

POLYMERFEBER PÅ GRUNN AV
PYROLYSEPRODUKTER AV KRYMPEPLAST

Gunnar Mowé

HD 785/78/11/22

SAMMENDRAG

SUMMARY

1.	INNLEDNING.	1
1.2	Bakgrunn	1
1.3	Hensikt	1
2.	PLAN FOR UNDERSØKELSEN. METODER	2
2.1	Medisinske undersøkelser	2
2.2	Kjemisk analyse av produktet. Røntgenspektralanalyse	2
2.3	Analyse av pyrolyseprodukter fra polyetylen krympeplast	2
3.	RESULTATER	3
3.1	Yrkesanamnesen. Arbeidsprosessen. Eksponeringen	3
3.2	Medisinske undersøkelser. Diagnose	4
3.2. 1	Generelle opplysninger	4
3.2. 2	Medisinske undersøkelser	4
3.2. 3	Symptomer	4
3.2. 4	Foreløpig yrkesmedisinsk vurdering	5
3.3	Røntgen spektralanalyse	6
3.4	Flyktige komponenter i krympeplast	6
4.	VURDERING OG DISKUSJON	7
4.1	Polymerfeber	7
4.2	Pyrolyseprodukter av polyetylen krympeplast	8
4.3	Årsaken til fluorkarboneksponeringen	9
4.4	Anvendelse av polyetylen krympeplast i arbeidslivet.	10
4.5	Forebyggende tiltak	10
	LITTERATURREFERANSER	11
	TABELLER, BILAG, FIGURER	12 - 17

SAMMENDRAG

Eksponering for pyrolyseprodukter av polytetrafluor-etylen (PTFE) kan føre til en akutt, toksisk reaksjon som betegnes polymer-feber. Denne tilstanden er oppfattet som en godartet reaksjon uten risiko for varige helseskader. Akutt lungeødem og interstitiell lungefibrose er imidlertid beskrevet etter gjentatte anfall av polymerfeber.

Denne rapporten beskriver 3 arbeidstakere med typisk polymer-feber på grunn av en uventet fluorkarbon-eksponering. De hadde benyttet polyetylen krympeplast til merking av PVC-isolerte ledninger, og ble da eksponert for gasser under merkeprosessen. Analyse av pyrolyseproduktene ved hjelp av gasskromatografi og massespektrometri avslørte små mengder fluorkarboner i avgassene. Da polyetylen ikke inneholder fluorkarboner, var dette et fullstendig uventet resultat.

Senere informerte produsenten oss om at PTFE og freon var benyttet som smøremiddel på merkehylsene. Under oppvarming av merkehylsene ble arbeidstakerne derfor eksponert for pyrolyseprodukter som inneholdt fluorkarboner.

Det burde være lett å eliminere denne helserisiko ved å erstatte det anvendte smøremiddel med et annet mindre toksisk materiale.

SUMMARY

Exposure to pyrolysis products of polytetrafluorethylene (PTFE) may induce an acute toxic reaction known as polymer-fume fever. This has been regarded as a benign disorder without permanent sequelae. However, acute pulmonary edema and institutiell pulmonary fibroses have been described following repeated attacks.

This report describes 3 workers with typical polymer-fume fever due to an unexpected fluorcarbone exposure. They had used sleeves of heat shrinkable polyethylene to label PVC isolated wires and had thus been exposed to fumes during the labelling process. Analyses of the pyrolysis products by gasschromatography-mass-spectrometry revealed small amounts of fluorocarbone. As polyethylene contains no fluor compounds, this was a totally unexpected result.

Subsequently the producer informed us that PTFE and freon had been used as a lubricant on the polyethylene marker sleeves. While heating the sleeves, the workers therefore had been exposed to pyrolysis products which contained fluorcarbones.

It should be easy to eliminate this hazard by substitution of the lubricant with another less toxic material.

1. INNLEDNING

1. 1 Den yrkesmedisinske utredning og vurdering av en yrkes- sykdom er ofte meget vanskelig. Spesielt kan kjemiske årsaksfaktorer i arbeidsmiljøet være "godt skjult". I noen tilfelle kan slike faktorer bety en unødvendig helserisiko for arbeidstakerne som de selv ikke er klar over.

En detaljert yrkesanamnese er den første betingelse for en yrkesmedisinsk vurdering. Ofte må denne suppleres med en detaljert kartlegging av arbeidsmiljøproblemene og teknisk/hygieniske undersøkelser i arbeidsmiljøet.

Denne rapporten viser dessuten betydningen av detaljerte opplysninger om sammensettingen av et produkt, hjelpe- stoffer, tilsetningsstoffer etc. ved vurdering av helserisiko ved en bestemt arbeidsprosess.

1. 2 Bakgrunn.

Bakgrunnen for denne rapporten er 3 pasienter som ble henvist til Yrkeshygienisk institutt til yrkesmedisinsk utredning og vurdering i 1978. Alle var elektroingeniører på STATEFJORD A i Nordsjøen og var beskjeftiget blant annet med merking av PVC-isolerte ledninger med RAYCHEMS TMS (Termofit Marker System) polyetylen krympeplast. Under arbeidet ble plasten oppvarmet ("krympet"), og det forelå derfor mulighet for eksponering av pyrolyse- produkter fra plasten. I tilslutning til dette arbeidet fikk alle plagsomme allmennsymptomer slik at arbeidet måtte avbrytes.

1. 3 Hensikt.

- 1 Beskrive sykdomsbildet. Diagnose ?
- 2 Undersøke pyrolyseproduktene ved oppvarming av krympeplast.
- 3 Kartlegge eksponeringen under arbeidsprosessen.
- 4 Vurdere sammenhengen mellom eksponeringen og de aktu-

elle symptomene.

5 Vurdere behovet for forebyggende tiltak.

2. PLAN FOR UNDERSØKELSEN. METODER

2.1 Medisinske undersøkelser.

De 3 pasientene er undersøkt ved hjelp av følgende metoder.

- 1 Detaljert yrkesanamnese med vurdering av eksponeringen.
- 2 Medisinsk undersøkelse. Kartlegging av symptomer i relasjon til eksponering. Diagnose. Lungefunksjonsundersøkelser. Alle ble undersøkt ved hjelp av vitalograf.

2.2 Kjemisk analyse av produktet. Røntgenspektralanalyse.

Undersøkelsen ble foretatt av teknisk/hygienisk avdeling ved YHI. Undersøkelsen hadde til hensikt å foreta en kvalitativ analyse av den kjemiske sammensetting av produktet (krympeplast). Analyse av produktet ble på dette tidspunkt betraktet som et viktig ledd i vurderingen av den mulige eksponering.

2.3 Analyse av pyrolyseprodukter fra polyetylen krympeplast.

Undersøkelsen ble foretatt av Sentralinstituttet for industriell forskning (SI) etter oppdrag av YHI. Analysen ble foretatt ved hjelp av gasskromatograf - massespektrometer etter følgende prosedyre (se bilag 1):

"Krympeplasten ble klippet i småbiter og varmet opp i ett glassrør til 190°C. Under oppvarmingen ble nitrogen ført gjennom glassrøret. Nitrogenstrømmen ble ført videre til et kapillarrør med aktivt kull. Forbindelser som ble avgitt fra krympeplasten under oppvarmingen ble absorbert på kullfilteret. Desorpsjonen skjedde i injektoren i gasskromatografen ved ca. 250°C. De desorberte forbindelsene ble separert i den gasskromatografiske kolonnen og identifisert ved hjelp av koplet massespektrometer".

Det er ikke foretatt noen kvantitativ vurdering av de ulike komponentene i pyrolyseproduktene, og undersøkelsen gir heller ikke svar på graden av eksponering under arbeidsprosessen.

3. RESULTATER

3.1. Yrkesanamnesen. Arbeidsprosessen. Eksponeringen.

Yrkesanamnesen gav følgende opplysninger:

De 3 pasientene hadde vært beskjeftiget med merking av kabel-ender (PVC-isolerte ledninger) i et brannvarslingsanlegg på STATFJORD A i Nordsjøen. Arbeidet ble dels utført i et verksted på land, dels på selve STATFJORD A. Ca. 17 000 kabel-ender skulle merkes i samme rom under arbeidet sommeren 1977. 2 personer utførte da merkingen samtidig.

Til merking av kablene ble benyttet RAYCHEMS TMS polyetylen krympeplast. Krympeplasten er laget av bestrålt polyolefin og formet som en stiv sylinder, av størrelse ca. 1 x 5 cm. Denne er festet på en "medbringerkam" av nylon. Krympeplastermerkelappene ble først påført nødvendig tekst, deretter plassert på ledningen. Ved hjelp av et "fønapparat" ble lappen varmet opp til ca. 125°C.

Under oppvarmingen ("krympingen") ble det utviklet en nesten fargeløs gass som hadde en merkbart, søtlig, litt ubehagelig lukt. Oppvarmingen fører til moderat krymping av merkelappene, og disse slutter deretter tett til ledningene uten å feste seg fullstendig.

Selve krympeprosessen ble også utført med en annen metode. Etter at de ansatte merket subjektive plager under arbeide ble lappene først plassert på en koppertråd, deretter varmet opp og til slutt plassert på ledningene. Derved unngikk de eksponering for mulige pyrolyseprodukter fra PVC-plasten.

3.2 Medisinske undersøkelser. Diagnose.

3.2. 1 Generelle opplysninger.

De tre pasientene var elektroingeniører i alderen 26 33 og 34 år. Tidligere helsetilstand var meget god. Ingen hadde tidligere hatt allergiske sykdommer eller liknende symptomer som de aktuelle. Arbeidet var blitt utført første gang sommeren 1977, siden hadde alle utført arbeidet flere ganger. De utførte arbeidet samtidig i desember 1977.

Alle pasientene fikk de samme plager ca. 2 timer etter at arbeidet var avsluttet. Symptomene beskrives i detalj. i avsnitt 3.2.3.

3.2. 2 Medisinske undersøkelser.

Ved vanlig klinisk undersøkelse ble det påvist normale forhold hos alle. Undersøkelsen ble foretatt ca. 2 uker etter at arbeidet var avsluttet siste gang. Lungefunksjonen undersøkt ved hjelp av vitalograf var normal. Hemoglobin-mengde i blod (Hb), senkningsreaksjon (SR) og blodutstryk var normale.

3.2. 3 Symptomer.

Sykdomsbildet hos en av pasientene, en 34 år gammel elektroingeniør, skal beskrives mer detaljert. Han hadde utført arbeidet flere ganger.

Sommeren 1977 ble arbeidet utført første gang. Andre arbeidstakere utførte dette arbeidet først, men da flere fikk plager, skulle pasienten selv forsøke. Etter et par timer fikk også han forskjellige plager.

Ultimo november samme år utførte han det samme arbeid på STATFJORD A. Krympet da ca. 120 merkelapper. Denne gangen ble krympingen også foretatt ved hjelp av den andre metoden (kfr. punkt 3.1), slik at han unngikk oppvarming av PVC-ledningen. Også denne gang fikk han plager.

Medio januar 1978 utførte han på ny den samme jobben. Han fikk da plager etter å ha krympet 2 merkelapper og ble dårlig bare 1 time etter avsluttet jobb. Han hadde da vært relativt sterkt eksponert fordi han stod rett over merkelappene. Eksponeringstiden var imidlertid meget kort.

Dagen etter trengte han bare 6 merkelapper, og en arbeidskamerat utførte krympingen ute på dekk - i friluft. Pasienten stod selv inne i arbeidslokalet slik at avgassene ble ført i retning mot ham av vinden. Om kvelden samme dag ble han på ny dårlig.

Symptomene har hatt det samme preg hver gang. Ca. 1 - 2 timer etter avsluttet jobb fikk han allmennsymptomer med irritasjon i halsen, lett tørrhoste, skjelvinger, frostanfall og slapphet. Han fikk også lette leddsmerter og plagsom åndenød ved gang i trapper, men merket ikke piping i brystet. Slappheten var så plagsom at han måtte gå til sengs. Dagen etter var han helt symptomfri.

Under arbeidet ultimo januar 1978 registrerte han symptomene meget nøyaktig, kfr. tabell 1.

Pasienten hadde selv observert at flere av de som ble dårlige var røkere, men kan ikke si noe sikkert om plager bare oppstod i forbindelse med røking. Selv fikk han med sikkerhet symptomer i alle fall en gang, uten at han selv utførte arbeidet. Han ble indirekte eksponert for røykgassene mens en arbeidskamerat utførte arbeidet.

3.2.4 Foreløpig yrkesmedisinsk vurdering.

På grunnlag av den medisinske undersøkelsen av de 3 pasientene ble tilstanden oppfattet som polymerfeber. Dette er et karakteristisk sykdomsbilde som kan oppstå etter inhalasjon av fluorkarboner. Det ble derfor foretatt videre undersøkelser for å påvise mulig eksponering av fluorkarboner under arbeidsprosessen.

3.3 Røntgen spektralanalyse.

Figur 1 viser resultat av røntgen spektralanalysen av krympeplasten. Plasten inneholder blant annet zink, antimon, kopper og klor, men det er vanskelig på grunnlag av denne undersøkelsen å vurdere hvilken betydning disse komponentene har for eksponeringen.

3.4 Flyktige komponenter i krympeplast.

Bilag 1 omfatter rapporten fra undersøkelsen ved Sentralinstituttet for industriell forskning.

Kromatogrammet (figur 2) viser at det ble identifisert mange forskjellige kjemiske forbindelser i avgassene. Tabell 2 gir en oversikt over disse. Det fremgår at det også ble identifisert flere forskjellige fluorkarboner. Det er beregnet at ca. 8 % av avgassene består av fluorkarboner.

4. VURDERING OG DISKUSJON.

4.1 Polymerfeber.

På grunnlag av den yrkesmedisinske vurderingen var det klart at alle tre pasientene hadde hatt anfall av polymerfeber. Derimot var det uklart hva som var årsaken til symptomene.

Polymerfeber er betegnelsen på et karakteristisk sykdomsbilde som kan oppstå etter inhalasjon av fluorkarboner, forskjellige metalloksyder og organiske stoffer (5,6,7). Sykdomsbildet er ofte beskrevet etter inhalasjon av pyrolyseprodukter av teflonplast (teflonfeber). I pyrolyseproduktene av polytetrafluoretylen er det påvist mange forskjellige fluorkarboner (2). Det er velkjent at tilfelle av teflonfeber kan oppstå i forbindelse med røking på grunn av inhalasjon av plastforbrenningsprodukter med sigaretttrøken.

Polymerfeber har vært regnet som en relativt ufarlig tilstand, men lungeødem er beskrevet (3). Williams og medarbeidere beskrev i 1972 et tilfelle av polymerfeber hos en kvinne som hadde hatt over 40 anfall (7). De påviste ved undersøkelsen ingen sikre lungeforandringer, og de konkluderte derfor med at tilstanden var godartet. Den samme pasienten døde imidlertid uventet av annen årsak, og ved obduksjon ble det påvist tydelige fibroseforandringer i lungevevet. Ved ny omtale av pasienten i 1974 ble det derfor konkludert med at residiverende polymerfeber likevel ikke er så godartet (8).

Mekanismen for sykdomsbildet er ukjent. Om symptomene utvikles på toksisk eller immunologisk grunnlag er usikkert, men det er sannsynlig at immunologiske mekanismer er medvirkende årsak. Hos en av pasientene som er omtalt i denne rapporten, utviklet

det seg etter hvert en tydelig nedsatt toleranse for eksponeringen. Dette kan tale for at immunologiske mekanismer har en betydning.

4.2. Pyrolyseprodukter av polyetylen krympeplast.

I 1975 vurderte Yrkeshygienisk institutt de yrkeshygieniske problemer vedrørende bruk av RAYCHEMS krympeplasmateriel. Vurderingen ble foretatt på grunnlag av såkalte "weight loss" tester som var utført ved bedriftens laboratorium i England. Disse testene viste at det ikke oppsto noen vektforandringer ved de temperaturer og tider som er aktuelle ved installasjon av krympeplast med propangass brenner. Denne metode må sies å være utilstrekkelig som grunnlag for en yrkeshygienisk og yrkesmedisinsk vurdering.

I 1976 utførte Arbetarskyddsstyrelsen en undersøkelse av eksposisjonen i samband med installasjon av RAYCHEMS krympeplast produkter. Undersøkelsen ble foretatt ved hjelp av personlig måleutstyr, og det ble ved hjelp av forskjellige kjemiske metoder foretatt analyse av en rekke forskjellige kjemiske forbindelser (1). Ved undersøkelsen ble det påvist bare spor av kullmonoksyd (CO) og kulldioksyd (CO₂) mens det ikke ble påvist formaldehyd, acetaldehyd, SO₂, nitroser gasser, fosgen eller cyanvannstoff. Akrolein og vinylklorid ble påvist i meget små konsentrasjoner, langt under yrkeshygieniske grenseverdier. Det ble imidlertid ikke undersøkt om pyrolyseproduktene inneholdt fluorkarboner.

Ved den anvendte metoden i denne undersøkelsen ble det påvist en rekke flyktige komponenter i krympeplasten. Blant annet ble det påvist en rekke forskjellige fluorkarboner. På grunnlag av denne undersøkelsen og vurderingen av arbeidsprosessen er det overveiende sannsynlig at arbeidstakerne ble eksponert for fluorkarboner. Ved en samlet yrkesmedisinsk vurdering må vi konkludere med at sykdomsbildet må oppfattes som polymerfeber fremkalt av fluorkarboneksponering under arbeidet.

Likevel var det uklart hvorfor pyrolyseproduktene av polyetylen krympeplast inneholdt fluorkarboner. Polyetylen inneholder ikke fluorforbindelser, men vi regnet med muligheten av at fluorforbindelser kunne inngå som tilsetningsstoff i plasten. Det forelå imidlertid ingen opplysning om dette.

4.3. Årsaken til fluorkarboneksponeringen.

Den endelige forklaring på problemet fikk vi først i desember 1978. Den norske importøren opplyste da at plastmerkelappene og nylonmedbringerkammen som merkelappene ble plassert på, ble smurt med en blanding av tetrafluoretylen og freon. Dette smøremidlet ble brukt for at merkehylsen skal løsne lett fra medbringerkammen. Denne løsningen tenkte vi ikke på ved utredningen av saken, idet vi ikke foretok noen analyse av medbringerkammen.

På grunnlag av disse opplysningene kan vi kort konkludere med at årsaken til polymerfeber blant de henviste pasientene må ha vært eksponering for fluorkarboner på grunn av smøremidlet. Det er sannsynlig at fluorkarboneksponeringen har oppstått på grunn av oppvarmingen av merkelappene. Dessuten kan fluorkarboneksponering ha forekommet hos røkere på grunn av håndtering av merkelappene, rulling av sigaretter, og eksponering via sigaretttrøken. Denne eksponering er i alle fall teoretisk mulig.

Polymerfeber på grunn av håndtering av materialer som har vært overflatebehandlet med fluorkarboner, er også beskrevet ved en annen arbeidsoperasjon. Hogstedt et al (4) har beskrevet tilfelle av "Frossa i samband med handtering av rosfrie rör". Årsaksmekanismen i dette tilfelle var sannsynligvis forurensning av hender med fluorkarbonholdig smøremiddel og eksponering i forbindelse med røking.

4.4. Anvendelse av polyetylen krympeplast i arbeidslivet.

Ifølge importøren har polyetylen krympeplast stor anvendelse i arbeidslivet. Store brukergrupper er EL-verk, installatører, offshore-industrien hvor det blant annet til STATFJORD A-plattformen er levert ca. 120 kg. med krympeplast. Merkehylsene blir også nyttet i stort antall av flyfabrikanter i mange land.

4.5. Forebyggende tiltak.

På et tidlig tidspunkt etter at saken kom opp, ble bruken av krympeplastmerkelapper stoppet. På STATFJORD A gikk de over til andre typer merkelapper. Det foreligger ingen sikre opplysninger om bruken av merkelappene i annen industri og eventuelt om plager i forbindelse med arbeidet.

Det viktigste forebyggende tiltak mot de skadelige virkninger av polyetylen krympeplast er selvfølgelig å erstatte det benyttede smøremiddel av tetrafluoretylen med et stoff med en annen kjemisk sammensetning.

Det er dessuten viktig å understreke betydningen av eksakte produktopplysninger til brukerne. I den foreliggende informasjon gis opplysninger om produktets kjemiske sammensetning, egenskaper og anvendelsesområder. Samtidig fraskriver produsenten seg ansvaret for mulige skadevirkninger i forbindelse med bruken av produktet og gir ingen informasjon om bruken av tetrafluoretylen og freon som "smøremiddel". For å kunne vurdere helserisikoen i forbindelse med bruken av et produkt, er selvsagt detaljerte produktopplysninger av vesentlig betydning.

Etter Arbeidsmiljølovens § 18 har produsenter og importører en klar opplysningsplikt om disse forhold til brukerne.

LITTERATURREFERANSER

1. ARBETARSKYDDSTYRELSEN. Uppdragsrapport D: nr.3090/76-1
Mätning av damm och gaser. 1976.
2. ARITO, HEIHACHIRO & SODA, REISUKE. Pyrolysis products
of polytetrafluorethylene and polyfluorethylenepropylene
with reference to inhalation toxicity.
Ann. occup. Hyg. 1977, 20, 247 - 255.
3. EVANS, ELIZABETH A. Pulmonary edema after inhalation of
fumes from polytetrafluorethylene (PTFE).
J. of Occ. Med. 1973, 15, 599-601.
4. HOGSTEDT, BENGT et al. Frossa i samband med handtering
av rostfrie rör. I sammanfattningar fra Läkarsällskapets
Riksstämma, 29. nov. - 2.dec. 1978. s. 66.
5. KUNTZ, WILLIAM D. & McCORD CAREY P. Polymer-fume fever.
J. of Occ. Med. 1974, 16, 480-482.
6. WANNAG, AXEL. Yrke og feber. Tidsskrift for Den norske
lægeforening, 1975, 182-185.
7. WILLIAMS, NORMAN & SMITH, F.KIRK.
Polymer-fume fever: An Elusive Diagnosis.
JAMA 1972, 219, 1587-1589.
8. WILLIAMS NORMAN, ATKINSON, WILLIAM & PATCHESKY, ARTHUR S.
Polymer-fume fever: Not so benign.
J. of. Occ. Med. 1974, 16, 519 - 522.

TABELL 1

POLYMERFEBER, SYMPTOMER HOS EN PASIENT.

TIDSPUNKT	SYMPTOMER
KL. 10 - 11.00	"KRYMPET" 2 MERKELAPPER.
" 11.30	HALSIRRITASJON
" 13 - 14.00	FROSTANFALL, FEBER
" 17.00	SLAPPHET, DYSPNOE, TIL SENGS
" 19.00	KJEKKERE, FEBER PÅ RETUR, STO OPP
DAGEN ETTER	SYMPTOMFRI

I ALT 5 ANFALL

FØRSTE ANFALL - ETTER KRYMPING AV 120 MERKELAPPER

SISTE ANFALL - ETTER KRYMPING AV 1 MERKELAPP

FLYKTIGE KOMPONENTER I KRYMPEPLAST
 ANALYSERT VED 190° C MED GASSKROMATOGRAF-MASSESPEKTROMETER
 OVERSIKT IDENTIFISERTE FORBINDELSER

NR - TOPP I KROMATOGRAM	KJEMISK FORBINDELSE
16985	IKKE IDENTIFISERT +1,1,1-TRIKLORETAN
86	BENZEN
88	TOLUEN
89	TETRAKLORETYLEN
92	* <u>FLUORKARBON</u>
93	C_9H_{20}
96	$C_{10}H_{22}$
97	* <u>FLUORKARBON</u>
98	ALKYL (C_3) BENZEN
17001	* <u>FLUORKARBON</u>
2	* FLUORKARBON + ALKYL (C_4) BENZEN
3	ALKYL (C_4) BENZEN
5	ALKYL (C_4) BENZEN
7	$C_{11}H_{24}$
11	* <u>KLORELFUORKARBON</u>
12	SILICIUMFORBINDELSE
14	$C_{12}H_{26}$
17	$C_{13}H_{28}$
21	$C_{14}H_{30}$

Flyktige komponenter i krympeplast

Den tilsendte plastprøven ble analysert med gasskromatograf-massespektrometer etter følgende prosedyre:

Krympeplasten ble klippet opp i små biter. Bitene ble varmet opp i et glassrør til 190 °C og under oppvarmingen ble nitrogen ført gjennom glassrøret. Nitrogenstrømmen ble ført videre til et kapillarrør med aktivt kull. Forbindelser som ble avgitt fra krympeplasten under oppvarmingen, ble absorbert på dette kullfilteret. Desorpsjonen skjedde i injektoren i gasskromatografen ved ca. 260 °C. De desorberte forbindelsene ble separert i den gasskromatografiske kolonnen og identifisert ved hjelp av koblet massespektrometer.

Følgende forbindelser er identifisert i avgassingene fra krympeplasten ved 190 °C. (Nummerne referer seg til toppene i det vedlagte kromatogram).

16985	ikke identifisert (hovedkomponent) + 1,1,1-trikloretan
86	benzen
88	toluen
89	tetrakloretylen
92	en fluorkarbon
93	C ₉ H ₂₀
96	C ₁₀ H ₂₂
97	en fluorkarbon
98	alkyl(C ₃)benzen



452-998

- 17001 en fluorkarbon
- 2 en fluorkarbon
+ alkyl(C₄)benzen
- 3 alkyl(C₄)benzen
- 5 alkyl(C₄)benzen
- 7 C₁₁H₂₄
- 11 en klorfluorkarbon
- 12 en siliciumforbindelse
- 14 C₁₂H₂₆
- 17 C₁₃H₂₈
- 21 C₁₄H₃₀

Den uidentifiserte hovedkomponenten i topp 16985 er muligens en cyklisk forbindelse. Den er alifatisk, ikke halogenert og inneholder muligens en butylgruppe.

Analysebetingelser:

Gasskromatograf:	Perkin Elmer 990
Kolonne:	120 m 1/16" stål kapillar belagt med OV-101
Temperatur kolonne:	50 °C (8 min) 140 °C, 4 °/min
injektor:	260 °C
detektor:	170 °C
Bæregass:	10 ml He/min
Detektor:	FID
Massespektrometer:	Hitachi Perkin-Elmer RMU-6L

Med hilsen

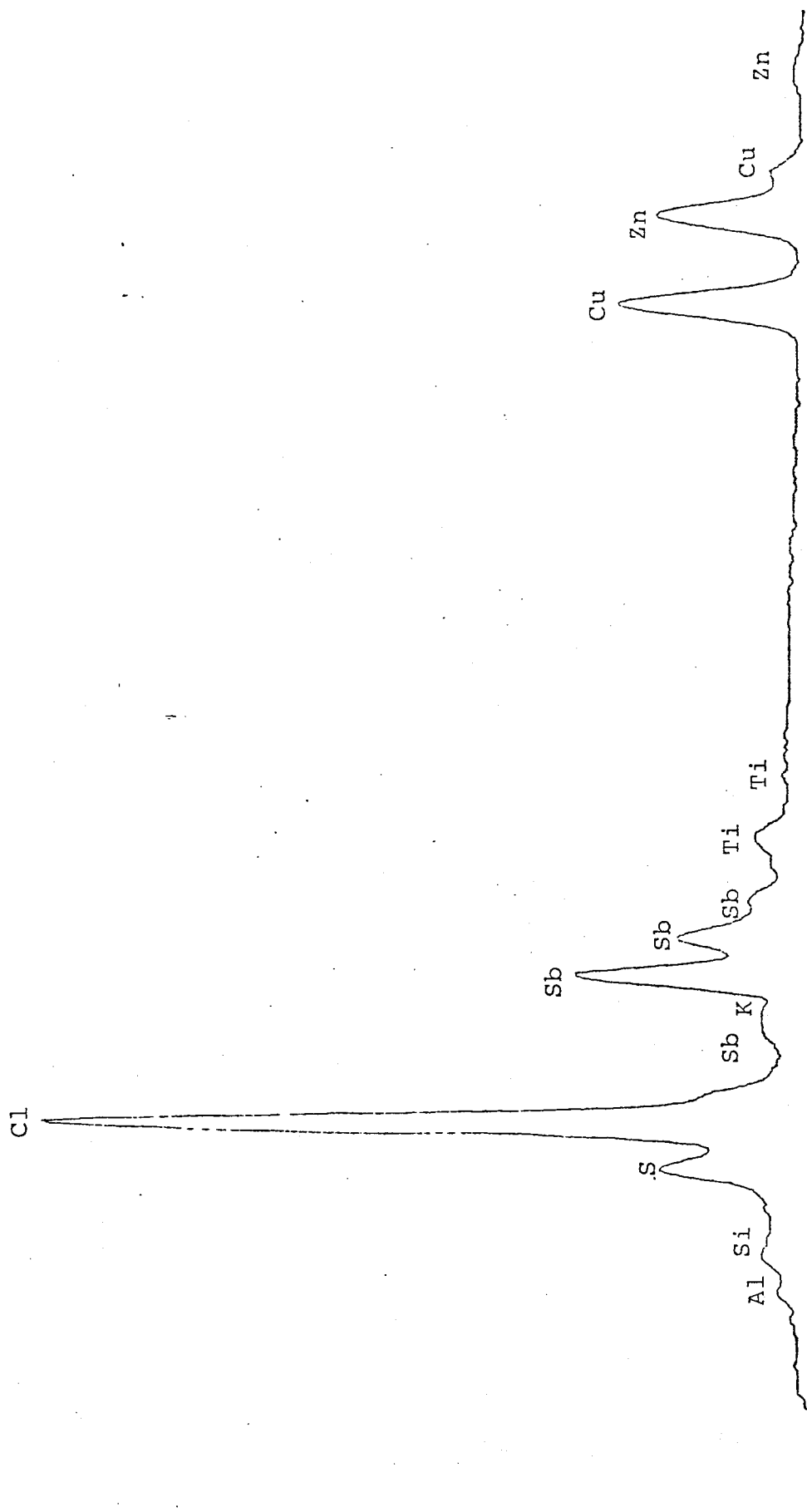
SENTRALINSTITUTT FOR
INDUSTRIELL FORSKNING

Nina Gjøs
Nina Gjøs
Cand.real.

Kay O. Gustavsen
Kay O. Gustavsen
Ing.

Vedlegg: Kromatogram
Faktura

FIGUR 1



FIGUR 1 RØNTGENSPEKTRUM AV KRYMPEPLAST

FIGUR 2

FLYKTIGE KOMPONENTER I KRYMPEPLAST
ANALYSERT VED 190° C MED GASSKROMATOGRAF-MASSESPETROMETER

