

---

---

Rapport SGC 012

**ODÖRANTERS OCH GASOLKONDENSATS  
PÅVERKAN PÅ GASRÖRSYSTEM AV  
POLYETEN**

Stefan Grudén, Fleming Varmedal  
TUMAB

Oktober 1991

(Reviderad utgåva)



---

---

Rapport SGC 012  
ISSN 1102-7371  
ISRN SGC-R--12--SE

Rapport SGC 012

**ODÖRANTERS OCH GASOLKONDENSATS  
PÅVERKAN PÅ GASRÖRSYSTEM AV  
POLYETEN**

**Stefan Grudén, Fleming Varmedal  
TUMAB**

**Oktober 1991**

**(Reviderad utgåva)**

ODÖRANTERS OCH GASOLKONDENSATS  
PÅVERKAN PÅ GASRÖRSYSTEM  
AV POLYETEN

Projektet är utfört av Stefan Grudén och Fleming Varmedal,  
TUMAB på uppdrag av Svenskt Gastekniskt Center AB.

Det praktiska svetsarbetet är utfört av personal från Lunds  
Energiverk.

1991-10-11



## SGC:s FÖRORD

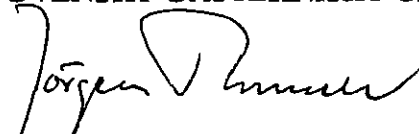
FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat e dyl i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns i slutet på denna rapport.

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har f n följande delägare: Svenska Gasföreningen, Vattenfall Naturgas AB, Sydgas AB, Vattenfall AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB och M.E.Malmö Energi AB.

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Jörgen Thunell

## **ODÖRANTERS OCH GASOLKONDENSATS PÅVERKAN PÅ GASRÖRSSYSTEM AV POLYETEN**

1. Sammanfattning
2. Inledning
3. Provobjekt
4. Materialanalyser
5. Stumsvetsning
6. Simulerad långtidsprovning
7. Förekomst av svavel i och på rörens innerväggar
8. Sprickbildning
9. Sammanfattande slutsatser och kommentarer
10. Referenser
11. Bilagor
  - 11.1 Utdrag ur utredning om försämrade svetsegenskaper för äldre PE-rör (1988).
  - 11.2 Specifikation och beskrivning av odöriseringsmedel, THT och etylmerkaptan.
  - 11.3 Elektronmikroskopering och energidispersiv röntgenanalys.

## 1. SAMMANFATTNING

Under våren 1988 konstaterade Lunds Energiverk att PE-rör som varit i drift med gasol sedan 1983 ej gick att foga samman med nya PE-rör med stumsvetsmetoden.

För att klarlägga orsakerna härtill genomförde TUMAB 1988 en undersökning av äldre rör som varit i drift med såväl gasol som naturgas. Undersökningen visade att rören troligen kontaminerats med kompressorolja eller oljekondensat från gasolen och att dessa utfällningar försämrat svetsegenskaperna.

För att få klarhet i om det verkligen var kompressorolja eller kondensutfällningar som påverkade svetsresultatet och inte andra orsaker, t ex höga halter av odöriseringsmedel, etylmerkaptan vid gasol och THT (tetrahydrotiophen) vid naturgas, har föreliggande projekt utförts. Projektets syfte har därutöver varit att mer allmänt undersöka hur odöranter och oljekondensat påverkar PE-rörs materialegenskaper.

Provobjekten har inkluderat såväl äldre PE-rör, vilka varit i drift under ett antal år, som nya oanvända PE-rör. Ett antal av de nya rören har därvid avsiktligt preparerats med oljekondensat, THT och merkaptan. Såväl svarta PEH-rör som gula PEM-rör har undersökts.

De utförda proven omfattar:

- materialanalyser
- stumsvetsning
- täthetsprovning efter simulerad långtidsprovning
- förekomsten av svavel i och på rörens innerväggar
- sprickbildning

Resultaten från svetsproven visar att stumsvetsmetoden bör undvikas för rörledningar som varit i drift en längre tid med gasol. Detsamma gäller för ledningar som drivits med naturgas.

## 2. INLEDNING

TUMAB har på uppdrag av Svenskt Gastekniskt Center utfört undersökning av odöranter och gasolkondensats påverkan på gasrörssystem av polyeten.

På uppdrag av Lunds Energiverk utförde TUMAB 1988 en undersökning för att konstatera orsaken till undermåligt svetsresultat på ett gammalt PE-rör som stumsvetsades mot ett nytt. Det gamla röret hade först varit i drift med propan under c:a två år och därefter, sedan 1985, med naturgas. Denna undersökning gav vid handen att det troligtvis var kompressorolja eller gasolkondensat som var orsaken. Undersökningen redovisas i bilaga 11.1.

För att få ytterligare klarhet i vad som orsakar det försämrade svetsresultatet har studerats förutom oljekondensat även odöranter inverkan på polyetenmaterialet. Det oljekondensat som använts i undersökningen är en blandning av oljerester från kompressoranläggningen i gasolstationen och de oljerester som finns kvar i gasolen efter krackning. Hädanefter kallas detta oljekondensat.

Två provserier har lagts upp, en med helt nya rör och en med gamla rör som varit i drift med något av medierna gasol eller naturgas. Dessutom har två helt nya, opreparerade, rör ingått som referens i provningen. **Materialanalyser** av PE-materialet har utförts. **Preparering** med odöriseringsmedel (merkaptan och THT) har utförts på de nya rören. **Simulerad långtidsprovning** har utförts med de nya rören och resultaten har jämförts med undersökning av de gamla rören. **Stumsvetsning** av de preparerade rören har utförts. **Undersökning i svepelektronmikroskop** har utförts för att spåra eventuell sprickbildning i materialet samt för att spåra främmande ämnen. Samtliga svetsfogar har bedömts enligt **tunnsnittsmetoden** med avseende på homogeniteten i svetszonen.

Projektet har finansierats av Sydgas, Vattenfall och Malmö Energi samt energiverken i Lund och Helsingborg.

## 3. PROVOBJEKTEN

Rör nr	Material och dim	Preparering	Anmärkning
1	PEM 63	Gasol	Trycksatt under 14 månader till 0,6 MPa.
2	PEM 63	Naturgas	Trycksatt under 14 månader till 0,6 MPa.
3	PEM 63	Kvävgas	Trycksatt under 14 månader till 0,6 MPa.
4	PEM 160		I drift med gasol i 2 år därefter trycksatt med kvävgas
5	PEM 90		I drift med gasol i 2 år därefter med naturgas i 2 år. Innehåller en skarv svetsad med elektromuff.
6			Utgår p g a felsvetsning
7			" " "
8			" " "
9			" " "
10 A	PEM 63	THT	Nytt rör
10 B	PEH 63	Merkaptan	" "
11	PEH 63	THT	" "
12	PEM 63	Merkaptan	" "
13	PEH 63	Merkaptan	" "
14	PEM 63	Merkaptan	" "
15	PEM 63	Oljekondensat	" "
16	PEH 63	Oljekondensat	" "
17	PEM 63	Opreparerat	(Referensrör)
18	PEH 63	Opreparerat	( " )



Rör nr 10 - 18 är PE-rör av dimension Dy 63 och 1600 mm långa och har en innervolym på c:a 3,3 liter.

Prepareringen av rör nr 10 - 16 med odöriseringsmedel och oljekondensat har utförts på följande vis.

I rören, som proppats i ena ändan, hälldes 6 cl odöreringsvätska eller oljekondensat d v s c:a 2 % av volymen.

Den normala tillsatsen av odöranter i gas är 0,0025 %.

Beskrivning av använda odöranter finns i bilaga 11.2. Oljekondensatet som använts kommer från en kondensavskiljare på en propananläggning vid Lunds Energiverk och består av rester från kompressorolja samt oljerester från gasolen. För övrigt är sammansättningen okänd.

De material som använts för rörproverna uppfyller Svensk Standard, SS 3470 och Dansk Standard DS 2131.3. Samtliga material har spårats till tillvekningsursprung och material-sammansättning.

Densiteten är för PEM 940 - 943 kg/m<sup>3</sup> och för PEH 946 - 958 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4. MATERIALANALYSER

Polyeténmaterialiet i de rörprover som använts uppfyller kraven i såväl DS 2131.3 som SS 3470.

Resultatet av provning vad avser densitet uppfyller kraven i ISO 1872-1, d v s minst  $930 \text{ kg/m}^3$ .

Provning av smältindex uppfyller kraven enligt ISO 1133 condition No 18, d v s max  $1.5 \text{ g/10 min}$ .

Provning av motståndsförmåga mot gaskondensat har i princip utförts på samma sätt som motsvarande prov är beskrivet i SS 3470 pkt 4.8. I denna provning har dock inte använts syntetiskt gaskondensat utan tertrahydrotiophen (THT), etylmerkaptan och oljekondensat från en gasolstation.

Termoplaster är antingen **amorfa** eller **delkristallina** i sin struktur. I amorfa plastmaterial ligger kedjemolekylerna helt oordnat. I delkristallina plastmaterial däremot har kedjemolekylerna inom vissa områden en tendens till att lägga sig parallellt med varandra. Det uppstår då vad man brukar nämna som kristallinbildning. Polyetén med hög densitet (PEH) resp med medium densitet (PEM) skiljer sig åt på det viset att PEH-materialiet är mer delkristallint och PEM-materialiet är mer amorft. Detta får till följd att PEM-materialiet är mjukare, segare och mindre stabilt än PEH-materialiet.

I samband med att svetszonerna i rörproverna betraktades i elektronmikroskåp gjordes en **energidispersiv röntgenanalys**. Vid denna analys söker man efter koncentrationer av ämnen som grundmaterialiet varit i kontakt med, i det här fallet svavel.

## 5. STUMSVETSNING

Efter avslutad tryckprovning utfördes svetsning av de preparerade rören, nr 10 till 16. Rören stumsvetsades och samma svetsparametrar användes som vid svetsning av rör nr 1 till 5. För alla rören, nr 10 till 16 blev resultatet underkänt. De sämsta resultaten erhöles från rör nr 15 och 16, vilka varit preparerade med oljekondensat. Svetsningarna har utförts enligt svetsdata på omstående sida.

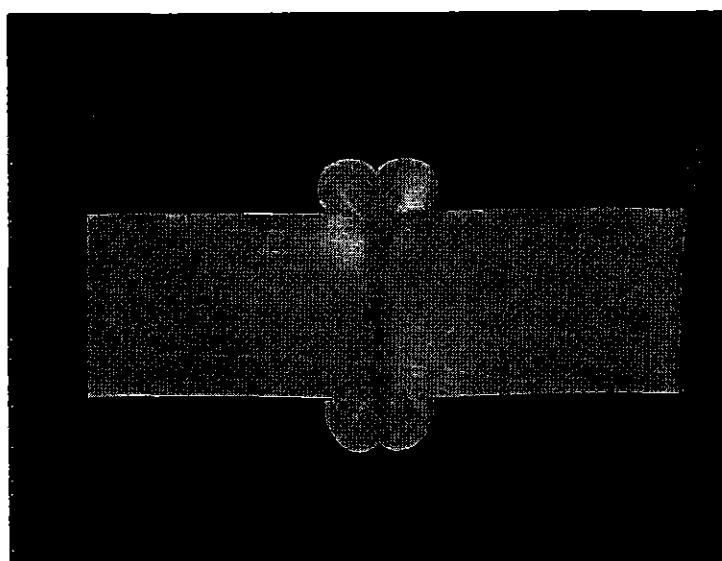
Figur nr 1 nedan visar ett representativt resultat av svetsning för rör nr 10 till 16.



Figur nr 1: Representativt svetsresultat för rör nr 10 - 16

Under tiden som de preparerade rören tryckprovades utfördes provsvetsning av rör nr 1 - 4. Ingen av svetskarvarna uppvisar någon ohomogenitet. Däremot framträder en viss porositet på innervulsten hos vissa skarvar. Figur nr 2 nedan visar en homogen svetszon.

Rörprov nr 5 stumsvetsades ej. Inom området där ett stumsvets prov skulle kunna utföras var redan svetsad en elektromuff.



Figur nr 2: Homogen svetszon

Samtliga svetskarvar är bedömda enligt tunnsnittsmetoden. Referens nr 3.

Stumsvetsningen är utförd enligt nedanstående data:

Rör dimension (mm)	Dy 63	Dy 90	Dy 160
Svetstemperatur (°C)	205 ±10 °C		
Uppvärmningstid (s)	60	80	140
Uppvärmningskraft (N)	167	336	1060
Omställningstid (s)	5	6	8
Avsvälningstid (min)	9	11	17

## 6. SIMULERAD LÅNGTIDSPROVNING

Simulerad långtidsprovning är ett sätt att genom förhöjt tryck och temperatur åstadkomma ett forcerat åldrande av materialet. Provningsen utfördes på följande vis.

Efter det att rörproverna preparerats med odöranter och oljekondensat proppades röret igen. När röret sedan var slutet skakades det om så att den inneslutna vätskan kom i kontakt med hela innerytan. Rörproverna omskakades därefter ungefär var tredje dag under hela provperioden. Proverna trycksattes till 0,4 MPa med kvävgas (N<sub>2</sub>) och vid en temperatur på 23°C. Provperioden omfattade 1500 timmar.

Efter de 1500 timmarna släpptes trycket och innehållet tappades ur. Sedan fylldes proverna åter med kvävgas men nu till ett tryck på 0,70 MPa vilket motsvarar en ringdrags-spänning på 4,6 MPa. Därefter sänktes de ner i vatten vid 80 °C. Provning pågick i 170 timmar. Denna provning motsvarar det provningsförfarande som beskrivs i SS 3470 pkt 4.8 vad avser motståndsförmåga mot gaskondensat. Dock har de parametrar för provning av invändigt tryck som anges i SS 3470 pkt 8.1, tabell 6 använts.

Det kunde konstateras att samtliga prover var täta efter avslutad provning.

## 7. FÖREKOMST AV SVAVEL I OCH PÅ RÖRENS INNERVÄGGAR

Normalt förekommer inget svavel i polyeténmaterial. Odöranterna, THT och etylmerkaptan, är kolväteföreningar med ett svavelinnehåll, se bilaga 11.2. Dessa är lättflyktiga för att snabbt kunna sprida sig och indikera utströmmande gas. Svavel är den tyngsta beståndsdel i dessa föreningar och en del av svavlet stannar kvar på rörets inneryta. Svavlet avlagras och kvarstannar i polyeténets amorfa områden, se kap 4, vilket visats genom energidispersiv röntgenanalys, redovisad i bilaga 11.3.

## 8. SPRICKBILDNING

Det kan konstateras att det finns mikrosprickor i samtliga preparerade prover av PEM-materialet. Orsaken till detta kan vara flera, nämligen:

- Mikrosprickan har funnits i röret sedan tidigare och utvidgats under provtryckningen
- Vid kontakt med polyeten har svavlet frätt undan material i ett amorft område
- Ångblåsor från oljekondensat.

Den första orsaken är knappast sannolik eftersom en provtryckning inte kan skada ett homogent stabilt material på ett sådant sätt.

Den andra orsaken är mer sannolik då svavlet i sig har en lösande, frätande effekt på grundmaterialet. Dessutom har tillsatsen av odöriseringsmedel vid försöken varit  $\approx 1\ 000$  gånger högre än normalt.

För den tredje möjliga orsaken kan konstateras att oljekondensatens kokpunkt ligger lägre än PE-materialets smältpunkt. Finns då en oljefilm kvar på ytan, förångas denna vid uppvärmning och ångblåsor bildas. En del av dessa ångblåsor stannar kvar på olika nivåer i PE-materialet.

## 9. SAMMANFATTANDE SLUTSATSER OCH KOMMENTARER

Genom studien har framkommit att PE-ledningar som varit i drift med gasol har en beläggning av oljekondensat i större eller mindre mängd. Detta kan orsaka att det uppkommer ångblåsor inneslutna i materialet i samband med svetsningen. För att minska genomsläppet av oljekondensat i gasol och gasol/luft anläggningar bör man undersöka kapaciteten i oljeavskiljarna på sådana anläggningar.

Mikrosprickor i materialet förekommer alltid i större eller mindre omfattning. Dessa i sig orsakar inte någon försvagning av materialet, men svavelavlagringar från odöranter kan under materialets livslängd förstora dessa sprickor och orsaka försvagningar. Detta p g a svavlets frätande effekt.

När ingrepp skall göras på befintliga PE-rörnät rekommenderas att svetsningen utförs med elektromuff då uppvärmningen sker på ytterytan vilken inte påverkats av odöranter eller oljekondensat.



**10. REFERENSER**

1. L Engel et al, Handbuch, Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen von Kunststoffschäden, Köln 1978.
2. Svensk Standard för gasrör i polyeten, SS 3470.3
3. Gascentrum-rapport om tunnsnittsmetoden, 1989

**UTDRAG UR UTREDNING OM FÖRSÄMRADE SVETSEGENSKAPER FÖR ÄLDRE  
PE-RÖR (1988)**



AVD. **QTS**

Beställare/  
Client Lunds Energiverk

Adress  
Box 25, 221 00 LUND

Entreprenör/  
Contractor

Adress

tumob-uppdrag nr/tumob-commission No  
40 00 00

Beställningsnr/Client's order No

Sida/page av/of  
1 4

## » KONTROLLRAPPORT «

### Slutrapport

Utredning av orsak till undermålig stuksvets mellan ett befintligt PEM Gasrör  $\varnothing$  90 mm som har varit i drift i ca 2 års tid med Propan-luft och naturgas och med ett nytt PEM-gasrör  $\varnothing$  90 mm.

Delrapport nr 1 framgår av bilaga nr 1.

### Sammanfattning:

Med de försök och provningar som har utförts och redovisas i denna rapport, framgår att rester ifrån odorant och oljekondensat kan spåras på insidan av rörväggen.

Genom de svetsförsök som har utförts på nya rör utsatta för insmörjning med koncentrerad THT resp kompressorolja ifrån Propan-luftanläggningen, kan det klart konstateras att oljan är den direkta orsaken till ett undermåligt svetsresultat.

Hur långtidshållfastheten, d v s PE-rörets dimensionerade livslängd på 50 år påverkas, har varit svårt att bestämma beroende på de höga koncentrationer av THT som provningen har utförts med.

Beroende på tiden har endast forcerad hållfasthetstest under 170 h utförts.

De nya rören i försöket som redovisas i delrapport nr 1 som endast var kontaminerade med THT, visar inga tecken på nedsatt hållfasthet i de forcerade testen.

Tiden för kontamineringen med THT har däremot varit kort ca 30 dygn.

Hur direkt oljekondensat ifrån gasolen påverkar materialet har i detta försök ej undersökts.

AVD. **Q t S****Materialprovning:**

## A. Gamla svårsvetsade rör

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Smältpunkt och oxidationsstabilitet | Bilaga 2 |
| 2. Entalpi                             | Bilaga 3 |

## B. Nya rör

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Smältpunkt och oxidationsstabilitet | Bilaga 4 |
| 2. Entalpi                             | Bilaga 5 |

**Resultat:**

Materialet ligger inom de toleranser som föreskrivs i Standard.

Det gamla rörmaterialet ligger med en lägre smältpunkt men detta medför ej den porighet som svetsningen utvisar.

**Gasteknisk analys av det gamla resp nya PE-röret****Headspace-analys:**

0,5 g av vardera provet vägdes in i en 6 ml flaska som förslöts och fick stå vid 75<sup>o</sup>.

Efter några timmar togs 0,5 ml av ren THF ut med gastät spruta och injicerades på en gaskromatograf där de bildade produkterna separeras och detekteras med dels en svavel-selektiv detektor och dels med en flamjonisationsdetektor (FID) som reagerar för alla organiska föreningar.

THF ger en topp vid 2,07 min. I proverna kunde vi inte finna någon sådan topp. Se bilaga 6 som visar analysen på det gamla röret.

Det betyder att halten THF är mindre än 100 ppb i provet från det gamla röret.

Provet luktar visserligen kraftigt, men näsan är betydligt känsligare för svavelföreningar än vad de bästa instrument är.

**Anmärkning:**

En topp vid 1,29 dyker däremot upp, som kan härstamma ifrån ett annat kolväte, t ex Merkaptan eller ett oljekondensat på innerytan, som kan ha funnits på avskrapet.

Analysen av det nya röret framgår av bilaga nr 7.

En topp framträder vid 0,99 men det härstammar från för-gasningen av det föregående provet.

Bilaga nr 8 och 9 visar detektionen av kolväten. Skillnaden är liten, dock finns mindre variationer som visar att främmande kolväten finns i det gamla röret.

#### Pyrolys - gaskromatografisk analys:

För att simulera smältningen av materialet pyrolyserades provbitar av rören vid 350°C i 10 sek. De bildade produkt-erna separerades då direkt och detekterades med en gas-kromatograf.

Här skulle man också upptäcka om det avgavs några speciella gaser från det begagnade röret. Bilaga nr 10, 11 och 12 visar: Gaskromatograf blank, gammalt rör resp nytt rör. Skillnader finns, dock ej härstammande ifrån THF:n.

Genom att pyrolysera vid 700°C kan man upptäcka eventuella skillnader i polyeténet.

Pyrogrammen i bilaga nr 13 (gammalt rör) och bilaga nr 14 (nytt rör) är ganska identiskt lika. Det framgår att mindre skillnader finns, men det visar även materialprovningen.

**Slutsatser:**

Undersökningen visar att eventuella gaser som avges från det begagnade röret måste förekomma i mycket låga halter. Kemiskt kan vi således inte se några extrema skillnader.

Faktum kvarstår dock att svetsfel uppstår vid stuksvetsning av PEM-rör som har varit i drift en tid, med nya PEM-rör som ej har varit i drift, ifrån de rörledningssträckor där svetsfelen i rapport bilaga nr 1 först upptäcktes.

Ytterligare gamla rör har hämtats ifrån anläggningen. Samma svetsfel uppstod vid stuksvetsning mellan gammalt och nytt rör.

Av de nya rör som preparerades med Tetrahydroterafene (THT) har 2 st prover i försöket brutits och sammansvetsats, med godkänt resultat.

Ytterligare rörprover preparerades med den kompressorolja som tillhandahölls av Lunds Energiverk. Svetsresultatet av dessa skarvar är identiska med den skarven som finns redovisad i Rapport, bilaga nr 1.

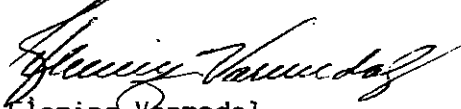
Vi bedömer att ytterligare försök bör göras med rent oljekondensat ifrån propangasen, för att konstatera dess inverkan på PEM-rörmaterialets motståndsförmåga både svetstekniskt och långtidshållfasthetsmässigt.

Två stycken rörprover  $\varnothing$  63 ligger fortfarande kontaminerade med THT hos oss under tryck. Halten av THT i dessa prov är extremt hög då ca 20 ml ren THT hälldes i rören. Proven trycksattes under januari 1988.

Tills det är klart konstaterat, vad det är som påverkar stuksvetsen negativt, föreslår vi. Att alla reparationer samt sammankopplingar mellan gamla PE-rörledningar som har varit i drift en tid, och nybyggda PE-nät, utförs med Elektromuffsvetsning i stället för stuksvetsning.

Elektromuffen svetsar på rörets ytterdiameter och kommer ej i kontakt med innerdiametern på röret.

Landskrona 1988-05-08  
Tumab  
avd QTS

  
Fleming Varmedal

**BESKRIVNING OCH SPECIFIKATION AV ODÖRISERINGSMEDEL, THT OCH ETYLMERKAPTAN**

Tillsats av odöriseringsmedel krävs enligt Sprängämnesinspektionens föreskrifter för all saluförd energigas. Odöriseringsmedel är ett luktämne som tillsätts gasen för att känna lukten av gas om den strömmar ut i fria luften. Det är av säkerhetsskäl den tillsätts då gasen är explosiv.

Olika odöriseringsmedel används för olika gaser. De vanligaste är THT (tetrahydrothiophen) och etylmerkaptan för energigas. Det starkt doftande ämnet i dessa är svavel. Svavlet finns i olika former i dessa medel.

THT används som odöriseringsmedel i naturgas och etylmerkaptan i propan och stadsgas. Den normala tillsatsen i gasen uppgår till c:a 0,0025 vikt %, eller för naturgas 15 mg/Nm<sup>3</sup>.

Mer detaljerade data för THT och etylmerkaptan återfinns på efterföljande sidor.

**SPECIFIKATION****ETYLMERKAPTAN**

Kemisk formel: C2 H5 SH  
Koncentration: 97 % (vikt)  
Kokpunkt: 35° C  
Flampunkt: - 20° C  
Densitet: 837 kg/m<sup>3</sup>  
Ångtryck: 575 mbar vid 20° C

**TETRAHYDROTIOPIHEMN**

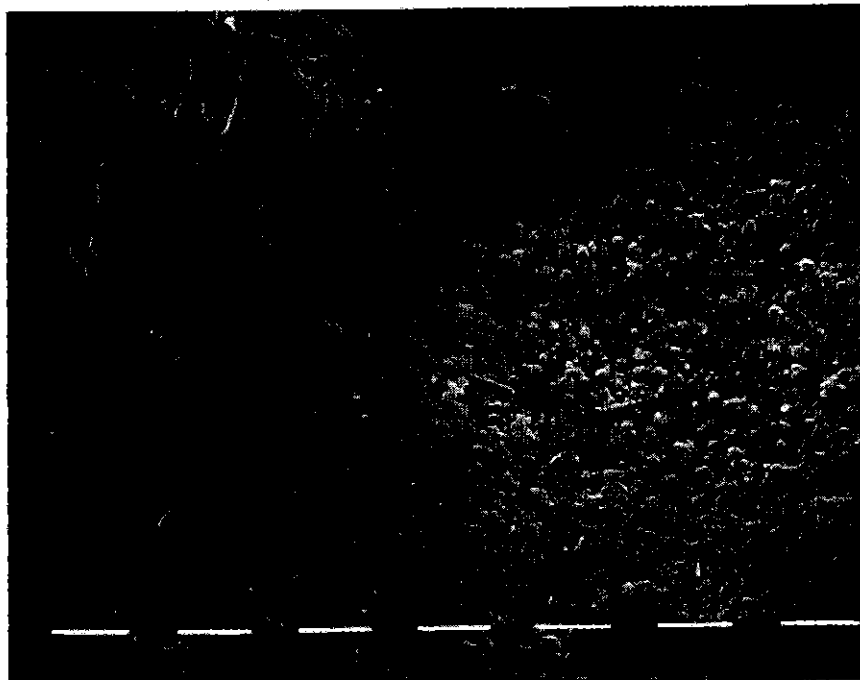
Kemisk formel: C4 H8 S  
Koncentration: 98 % (vikt)  
Kokpunkt: 119° C  
Flampunkt: 13° C  
Densitet: 999 kg/m<sup>3</sup>  
Ångtryck: 20 mbar vid 20° C



**ELEKTRONMIKROSKOPERING OCH ENERGIDISPERSIV RÖNTGENANALYS**

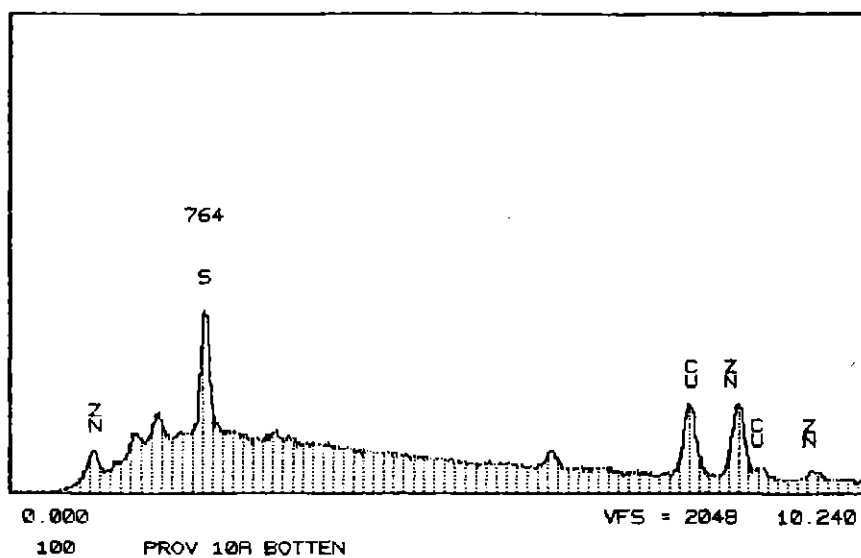
De rör som ingår i undersökningen och har preparerats med oljekondensat och odöriseringsmedel samt de två referensrören d v s prov nr 10 - 18 har studerats i elektronmikroskop. Förstoringen överstiger inte 1500 ggr. Större förstoringar kan orsaka förändringar i materialstrukturen p g a höga temperaturer vid undersökningen. Syftet med denna undersökning är att utröna huruvida de tillförda preparaten orsakat förändringar i ytan på PE-materialet. Resultatet redovisas på följande sidor i form av fotografier och kommentarer på de undersökta ytorna.

Till elektronmikroskopet var kopplat en energidispersiv röntgenanalysutrustning. Med denna utrustning mätes koncentrationen av kvarvarande oorganiska ämnen som ytan varit preparerad med. I detta fall finns större eller mindre koncentrationer av svavel, vilket är en viktig beståndsdel i odöriseringsmedlen, merkaptan och THT. Redovisningen av resultatet visas på följande sidor i form diagram som visar halten av svavel i förhållande till andra ämnen.

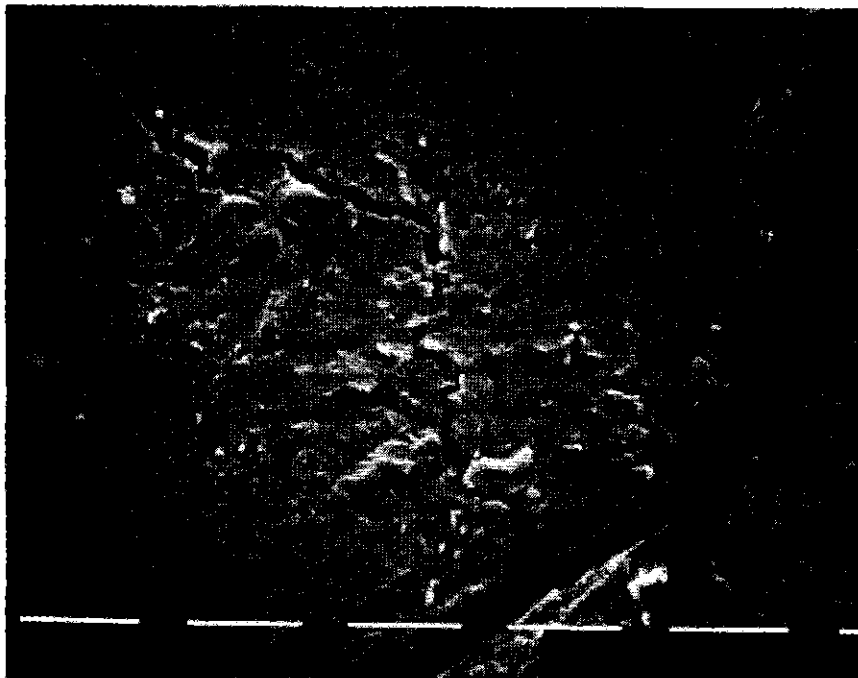


FRI 18-MAY-90 08:53

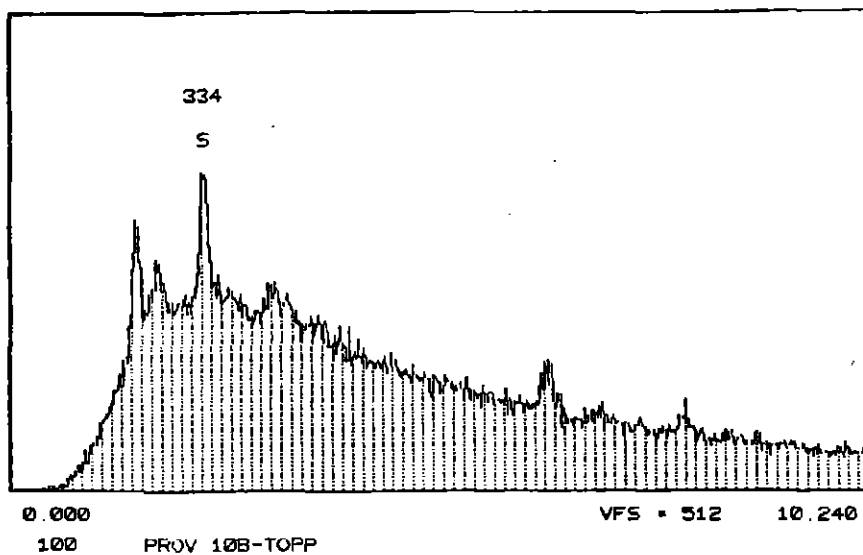
Cursor: 0.000keV \* 0



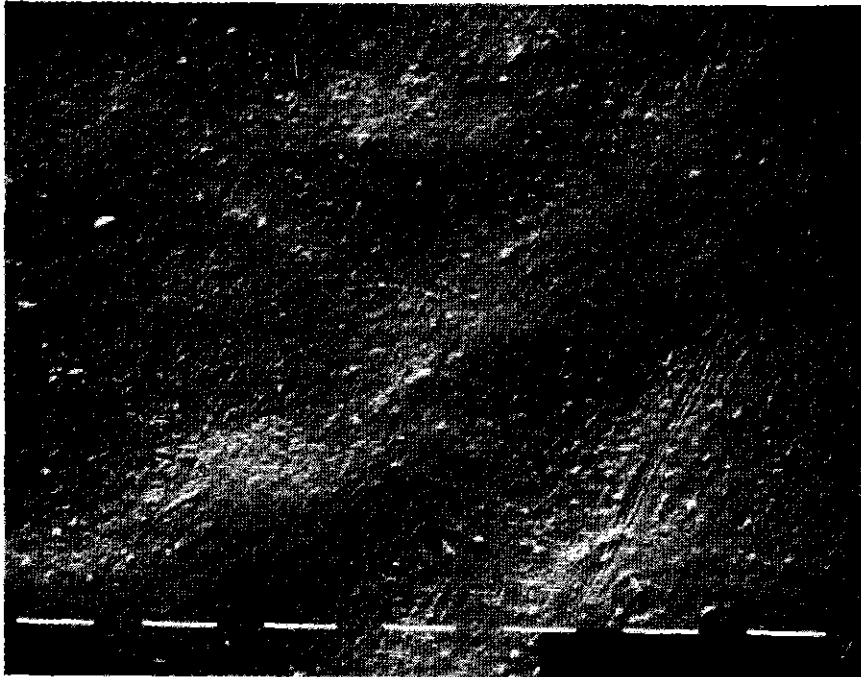
Prov nr 10A: Gult PEM-rör, förstoring 1000 ggr. Anfrätt yta utan sprickor, relativt hög svavelhalt.



FRI 18-MAY-90 08:17  
Cursor: 0.000keV = 0 ROI (2) 0.000: 0.000

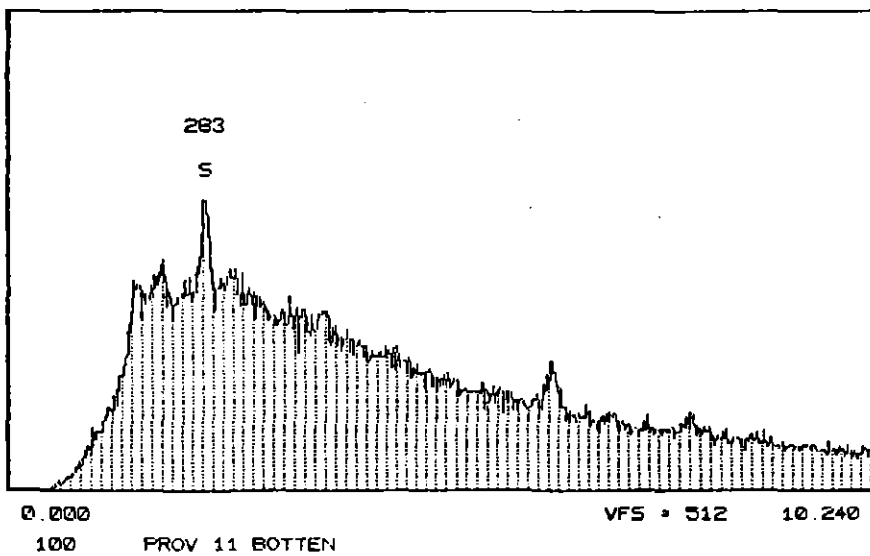


Prov nr 10B: Gult PEM-rör, förstoring 1000 ggr. Sprickor med mjuka ändavslut i ytan, vissa toppar med svavel.

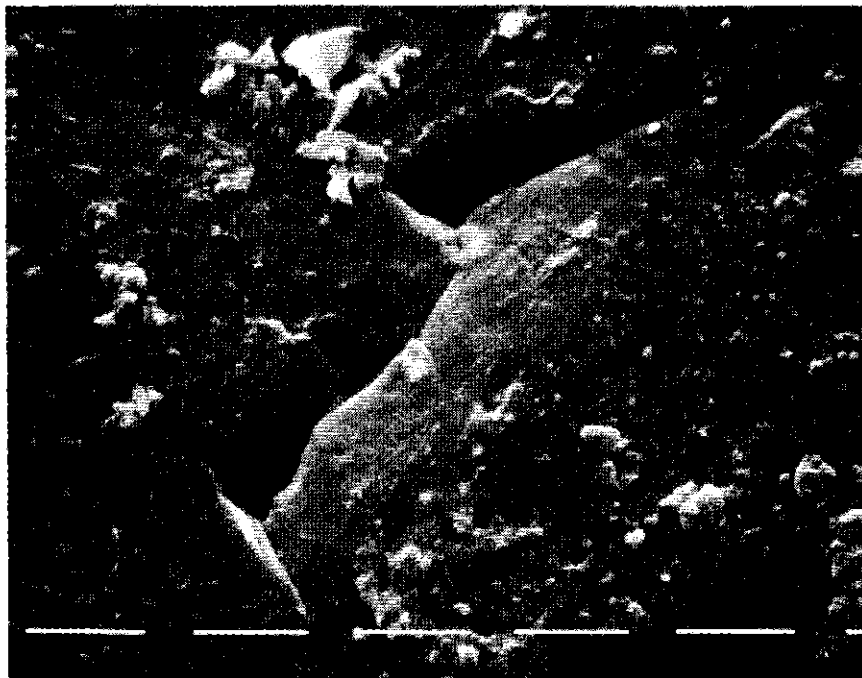


FRI 18-MAY-90 08:44

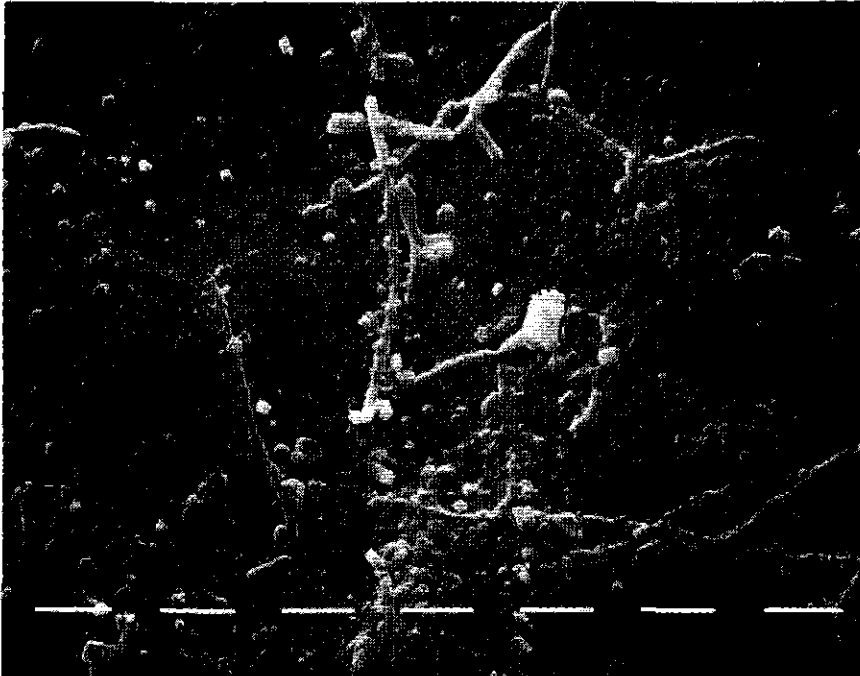
Cursor: 0.000keV = 0



Prov nr 11: Svart PEH-rör, förstoring 1000 ggr. Jämn oanfrätt yta med låg svavelhalt.

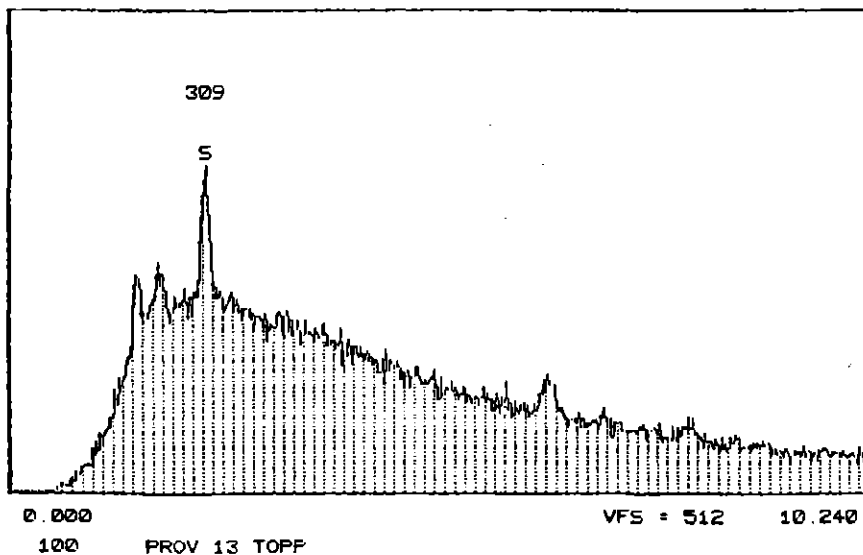


**Prov nr 12:** Gult PEM-rör, förstoring 1500 ggr. Analysskurva har inte kunnat köras ut på skrivare. Svavelkoncentrationen uppgår till 348 enheter. På ytan finns en anvisning eller grop.

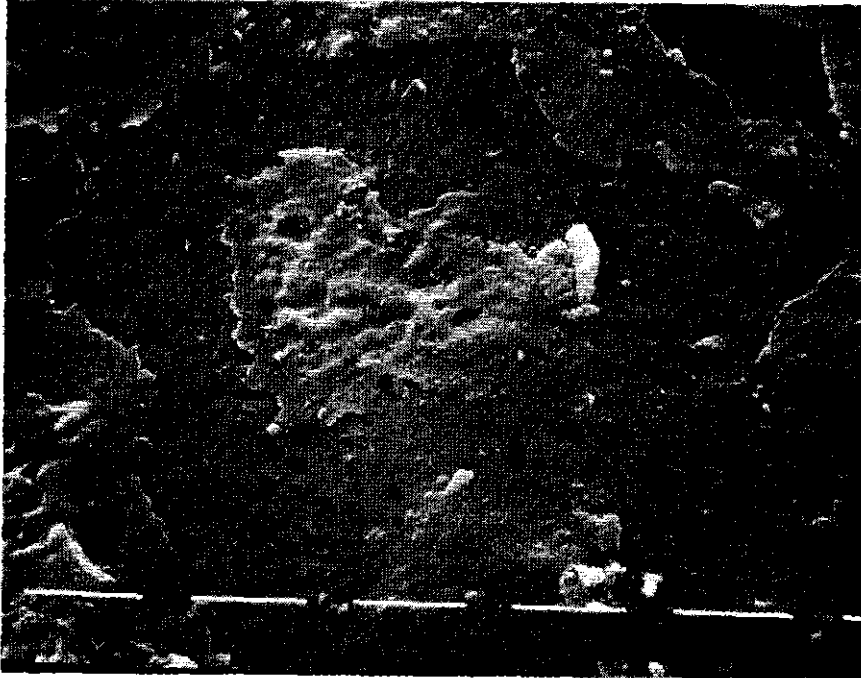


FRI 18-MAY-90 08:23

Cursor: 0.000keV = 0

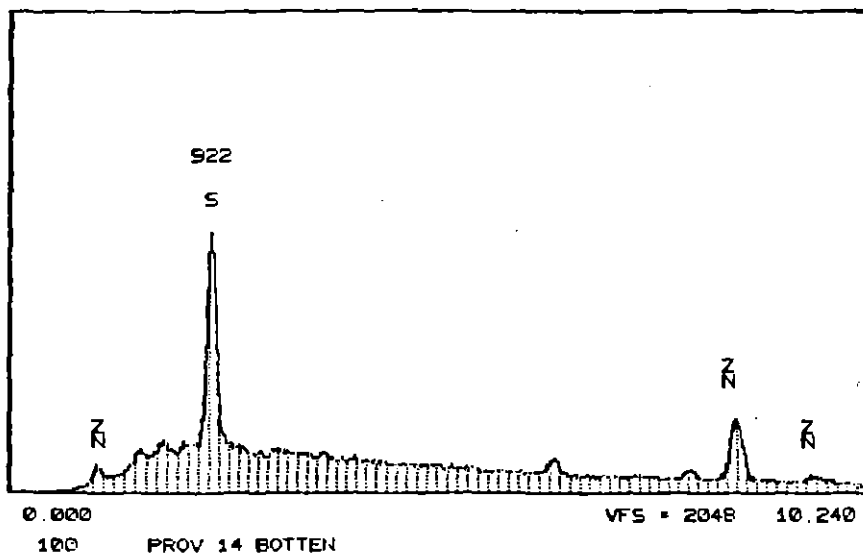


Prov nr 13: Svart PEH-rör, förstoring 1500 ggr. Ytan innehåller inga sprickor, svavelbeläggning ligger som strängar.

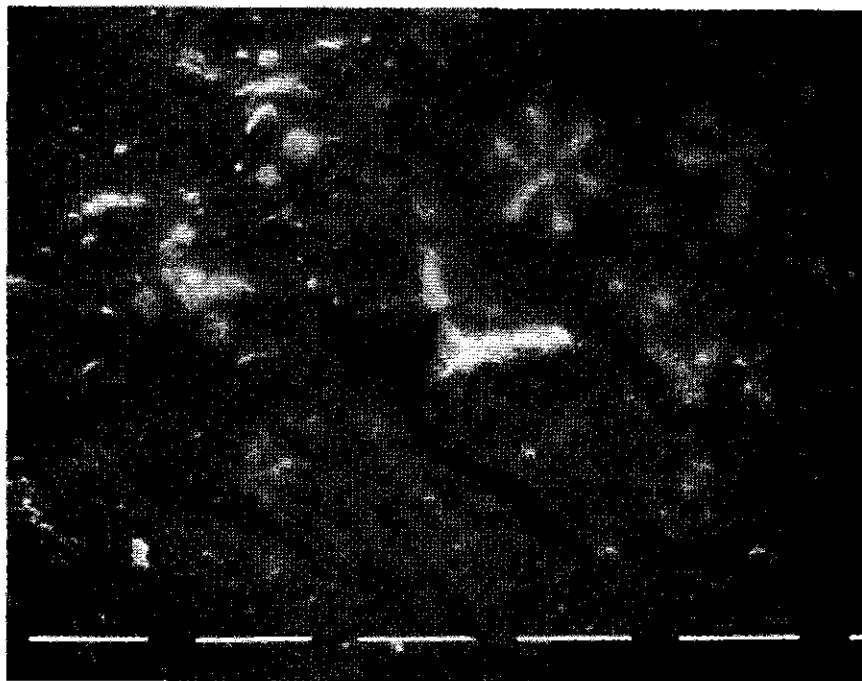


FRI 18-MAY-90 08:36

Cursor: 0.000keV = 0

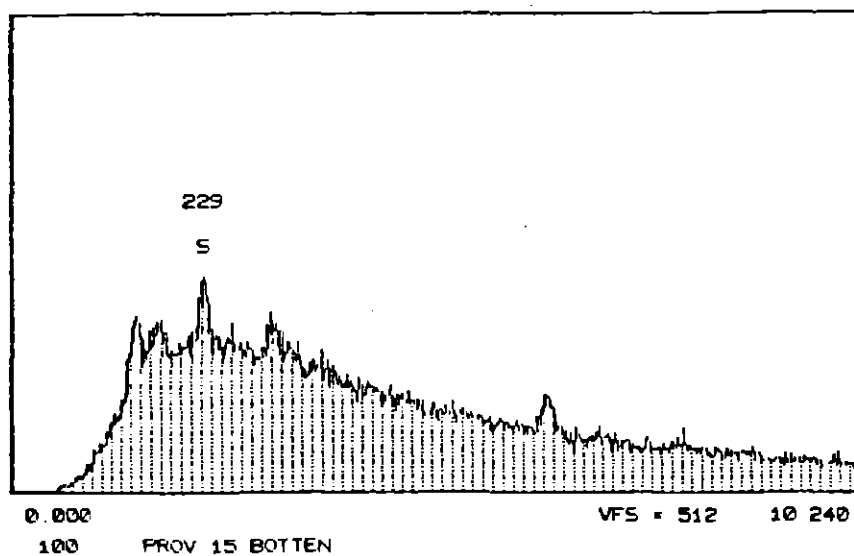


Prov nr 14: Gult PEM-rör, förstoring 1500 ggr. Sprickor och håligheter som har en hög koncentration av svavel.



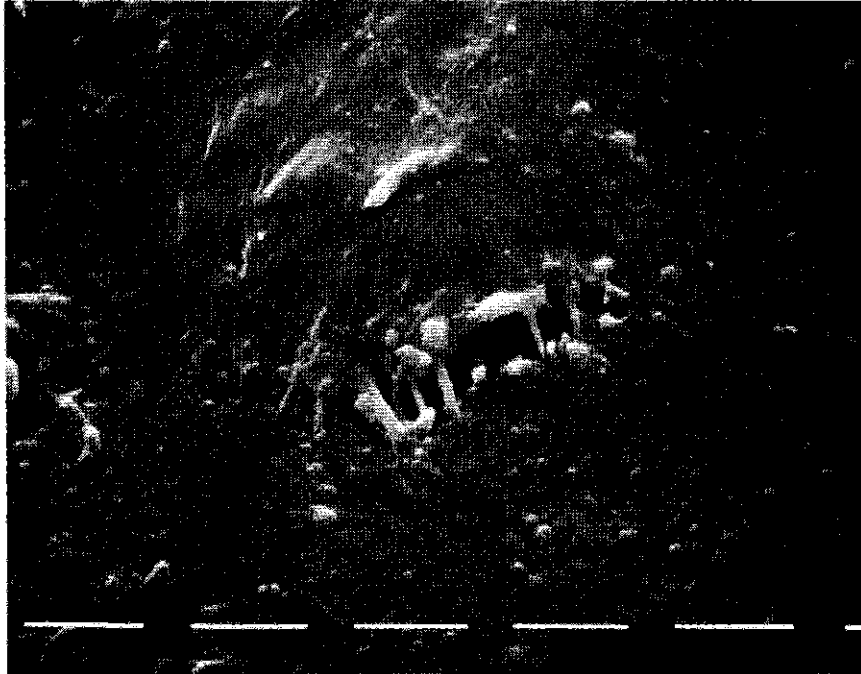
FRI 18-MAY-90 08:29

Cursor: 0.000keV = 0

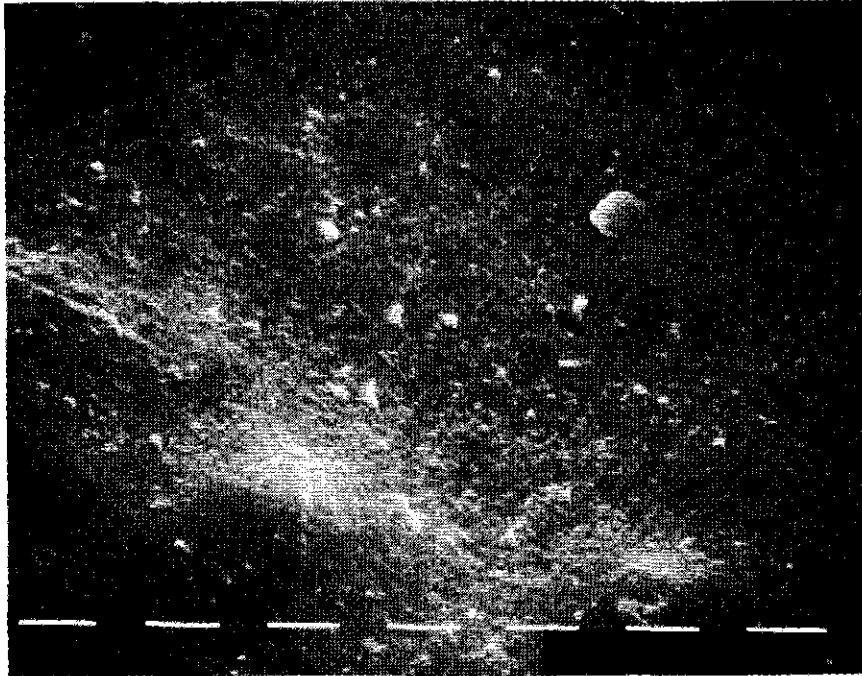


Prov nr 15: Gult PEM-rör, förstoring 1500 ggr. Tydlig djup spricka samt sjärnformiga anfrätningar.

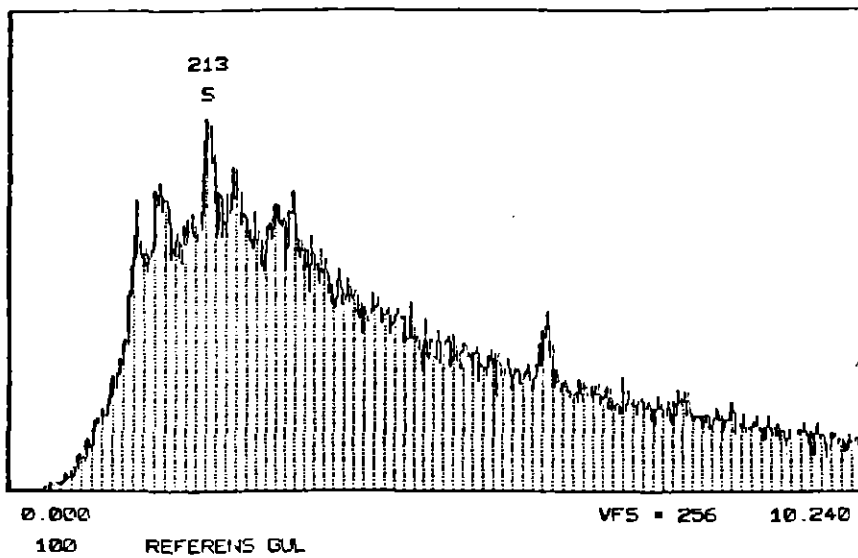




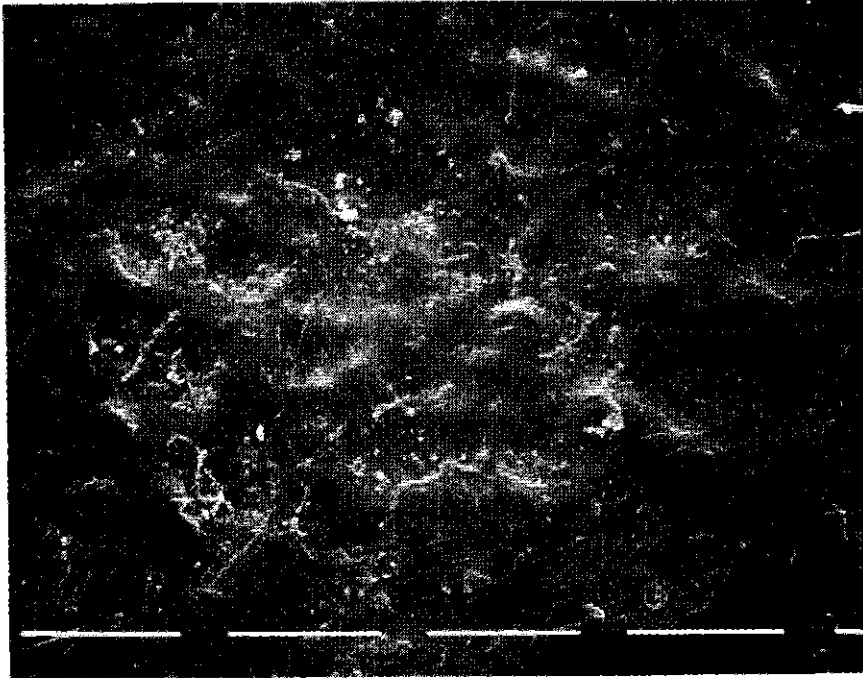
**Prov nr 16:** Svart PEH-rör, förstoring 1500 ggr. Analysskurva saknas p g a skrivarfel. Bilden visar märken efter extrudering.



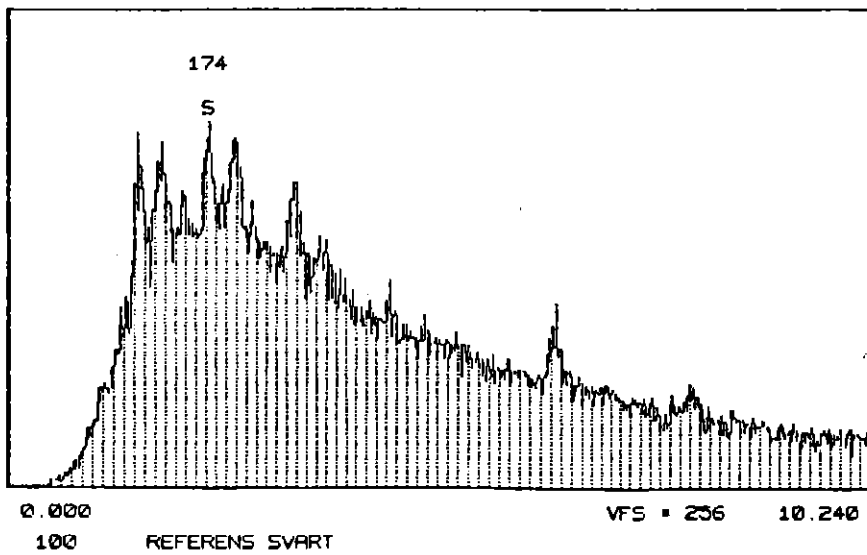
FRI 18-MAY-90 07:39  
Cursor: 0.000keV = 0 ROI (2) 0.000: 0.000



Prov nr 17: Referensprov, gult PEM-rör, förstoring 1000 ggr.



FRI 18-MAY-90 07:45  
Cursor: 0.000keV = 0      ROI (2) 0.000: 0.000



Prov nr 18: Referensprov, svart PEH-rör, förstoring 1000 ggr.

92-07-14

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
001	Systemoptimering vad avser ledningstryck	Apr 91	Stefan Grudén TUMAB	100
002	Mikrokraftvärmeverk för växthus. Utvärdering	Apr 91	Roy Ericsson Kjessler & Mannerstråle AB	100
003	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige	Apr 91	Svenskt Gastekniskt Center AB	100
004	Krav på material vid kringfyllnad av PE-gasledningar	Apr 91	Jan Molin VBB VIAK	50
005	Teknikstatus och marknadsläge för gasbaserad minikraftvärme	Apr 91	Per-Arne Persson SGC	150
006	Keramisk fiberbrännare - Utvärdering av en demo-anläggning		R Brodin, P Carlsson Sydkraft Konsult AB920212	100
007	Gas-IR teknik inom industrin. Användnings- områden, översiktlig marknadsanalys	Aug 91	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	100
008	Catalogue of gas technology RD&D projects in Sweden	Jul 91	Swedish Gas Technology Center	100
009	Läcksökning av gasledningar. Metoder och instrument	Dec 91	Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
010	Konvertering av aluminiumsmältugnar. Förstudie	Sep 91	Ola Hall, Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
011	Integrerad naturgasanvändning i tvätterier. Konvertering av torktumlare	Sep 91	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	100
012	Odöranter och gasolkondensats påverkan på gasrörssystem av polyeten	Okt 91	Stefan Grudén, F. Varmedal TUMAB	100
013	Spektralfördelning och verkningsgrad för gaseldade IR-strålare	Okt 91	Michael Johansson Drifttekniska Institut. vid LTH	150
014	Modern gasteknik i galvaniseringsindustri	Nov 91	John Danelius Vattenfall Energisystem AB	100
015	Naturgasdrivna truckar	Dec 91	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
016	Mätning av energiförbrukning och emissioner före o efter övergång till naturgas	Mar 92	Kjell Wanselius KW Energiprodukter AB	50

92-07-14

**RAPPORTFÖRTECKNING**

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
017	Analys och förslag till handlingsprogram för området industriell vätskevärmning	Dec 91	Rolf Christensen AF-Energikonsult Syd AB	100
018	Skärning med acetylen och naturgas. En jämförelse.	Apr 92	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
019	Läggning av gasledning med plöjteknik vid Glostorp, Malmö. Uppföljningsprojekt	Maj 92	Fallsvik J, Haglund H m fl SGI och Malmö Energi AB	100
020	Emissionsdestruktion. Analys och förslag till handlingsprogram	Jun 92	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
021	Ny läggningsteknik för PE-ledningar. Förstudie	Jun 92	Ove Ribberström Ove Ribberström Projektering AB	150



**Svenskt Gastekniskt Center AB**

---

---

**Box 50525, 202 50 MALMÖ**

**Telefon: 040-700 40**

**Telefax: 040-30 50 82**