

STATENS FORSKNINGSSENTER FOR ARBEIDSMEDISIN OG YRKESHYGIENE  
(AMY)

Arbeidsfysiologisk seksjon \* Arbeidsmedisinsk seksjon \* Toksikologisk seksjon  
Yrkeshygienisk seksjon \* Informasjons- og opplæringsseksjon

Titel: ORGANISKE FORURENSNINGER I INNEKLIMA  
UTPRØVING AV METODER

Forfatter(e): Heidi Lindstrøm  
Harald Barstad

Prosjektansvarlig: Per E. Fjeldstad

Prosjektmedarbeidere:

Utgiver (institutt): Forskningscenteret AMY  
Yrkeshygienisk seksjon

Dato: 04.05.87 Antall sider: 16

ISSN:

0800-3777

Serie:

HD 940/87 IN

Sammendrag:

Rapporten beskriver utprøving av metoder for å bestemme innholdet av organiske komponenter i luft og organiske komponenter adsorbent til støv. Metodene som er utprøvd benytter GC-MS med termisk desorpsjon og kjølefelte.

Det er funnet at metoden fungerer tilfredsstillende for å identifisere og kvantifisere organiske komponenter i luft. Når det gjelder organiske forbindelser adsorbent til støv kan ikke metoden benyttes.

Stikkord:

Inneklima  
Organiske komponenter  
GCMS

Key words:

Indoor air  
Organic Components  
GCMS

## INNHOLDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	s. 1
2. ORGANISKE FORURENSNINGER I LUFT	s. 2
2.1 Metode	s. 2
2.2 Innsamling av prøver	s. 3
2.3 Resultater	s. 3
2.4 Vurdering	s. 7
3. ORGANISKE FORURENSNINGER ADSORBERT TIL STØV	s. 8
3.1 Metode	s. 8
3.2 Innsamling av prøver	s. 9
3.3 Resultater	s. 9
3.4 Vurdering	s. 12
4. KONKLUSJON	s. 13
VEDLEGG	s. 14

## 1 INNLEDNING

Arbeidstakere ved enkelte kontorer og andre ikke-industrielle virksomheter klager ofte over hodepine, unormal tretthet og såre øyne. Det er mistanke om at symptomene har sammenheng med luftkvaliteten.

En rekke ulike faktorer bidrar til luftkvaliteten. Det er i dag usikkerhet om hvilke av disse faktorer som kan ha betydning for symptomene nevnt over.

Statens forskningssenter for arbeidsmedisin og yrkeshygiene (AMY) har satt i gang et tverrfaglig prosjekt for å utrede problemet. Prosjektgruppen vil foreta en kartlegging av arbeidsplasser med og uten problemer med inneklimate.

En håper å finne fellestrekk ved arbeidsplassene med uttalte inneklimateproblemer for på denne måten å kunne knytte ubehag og helsevirkninger til en eksponering av kjente fysiske og/eller kjemiske variable. En slik kartlegging må inbefatte måling av temperatur og luftfuktighet, måling og analyse av støv og elektrisk ladede partikler, og analyse av organiske mikroforurensninger.

Rapporten tar for seg resultater fra en utprøving av metoder for å analysere organiske mikroforurensninger i inneklimate. I den forbindelse er det sett på 2 aktuelle problemområder:

(1) Organiske forurensninger i luft

(2) Organiske forurensninger adsorbent til støv

Hensikten med rapporten er å ta stilling til hvorvidt de nevnte forurensninger er aktuelle å analysere i forbindelse med inneklimateprosjektet.

De innledende forsøk er gjort ved analyser av prøver fra AMY og Sparebankens Kredittselskap, Oslo. I tillegg er det tatt 1 støvprøve i leilighet, Lillestrøm.

## 2 ORGANISKE FORURENSNINGER I LUFT

Konsentrasjonsnivåer av de ulike organiske komponentene i en normal atmosfære av inneluft fra kontormiljøer eller andre ikke-industrielle bygninger skulle undersøkes. For å få begrep om de aktuelle konsentrasjonsområder og variasjoner i bakgrunnsverdier må steder uten slike problemer undersøkes. I den forbindelse ble det foretatt målinger i 3 ulike kontorer ved AMY. Det ble også foretatt måling av luften ved Sparebankens Kredittselskap som representant for bygg med inneklimateproblemer.

### 2.1 Metode

Luft pumpes gjennom glassrør fyllt med 100 mg Tenax TA 20/35 mesh. Pumpehastighet er ca. 100 ml /min og prøvetakingstid ca. 1 time. Tenax-rørene forsegles med skrufatninger av messing og teflon.

Prøvene analyseres med Hewlett-Packard 5995 gasskromatograf koblet massespektrometer, der injektor er termisk desorpsjonsovn med kjølefelle, TCT fra Chrompack.

Betingelser for analysen:

Kolonne:	SE 54, 25 m x 0,33 mm ID, df = 0.2 µm.
Bæregass:	Helium 0.9 bar
Bæregasshastighet:	1 ml / min ved 200 °C.
Temperaturprogram:	30 °C i 2 min. 6 °C / min til 270 °C.
Desorpsjon:	240 °C i 10 min. Flushing 10 ml/min.
Kjølefelle:	Coating: CP-Sil 5 CB, 40 cm x 0.32 mm ID, df = 1.2 µm. Temperatur -110 °C
Injeksjon:	Kjølefelle 220 °C i 3 min., flushing 1 ml/min. Injektorblokk 220 °C. GC-ovn 30 °C.
Interface:	Purge 0.5 ml / min. Temperatur 280 °C.

### Kvantifisering:

For å kunne kvantifisere prøvene er det benyttet standarder. Standardblanding er laget ved å veie ut ca. 100 mg av aktuelle komponenter. 2 µl av blandingen injiseres på en tett kolbe med septum-uttak. Etter at all væsken har gått over til gassform tas ønsket mengde ut i en sprøyte og injiseres direkte på Tenax-rør i desorpsjonsovn. I dette arbeidet gjenstår fremdeles noen modifikasjoner.

### 2.2 Innsamling av prøver

Prøvene ved AMY ble samlet inn ved å ta 3 stasjonære prøver i vilkårlige kontorer, samt 1 prøve av uteluft, mars 1986.

Ved Sparebankens Kredittselskap ble det tatt en prøveserie i februar 1987. Også her ble det tatt 3 stasjonære prøver.

Prøve 5: Tatt på konferanserom, 8.etasje. Prøven er tatt i bordhøyde rett under takventil som drysset støv.

Prøve 6: Tatt i skrivebordshøyde (1 m) på kontor i 6. etasje, der personalet har hatt problemer med f.eks. tørre øyne.

Prøve 7: Tatt i stående hodehøyde (1.6 m) ved samme kontor som prøve 6.

### 2.3 Resultater

I hver av de analyserte prøvene ble det funnet 50 - 70 ulike organiske forbindelser ( eksempel på kromatogram i vedlegg 1, s. 14). Konsentrasjonsnivåene var i størrelsesorden 0.1-70 µg/m<sup>3</sup>. Det var store ulikheter mellom kontorene. Resultater fra AMY er vist i tabell 1 s. 4, og resultater fra Sparebankens Kredittselskap i tabell 2 s. 5 og 6.

Arsaken til forskjellen i antall komponenter i de to prøveseriene ligger på identifiseringssiden. Prøveserien tatt ved AMY inneholder flere komponenter enn angitt i tabell 1.

luftkonsentrasjoner i $\mu\text{g} / \text{m}^3$				
	Uteluft	kontor kjeller	kontor brakke	kontor medisin
luftvolum	15.4 l	13.0 l	11.7 l	12.9 l
n-heksan	2.4	8.6	0.5	1.6
n-oktan*	0.4	0.5	1.4	0.4
n-dekan*	1.5	1.2	0.7	1.0
n-dodekan	0.9	1.5	2.4	2.1
n-heksadekan*	1.1	1.5	1.3	3.1
benzen	9.0	6.4	2.5	4.3
toluen	18	18	11	1.4
o-xylen	4.8	5.7	3.5	5.1
m- og p-xylen*	10	13	7.3	10
etylbenzen	3.8	4.9	3.6	4.3
3-etyltoluen*	3.7	4.3	2.3	3.8
1,2,3-trimetyl- benzen	1.3	1.4	1.0	1.4
1,2,4-trimetyl- benzen*	4.7	6.3	3.3	5.4
limonen	-	-	3.4	15
butanol	-	-	3.9	-
acetone*	-	-	-	-
1,1,1-trikloreten	0.7	0.9	6.8	4.5
tetrakloreten*	0.7	1.9	0.5	2.1
diklorbenzen*	0.5	0.6	14	16

Tabell 1: Resultater fra luftmålinger ved AMY, mars 1986

	luftkonsentrasjoner i $\mu\text{g} / \text{m}^3$		
	konferanse-rom	kontor (1m)	kontor (1.6m)
luftvolum	8.9 l	5.5 l	5.0 l
n-heksan	4.7	3.7	5.7
n-heptan*	5.3	3.1	3.6
n-oktan*	2.3	-	3.4
n-nonan*	3.1	-	3.7
n-dekan	5.1	-	6.3
n-undekan*	7.7	5.9	9.1
n-dodekan	7.1	8.2	12
n-tridekan*	7.6	9.2	12
n-tetradekan*	6.7	7.6	10
n-pentadekan*	4.8	5.6	8.7
n-heksadekan*	3.9	3.9	8.5
n-heptadekan*	1.8	2.4	4.4
n-oktadekan*	1.5	-	-
benzen	21	18	25
toluen	70	43	62
o-xylen	18	8.9	16
m- og p-xylen	46	28	45
etylbenzen	15	8.3	13
3-etyltoluen	14	7.1	13
2-etyltoluen*	4.7	3.3	4.8
1,2,3-trimetylbenzen	5.2	4.1	5.5
1,2,4-trimetylbenzen	19	10	18
1,3,5-trimetylbenzen*	5.4	3.5	5.6

Tabell 2: Resultater fra luftprøver ved Sparebankens Kredittselskap, februar 1987.

Tabell 2 forts.

	luftkonsentrasjoner i $\mu\text{g} / \text{m}^3$		
	konferanse- rom	kontor (1m)	kontor (1.6m)
luftvolum	8.9 l	5.5 l	5.0 l
isopropylbenzen*	2.2	-	-
propylbenzen*	4.8	-	5.5
naftalen*	3.1	2.8	3.0
dimetyl-naftalen*	-	-	3.3
limonen*	2.1	-	2.9
$\alpha$ -pinen*	5.1	5.6	5.6
1,1-propyl- 4-metyl-2-fenol*	-	4.3	23
dietylftalat*	-	2.1	-
benzothiazole*	-	-	2.8
1,1,1-trikloretan	2.7	8.0	15
tetrakloretan*	2.6	2.1	2.6

Tabell 2: Resultater fra luftprøver ved Sparebankens Kreditselskap, februar 1987.

\* betegner at konsentrasjonene bygger på anslåtte responsfaktorer. Dette kan gi systematisk for høye eller lave verdier på 20 - 30 %. Disse feil vil kunne elimineres ved hjelp av flere beregninger av relative responsverdier ut fra analyse av standardblandinger.

De tilfeldige feil som skyldes unøyaktigheter i topphøydeberegningene ved bruk av totalionestrømskromatogrammet ligger i størrelsesorden 20 %.



## 2.4 Vurdering

Resultatene fra disse 2 prøveseriene viser at selve analysemetoden fungerer tilfredsstillende ved de gitte betingelser. En er ved metoden i stand til å identifisere og kvantifisere de fleste organiske komponenter i luft slik hensikten var.

Det bør imidlertid kjøres standarder for alle komponentene som ønskes kvantifisert, for å minske mulighetene for feil i dette leddet.

Noen bredere vurdering av resultatene har liten hensikt da to prøveserier er for lite bakgrunnsmateriale. Variasjonen i prøve 6 og 7 skyldes trolig ventilasjonsforhold i kontoret.

### 3 ORGANISKE FORURENSNINGER ADSORBERT TIL STØV

En antar at organiske forbindelser adsorbent til støvet i luften kan ha en irriterende effekt, fordi konsentrasjonen blir høy på et begrenset område.

Med utgangspunkt i dette er det ønskelig å kunne analysere svevestøv i luften med hensyn på adsorberte organiske forbindelser. Analysemetoden er basert på GC-MS som for luftprøvene, men det er vanskelig å samle opp tilstrekkelige mengder svevestøv til analysen. En har derfor valgt å prøve ut metoden på nedfallsstøv.

#### 3.1 Metode

Prøvene samles opp på tomme desorpsjonsrør fylt med glassvatt i enden. For å unngå kontaminering av organiske avspaltninger fra glassvatten under analysen, bør rørene kondisjoneres ved 300 °C i 10 minutter.

For å samle støv kobles desorpsjonsrørene til en Dräger belgpumpe og nedfallsstøv på flater samles inn etter sugesprinsippet. Desorpsjonsrørene forsegles med skrufatninger av messing og teflon.

På denne måten får en prøvene direkte på desorpsjonsrøret slik at mellomledd som kan føre til kontaminering, unngås. Prøvene kjøres under samme betingelser som gitt i kapittel 2.1 med unntak av desorpsjonstemperaturen.

Bestemmelse av desorpsjonstemperatur:

Dette punktet ved analysen var usikkert da en ved økende temperatur vil få dekomponering av ulike organiske forbindelser i støvet. En støvprøve ble derfor forsøkt desorbent ved temperaturer fra 80 til 300 °C. Rundt 160 °C begynte en å notere de første organiske dekomponeringsprodukter. Ved temperaturer over 200 °C begynte dekomponeringsproduktene å bli mange slik at de ble

vanskelig å skille fra komponenter adsorbent til støvet. Desorpsjonstemperaturen ble derfor bestemt til 140 og 200 °C da en her vil ligge innen rimelige grenser for dekomponeringsprodukter.

### 3.2 Innsamling av prøver

Prøver ble samlet inn på AMY og ved Sparebankens Kredittselskap.

Ved AMY ble det samlet inn 3 prøver av forskjellig støvmengde på dørkarm i gang. I tillegg ble det tatt 1 støvprøve på lagerrom for bøker ved AMY, samt 1 prøve fra leilighet på Lillestrøm. (Tallene i parentes angir høyde over gulvet).

Prøve 1,2,3: Tatt på dørkarm i gang utenfor kantine (2 m).

Prøve 4: Tatt på hyller i lagerrom, kjeller (1 m).

Prøve 5: Tatt på bord i leilighet, Lillestrøm (0.5 m).

Ved Sparebankens Kredittselskap ble det samlet inn totalt 5 støvprøver.

Prøve 6: På tavleskap i konferanserom (2 m).

Prøve 7: Langs vinduskarm i konferanserom (0.5 m).

Prøve 8: På dørlist i kontor 6. etasje (2 m).

Prøve 9: Demontert takventil (metall).

Prøve 10: Demontert takplate (metall).

Ved innsamlingen av prøvene i Sparebankens Kredittselskap var det vanskelig å få tak i en tilstrekkelig støvmengde til å utføre analysen.

### 3.3 Resultater

Når det gjelder prøve 1,2 og 3, der støvmengden varierer, viser kromatogrammene i vedlegg 2, s. 15, en sterk tendens til økende antall komponenter med økende støvmengde. Dette indikerer at analysene bør tas på så store støvmengder som mulig.

Det er hovedsakelig 3 typer støv som er analysert. Prøve 1,2 og 3 er fnokket støv, 4,6,7,8,9 og 10 er et finfordelt støv, mens prøve 5 inneholder støv av lodott-type.

Prøve 5 skiller seg ut fra de resterende med hensyn på antallet detekterte komponenter sett i forhold til analysert støvmengde (kromatogram i vedlegg 3, s. 16). Størrelsesorden på totalmengde adsorbent materiale er på 1-10 µg/mg støv i prøve 5, mens den er på 0.1-1 µg/mg støv i de resterende prøvene.

Hovedkomponentene i alle de analyserte støvprøvene er hydrokarboner og ftalater. Disse utgjør godt over 90 % av den totale mengden adsorbente forbindelser i de fleste prøvene. I tillegg er det identifisert noen andre komponenter som er gitt i tabell 3 s. 11. Det er sannsynlig at noen av disse forbindelsene er dekomponeringsprodukter.

Prøve nr.	støvmengde (mg)*	Komponenter
1	1.1	Svoveldioksyd
2	2.8	Acetaldehyd, nitrogendioksyd, metylmetakrylat, furfural
3	6.9	Karbondioksyd, nitrogendioksyd, furanforbindelser, benzen, furfural, klorforbindelse, pyren, fluoranten
4	0.4	Klorforbindelser, metylmetakrylat, 2,6 bis (1,1 dimetyletyl)-4-metyl fenol
5	1.6	Karbondioksyd, pentylfuran, triklorbenzen, bifenyl, 2,6 bis(1,4 dimetyletyl)-4-metyl fenol, metyldekylbenzen
6	1.7	Ingen
7	0.5	Ingen
8	1.7	6-metyl-2-fenyl kinolin, etanol
9	6.2	Karbondioksyd, 1,2 dikloretan, svoveldioksyd, pentyl-furan
10	1.7	Ingen

Tabell 3: Komponenter funnet i tillegg til hydrokarboner og ftalater.

\* Innveiling av støvmengde er unøyaktig da prøverørene ble veid på en vanlig analysevekt før og etter prøvetaking ute.

### 3.4 Vurdering

Sammenlikner en de forskjellige analysene ser en svært varierende resultater. Hovedårsaken til dette synes å være at støvtypen og støvmengden varierer.

Resultatene tyder på at organisk materiale ikke har særlig god affinitet til hverken fnokket eller finfordelt støv. Støv av lodott-type har derimot en forholdsvis god evne til å binde organiske komponenter, men ved støvtyper som binder de organiske komponentene godt, vil det være vanskelig å få desorbert prøven fullstendig innenfor den gitte temperatur.

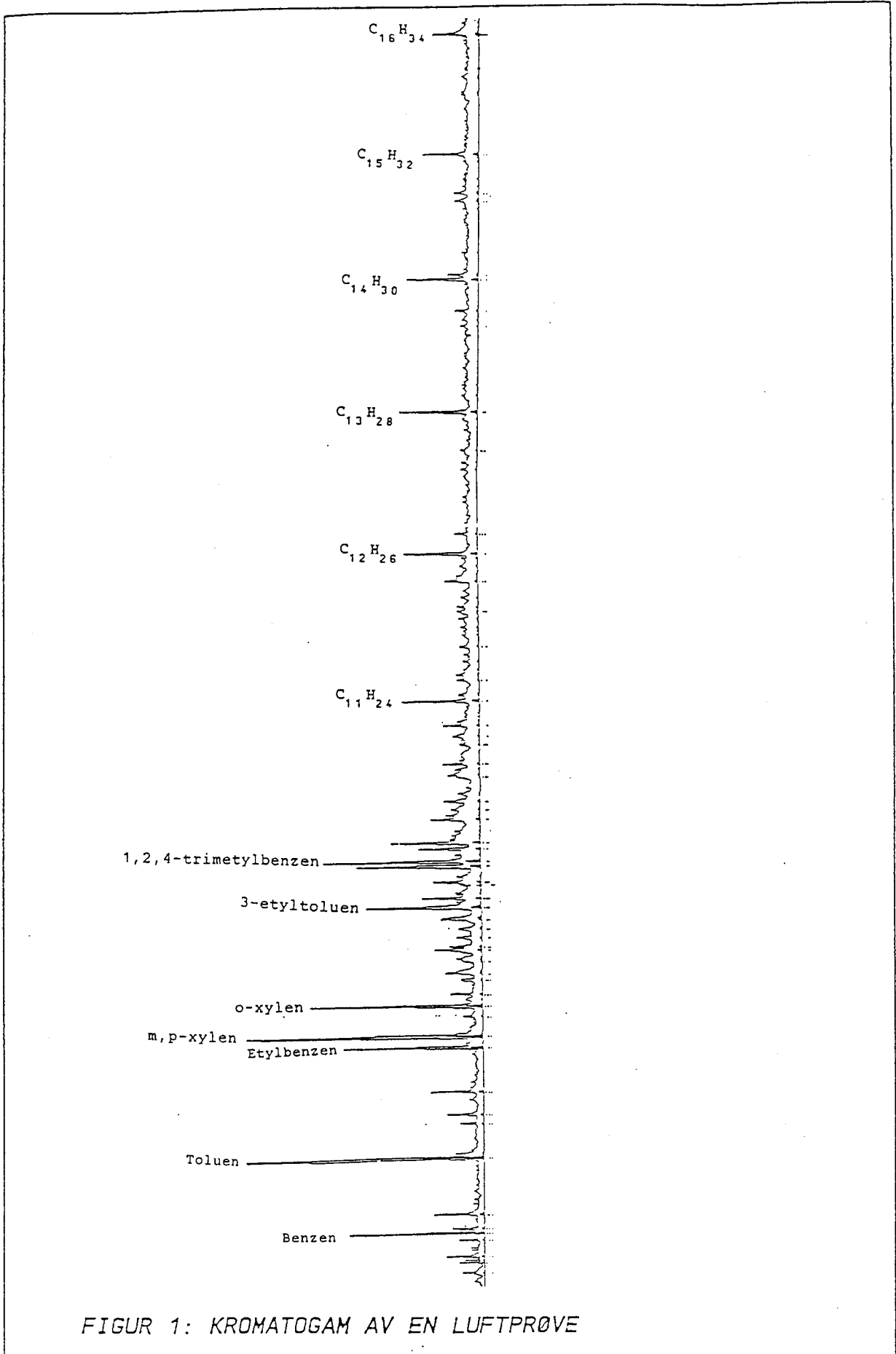
Dette medfører at eventuelle støvmålinger vil avhenge av hvilken type støv en finner i lokalene som undersøkes. Da det i tillegg kan være vanskelig å få samlet opp en tilstrekkelig støvmengde, vil det bli vanskelig å få til en representativ undersøkelse.

#### 4 KONKLUSJON

Utprøvingen av metodene viser at luftprøver med oppsamling på Tenax TA fungerer tilfredsstillende. Denne analysemetoden vil derfor bli benyttet i inneklimaprosjektet ved AMY, høsten 1987. Metoden gir grunnlag for identifisering og kvantifisering av organiske komponenter i luft.

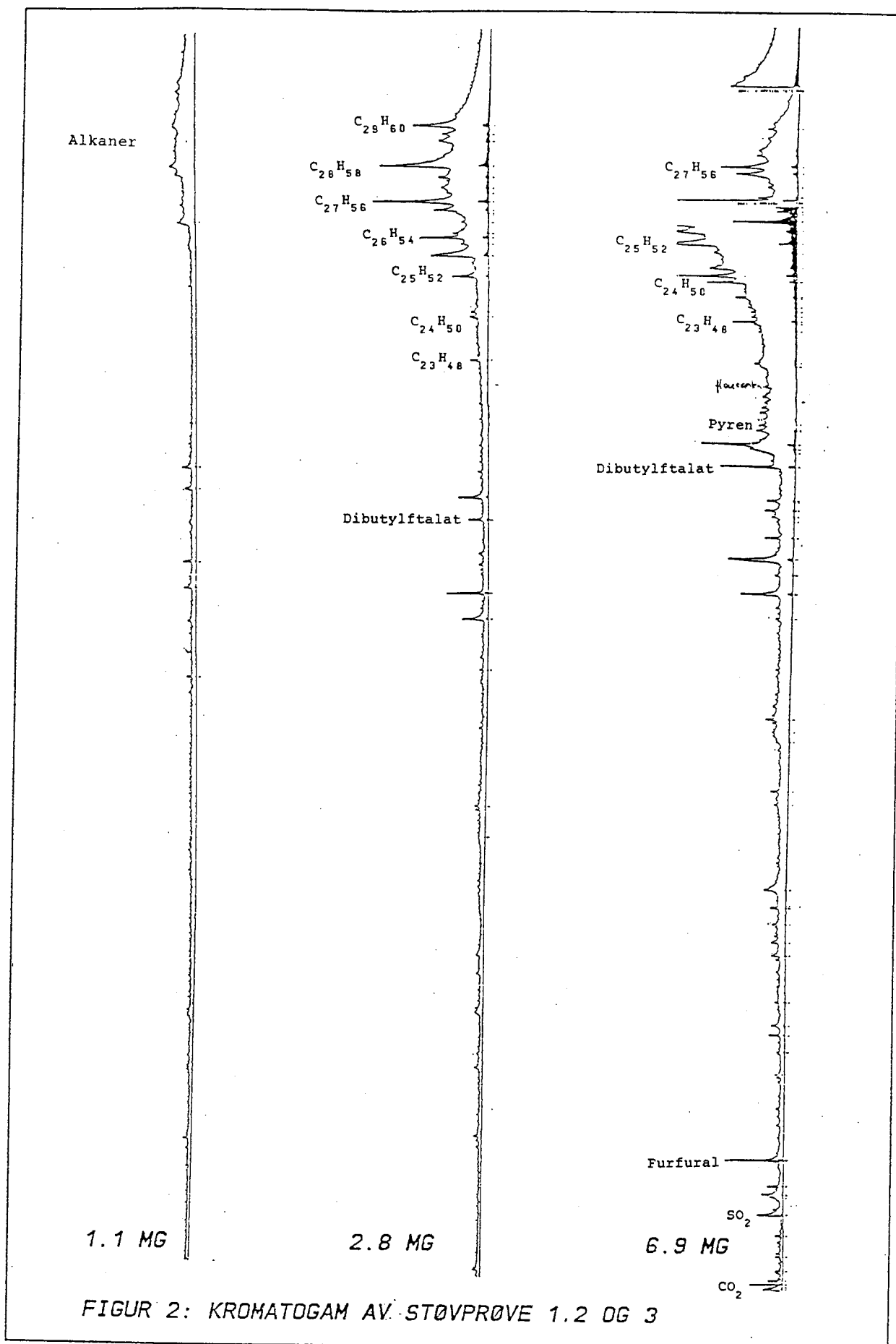
Metoden for å analysere organiske komponenter adsorbent til støv fungerer ikke godt nok. Ved disse analysene er det for mange usikkerhetsfaktorer slik at det er vanskelig å få til en representativ undersøkelse. På grunnlag av dette velger en å se bort fra disse analysene under prosjektgjennomføringen.

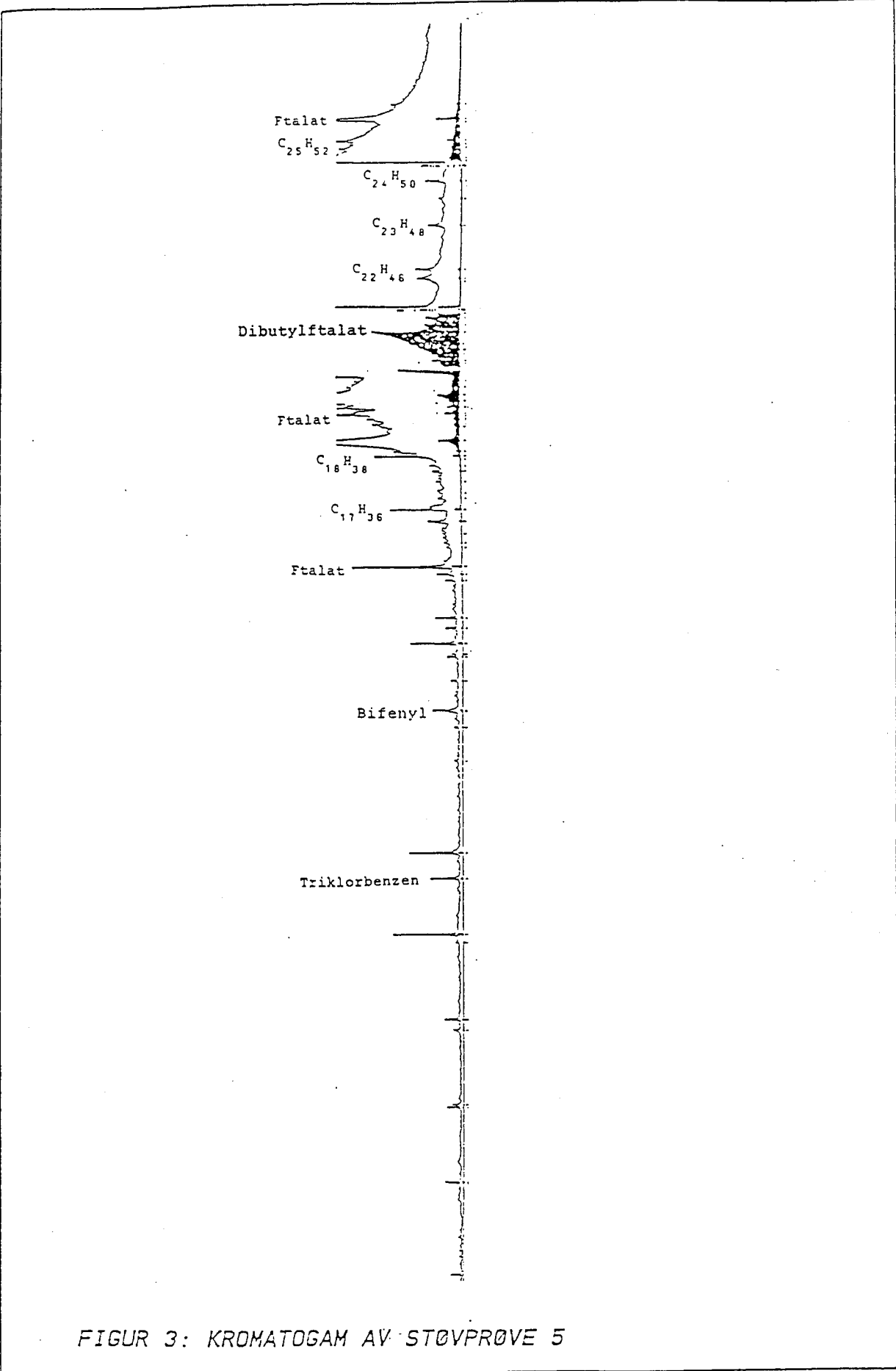
Det er heller ikke funnet noen tegn til sammenheng mellom organiske komponenter i luften og organiske komponenter adsorbent til støv.



FIGUR 1: KROMATOGAM AV EN LUFTPRØVE







FIGUR 3: KROMATOGAM AV STØVPRØVE 5