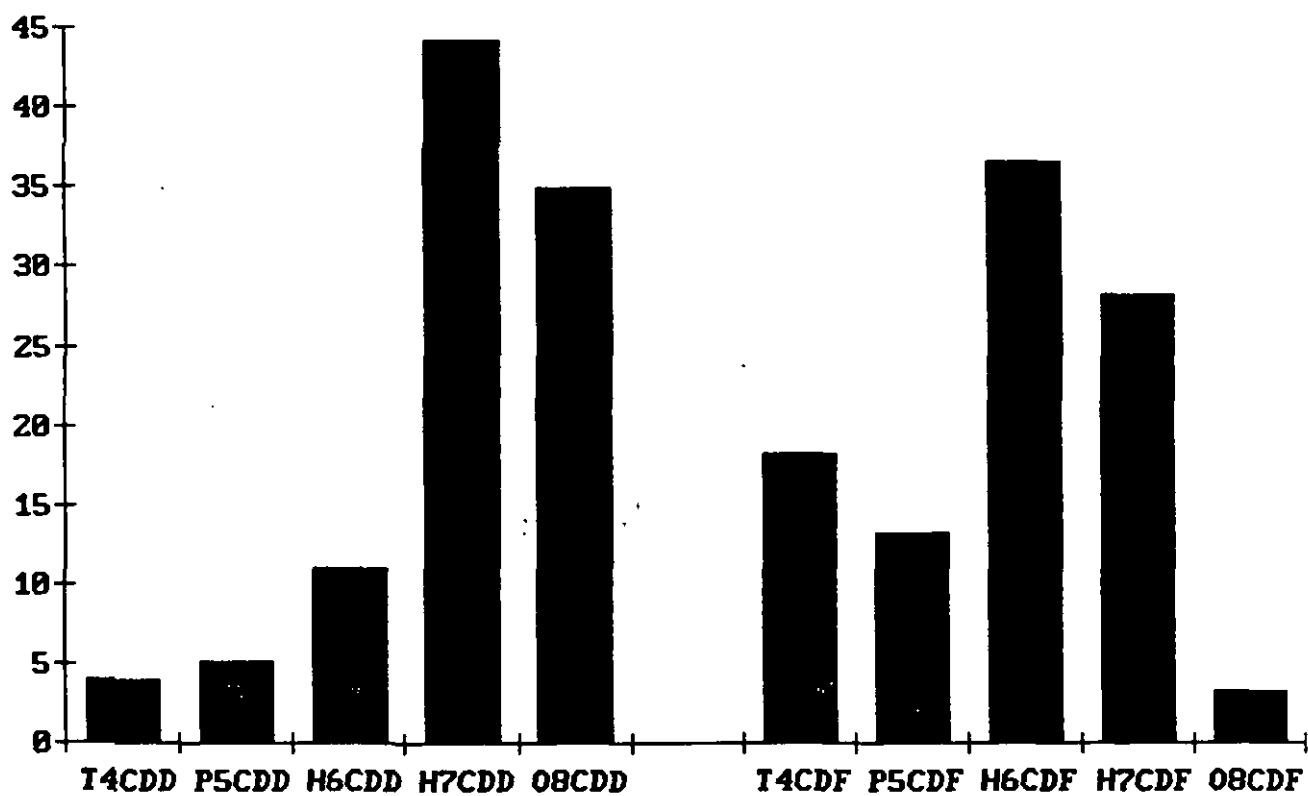


**ROI 6 congeneerverdeling (%) in rookgas**

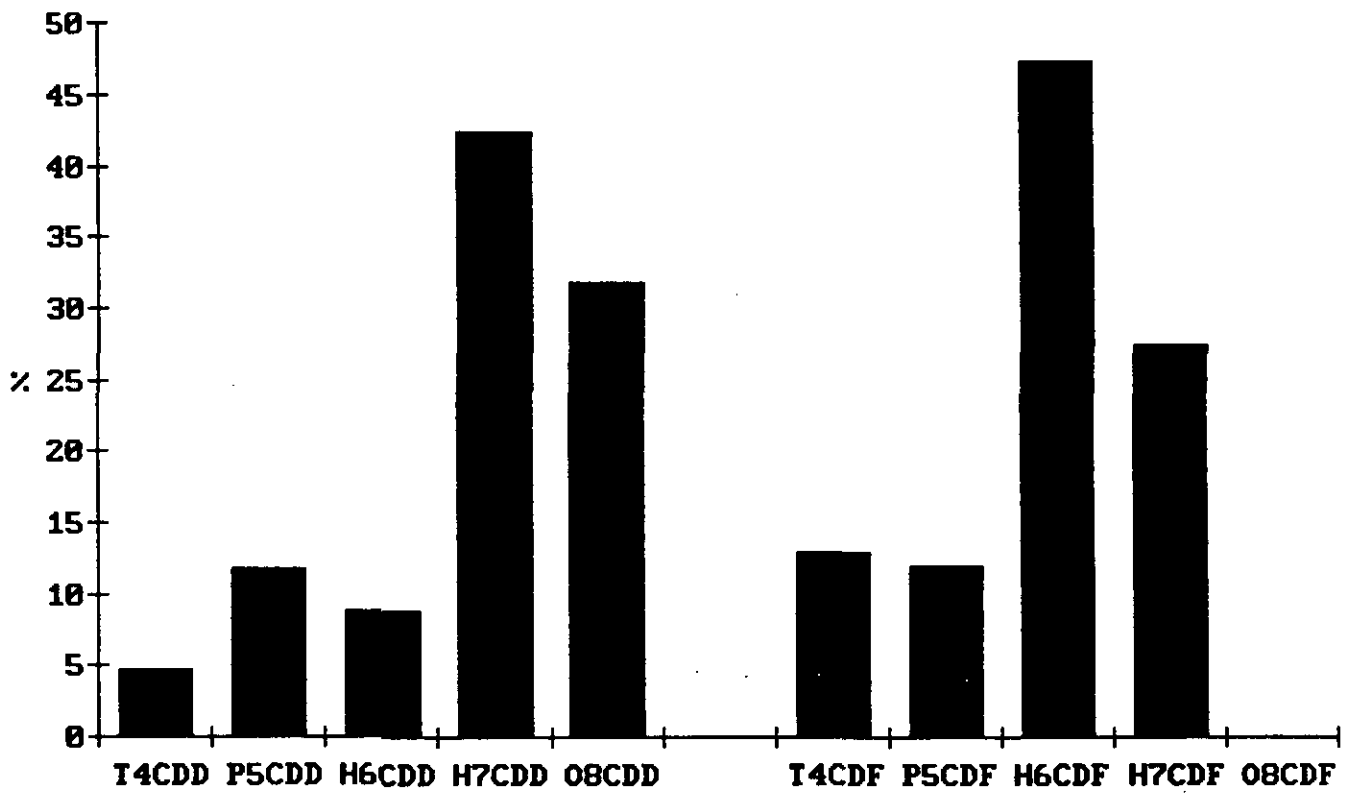




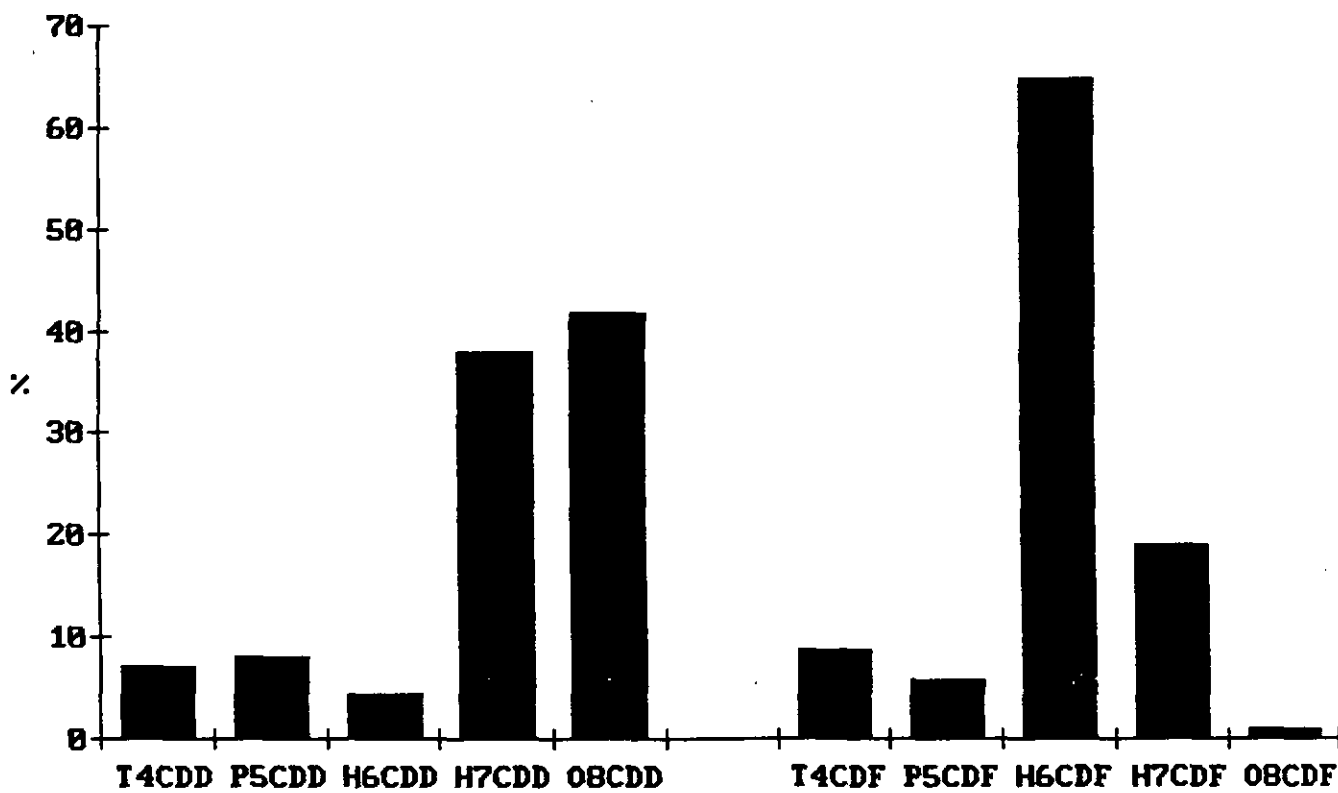
**AVR 1.1 congeneerverdeling (%) in rookgas**



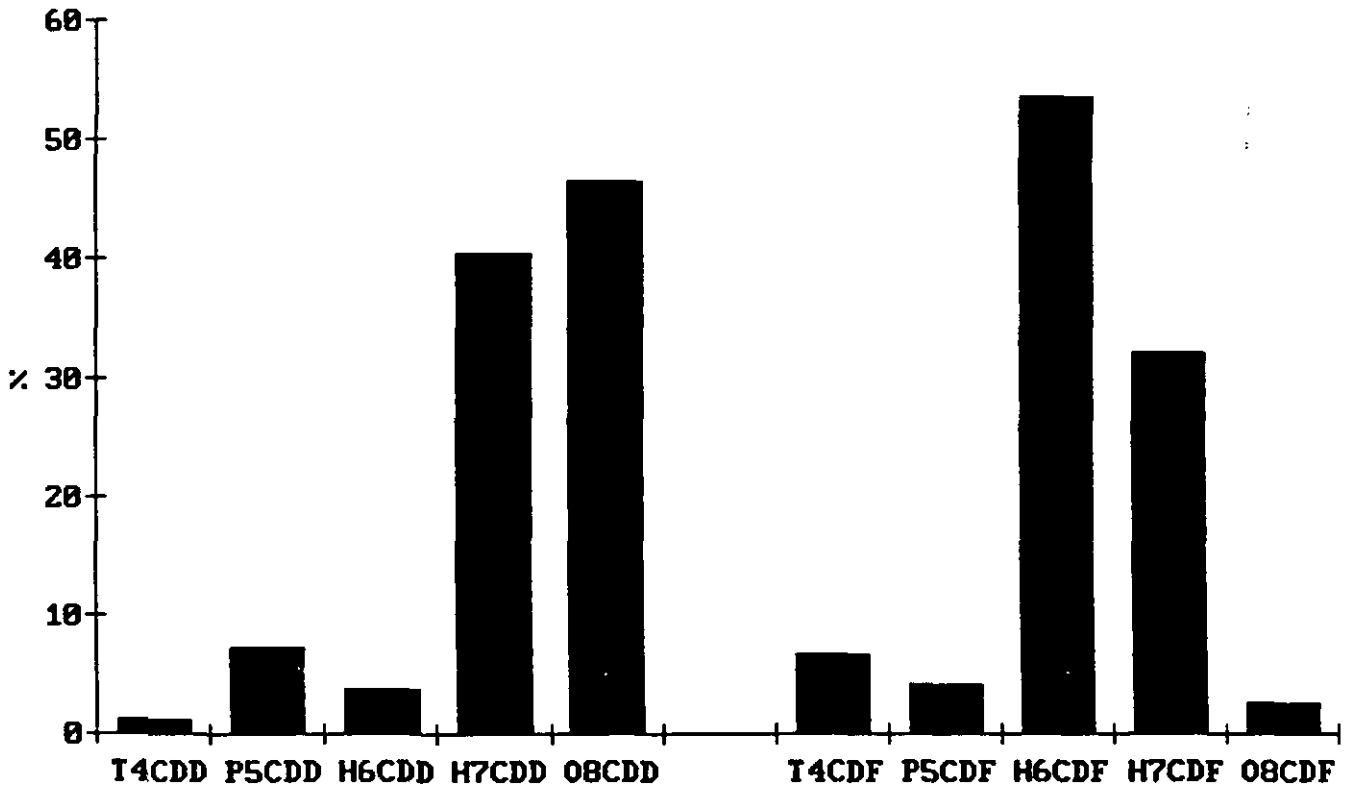
AVR 1.2 congeneerverdeling (%) in rookgas



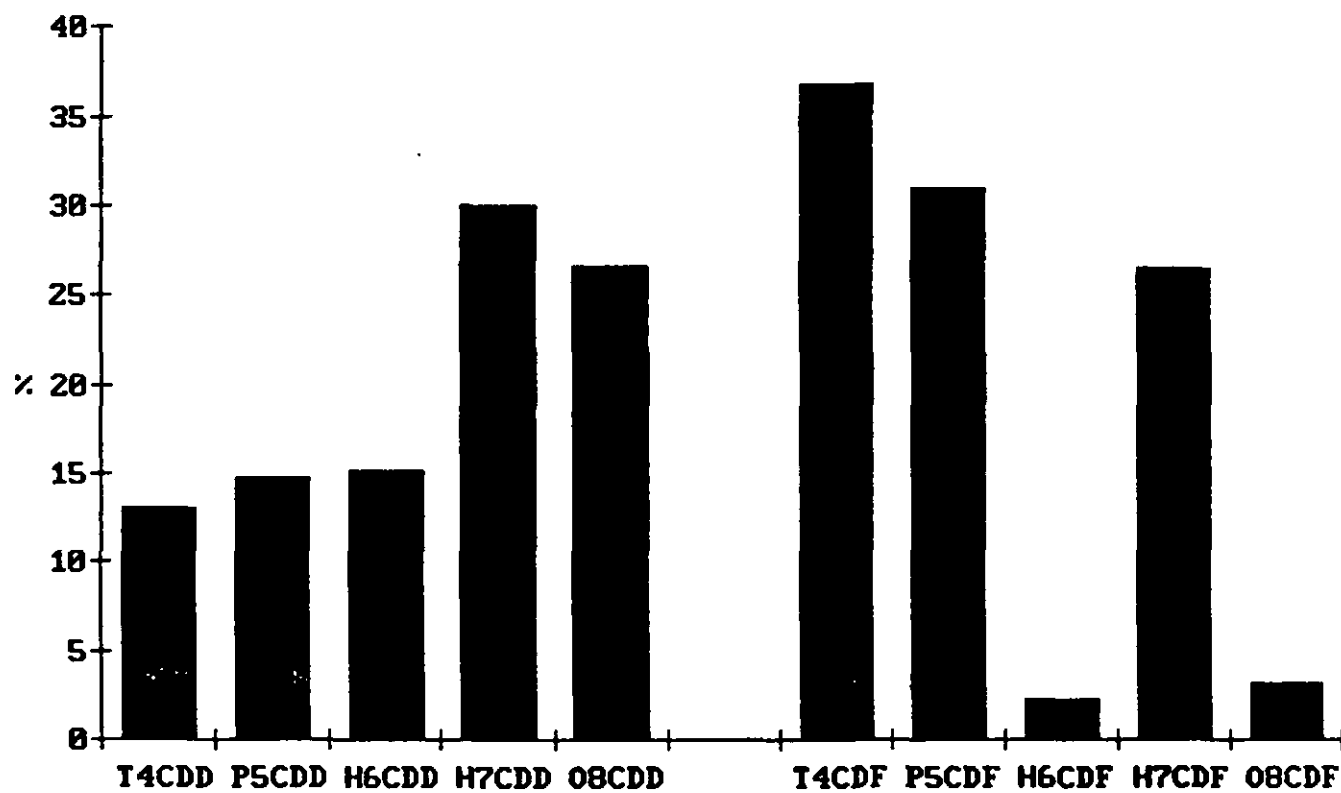
AVR 3.1 congeneerverdeling (%) in rookgas



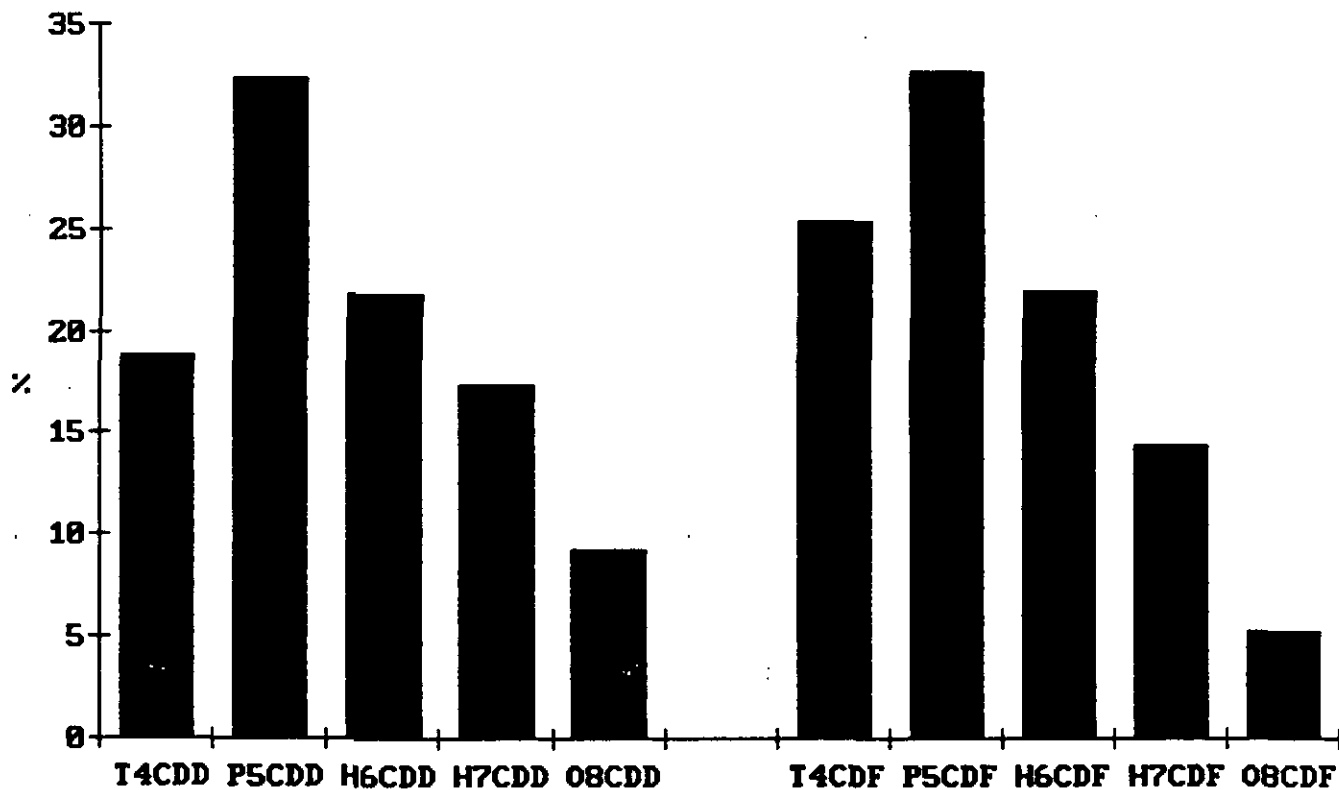
AVR 3.2 congeneerverdeling (%) in rookgas



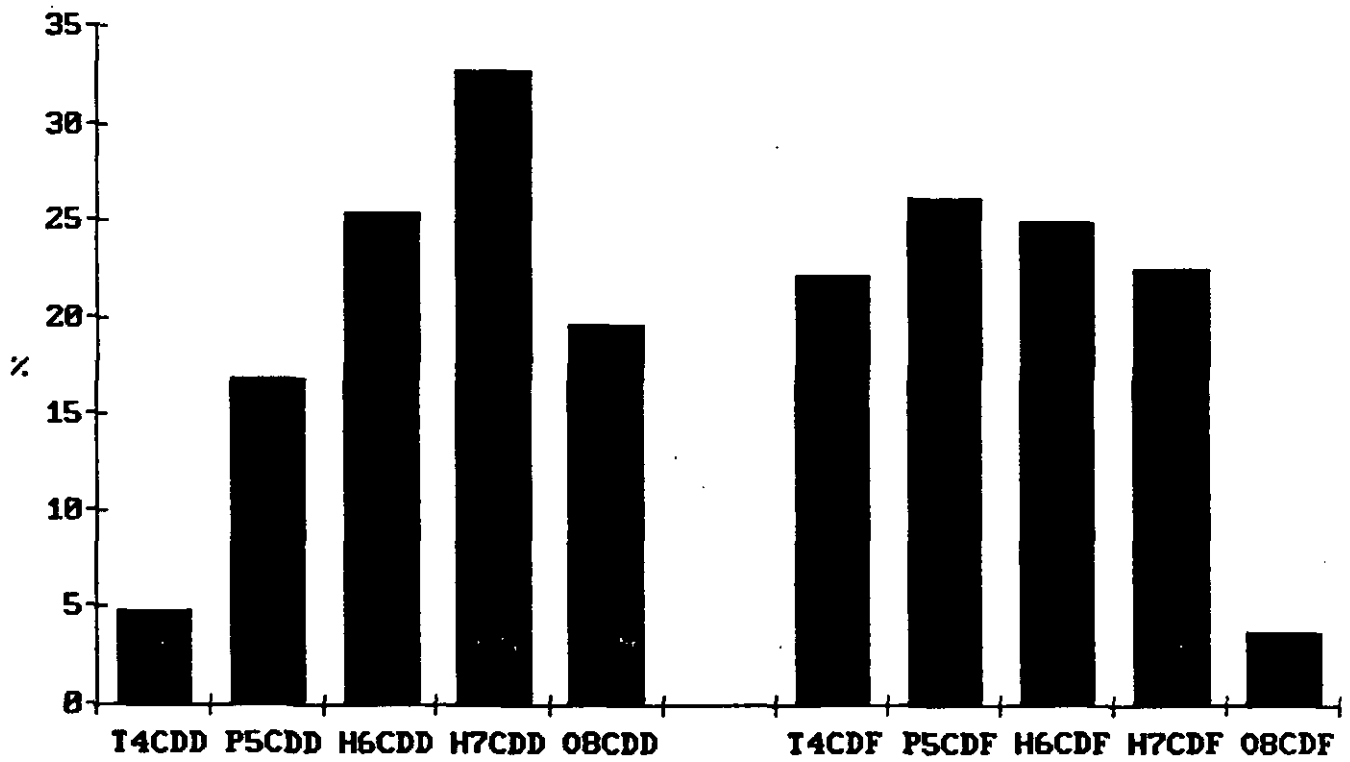
ALK 1.1 congeneerverdeling (%) in rookgas



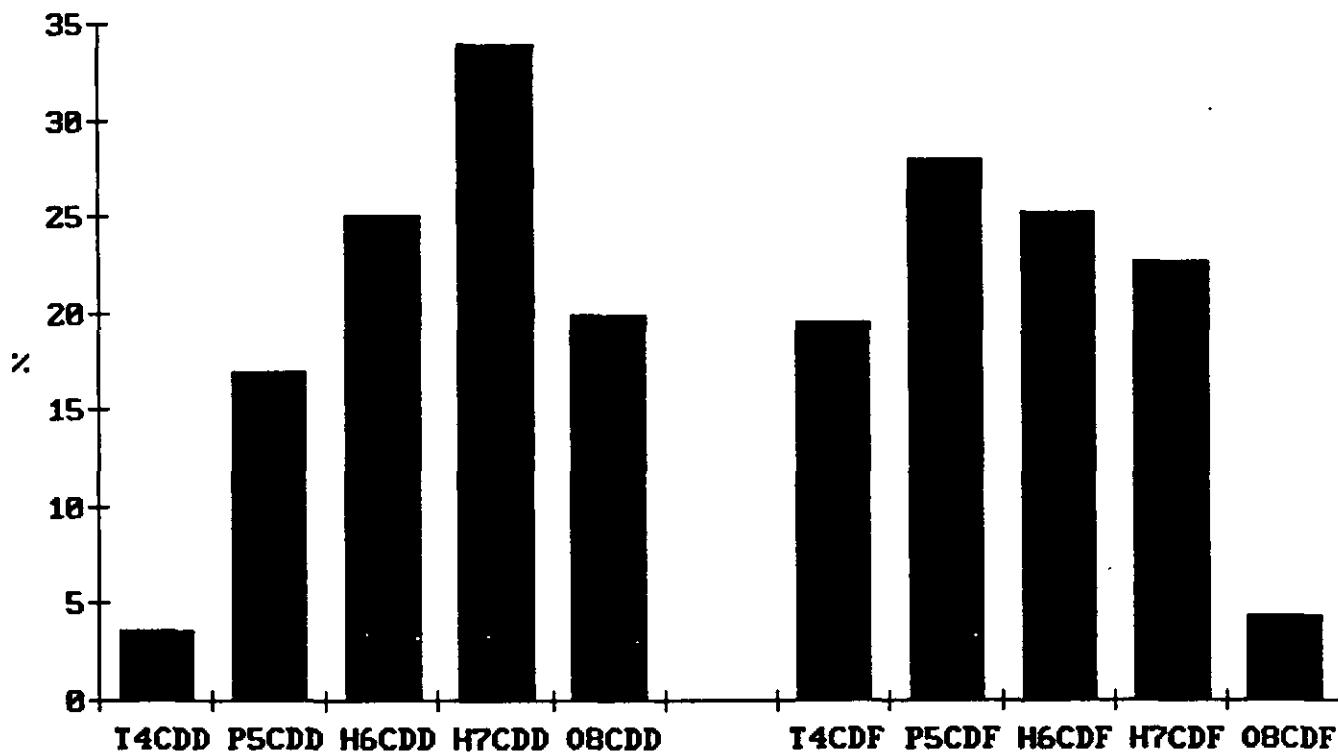
ALK 1.2 congeneerverdeling (%) in rookgas



**AVR 1.1 congenerverdeling (%) in rookgas  
MACROMONSTER**

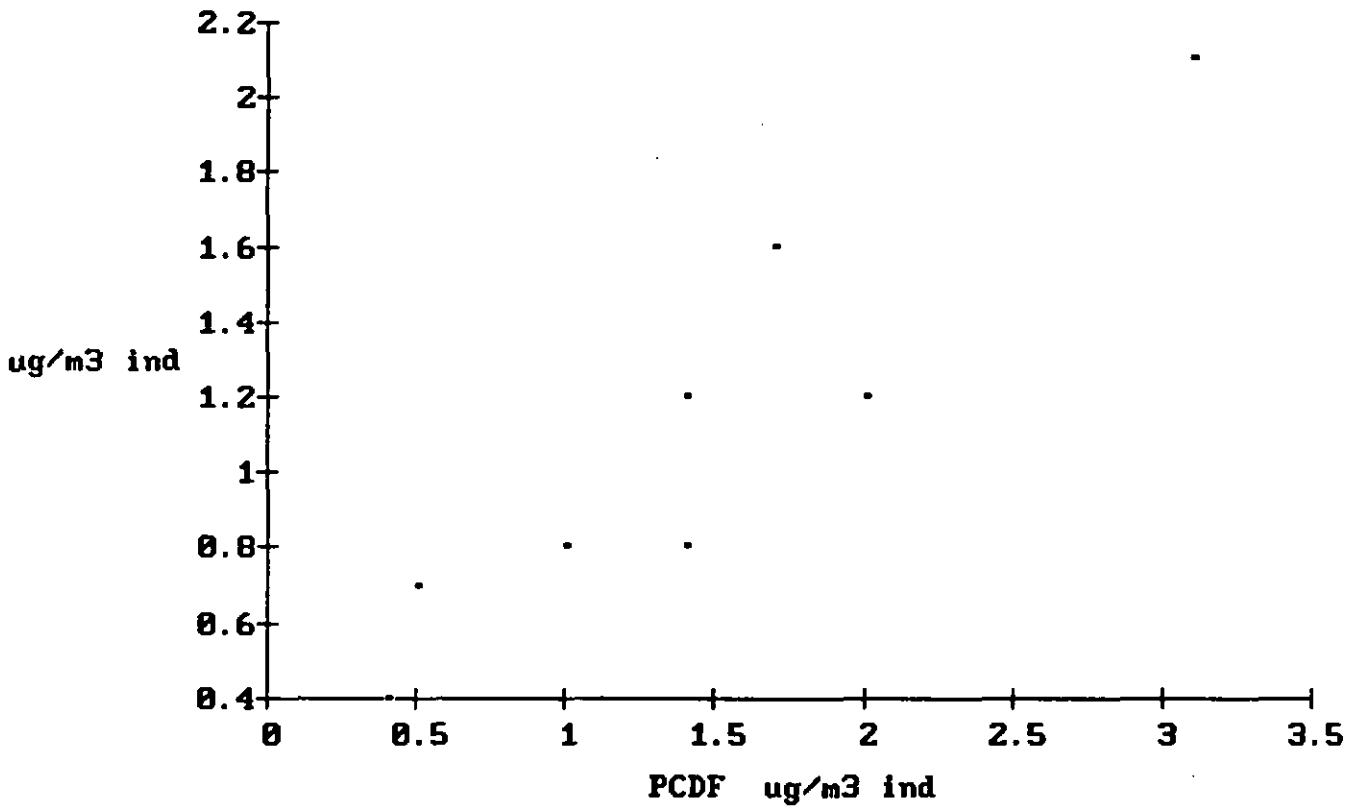


**AUR 1.2 congeneerverdeling (%) in rookgas  
MACROMONSTER**





ROTEB PCDF versus PCDD concentratie (11% O2)



Verbouwing PCDD/PCDF		
ROTEB	gem.	0.8
AVR	gem.	0.3
Alkmaar	gem.	0.7

Bijlage 4

Emissiegrenswaarden volgens de Nederlandse richtlijn verbranden (febr. 1985) en de Duitse TA Luft (1986) in  $\text{mg/m}^3$  bij 11%  $\text{O}_2$  droog.

	Richtlijn verbranden	TA Luft 1986
HCl	50	50
HF	3	2
$\text{SO}_2$	-	100
$\text{NO}_x$	-	500
CO	-	100
Hg	0.1	0.2 (Hg + Cd)
Cd	0.1	
Zn + Pb	5	5
Stof	50	30
Koolstof		20

In Nederland is bovendien een verblijftijd van de verbrandingsgassen van 2 sec bij min.  $800^\circ\text{C}$  genoemd. De verbrandingsgassen moeten een minimale restconcentratie zuurstof van 6 vol. % bezitten.

De ontijzerde slak mag niet meer dan 6% onverbrand materiaal bevatten (op d.s.) en niet meer dan 2% verteerbaar materiaal.

Alleen in Zweden wordt een maximale emissie van dioxinen en furanen genoemd:

$0.1 \text{ ng/m}^3$  2,3,7,8,-TCDD equivalenten (bij 10%  $\text{O}_2$ ) berekend naar de methode Eadon.