

---

---

Rapport SGC 061

**POLYAMIDRÖR FÖR DISTRIBUTION AV  
GASOL I GASFAS  
Kunskapssammanställning**

**Tomas Tränkner  
Studsvik Material AB**

Juli 1995



---

---

Rapport SGC 061  
ISSN 1102-7371  
ISRN SGC-R--61--SE

Rapport SGC 061

**POLYAMIDRÖR FÖR DISTRIBUTION AV  
GASOL I GASFAS  
Kunskapssammanställning**

**Tomas Tränkner  
Studsvik Material AB**

**Juli 1995**



## SGC:s FÖRORD

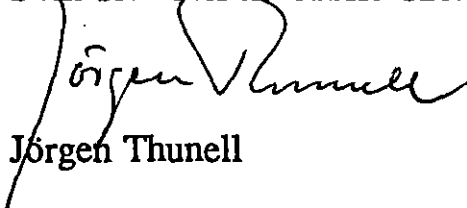
FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

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 följande delägare: Svenska Gasföreningen, Sydgas AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energi AB och Helsingborg Energi AB.

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Jörgen Thunell

# POLYAMIDRÖR FÖR DISTRIBUTION AV GASOL I GASFAS Kunskapssammanställning

Tomas Tränkner



STUDSVIK MATERIAL AB

611 82 Nyköping

Tel 0155-22 14 87

Fax 0155-26 31 25

M-94/134f

1994-11-03

M-7340

Tomas Tränkner

Svenskt Gastekniskt Center

SGC proj. 94-07

## **Polyamidrör för distribution av gasol i gasfas Kunskapsammanställning**

### **SGC proj. 94-07**

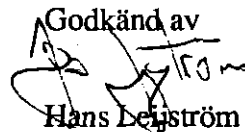
#### **Sammanfattning**

På uppdrag av Svenskt Gastekniskt Center har en kunskaps-sammanställning genomförts angående polyamid 11-rör för distribu-tion av gasol i gasfas. Enligt den australiska rörtillverkaren IPS använder Fiji Gas polyamid 11-rör för distribution av gasol. Råvarutillverkaren Elf Atochem har ingen erfarenhet av polyamid 11-rör för distribution av gasol. Polyamid 11 rör förekommer i Europa men ej för gasdistribution, endast inom bilindustrin och i off-shore tillämpningar. Rent allmänt är livslängd hos polyamid 11-rör dåligt dokumenterad i litteraturlatabaser. I tillgänglig dokumentation anges polyamid vara resistent mot propan vid 20 och 40°C. Polyamid 11 är emellertid känslig för hydrolysis (vatteninducerad nedbrytning) i sura miljöer.

#### **Summary**

A literature survey was performed regarding polyamide 11 pipes for LPG distribution (the Swedish name for LPG is gasol) by commission from the Swedish Gas Technology Centre. According to the Australian pipe manufacturer IPS Fiji Gas uses polyamide 11 pipes for LPG distribution. The resin producer Elf Atochem does not have any experience of polyamide 11 pipes for LPG distribution. Polyamide 11 pipes are used in Europe mainly in off-shore applications and within the car industry, but not in gas distribution systems. Only a few papers were found in literature data bases regarding the lifetime of polyamide 11 pipes. In the available literature polyamide 11 shows good resistance to propane at 20 and 40°C. However, polyamide 11 is sensitive to hydrolysis (water induced degradation) in acidic environments.

Godkänd av



Hans Delström

## Innehållsförteckning

		<b>sida</b>
1	Inledning och målsättning	1
2	Genomförande	2
2.1	Databassökning	2
2.2	Direkta kontakter med företag	2
3	Resultat	3
3.1	Allmänt om polyamid 11	3
3.2	Polyamid 11 jämfört med mediumdensitetspolyeten	3
3.3	Databassökning	4
3.4	Direkta kontakter med företag	6
4	Diskussion	7
5	Slutsatser	8
	Referenser	9
	Adressförteckning	10

## 1 Inledning och målsättning

Idag distribueras gasol<sup>1)</sup> i gasfas i stor utsträckning i polyetenledning (PE-ledning) eller i rör av metall. Gasol är det svenska handelsnamnet på en petroleumprodukt som består av någon av kolvätena propan, butan eller blandningar av dessa. Polyetenrör är ett beprövat material som under lång tid har använts för naturgasdistribution i Europa och USA. Polyetenröret i sig är relativt billigt men fogningsmetoderna är dyra. I de applikationer där antalet förgreningar är många och rördiametern relativt liten ( $D_y < 110$  mm) har Polyamid 11 (PA 11, Nylon 11 eller Rilsan B) visat sig kunna konkurrera prismässigt med polyetenrör [1]. Polyetenrör är emellertid mer konkurrenskraftigt för stora rördimensioner.

1992 inbjöds svensk gasindustri av rörtillverkaren IPS (Industrial Pipe Systems) och råvarutillverkaren Elf Atochem till ett informationsmöte kring polyamid 11 [2]. IPS ägs av Australian Gas Light Company (AGL). Polyamid 11 säljs i Sverige under namnet Rilsan B av Gren & Bennich. Under året innan, 1991, hade TUMAB AB utfört en del undersökningar av rörmaterialet och även skaffat tillstånd från sprängämnesinspektionen att använda polyamid 11-rör för naturgas i Sverige [3].

Under 1993 genomförde Thomas Ehrstedt en litteraturstudie inom "PA11 som material i ledningar för gasdistribution" [4]. Han införskaffade då ytterligare dokumentation om polyamid 11 genom direkta kontakter med Elf Atochem, rörtillverkaren IPS och slutanvändaren Australian Gas Light Company. Rapporten redovisar beräkning av läggningskostnaden för olika "case" och det visade sig att totalkostnaden kan bli 10-20 % lägre om polyamid 11-rör läggs i stället för polyetenrör.

Australian Gas Light Company i Sydney har mer än 22 års erfarenhet av polyamid 11-rör. Inga problem har rapporterats under denna period. Då vi i Sverige inte enbart är intresserade av naturgasdistribution utan även distribution av gasol och biogaser ställdes frågan vilken internationell erfarenhet som finns av polyamid 11-rör för gasolgasdistribution.

För polyetenrör finns det ett stort antal rörtillverkare i Europa och mängd olika polyeten-råvarukvaliteter att välja på för gasdistribution. För polyamid 11-rör finns endast en råvaruproducent och ingen rörtillverkare i Europa (rörtillverkare finns i Australien). Det gör att den kommersiella situationen är annorlunda för polyamid 11-rör jämfört med polyetenrör.

Denna rapport syftar således till att undersöka internationell förekomst och erfarenheter av PA 11 rör för distribution av gasol i gasfas.

Projektet har genomförts på uppdrag av Svenskt Gastekniskt Center.

---

<sup>1)</sup> Den utländska benämningen på gasol är LPG=Liquified Petroleum Gas.

## **2 Genomförande**

Information har sökts i befintlig litteratur, erhållen av Thomas Ehrstedt på Sydkraft Konsult AB, vid möte med Klaus Ristl på Gren & Bennich, möte med olika företag, telefonkontakt med olika företag och via en databassökning.

### **2.1 Databassökning**

Databassökning genomfördes i följande databaser:

American Institute of Petroleum, Chemical Abstract, the Energy Data Base och RAPRA.

Följande sökprofil användes för polyamid 11.

Nylon, polyamide 11, PA 11, Rilsan B  
Gas pipes, plastic pipes, pipes, tubing, pipe system  
Renovation, rehabilitation, relining  
Natural gas, city gas, propane,  
glue, gluing, joining, Nylink  
Atochem, ELF, Australian Gas Light Company, AGL  
Bernard Guerin, B. Guerin

### **2.2 Direktkontakt med företag**

I Sverige har Thomas Ehrstedt på Sydkraft Konsult sedan tidigare haft kontakt med AGL och Elf Atochem. Som komplement till den dokumentation som erhållits av Thomas Ehrstedt har även ett antal företag kontaktats dels via telefon och dels genom direkta besök. Bland dessa återfinns Borealis Polyeten AB, Nordisk Wavin A/S, Gaz de France, Italgas, Fina Research och Elf Atochem.

En adressförteckning till respektive företag återfinns i längst bak i rapporten.



### 3 Resultat och diskussion

#### 3.1 Allmänt om polyamid 11

Polyamid 11 har använts i mer än 10 år i Sverige. Det finns cirka 400 ton polyamid 11 och 12 (polyamid 12 används till bl.a. kabelisolering) i Sverige [5]. Som jämförelse kan nämnas att AGL i mitten av 80-talet installerade cirka 350 ton polyamid 11-rör per år [11]. Polyamid 11 används framförallt till tryckluftsslanger till lastbilar mellan släpet och dragbilen vid ett tryck på cirka 12 bar. Bromsledningar och bensinslangarna till nya Volvo och Saab är gjorda av polyamid 11. Electrolux använder polyamid 11 som ytbeläggning i trådkorgar i diskmaskiner. Polyamid 11 är vanligt som ytbeläggning på metallrör och ventiler. Övriga applikationer är slangar till katetrar inom sjukvården och kabelisolering i elkablar.

#### 3.2 Polyamid 11 jämfört med mediumdensitetspolyeten

Polyamid 11 är en linjär termoplastisk polymer som kan sägas vara ett mellanting mellan den klassiska Nylon 6 och mediumdensitetspolyeten. Tabell 1 visar skillnaden mellan polyamid 11 och mediumdensitetspolyeten för några typiska fysikaliska egenskaper.

**Tabell 1**

Fysikaliska egenskaper hos polyamid 11 och mediumdensitetspolyeten.

Egenskap	Enhet	Polyamid 11 <sup>1)</sup>	Finathene 3802 YCF <sup>2)</sup>
Densitet vid 23°C	kg/m <sup>3</sup>	1 030	940
Smältpunkt	°C	183	127
Glastemperatur <sup>3)</sup>	°C	50	-20 <sup>4)</sup>
LTHS, 20°C, 50 år	MPa	15	8.6

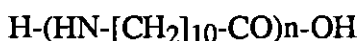
1) Enligt Ref 4

2) Enligt Ref 15

3) Under glastemperaturen förekommer ej storskaliga segmentsrörelser hos huvudmolekylkedjan.

4) Olika värden har rapporterats. -20°C anses vara ett troligt värde [7].

Strukturformeln för polyamid 11 har följande principiella utseende:



Polymerkedjans utseende gör att de intermolekylära krafterna mellan molekylsegmenten blir starkare jämfört med polyeten.

Ref 8 presenterar en mer utförlig jämförelse mellan polyamid 11-rör och polyetenrör. Polyamid 11 jämfördes med polyeten med avseende på diametrar, rörkostnad och skarvningsmetoder. Jämförelsen omfattar även kemisk resistens, permeabilitet och långtidshållfasthet. Troligen är jämförelsen gjord mot första generationens polyetenmaterial vilket medför att polyamidröret ter sig mer fördelaktigt än vad som är fallet om jämförelsen hade gjorts med ett modernt PE-material. Slutsatsen i rapporten är att Rilsan (polyamid 11-rör) är konkurrenskraftig mot PE-rör upp till  $D_v=110$  mm och kan inom detta område ge en kostnadsbesparing på 5-20% jämfört med polyetenrör.

I Sverige sammanställde Svenska Gasföreningen tillsammans med Sveriges Plastförbund och Sydkraft AB en "state-of-the-art-rapport" inom PE-rör för distribution av gasol i gasfas [9]. Rapporten konstaterade i princip att PE-rör är ett bra material för naturgasdistribution och även för propandistribution. De frågor som ställdes i rapporten angående plaströrens livslängd var följande:

- \* Hur påverkas PE-materialet av vätskedroppar och indunstningsprodukter i rörledning efter förångare?
- \* Om kondensat fälls ut vid de driftsförutsättningar som anges i svenska gasolanvisningar, vilken sammansättning har den då? Hur påverkas PE-rör av detta kondensat?

Ref 9 anser även att det inte finns skäl till restriktioner för gasdistributionsledning utförda av PE-material om PE-materialet inte påverkas av kondensat och indunstningsprodukter. Ovanstående är viktigt att besvara även för polyamid 11-rör om dessa skall användas för gasolgasdistribution.

### 3.3 Databassökning

Databassökningen utfördes på Kungliga Tekniska Högskolans Bibliotek i Studsvik. Sökprofilen valdes så att olika applikationer inkluderas, även artiklar som ej omfattar polyamid 11-rör för gasolgasdistribution.

Databassökningen visade generellt sett på få referenser på polyamid 11 i rörapplikationer. Totalt påträffades 61 referenser med ovanstående sökprofil. Av de 61 referenserna har 11 st. anknytning till rör, huvudsakligen angående naturgasdistribution och för off-shoreapplikationer. Ref 10 rapporterar att Fiji Gas använder polyamid 11-rör för distribution av gasol<sup>1)</sup>. Även Australien överväger att använda polyamid 11-rör för distribution av gasol [10].

Ref 11 behandlar allmänna egenskaper hos polyamid 11 och presenterar bakgrunden till varför AGL valde polyamid 11-rör för renovering. De främsta anledningarna var att rörsystemet måste vara motståndskraftigt mot aromater och att den totala volymen gas i det renoverade rörsystemet inte fick minska signifikant. Renovering med PE-rör (SDR 11) skulle medföra att gasvolymen i distributionsnätet skulle bli 23 % lägre jämfört med ett polyamid 11-system (under antagande att godstjockleken för polyamid 11-rör är 2 ggr mindre än för polyetenrör för en och samma tryckklass). Den kemiska resistensen presenteras i tabell 2. Tabell 2 är intressant för att det visar att experiment är gjorda med bl.a. propan. Artikeln ger dock inga referenser till givna data. Det skulle vara mycket intressant att ta del av bakomliggande rådata till tabell 2. Elf Atochem uppger att omfattande "rådata" finns från interna provningar men dessa är inte publicerade. Resultat från dessa interna provningar kan erhållas på specifik begäran. Viktiga frågor i sammanhanget är följande:

- \* Hur varierar den kemiska resistensen för olika rördimensioner?
- \* Hur påverkas materialets struktur av långvarig kemikalieexponering?
- \* Hur resistent är polyamid 11 efter mycket långa exponeringstider, >1 år?
- \* Hur beror den kemiska resistensen av det inre övertrycket?
- \* Finns det risk att materialets stabilisator urlakas av kemikalien?
- \* Hur påverkas rörskarvar (limfog och rördelar) av kemikalier?

---

<sup>1)</sup> Den utländska benämningen på gasol är LPG=Liquified Petroleum Gas.

Polyamid 11 är känslig för kemisk nedbrytning genom hydrolys i sura miljöer [12]. Ref 12 anger emellertid att livslängden, för flexibla stålrör med en invändig lining av polyamid 11, med en invändig miljö av metan och etan och 9.3 w% CO<sub>2</sub> och 15.3 w% H<sub>2</sub>S är minst 3 år vid 50°C vid ett membrantryck på 90 bar. Livslängden i samma miljö vid 70°C och 100 bars tryck var 7 månader. Ett annat försök genomfördes med en invändig miljö av metan och etan och 0.2 w% CO<sub>2</sub> och 4 w% H<sub>2</sub>S vid 100°C och 120 bars tryck. Efter 6 månaders exponering var polyamidens mekaniska egenskaper oförändrade.

**Tabell 2**

Resistens hos polyamid 11 mot olika kemiska produkter [11].

Kemisk produkt	Resistens vid olika temperaturer		
	20°C	40°C	60°C
Acetylen	Bra	Bra	Bra
Bensen	Bra	Bra, svällning	Begränsad
Butan	Bra	Bra	Bra
Metan	Bra	Bra	Bra
Propan	Bra	Bra, svällning	-
Toluen	Bra	Bra, svällning	Begränsad
Xylen	Bra	Bra, svällning	-
Stadsgas	Bra	Bra	-
Dieselolja	Bra	Bra	Bra, svällning
Bensin	Bra	Bra	Bra, svällning
Nafta	Bra	Bra	Bra, svällning

Ref 8 anger att livslängden för exponering i råolja vid 100°C är 10 år.

Polyamid 11 är generellt sett ej resistent mot koncentrerade syror, fenoler och vissa klorerade lösningsmedel [11, 13].

Ref 6 redovisar hur det Australiensiska kvalitetskontrollprogrammet för rörtillverkning och standardprovning är upplagt. För tillverkning av polyamid 11-rör skall följande kontrolleras:

- \* Fuktupptagning
- \* Draghållfasthet
- \* Slagprovning vid -20°C. Dåliga slagprovningresultat kan vara ett tecken på för hög tillverkningshastighet, för högt fuktinnehåll i råmaterialet eller dåligt fördelade "tillsatser" i polymeren [6].
- \* Visuellt kontroll av rören med genomlysning av rörväggen (om röret är opakt).
- \* Tryckprovning vid 80°C och  $\sigma=10.8$  MPa i 44 h (vatten/vatten ?).
- \* Tryckprovning vid 23°C och  $\sigma=29$  MPa i en timme (vatten/vatten ?).
- \* Sammanklämning vid -20°C följt av tryckprovning vid 80°C och  $\sigma=29$  MPa i 44 h (vatten/vatten ?).

På samma sätt skall provning av rörskarvningsdelar genomföras under produktionen enligt nedan:

- \* Kontroll av dimensioner
- \* Slagprovning vid -20°C
- \* Tryckprovning av rörskarvningsdelar tillsammans med rör vid 80°C och  $\sigma=10.8$  MPa

Ref 16 redovisar tryckprovingsdata med 32x1.5 mm polyamid 11 rör. Tryckprovningen utfördes i vatten som invändigt och utvändigt medium vid 80, 60, 40 och 20°C. Provningstiderna uppgick till cirka 5 000 h vid 80°C och 15 000 h vid 23°C. Ref 15 anger att den teoretiska livslängden är 50 år vid +23°C och vid en ringspänning av 18 MPa. Inget nämns om vilken typ av brott som förekommer eller förekomsten av eventuella knän i krypbrottskurvan.

### 3.4 Direkta kontakter med företag

Inom projektet genomfördes besök hos Italgas, FINA Research och Elf Atochem. Övriga företag kontaktades per telefon.

Italgas (Guiseppe Bernardini) använder idag inte polyamid 11-rör för naturgas eller annan gasdistribution. De har emellertid deltagit i ett möte med Atochem och diskuterat möjligheten att introducera polyamid 11-rör i Italien. Italgas anser dock att regelverket i Italien är allt för komplicerat för att möjliggöra ytterligare ett plastmaterial för gasdistribution förutom polyeten. Italgas är inte heller helt övertygade om att de ekonomiska fördelar som presenteras för polyamid 11-rör även gäller i Italien. Enligt Italgas är det inte sannolikt att polyamid 11-rör kommer att installeras i Italien inom de närmaste åren.

Gaz de France (Dominique Gueugnaut) intervjuades i samband med ett möte i Italien 1994-10-24. Gaz de France är av samma uppfattning om polyamid 11-rör som Italgas, d.v.s. det är inte aktuellt med en introduktion i Frankrike inom de närmaste åren. Gaz de France har följaktligen ingen erfarenhet av distribution av gasol i gasfas med polyamid 11-rör.

FINA Research är råvaruproducent av mediumdensitetspolyeten (Finathene 3802 YCF i Sverige). Vid ett besök på FINA 1994-10-25 kände de inte till att polyamid 11-rör förekommer för vare sig naturgas- eller propangasdistribution. Enligt muntliga uppgifter från Gustav Suys på FINA finns det anledning att "se upp" med polyamid 11-rörs sprödbrottsegenskaper. Han hade också, enligt egen utsago, tagit del av en intern rapport från AGL som redovisade problem med polyamid 11-rör. Dessa uppgifter kan dock inte bekräftas i dagens läge.

Elf Atochem besöktes 1994-10-26 i Paris. Vid mötet deltog Jean-Luc Beal och Daniel Siour. De kände inte till något fall där polyamid 11-rör användes för propangasdistribution och de kände inte till att det fanns ett sådant intresse i Sverige. Som nämnts ovan har polyamid 11-rör sin stora marknad inom bilindustrin och inom off-shore. Elf Atochem är ett specialplastföretag till skillnad mot t.ex. FINA och Borealis. Enligt dem har polyamid 11 genomgått omfattande intern provning och de lutar på sitt material. De har inte haft behov av att skriva vetenskapliga artiklar och deltaga på konferenser i samma utsträckning som t.ex. polyetentillverkare. För tillfället satsar Elf Atochem på

att introducera polyamid 11 för relining av stadsgasnät. Diskussion pågår med flera länder, bl.a. USA, Holland, England och Sverige. Elf Atochem har låtit Springborn (provningsslabb i USA) i USA tryckprova sina rör för att få det godkänt i USA. Det vore intressant att få ta del av den provningsrapporten.

Borealis Polyeten i Stenungsund (råvarutillverkare av mediumdensitetspolyeten) hävdar även de att polyamid 11 inte förekommer som gasrör i Europa. De (Björn Berndtson) ställer sig tveksamma till de ekonomiska fördelar som redovisas för polyamid 11-rör och vill föra fram att livslängden hos polyetenrör är mycket bättre dokumenterade än hos polyamid 11-rör.

Nordisk Wavin (Henning Espersen) har inga planer på att börja producera polyamid 11-rör. De känner inte till några länder i Europa där polyamid 11-rör används för gasolgasdistribution.

#### 4 Diskussion

Ingen av de kontaktade företagen kunde nämna något fall där polyamid 11-rör används för distribution av gasolgas. De enda europeiska länder som använder plaströr (uteslutande PE-rör eller möjligen PVC-rör) för distribution av gasol är Sverige, Holland och Portugal [9]. Elf Atochem har inga erfarenheter av distribution av gasol med polyamid 11 rör.

Enligt Ref 10 förekommer nylonrör för gasolgas distribution på Fiji. I de flesta naturgasdistributionssystem finns reservlager med gasol som vid behov blandas upp med naturgasen för att klara av vissa förbrukningstoppar [14].

Polyamid 11-rör är, än så länge, inte introducerat som gasrör i Europa i någon större omfattning. De enda applikationer som har påträffats är för renovering av naturgas/stadsgasledningar i järn (endast i Australien, Kina och Polen), gasolgasdistribution i sydostasien, mediarör för bromsvätska i bilar, bensinslang i bilar, offshore-applikationer, och i en mängd andra applikationer där det inte är fråga om rör.

För att säkert kunna använda polyamid 11-rör för gasolgasdistribution är det viktigt att fastställa de faktorer (temperatur, miljö, belastning etc.) som kan påverka rörens livslängd som gäller för svenska förhållanden. Det är starkt rekommendabelt att viss livslängdsprovning genomförs av PA 11 rör innan installation.

## 5 Slutsatser

- Enligt Ref 10 förekommer gasolgasdistribution med polyamid 11 rör på Fiji.
- Polyamid 11 uppges vara resistent mot propangas vid 20 och 40°C. Vid 40°C uppstår en svällningseffekt.
- Polyamid 11 är generellt sett känslig för nedbrytning i sura miljöer, speciellt vid närvaro av koncentrerade syror, fenoler och vissa klorinerade lösningsmedel.
- Litteraturen visar inga uppenbara risker med att använda polyamid 11-rör för gasolgasdistribution.
- Livslängden hos polyamid 11-rör i olika miljöer är dåligt dokumenterad.

## Referenser

- 1 GUERIN, B.  
Rilsan Gas Pipe Systems - All you need to know about it.  
Elf Atochem, 1990.
- 2 Möte om gasrör av nylon på Svenska Gasföreningen  
1992-06-15.
- 3 SYNNERHOLM, L.  
Yttrande angående polyamid 11-rör och dokumentation.  
SÄI 48/326/92. 1992-04-30.
- 4 EHRSTEDT, T.  
PA11 som material i ledningar för gasdistribution.  
SGC rapport 044, 1993.
- 5 RISTL, K  
Telefonsamtal, 1994-11-10, Gren & Bennich, tel 0140-147 55.
- 6 GILBERT, M. V.  
A new development in plastic gas distribution systems. 1986  
International Gas Research Conference. Australian Gas Light  
Company.
- 7 BRYDSON, J. A.  
Plastic Materials, Fourth Edition. Butterworths, 1982.  
ISBN 0-408-00538-6, s 446.
- 8 "Comparison Rilsan / PE for gas network". Jämförelse mellan  
Polyamid 11 och polyetenrör. Erhållet av Klaus Ristl, okt 1994.
- 9 BJÖRKLUND, I, SCHYMBÄCK, L, TRÖNELL S.  
PE-rör för distribution av gasol i gasfas.  
Stockholm 1990-08-22.
- 10 LEONARDI, T. M.  
The AGL Goldline project, "*The Rilsan System*".  
AGL Sydney, 1991.
- 11 HATTERSLEY, S. G.  
Polyamide 11 pipe systems for gas distribution. *Plastics News*  
Oct., 1985.
- 12 DAWANS, F, JARRIN, J, HARDY, J.  
Improved Thermoplastic Materials for Offshore Flexible Pipes.  
*SPE Production Engineering*, Aug. 1988, p 387-392.
- 13 IPS, Industrial Pipe Systems, Presentationsbroschyr för  
Polyamid 11 rör för gasdistribution.
- 14 Samtal med Lennart Skymbäck, Svenska Gasföreningen,  
1994-11-03.
- 15 Finathene, produktblad från Fina Chemicals 03/92.

16 SATYO, H.  
Life Time of Polyamide 11 Pipes. *Kunststoffe* 84 (1994) 9.

**Adressförteckning över kontaktade företag angående PA 11 för  
distribution av gasol i gasfas**

Björn Berndtson  
**Borealis Polyeten AB**  
444 86 Stenungsund  
tel 0303-862 69  
fax 0303-81 227

Henning Espersen  
**Nordisk Wavin A/S**  
Wavinvej 1, Hammel  
DK-8450, Danmark  
tel 45 86 96 20 00  
fax 45 86 96 94 61

Dominique Gueugnaut  
**Gaz de France**  
361, Avenue du President Wilson  
BP 33 - 93211 La Plaine Saint Denis Cedex, Frankrike  
tel 33 149 22 59 54  
fax 33 1 49 22 58 91

Guiseppe Bernardini  
**Italgas**  
101 52 Torino  
Largo Regio Parco, 11, Italien  
tel 3911 23 94 632  
fax 3911 23 94 865

Gustaf Suys  
**Fina Research**  
Zone Industrielle C, B-7181 (Feluy), Belgien  
tel 32 64 51 40 56  
fax 32 64 54 10 27

Jean-Luc Béal  
**Elf Atochem**  
4. cours Michelet  
Cedex 42, 92091 Paris La Défense 10, Frankrike  
tel 33 1 49 00 76 49  
fax 33 1 49 00 80 44



95-08-15

## 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
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	Jan 93	R Brodin, P Carlsson Sydkraft Konsult AB	100
007	Gas-IR teknik inom industrin. Användnings- områden, översiktlig marknadsanalys	Aug 91	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	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 Instit. 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
017	Analys och förslag till handlingsprogram för området industriell vätskevärmning	Dec 91	Rolf Christensen ÅF-Energikonsult Syd AB	100
018	Skärning med acetylen och naturgas. En jämförelse.	Apr 92	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100

95-08-15

**RAPPORTFÖRTECKNING**

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
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 Projekt. AB	150
022	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige. Utgåva 4	Aug 92	Svenskt Gastekniskt Center	150
023	Läggning av gasledning med plöjteknik vid Lillhagen, Göteborg. Uppföljningsproj.	Aug 92	Nils Granstrand m fl Göteborg Energi AB	150
024	Stumsvetsning och elektromuffsvetsning av PE-ledningar. Kostnadsaspekter.	Aug 92	Stefan Grudén TUMAB	150
025	Papperstorkning med gas-IR. Sammanfattning av ett antal FUD-projekt	Sep 92	Per-Arne Persson Svenskt Gastekniskt Center	100
026	Koldioxidgödsling i växthus med hjälp av naturgas. Handbok och tillämpn.exempel	Aug 92	Stig Arne Molén m fl	150
027	Decentraliserad användning av gas för vätskevärmning. Två praktikfall	Okt 92	Rolf Christensen AF-Energikonsult	150
028	Stora gasledningar av PE. Teknisk och ekonomisk studie.	Okt 92	Lars-Erik Andersson, Åke Carlsson, Sydkraft Konsult	150
029	Catalogue of Gas Techn Research and Development Projects in Sweden (På engelska)	Sep 92	Swedish Gas Technology Center	150
030	Pulsationspanna. Utvärdering av en demo-anläggning	Nov 92	Per Carlsson, Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	150
031	Detektion av dräneringsrör. Testmätning med magnetisk gradiometri	Nov 92	Carl-Axel Triumf Triumf Geophysics AB	100
032	Systemverkn.grad efter konvertering av vattenburen elvärme t gasvärme i småhus	Jan 93	Jonas Forsman Vattenfall Energisystem AB	150
033	Energiuppföljning av gaseldad panncentral i kvarteret Malörten, Trelleborg	Jan 93	Theodor Blom Sydkraft AB	150
034	Utvärdering av propanexponerade PEM-rör	Maj 93	Hans Leijström Studsvik AB	150

95-08-15

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
035	Hemmatankning av naturgasdriven personbil. Demonstrationsprojekt	Jun 93	Tove Ekeborg Vattenfall Energisystem	150
036	Gaseldade genomströmningsberedare för tappvarmvatten i småhus. Litteraturstudie	Jun 93	Jonas Forsman Vattenfall Energisystem	150
037	Verifiering av dimensioneringsmetoder för distributionsledningar. Litt studie.	Jun 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
038	NOx-reduktion genom reburning med naturgas. Fullskaleförsök vid SYSAV i Malmö	Aug 93	Jan Bergström Miljökonsulterna	150
039	Pulserande förbränning för torkändamål	Sep 93	Sten Hermodsson Lunds Tekniska Högskola	150
040	Organisationer med koppling till gasteknisk utvecklingsverksamhet	Feb 94	Jörgen Thunell SGC	150
041	Fältsortering av fyllnadsmassor vid läggning av PE-rör med läggingsbox.	Nov 93	Göran Lustig Elektro Sandberg Kraft AB	150
042	Deponigasens påverkan på polyetenrör.	Nov 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
043	Gasanvändning inom plastindustrin, handlingsplan	Nov 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
044	PA 11 som material ledningar för gasdistribution.	Dec 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
045	Metoder att höja verkningsgraden vid avgaskondensering	Dec 93	Kjell Wanselius KW Energiprodukter AB	150
046	Gasanvändning i målerier	Dec 93	Charlotte Rehn et al Sydkraft Konsult AB	150
047	Rekuperativ aluminiumsmältugn. Utvärdering av degelugn på Värnamo Pressgjuteri.	Okt 93	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	150
048	Konvertering av dieseldrivna reservkraftverk till gasdrift och kraftvärmeprod	Jan 94	Gunnar Sandström Sydkraft Konsult AB	150
049	Utvecklad teknik för gasinstallationer i småhus	Feb 94	P Kastensson, S Ivarsson Sydgas AB	150
050	Korrosion i flexibla rostfria insatsrör (Finns även i engelsk upplaga)	Dec 93	Ulf Nilsson m fl LTH	150

95-08-15

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
051	Nordiska Degelugnsprojektet. Pilot- och fältförsök med gasanvändning.	Nov 93	Eva-Maria Svensson Glafo	150
052	Nordic Gas Technology R&D Workshop. April 20, 1994. Proceedings.(På engelska)	Jun 94	Jörgen Thunell, Editor Swedish Gas Center	150
053	Tryckhöjande utrustning för gas vid metallbearbetning -- En förstudie av GT-PAK	Apr 94	Mårten Wärmö MGT Teknik AB	150
054	NOx-reduktion genom injicering av naturgas i kombination med ureainsprutning	Sep 94	Bent Karll, DGC P Å Gustafsson, Miljökons.	100
055	Trevägs-katalysatorer för stationära gasmotorer.	Okt 94	Torbjörn Karlelid m fl Sydkraft Konsult AB	150
056	Utvärdering av en industriell gaseldad IR-strålar	Nov 94	Johansson, M m fl Lunds Tekniska Högskola	150
057	Läckagedetekteringssystem i storskaliga gasinstallationer	Dec 94	Fredrik A Silversand	150
058	Demonstration av låg-NOx-brännare i växthus	Feb 95	B Karll, B T Nielsen Dansk Gasteknisk Center	150
059	Marknadspotential naturgaseldade industriella IR-strålar	Apr 95	Rolf Christensen Enerkon RC	150
060	Rekommendationer vid val av flexibla insatsrör av rostfritt i villaskorstenar	Maj 95	L Hedeem, G Björklund Sydgas AB	0
061	Polyamidrör för distribution av gasol i gasfas. Kunskapssammanställning	Jul 95	Tomas Tränkner Studsvik Material AB	150
062	PE-rörs tålighet mot yttre påverkan. Sammanställning av utförda praktiska försök	Aug 95	Tomas Tränkner Studsvik Material AB	150
A01	Fordonstankstation Naturgas. Parallellkoppling av 4 st Fuel Makers	Feb 95	Per Carlsson Göteborg Energi	50
A02	Uppföljning av gaseldade luftvärmare vid Arlövs Sockerraffinaderi	Jul 95	Rolf Christensen Enercon RC	50
A03	Gasanvändning för färjedrift. Förstudie (Konfidentiell)	Jul 95	Gunnar Sandström Sydkraft Konsult	0
A04	Bussbuler. Förslag till mätprogram	Jun 95	Ingemar Carlsson Ecotrans Teknik AB	50

STUDSVIK/M-94/134f

POLYAMIDRÖR FÖR DISTRIBUTION AV GASOL I GASFAS  
Kunskapsammansättning

Tomas Tränkner

# Studsvik Material

Studsvik Material AB 611 82 NYKÖPING  
Telefon 0155-22 14 00 Telefax 0155-26 31 50 Telex 64013 studs s



**Svenskt Gastekniskt Center AB**

---

---

Box 19011, 200 73 MALMÖ  
Telefon: 040- 37 55 90  
Telefax: 040- 37 55 96

KFS AB, LUND