
Rapport SGC 037

**VERIFIERING AV
DIMENSIONERINGSMETODER
FÖR DISTRIBUTIONSLEDNINGAR**
Litteraturstudie

Thomas Ehrstedt
Sydkraft Konsult AB

Juni 1993



Rapport SGC 037
ISSN 1102-7371
ISRN SGC-R--37--SE

Rapport SGC 037

**VERIFIERING AV
DIMENSIONERINGSMETODER
FÖR DISTRIBUTIONSLEDNINGAR**
Litteraturstudie

Thomas Ehrstedt
Sydkraft Konsult AB

Juni 1993



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 och 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.

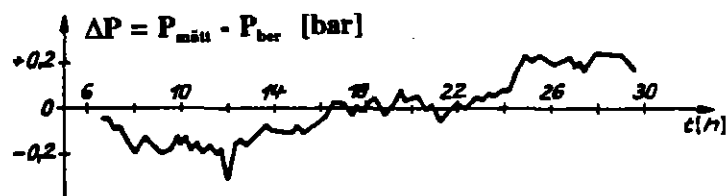
Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har följande delägare: Svenska Gasföreningen, Vattenfall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

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB

Jörgen Thunell

Verifiering av dimensioneringsmetoder för distributionsledningar

Litteraturstudie



Malmö 1993-04-07
GASTEKNIK
Thomas Ehrstedt

SYDKRAFT KONSULT

GASTEKNIK

HUVUDKONTOR: MALMÖ
ÄLMHULT
KALMAR

BESÖKSADRESS:
CARL GUSTAFS VÄG 4
STORGATAN 16
ESPLANADEN 27

POSTADRESS:
S-205 09 MALMÖ, SWEDEN
BOX 607, 343 24 ÄLMHULT
BOX 735, 391 27 KALMAR

TELEFON:
+46 (0)40-25 60 00
0476-562 25
0480-598 00

TELEFAX:
+46 (0)40-97 47 74
0476-113 43
0480-162 36

TELEX:
32810 skdmlm s

SAMMANFATTNING

För dimensionering av distributionsnät finns ett flertal olika beräkningsprogram tillgängliga. Program finns för såväl stationära förhållanden som för dynamiska förlopp.

Syftena med föreliggande studie var att undersöka

- a) om några av de existerande beräkningsprogrammen verifierats genom praktiska försök på befintliga nät,
- b) hur dessa försök i så fall utförts samt
- c) vilken överensstämmelse mellan beräknings- och försöksresultat som erhållits.

Kontakter med ett antal företag och organisationer samt en litteratursökning visade att praktiska försök gjorts för verifiering av beräkningsprogram. I allmänhet tillgår detta så att man vid givna in- och utflöden i en ledning eller i ett nät jämför uppmätta och beräknade tryck i ett antal punkter i nätet.

Två avancerade och väldokumenterade beräkningsprogram som förekommer på den europeiska marknaden är GANESI och SIMONE. Båda programmen är användbara för såväl distributionsledningar (0,1 - 4 bar) som överföringsledningar (4-80 bar).

En närmare genomgång har gjorts av i litteraturen redovisade utvärderingar av beräkningsprogrammet GANESI. Programmet, som klarar såväl stationära förhållanden som dynamiska förlopp, har visat sig ha mycket god överensstämmelse med verkligheten. Differenserna mellan uppmätta och beräknade tryck ligger inom felgränserna för de uppmätta trycken. Utvärderingarna har gjorts vid trycknivåer mellan 5 och 20 bar, dvs vid högre tryck än de som råder i de svenska distributionssystemen.

Tillförlitligheten i de undersökta programmen reducerar behovet av mätningar i distributionssystemen. Det kan dock ändå finnas behov av kontrollmätningar eftersom vissa parametrar, t ex råheten på insidan av rören, kan ändra sig i tiden. Även förändringar i nätet kan ha gjorts vilka ej matats in i datorprogrammet. Genom att då och då utföra verifieringsmätningar får man alltså samtidigt en kontroll att antagna ingångsvärden i programmet är riktiga i varje aktuell tidpunkt.

En test av de svenska beräkningsprogram som används för dimensionering av distributionsnät bör ske mot något av de nämnda, verifierade programmen. Dessutom bör permanenta tryckmätare installeras i det svenska distributionsnätet för att inför en utökning av distributionsnätet säkerställa korrekta uppgifter om tillgänglig kapacitet i ledningarna.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
1 Inledning	4
2 Utländska kontakter	5
3 Resultat	6
3.1 Metodik vid verifiering av beräkningsprogram	8
3.2 Experimentella studier	9
3.2.1 Experimentell utvärdering av simulering med GANESI	10
4 Diskussion	14
5 Förslag till fortsatt arbete	15
6 Referenser	16

1 INLEDNING

Vid utbyggnad av ett gasnät görs beräkningar som bl a avser att bestämma erforderliga rördimensioner, tillgänglig kapacitet mm. Dessa beräkningar kan utföras på dator med hjälp av simuleringsprogram, som kan vara mer eller mindre avancerade. Vissa program beräknar ledningstrycket i en punkt som funktion av rördiametern vid stationära förhållanden, andra simulerar hela gasnät även vid dynamiska förlopp, dvs då tryck och/eller flöde varierar med tiden. Oavsett typ av program kan det vara av värde att verifiera framräknade värden med verkliga värden genom mätningar i gasnätet. Om en beräkning från början ger riktiga, d v s med verkligheten överensstämmande värden, kan den vid ett senare tillfälle ge felaktiga värden. Detta kan bero på att vissa parametrar, t ex råheten på insidan av rören, ändrat sig med tiden. Även förändringar i nätet kan ha gjorts som ej matats in i datorprogrammet. Genom att då och då utföra verifieringsmätningar får man alltså samtidigt en kontroll av att antagna ingångsvärden är riktiga vid varje aktuell tidpunkt.

Denna typ av verifiering har aldrig gjorts på det svenska gasnätet, och avsikten med denna litteraturstudie är att klargöra i vilken utsträckning detta har gjorts i utlandet, samt att redogöra för vilka erfarenheter som erhållits i samband härmed.

Arbetet har utförts av Thomas Ehrstedt, Sydkraft Konsult, på uppdrag av Svenskt Gasteknisk Center.

2 UTLÄNDSKA KONTAKTER

De grundläggande informationskällorna har varit dels olika utländska företag och organisationer dels litteratur framtagen genom sökning i databaserna ENERGY och INSPEC (den senare är specialicerad på elektronik samt regler- och mätteknik).

Följande företag och organisationer tillfrågades om erfarenheter av verifiering av beräkningsprogram:

IGT, USA (Institute of Gas Technology)
PPI, USA (Plastic Pipe Institute)
AGA, USA (American Gas Association)
DGF, Danmark (Danska Gasföreningen)
ESG, Tyskland (Företag som bl a utvecklat
simuleringsprogrammet GANESI)
RR management, Danmark (Företag som gjort
dimensioneringsprogrammet GASKALK)
Czechoslovak Academy Sciences, Tjeckoslovakien (Har
utvecklat simuleringsprogrammet SIMONE)

British Gas, England
VEG-Gasinstituut, Nederländerna
Ruhrgas, Tyskland
Gaz de France, Frankrike
Southwest Research Institute, USA

Av de tillfrågade erhöles svar från de 7 förstnämnda. Resultaten av dessa kontakter samt från litteratursökningen resovisas i följande kapitel.

3 RESULTAT

Det finns i huvudsak två typer av beräkningsprogram för gasnät, nämligen stationära och dynamiska. Den förra beräknar trycket i gasledningen under stationära förhållanden, medan den senare simulerar effekterna av dynamiska förlopp (exempelvis plötsliga förändringar i tryck, in- eller utflöde). Programmen kan användas för flera syften: för beräkning av erforderliga rördimensioner vid utbyggnad, för beräkning av effekterna av förändringar i tryck eller flöde i ett befintligt nät eller för läcksökning (simuleringsprogrammet lokaliserar läckan genom att analysera tryckförändringar i vissa mätpunkter i nätet).

GASKALK, som är ett stationärt beräkningsprogram, är ett av de program som använts för dimensionering av det svenska gasnätet. Programmet har utvecklats av det danska företaget RR management och har aldrig testats mot verkliga förhållanden [1].

Inom de större gasnätverken är dynamiska simuleringsprogram, kopplade till ett kontroll- och datainsamlings-system (SCADA = Supervisory Control And Data Acquisition system) vanligt förekommande. Dessa program har varit föremål för mycket omfattande utvärderingar, dels under utvecklingsarbetet dels sedan de tagits i drift. American Gas Association A.G.A. [2] menar att tester där beräknade och uppmätta tryck i ett gasnät jämförs bör utföras under hela nätets livslängd. Anledningen till detta är att säkerställa att korrekta uppgifter lämnas till programmet. Enligt A.G.A. finns det många felkällor att ösa ur:

- Med tiden ändrad råheten på rörets insida
- Förändringar i gasnätets utformning som ej kommit till programmerarens kännedom
- Ventiler, felaktigt definierade som öppna eller stängda
- Vätskeansamlingar i ledningarna som orsakar onormalt höga tryckfall
- Felaktigt angivna rördiametrar
- Felaktigt angivna ledningslängder
- Användning av fel gastemperatur, viskositet eller densitet
- Användning av stationär modell när förhållandena är instationära.

Denna typ av fel resulterar beräkningsmässigt vanligen i allt för låga tryckfall. För den sista punkten gäller att ett system som har en utsträckning mindre än 3 mil och där trycket är lägre än 7 bar är tillräckligt snabbt för att en stationär modell skall kunna användas. I annat fall blir den ackumulerade mängden gas i systemet så stor att instationära förhållanden kan uppstå.

Två dynamiska beräkningsprogram som förekommer på den europeiska marknaden är GANESI och SIMONE. GANESI har utvecklats av ESG Elektronik-system-Gesellschaft GmbH i München och SIMONE av Academy of Sciences of the Czech Republic i Prag. Båda programmen är användbara för såväl distributionsledningarna som för överföringsledningarna. För SIMONE uppges att programmet testats mot verkliga (uppmätta) förhållanden i området 0,001 - 200 bar med god överensstämmelse. I avsnitt 3.2.1 redovisas två studier som gjorts för att verifiera GANESI's giltighet. Studierna är utförda vid högre tryck än vad som förekommer i de svenska distributionsledningarna, men tekniken är densamma oberoende av trycket.

3.1 Metodik vid verifiering av beräkningsprogram

Det allmänna förfarandet vid utvärdering av ett stationärt beräkningsprogram är att mäta trycket på ett antal ställen i gasnätet under en period med kall väderlek, d v s då gasflödet är högt [3]. För den kallaste dagen i perioden beräknas trycken i systemet vid toppbelastning, dvs den 15-30 minutersperiod då belastningen var som högst. Därefter jämförs uppmätta och beräknade värden. För att beräkningsprogrammet skall anses vara tillfredsställande bör skillnaden mellan beräknat och uppmätt tryck inte vara större än vad som anges i tabell 1.

Tabell 1. Maximalt godtagbar skillnad mellan beräknade och uppmätta tryck

Ledningstryck (bar)	Max tryckdifferens $ P_{\text{beräkn}} - P_{\text{uppmät}} $ (bar)
1,7 - 6,9	0,15
0,03 - 1,7	0,07
0,01 - 0,03	0,001

Lämplig instrumentering är kontinuerligt registrerande tryckgivare av standardutförande med en noggrannhet på ± 3 mbar i 1,7-6,9 bars intervallet och $\pm 1,5$ mbar i 0,03-1,7 bars intervallet. För tryck mellan 0,01 och 0,03 bar bör noggrannheten vara $\pm 0,6$ mbar.

En allmän uppfattning är, vilket bekräftats i ett flertal undersökningar, att stationära modeller beskriver stationära förlopp med mycket stor exakthet (större än mätnoggrannheten).

3.2 Experimentella studier

I litteraturen finns beskrivet ett antal studier där beräknade stationära tillstånd och dynamiska förlopp har kontrollerats mot verkliga förhållanden.

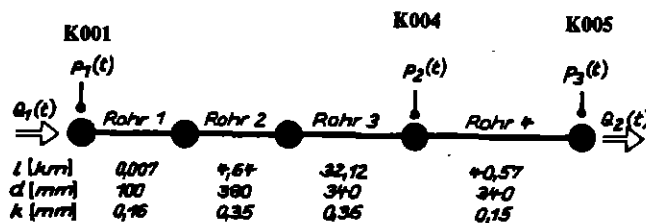
Chapman, Jones och Pritchard [4] rapporterar om en fyratimmars undersökning av en 80 km lång sträcka inom British Gas' gasnät för test av ett beräkningsprogram. Mätresultaten jämfördes med beräknade värden för ett stationärt tillstånd och två instationära förlopp. En större och mer ingående studie har utförts av Lappus och Schmidt [5] där en 75 km lång överföringssträcka simulerades och jämfördes med värden uppmätta var femte minut under en sextimmarsperiod. Slutsatsen av båda dessa studier var att simulerade värden överensstämmer mycket väl med uppmätta för samtliga undersökta fall.

I det följande avsnittet beskrivs två större studier mer i detalj. Dessa får exemplifiera den experimentella metoden.

3.2.1 Experimentell utvärdering av simulering med GANESI [6]

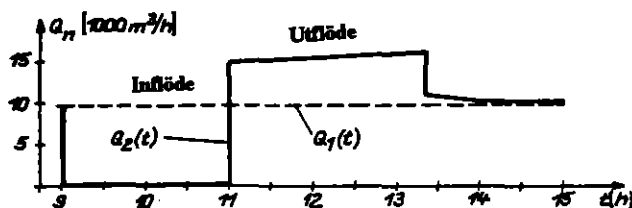
Första studien: 78 km ledning, instationära strömningsförhållanden.

Försöken gjordes på en ledning enligt figur 1 där l =ledningslängd, d =rördiameter och k =rörets råhet



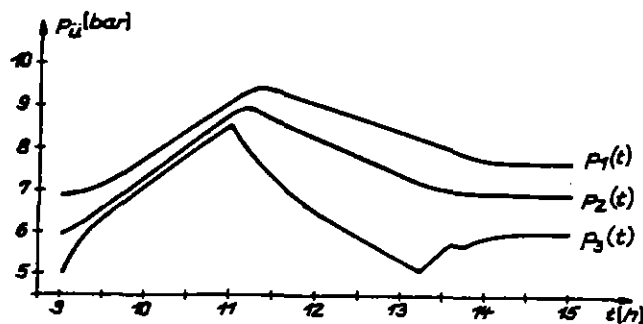
Figur 1. Rörledningsplan

In- och utflöde ($Q_1(t)$ och $Q_2(t)$) samt trycken $P_1(t)$, $P_2(t)$ och $P_3(t)$ i punkterna K001, K004 och K005 mättes var 5:e minut under en 6-timmars period. Avstånden mellan mätpunkterna samt rörens dimensioner framgår av figur 1. Utflödet $Q_2(t)$ ändrades tre gånger under försökets gång emedan inflödet $Q_1(t)$ hölls konstant enligt figur 2.



Figur 2. Uppmätta inflöden $Q_1(t)$ och utflöden $Q_2(t)$

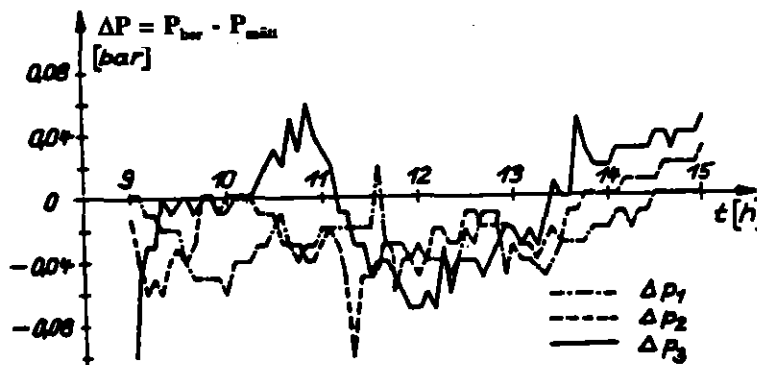
De uppmätta trycken i de tre punkterna redovisas i figur 3.



Figur 3. Uppmätt tryckförlopp i punkterna K001 (P_1), K004 (P_2) och K005 (P_3)

Mätnoggrannheten för flödet var bättre än 1% och för trycket 0,1%. Det senare motsvarar en noggrannhet på 0,04 bar för den aktuella tryckgivaren (fullt utslag=40 bar).

Som variabel i utvärderingen användes skillnaderna mellan beräknade och uppmätta tryck, ΔP , vilka redovisas i figur 4.



Figur 4. Skillnad mellan beräknat och uppmätt tryck i punkterna K001 (ΔP_1), K004 (ΔP_2), och K005 (ΔP_3), som funktion av tiden. Mätintervall = 15 min

I tabell 2 visas medelvärde och standardavvikelse för ΔP i de tre mätpunkterna.

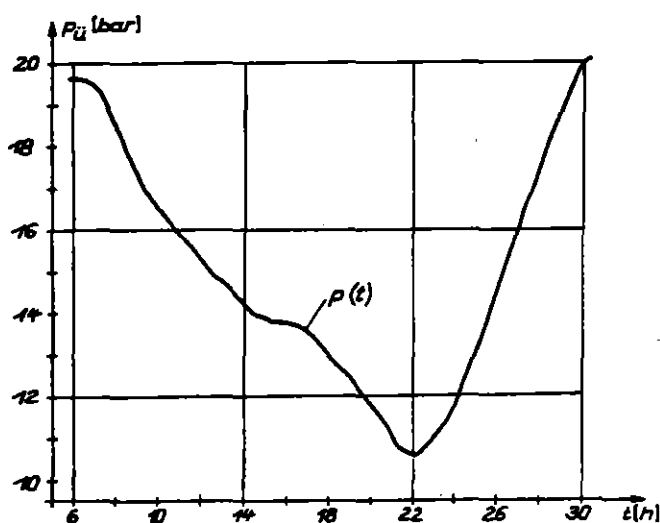
Tabell 2. Medelvärde (μ) och standardavvikelse (σ) för skillnaderna mellan beräknade och uppmätta tryck, ΔP , i de tre mätpunkterna K001, K004 och K005

Mät punkt	K001	K004	K005
μ (bar)	0,025	0,018	0,006
σ (bar)	0,017	0,023	0,035

Resultaten i tabell 2 visar att både medelvärde och standardavvikelse var mindre än noggrannheten för tryckmätningarna (0,04 bar). Det testade programmet visar således mycket god överensstämmelse med verkligheten för det undersökta driftfallet.

Andra studien: Ett grennät täckande 100*100 km, instationära strömningsförhållanden.

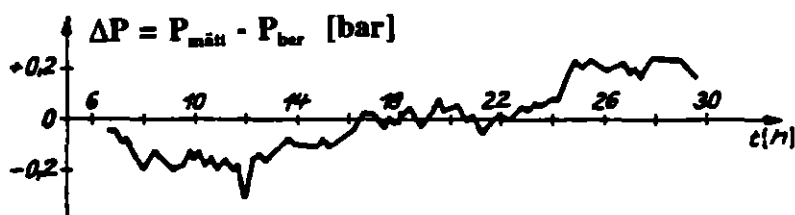
Nätet som bestod av 120 rörledningssträckor hade tre tillflöden och 48 frånflöden (mottagare). Trycket mättes på 28 ställen i nätet och mätningarna utfördes var 15:e minut under 24 timmar. Nätet påverkades så att instationära förhållanden uppstod. I figur 5 visas det uppmätta trycket i en av de 28 mätpunkterna (mät punkt 1104).



Figur 5. Uppmätt tryckförlopp i mät punkt 1104. Mätintervall = 15 min

Som indata i modellen användes 1-timmes medelvärden för in- och utflöden. Mätnoggrannheten för flödena var 1% och för trycken 0,1 bar.

I figur 6 visas skillnaden mellan uppmätt och beräknat tryck i mätpunkt 1104.



Figur 6. Skillnaden mellan uppmätt och beräknat tryck i mätpunkt 1104.

Utvärderingen gjordes genom att uppmätta och beräknade tryck jämfördes i alla mätpunkter. Den statistiska analysen av mätningarna framgår av tabell 3.

Tabell 3 Skillnader mellan uppmätta och beräknade tryck i hela nätet.

$|\Delta|$ = maximal skillnad (absolutbelopp),

$|\mu|$ = medelvärdet av skillnaderna (absolutbelopp)

σ = standardavvikelsen för skillnaderna

$ \Delta $	<0,4 bar
$ \mu $	<0,07 bar
σ	<0,15 bar

Även i denna undersökning ligger således både medelvärde och standardavvikelse i samma storleksordning som mätnoggrannheten (0,1 bar).

De bägge här ovan i sammandrag redovisade utvärderingsförsöken bevisar giltigheten av instationära gasnätsberäkningar och därmed den teoretiska modell som ligger bakom simuleringen av dynamiken i ett gasdistributionsnät.

4 DISKUSSION

Det har visats att verifiering av beräkningsprogram för gasnät mycket väl låter sig göras genom tryck och flödesmätningar i gasnätet. Detta är såväl möjligt för stationära förhållanden som för komplicerade dynamiska förlopp. Sådana undersökningar är dock otympliga och tämligen dyra att utföra; skall man studera ett stationärt förlopp krävs det att förhållandena verkligen är stationära under hela mätperioden, då i annat fall mätvärdena är oanvändbara. Det krävs vidare att mätsträckorna är långa så att tryckfallet blir mätbart. Dessutom behöver undersökningen pågå under en viss tid med upprepade mätningar för att man ska erhålla ett statistiskt säkerställt underlag.

I stället för att verifiera ett eget beräkningsprogram genom praktiska försök kan man utnyttja redan testade program som referensprogram. Det finns på marknaden idag väldokumenterade program, varav GANESI och SIMONE nämns. Dessa program har genomgått omfattande utvärderingstester och visat mycket god överensstämmelse med verkligheten, vilket gör att de kan användas som referensprogram. Genom att jämföra de egna programmens beräknade värden med referensprogrammets erhålls en tillförlitlig utvärdering utan att det behöver utföras några mätningar på det egna nätet.

Även om tryck- och flödesmätningar inte är nödvändiga för att verifiera beräkningsprogram kan det ändå vara av värde att utföra sådana. Detta gäller speciellt då en utökning av distributionsnätet planeras. Underlaget för hur mycket gas som kan levereras utgörs då enbart av de beräknade värdena på trycket i ledningarna. Dessa beräknade värden kan, av olika anledningar, skilja sig från verkligheten (se sidan 6) varvid risk föreligger att det nybyggda nätet inte kan leverera avsedda gasmängder. Genom att bestämma trycket på vissa strategiska ställen i distributionsnätet är det möjligt att undvika denna typ av felbedömningar.

5 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

Följande åtgärder inom området dimensionering av distributionssystem föreslås:

- 1) Verifiering av i Sverige använda beräkningsprogram mot t ex GANESI eller SIMONE. Kontakt etableras med HNG i Danmark som avser testa SIMONE på det danska gasnätet om ca ett år [7].
- 2) Klarläggande av behovet av tryckmätningar i några svenska distributionsnät samt lokalisering av mätpunkterna. Mätpunkterna väljes så att mätresultaten ger uppgift om tillgänglig kapacitet i ledningarna inför en eventuell utökning av distributionsnätet.
- 3) Mätningar för kontroll av indata till programmen.
- 4) Installation av permanenta tryckmätare för framtida mätningar.

6 REFERENSER

- 1 Brevkontakt med Lars B Möller, RR management; Gl Hovedgade 8, 2970 Hörsholm, Danmark.
- 2 Distribution, Book D-1 System Design, The American Gas Association, USA
- 3 Brevkontakt med Gerald G. Wilson; Institute of Gas Technology, IGT, Chicago, Illinois USA.
- 4 M.J. Chapman, R.P. Jones och A.J. Pritchard, State observers for monitoring gas pipelines, IEEE Proceedings 134, Pt.D(2) (Mars 1987)
- 5 G.Lappus och G. Schmidt, Supervision and control of gas transportation and distribution systems IFAC/IFIP, Conference on Digital Computer Applications to Process Control, Düsseldorf, 14-17 Oct. 1980.
- 6 A. Weimann, Modellierung und Simulation der Dynamik von Gasverteilnetzen im Hinblick auf Gasnetzführung und Gasnetzüberwachung; Techn. Universität München, Dissertation (1978)
- 7 Telefonsamtal med Henning Egaa-Jensen, Hovedstadsregionens Naturgas I/S (HNG). Tel 45 31 67 44 88

93-06-02

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. Utgåva 3	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	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
008	Catalogue of gas technology RD&D projects in Sweden (På engelska)	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 Driftekniska Institut. vid LTH	150
014	Modern gasteknik i galvaniseringsindustri	Nov 91	John Danelius Vattenfall Energisystem AB	100
015	Naturgasdrivna truckar	Dec 91	Asa 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

93-06-02

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
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
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
022	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige. Utgåva 4	Aug 92	Svenskt Gastekniskt Center AB	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 ÅF-Energikonsult	150
028	Stora gasledningar av PE. Teknisk och ekonomisk studie.	Okt 92	Lars-Erik Andersson, Åke Carlsson, Sydkraft Konsult AB	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

93-06-11

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
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
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



Svenskt Gastekniskt Center AB

Box 50525, 202 50 MALMÖ

Telefon: 040-700 40

Telefax: 040-30 50 82