

Förenklade läggningmetoder för distributionsledning

Naturgas

Utveckling & Miljö

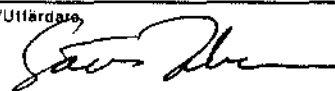

FUD

FORSKNING • UTVECKLING • DEMONSTRATION

Vattenfall

Förenklade läggningmetoder för distributionsledningar

Natargas

Från BEG4	Löpnummer U (G) 1988/2	Datum 1987-12-11	KI-nr UG-3780
Författare Sören Johansson, m fl		Huvudområde/Programområde/Projektområde Gasprojekt-G2/Energiteknik/Gasanvändning	
Rapporter kan lånas från Vattenfalls bibliotek i Råcksta 162 87 VÅLINGBY		Rapporter kan rekvideras från Statens Vattenfallsverk Älvkarlebylaboratoriet Dokumentationscentralen 810 71 ÄLVKARLEBY Tel: 026-881 00	Projektnummer UG 98453 07 001
Vid/Utlärdare 		Godkänd 	
Sökord Gasdistributionsledningar, polyetenledningar, gasdistribution			Antal textblad 45
<input type="checkbox"/> Only summary in English <input type="checkbox"/> Whole report in English <input type="checkbox"/> It exists a brochure in Swedish/English <input type="checkbox"/> Other			Antal bilagsblad

Rubrik

FÖRENKLADE LÄGGNINGSMETODER FÖR DISTRIBUTIONSLEDNINGAR

Sammanfattning

Rapporten är en redovisning av 1987 års arbete inom projektet "Förenklade läggningssmetoder för distributionsledningar". Projektet syftar till att utreda metoder som på något sätt förenklar och/eller förbilligar byggande av distributionsledningar för naturgas eller gasol.

Årets arbete har riktats in mot följande punkter:

- o Markarbeten
- o Plaströr och komponenter
- o Svetsning av PE-ledningar vid låga temperaturer
- o Polyetenrörs beständighet mot propan

De två sista utredningarna har gjorts av TUMAB respektive Studsvik Energiteknik AB.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING
 - 1.1 Bakgrund
 - 1.2 Målsättning och genomförande

2. MARKARBETEN
 - 2.1 Borttagning av överyta
 - 2.2 Borring och tryckning i mark
 - 2.3 Arbeten i tjälad mark

3. PLASTRÖR OCH KOMPONENTER
 - 3.1 Mekaniskt fixerade anborrningssadlar
 - 3.2 Rör av polyamid 11

4. SVETSNING AV PE-LEDNING VID LÅGA TEMPERATURER

5. POLYETENRÖRS BESTÄNDIGHET MOT PROPAN

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Föreliggande rapport är en redovisning av 1987 års arbete inom FUD-projektet 98453 07 001 "Förenklade lägningsmetoder för distributionsledningar".

Projektet kan ses som en fristående fortsättning på 1986 års projekt med samma namn. Det projektet syftade till att utreda tänkbara metoder för att förenkla byggnaden av distributionsledningar för naturgas, och därmed förbilliga distributionsnäten (se rapport U(K) 1987/5).

1.2. Målsättning och genomförande

Årets projekt har, liksom förra året, bedrivits i form av ett antal mindre delprojekt. Dessa delprojekt har varit:

o Markarbeten

Litteraturstudie av utomlands (främst i USA) utvecklade metoder för markarbeten i samband med förläggning av gasledningar.

o Plaströr och komponenter

o Svetsning av PE-ledningar vid låga temperaturer

Utredning utförd av TUMAB av möjligheterna att svetsa polyetenrör vid temperaturer under $\pm 0^{\circ}\text{C}$.

o Polyetenrörs beständighet mot propan

Utredning utförd av Studsvik Energiteknik av huruvida kondenserad propan kan ha någon menlig inverkan på materialet PE-ledningar.

2. MARKARBETEN

2.1. Borttagning av överyta

Borttagning och återställning av överyta, framförallt i gatumark, svarar för en stor del av totalkostnaden för förläggning av fasledningar. Ett sätt att minska denna kostnad är att ta bort asfalten eller betongen på en mindre yta och på ett effektivare och skonsammare sätt.

Många amerikanska företag använder sk "rock saws", ett slags kombinerad kantskärningsmaskin och kedjegrävare. Vid förläggning av gasledningar med mindre dimension (upp till Dy 90) kan hela rörgraven göras med den utrustningen, ingen ytterligare schakt krävs alltså.

En annan teknik som bl a Gas Research Institute varit med och utvecklat är "Water-jet cutting". En tunn vattenstråle med mycket högt tryck används för att skära genom asfalten eller betongen. Varken godsdistributörer eller entreprenörer är dock speciellt nöjda med metoden då den för närvarande är tämligen dyr och dessutom medför mycket "slask" och smuts.

2.2. Borrning och tryckning i mark

Den här höga kostnaden för borttagning av överyta, schakt, återfyllning och återställning av överyta har gjort att man ibland försöker undvika att gräva upp gator vid förläggning av gasledningar. Detta i synnerhet då arbetena sker på hårt trafikerade gator och trafikomläggningar vore besvärande, eller vid förläggning av serviceledningar på trädgårdsmark.

Man har därför utvecklat metoder och redskap för att på olika sätt borra eller trycka sig fram under mark. Borrningen kan ske med en roterande borrarstång eller enbart en roterande krona driven av exempelvis tryckluft. Tryckning kan göras genom att man hydrauliskt trycker ett pilotrör genom marken. Sk jordraketer (på engelska "moles" dvs mullvader) drivs på tryckluft både borrar och trycker sig fram genom marken. Maximal borrlängd, hastighet och styrbarhet varierar mellan olika metoder. Träffsäkerheten är så god att man (i alla fall då det rör sig om relativt korta avstånd) kan nöja sig med att gräva ett kvadratmeterstort hål i vardera ändan på den blivande ledningen och sedan "skjuta iväg" jordraketen. Man låter jordraketen dra med sig ett pilotrör, eller skyddsror varpå gasledningen kan installeras.

Problem med denna metod uppstår då det finns hinder i vägen för banan eller raketerna. Detta kan vara större stenar eller i värsta fall ömtåliga ledningar. För att undvika dessa hinder (i de fall man på förhand känner till dem) har en ännu mer styrbar utrustning utvecklats av Maurer Engineering Inc delvis på uppdrag av GRI.

Resultatet av arbetet har blivit ett "styrbart borrverktyg" (guided piercing tool) med en avfasad krona och "styrfenor".

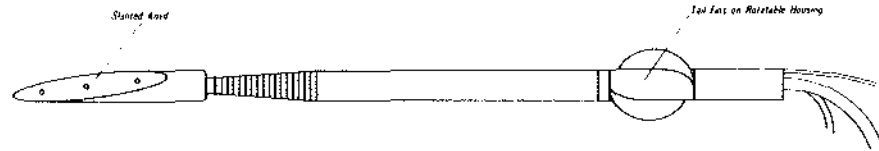


Fig. 1. Schematic of Guided Piercing Tool

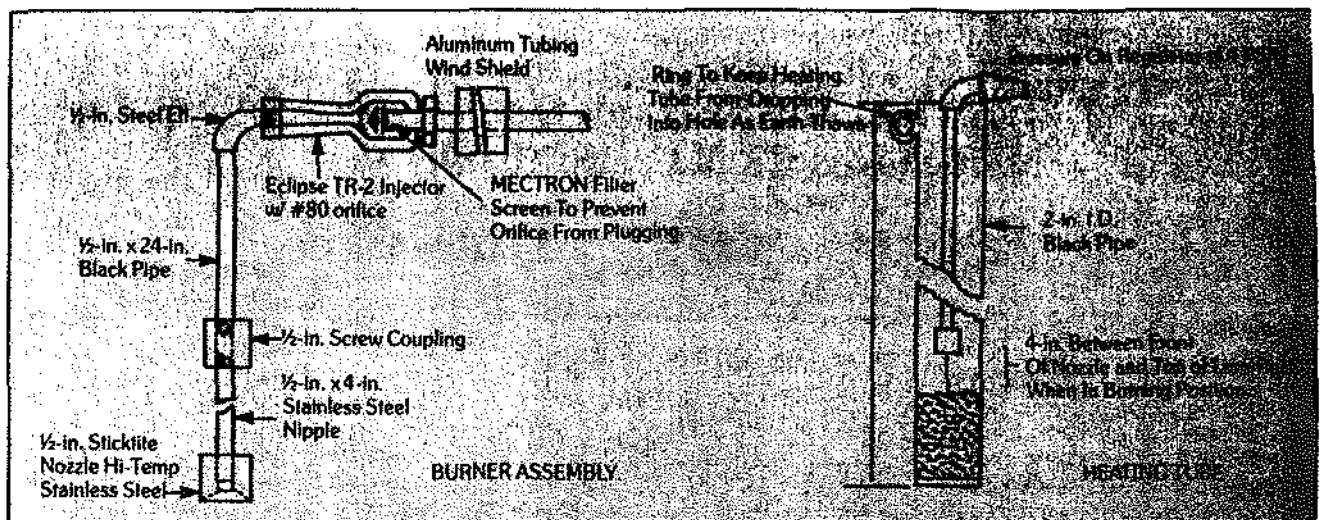
Dessa styrfenor kan roteras utan att kronan och stängen gör det. Alternativt kan fenorna låsas vilket gör att kronan och stängen roterar. Dessa möjligheter gör att banan kan styras relativt fritt (minsta radie ca 8,5 m). Kronan utrustas även med en magnetspole vilket för att den kan lokaliseras från marken. Verktyget styrs hydrauliskt och anges ha en träffsäkerhet på 0,6 meter.

Källa: Dokumentation från "1986 International Gas Research Conference".

2.3. Arbeten i tjälad mark

Grävarbeten i tjälad mark medför ofta höga kostnader, då de både är tidskrävande och ställer höga krav på materiel och personal. I regel försöker man undvika grävarbeten vintertid. Då det trots allt är nödvändigt tinar man ofta marken med kol eller byggfläktar.

Gasbolaget Minnegasco i Minnesota har utvecklat en utrustning och en metod att tina tjälad mark lokalt. Minnegasco använder metoden främst för att tina marken före reparation av mindre akuta gasläckor. Utrustningen består enkelt beskrivet av en 10 kilos gasolflaska och två st stålrör med varsin brännare i (se figur).



Sketch (not to scale) shows how burners are assembled and how they are placed into the heater tube in the ground.

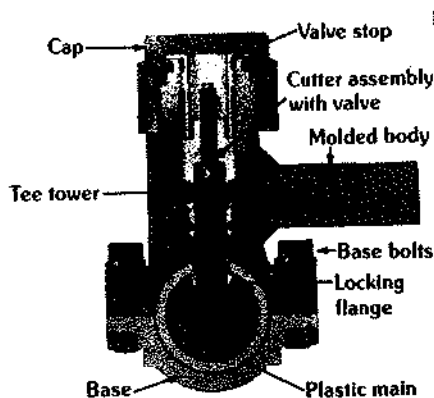
De två rören sticks ned i ungefär meterdjupa borrarade hål på ca en meters avstånd från varandra och minst tre decimeters avstånd från gasledningen. Gasolflaskan ansluts och gasolen förbränns i rörrens brännare varvid marken tinas av värmen från röret, rökgaserna då de lämnar röret och den vid upptinandet bildade ångan. Enligt uppgift har Minnegasco ibland ett femtiotal utrustningar av denna typ utplacerade på sina distributionsnät. Utrustning lämnas över nätter och helger, vilket ur säkerhetssynpunkt (och stöldsypunkt) ter sig något märkligt. Minnegasco anser dock att metoden både tekniskt och ekonomiskt är den bästa de känner till.

Källa: Pipeline & Gas Journal, maj 1986.

3. PLASTRÖR OCH KOMPONENTER

3.1. Mekaniskt fixerade anborringssadlar

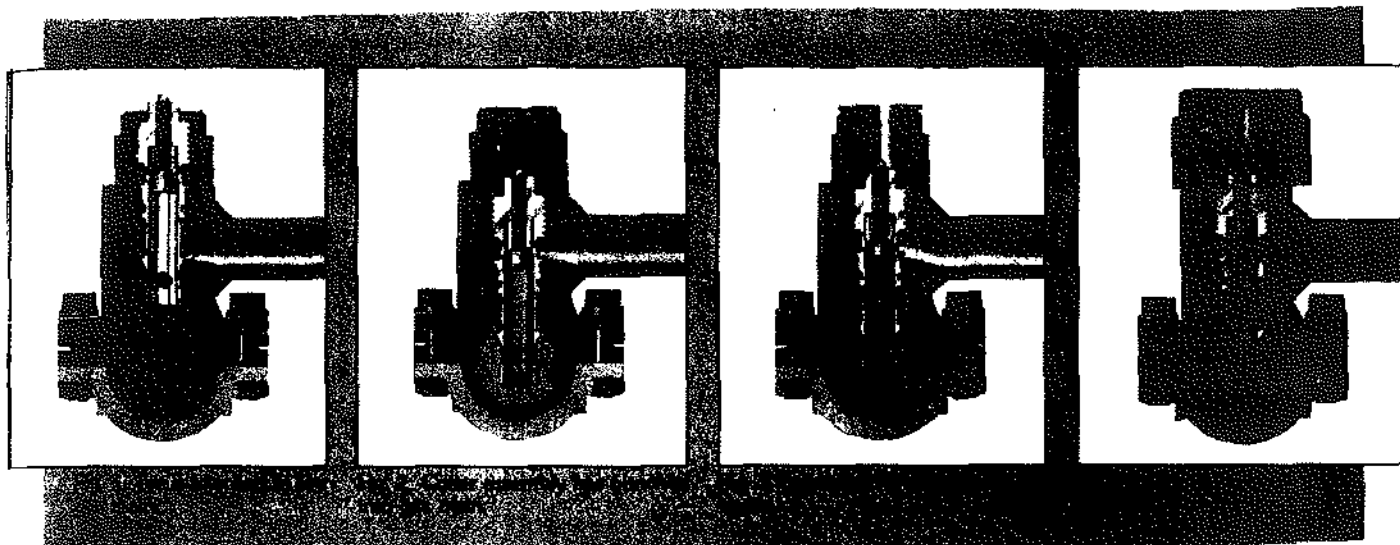
Anborringssadlar används för anslutning av tillkommande distributionsledningar till befintliga ledningar. Utseende och princip torde framgå av nedanstående figur.



Genom att montera anborringssadeln på den befintliga ledningen, ansluta den nya till sadeln och sedan genom "tornet" på sadeln borra hål i den befintliga ledningen kan nya kunder anslutas utan att gasflödet i nätet avbryts.

Hittills använda anborringssadlar har fixerats till röret medelst elektrosvetsning. En ström skickas genom den metalltråd som finns ingjutna i sadelns inneryta varvid värme utvecklas och röret smälter ihop med anborringssadeln.

Två amerikanska företag, Niagava Mohawk Power Corp och Perfection Corp, har nu utvecklat en anborringssadel som fungerar helt mekaniskt. Som förhoppningsvis framgår av figuren nedan fixeras anborringssadeln till röret med en "låsfläns" mot rörets insida.



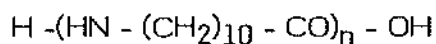
Borta är alltså metalltrådarna och därmed även behovet av ett elektrosvetsaggregat. Enligt tillverkarna monteras en mekanisk anborrningssadel på fem minuter, vilket är halva tiden mot elektrosvetsade. Dessutom anser tillverkarna att resultatet förbättras då felaktiga svetsparametrar eller okalibrerade instrument ej kan påverka detta. Vid montage av den mekaniska sadeln "känner" operatören när sadeln är korrekt fixerad.

Den mekaniska anborrningssadeln är redan kommersiellt tillgänglig i USA, dock endast i mindre dimensioner.

Källa: Pipeline & Gas Journal, juli 1987.

3.2. Rör av Polyamid 11

I Australien har AGL (Australian Gas Light Company) i en del tillämpningar använt polyamid 11 i gasdistributionsledningar. Polyamid 11 har den kemiska formeln:



Materialet började användas i samband med att syntetiskt gas, baserad på nafta med tillsatser av LPG och andra raffinaderigaser, under 1970-talet användes i Australien. Denna syntetgas innehöll små mängder omättade kolväten och aromater vilket gjorde att lämpligheten med polyeterrör ifrågasattes. AGL's försök visade att polyamid 11 inte bara har högre motståndskraft mot ämnena i syntetgasen utan även är mer resistent mot salter etc i jorden och ultraviolett ljus.

Dessutom är polyamid 11 starkare än polyeten vilket gör att vägg-tjockleken i rören kan minskas. Detta är betydelsefullt inte minst vid relining av äldre rör.

AGL tror att polyamid 11-rör har framtiden för sig trots att själva materialkostnaden är något högre än för polyetenrör.

Källa: Dokumentation från "1986 International Gas Research Conference".

4. SVETSNING AV PE-LEDNINGAR VID LÅGA TEMPERATURER



Beställare/Client	VATTENFALL ATT. BO BERGGREN	
Adress	S-162 87 VÄLLINGBY	
Entreprenör/Contractor		
Adress		
tumob-uppdragsnr / tumob-commission No.		
Beställningsnr./Client's order No.	Sid./page av/of	
BIT-750151	1	9

»KONTROLLRAPPORT« Nr 8705

PROJEKT:

STUDIE AV SVETSNING OCH LÄGGNING AV POLYETÉN
GASRÖR VID MINUSTEMPERATURER $\pm 0 - 20^{\circ}$ C.

SAMMANFATTNING:

PÅ GRUND AV BEGRÄNSNINGAR I PROJEKTGENOMFÖRANDET
BEHANDLAR DENNA UTREDNING ENDAST SVETSNING.
PROJEKTFÖRSÖKEN HAR RESULTERAT I FÖLJANDE KRAVSPECI-
FIKATION MED FÖLJANDE TITEL OCH INNEHÅLL.

TITEL:

SVETSNING AV PE-RÖRLEDNINGSSYSTEM VID TEMPERATURER
UNDER $\pm 0^{\circ}$ C NED TILL $- 20^{\circ}$ C.

INNEHÅLL:

1. KRAV PÅ TILLVERKNINGS-DOKUMENTATION.
2. SVETSINSTRUKTIONER
3. KONTROLL OCH KALIBRERING AV ELEKTROSVETSAPPARATER
4. KRAV PÅ STUKSVETSMASKINER
5. REGISTRERING OCH DOKUMENTATION AV SVETSPARAMETRAR
6. SVETSPARAMETRAR VID ELEKTROSVETSNING
7. KRAV PÅ FYLLNADSMATERIAL SAMT ÅTERSTÄLLNING
8. DOKUMENTATION AV ARBETSUTFÖRANDE

1. BAKGRUND

NORMALT LÄGGS POLYETÉN GASRÖR ALLTID VID PLUS-TEMPERATURER UTAN NÅGRA SPECIELLA EXTRA SÄKERHETSKRAV I EUROPA. SAMTLIGA TYPPROVNINGAR FÖR SÅVÄL RÖR SOM RÖRDELSMATERIAL UTFÖRS MELLAN + 20 OCH + 80° C, FÖR ATT BESTÄMMA LIVSLÄNGDEN (50 ÅR) FÖR VARJE ENSKILD PRODUKT AV PE AVSEDD FÖR GASDISTRIBUTION. FÖR SVETSNINGSAUTFÖRANDE FINNS INGA SÄRSKILDA KRAV PÅ KÖLDTEST VID SJÄLVA SVETSNINGEN.

TUMAB HAR SEDAN STARTEN AV SYDGPROJEKTET VÅREN 1982, VARIT KONSULTERADE I KVALITETSSÄKRINGSFRÅGOR SAMT KVALITETSSTYRNING, KONTROLL, PROVNING OCH DOKUMENTATION AV SÅVÄL TILLVERKNING, SVETSUTRUSTNING SOM SVETSSYSTEMTESTER VID SAMMANBLANDNING AV OLIKA FABRIKAT AV PE-RÖR OCH RÖRDELAR IFRÅN OLIKA TILLVERKARE.

GENOM VÅR ERFARENHET HAR VI KUNNAT KONSTATERA ATT SÄRSKILDA KRAV PÅ SÅVÄL SVETSUTRUSTNING SOM ARBETSUTFÖRANDE BÖR STÄLLAS VINTERTID, D V S NÄR TEMPERATUREN SJUNKER UNDER $\pm 0^{\circ}$ C.

FRÅGESTÄLLNING:

VILKEN ÄR DEN LÄGSTA TEMPERATUR SOM MEDGER UTFÖRANDE AV SAMMANSVETSNING AV ETT PE-RÖR ELLER PE-RÖR OCH RÖRDEL SAMT VILKA DIREKTIV OCH KRAV SKALL BRUKAREN GE RESP. KRÄVA PÅ UTFÖRT ARBETE SOM KAN VARA T EX NYANLÄGGNING ELLER REPARATION AV SKADA TYP GRÄVSKADA.

VID VILKEN TEMPERATUR SKALL MAN ANSE ATT FULLGOD SVETSKVALITET HAR UPPNÅTTS OCH VID VILKEN TEMPERATUR SKALL EN SKADAD RÖRLEDNING ENDAST ACCEPTERAS SOM EN PROVISORISK LAGNING OCH UTFÖRAS PÅ ETT KVALITATIVT FULLGOTT SÄTT NÄR DET BLIR PLUSGRADER SÅ ATT SAMMA LIVSLÄNGD UPPNÅS PÅ SVETSSKARVEN SOM SOM PÅ RÖR OCH RÖRDELAR?

FÖR ATT FÅ SVAR PÅ OVANNÄMND A FRÅGOR, SOM ÄR VIKTIGA FÖR ALLA, HAR INGÅENDE FÖRSTUDIER UTFÖRTS AV TUMAB AVD. QTS, UNDER VINTERPERIODERNA 1984, 1985, 1986 OCH 1987. UTBYGGNADEN AV PE-LEDNINGSNÄT HAR UTFÖRTS AV SYDKRAFT, MALMÖ ENERGIVERK, LUNDS ENERGIVERK, HELSINGBORGS ENERGIVERK SAMT TRELLEBORGS GATUKONTOR (PE-VAKUUMSYSTEM, EUROPAS LÄNGSTA) OCH KONTROLLEN UTFÖRTS AV OSS.

FÖRSTUDIERN A HAR FÖRANLETT ATT VI FÖRESLOG VATTENFALL OCH SYDKRAFT ATT GENOM OSS UTFÖRA ETT FULLSKALEPROJEKT UNDER VINTERN 1987 (JAN T O M MARS) FÖR ATT FÅ SVAR PÅ FÖLJANDE FRÅGOR:

1. GÄLLER SAMMA SVETSINSTRUKTIONER FRÅN TILLVERKARNA OCH LEVERANTÖRERNA VID MINUSGRADER SOM VID PLUSGRADER? VISSA TILLVERKARE OCH LEVERANTÖRER HAR MEDGIVIT DETTA VILKET VI HAR KONSTATERT EJ STÄMMER. SKALL YTTRELLIGARE KRAV STÄLLAS I NATURGASMANUALEN DEL 2 GENOM BRUKARNA.
2. REDOVISAS PE-RÅMATERIALET TILLRÄCKLIGT NOGGRANT AV TILLVERKAREN FÖR ATT FULLGOD SLUTPRODUKT SKALL KUNNA UTFÖRAS, D V S SVETSNINGSUTFÖRANDET.

3. ÄR SVETSUTRUSTNINGARNA LÄMPADE OCH AVSEDDA FÖR ATT ANVÄNDAS VID MINUSTEMPERATURER?
4. ÄR KONTROLLEN TILLRÄCKLIG VID PE-SVETSNING VINTERTID SAMT DOKUMENTERAR VI UTFÖRANDET PÅ ETT TILLRÄCKLIGT NOGGRANT SÄTT.
5. ÄR SAMTLIGA SVETSPARAMETRAR, D V S TRYCK, TEMPERATUR OCH TID TILLRÄCKLIGT KVALITETSSÄKRADE MED 50 ÅRS LIVSLÄNGD VID TEMPERATURER UNDER 0⁰ C NED TILL - 20⁰ C.
6. HAR VI TILLRÄCKLIGA KRAV PÅ Fyllnadsmaterial samt ÅTERSTÄLLNING OCH KOMPRIMERING VID MINUSTEMPERATURER FÖR ATT UNDVIKA SÄTTNINGAR?

2. FÖRUTSÄTTNINGAR

PÅ GRUND AV ATT PROJEKTET REDUCERADES KOSTNADSMÄSSIGT AV VATTENFALL OCH SYDKRAFT (BRIST PÅ EKONOMISKA MEDEL) HAR ENDAST FRÅGORNA 1 - 5 KUNNAT UTREDAS PÅ ETT FORSKNINGSMÄSSIGT RIKTIGT SÄTT. ALLT PRAKTISKT SVETSUTFÖRANDE HAR UTFÖRTS AV TUMABS PERSONAL OCH DELVIS MED EGNA MEDEL.

3. UTFÖRANDE

PERSONAL FRÅN TUMABS KONTROLLAVDELNING REKVIRES FÖR ATT UTFÖRA FÖLJANDE SVETSNINGSARBETE:

STUKSVETSNING AV \emptyset 63, \emptyset 90, \emptyset 160 OCH \emptyset 225 PE-RÖR.

ANVÄND UTRUSTNING:

WIDOS 4600 SAMT BF 3.

ELEKTROSVETSNING MED ELEKTROMUFFAR, FABRIKAT VON ROLL
OCH FRIEDRICHFELD.

SVETSNING:

SVETSNINGEN UTFÖRDES UTOMHUS VID TEMPERATURER
MELLAN - 16⁰ C OCH - 22⁰ C UTAN VÄDERSKYDD TYP
TÄLT ELLER LIKNANDE. VINDSTYRKA 2-4 M/S. VÄDERLEK:
TORRT.

FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR SVETSNINGEN:

SAMMA SOM GÄLLER ENL. NATURGASMANUALEN SAMT TILLVERKAR-
NAS FÖRESKRIFTER.

MATERIAL:

ENLIGT STANDARDEN SS3470 SAMT SS3362.

SVETSUTFÖRANDE: STUKSVETSNING.

SAMMANFATTNING:

SAMTLIGA SVETSMOMENT KONTROLLERADES ENL. TILL-
VERKARENS FÖRESKRIFTER.

RESULTAT:

SAMTLIGA SKARVAR VAR UNDERKÄNDA BEROENDE PÅ ATT VÄRME-
TIDEN UTAN TRYCK HADE VARIT FÖR KORT SAMT ATT EGENMOT-
STÅNDET I MASKINERNA, S K SLÄPKRAFT, HADE VARIT FÖR STORT
BEROENDE PÅ ATT HYDRALOLJAN I MASKINERNA HADE FELAKTIG
VISKOSITET.

VIDARE KONSTATERADES EN KRAFTIG KONDENSERING AV RÖR-
ÄNDAR NÄR TEMPERATUREN PASSERADE KONDENSERINGSPUNKTEN
 $\pm 0^{\circ}\text{C}$. SVETSPARAMETRAR GRANSKADES. DET KONSTATERADES
I SAMTLIGA FALL ATT VÄRMETID UTAN TRYCK HADE VARIT FÖR
KORT.

SVETSUTFÖRANDE 2: ELEKTROMUFFSVETSNING

FÖLJANDE SVETSUTRUSTNING ANVÄNDES:

PLUTONARC RS 068-600 OCH VON ROLL MODELL RMP E2.

SKILLNADEN PÅ DESSA TVÅ UTRUSTNINGAR ÄR FÖLJANDE:

PLUTONARC RS 068-600, TEMPERATURKOMPENCERAS MANUELLT
VON ROLL RMP E2 TEMPERATURKOMPENCERAS AUTOMATISKT
GENOM EN INBYGGD TEMPERATURKOMPENSATOR.

DET ÄR VIKTIGT ATT DENNA UTRUSTNING HAR SAMMA
TEMPERATUR SOM RÖR OCH RÖRDEL DÅ TEMPERATURKOMPENSATORN
ENDAST KÄNNER LUFTTEMPERATUREN.

VID TEMPERATURKOMPENCERING MED RS 068-600 SKALL
TEMPERATUREN MÄTAS PÅ RÖRET OCH RÖRDEL OCH STÄLLAS IN
PÅ MASKINEN. DENNA BEHÖVER SÅLEDES EJ HA SAMMA TEMPERATUR
SOM RÖR OCH RÖRDEL.

FÖLJANDE ELEKTROMUFFAR I FABRIKAT OCH DIMENSIONER
SVETSADES:

VON ROLL Ø 32, Ø 63, Ø 90 OCH Ø 160.

FRIEDRICHSFELD: Ø 32, Ø 63, Ø 90 OCH Ø 160.

RESULTAT:

VON ROLLS ELEKTROMUFFAR SVETSADES BÅDE MED VON ROLLS
OCH FRIDRECHSFELDS SVETSUTRUSTNING.

FRIEDRICHSFELDS ELEKTROMUFF SVETSADES ENDAST MED
PLUTONARC.

TEMPERATUR VID GENOMFÖRANDET, -19 °C.

BEROENDE PÅ TEMPERATURERNA FÖR SÅVÄL RÖR-RÖRDELAR SOM
SVETSMASKIN BLEV RESULTATET MYCKET VARIERANDE.

FÖLJANDE NOTERADES:

RÖR OCH ELEKTORÖRDELAR Ø 32 HADE EJ SAMMA TEMPERATUR
BEROENDE PÅ ATT RÖREN HADE LEGAT UTOMHUS, OCH HADE
SAMMA TEMPERATUR SOM OMGIVNINGEN, - 19 °C. RÖRDELARNA
HADE LEGAT INOMHUS OCH HÖLL VID SVETSTILLFÄLLET - 3 °C.

PÅ GRUND AV KONDENSERING VID ÖVERSKRIDANDE AV 0 PUNKTEN
KONSTATERADES FUKTIGHET VID OLIKA TEMPERATURSKILLNADER
MELLAN RÖR OCH RÖRDEL. VID BORTSKRAPNING AV OXIDSKICKTET
PÅ RÖREN TILLFÖRDES VÄRME IFRÅN HÄNDERNA MED ÅTFÖLJANDE
RIMFROSTBILDNING PÅ RÖRYTAN. I TVÅ FALL ORSAKADE DENNA
KONDENSERING BLÅSOR I SVETSZON PÅ GRUND AV ATT DEN EJ
AVLÄGSNADES FÖRE MONTERINGEN AV ELEKTROMUFFEN.

147

VILKEN ENERGI SOM TOTALT TILLFÖRDES ELMUFFARNA KUNDE EJ
NOTERAS PÅ GRUND AV ATT SÅDAN MÄTARE SAKNAS PÅ BÅDA
DE ANVÄNDA APPARATER. ENDAST TIDEN REGISTRERADES.

ELEKTROMUFFSKARVARNA SOM SVETSADES MED SAMMA TEMPERATUR PÅ SÅVÄL RÖR-RÖRDEL SOM SVETSUTRUSTNING VAR GODKÄNDA UTOM I TVÅ FALL, BEROENDE ATT RIMFROST FANNS KVAR PÅ RÖREN VID MOTERINGEN AV ELMUFFEN, VILKEN GAV UPPHOV TILL ÅNGBILDNING SOM RESULTERADE I BLÅSOR I SVETSSKARVEN.

SAMMANFATTNING:

FÖLJANDE KRAV BÖR FRAMSTÄLLAS TILL TILLVERKARE OCH LEVERANTÖRER AV PE- RÖRMATERIAL OCH PE- SVETSUTRUSTNINGAR FÖR BÅDE STUK- OCH ELEKTROSVETSNING, VID TEMPERATURER UNDER 0 °C:

FÖRSLAG TILL KRAVSPECIFIKATION.

TITEL: SVETSNING AV PE-RÖRLEDNINGSSYSTEM VID TEMPERATURER UNDER 0 °C. TILL - 20 °C.

1. RÖR OCH RÖRMATERIAL SKALL SPECIFICERAS MED AVSEENDE PÅ MATERIALINNEHÅLL, SMÄLTPUNKT, OXIDATIONSSTABILITET, DENSITET SAMT DISPERGERINGSGRAD. SAMTLIGA DATA SKALL GÄLLA FÄRDIG PRODUKT.
ALL EGEN PROVNING AV SVETSEGENSKAPER SOM TILLVERKAREN UTFÖR ENLIGT NU GÄLLANDE STANDARDER SS 3470 OCH SS 3362 SKALL UTFÖRAS PÅ FÄRDIG PRODUKT OCH EJ ENDAST PÅ INKOMMANDE RÅMATERIAL, DÅ VISSA MATERIALEGENSKAPER SOM T EX OXIDATIONSSTABILITET, TERMISK OXIDATION, SMÄLTINDEX OCH DENSITET KRAFTIGT KAN FÖRÄNDRAS UNDER TILLVERKNING IFRÅN RÅMATERIAL- TILL FÄRDIG PRODUKT.
2. SVETSINSTRUKTIONER IFRÅN TILLVERKARE OCH LEVERANTÖRER SKALL GÄLLA OCH OMFATTA ARBETSSÄTT VID MINUSGRADER SAMT ANGE LÄGSTA SVETSTEMPERATUR FÖR RÖRDELAR ELLER RÖRET I KOMBINATION MED ANDRA FABRIKAT. INSTRUKTIONERNA SKALL VARA PÅ SVENSKA.

- (OCH STUKSVETS MASKINER)
3. SAMTLIGA ELEKTROSVETSAPPARATER SKALL TESTAS OCH VARA KALIBRERADE. LÄGSTA ARBETSTEMPERATUR SKALL ANGES PÅ I KALIBRERINGSINTYG SAMT VARA VARAKTIGT MÄRKT PÅ APPARATEN.
 4. UNDER 0 °C SKALL SAMTLIGA SVETSPARAMETRAR VARA UTPROVADE PÅ DE RÖRLEDNINGSDIMENSIONER SOM SKALL SAMMANSVETSAS. SAMTLIGA STUKSVETS MASKINER SKALL DESUTOM VARA INTERFACE-KONTROLLERADE. VI FÖRESLÅR ATT MAN ANVÄNDER STYRD OCH REGISTRERAD SVETSNING VID SÅVÄL MAX. SOM MIN. TEMPERATURER, DVS ATT MAN VID VARJE SVETSSKARV STYR OCH REGISTRERAR SVETSPARAMETRARNA: TRYCK, TEMPERATUR OCH TID PÅ EN SKRIVARE.
 5. DÄRIGENOM UPPNÅS EN OPTIMAL SÄKERHET OCH MYCKET JÄMN KVALITET SAMT ATT SVETSUTFÖRANDET ALLTID KAN KONTROLLERAS AV KONTROLLANTEN I EFTERHAND GENOM GRANSKNING AV SKRIVAREDIAGRAMMET. GENOM DETTA STYRMEDEL KAN SAMTLIGA SVETSPARAMETRAR TOLERANSSÄTTAS AV BESTÄLLAREN I ÖVERENSSTÄMMELSE MED GÄLLANDE SVETSNORM INNAN SVETSARBETET PÅBÖRJAS. SKRIVAREDIAGRAMMET UTGÖR EN UNIK DOKUMENTATION ÖVER UTFÖRD SVETSARBETE SOM SKULLE SPARA MYCKET TID FÖR KONTROLLANTEN OCH DOKUMENTATIONS-AVDELNINGEN.
 6. SVETSPARAMETRAR VID ELEKTROSVETSNING SKALL VARA UT-PROVADE OCH TOTALENERGIEN SOM SKALL ANVÄNDAS VID OLIKA TEMPERATURER SKALL VARA SPECIFICERADE.

ALL SVETSNING VID ± 0 °C, ALLTSÅ KONDENSERINGSPUNKTEN SKALL UNDVIKAS.

ALL SVETSNING BÖR FÖREGÅ I TÄLT ELLER VÄDERSKYDD VINTERTID.

LANDSKRONA 1987-08-21

TUMAB
AVD. QTS



FLEMING VARMEDAL

5. POLYETENRÖRS BESTÄNDIGHET MOT PROPAN

1987-11-26

Mats Ifwarson

Vattenfall - 4777 (4051P10)

POLYETENRÖRS BESTÄNDIGHET FÖR PROPAN

Begränsad distribution

PRELIMINÄRT

HUVUDINNEHÅLL

På uppdrag av Vattenfall har en litteraturundersökning genomförts för att kartlägga propans påverkan på polyetenrörs långtidsegenskaper.

Resultaten visar att mycket få arbeten har publicerats vad gäller polyetenrörs och speciellt PEM-rörs (mediumdensitetspolyeten) beständighet för propan.

1987-11-26

INNEHÅLLSFÖRTECKNING		Sid
1	INLEDNING	3
2	PROBLEMSTÄLLNING	4
3	MÅLSÄTTNING	5
4	ARBETSUPPLÄGGNING	6
5	PEM-RÖRS BESTÄNDIGHET MOT PROPAN I GASFAS	7
6	PEM-RÖRS BESTÄNDIGHET MOT LOKAL KONDENSATION AV PROPAN	9
7	LIVSLÄNGD HOS PEM-RÖR FÖR PROPAN	11
8	DISKUSSION	12
9	SLUTSATSER	14
REFERENSFÖRTECKNING		
BILAGOR		
A	TABELLER	
B	FIGURER	

1987-11-26

1 INLEDNING

Användningen av polyetenrör (PE) för naturgasdistribution har ökat mycket kraftigt under de sista 20 åren. Från början användes främst PEH (högdensitetspolyeten), men idag är också användningen av PEM (mediumdensitetspolyeten) mycket omfattande.

Den använda naturgasen innehåller som huvudsaklig beståndsdel metan (CH_4). Under senare år har dock andra gasblandningar baserade på exempelvis ren propan (C_3H_8) eller propan/luft börjat användas.

På uppdrag av Vattenfall har en litteraturundersökning genomförts för att kartlägga beständigheten hos PEM-rör för propan. Arbetet har utförts mellan 1987-08-19 och 1987-11-30. En första muntlig avrapportering av arbetet har gjorts till Vattenfall 1987-10-04.

FEMMERT

1987-11-26

2 PROBLEMSTÄLLNING

Livslängdskraven på gasrör av plast är vanligtvis mer än 50 år. Förenklat kan man säga att livslängden påverkas av tre huvudfaktorer, nämligen:

- * Materialfaktorer
- * Belastningsfaktorer
- * Miljöfaktorer

Varje huvudfaktor innehåller en mängd delfaktorer. Detta gäller framförallt för materialfaktorn där inte bara råmaterialet ingår utan också tillsatsmedel, extruderingsprocess, svetsning av rör etc. Vad gäller miljöfaktorer är det först och främst beständigheten mot den gas som distribueras som är viktig att kartlägga. Innan någon experimentell utvärdering kan göras måste först gasens sammansättning fastställas. I de flesta fall riskerar man också att erhålla kondensation av vissa ämnen som ingår i gasen. Det är därför väsentligt att även undersöka kondensatens påverkan på plaströren. För att bevisa en 50-årig livslängd för ett PEM-rör, för en viss gassammansättning, behövs accelerade provmetoder. Tillförlitligheten hos dessa metoder kan vara begränsade då man i de flesta fall har mycket liten fälterfarenhet att jämföra de framtagna resultaten med. I och för sig finns nu praktisk erfarenhet från mer än 20 års drift, men tyvärr saknas i de flesta fall uppgifter för ursprungsmaterialet, driftsbetingelsen, samt uppgifter om gasens sammansättning.

1987-11-26

3 MÅLSÄTTNING

Målsättningen med litteraturundersökningen har varit att besvara följande frågeställningar:

- Tål PEM-rör ren propan i gasfas?
- Tål PEM-rör lokal kondensation av propan?
- Vilken livslängd har ett PEM-rör under dessa betingelser?

PRELIMINÄRT

1987-11-26

4 ARBETSUPPLÄGGNING

Litteraturundersökningen har omfattat såväl retrospektiv datasökning som genomgång av Studsviks egen litteratur vad gäller plaströr för gasdistribution. Följande databaser har undersökts:

- * Chemical Abstracts: 1967 - 1987
- * Rapra: 1973 - 1987

På grund av att så få publikationer erhöles vid första sökningen har ytterligare en sökning genomförts.

Följande publikationer har också studerats:

- International Plastic pipes 4 (1979), 5 (1982), 6 (1985). The plastic and Rubber institute, England.
- Eight plastic fuel gas pipe symposium. American Gas Association, 1983.
- 1986 International Gas Research conference, Toronto, Canada 8-11 september 1986.
- Die Beständigkeit von Kunststoffen und Gummi. B. Dolezel, Carl Hanser Verlag, München Wien 1978.
- Studsviks samlade artiklar om gasrör av plast.
- Samtal med råvaruleverantörer.

1987-11-26

5 PEM-RÖRS BESTÄNDIGHET MOT PROPAN I GASFAS

Vad gäller undersökningar av PEM-rörs beständighet mot gasformig propan finns mycket litet publicerat (1, 2, 3, 4). Ewing (2) och Greig (3) konstaterar att högre kolväten typ propan, propen och etan inte signifikant påverkar krypbrotthållfastheten hos polyeten vid 20°C. Detta skulle också gälla LPG och propan/luft-blandningar. Några experimentella data eller ytterligare referenser på utförda arbeten redovisas dock inte. Båda författarna är verksamma vid British Gas. För att erhålla ytterligare information om bakgrundsmaterial bör därför kontakt tas med dessa forskare.

I Ref. 1 hänvisas till arbeten av Wolter (4) där propan skulle leda till en reduktion av långtidshållfastheten hos polyetenrör. Ref. 4 är det enda arbete som vi funnit där propan anses vara begränsande för PE-rörs långtidsegenskaper. Tyvärr har det visat sig mycket svårt att få fram denna referens. F Wolter var fram till sin död 1983 verksam vid Battelle-Columbus. Vi har nu skrivit till Battelle och hoppas på det sättet få fram ytterligare bakgrundsfakta.

Sammanfattningsvis finns alltså mycket lite publicerat om propans påverkan på polyeten. De undersökningar som utförts med gas är helt inriktade på naturgas med metan som huvudbeståndsdel (1, 5, 6, 7). Det är dock förvånande att endast två olika undersökningar publicerats. Undersökningarna är utförda i Nederländerna (1, 6) och Tyskland (5, 7). Motsvarande undersökningar borde också vara genomförda i England, USA och Frankrike. I Figur B.1 visas resultaten från Ref. 1 och 6. Denna undersökning är mycket omfattande och i detta fall har också gassammansättningen specificerats, se Tabell A.1. I Figur B.2 redovisas resultaten från

1987-11-26

Tyskland (5, 7). I detta fall har gasens sammansättning inte specificerats. Resultaten visar att långtidshållfastheten med inre miljö av naturgas (metan) inte är sämre än motsvarande med vatten som inre miljö. Enligt Figur B.2 erhålls t o m en förbättring av långtidshållfastheten.

PRINIPALART

1987-11-26

6 PEM-RÖRS BESTÄNDIGHET MOT LOKAL KONDENSATION AV PROPAN

Några publicerade arbeten har inte påträffats vad gäller kondenserad propans påverkan på PE-rör. Enligt uppgift från Vattenfall är övertrycket i aktuella PEM-ledningar med propan endast 0.1 - 0.2 bar. Vid dessa låga tryck måste temperaturen ner till -35°C för att kondensation av propan skall inträffa. Det bör dock påtalas att några högre trycknivåer inte behövs för att erhålla kondensation av propan. Vid -10°C behövs ett övertryck av 2.3 bar och vid 0°C 3.6 bar. Kan man garantera att dessa trycknivåer aldrig uppnås behöver man inte undersöka propankondensatets påverkan på PE-rör.

PR-3114ART

Av stort intresse är att fastställa propangasens övriga beståndsdelar. Speciellt viktigt är att studera andelen högre alkener och aromater. Vad gäller naturgas har mycket omfattande arbete utförts vad gäller just kondensatets påverkan på PE-rör (1, 5, 6, 7, 8, 9). De mest omfattande arbetena har utförts av Mutter (6) i Nederländerna samt Levens (9) i USA. I Tabell A.2 redovisas sammansättning av använt kondensat av Mutter (6). Figur B.3 redovisar absorption av gaskondensat i PEH, PEM samt i polybuten (PB). Vidare har tryckprovning genomförts av PEH, PEM och PB vid 80 och 60°C , se Figurerna B.4 och B.5. Från dessa resultat har extrapolerats förväntade livslängder vid 20°C , se Figurerna B.6 och B.7.

Även Diedrich (7) har utfört tryckprovning med naturgaskondensat, se Figur B.8. Men i detta fall är kondensatets sammansättning inte känd.

Arbetet av Levens (9) är mycket omfattande och behandlar rör av PE, PB som polypropen (PP). Undersökningen är inriktad på såväl kontinuerlig

1987-11-26

som diskontinuerlig exponering och tryckprovning med naturgaskondensat. Figur B.9 visar tryckprovningens resultat för PE-rör vid 23°C med vatten som inre tryckmedium, men där rören förbehandlats i 100 h vid ett tryck av 6.9 bar med gaskondensat. Denna förbehandling leder till en 20 %-ig sänkning av långtidshållfastheten. Figur B.10 visar resultatet vid 23°C och med användning av enbart kondensat som inre tryckmedium. I detta fall erhålls en sänkning av långtidshållfastheten på mer än 50 %.

PROJEKTERING
Sammantalsvis kan man slå fast att det är av yttersta vikt att fastställa om gasrör av plast utsätts för kondensatpåverkan eller ej. Om kondensatpåverkan kan konstateras är det mycket viktigt att få fram kemisk sammansättning på kondensatet samt tidsvaraktigheten av kondensatpåverkan. Speciellt gäller det att fastställa mängden aromatiska föreningar. Studsvik har inom detta område utfört en större undersökning på en nyare kvalitet av PEH. Publicering av dessa data planeras inom kort. Ytterligare arbete inom detta område planeras också att utföras vid Studsvik.

Gasrör av plast kan också påverkas av olika tillsatsmedel som ingår i den distribuerade gasen. Exempel på tillsatsmedel är THT (tetrahydrothiofene) som användes som odörmedel. Metanol används i vissa fall för att förhindra frysning i huvudledningarna. I vissa äldre ledningar av metall används olika glykoler (DEG, MEG) för att förhindra att tätningmaterialet (gummi etc) i skarvar ej torkar ut på grund av den "torra" naturgasen. För att undersöka inverkan av dessa tillsatsmedel på långtidshållfastheten hos PE-rör har omfattande arbeten genomförts (1, 2, 3, 6, 10). Med kännedom om aktuella tillsatsmedel i svenska nät kan en mera detaljerad bedömning och redovisning göras av dessa arbeten.

1987-11-26

7 LIVSLÄNGD HOS PEM-RÖR FÖR PROPAN

Som framgått av tidigare avsnitt 5 och 6 har inga aktuella data eller uppgifter på PEM-rörs livslängd med propangas kunnat återfinnas, se vidare diskussionsavsnitt 8.

PRELIMINÄRT

1987-11-26

8 DISKUSSION

Med utgångspunkt från litteraturundersökningens målsättningar kan man konstatera att mycket lite arbete har publicerats vad gäller propans långtidspåverkan på PEM-rör. Enligt British Gas skall användningen av propan inte påverka PE-rörens långtidsegenskaper medan Battelle hävdar motsatsen. Inget bakgrundsmaterial som stödjer det ena eller det andra påståendet har ännu kunnat påvisas. Det är väsentligt att få fram ytterligare bakgrundsmaterial från dessa två källor.

Litteraturgranskningen har givit överraskande få referenser vad avser verkliga långtidsförsök med naturgas som inre tryckmedia. Samtliga dessa undersökningar visar att metan inte negativt påverkar långtidsegenskaperna hos PE-rör. Ytterligare kontakter med utförande institut och företag bör dock göras för att erhålla en mer heltäckande dokumentation.

Vad gäller kondensat av propangas finns inga publicerade arbeten att tillgå som beskriver kondensatets påverkan på PE-rörs långtidsegenskaper. Det vore önskvärt att närmare studera sammansättningen på den kommersiella propangasen för att bättre kunna bedöma vilka kondensatämnen som kan vara kritiska för långtidshållfastheten.

Vidare borde man närmare undersöka omfattningen av propanganvändningen samt vilka tillsatsmedel som användes. Vilka driftsbetingelser har man och hur lång är tidsvaraktigheten vid så kallade peakshavings?

Det vore naturligtvis önskvärt att följa upp ett gasrörssystem som kontinuerligt exponerats för propangas. Intressanta arbeten har utförts på gamla

1987-11-26

gassystem med naturgas i USA (11, 12). Vissa av dessa system är mer än 25 år gamla. Tyvärr saknas referensmaterial från dessa installationer och även om man vet vilken typ av PE-rör som använts försvårar detta faktum en entydig utvärdering. Detta bör man därför tänka på vid en eventuell uppföljning av ett propangassystem.

PRELIMINÄRT

1987-11-26

9 SLUTSATSER

- Mycket få arbeten har publicerats mellan 1967 och 1987 rörande propangas långtidspåverkan på polyetenrör.
- Enligt British Gas påverkas inte långtidsegenskaperna hos polyetenrör av propan.
- Enligt Battelle finns en negativ påverkan av propan på polyetenrörs långtidsegenskaper.
- Inga detaljerade experimentella data finns ännu tillgängliga för propans påverkan på polyetenrör.
- Vid litteratursökning mellan 1967 och 1987 har inget publicerat material återfunnits som berör propankondensats påverkan på polyetenrör.

PRELIMINÄRT

1987-11-26

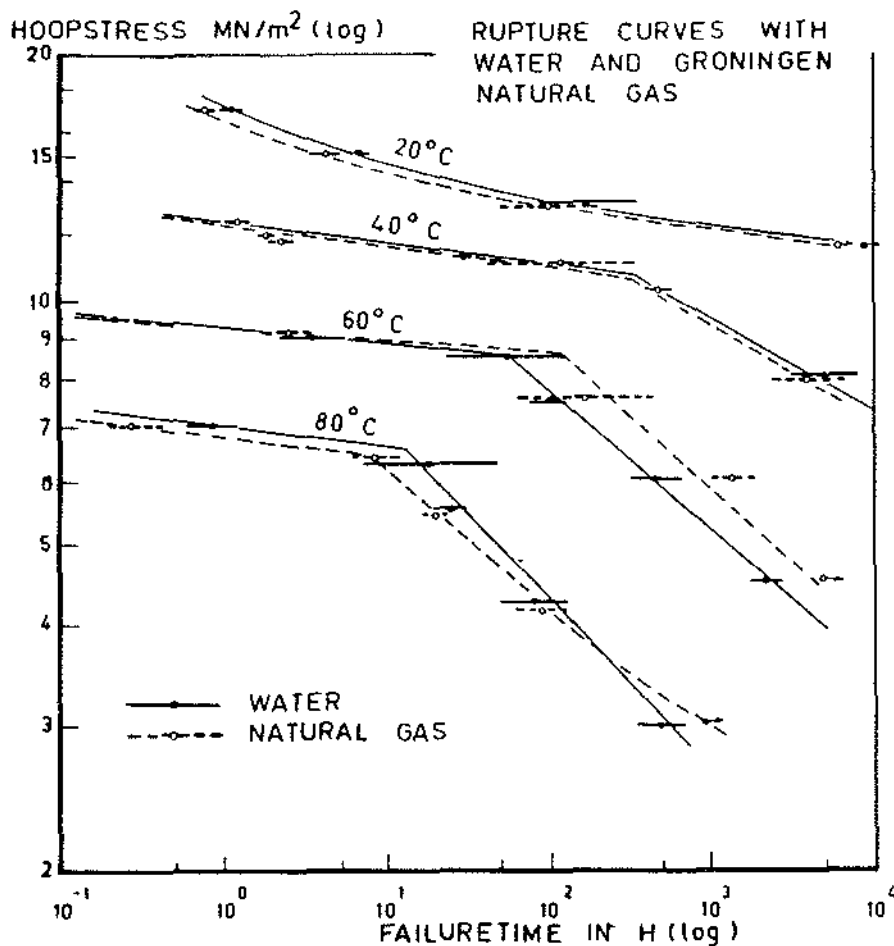
REFERENSFÖRTECKNING

- 1 M WOLTERS
Influence of natural gas constituents on plastic used in gas networks.
Plastics and Rubber Processing and Applications Vol. 3 No. 4, 1983.
- 2 L EWING
User related requirements in the development of a polyethylene distribution system.
Proc. Sixth AGA Plastic Pipe Symp., 1978, 2-10.
- 3 JM Greig
Specification and testing of polyethylene gas distribution systems for a minimum 50-year operational life.
Plastics and Rubber Processing and Applications Vol. 1 No. 1, 1981.
- 4 F WOLTER
AGA Plastic Pipe Project ID-3-1- What's New, Proc. AGA Annual Tech. Conf., 1973, D 236-9.
(Studsviks notering: F WOLTER verksam vid Battelle, Columbus Division, 505 King Avenue, Columbus, Ohio 43201-2693. F WOLTER avliden 1983).
- 5 K GRAF
Spezielle Eigenschaften von HDPE-Rohren für den Einsatz in der Ortsgasverteilung.
Neue Deliwa-Zeitschrift, Heft 1/1984.
- 6 F MUTTER
The use of plastics gas pipes in the Netherlands.
Proc. Fifth AGA Plastic Pipe Symp, Houston, 1974, 2-11.
- 7 G DIETRICH et al
Zeitstandfestigkeit von Rohren aus Polyethylen (HDPE) und Polypropylen (PP) unter Chemikalien einwirkung.
Kunststoffe 69 (1979), 8, 470-476.

1987-11-26

- 8 H E DRIESEN
Einfluss von Gasbegleitstoffen auf Kunststoffrohre.
Gas und Wasserfach/Gas Erdgas 114 (1973):2, 80-86.
- 9 J A LEVENS et al
The effect of liquid condensate on polyolefin pipe used in gas distribution systems.
Proc. Fifth AGA Plastic Pipe Symp, Houston, 1974, 87-92.
- 10 J M GREIG
The use of large diameter polyethylene pipelines by British Gas.
Pipes & Pipelines International, Febr, 1977, 16-24.
- 11 E F PALERMO, I K DEBLIEU
Aging of polyethylene pipe in gas distribution service.
Oper. Sect. Proc. - Am. Gas Assoc., 1983-D-60, D447-D452.
- 12 L J BROUTMAN, D E DUVALL, L R NYLANDER
Evaluation of aged plastic pipe used in gas distribution.
Soc. of Plast. Eng. Techn. Conf. & Exh. 44, Boston 1986, ANTEC 86/639-643

1987-11-26

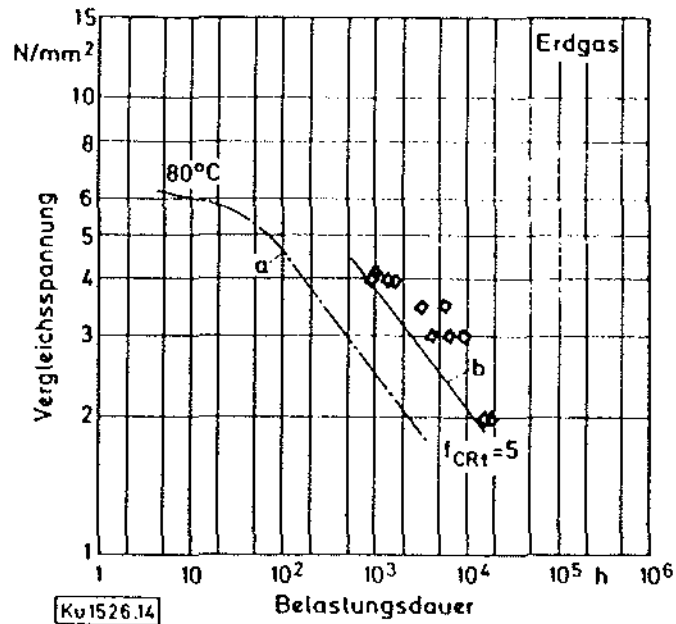


Figur B.1

Tryckprovning av PEH-rör vid 80, 60 och 20°C med vatten respektive naturgas enligt Tabell A.1 som inre tryckmedium. Den yttre miljö antages vara vatten. PEH-rören är av typ GM 5010. Figuren är tagen från Ref. 6. Resultaten visar att långtidshållfastheten med vatten och naturgas är densamma.

PRELIMINÄRT

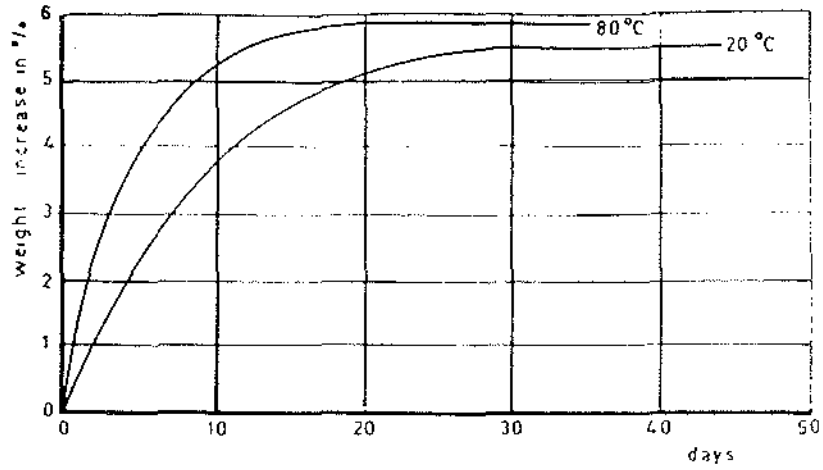
1987-11-26



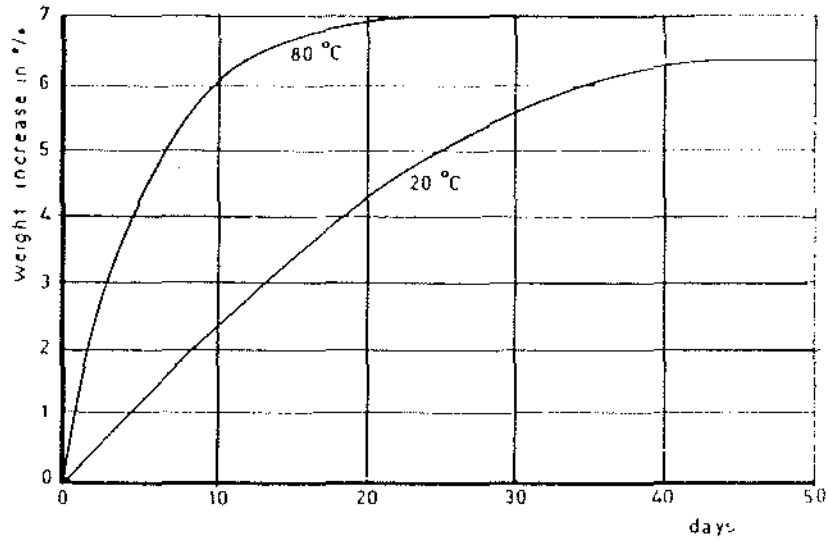
Figur B.2

Tryckprovning vid 80°C av PEH-rör (GM 5010) med vatten respektive naturgas (ospecificerad) som inre tryckmedium. Den yttre miljön är vatten. I detta fall erhålls en ökning av livslängden med en faktor 5 om naturgas används istället för vatten som inre miljö.

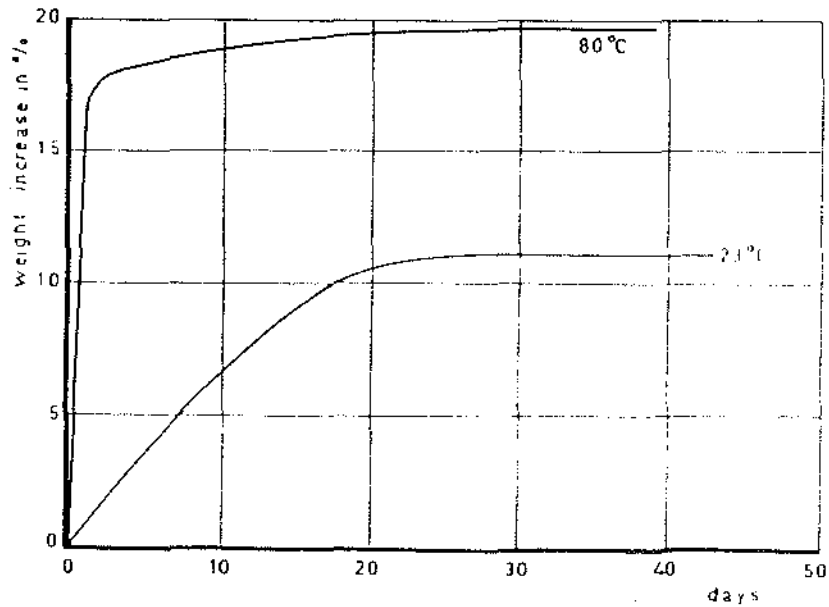
1987-11-26



Absorption of gas condensate in hd PE.



Absorption of gas condensate in md PE.

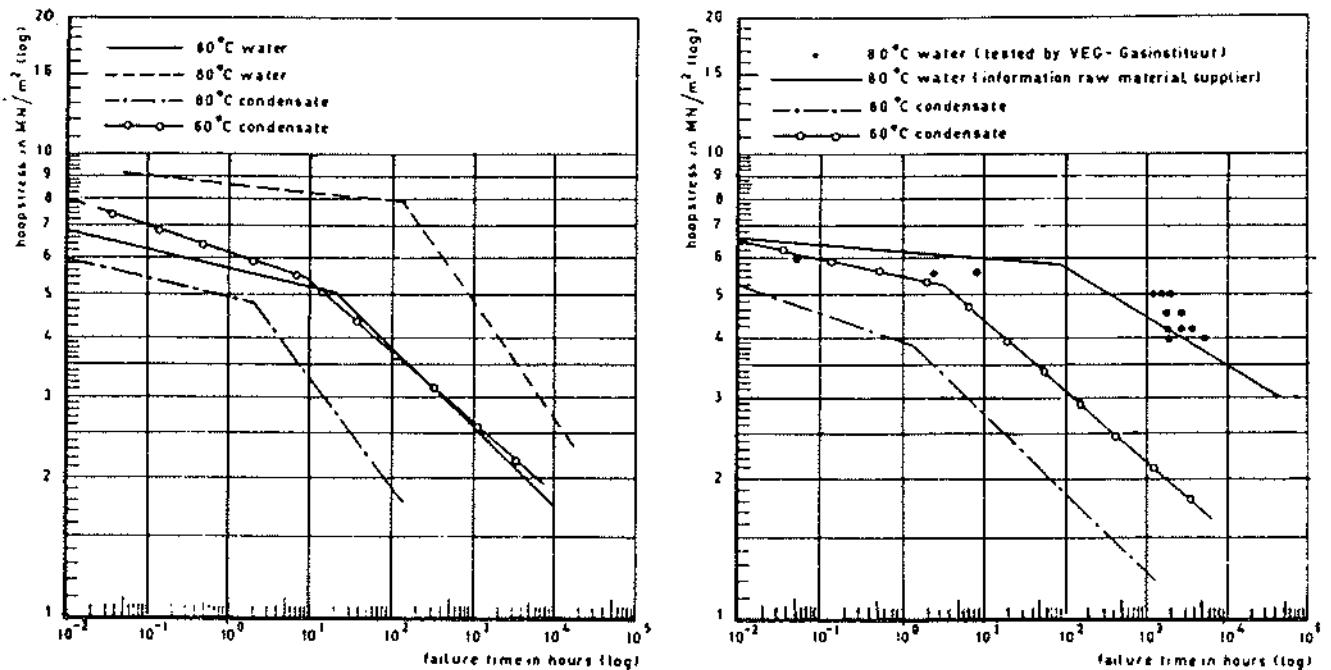


Absorption of gas condensate in PB.

Figur B.3

Absorption av gaskondensat i rör av PEH (GM 5010), PEM (Malex TR418) och PB vid 80 och 20°C (6), se också Tabell A.2.

1987-11-26

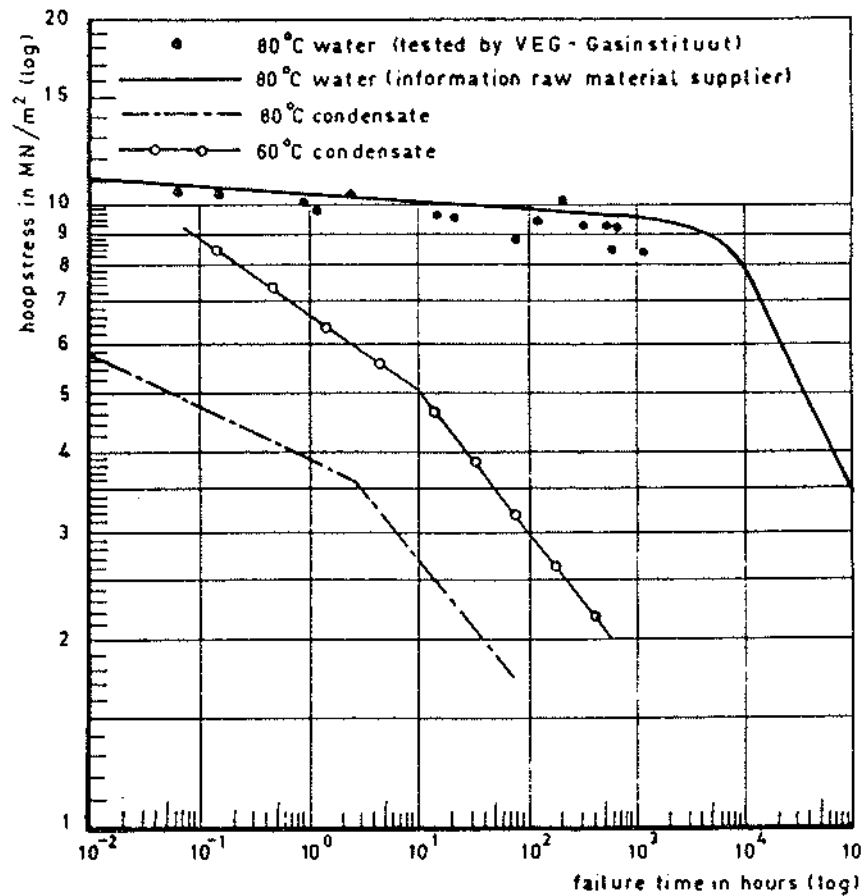


Figur B.4

Inverkan av gaskondensat på krypbrotthållfastheten hos PEH (GM 5010), PEM (Marlex TR418). Provingen är utförd av Mutter (6). Gaskondensatets sammansättning framgår av Tabell A.2. Provingen är utförd vid 80 och 60°C. Som inre tryckmedium har använts vatten respektive gaskondensat. Som yttre miljö antages vatten ha använts.

PRELIMINÄRT

1987-11-26

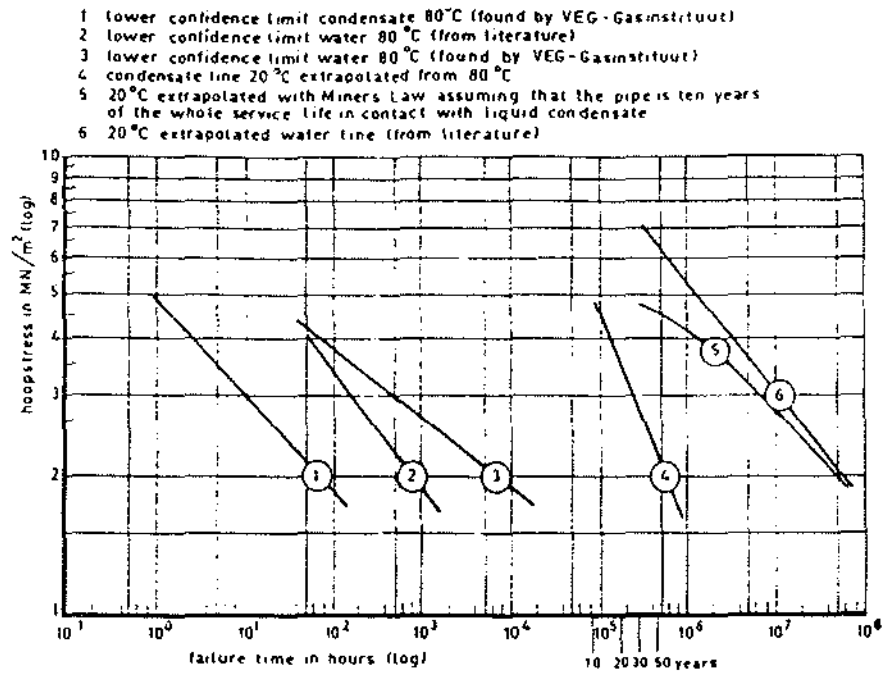


Figur B.5

Inverkan av gaskondensat på krypbrotthållfastheten hos PB (troligen Witco eller Hüls-kvalitet, Studsviks anm.). Provningsen utförd av Mutter (6). Gas-sammansättning framgår av Tabell A.2. Provningsen utförd vid 80 och 60°C. Som inre tryckmedium har använts vatten respektive gaskondensat. Som yttre miljö antages vatten ha använts.

ERIK WILHELM

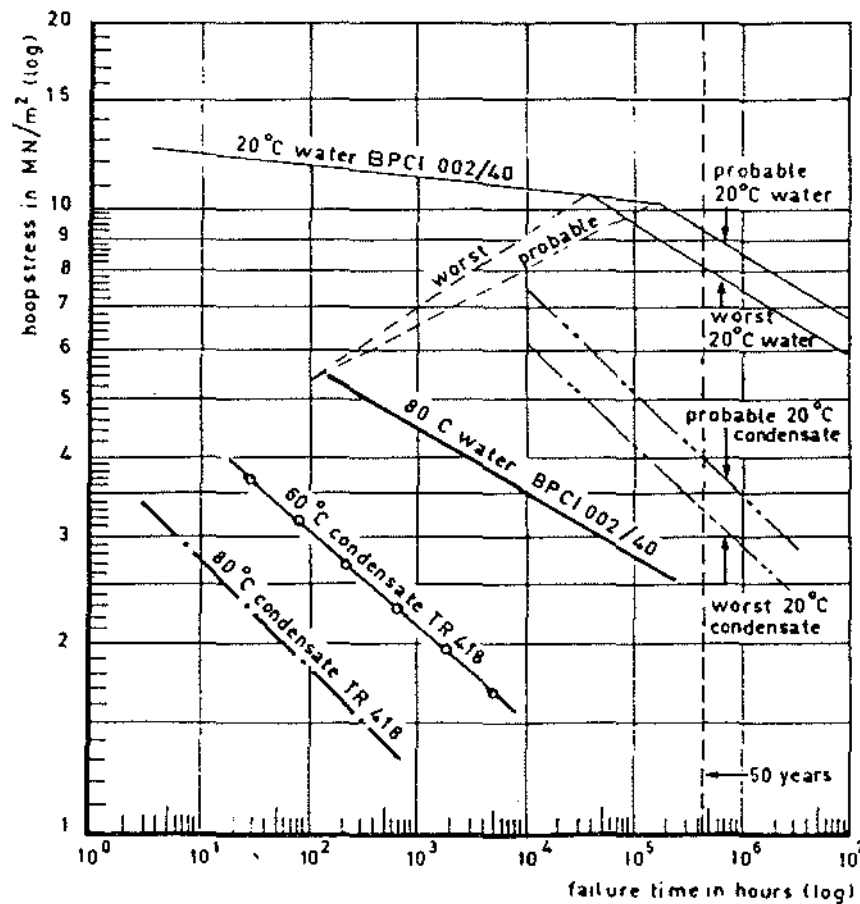
1987-11-26

Figur B.6

Extrapolering av 50-årig livslängd vid 20°C av PEH (GM 5010) i kontakt med gaskondensat. Linje 4 gäller för kontinuerlig påverkan av kondensat. Linje 5 gäller för en sammanlagd påverkan av gaskondensat under 10 år av driftsperioden. Extra-poleringen är genomförd av Mutter (6).

PRELIMINÄRT

1987-11-26

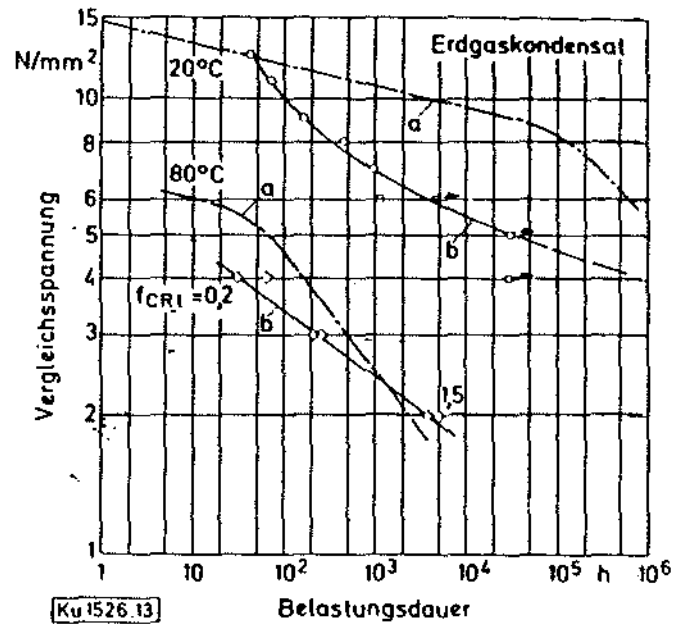


Figur B.7

Extrapolering av 50-årig livslängd vid 20°C av PEM i kontakt med gaskondensat. Extrapoleringen är genomförd av Mutter (6).

PEM-LIVSLÄNGD

1987-11-26

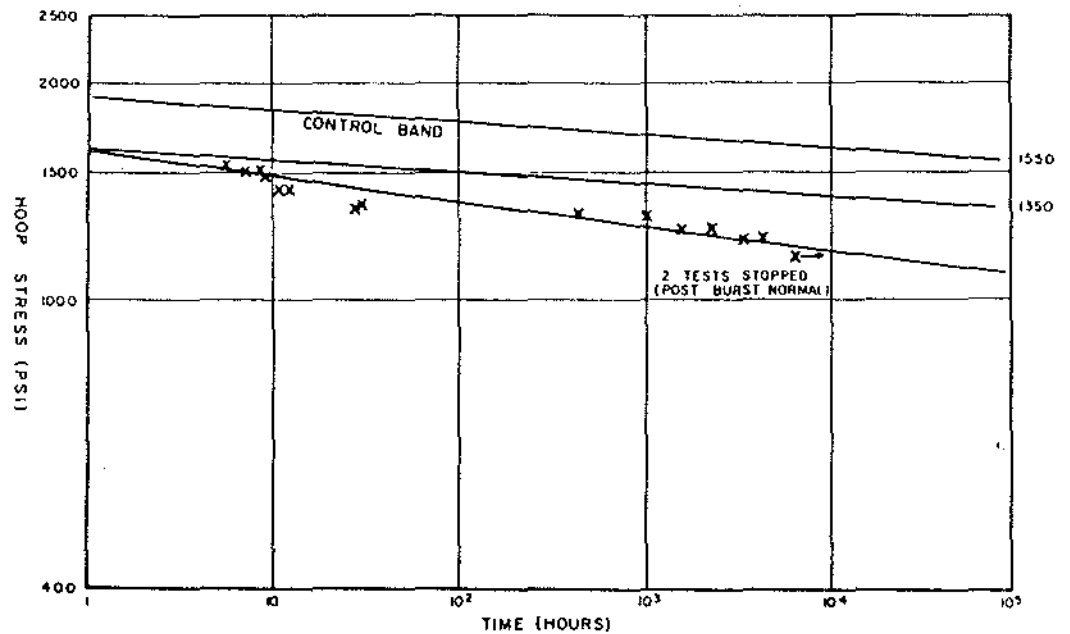


Figur B.8

Inverkan av gaskondensat på krypbrotthållfastheten hos PEH (GM 5010). Provningsen är utförd av Diedrich (7). Som inre tryckmedium har använts vatten respektive gaskondensat (ospecificerad). Som yttre miljö har använts vatten. Provtiden vid 20°C uppgick 1979 till 32 000 h (4 år).

PROVNINGEN

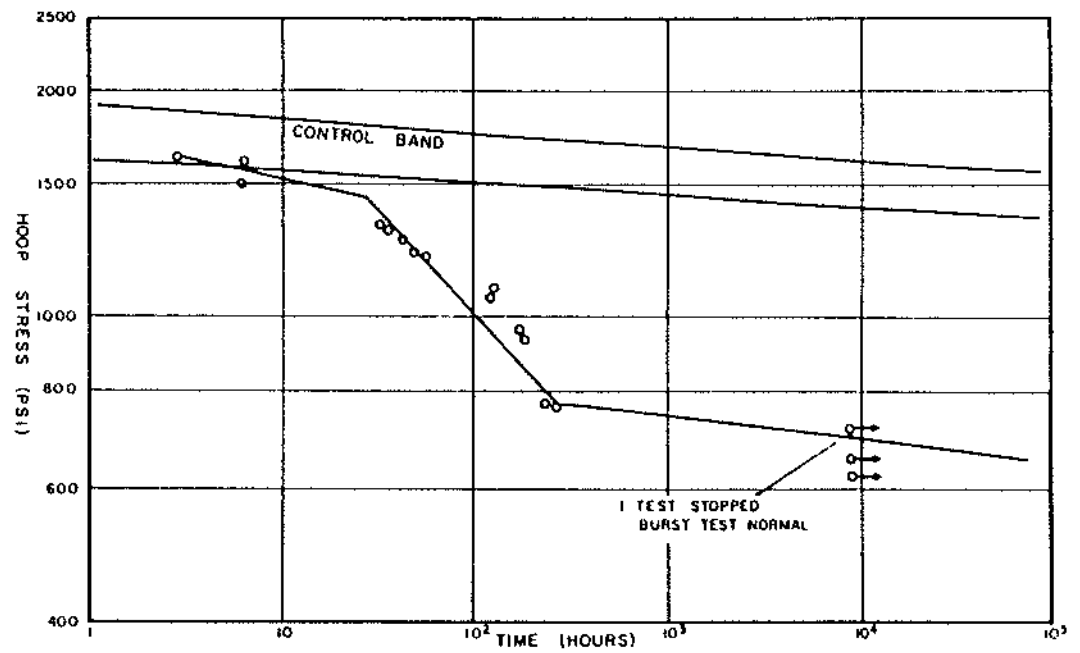
1987-11-26

Figur B.9

Krypbrottsskurva för PE-rör (Nipak PE 2306) som tryckprovats vid 6.9 bar i 100 h med gaskondensat följt av tryckprovning med vatten. Som yttre miljö har använts vatten. Provningsen är utförd vid 20°C. Som jämförelse är inlagt ett område (control band) inom vilka testresultat vid 23°C med vatten som inre miljö är redovisade. Hållfastheten med gaskondensat sänks med 20 % jämfört med vatten. Arbetet är utfört av Levens (9).

REVISIONSBLANKETT

1987-11-26



Figur B.10

Krypbrottsskurva för PE-rör (Nipak PE 2306) som tryckprovats med inre miljö av gaskondensat. Som yttre miljö har använts vatten. Provningsen är utförd vid 23°C. Hållfastheten med gaskondensat är mindre än 50 % av motsvarande med vatten som inre miljö.

PE RÖR BURST