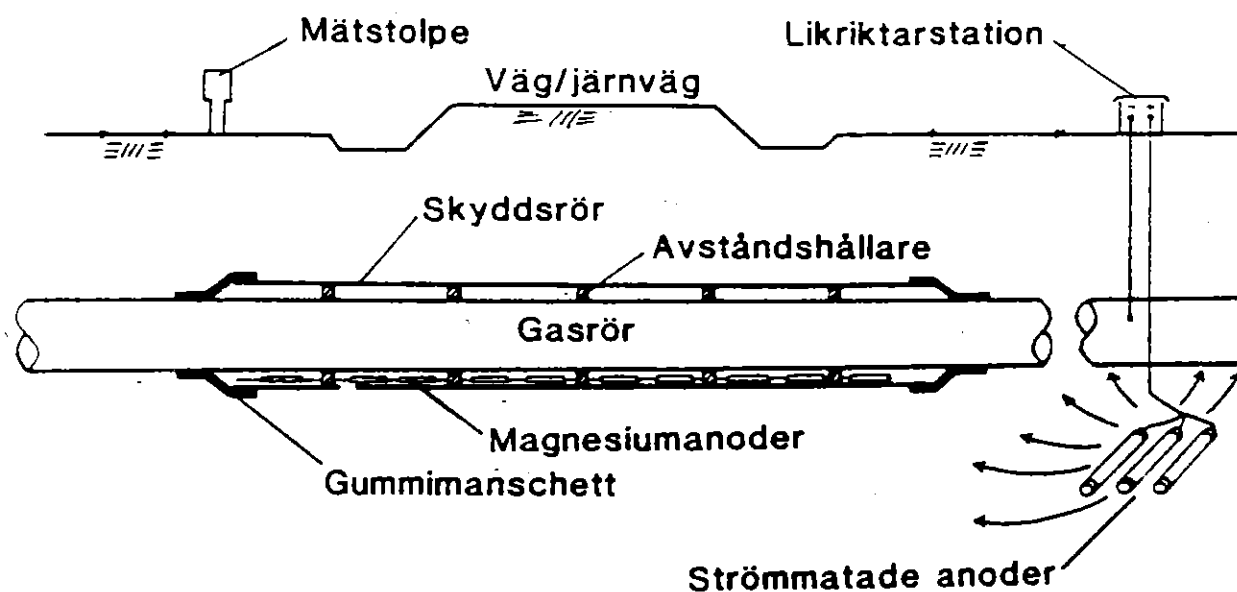

Arbetsrapport SGC A15

UNDERSÖKNING OCH FÖRSTÄRKNING AV KORROSIONSSKYDDET PÅ GASRÖR FÖRLAGDA I SKYDDSRÖR - DELRAPPORT 1



Åsa Marbe
Charlotte Johansson
Sydkraft Konsult AB

November 1997

SGC 

Undersökning och förstärkning av korrosionsskyddet på gasrör förlagda i skyddsror - Delrapport 1

Sammanfattning

I detta projekt skall ett antal skyddsror med onormal potential undersökas. Denna rapport behandlar undersökningen av ett skyddsror i Halmstad. Anledningen till att just detta skyddsror valdes är att dess potential mot mark blivit alltmer positiv de senaste åren. Skyddsrorets potential varierade före undersökningstillfället med tiden, och var ca ± 0 mV mot Cu/CuSO₄-referenselektrod. Normalt ska potentialen på ett skyddsror ligga mellan -500 och -600 mV.

Vid den visuella inspektionen noterades det att flera distanser var trasiga, medan de båda gummidamaskerna var intakta. Skyddsrorets insida var kraftigt angripen av korrosion. Vattnet som fanns i spalten mellan skyddsror och gasrör var klart, men innehöll en del rostflagor. Den befintliga vattenmängden var relativt liten, uppskattningsvis 20-30 liter. Magnesiumanoderna var praktiskt taget oangripna, vilket indikerar att de inte legat i vatten särskilt länge.

Vid denna undersökning kontrollerades det om det fanns beläggningsskador på gasröret. Detta skedde genom att studera förändring av skyddsrorets potential samtidigt som spalten mellan gasrör och skyddsror succesivt fylldes med rent vatten. Även magnesium-anodernas och järnvägens signalspårlednings inverkan på skyddsrorets potential undersöktes.

Det är ännu inte fullständigt klarlagt vad anledningen till skyddsrorets positiva potential är. Det finns dock ett par teorier om skyddsrorets onormala potential; en teori är att det på något sätt kan uppstå en strömkrets mellan skyddsror och gasrör/anoder, där vattnet i spalten fungerar som elektrolyt. Strömkretsen i sin tur ger en potentialförskjutning. En annan teori är att strömkretsen uppkommer genom att en galvanisk ström flyter mellan skyddsrorets korroderade insida (förhållandevis ädel potential) och skyddsrorets utsida (förhållandevis oädel potential).

Efter återfyllningen återfick skyddsroret sin normala potential (-650 mV). Detta tyder på att anoderna och/eller vattnet är orsaken till skyddsrorets positiva potential, eftersom borttagning av magnesium-anoderna och tömning av vattnet är de enda förändringar som gjorts. För att ytterligare få klarhet i vad som kan ha orsakat den positiva potentialen, bör fler skyddsror som uppvisar positiv potential undersökas.

INNEHÅLL

1. Inledning och bakgrund

2. Syfte

3. Genomförande och resultat

3.1 Visuella observationer

3.2 Undersökning av förekomst av beläggningsskador

3.2.1 Tömning av befintligt vatten i skyddsroret

3.2.2 Fyllning och tömning av vatten i skyddsroret

3.3 Skyddsrorets potential

3.3.1 Magnesiumanodernas inverkan

3.3.2 Effekten av inkoppling av stålplåtar

3.3.3 Inverkan av järnvägens spårledning

3.4 Elektrisk påverkan från spårledningen på gasroret

3.5 Växelspänningspåverkan

4. Slutsatser

5. Förslag till utformning av skyddsror vid nybyggnation

1. Inledning och bakgrund

Inom SGC-projektet "Undersökning och förstärkning av korrosionsskyddet på gasrör förlagda i skyddsror" ska ett antal skyddsror inklusive gasröret undersökas. Undersökningsobjekten väljs ut med ledning av om det förekommer onormala potentialer på skyddsror och/eller gasrör. Denna rapport behandlar undersökningen av ett skyddsror i närheten av Halmstad. Skyddsroret är förlagt till platsen där järnvägslinjen Halmstad-Värnamo korsar gasrörets stamledning. Undersökningar och kontrollmätningar utfördes under september 1997.

Anledningen till att just detta skyddsroret undersöktes var att dess potential mot mark blivit mer positiv de senaste åren. Normalt ligger potentialen på ett polyetenbelagt skyddsror mot mark på ca -600 mV. Vid årsmätningen 1996 visade det sig att skyddsrorets on-potential mot mark var +19 mV i den södra änden och -15 mV i norra änden. Motsvarande off-potentialer var +25 mV respektive -8 mV. Skillnaden i on- och off-potentialen visar att skyddsroret påverkas av gasledningens katodiska skydd (skyddsström flyter genom skyddsroret), vilket kan tyda på att det finns en eller flera beläggningsskador på gasledningen i skyddsroret. Skillnaden visar också att det finns vatten i spalten mellan skyddsror och gasrör.

Det upptäcktes i samband med kontrollmätningar, inför friläggningen av skyddsroret i Halmstad, att gasledningen var elektriskt påverkad av järnvägens signalspårledning. Även detta undersöktes, se kapitel 3.4.

Vid undersökningen deltog, förutom rapportförfattarna, även Hans- Erik Edwall, Sydgas AB, Magnus Lindsjö, Vattenfall Naturgas AB och Göran Camitz, Korrosionsinstitutet.

2. Syfte

Syftet med undersökningen var dels att fastställa orsaken till skyddsrorets positiva potential, dels att söka en förklaring till skillnaden mellan on- och off-potentialen på skyddsroret.

Vidare ska undersökningen också skapa underlag för fortsatta friläggningar av skyddsror. Målet med SGC-projektet är att ge underlag för rekommendationer beträffande utformning av skyddsror vid nybyggnation.

3. Genomförande och resultat

För att kunna utföra undersökningarna på skyddsroret, frilades det i båda ändar. Under undersökningsperioden, den 8-11 september 1997, registrerades följande parametrar med datalogger:

- Gasrörets potential (båda sidor om järnvägen)
- Skyddsrörets potential (båda sidor om järnvägen)
- Gasrörets växelspanning
- Skyddsrörets växelspanning
- Potential mellan skyddsrör och invändiga magnesianoder
- Potentialgradient i marken

Dessutom genomfördes manuella kontrollmätningar på både gasröret och skyddsröret.

3.1 Visuella observationer

Följande observationer gjordes då skyddsröret var frilagt:

- De yttre distansringarna i skyddsrörets båda ändar var trasiga. I brottytorna fanns vassa kanter, vilka kan skada gasrörets polyetenbeläggning.
- I skyddsrörets södra ände fanns en träkil i underkant mellan den yttre distansringen och skyddsröret.
- Gummidamaskerna var helt oskadade.
- Skyddsrörets insida var kraftigt angripen av relativt jämn korrosion.
- Vattenmängden i spalten mellan skyddsrör och gasrör var relativt liten, uppskattningsvis 20-30 l.
- Det befintliga vattnet var klart, men innehöll en del rostflakor.
- Vatten som spolades igenom skyddsröret blev grumligt och rostfärgat.
- Magnesianoderna var praktiskt taget oangripna, vilket tyder på att de inte har legat i vatten under särskilt lång tid.

Se foton i bilaga 1.

För inspektion av gasledningen i skyddsröret gjordes ett försök att filma med en kamerautrustning gjord för att inspektera rörledningar. Det var emellertid svårt att granska gasledningens polyetenbeläggning med denna utrustning, bl a beroende på att kameran var så stor som 42 mm i diameter och att det var svårt att styra kameran någon längre sträcka in i skyddsröret. På filmen syns det dock att skyddsrörets insida är kraftigt angripen av korrosion och att flera av distansringarna är trasiga.

För att i framtiden erhålla ett bättre resultat av filmning i skyddsrör, krävs det en mindre och mer lättstyrd kamerautrustning. Det bör noteras att trasiga distansringar kan vara ett problem då utrustningen ska föras in i skyddsröret.

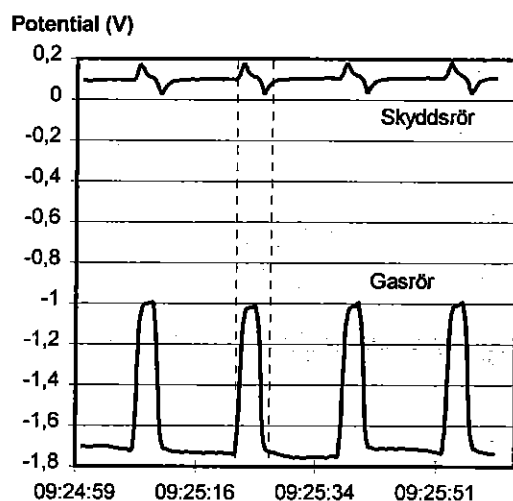
3.2 Undersökning av förekomst av beläggningsskador

Eventuella beläggningsskador på gasrörets polyeten kan identifieras genom att spalten mellan gasrör och skyddsrör fylls respektive töms på vatten, samtidigt

som skyddsrörets potential registreras. När vattennivån passerar en skada där gasledningens stål är blottlagt, förändras skyddsrörets potential drastiskt. Genom att notera vattennivån då potentialförändringen inträffar, kan skadans läge i vertikal led uppskattas.

Ytterligare ett sätt att påvisa om det finns beläggningsskador på gasröret, är att se om skyddsröret följer gasrörets on/off-cykel då spalten är vattenfylld.

Denna undersökning har visat att skyddsrörets potential ibland uppvisar en "annorlunda off-period": Under off-perioden förskjuts först potentialen i positiv riktning för att följas av en förskjutning i negativ riktning, se nedan i figur 1. Normalt skulle off-potentialens profil se ut som för gasröret i figur 1, dvs vid brytningen av skyddsströmmen förskjuts potentialen i positiv riktning och ligger kvar där tills skyddsströmmen slås till igen.

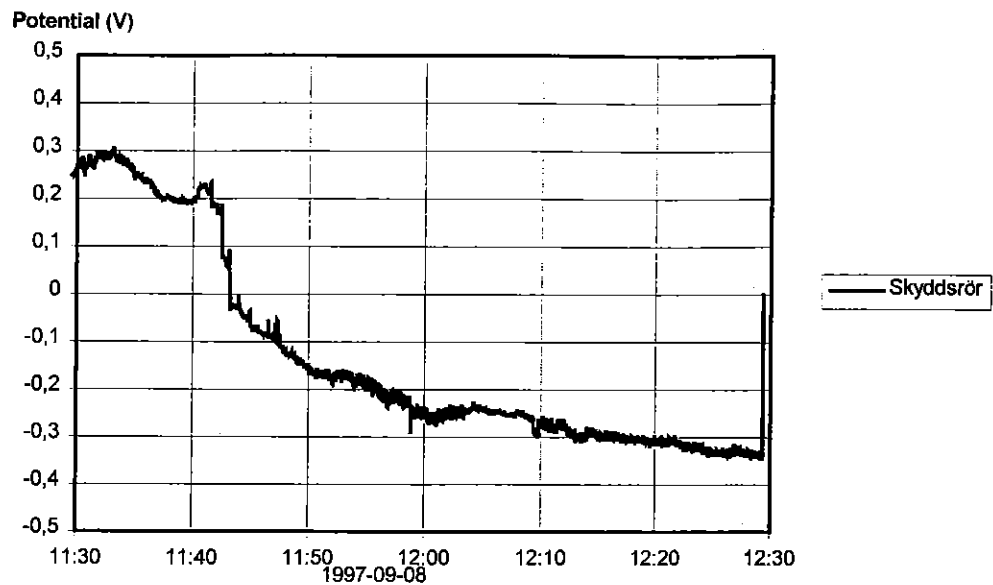


Figur 1: Detaljbild över skyddsrörets "annorlunda off-period" och gasrörets "normala off-period".

Ingen orsak och ej heller något samband till denna variation i off-potentialen har identifierats.

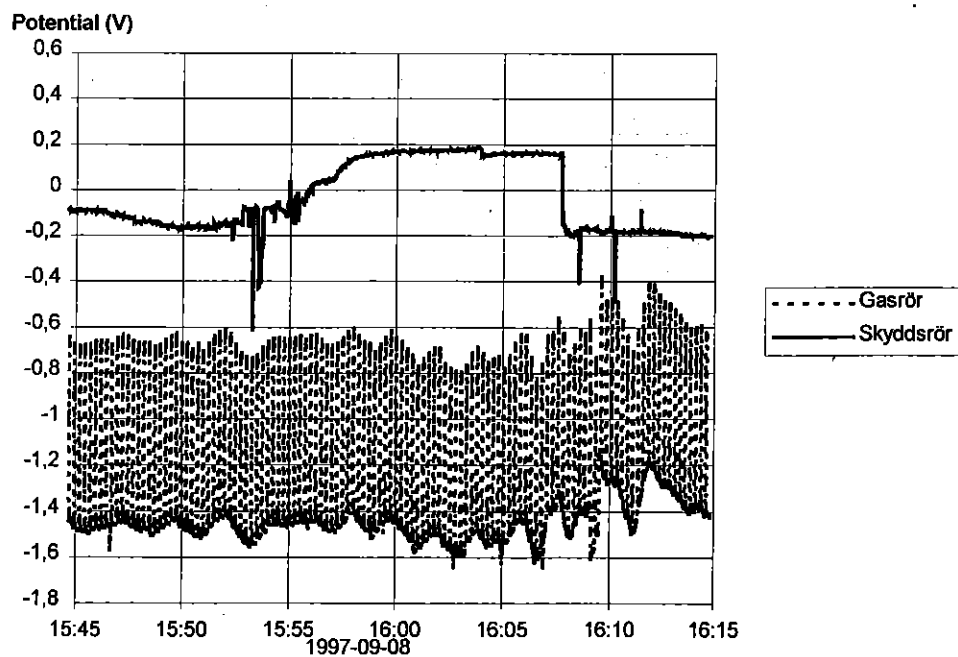
3.2.1 Tömning av befintligt vatten i skyddsröret

Vid utvärdering av kurvorna visar det sig att potentialnivån på skyddsröret varierar kraftigt med tiden. Dessutom är skyddsröret inte alltid påverkat av gasrörets on/off-potential. Exempel på variation kan ses i figur 2, som visar skyddsrörets potential under 1 timme. Under denna tid var skyddsröret helt orört, dvs inga andra operationer gjordes vare sig på gasrör eller skyddsrör. Potentialen varierar mellan +300 mV och -350 mV.



Figur 2: Skyddsröret potentialvariation under 1 timme. Både skydds- och gasrör var orörda under denna period.

Då det befintliga vattnet (ca 20-30 l), som under årens lopp trängt in i spalten, tömdes ut steg skyddsrörets potential något, se figur 3. Det är oklart om det är tömningen av vattnet som orsakar potentialförändringen, eller om det är en variation med tiden som är oberoende av undersökningsaktiviteterna. Tiden före, under och efter tömningen av befintligt vatten hade skyddsröret ingen tydlig påverkan av gasledningens katodiska skydd, se figur 3.



Figur 3: Potential på gasrör och skydds rör under tömning av befintligt vatten.

Innan det befintliga vattnet tömts ut ur spalten uppmättes isolationsresistansen mellan gasrör och skyddsror till 3,6 k Ω och då spalten var tömd på vatten till 3,9 k Ω .

Skyddsroret stod utan vatten natten mellan den 8 och 9 september.

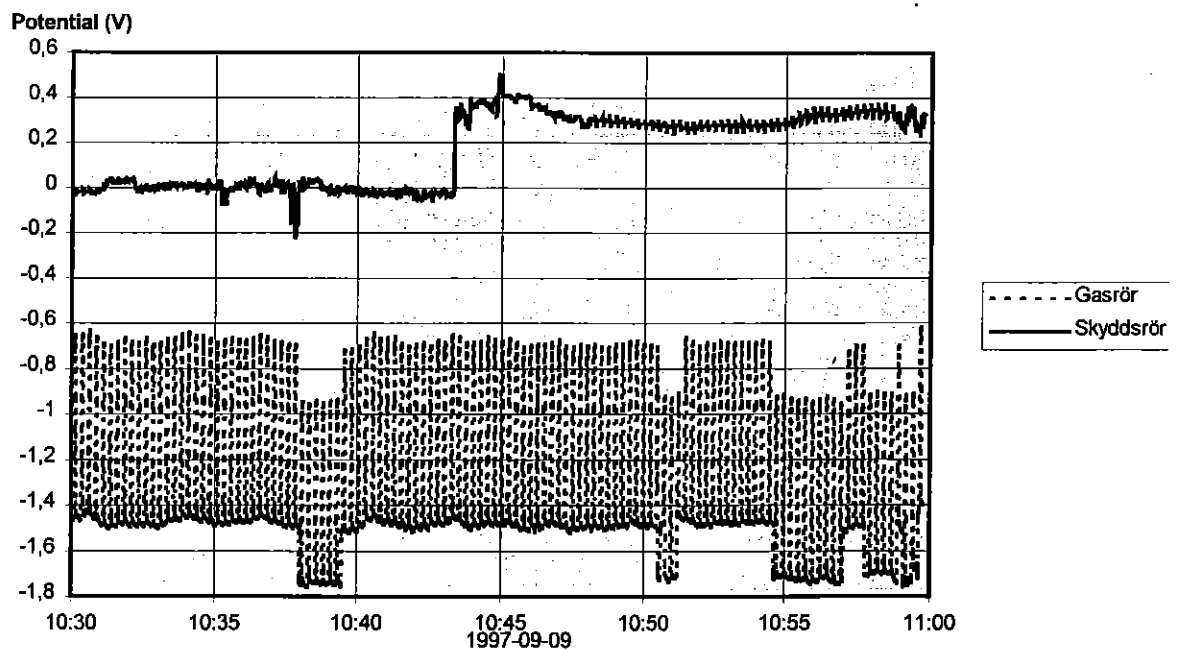
3.2.2 Fyllning och tömning av vatten i skyddsroret

För att kunna fastställa om det finns någon beläggningsskada på gasroret, fylls spalten mellan gasrör och skyddsror med rent vatten. Under fyllningen mäts on- och off-potentialer på skyddsroret samt isolationsresistans mellan gasrör och skyddsror.

Tabell 1: Potentialer och resistans vid vattenfyllning av skyddsroret.

Status	Objekt	E_{on} (V)	E_{off} (V)	R (kohm)	Anmärkning
Inget vatten i spalten	Gasrör	-1,49	-0,73	-	
	Skyddsror	-0,034	-0,025	-	
	Gasrör-skyddsror	-	-	3,95	
Vatten i spalten	Gasrör	-1,53	-0,78	-	Off varierar 0,24 - 0,38
	Skyddsror	+ 0,3	+ 0,3	-	
	Gasrör-skyddsror	-	-	1,87	

I figur 4 nedan, visas potentialer på gas- och skyddsror under tiden vatten pumpades in i skyddsroret.



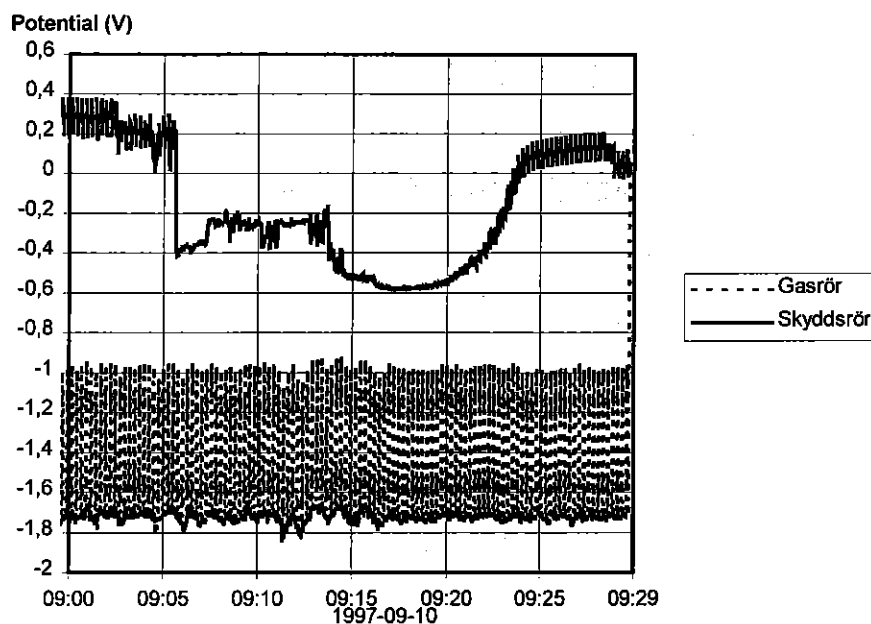
Figur 4: Potentialer under tiden skyddsroret fylldes med vatten.

Som syns i figur 4 ligger skyddsrorets potential före fyllning på ca 0 V. Skyddsrorets potential varierar något, men följer inte on/off-perioden. Då spalten är fylld med vatten har potentialen stigit till ca + 300 mV. Efter några minuter börjar skyddsrorets off-potential att variera enligt tidigare beskrivning, se 3.2 och figur 4. Denna variation kan inte hänföras till någon beläggningsskada på gasröret.

Den snabba förändringen vid ca kl 10:43 beror troligtvis på att vattennivån har nått hjässan av gasröret. Potentialen förskjuts i positiv riktning, vilket indikerar att det inte finns någon beläggningsskada på gasröret. Vid en eventuell beläggningsskada skulle potentialen istället förskjutits i negativ riktning.

Under tömning av vattnet mättes on- och off-potentialer. Under tömningens gång noterades vattennivån samt klockslag vid dessa nivåer, för att kunna lokalisera ev beläggningsskador.

I figur 5 nedan, visas hur potentialerna förändras under den period då vattnet tappades ur skyddsroret.



Figur 5: Potentialerna på gasrör och skyddsrör under tömning av vatten.

Innan tömning av vattnet är skyddsrorets potential ca +300 mV. Under tömningen sjunker potentialen som lägst till ca -600 mV och ökar därefter successivt till ca +100 mV. Både före och efter, och i viss mån under tömning av vatten varierar skyddsrorets off-potential, se figur 5.

Den snabba förändringen ca kl 09:06 beror troligtvis på att vattnet passerar hjässan på gasröret. Potentialen förskjuts i negativ riktning, vilket stärker observationen att det inte finns någon beläggningsskada, se fyllning av vatten ovan.

3.3 Skyddsrorets potential

De senaste åren har det observerats att skyddsrorets potential varit förskjuten i positiv riktning. I tabell 2 nedan, redovisas skyddsrorets potential uppmätt vid respektive årsmätning.

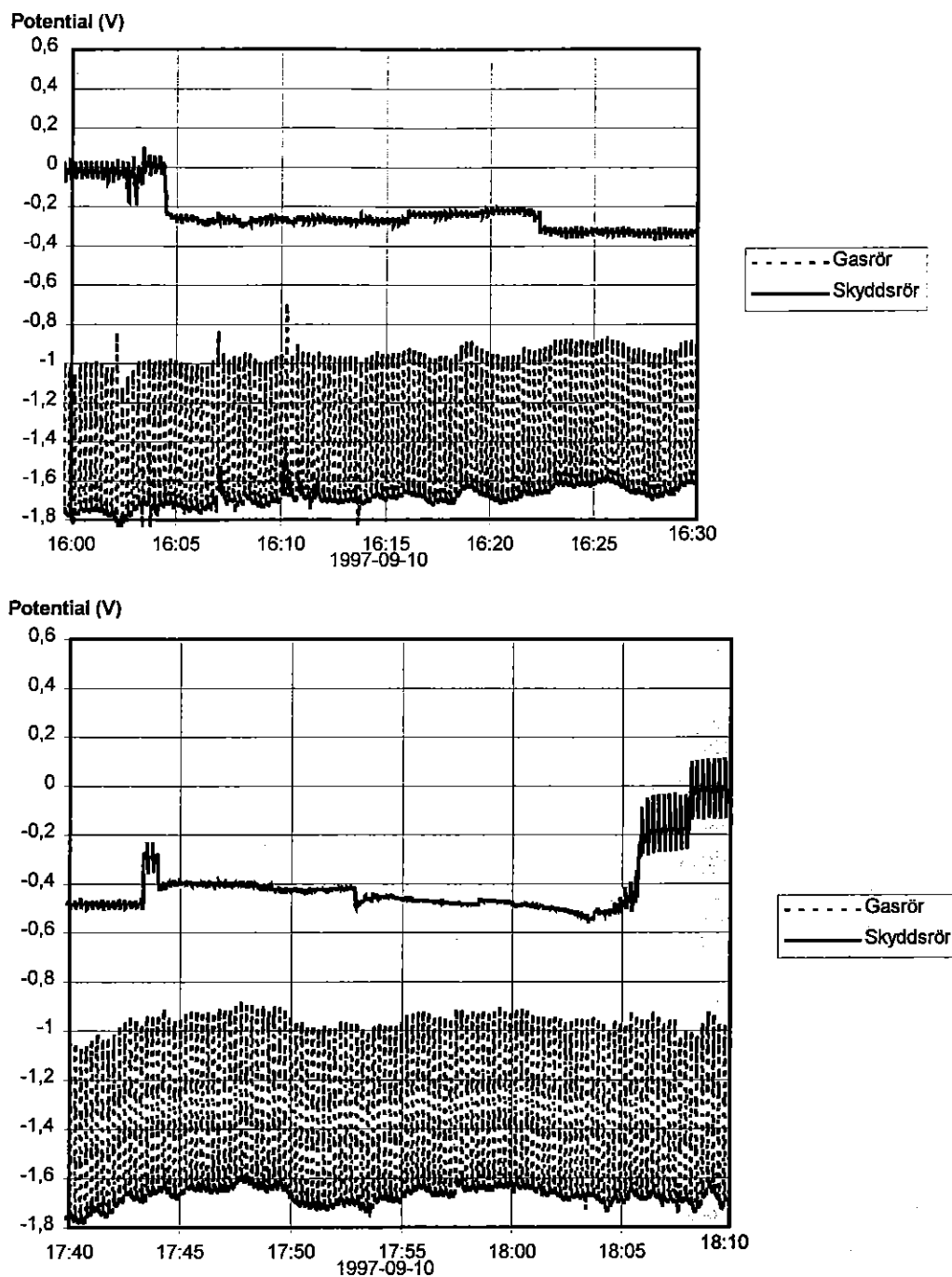
Tabell 2: Skyddsrorets potential, uppmätt vid årsmätningar.

År	200-05-0510		200-05-0520		Anmärkning	
	E _{on} (V)	E _{off} (V)	E _{on} (V)	E _{off} (V)		
1986	-0,48	-	-0,48	-	Innan start av KKS	
1986	-0,54	-	-0,56	-		
1987	-0,53	-0,53	-0,571	-0,571		
1988	-0,607	-0,605	-0,729	-0,729		
1989	-0,615	-0,615	-0,65	-0,65		
1990	-0,48	-0,48	-0,5	-0,5		
1991	-	-	-	-		
1992	-0,31	-0,31	-0,31	-0,31		
1993						Värden saknas pga intensivmätning
1994	-0,15	-0,15	-0,2	-0,2		
1995	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05		
1996	+0,019	+0,025	-0,015	-0,008		

Som syns i tabellen har potentialen sedan 1990 blivit allt mer positiv. Trolig bidragande orsak till denna förändring är att vatten successivt trängt in i spalten mellan skyddsroret och gasröret, vilket möjliggör en elektrolytisk kontakt mellan skyddsroret och anoderna. Denna elektrolytiska kontakt orsakar en strömkrets som orsakar en potentialförskjutning på skyddsrorets utsida.

3.3.1 Magnesiumanodernas inverkan

För att klargöra magnesiumanodernas inverkan på skyddsrorets potential, togs anoderna bort. Undersökningen med fyllning/tömning av vatten i spalten upprepades ytterligare en gång. I figur 6 visas gasrörets och skyddsrorets potential under fyllning respektive tömning av vatten.



Figur 6: Överst: Potentialerna under fyllning av vatten i spalten.
Nederst: Potentialerna under tömning av vatten i spalten.

Intressanta observationer i kurvor av skyddsrorets potential före och efter det att anoderna tagits bort är:

- *Potentialförändringen är motsatt i de två fallen.*
Vid fyllning respektive tömning av vatten i spalten sker alltid en relativt snabb potentialförändring. Vid fyllning av vatten med anoder i spalten stiger

potentialen med ca 350 mV, för att sedan vid tömningen sjunka med 600 mV. Däremot vid fyllning av vatten utan anoder i spalten sjunker potentialen med 250 mV, för att sedan stiga med 300 mV vid tömningen.

- *Off-potentialvariation på skyddsroret.*

Under de båda tömningsperioderna försvann den tidigare beskrivna off-perioden på skyddsroret, för att återkomma efter respektive tömning.

3.3.2 Effekten av inkoppling av stålplåtar

För att öka strömflödet till skyddsroret kopplades jordförlagda stålplåtar, av olika storlekar, in till skyddsroret. Mätresultaten redovisas i tabell 3 nedan.

Tabell 3: Potential och ström vid inkoppling av stålplåtar till skyddsroret.

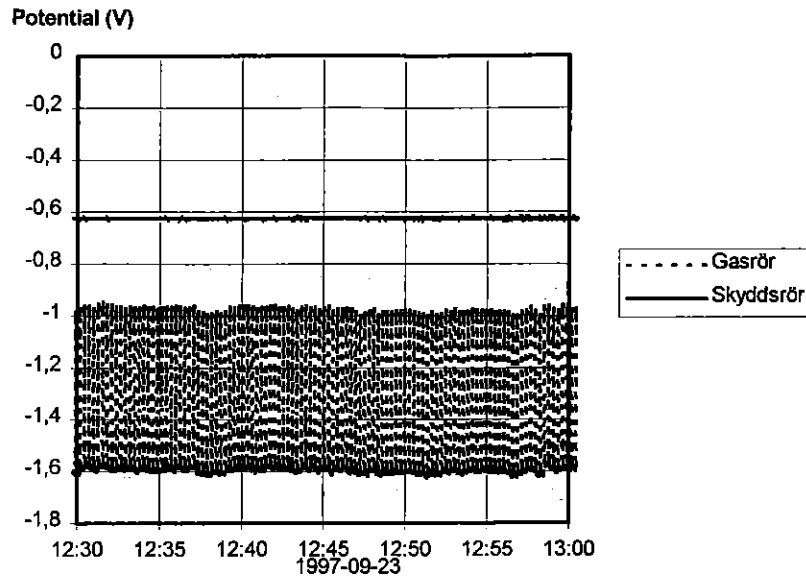
Stålplåt		Skyddsror	Ström stålplåt-skyddsror (μA)
Area (m^2)	Potential (mV)	Potential (mV)	
0,0001	-645	-375	0,5
0,5	-690	-700	2,9

Som syns i tabellen var det inte tillräckligt med den lilla stålplåten (1cm^2) för att sänka potentialen på skyddsroret till normal korrosionspotential, ca -600 mV. Strömmen i den tänkta strömkretsen måste därför var större än $0,5\ \mu\text{A}$, men mindre än $2,9\ \mu\text{A}$.

3.3.3 Inverkan av järnvägens spårledning

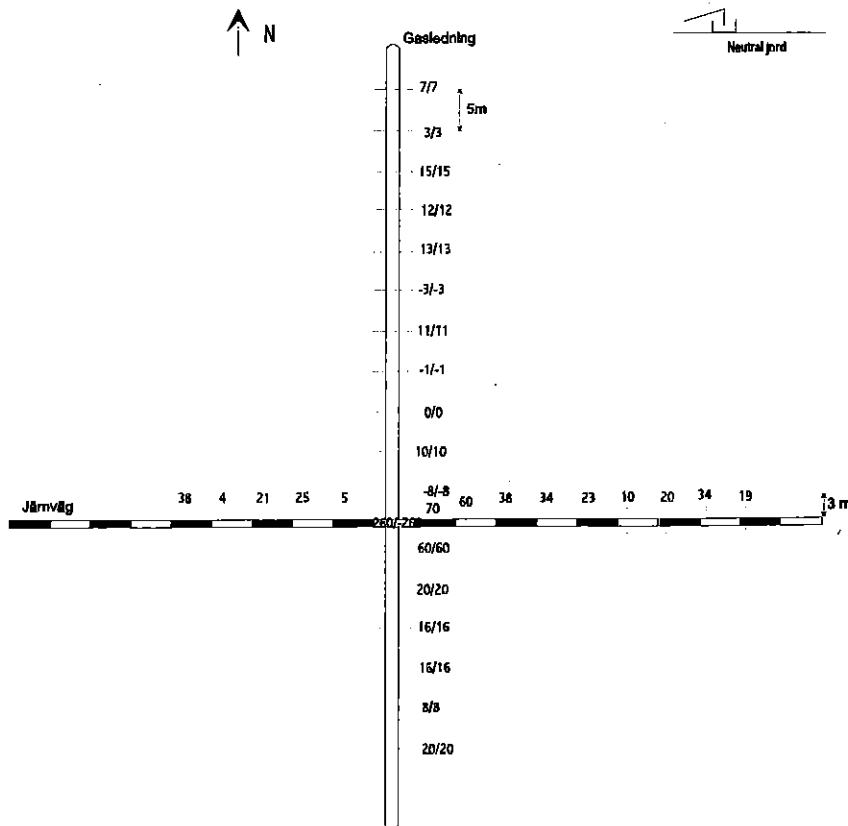
De inledande mätningar som genomfördes indikerade att skyddsroret inte var påverkat av spårledningen. Det beslutades trots detta att en mer ingående undersökning skulle genomföras, eftersom skyddsrorets potential inte återgick till normal nivå (ca -600 mV) efter vidtagna åtgärder.

Den mer ingående undersökningen utfördes den 23 september. Då mätningarna påbörjades var skyddsrorets potential - 650 mV och låg på denna nivå hela undersökningsdagen, se figur 7. För att kontrollera att det inte var en tillfällighet att skyddsrorets potential var normal, loggades potentialen under 5 dagar med samma resultat.



Figur 7: Potential på skydds- och gasrör den 23 september.

Undersökningen, för att klarlägga om skyddsröret var påverkat av järnvägens signalspår, bestod i att potentialen mot neutral jord uppmättes längs gasrör och järnväg, se figur 8 nedan. Potentialen uppmättes både under skyddsströmmens on- och off-period.



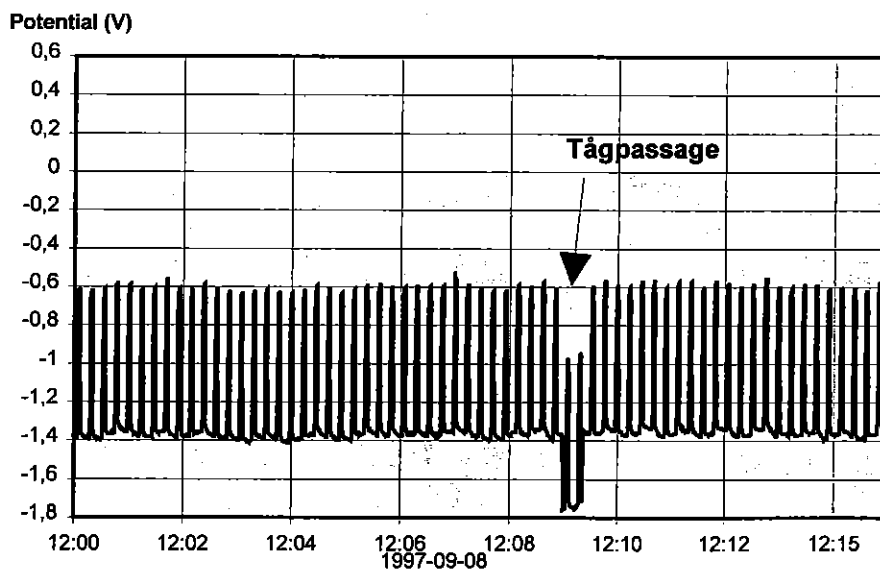
Figur 8: Uppmått potential [mV] utmed gasledning och järnväg.

Som syns i figuren ovan är markens potential ovanför gasledningen något förhöjd närmast järnvägen.

Efter denna mätning slogs spårledningen ifrån av Banverket. Mätningarna närmast järnvägen upprepades, vilka visade att marken närmast korsningen fick samma potential som då signalspåret är i drift. Det noterades även att skyddsrorets potential inte påverkades av till/från-slaget utav spårledningen.

3.4 Elektrisk påverkan från järnvägens spårledning på gasröret

Det upptäcktes i samband med kontrollmätningar inför friläggningen av skyddsroret att gasledningen hade otillräcklig skyddspotential, ca -600 mV. Det noterades att gasledningen erhöll tillräcklig skyddspotential ca -1000 mV vid tågpassage, se nedan i figur 9.



Figur 9: Gasledningens on- och off-potential före, under och efter tågpassage.

Orsaken till gasledningens otillräckliga negativa potential, visade sig vara elektrisk påverkan från järnvägens likströmsmatade signalspårledning. Minusrälen var på grund av ett ihopbrunnet gnistgap, i kontakt med ett kopparjordtag beläget ca 500 m bort ifrån korsningen mellan gasledning och järnväg. När det trasiga gnistgapet åtgärdats, återgick gasledningens skyddspotential till normal nivå, dvs -1000 mV.

3.5 Växelspänningspåverkan

Växelspänningsnivån i gasröret varierar mellan 2 och 5 V. Växelspänningsnivån på skyddsroret är mycket låg ca 0,05 V då spalten är tom på vatten. Då vatten fylls i skyddsroret ökar växelspänningen i skyddsroret upp

till ca 1V. Variationerna i växelspanning hos skyddsroret och gasroret följs åt, vilket tyder på att växelspanningen överförs konduktivt ifrån gasledningen.

4. Slutsatser

Orsaken till att skyddsrorets potential under åren blivit mer och mer positiv är inte fullständigt klarlagd. En tänkbar orsak är att det med tiden successivt läckt in vatten i skyddsroret och i takt med detta har ledningsförmågan mellan skyddsror och gasror och/eller anoder ökat. Vattnet utgör en elektrolyt vilket gör att en strömkrets kan uppstå och som i sin tur kan ge en potentialförskjutning.

Strömkretsen kan uppkomma på galvanisk väg, genom att skyddsrorets rostiga insida har en förhållandevis ädel potential (ca -400 mV) och verkar som katod mot rörets utsida. Utsidan har från början en oädel potential (ca -600 mV) och blir därmed anod. En ström flyter då från rörets utsida, genom jorden och genom vattenfilmen mellan gummimanschetten och gasror/skyddsror och vidare in till skyddsrorets insida. Den anodiska (positiva) strömtätheten blir hög i de små beläggningsskadorna eller porerna som antages föreligga på skyddsrorets utsida. Strömflödet medför ett positivt IR-fall, vilket adderas till den sanna potentialen på rörets utsida. Den potential som mäts med referenselektroden på markytan består alltså till en stor del av ett positivt IR-fall.

Det faktum att skyddsroret efter återfyllningen har återfått en normal potentialnivå, ca -600 mV, tyder på att anoderna medverkat till den tidigare positiva potentialen. Detta eftersom den enda förändring som gjorts är borttagandet av anoderna. Observationen att potentialförändringen var motsatt vid vattenfyllning/tömning med och utan anoder visar också på att anoderna medverkar till den positiva potentialförskjutningen.

För att ytterligare få klarhet i vad som kan ha orsakat den positiva potentialen, bör fler skyddsror som uppvisar positiv potential undersökas.

Byte av det trasiga gnistgapet i järnvägens spårledning visade sig inte ha någon inverkan på skyddsrorets potential.

Distanserna som är monterade mellan skyddsror och gasror var trasiga i båda ändarna medan de tycktes vara intakta längre in i spalten. Detta indikerar att skyddsroret och gasroret har rört sig i förhållande till varandra. I brottytorna på distansringarna fanns vassa kanter, som under ogynnsamma rörelser hos gasroret kunde ha skurit in i gasrorets polyetenbeläggning och därigenom exponerat stålet.

Det bör ytterligare undersökas om det är möjligt att förbättra distansernas material och design, så att ovanstående skador inte uppstår (se kapitel 5). Detta bör göras i samarbete med konstruktörer av distanser och materialtekniker.

Genom den inspektion (visuellt och videofilmning) som gjordes av gasledningens polyetenbeläggning kunde inga skador påvisas. Den träkil som upptäcktes vid skyddsrorets södra öppning hade ej heller orsakat någon påvisbar skada på beläggningen.

5. Förslag till utformning av skyddsror vid nybyggnation

Erfarenheterna från denna friläggning, och tidigare genomförda friläggningar av skyddsror, visar att utformningen av skyddsror kan förbättras betydligt. Dessa erfarenheter och iakttagelser är sammanställda nedan, i form av förslag till vad som kan vidareutvecklas i kommande skyddsroreskonstruktioner. Vidare har det visat sig att kontrollen under byggtiden är mycket viktig eftersom skyddsror utgör en ur korrosionssynpunkt svag punkt gasledningssystemet.

De distanser som används idag är tillverkade av hårdplast, vilka lätt går sönder på grund av att gasröret rör sig i förhållande till skyddsroret. För att distanserna ska klara dessa rörelser måste de vara tillverkade av ett mer elastiskt material, t ex ett kraftigt gummimaterial. Dessa gummidistanser kan medföra problem då gasröret skall föras in i skyddsroret, eftersom det mjuka gummit har svårt att glida på skyddsrorets insida. Detta skulle kunna lösas genom att gasröret, med monterade gummidistanser, förses med hjul längst fram och kan på så sätt rullas in i röret. Ett annat möjligt alternativ för att förbättra glidförmågan, och därmed minska friktionen, är att fetta in gummidistanserna.

Spalten mellan gasrör och skyddsror skall vara så stor att gasröret med monterade distansringar kan ligga fritt i förhållande till skyddsroret. Det skall även finnas tillräckligt med utrymme för inspektion med kamera eller videoskop. Spalten bör oavsett rördiameter vara minst 75 mm. Vidare bör benen på distansringarna vara placerade i linje utmed gasröret, så att fritt utrymme finns för t ex ett videoskop.

De i rapporten beskrivna observationerna visar att skyddsror kan orsaka problem, och därmed bör behovet av dem verkligen övervägas. Skyddsroret har bl a till uppgift att fördela tryckändringar från den konstruktion som korsar gasledningen. Dessa tryckändringar måste fördelas på annat sätt, då skyddsroret ev tas bort. Tryckfördelning kan göras med antingen betongplank förlagda i marken ovanför gasledningen eller så förläggs gasledningen djupare under korsande konstruktion. Erfarenheter finns numera hos Vattenfall Naturgas av intryckning av gasrör utan skyddsror under motorväg (E6) utanför Göteborg.



Bild 1 Gasledningen med det undersökta skyddsörret korsar under järnvägen Halmstad-Värnamo vid den obevakade järnvägsövergången, som syns på bilden.



Bild 2 Skyddsörrets södra ände med intakt gummidamask.



Bild 3 Sönderbruten distansring med vassa brottkanter i skyddsrörets södra ände.



Bild 4 Skyddsrorets rostiga insida (atmosfärisk korrosion).

98-01-27

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 Driftekniska Inst. 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

98-01-27

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	Koldioxidgödning 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	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

98-01-27

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 Miljökonserterna	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 lägningsbox.	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

98-01-27

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 Wärnö 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-strålare	Nov 94	Johansson, M m fl Lunds Tekniska Högskola	150
057	Läckagedetekteringssystem i storskaliga gasinstallationer	Dec 94	Fredrik A Silversand Katator AB	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-strålare	Apr 95	Rolf Christensen Enerkon RC	150
060	Rekommendationer vid val av flexibla insatsrör av rostfritt i villaskorstenar	Maj 95	L Hedeén, G Björklund Sydgas AB	50
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
063	Naturgas på hjul. Förutsättningar för en storskalig satsning på NGV i Sverige	Aug 95	Naturgasbolagens NGV- grupp	150
064	Energieffektivisering av större gaseldade pannanläggningar. Handbok	Aug 95	Lars Frederiksen Dansk Gasteknisk Center	200
065	Förbättra miljön med gasdrivna fordon	Aug 95	Göteborg Energi AB	150
066	Konvertering av oljeeldade panncentraler till naturgas. Handbok.	Nov 95	Bo Cederholm Sydkraft Konsult AB	150

98-01-27

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
067	Naturgasmodellen. Manual för SMHI:s program för beräkning av skorstenshöjder	Dec 95	Tingnert B, SKKB Thunell J, SGC	150
068	Energigas och oxyfuelteknik	Dec 95	Ingemar Gunnarsson Energi-Analys AB	150
069	CO ₂ -gödning med avgaser från gasmotor med katalysator	Dec 95	Bent Karll Dansk Gasteknisk Center	150
070	Utvärdering av naturgasförbränning i porösa bäddar	Mar 96	Henric Larsson Lunds Tekniska Högskola	150
071	Utvärdering av naturgasdrivna IR-boostar i ugn för pulverlackering	Nov 95	Ole H Madsen Asger N Myken	150
072	Sammanställning av emissionsdata från naturgas-, biogas- o motorgasdrivna fordon	Jun 96	Hans-Åke Maltesson Svenskt Gastekniskt Center AB	150
073	Livslängdsbestämning för PE-rör för gasdistribution (EVOPE-projektet)	Jul 96	Tomas Tränkner Studsvik Material AB	100
074	Gasblandningar för fordonsdrift. Idéstudie.	Aug 96	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	150
075	Gasbranschens miljöhandbok	Sep 96	Jörgen Thunell Svenskt Gastekniskt Center	500
076	Låg-NO _x -teknik för gasdrivna processer - dagsläge	Okt 96	Mikael Näslund, LTH Inst.Värme- och Kraftteknik, LTH	150
077	Karakterisering av emissioner från naturgasdrivna lastbilar inom LB 50 -projektet	Dec 96	K-E Egebäck Roger Westerholm	150
078	Uppvärmning med gas i svenska småhus - erfarenheter och framtida teknikval	Nov 96	Mikael Näslund, LTH	150
079	Handledn. för inst av gaseldade IR -värmare. Rådgivning, analys och genomförande	Apr 97	Pär Dalin DITAB	150
080	Mikrokraftvärmeverk med Stirlingmotor	Jan 97	Tomas Nilsson Lunds Tekniska Högskola	150
081	Naturgasbaserad småskalig kraftvärme inom uppvärmningssektorn	Feb 97	Mats Nilsson LTH/MALMÖ	150
082	Kylning och klimatisering av byggnader och lokaler med hjälp av naturgas	Apr 97	Anders Lindkvist Vattenfall Energisystem	150

98-01-27

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
083	Naturgasset i Sverige - en teknisk beskrivning	Jun 97	Ronny Nilsson, KM	150
084	Livscykelanalyser - Är det något för gasbranschen	Sep 97	Jörgen Thunell	150
085	Konvertering av direktelvärmda småhus till naturgasuppvärmning	Dec 97	Mikael Näslund Inst Värme- och Kraftteknik, LTH	150
086	Uppgradering av biogas . Fas 2, Praktiska försök med kondenseringsmetoder.	Jun 97	Ola Lloyd / BioMil AB Johan Nilsson / LTH	150
087	Utveckling av katalytisk rening av avgaser från befintlig panna	Dec 97	F Silversand, T Hargitai m fl Katator AB	150
088	Technical Description of the Swedish Natural Gas Distr System (På Engelska)	Jun 97	Ronny Nilsson, KM	150
A01	Fordonstankstation Naturgas. Parallellkoppling av 4 st Fuel Makers	Feb 95	Per Carlsson Göteborg Energi AB	50
A02	Uppföljning av gaseldade luftvärmare vid Arlövs Sockerraffinaderi	Jul 95	Rolf Christensen Enercon RC	50
A03	Gasanvändning för färjedrift. Förstudie (Endast för internt bruk)	Jul 95	Gunnar Sandström Sydkraft Konsult	0
A04	Bussbiller. Förslag till mätprogram	Jun 95	Ingemar Carlsson Ecotrans Teknik AB	50
A05	Värmning av vätskor med naturgas - Bakgrund till faktablad	Okt 95	Rolf Christensen Enercon RC	50
A06	Isbildning i naturgasbussar och CNG -system (Endast för internt bruk)	Nov 95	Volvo Aero Turbines Sydgas, SGC	0
A07	Större keramisk fiberbrännare. Förstudie	Jan 96	Per Carlsson Sydkraft Konsult AB	50
A08	Reduktion av dioxin, furan- och klorfenoler vid avfallsförbränning	Maj 96	H Palmén, M Lampinen et al Helsingfors Tekniska Högskola	50
A09	Naturgas/mikrovågsteknik för sintring av keramer	Maj 96	Anders Röstin KTH	50
A10	NOx-reduktion genom naturgasinjektion o reburning. Demoprojekt på Knudmoseverket	Apr 96	Jan Flensted Poulsen Völund R & D Center	50

98-01-27

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
A11	Direkttorkning av socker med naturgas (Endast för internt bruk)	Jul 96	Rolf Christensen Enerkon RC	0
A12	Uppföljning, installation av gaspanna med avgaskondensator, kv Hornblåsaren 6, Råå	Sep 96	Bo Cederholm Sydkraft Konsult AB	50
A13	Klassningsplaner för gasinstallationer	Jun 97	Carl-Axel Stenberg Greger Arnesson	50
A14	Uppf av drift med natugaseldad kondenserande gaspanna i Rinnebäcksskolan	Okt 97	Bo Cederholm Sydkraft Konsult AB	50
A15	Undersökn o förstärkn av korr.skyddet på gasrör förl i skyddsror - Delrapport 1	Nov 97	Åsa Marbe, C Johansson Sydkraft Konsult AB	100