

VL

*Refer*

**INSTITUTET FÖR VATTEN- OCH LUFTVÅRDSFORSKNING**

HÄLSINGEGATAN 43  
STEN STUREGATAN 42

BOX 21060  
BOX 5207

100 31 STOCKHOLM  
402 24 GÖTEBORG

TEL. 08-24 96 80  
TEL. 031-81 02 80

LUFTTRANSPORT AV PCB OCH HCB

Provtagning och analys av luftburna partiklar med  
avseende på PCB och HCB.

Anne Lindskog

IVL

B 527  
Göteborg  
Januari  
1980

INSTITUTET FÖR VATTEN-  
OCH LUFTVÅRDSFORSKNING  
Biblioteket

80-01-25

1 Utförande institution/Rapportutgivare

Institutet för Vatten- och  
Luftvårdsforskning (IVL)

PROJEKTBSKRIVNING 2 REF  
 TITELBLAD-RAPPORTER

PR

3 Datum  
1980-01-10

4 Ärendebeteckning (Diariernr)

Läs anvisningarna innan blanketten fylls i!  
Denna sida får kopieras!

5	6	7 MI projektnr
8 Projekt	9 MI rapportnr	
<input type="checkbox"/> 1 Uppläggnig	<input type="checkbox"/> 2 Komplettering	<input type="checkbox"/> 3 Avslutat
10	11 Kontraktnr 7-308/77	12 Startår
		13 Slutår
15 Finansierande organ	14 MI projektnr (i förekl fall)	

Statens Naturvårdsverk, forskningsnämnden

16 Projektbeskrivning/Rapportens titel och undertitel

Lufttransport av PCB och HCB. Provtagning och analys av luftburna partiklar med avseende på PCB och HCB

17 Projektledare/Författare

Lindskog, Anne

18 Sammandrag (ange gärna målsättning, metod, teknik, resultat m m)

Mätningar med avseende att bestämma luftens innehåll av partikelbunden PCB (polyklorerade bifenyler) och HCB (hexklorbensen) har genomförts dels i ett urbant område, Göteborg, dels i ett renluftsområde, Rörvik, under perioderna 1975-12-09--1976-02-06, 1977-11-01--1978-01-31 samt 1978-03-01-31.

Under första mätperioden uppmättes i Göteborg PCB-halter mellan 0,05 och 2,6 ng/m<sup>3</sup>. Två år senare är halterna lägre, 0,02-0,48 ng/m<sup>3</sup>. I Rörvik<sub>3</sub> varierar halterna under samtliga mätperioder mellan 0,02 och 0,3 ng/m<sup>3</sup>. Halten HCB var <0,01 ng/m<sup>3</sup> under samtliga mätperioder på båda stationerna med undantag för 4 dygn i Göteborg under december 1975.

Resultaten visar att huvuddelen av den partikelbundna PCB-mängd som uppmättes i Göteborg under den första mätperioden härrör från lokala källor.

19 Sammandraget skrivet av  
förf.

20 Förslag till nyckelord

Y, PCB, HCB, luftburna partiklar

21 Klassifikationssystem och klass

22 Indexterm (ange källa)

23 Övriga bibliografiska uppgifter

IVL B 527 1980-01-10 Göteborg

24 ISSN

25 ISBN

26 Hemligt

paragraf

27 Språk

Nej  Ja jämlikt

§ sekretesslagen

Sv/Eng

28 Antal sidor

29 Pris

30 Projektbeskrivning/Rapporten beställs hos

Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (IVL) Stockholm

Blanketten beställs hos

Postadress  
Jordbruksdepartementet  
Fack  
103 20 STOCKHOLM

Telefon

MILJÖDATANÄMNDEN

08 - 763 10 00

Vid genomförandet av detta arbete har följande personer på IVL deltagit:

Anne Lindskog	projektledare
Björn Berglind	provtagning
Kenth Andréasson	"
Anne-Christine Rosén	analyser
Lisbeth Sjöo-Westin	"

Arbetet har finansierats av Statens Naturvårdsverk, forskningsnämnden.

Delar av materialet finns publicerat i en SNV Rapport, SNV pm 1131 NMR-Seminarium, Långväga transport av mikro-föroreningar.

## Sammanfattning

Mätningar med avseende att bestämma luftens innehåll av partikelbunden PCB (polyklorerade bifenyler) och HCB (hexaklorbensen) har genomförts dels i ett urbant område, Göteborg, dels i ett renluftsområde, Rörvik, under perioderna 1975-12-09--1976-02-06, 1977-11-01--1978-01-31 samt 1978-03-01--31. Provtagningen utfördes med high-volume sampler teknik. Provtagningsstiden var 24 timmar och provvolymen var under den första perioden ca 1000 m<sup>3</sup>, därefter ca 1400 m<sup>3</sup>. Proverna analyserades på gaskromatograf med EC-detektor.

Under första mätperioden uppmättes i Göteborg PCB-halter mellan 0,05 och 2,6 ng/m<sup>3</sup>. Två år senare är halterna lägre, 0,02-0,48 ng/m<sup>3</sup>. I Rörvik varierar halterna under samtliga mätperioder mellan 0,02 och 0,3 ng/m<sup>3</sup>. Halten HCB var <0,01 ng/m<sup>3</sup> under samtliga mätperioder på båda stationerna med undantag för 4 dygn i Göteborg under december 1975.

Resultaten visar att huvuddelen av den partikelbundna PCB mängd som uppmättes i Göteborg under den första mätperioden härrör från lokala källor.



## Summary

Measurements to determine the concentrations of PCB and HCB adsorbed on particles in the atmosphere over an urban area, Gothenburg, and a so-called unpolluted area, Rörvik, have been carried out during the periods 1975-12-09--1976-02-06, 1977-11-01--1978-03-31 and 1978-03-01--31. The particles were collected by high-volume samplers on glass fibre filters. The filters were changed every 24 hour and the sampling volume during the first period was about 1000 m<sup>3</sup> and later about 1400 m<sup>3</sup>.

The samples were analyzed on a gas chromatograph with electron-capture detector.

During the first period the PCB levels ranged from 0,05 to 2,6 ng/m<sup>3</sup> in Gothenburg. Two years later the concentrations were lower, 0,02-0,48 ng/m<sup>3</sup>. In Rörvik the PCB levels ranged from 0,02 and 0,3 ng/m<sup>3</sup> during all the periods. The concentration of HCB was always below 0,01 ng/m<sup>3</sup> except for 4 days in Gothenburg in December 1975.

The results indicate that the main amounts of PCB adsorbed on particles sampled in Gothenburg during the first period were emitted by local sources.

## 1. Bakgrund

I Sverige har mätningar avseende luftens innehåll av PCB periodvis utförts sedan 1969 (1,2). Under ett flertal år har också emissionsmätningar utförts på förbränningsanläggningar avsedda för hushållssopor, spillolja, rötslam och skrotad kabel, samtliga utgörande relativt små PCB-källor (3).

Användningen av PCB i Sverige är ju sedan några år tillbaka reglerad genom lagen om miljö- och hälsofarliga ämnen på ett sådant sätt att något utsläpp till omgivningen ej skall kunna ske. Ändå visar PCB i motsats till DDT ingen tendens att minska i biologiskt material. Det förefaller därför troligt att vi, förutom den inhemska emissionen, även har en viss intransport av PCB från andra länder, och man kan antaga att denna transport till stor del är luftburen.

I ett arbete från La Jolla, Kalifornien, 1976 (4,5) har torr-deposition av PCB studerats. Provtagningen har utförts med oljebelagda glasplattor ( $0,17 \text{ m}^2$ ). På basis av mätresultat och modellberäkningar argumenterar man för att torr-deposition av partikelbunden PCB äger rum inom 100 km från källan och att transporten i atmosfären således är av mesoskala snarare än global. Emittent i det undersökta området är Los Angeles med en beräknad emission av 20 ton PCB/år.

Hexaklorbensen, HCB, förekommer visserligen som förorening i ett betmedel för utsäde, vilket i någon utsträckning används i Sverige, men den HCB som återfinns i biologiskt material har med största sannolikhet emitterats från förbränningsanläggningar (6,7) eller industri, som tillverkar klorerade lösningsmedel (8).

## 2. Målsättning och omfattning

Avsikten med projektet var att bestämma luftens innehåll av partikelbunden PCB och HCB, dels i ett urbant område, dels i ett renluftsområde, samt att med hjälp av trajektorier och mark-vinddata försöka utröna om PCB och HCB långdistanstransporteras till Sverige.

Mätningarna genomfördes under perioderna 1975-12-09--1976-02-06, 1977-11-01--1978-01-31 samt 1978-03-01--31, på IVL:s mätstationer i centrala Göteborg och i Rörvik på Onsalahalvön (Fig. 1).

## 3. Utförande

### 3.1. Provtagning

Medeluppehållstiden för submikrona partiklar i luft anses vara i storleksordningen  $10^2$ - $10^3$  h och för partiklar i området 1-10  $\mu\text{m}$  10-100 h. Medan man för PAH har funnit att  $\approx 90$  % återfinnes på partiklar med en aerodynamisk diameter på  $< 2$   $\mu\text{m}$ , så gäller för det totala organiska materialet att större delen återfinns på partiklar 1-10  $\mu\text{m}$  (9). I La Jolla undersökningen bestämdes torrdepositionen, vilket innebär att fraktionen 30-50  $\mu\text{m}$  utgjorde den dominerande delen.

Vi valde att utföra provtagningen med high-volume sampler teknik. Provtagningstiden var 24 tim och provvolymen under första perioden ca 1000  $\text{m}^3$ , därefter ca 1400  $\text{m}^3$ . Metoden medger en uppsamling av partiklar upp till 60  $\mu\text{m}$ . Partiklarna samlades upp på glasfiberfilter (142 mm), vilka före användandet extraherades med etanol och n-hexan. Filtret fixerades med en ring av teflon.



De båda mätstationerna är utrustade med ett flertal kontinuerligt registrerande instrument. Sålunda sker kontinuerlig registrering av bl.a. vindhastighet, vindriktning, temperatur och kornstorleksfördelning. Trajektorieberäkningar för stationen i Rörvik erhålls från NILU.

### 3.2. Upparbetning och analys

Prover för analys valdes med hänsyn till trajektorier och markvinddata.

Filtrensoxhletextraherades i 16 tim med kloroform. Extraktet indunstades till torrhet, återupplöstes i hexan och renades på Florisilkolonn före behandling med rykande svavelsyra (7% SO<sub>3</sub>). Metoden är tidigare utförligt beskriven (3). Proverna analyserades på gaskromatograf med electron capture detektor. Två olika kolonner användes, 3% SP 2100 på Chromosorb W 100-120 mesh och 3% OV 225 på Chromosorb W 100-120 mesh.

Som referens användes lösningar av Arochlor 1248, 1254 och 1260 samt hexaklorbensen i hexan. Kvantifieringen utfördes med hjälp av den referens som bäst stämde överens med provet vad beträffar topparnas retentionstider och inbördes förhållande. I tveksamma fall gjordes beräkningarna med flera referenser.

## 4. Resultat

PCB-halten i Göteborg under perioden 1975-12-09--1976-02-06 varierade från 0,05 till 2,6 ng/m<sup>3</sup>. 10 värden av 28 var >1 ng/m<sup>3</sup>. I Rörvik var halterna lägre; 0,02-0,3 ng/m<sup>3</sup> under perioden 1976-01-13--02-06. HCB-halten i Göteborg under perioden var <0,001-0,3 ng/m<sup>3</sup> och i Rörvik <0,0001-0,006 ng/m<sup>3</sup>. Samtliga resultat från perioden redovisas i Fig. 2-5. Fig. 2 visar halten PCB uttryckt i µg/g stoft, Fig. 3 i ng/m<sup>3</sup> och Fig. 4 och 5 motsvarande för HCB.



Allmänt gäller i figurerna att avsaknad av data betyder att provtagning ej utförts. Beträffande HCB gäller utöver detta att närvaro av andra föroreningar ibalnd omöjliggjort bestämning. Vid jämförelse mellan Fig. 2 och Fig. 3 framgår att förhållandet mellan staplarna, d.v.s. halterna, är olika vid de två sätten att redovisa. Detta beror på den mycket varierade stoftmängden samt att halten PCB inte är korrelerad till stofthalten (se nedan). En liten stoftmängd kan alltså, även om mängden PCB per g är stor, ge en låg halt räknat per kubikmeter.

Under de senare mätperioderna är halten PCB i Göteborg generellt lägre, från 0,02 till 0,48 ng/m<sup>3</sup>, medan halten i Rörvik är oförändrad. Vad gäller HCB så uppmättes vid två tillfällen i Göteborg halten 0,008 ng/m<sup>3</sup>, i övrigt var halten 0,001-0,003 ng/m<sup>3</sup>. Resultaten från 1977-78 redovisas i Fig. 6-9.

I Fig. 10 har PCB-halterna i ng/m<sup>3</sup> för januari 1978 avsatts mot stofthalterna (gravimetriskt bestämda). Som synes finns inget samband mellan stofthalt och PCB-halt. För att undersöka om PCB-halten möjligen var korrelerad till stofthalten avsattes dessa mot varandra, Fig. 11. Inte heller här erhöles något samband.

## 5. Diskussion

Att en stor del av de tyngre klorerade kolväten som belastar naturen lufttransporteras till recipienten är de flesta forskare eniga om. Huruvida denna transport, när det gäller PCB, sker i gasfas eller bundet till partiklar och i så fall till vilken storleksfraktion diskuteras alltjämt (10,11,12). Vid starten för detta projekt dominerade uppfattningen att det var fråga om partikelbunden transport över måttliga avstånd, vilket bestämde valet av provtagningsmetod.

Ett annat problem vid bedömningen av resultaten hänger ihop med de långa provtagningstiderna.

Komponenter adsorberade på en partikelyta kommer att vara i jämvikt med omgivande luft. Vid en långvarig provtagning av luftmassor med varierande koncentration störs denna jämvikt och ämnen kan avgå eller kondensera, speciellt om temperaturen varierar mycket under provtagningstiden. Man har också kunnat konstatera ett visst undertryck på filterbaksidan under provtagning, vilket kan medföra substansförlust speciellt för flyktigare föreningar.

Med tanke på vad som sagts ovan bör resultaten inte betraktas som absolutvärden för luftens innehåll av PCB och HCB, men vad beträffar PCB, väl användas för jämförelse mellan mätstationer, luftursprung o.s.v.

Vi kan först konstatera att de erhållna halterna är att betrakta som låga. I en rapport från 1979 har en sammanställning av PCB-halter i luft, uppmätta vid olika stationer i USA, gjorts (12). Halterna varierar från 0,02 till 1,6 ng/m<sup>3</sup> i renluftsområden och upp till 5 ng/m<sup>3</sup> i urbaniserade områden. Den högsta uppmätta halten i Göteborg var 2,6 ng/m<sup>3</sup> under den första mätperioden och 0,48 ng/m<sup>3</sup> under de senare.

Vid en jämförelse mellan resultaten från respektive mätstation under den första mätperioden framgår att huvuddelen av den PCB mängd som uppmättes i Göteborg härrör från lokala källor och således inte är långdistanstransporterad. Denna uppfattning styrks av det faktum att vi inte erhåller någon korrelation till långdistanstransporterade partiklar. De senare provserierna genomfördes i syfte att försöka riktningslokalisera dessa källor.

Förutsättningen för detta är dels att emissionen sker kontinuerligt dels att vindförhållandena är relativt stabila vad avser riktning och hastighet, så att flera prover på



luft med samma ursprung erhålls. Hänsynmåste också tas till eventuell nederbörd.

Tänkbara lokala emittenter är:

Industrier, raffinaderier på Hisingen och i Stenungsund	sekt. 7 och 8
Varven i Göteborg (vid bortslipning av bottenfärg)	sekt. 6
Sopförbränningsanläggningen i Båstad	sekt. 4
Spilloljeanläggningen i Halmstad	sekt. 4
Sävenäsanläggningen	sekt. 2

Flertalet av dessa tänkbara källor är av diskontinuerlig natur.

Under den första mätperioden uppmättes de högsta halten  $2,6 \text{ ng/m}^3$ , den 18 december. Vinddata från Torslanda visar att dygnet inleddes med en vindstilla period, därefter ökade vinden till  $2 \text{ m/s}$  i sektor 8 och senare till  $9 \text{ m/s}$  i sektor 6+7. Den näst högsta halten,  $1,7 \text{ ng/m}^3$ , uppmättes den 14 januari 1976. Detta dygn omfattade perioder med både vindstilla och svaga vindar i sektor 8, 1 och 2. Även nästa dygn dominerades av svaga vindar i sektor 1 och 2. PCB-halten var  $1,3 \text{ ng/m}^3$ . Den 19, 21 och 22 januari var vindarna måttliga och varierade mellan VSV och NNV (sektor 6, 7 och 8). Den 19 och 22 var den uppmätta PCB-halten  $1,3 \text{ ng/m}^3$  för att den 21 vara endast  $0,2 \text{ ng/m}^3$ . Detta överraskande låga värde kan vara en effekt av uttvättning då det regnade både den 20 och 21. Periodens lägsta halter,  $0,1 \text{ ng/m}^3$ , uppmättes den 3 och 4 februari. Samma låga halter uppmättes samtidigt i Rörvik och kan därför betraktas som bakgrundsvärden utan lokal påverkan.

De senare mätperioderna uppvisar inte lika markanta förhöjningar - halterna är generellt lägre. Fortfarande kan man konstatera att vind från sektorerna 2, 6, 7 och 8 ofta

ger en förhöjning av PCB-halterna. Eftersom förhöjningarna under dessa mätperioder är betydligt mindre än tidigare, ligger halterna i Rörvik och Göteborg mycket nära varandra. Detta innebär att de lokala emissionerna måste ha minskat betydligt jämfört med 1975-76.

De PCB-halter som uppmättes under de senare mätperioderna förefaller betryggande låga - få värden översteg  $0,2 \text{ ng/m}^3$ . Om antagandet att enbart 10% av atmosfärens PCB transporteras bundet till partiklar är korrekt, finge vi istället räkna med en totalhalt på  $2 \text{ ng/m}^3$ , inte heller den alarmerande hög.

Att den faktiska mekanismen för spridning och deposition av PCB i atmosfären inte är känd utan fortfarande diskuteras beror mycket på att någon invändningsfri provtagningsmetod ännu inte existerar. Innan någon sådan metod tagits fram, förefaller ytterligare immisionsmätningar omotiverade. Det bör ge ett bättre resultat att istället utföra emissionsmätningar och med kunskap om fördelningen av PCB mellan gasfas och olika partikelfraktioner beräkna spridning och deposition med hjälp av spridningsmodeller.



Referenser:

1. Södergren, A. PCB in airborne fallout. PCB conference II. SNV publikation 1973:4E.
2. Ekstedt, J., Odén, S. Grundförbättring, 26, 3, (1973-74).
3. Laveskog, A., Lindskog, A. Chlorinated Hydrocarbons in the Atmosphere. Chem. Ing. Teach. 48:1 (1976).
4. Mc Clure, V.E. Transport of Heavy Chlorinated Hydrocarbons in the Atmosphere. Env. Science Technology 10 (1976):13
5. Mc Clure, V.E., Lagrange, J. Deposition of Heavy Chlorinated Hydrocarbons from the Atmosphere. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 17(1977):2
6. Lindskog, A. Rapport till SNV 1975 och 1976
7. Ahling, B., Lindskog, A. Thermal destruction of PCB and Hexachlorobenzene. The Science of Tot. Envir. 10(1978)51-59.
8. EPA-report 560/6-76-014. Environmental contamination from Hexachlorobenzene. NTIS: PB 251874.
9. De Wiest, F., Any Factors Influencing the Dispersion and the Transport of Heavy Hydrocarbons Associated with Airborne Particles. Atm. Environment 12(1978) 1705-1711.
10. Bidleman, T.F., Rice, C.P., Olney, C.E., in "Marine Pollutant Transfer", H.L. Windom and R.A. Duce, Eds., Lexington Books, Lexington Mass., (1977), 323-51.
11. Bidleman, T.F., Olney, C.E. Chlorinated Hydrocarbons in the Sargasso Sea Atmosphere and Surface Water. Science 183(1974)516.
13. Eisenreich, S.J., Hollod, G.J. Accumulation of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Surficial Lake Superior Sediments. Atmospheric Deposition. Env. Science Techn. 13 (1979)569.

FIG 1

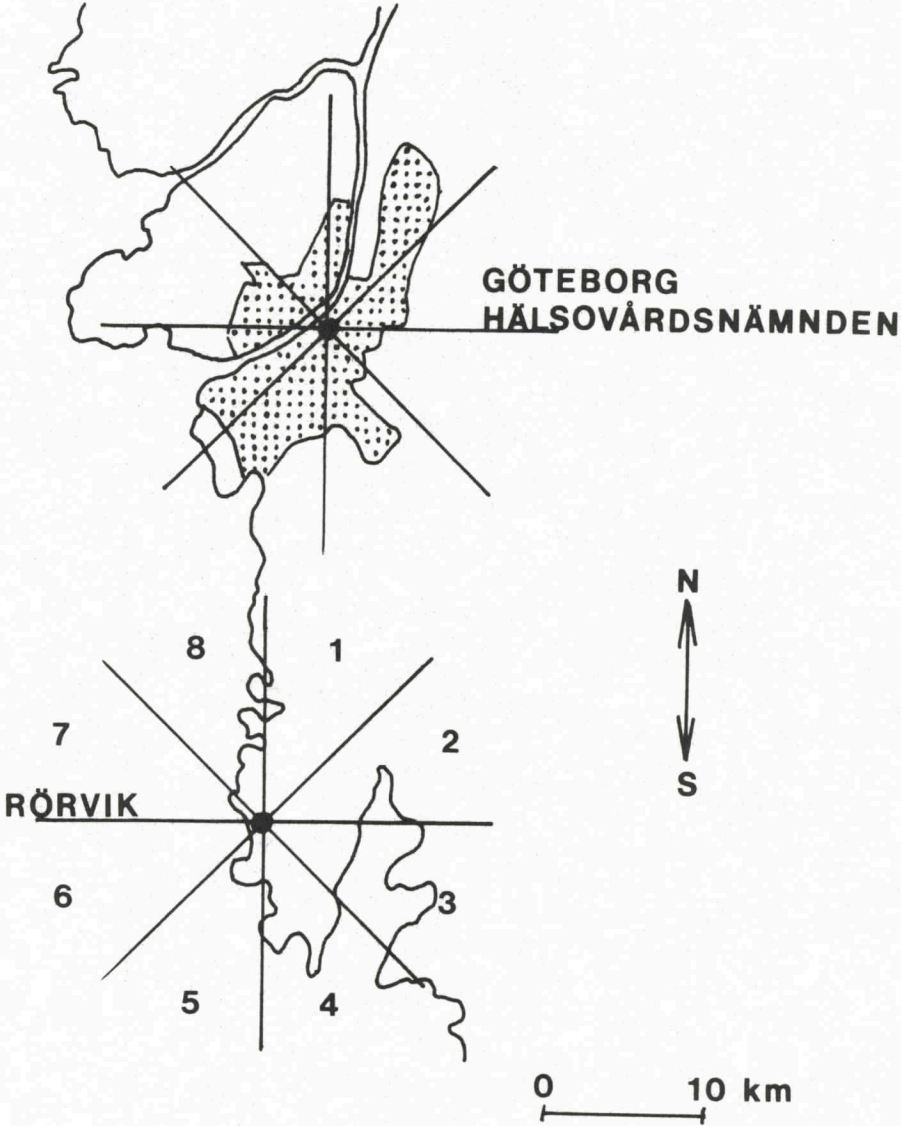


FIG 2

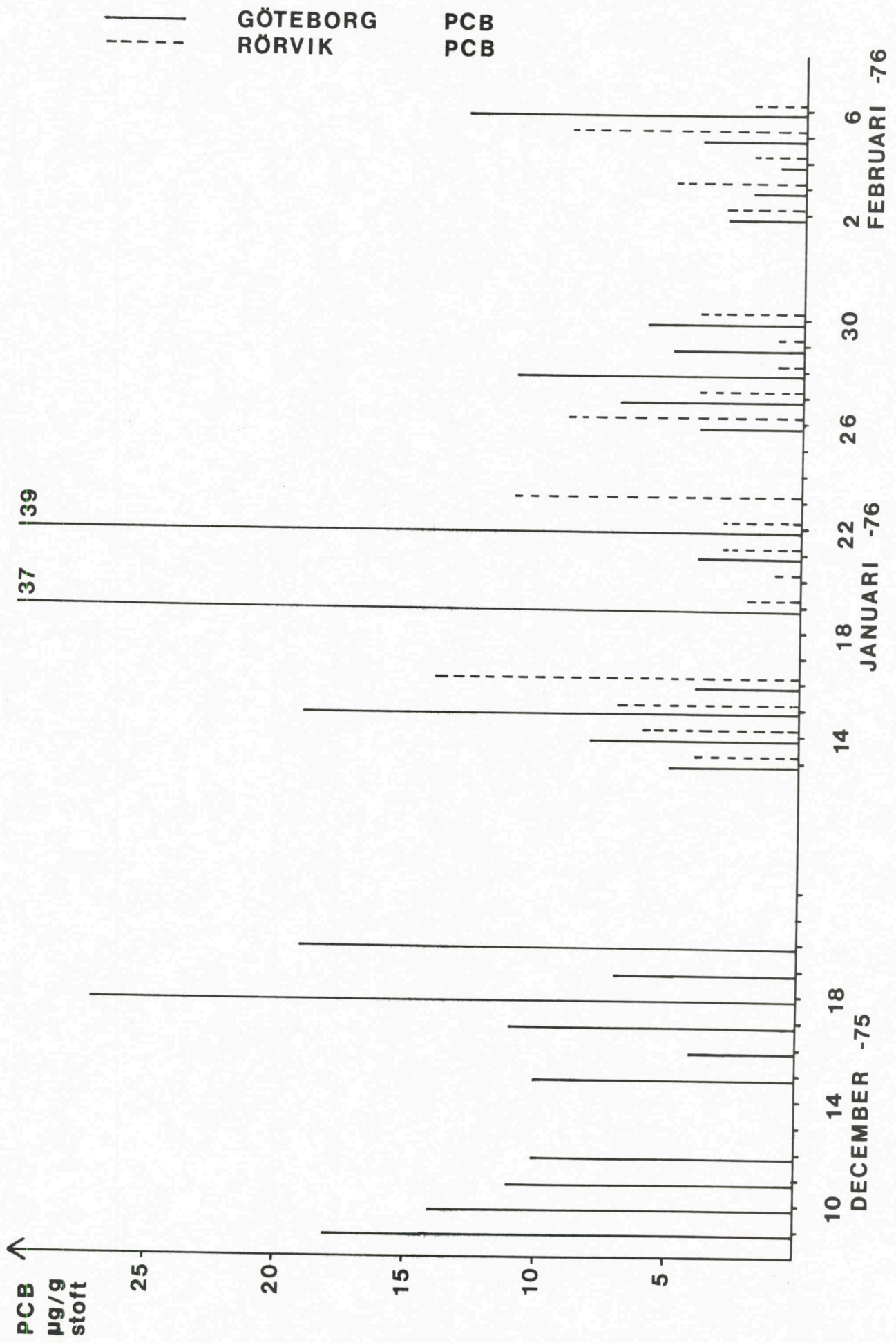


FIG 3

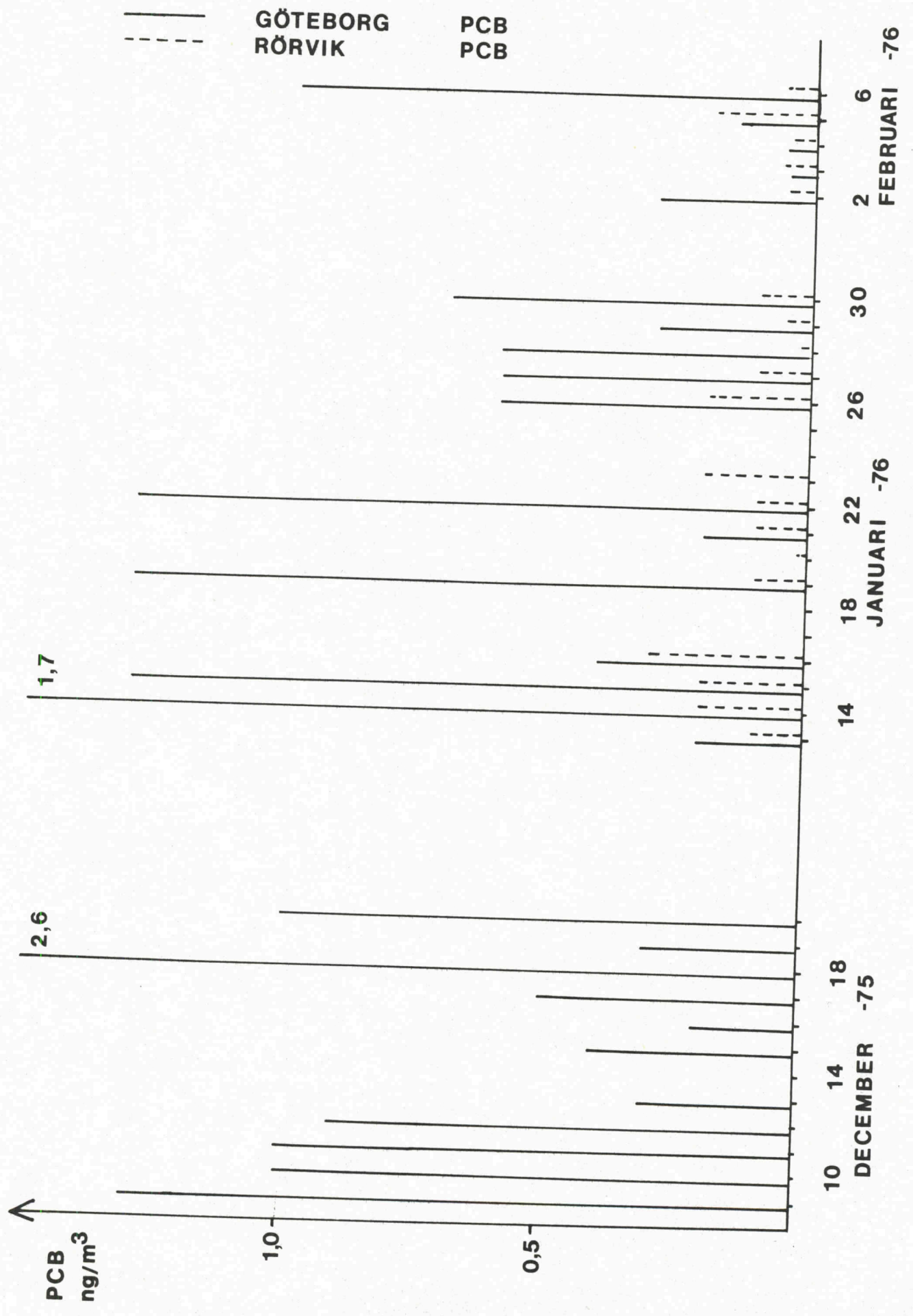




FIG 4

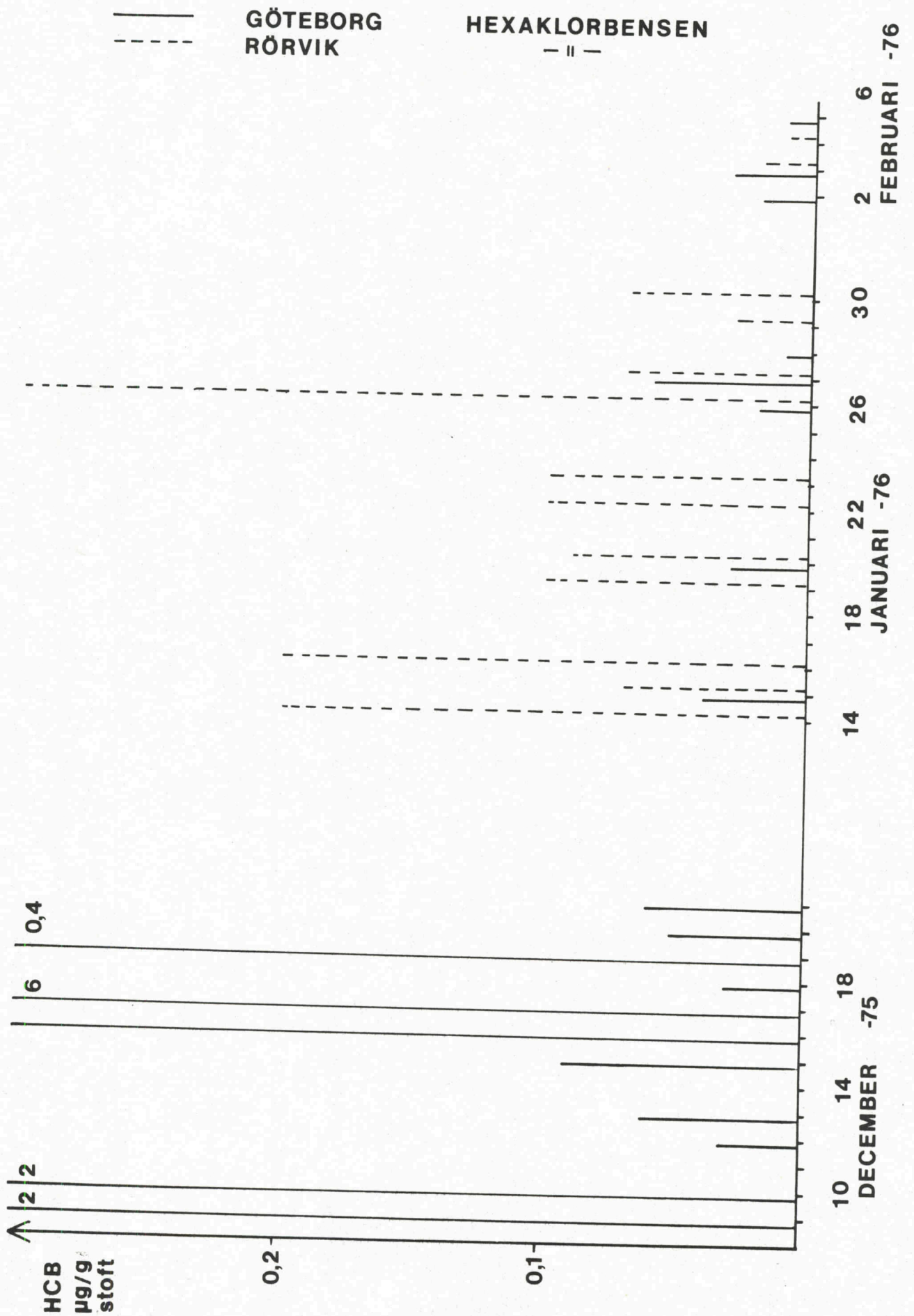


FIG 5

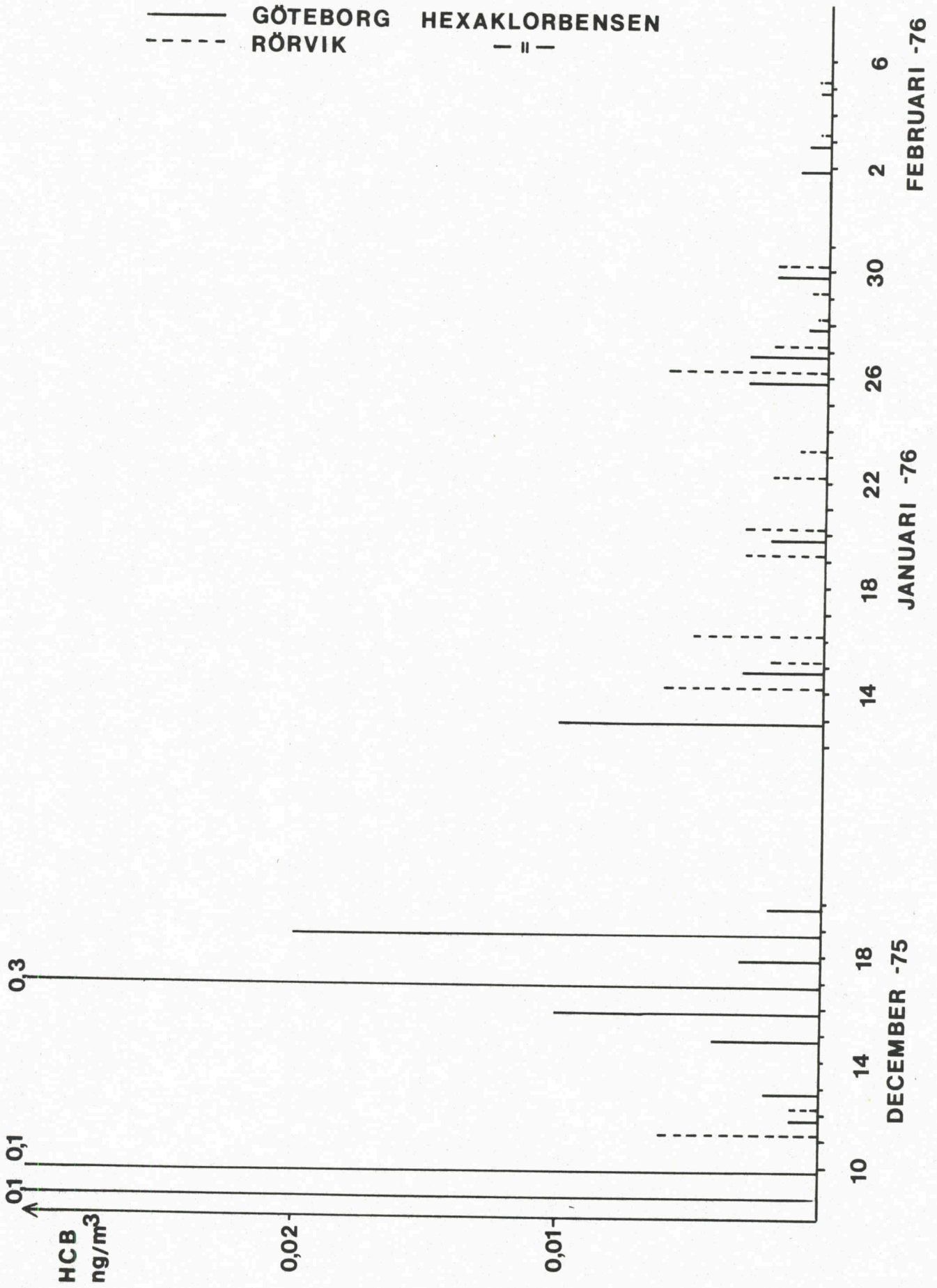


FIG 6

— GÖTEBORG AROCLOR 1248+1260  
- - - GÖTEBORG " 1248  
- · - · RÖRVIK " 1248

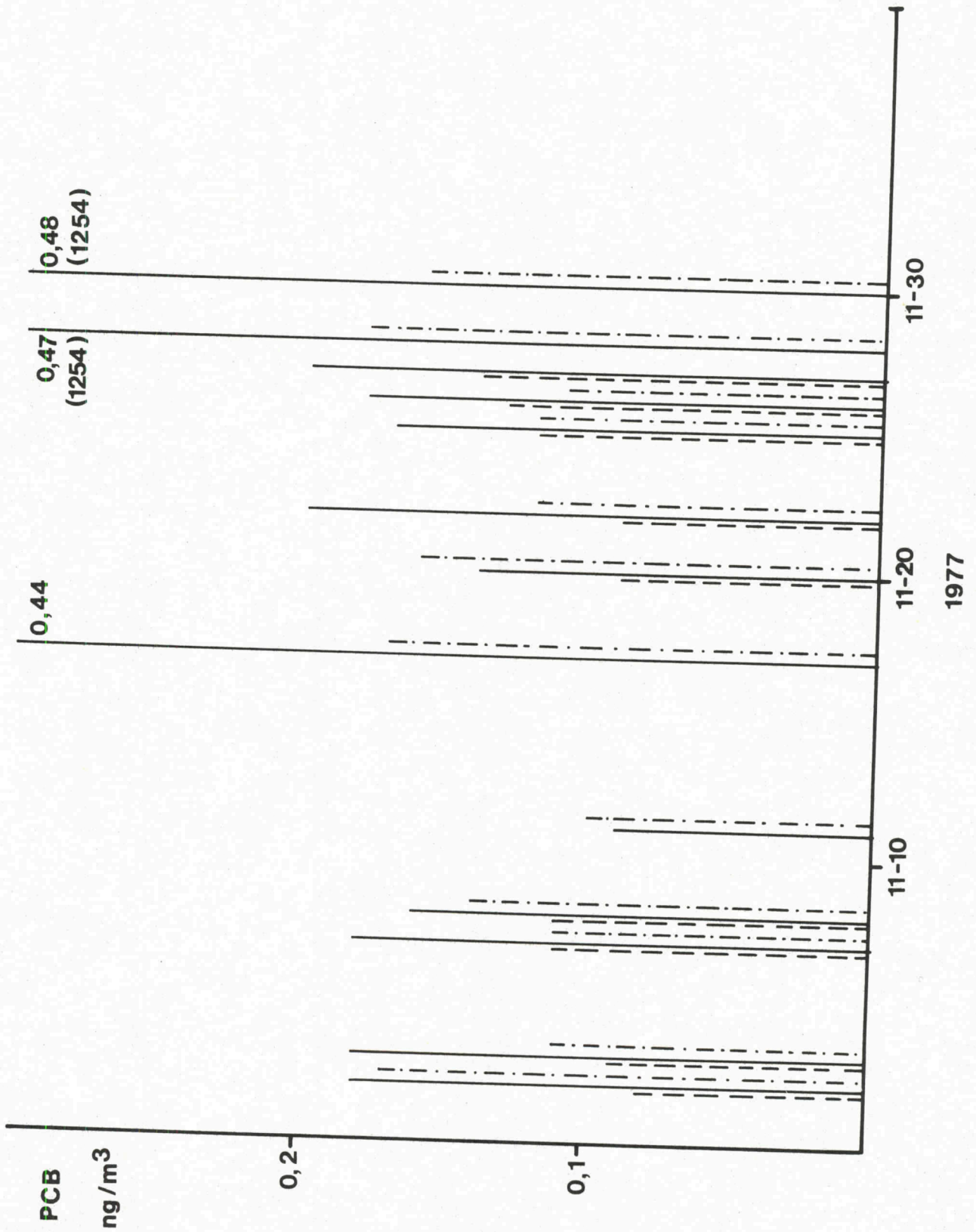


FIG 7

—	GÖTEBORG	AROCLOR	1248 + 1260
- - -	GÖTEBORG	"	1248
· · · · ·	RÖRVIK	"	1248 + 1260
- · - · -	RÖRVIK	"	1248

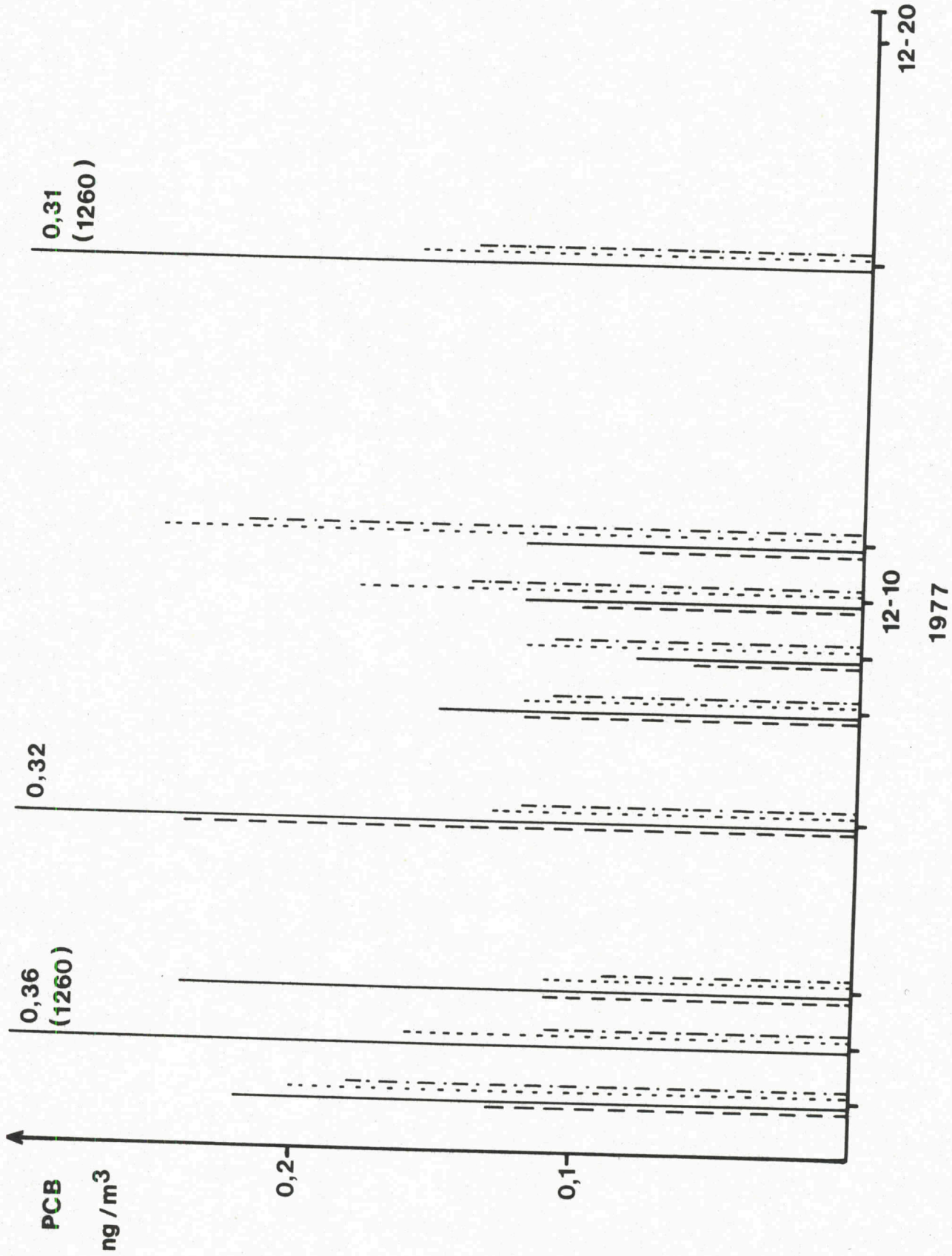
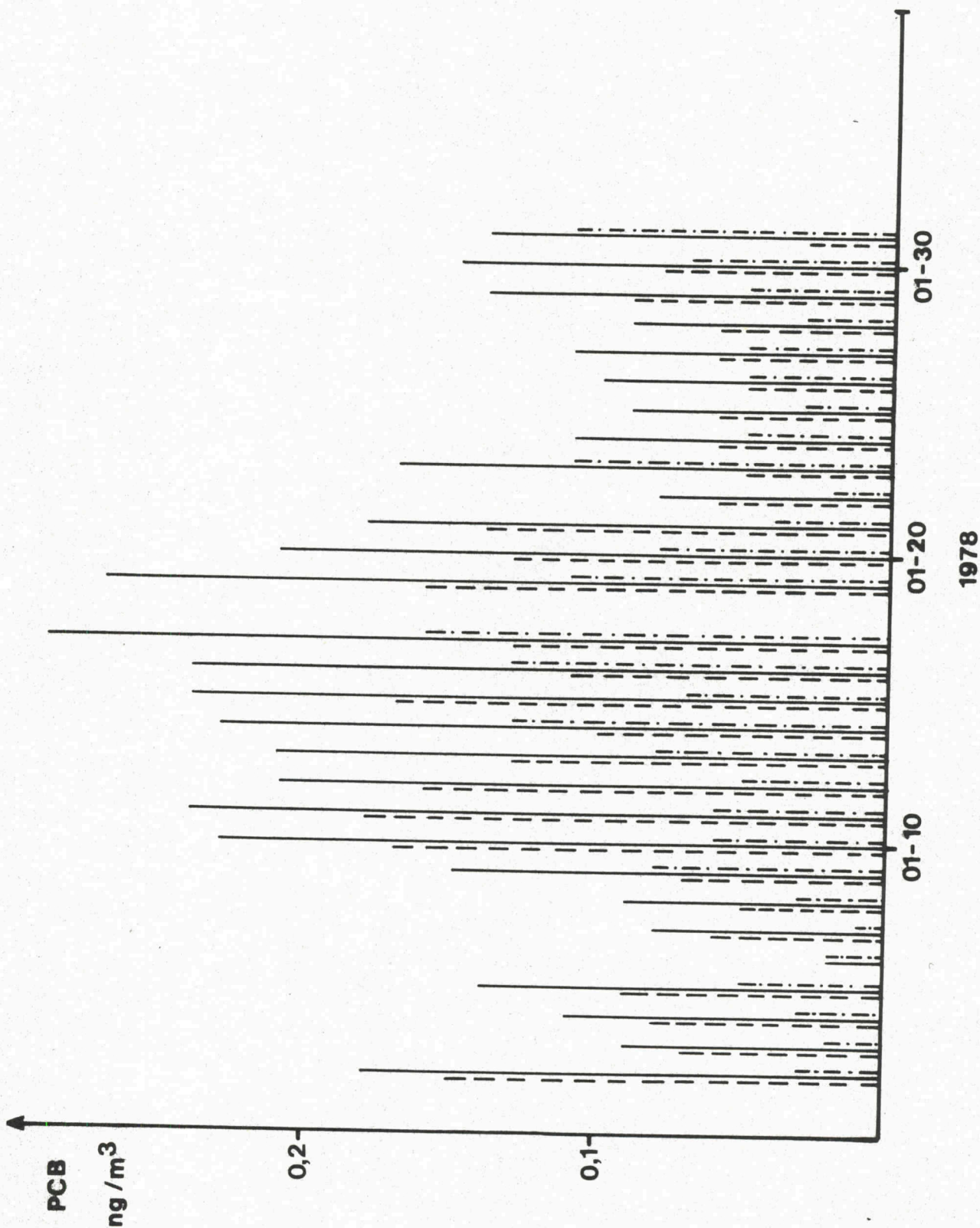




FIG 8

—	GÖTEBORG	AROCLOR	1248 + 1260
- - -	GÖTEBORG	"	1248
- · - · -	GÖTEBORG	"	1260



————	GÖTEBORG	AROCLOR	1248 + 1260
-----	GÖTEBORG	"	1248
.....	RÖRVIK	"	1248 + 1260
-.-.-.-	RÖRVIK	"	1248

FIG 9

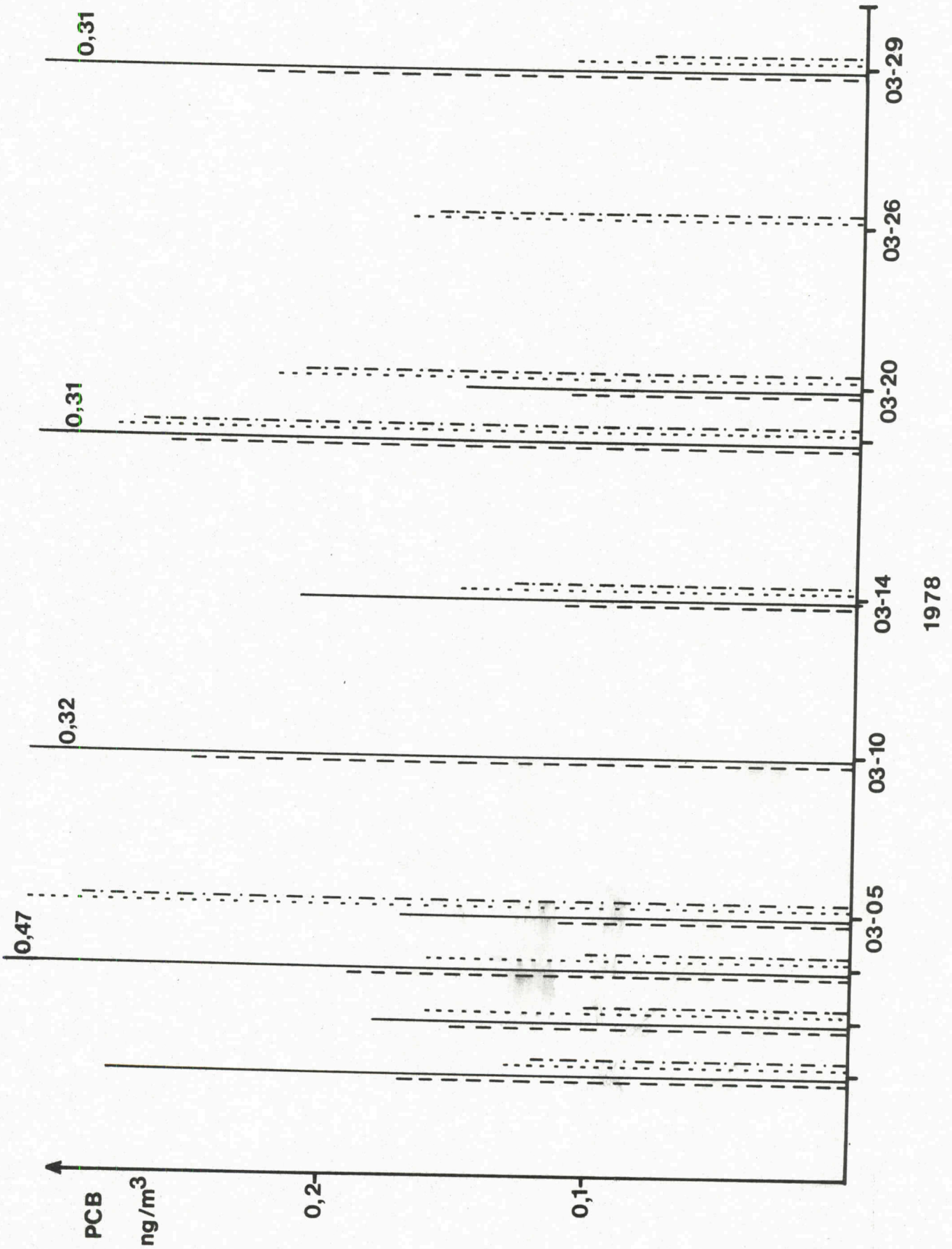
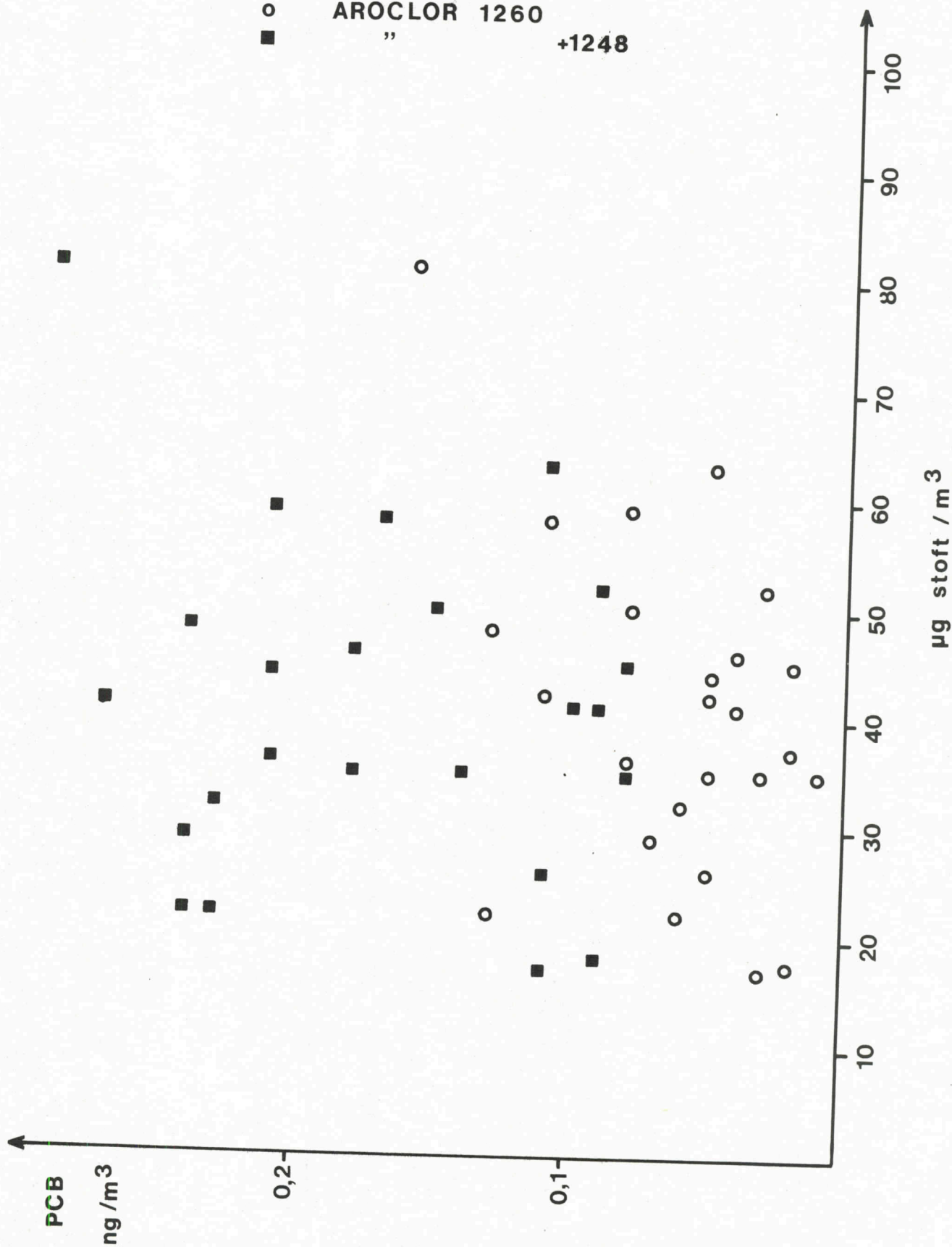


FIG 10

GÖTEBORG januari 1978

○ AROCLOR 1260  
■ " +1248





GÖTEBORG januari 1978

AROCLOR 1260

