



Forskning och
Utveckling

FOU 2001:45

FULLSKALEFÖRSÖK MED FRIKTIONSMINSKANDE ADDITIV I HERNING, DANMARK

*Flemming Hammer, Bruun & Sørensen Energiteknik AS
Martin Hellsten, Akzo Nobel Surface Chemistry AB*

FULLSKALEFÖRSÖK MED FRIKTIONSMINSKANDE ADDITIV I HERNING, DANMARK

*Flemming Hammer, Bruun & Sørensen Energiteknik AS
Martin Hellsten, Akzo Nobel Surface Chemistry AB*

I rapportserien publicerar projektledaren resultaten från sitt projekt. Publiceringen innebär inte att Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB tagit ställning till slutsatserna och resultaten.

Sammanfattning och slutsats

Denna rapport sammanfattar resultaten från försök med två olika friktionsreducerande additiv, vilka har testats i en del av fjärrvärmesystemet i Herning, Danmark.

Projektets ursprungliga syfte var att få fram DRA med bättre miljöegenskaper än de kvartära ammoniumföreningar som tidigare helt dominerade området. Detta har också lyckats bli genom innovativt syntesarbete hos Akzo Nobel, ett doktorsarbete vid Lunds Universitet och arbeten vid Studsvik Energi och Lunds Tekniska Högskola. Sammantaget har detta fört fram tre olika substanskategorier som inte tidigare varit kända som DRA. I samtliga fall rör det sig om substanser med mycket god bionedbrytbarhet både aerobt och anaerobt, något som har stor betydelse vid oavsiktliga utsläpp, men som också medger tömning av system till det kommunala avloppsnätet. Toxiciteten mot marina organismer är emellertid hög till mycket hög – något som är gemensamt för alla surfaktanter som har hög ytaktivitet.

Ursprungligen var syftet att dokumentera användningen av SPE 96300, men då det visade sig att denna produkt inte kunde tillmötesgå danska miljökrav, startades utvecklingen av SPE 98341, och under 1999 företogs ett utbyte av additiv.

SPE 96300 (N-alkylbetainer + Na-dodecylbensensulfonat) visade bra resultat, dvs nära teoretiskt möjliga tryckfallsreduktion vid framledningstemperaturen, 80°C, men gav klart sämre effekt vid returtemperaturen, 50°C. SPE 98341 (N-alkylbetainer + Na-laurylsulfat) gav inledningsvis ingen tryckfallsreduktion beroende på en viss resthårdhet i det avjoniserade vattnet, men efter tillsats av kaliumpyrofosfat för avhårdning av vattnet visade produkten optimal verkan vid såväl 50° som 80°C.

Genomförda mätningar bekräftar att de använda additiven har önskad effekt och att de är kapabla att sänka tryckförlusten i systemet med 50-70 %, vilket innebär att pumpbehovet teoretiskt kan sänkas till ca. 30 – 50% av ursprungligt behov. En förutsättning för detta är dock att problemen kring reducerad värmeöverföring i värmeväxlarna kan kompenseras genom ombyggnad av involverade värmeväxlare. Erfarenheter från tidigare projekt bekräftar att detta är möjligt då det gäller plattvärmeväxlare, och ett nyligen uppstartat projekt vid Lunds Tekniska Högskola kommer att utreda förhållandena i tubvärmväxlare.

Summary and conclusion

This report summarizes the results of tests with two different friction reducing additives which have been tested in part of the district heating system at Herning, Denmark.

The original aim of this project has been to find a DRA having better environmental properties than the quaternary ammonium compounds which previously have been dominating in this application area.

This purpose has also been achieved, mainly by an innovative research work at Akzo Nobel, a doctoral work at Lund University and research work at Studsvik Energy and Lund Technical University.

This work has altogether resulted in three different types of surfactants which previously were not known to function as DRA.

These three surfactant types are all very easily biodegraded, both aerobically and anaerobically, which is of great importance by accidental discharges and which also makes it possible to empty a system to the sewage system of the community.

The toxicity against marine organisms is however high to very high – a property common to all surfactants having a high surface activity.

SPE 96300 gave a good result, i.e. close to the theoretically possible drag reduction at the forward temperature, 80°C, but had significantly less effect at the return temperature, 50°C.

SPE 98341 gave at first no drag reduction at all which was caused by a certain residual hardness of the deionized water. After addition of potassium pyrophosphate for softening the water the product had a very good effect at both 50° and 80°C.

The measurements carried through confirm that the additives used have the desired effect and are able to reduce the pressure loss in the system by 50-70% which theoretically equals a reduction of the pumping demand to approx. 30-50%. However, to obtain this it is a condition that the problems around reduced heat transmission in the heat exchangers can be compensated by conversion of the involved heat exchangers. Experiences from previous projects confirm that this is possible, and a project that has just been started at Lund Technical University shall unveil the conditions in tube and shell exchangers.

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Uppgift.....	7
1.2	Bakgrund.....	7
1.3	Genomförande	8
1.4	Tidtabell	9
1.5	Demonstrationsanläggningen	10
1.6	Projektorganisation	11
2	Demonstrationsanläggningen i Herning	12
2.1	Data för transmissionsledning och huvudkomponenter	12
2.1.1	<i>Transmissionsledning</i>	12
2.1.2	<i>Värmeväxlare</i>	13
2.1.3	<i>Pumpar</i>	13
2.2	Totala anläggningen	13
2.3	Mätpunkter	14
2.4	Mätutrustning	15
2.5	Verifiering av mätningar	17
3	Mätprogram för SPE 96300	18
3.1	Mätning i system utan strömning	18
3.2	Driftsmätningar.....	19
3.2.1	<i>Mätning med tvångsstyrning av pump</i>	19
3.3	Mätserie, 223 ppm	21
3.3.1	<i>Tillsats av additiv</i>	21
3.3.2	<i>Inpumpningsförloppet</i>	22
3.3.3	<i>Driftfasen</i>	23
3.4	Mätserie, 447 ppm	24
3.4.1	<i>Inpumpningsförloppet vid tillsats av mer additiv</i>	24
3.4.2	<i>Försök med hög vattenhastighet</i>	26
3.4.3	<i>Värmeöverföringsförmågan och k-värdet i plattvärmeväxlaren</i>	28
3.5	Långtidsförsök.....	28
4	Mätserie för SPE 98341	29
4.1	Inpumpning, 552 ppm	29
4.2	Tryckförlust	29
4.3	Värmeöverföring	32

5	Avslutande kommentarer.....	33
6	Referenser.....	34
Bilagor 1- 4		
Rapportförteckning		

1 Inledning

1.1 Uppgift

Det var projektets ursprungliga uppgift att testa och dokumentera effekten av att använda ett friktionsnedsättande additiv SPE 96300, tillverkat av Akzo Nobel Surface Chemistry AB, i en del av Hernings fjärrvärmetransmissionsnät.

Under projektets fortskridande framkom emellertid att det i ovan nämnda additiv finns en komponent som är oönskad i spillvatten i Danmark. Därför modifierades additivet och projektet förlängdes i avsikt att testa det nya additivet betecknat SPE 98341.

Utgångspunkten för projektet har varit det samma som för en rad tidigare demonstrationsprojekt med andra additiv, se avsnitt 1.2.

1.2 Bakgrund

Ett tämligen omfattande arbete med utveckling och utvärdering av DRA (Drag Reducing Agents) utfördes i Tyskland i huvudsak under 1980-talet vid Universitetet i Dortmund och Fraunhoferinstitutet. Arbetet med utvärdering av DRA pågick vid denna tid också i Sverige och Danmark. Samtliga dessa arbeten företogs med kvartära ammoniumföreningar för vilka den anaeroba bionedbrytbarheten är långsam.

I april 1985 inlades en ansökan till EU's Energidemonstrationsprogram, av Bruun & Sørensen Energiteknik AS (B&SE) tillsammans med Herning Kommunale Vaerker (HKV) och Hoechst AG, om att genomföra en demonstration av friktionsnedsättande additiv i en delsträcka av HKV's transmissionssystem, vilket beskrivs i avsnitt 1.3.

I juni 1990 avslutades detta projekt med positivt resultat: Det kunde konfirmeras att tryckfallet genom själva ledningarna hade reducerats med ca. 80 %, medan reduktionen i totala systemet, inkl. plattvärmväxlare och andra installationer i båda ledningsändar, uppgick till ca. 70%. Samtidigt kunde det konstateras att värmeöverföringskoefficienten för plattvärmväxlarna hade reducerats med ca. 30% till följd av användningen av additivet.

Under 90-talet genomfördes en rad projekt med stöd bl.a. från det danska Energiministeriets forskningsprogram (IEA) och EU med avsikt att få svar på en rad tekniska frågor runt användningen av DRA i fjärrvärmeapplikationer.

Frågan om miljömässig acceptans för de tillgängliga additiven löstes då ej, eftersom danska Miljöstyrelsen ansåg risken för förorening av grundvatten samt förbrukarnas varmvattenförsörjning vara för stor.

I början av 90-talet utvecklade Akzo Nobel Surface Chemistry AB ett nytt, lätt nedbrytbart additiv, vilket provades i laboratorium på bl.a. Lunds Tekniska Högskola. Liksom i tidigare tester var nästa steg att genomföra ett fullskaleförsök, och eftersom den ursprungliga demonstrationsanläggningen i Herning var intakt, träffades 1995 ett avtal mellan Herning Kommunale Vaerker, Akzo Nobel Surface Chemistry AB och Bruun & Sørensen Energiteknik AS om att genomföra ett projekt i Herning.

Miljöstyrelsen gav sitt godkännande för en temporär användning av SPE 96300 97-05-06 och Ringköbing Amt 97-08-17 vilket förklarar det långa dröjsmålet med försöksstarten.

Akzo Nobel är ledare och finansiär för detta projekt och Svenska Fjärrvärmeföreningen med stöd av Statens Energimyndighet har bidragit till finansieringen. Bruun & Sörensen har fungerat som konsult.

I de följande avsnitten ges en summarisk genomgång av detta projekts förlopp. Här hänvisas till en rad händelser, överväganden och beslut angående de använda additivens utveckling. Denna genomgång är på intet sätt fullständig, då syftet med denna rapport endast har varit att dokumentera de hydrauliska och värmetekniska effekter som använda additiv har medfört.

Detta projekt har sin upprinnelse i en förfrågan från Studsvik Energi till Akzo Nobel huruvida man kunde få fram DRA med bättre miljöegenskaper än de kvartära ammoniumföreningar som då helt dominerade området. Detta har också lyckats bli genom innovativt syntesarbete hos Akzo Nobel, ett doktorsarbete vid Lunds Universitet och arbeten vid Studsvik Energi och Lunds Tekniska Högskola. Sammantaget har detta för fram till tre olika substanskategorier som inte tidigare varit kända som DRA. I samtliga fall rör det sig om substanser med mycket god bionedbrytbarhet både aerobt och anaerobt, något som har stor betydelse vid oavsiktliga utsläpp, men som också medger tömning av system till det kommunala avloppsnätet. Toxiciteten mot marina organismer är emellertid hög till mycket hög – något som är gemensamt för alla surfaktanter som har hög ytaktivitet. Detta har emellertid av den danska Miljöstyrelsen bedömts som mindre viktigt med hänsyn till den snabba bionedbrytningen.

För svenska förhållanden torde det emellertid vara väsentligt att man före fullskaleanvändning av DRA har dels en beredskapsplan för nödvändiga åtgärder vid eventuella oavsiktliga utsläpp och dels hanteringstillstånd av berörda myndigheter.

1.3 Genomförande

Första dosen av additivet SPE 96300 tillsattes i anläggningen mars 1998. Omedelbart kunde då konstateras en betydande effekt.

I samband med myndigheternas behandling av detta additiv utpekades en av de ingående komponenterna i additivet som varande oönskat. Det rörde sig om linjärt alkylbensensulfonat (LAS) vilket är en oönskad komponent i danskt avloppsvattenslam, då utgångspunkten är att detta slam skall kunna spridas över lantbruksmarker.

I mitten av 1998 utvecklades tanken hos Akzo Nobel om att byta ut den oönskade LAS-komponenten mot en annan produkt, något som myndigheterna redan på förhand utpekade som en acceptabel lösning. LAS blev utbytt mot Laurylsulfat. Det nya additivet har beteckningen SPE 98341.

I mars 1999 gav Ringköbing Amt, vilket är den lokala miljömyndigheten, tillåtelse att byta ut additivet i Herning och gav – som vid alla tidigare tillfällen – tillstånd att nyttja det i maximalt 18 månader.

Efter en dialog gav Miljöstyrelsen i slutet av april samma år sin slutliga acceptans för användningen av SPE 98341 i det givna syftet, utan begränsningar. I och med detta kan man säga att

det skedde ett väsentligt genombrott för vidare användning och utveckling. Som en följd av detta gav Amdsrådet , i augusti 1999, tillåtelse till permanent användning i anläggningen i Herning.

Test av det nya additivet har således genomförts under hösten 1999.

Miljöstyrelsens godkännande avser transmissionsledning. Vid möten med referensgruppen framhölls att transmissionsledningarna knappast förekommer i Sverige för fjärrvärme medan det är vanligt i vissa europeiska länder som Danmark och Tyskland.

1.4 Tidtabell

Tidpunkt	Åtgärd
Mars 1998	Tillsats av 170 kg SPE 96300
April 1998	Tillsats av 170 kg SPE 96300
Juli 1999	Två sköljningar med avjoniserat vatten
Juli 1999	Tillsats av 340 kg SPE 98341
November 1999	Tillsats av 150 kg kaliumpyrofosfat
Mars 2000	Två sköljningar med avjoniserat vatten

1.5 Demonstrationsanläggningen

Demonstrationsanläggningen är en del av Herning Kommunale Vaerker's ca. 40 km långa fjärrvärme-transmissionsanläggning, vilket sammanbinder kraftvärmeanläggningen med ett antal fjärrvärmecentraler i kommunerna Herning och Ikast. Demoanläggningen är etablerad i den del av nätet som sammanbinder KV-verket med centralen i Lind. Fig. 1.1 ger en överblick över totala anläggningen. Lind kan ses mitt på bilden.

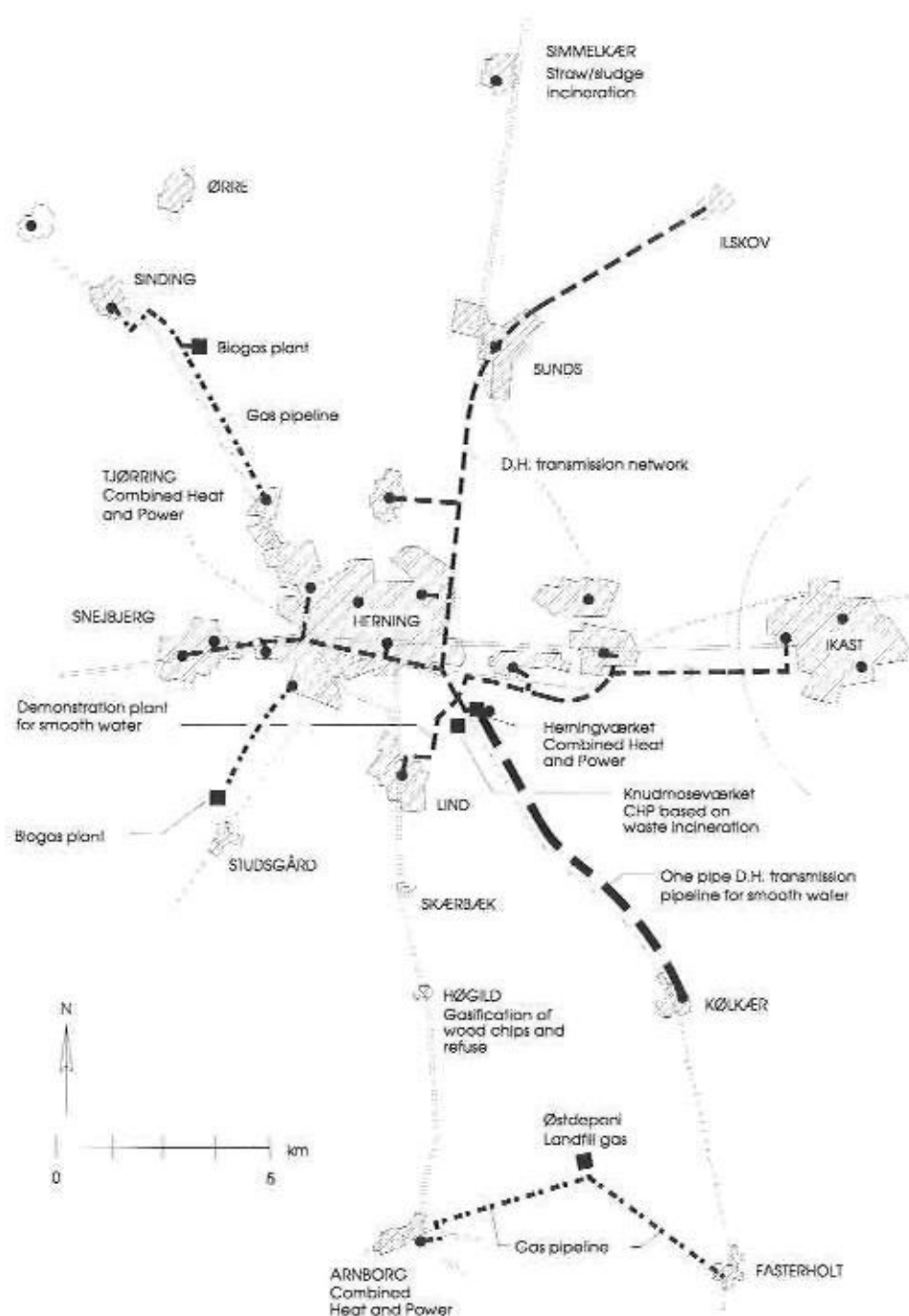


Fig. 1.1 Fjärrvärmeförsörjningen i Herning-Ikast området

Anläggningen ägs av Herning Kommunale Vaerker, vilka har ansvaret för leverans av värme till Lind. En förutsättning för försökets genomförande är att värmeleveransen till förbrukarna i Lind upprätthålls som normalt under hela försöksperioden.

Fig. 1.2 visar schematiskt demoanläggningen, vilken omfattar den 2,8 km långa sträckningen med värmeväxlare, pumpar och mätutrustning. I övrigt hänvisas till bilagor 1 och 2.

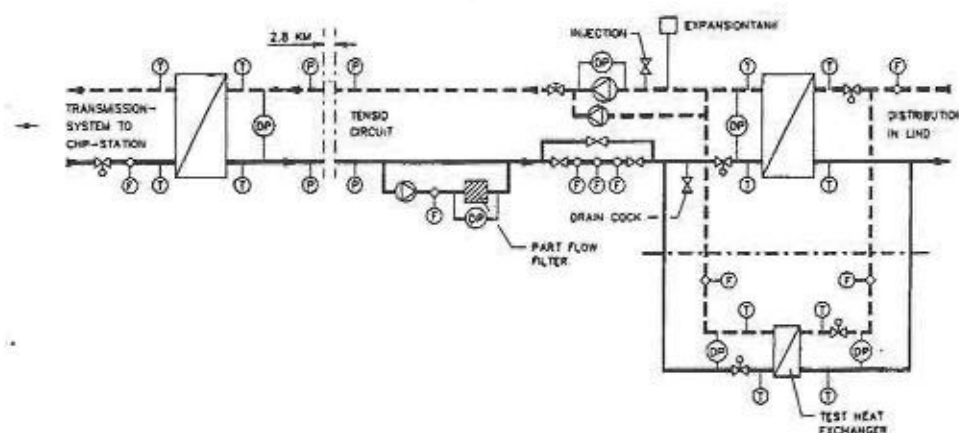


Fig. 1.2 Schematisk ritning av demonstrations-anläggningen.

1.6 Projektorganisation

Projektet genomfördes i nära samarbete mellan "varmeforsyningschef" Palle Laugesen och "driftleder" Arne Schmidt, Herning Kommunale Vaerker, Professor Martin Hellsten, Ulf Schröder och Ingemar Uneback, Akzo Nobel Surface Chemistry AB, Jesper Breuning, Akzo Nobel Chemicals Aps (Danmark) samt Thomas Østergaard och Flemming Hammer, Bruun & Sørensen Energiteknik AS.

I referensgruppen för projektet har ingått Gunnar Nilsson, Göteborg Energi AB och Lars Filipsson, Norrenergi AB.

2 Demonstrationsanläggningen i Herning

2.1 Data för transmissionsledning och huvudkomponenter

Transmissionssystemet är byggt som ett hydrauliskt isolerat system. Det förbinder värmeväxlaren i Herning-verket med ett antal plattvärmeväxlare placerade i de lokala fjärrvärmecentralerna. I samband med etableringen av demonstrationsanläggningen, byggdes till med ytterligare en plattvärmeväxlare i en byggnad omedelbart utanför Herning-verket, varigenom demonstrationsanläggningen blev ett helt slutet system med egna pumpar och mätutrustning.

2.1.1 Transmissionsledning

Längd: 2880 m förisolerat dubbelrör med mantel av polyetylen (HPDE)

Dimension: 2 x DN 200 ($D_y = 219$ mm, $D_i = 210$ mm)

Volym: Ledningen innehåller ca. 200 m³ fjärrvärmevatten.

Isolering i framledning: 70 mm PU skum

Isolering i returledning: 50 mm PU skum

Larmsystem: Larmtrådar ingjutna i isoleringen

Placering: Under jord.

Krökar
6 st. 90 grader krökar (båda vägar)
18 st. 12,5 grader krökar (båda vägar)

Nämnda krökar är placerade på mätsträckan mellan Bygvaerk 16 (BV16) och Lind central. Förutom dessa finns i centralen och i byggnaden ett större antal ventiler, krökar, mätare m.m.

Tryckklassen är TN 25

Se i övrigt bilaga 1.

2.1.2 Värmeväxlare

Värmeväxlarna avskiljer försökskretsen från övriga fjärrvärmesystemet. Växlarna är placerade i resp. byggnad 16 omedelbart utanför Herning-verket och på Lind fjärrvärmecentral.

	BV 16	Lind
Fabrikat	APV-Baker N35	APV-Baker N35
Typ	Plattor, M107	Plattor, M107
Effektiv area	426,9 m ²	426,9 m ²
Nom. Max. effekt	10 MW	10 MW
Isolering	40 mm	40 mm

Tabell 2.1 Värmeväxlare i demonstrationsanläggningen

2.1.3 Pumpar

Anläggningen är utrustad med 2 driftpumpar i försökskretsen: En normal driftpump och en större pump för försöksdrift. Den större pumpen har kapacitet att driva anläggningen med högre tryck och flöde än driftpumpen, varigenom högre hastigheter än vid normal drift kan uppnås i denna ledning. Pumparna är parallellkopplade.

	Pump 1 (stor)	Pump 2 (liten)
Fabrikat	Kosan Svanehöj	Kosan Svanehöj
Typ	IFV 100C-TL	IFV 125B-TL
Kapacitet	316 m ³ vid 165 mvp	160m ³ vid 42 mvp
Elförbrukning	190 kW	30 kW

Tabell 2.2 Pumpar i demonstrationsanläggningen

Under normal drift nås sällan vattenhastigheter över 1,5 m/s, medan den stora pumpen kan ge hastigheter omkring 2,5 m/s.

2.2 Totala anläggningen

Utöver pumparna har försöksanläggningen försetts med flödesmätare, tryckhållningssystem, ventiler, temperatur- och tryckgivare, m.m. så att datainsamlingssystemet fungerar oberoende av det normal styr- och reglersystemet för hela transmissionsanläggningen.

Diagrammet (bilaga 2) visar uppbyggnaden av demonstrationsanläggningen med angivelser för mätpunkternas placering och numrering.

2.3 Mätpunkter

Anläggningen är försedd med ett stort antal givare, impulsgivare, visarinstrument etc.. Dessa byggdes in i samband med tidigare projekt. Mätpunkter som använts i detta försök framgår av diagrammet, bilaga 2.

Under försöket har mätning utförts på följande mätpunkter, se Tabell 2.3:

Mätpunkt Funktion	Diagram Nr.	Enhet
Differenstryck över växlare i BV16	13002	bar
Tryck före växlare i BV16, Tensid-sida	12502	bar
Tryck efter växlare i BV16, Tensid-sida	12501	bar
Temperatur före växlare i BV16, Tensid-sida	12022	°C
Temperatur efter växlare i BV16, Tensid-sida	12021	°C
Temperatur före växlare i BV16, Primär sida	12013	°C
Temperatur efter växlare i BV16, Primär sida	12012	°C
Flöde i BV16. Primär sida.	18002	m ³ /h
Differenstryck över pump i Lind	13004	bar
Tryck efter växlare i Lind, Tensid-sida	12504	bar
Tryck före växlare i Lind, Tensid-sida	12503	bar
Temperatur före växlare i Lind, Tensid-sida	12015	°C
Temperatur efter växlare i Lind, Tensid-sida	12014	°C
Temperatur efter växlare i Lind, Sekundär sida	12023	°C
Flöde i Lind, Tensid-sida	18024	m ³ /h

Tabell 2.3 Mätpunkter i demonstrationsanläggningen

2.4 Mätutrustning

Mätutrustningen är uppkopplad till två Grant datalogger av typen Squirrel 1200 och Squirrel 1250, levererade av Dan Metric AS. Mätning görs en gång på 2 minuter. Mätningarna registreras som ett absolut värde i mA, gällande för impulsgivare med signalområde 0-20 mA, eller som ett procentvärde, gällande för impulsgivare med signalområde 4-20 mA. Mätområde, signaler och dataloggerförbindelse mm. återges i tabell 2.4.

Diagram Nr.	Enhet	Mätområde	Kabel	Signal [mA]	Grant Visning	Grant Kanal
13002	bar	0,0 – 0,5	27	4 – 20	[%]	15
12502	bar	1,5 – 11,0	26	4 – 20	[%]	14
12501	bar	1,5 – 11,0	24	4 – 20	[%]	13
12022	°C	0 – 120	23	0 – 20	[absolut]	12
12021	°C	0 – 120	22	0 – 20	[absolut]	11
12013	°C	0 – 120	20	0 – 20	[absolut]	9
12012	°C	0 – 120	21	0 – 20	[absolut]	10
18002	m ³ /h	0 – 300	28	4 – 20	[%]	16
13004	bar	0,0 – 15,5	36	4 – 20	[%]	16
12504	bar	1,0 – 18,0	34	4 – 20	[%]	12
12503	bar	0,0 – 2,5	33	4 – 20	[%]	11
12015	°C	0 – 100	30	0 – 20	[absolut]	10
12014	°C	0 – 100	29	0 – 20	[absolut]	9
12023	°C	0 – 100	31	0 – 20	[absolut]	13
18024	m ³ /h	0 – 300	38	4 – 20	[%]	15

Tabell 2.4 Mätområde, signaler och datalogger förbindelse mm.

Mätutrustningen består av följande fabrikat och typer:

Diagram Nr.	Fabrikat	Typ
13002	Leeds & Northrup Instruments	L&N2610-104-11
12502	Leeds & Northrup Instruments	L&N2630-206-11
12501	Leeds & Northrup Instruments	L&N2630-206-11
12022	Frode Pedersen & Co. AS	PT100, Klass B
12021	Frode Pedersen & Co. AS	PT100, Klass B
12013	Frode Pedersen & Co. AS	PT100, Klass B
12012	Frode Pedersen & Co. AS	PT100, Klass B
18002	Danfoss	SONO 3000
13004	Rosemount	1151 DP
12504	Leeds & Northrup Instruments	L&N2630-206-11
12503	Leeds & Northrup Instruments	L&N2630-106-11
12015	Frode Pedersen & Co. AS	PT100, Klass B
12014	Frode Pedersen & Co. AS	PT100, Klass B
12023	Frode Pedersen & Co. AS	PT100, Klass B
18024	Danfoss	SONO 2000

Tabell 2.5 Mätutrustning

Differenstryck-transmittrar

L&N2610 levererades av Nordarmatur

Mätområde $\pm 0,1 \%$

Signal: 4 – 20 mA

Tryck-transmittrar

L&N30 levererades av Nordarmatur.

Mätområde $\pm 1 \%$

Signal: 4 – 20 mA.

Temperaturgivare

Mätnoggrannhet $\pm 0,3 + 0,005/t/C$ enligt IEC 751

Flödesmätare

Mätområde: 0 – 300 m³/h

Dimension DN 150

Signal: 4 – 20 mA

2.5 Verifiering av mätningar

All mätutrustning har verifierats av firman Automatik Service Hornsyld I/S, Söndergade 23, DK-8783 Hornsyld.

Signalerna från mätutrustningen i BV 16 överförs till Lind central via kabelförbindelse. Signalerna har validerats m.a.p. brus, fall, mm. över kabelförbindelsen. Följande värden har uppmätts och befunnits acceptabla.

Transmitter Nr.	Typ	Signal avvikelse [%]		
		4mA	12mA	20mA
		[%]	[%]	[%]
13002	Differenstryck	-0,25	0,50	1,25
12501	Temperatur	-0,31	0,31	0,94
12502	Temperatur	-0,31	0,38	1,00

Tabell 2.6 Procentuell avvikelse i signalstyrka

3 Mätprogram för SPE 96300

Ursprungligen siktades mot att utföra ett antal mätningar, motsvarande de mätningar som utfördes i /1/ och /2/. Idén med detta var att variera additivets koncentration för att finna den ideala nivån på koncentrationen – d.v.s. att hitta den lägsta möjliga koncentrationen som gav önskad (eller maximal) verkan.

Mätprogrammet för försöken har justerats löpande med hänsyn taget till de resultat som mätningarna uppvisat.

I enlighet med tidigare försök genomfördes först ett antal mätningar för kalibrering, då det skulle verifieras att anläggningen fungerade som förväntat.

3.1 Mätning i system utan strömning

För att kunna beräkna tryckfallet i de raka rörsektionerna mellan BV16 och Central Lind är det nödvändigt att känna till höjdskillnaden mellan mätpunkterna. Höjdskillnaden mellan mätpunkterna erhöles genom att stoppa strömningen i rören och därefter mäta totaltrycken i varje ända av ledningarna.

Vid mätning utan flöde erhöles följande värden på trycket:

Framledning: P 12501, BV16 = 2,58 bar

P 12503, Lind = 1,75 bar

$DP_{\text{fram}} = 2,58 - 1,75 = \underline{0,83 \text{ bar}}$

Returledning: P12502, BV16 = 2,60 bar

P 12504, Lind = 1,75 bar

$DP_{\text{retur}} = 2,60 - 1,75 = \underline{0,85 \text{ bar}}$

Då mätpunkterna är placerade i samma höjd över havet, kan skillnaden mellan mätningarna förklaras av förekommande mätosäkerheter. Beräkningar görs med genomsnittet av de uppmätta värdena, nämligen $(0,83 + 0,85)/2 = 0,84 \text{ bar}$. Detta värde är det samma som det i tidigare försök /1/.

Höjdskillnaden mellan mätpunkterna beräknas med:

$$H = DP \times 10,197 \times \rho_{\text{vatten}}$$

$$H = 0,84 \times 10,197 \times 0,978 = 8,38 \text{ [meter]}$$

Dynamiskt tryckfall i resp. fram- och returledning beräknas med:

$$DP_{\text{fram}} = P_{12501} - (P_{12503} + 0,84) \text{ [bar]}$$

$$DP_{\text{retur}} = P_{12504} - (P_{12502} + 0,84) \text{ [bar]}$$

3.2 Driftsmätningar

För att undersöka huruvida alla mätpunkter fungerade korrekt och för att kunna jämföra teoretiskt beräknade värden med värden från försöken med additiv, så utfördes en rad driftsmätningar. Dessa mätningar gjordes innan tillsats av additiv.

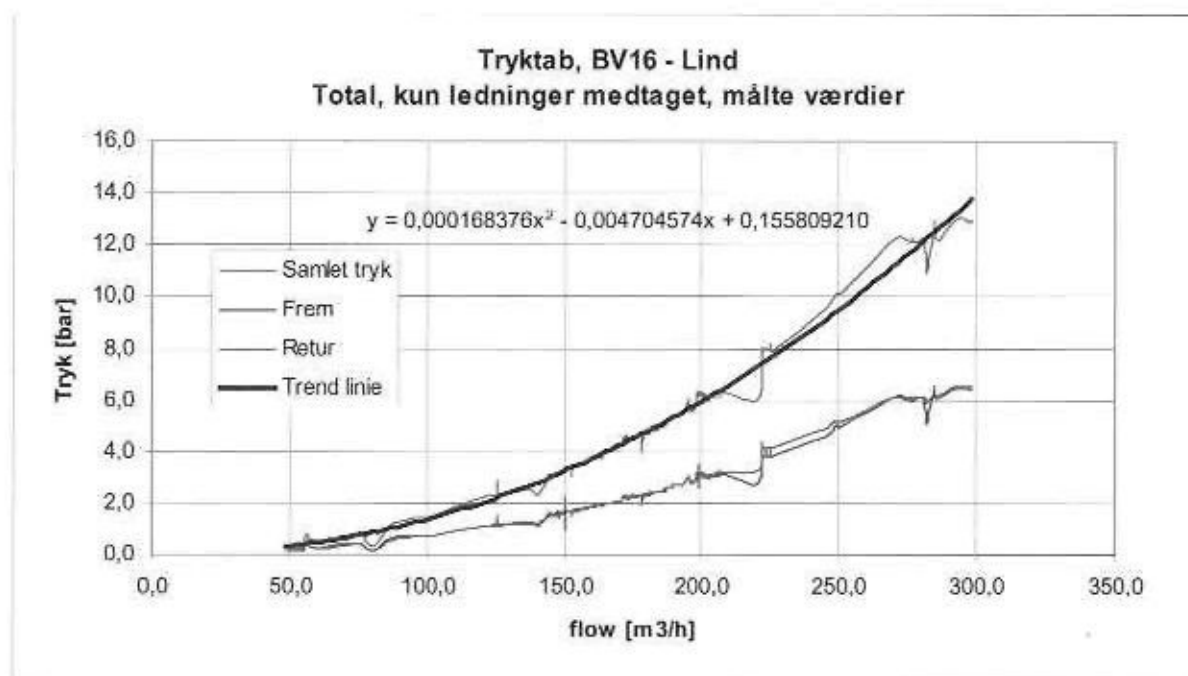
Resultatet från dessa mätningar indikerade att en rad små justeringar behövde göras i anläggningen. Bland annat demonterades en reglerventil. Ventilen hade monterats efter att föregående försök hade slutförts, och i jämförelse med tidigare mätningar gav den ett olämpligt stort tryckfall i Central Lind.

Efter att dessa ändringar gjorts, upprepades mätningarna. I samband med detta konstaterades att mätningarna visade de förväntade värdena.

3.2.1 Mätning med tvångsstyrning av pump

En mätserie utfördes där flödet blev tvångsstyrt. Denna tvångsstyrning var nödvändig för att ta upp hastigheten på vattnet i ledningen till önskad nivå. Mätningen utfördes med manuell styrning av pumpen, där flödet ändras i steg om 50 m³/h och hålles konstant under en 20 minuters period. På detta sätt inhämtas ca. 10 set mätningar på varje nivå.

Fig. 3.1 visar resultatet av denna mätserie.

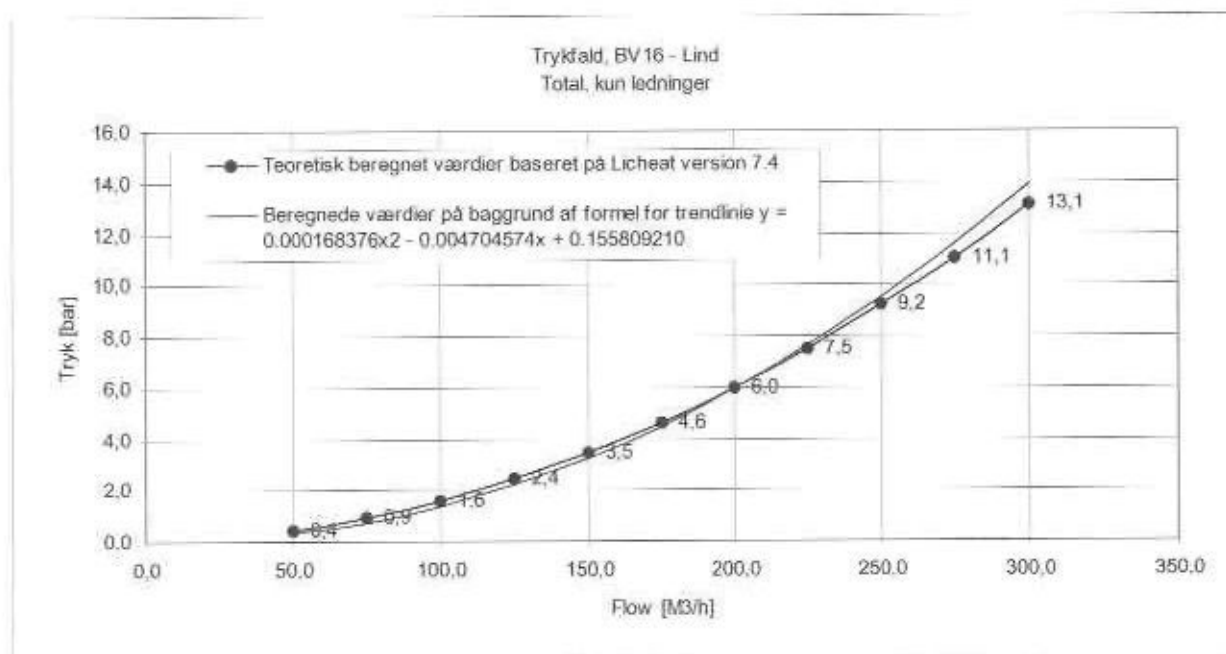


Figur 3.1 Trykfall i ledninger, rent vatten, mätta värden

Värdena från dessa mätningar jämfördes med teoretiska beräkningar utförda i nätberäkningsprogrammet Licheat, version 7.4.

Ledningarna beräknades utgående från samma driftsparametrar som gällde för utförda mätningar.

Resultatet från de teoretiska beräkningarna åskådliggörs tillsammans med uppmätta värden i Figur 3.2. Från figuren kan ses en relativt god överensstämmelse mellan teoretiska och uppmätta värden.



Figur 3.2 Teoretiskt värden jämförda med värden beräknade utifrån mätningar.

Utifrån resultaten från ovan redovisade mätningar utan strömning och driftsmätningar, och övrigt arbete med kalibrering, ansågs det bekräftat att mätutrustningen fungerade för uppgiften.

Efter detta beslutades att fortsätta göra mätningar med additiv.

3.3 Mätserie, 223 ppm

3.3.1 Tillsats av additiv

Den 19 mars 1998 tillsattes ca. 170 kg SPE 96300 till kretsen. Halt av aktiv substans i dessa 170 kg utgörs av ca. 30%, motsvarande ca. 51 kg. Totala ledningslängden är ca. 2880 m, innehårande en volym på ca. 200 m³. Koncentrationen av additiv kan således beräknas till att idealt vara ca. 260 ppm.

Efter en månads drift togs ut 8 vattenprover jämt fördelat över hela vattenmängden i rören. Genomsnittlig koncentration beräknades till 223 ppm. Ca. 15% av materialet antas adsorberat på insidan anläggningens ytor och en sådan "reduktion" av koncentrationen var förväntad.

3.3.2 Inpumpningsförloppet

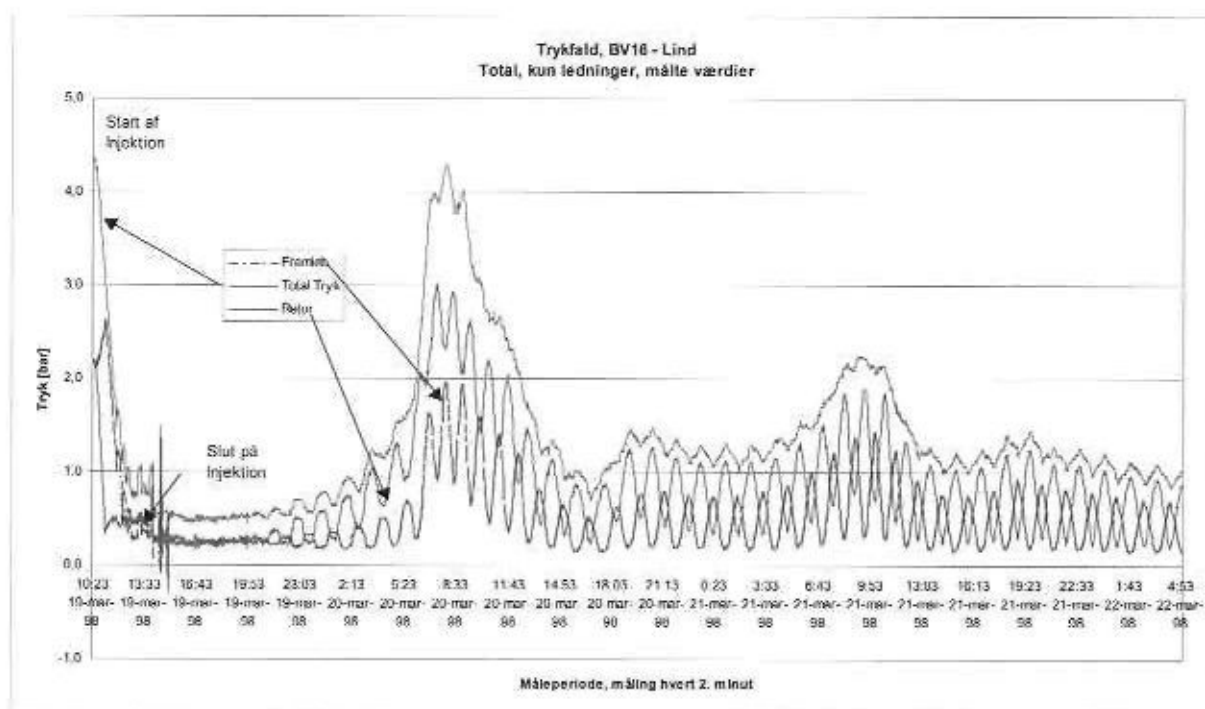
Additivet pumpades in med hjälp av en tryckluftdriven membranpump under en period på ca. 3,5 timmar, startat kl. 10.23.

Den stora cirkulationspumpen nyttjades och denna var inställd på manuell drift. Allt eftersom motståndet i ledningen blev mindre, ändrade pumpen driftpunkt och flödet ökade. Flödet steg jämnt, i takt med inpumpningen, och nådde ca. 240 m³/h.

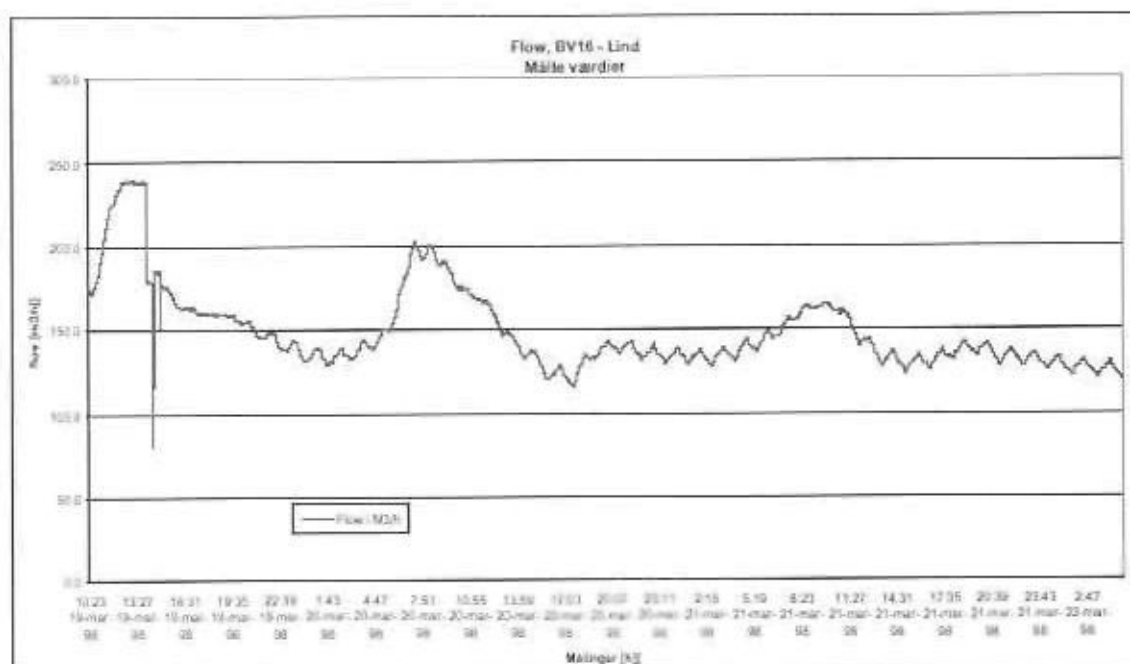
Kl. 14.00 reglerades, med tvångsstyrning, på försök flödet ned till nivån före start av inpumpningen, ca. 180 m³/h.

Kl. 14.30 byttes till den mindre pumpen. Denna var i drift till ca. kl. 15, då återigen byttes tillbaka till den stora pumpen. Anläggningen ställdes därefter in på automatisk drift.

Förloppet under inpumpningen framgår av figurerna 3.3 och 3.4.



Figur 3.3 Tryckvariation under inpumpning av additiv



Figur 3.4 Flödets trend under inpumpning

I samband med inpumpningen registrerades en markant sänkning i tryckfall i ledningen. Totala tryckfallet i ledningen reducerades till 10-12 % av det som var förväntat med rent vatten. Denna verkan kvarstod dock endast till ca. kl. 23.30, då det i de två rören började uppträda en fasförskjutning av additivets verkan.

3.3.3 Driftfasen

Förväntningen var att fasförskjutningen skulle avta när inblandningen av substansen hade fullbordats. Den förblev dock nästan oförändrad under hela den efterföljande driftperioden, vilken kom att vara ca. 3 veckor.

Likaledes markant var att verkan av substansen var störst i framledningen. Detta tillskrivs att SPE 96300 hade justerats för att ge bäst verkan vid temperaturer omkring 80 °C.

Nämnda fasförskjutning resulterade i en mindre variation i flödets storlek, beroende av tryckfallet. Detta kan ses på den "taggiga" kurvan för flödet.

Efter ca. 3 veckors drift havererade pumpen. Detta tillskrivs att pumpens kapacitet är för stor för att pumpa det relativt lilla flöde som krävdes under aktuell period.

Efter reparation av lagringen i pumpen beslutades att tillsätta ytterligare additiv, för att komma upp till så hög koncentration i hela ledningen att additivets fulla effekt skulle kunna uppnås.

Efter en mätserie där den stora pumpen skulle nyttjas vid höga vattenhastigheter, skulle den lilla pumpen användas i efterföljande långtidsförsök.

3.4 Mätserie, 447 ppm

Den 20 april 1998 tillsattes ytterligare ca. 170 kg SPE 96300 till kretsen. Förväntad koncentration skulle nu vara ca. 483 ppm, då tillsats av ytterligare 170 kg skulle öka den aktiva koncentrationen med ca. 260 ppm.

Efter en månads drift mättes åter innehållet av additiv. Genomsnittliga innehållet var nu ca. 447 ppm, mot förväntat 483 ppm. Med andra ord hade skett en reduktion av innehållet aktivt material i precis samma förhållande som vid den tidigare tillsatsen. Detta var ej väntat.

I samband med detta företogs en kontrollberäkning av ledningslängden – och därmed volymen i systemet. Denna visade sig korrekt uppskattad, varför orsaken måste ligga i andra grunder, vilka dock ej undersökts närmare.

Orsaken till denna koncentrationsminskning är sannolikt att en del av de ytaktiva beståndsdelarna i SPE 96300 adsorberas på rörväggarna, framförallt på de magnetitpartiklar som sitter på dessa och som erbjuder en stor sammanlagd yta. Den adsorberade mängden är en funktion av koncentrationen i vattenlösningen, varför det är rimligt att en ytterligare adsorption sker då koncentrationen av SPE 96300 fördubblas.

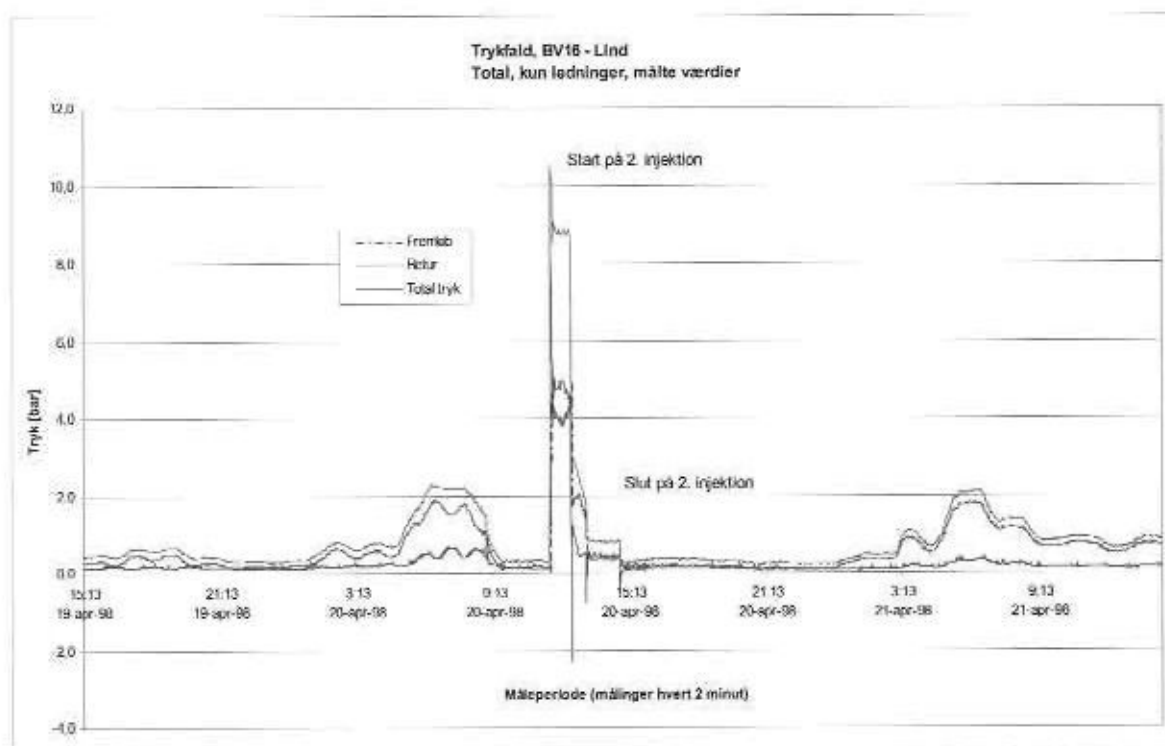
3.4.1 Inpumpningsförloppet vid tillsats av mer additiv

Vid denna inpumpning strävades efter att få en jämn fördelning av additivet i hela vattenmängden. Av denna anledning beslutades att hålla ett högt flöde och genomföra inpumpningen under en tidsperiod som motsvarar en (1) omsättning av systemet. I början var flödet 250 m³/h. Detta reglerades dock senare ned till 200 m³/h med hänsyn till fjärrvärmevattnets avkylning, vilken blev för låg vid det höga flödet.

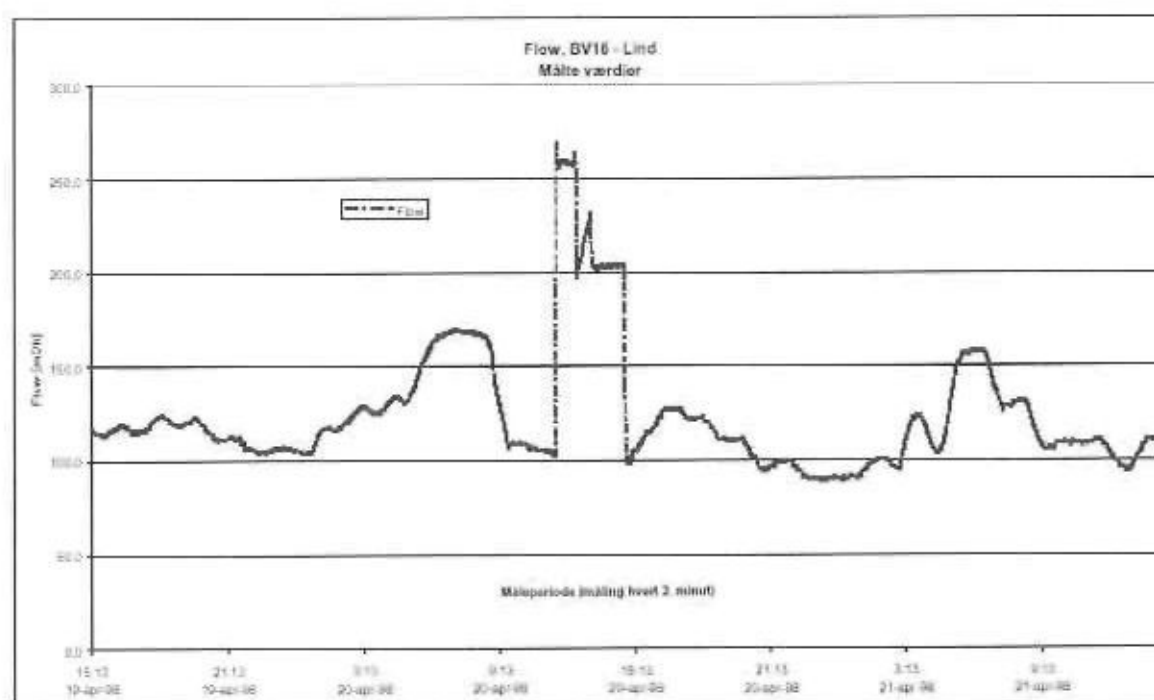
Fig. 3.5 och 3.6 visar detta förlopp.

Efter denna tillsats av ytterligare additiv sågs en verkan motsvarande den vid första tillsatsen. Omedelbart efter tillsatsen erhöles en ytterligare reduktion av tryckfallet. Effekten var dock inte så kraftig som vid första tillfället och den höll i sig i endast ca. 10 timmar. Se fig. 3.7.

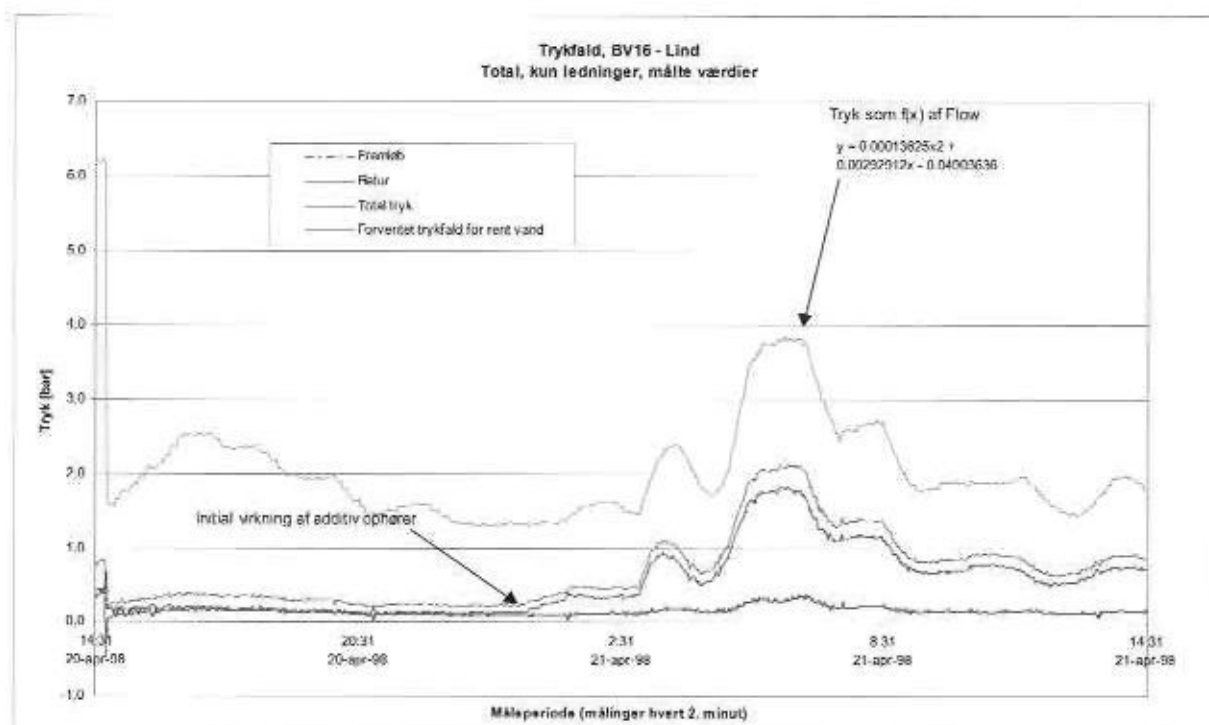
Det kunde konstateras att fasförskjutningen hade försvunnit. Tillsatsen av ytterligare additiv hade höjt koncentrationen till en nivå där verkan tycktes vara den samma överallt i ledningen.



Figur 3.5 Trykføhållande under tillsats av additiv, 2:a injektionen



Figur 3.6 Flöde, 2:a tillsatsen av additiv



Figur 3.7 Verkan av 2:a tillsatsen av additiv

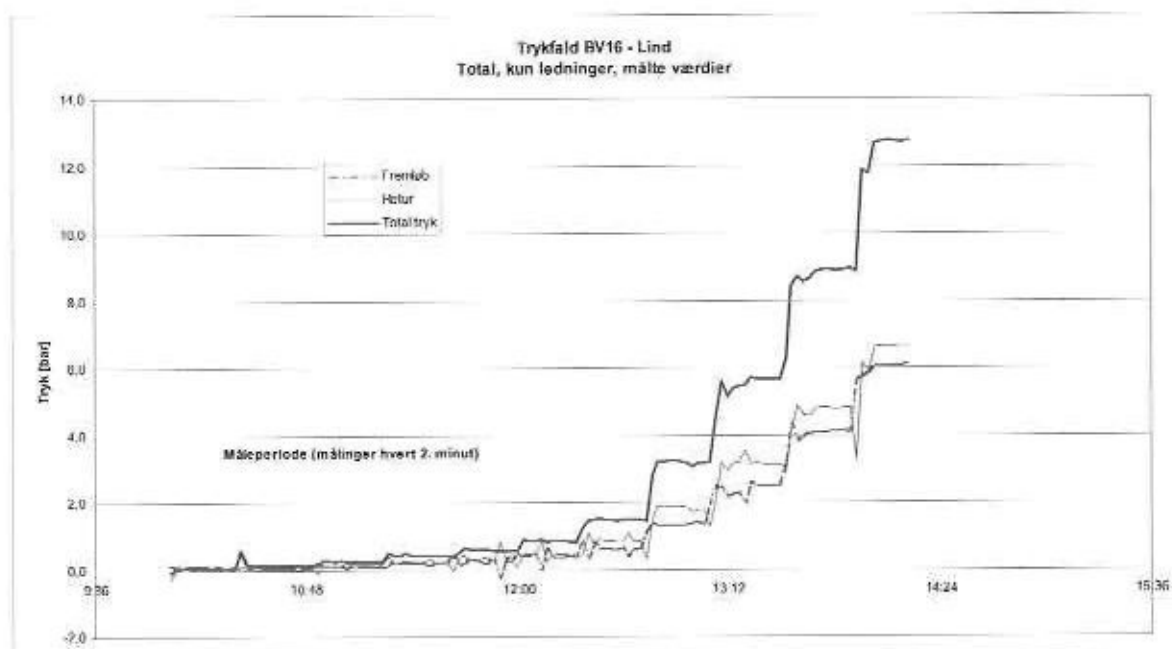
Ur figuren framgår att tryckfallet med additiv ställer in sig på ca. 50% av det beräknade tryckfallet med rent vatten. Grafen visar att verkan i returledningen (blå linje) fortfarande är markant mindre än i framledningen (röd linje).

3.4.2 Försök med hög vattenhastighet

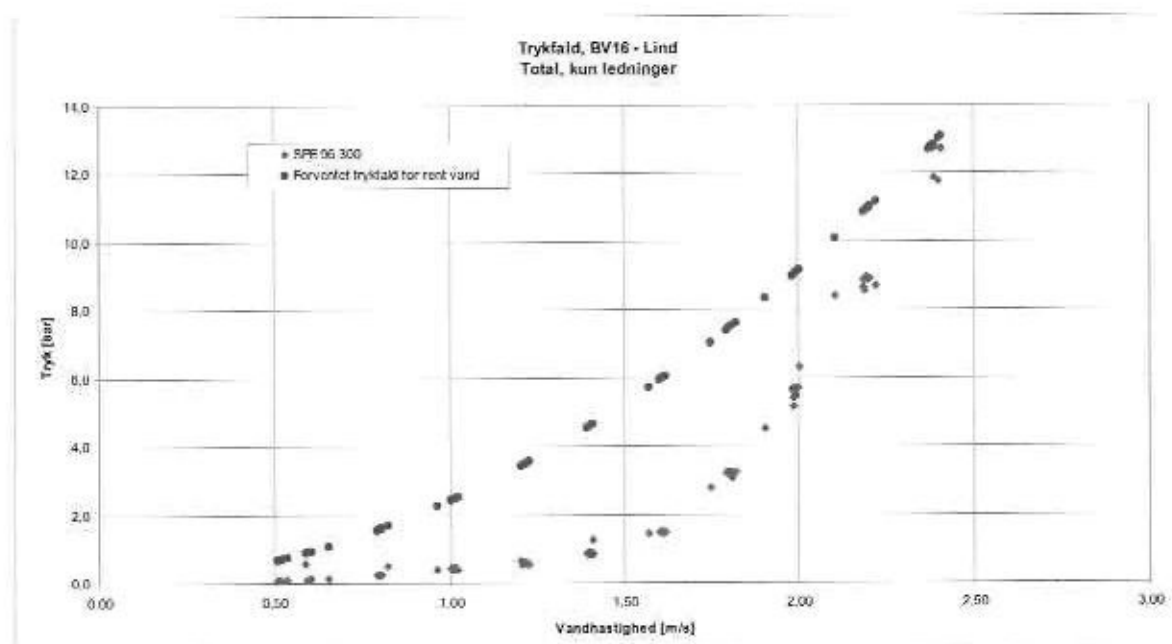
För att kunna rita grafer, som omedelbart gör det möjligt att jämföra drift med och utan additiv vid största möjliga antal vattenhastigheter, utfördes ett försök med tvångsstyrning av flödet, motsvarande det i 3.2.1 omnämnda försöket.

Flödets värde ökades stegvis med stigande tryckfall som resultat. Förloppet framgår av figur 3.8. Det skall dock understrykas att en konsekvens av detta försök är att returtemperaturen stiger, då värmeavledningen samtidigt inte stiger. (Som nämnts tidigare skall förbrukarna i Lind förses normalt, varvid värmeavgivningen är konstant). Följden blir att returtemperaturen mot slutet av försöket är på nästan samma nivå som framledningens temperatur. Detta gör att man inte får en helt rättvisande bild för additivets verkan i de två rören.

Under dessa förutsättningar framgår av figur 4.9 att, när flödet nådde en vattenhastighet på ca. 1,5 m/s, en påbörjande försämring av additivets verkan börjar uppträda. Vid ungefär 2,5 m/s har verkan av additivet i stort sett försvunnit, vilket betyder att additivet inte har någon inverkan på tryckfallet. Sänks vattenhastigheten åter igen, återskapas micellstrukturen och additivet återfår sin verkan.



Figur 3.8 Tvangsstyrning av fløde

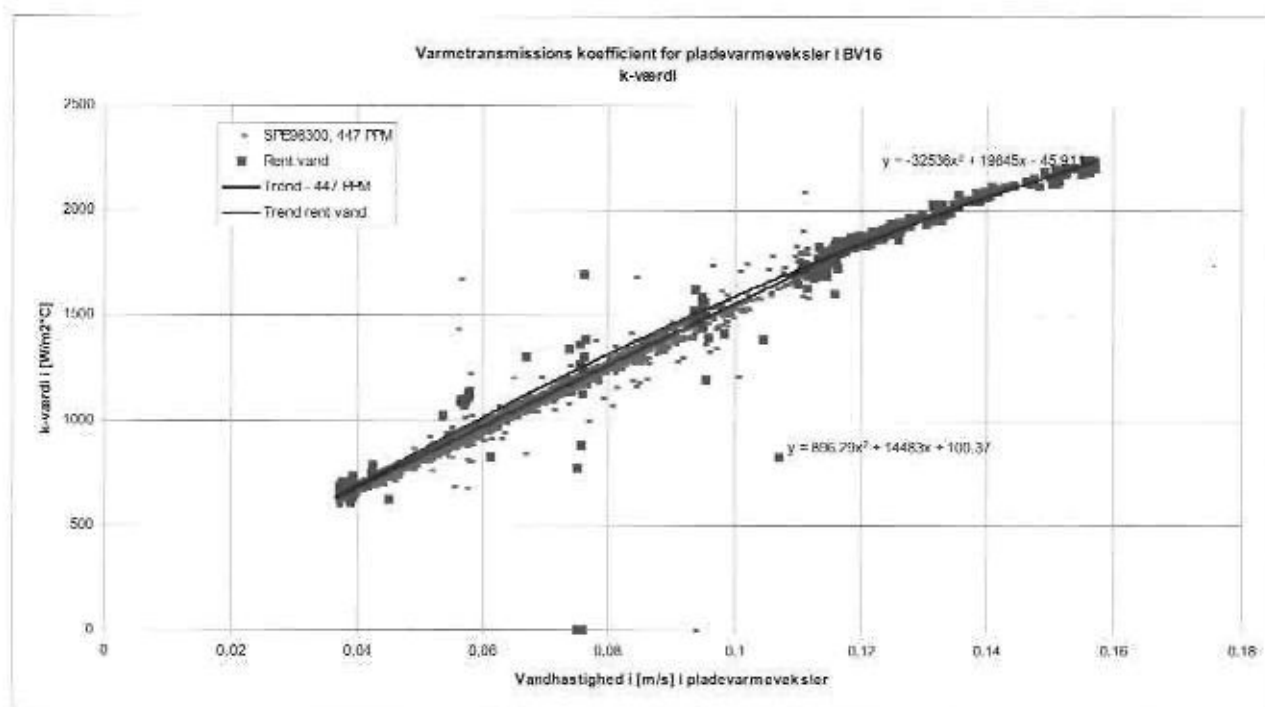


Figur 3.9 Kollaps av additivets verkan

3.4.3 Värmeöverföringsförmågan och k-värdet i plattvärmeväxlaren

Liksom i de tidiga försöken undersöktes vilken verkan additivets närvaro i värmväxlarna har på deras förmåga att överföra värme från det ena mediet till det andra.

Figur 3.10 visar k-värdet för den ena av de två plattvärmeväxlarna som funktion av vattenhastigheten genom växlaren. I motsats till tidigare erfarenhet ses att värmeöverföringskoefficienten endast är obetydligt lägre vid drift med additiv. Detta förhållande har inte närmare undersökts. Här hänvisas till försöket med SPE 98341.



Figur 3.10 Värmeöverföringskoefficienten (k-värde) för plattvärmeväxlaren i BV16 med resp. utan additiv.

3.5 Långtidsförsök

Efter tillsatsen av additiv 20 april 1998, och de utförda mätningarna, sattes ledningen i normal drift. Avsikten var att därefter låta ledningen vara i drift i upp emot ett år med denna koncentration av SPE 96300, för att därpå utföra kontrollmätningar av resp. koncentration och verkan av additivet.

Som en följd av Akzo Nobels beslut att genomföra en vidare utveckling av additivet, som ledde fram till den nya produkten SPE 98341, avbröts långtidsförsöket under våren 1999 för att ge plats åt nya försök.

4 Mätserie för SPE 98341

4.1 Inpumpning, 552 ppm

Förberedelser för försöket med det nya additivet gjordes under våren 1999. Det innebar bl.a. förnyad kontakt med miljömyndigheterna och anpassning till driftförhållandena vid Herning Kommunale Vaerker.

I juli 1999 pumpades först 100 liter och senare ytterligare 100 liter SPE 98341 in i systemet. Denna mängd motsvarar en teoretisk koncentration på 533 ppm. Efterföljande mätning visade en koncentration på 552 ppm. Ingen förklaring har hittats för denna skillnad i överensstämmelse.

Under inpumpningen konstaterades en viss verkan, men redan några få dagar efter försvann effekten fullständigt. Efter detta gjordes försök i Akzo Nobels försöksanläggningen med en liten mängd av systemvattnet från Herning för att hitta orsaken till sammanbrottet. Relativt snabbt visade det sig att närvaro av Ca^{++} -salter i storleksordningen 3 mg/l orsakade sammanbrottet.

För att avlägsna dessa salter beslöts efter en rad överväganden att tillsätta 150 kg kaliumpyrofosfat till systemet. Kort tid efter denna tillsats, i november 1999, konstaterades att effekten hade återvänt, och en mätserie genomfördes därefter.

4.2 Tryckförlust

De följande fyra graferna visar effekten av additivet i respektive framledningen (fig. 4.11), returledningen (fig. 4.12) samt i totala systemet, omfattande hela transmissionsledningen från pumpens utloppsstuts till dess inloppsstuts, d.v.s. inklusive de två värmeväxlarna samt div. rörförbindningar och armaturer i resp. Central Lind och byggnad 16 (fig. 4.13).

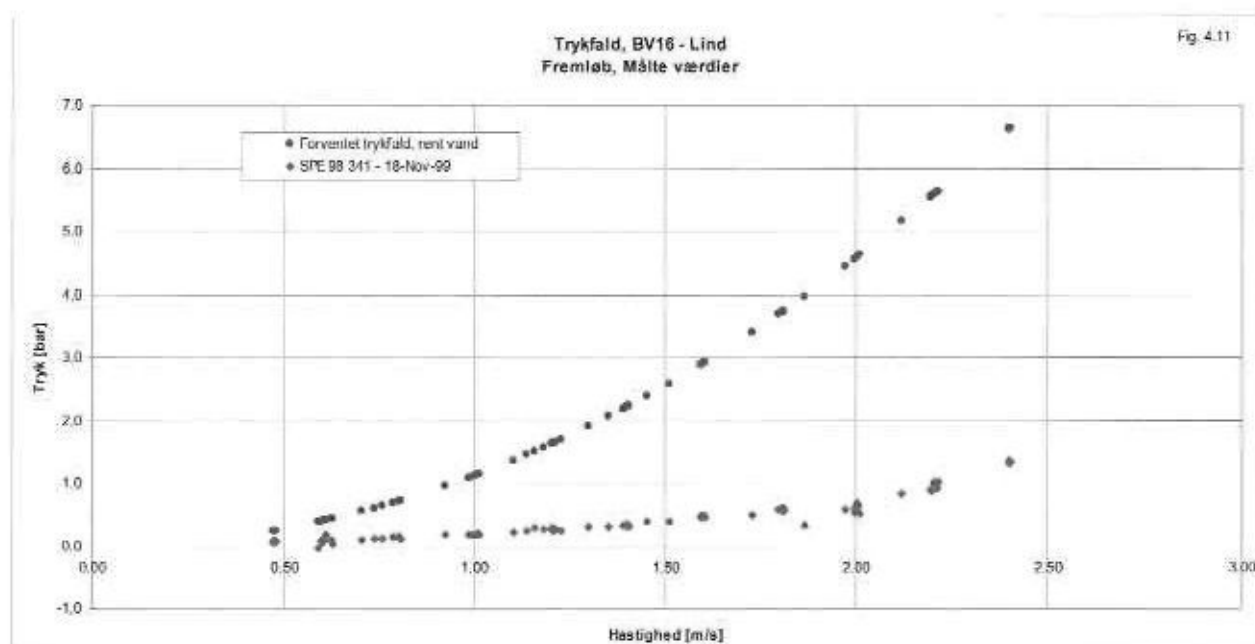


Fig. 4.11 Tryckförlust i framledningen

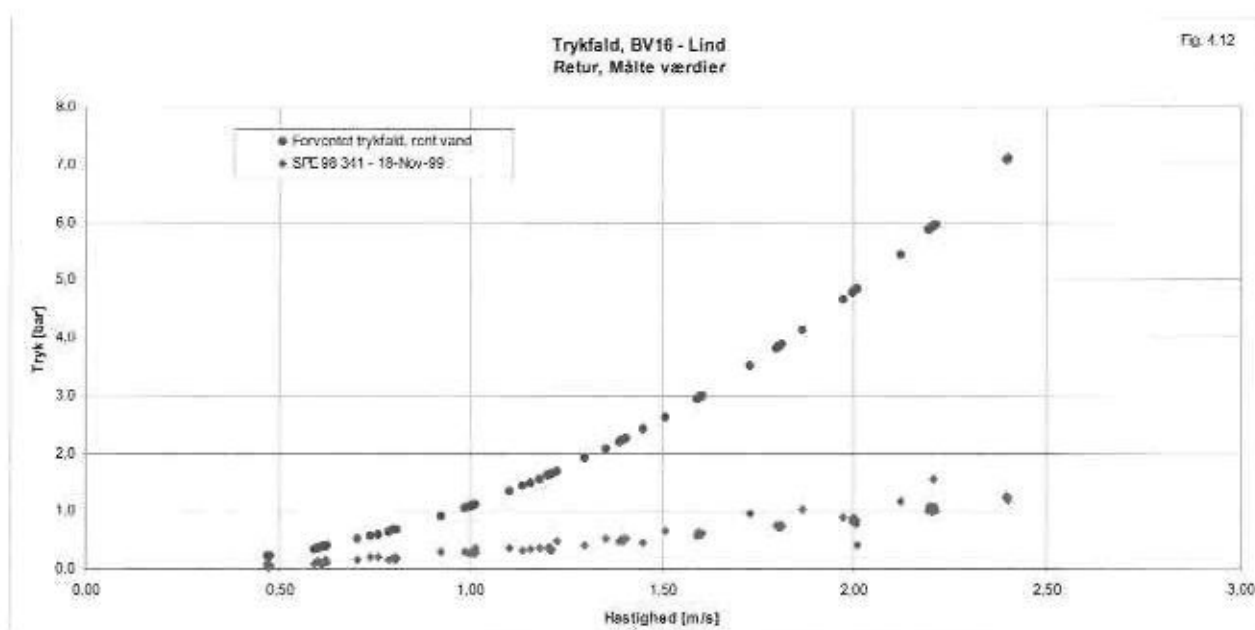


Fig. 4.12 Tryckförlust i returledningen

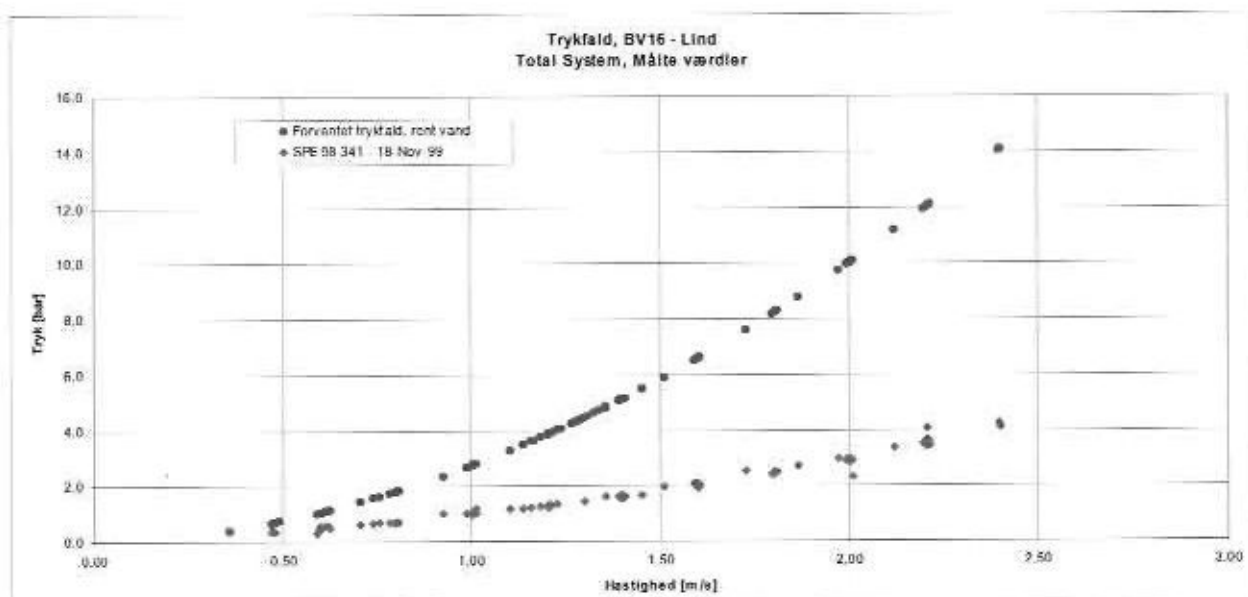


Fig. 4.13 Trykförlust i totala systemet

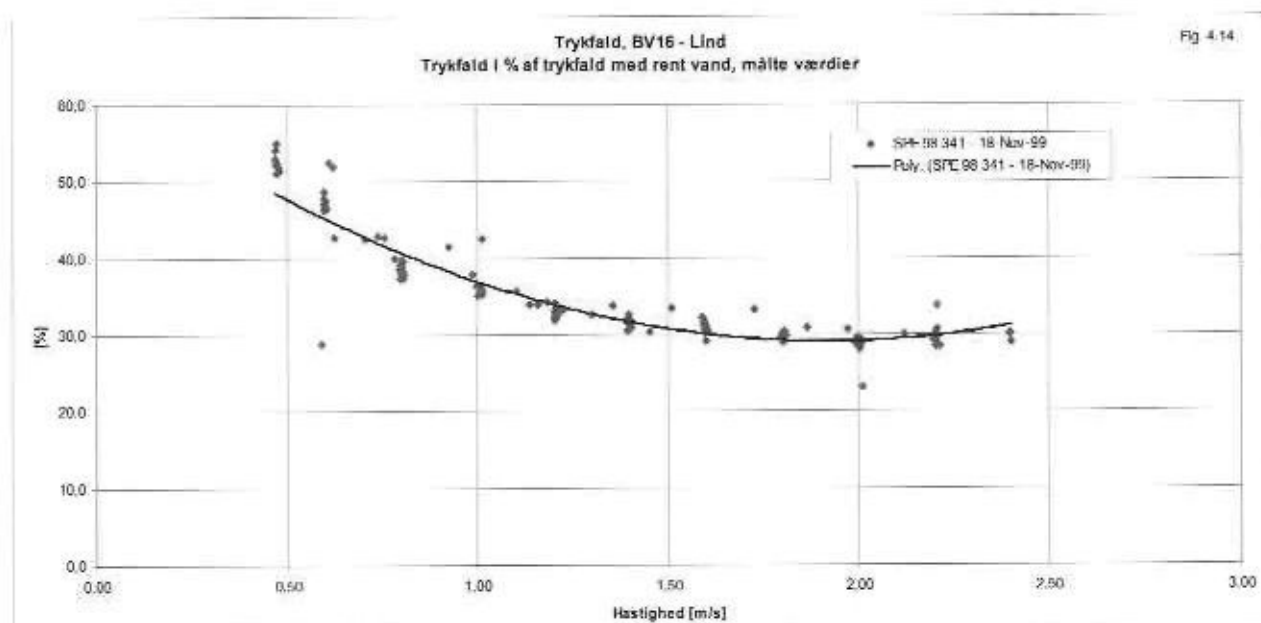


Fig 4.14

Fig. 4.14 Trykförlust i totala systemet uttryckt i % av trykförlust för rent vatten

Från grafema framgår att effekten i resp. fram- och returledning är i stort sett den samma. Figur 4.14 visar att, med den valda sammansättningen av additivet och de aktuella temperaturerna, effekten är störst vid en hastighet på ungefär 2 m/s (tryckfallet är ca. 28% av tryckfallet vid drift med rent vatten).

Här gäller även samma anmärkning angående returledningens stigande temperatur som anförts i avsnitt 3.4.2.

4.3 Värmeöverföring

Det visade sig besvärligt att styra anläggningen efter in pumpningen av det nya additivet då flödet steg till högre värden än normalt. I det sammanhanget blev det nödvändigt att ställa om styrningen av den automatiska ventil, som reglerar in rätt flöde i varje tidpunkt, till manuellt läge. Orsaken till detta fenomen låg i en väsentlig reduktion av värmeöverföringskoefficienten.

I fig. 4.15 ses att reduktionen av k-värdet är i storleksordningen 33 %, vilket är i samma nivå som setts med de äldre additiven.

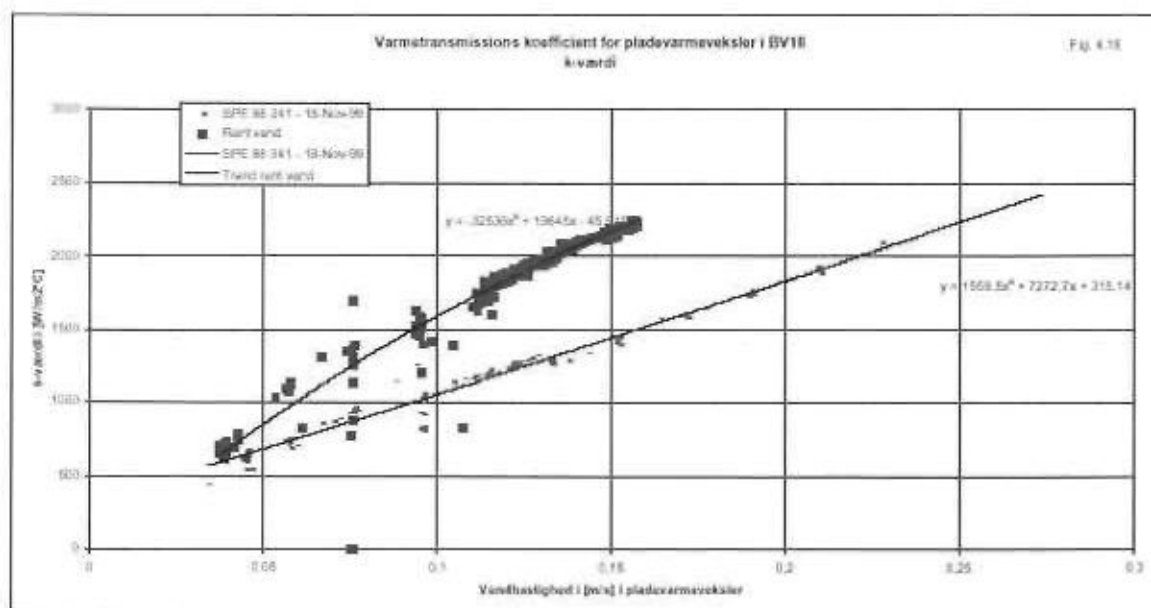


Fig. 4.15 Reduktion av värmeöverföringskoefficienten

Drift med additivet avslutas omkring 1 april, efter vilket anläggningen åter kopplas om så att demonstrationssträckan åter blir en fullt integrerad del i transmissionssystemet. När systemet sköljts igenom grundligt, och det konstaterats att additivet tvättats ut effektivt, öppnas en bypass runt växlaren vid byggnad 16 igen.

Innan tömningen konstaterades i februari och mars 2000 att effekten fortfarande var rådande ca. 8 månader efter första påfyllning av SPE 98341.

5 Avslutande kommentarer

De ursprungliga intentionerna med detta projekt var att utföra en dokumentation av Akzo Nobels additiv SPE 96300 i enlighet med tidigare försök med andra additiv. Detta skulle omfatta en försöksfas med utförande av mätningar vid olika driftförhållanden (varierande flöde) samt en långtidstest. Efter ca. ett års långtidstest skulle ytterligare en test genomföras för att konstatera om additivet fortfarande var närvarande i full utsträckning (mätning av koncentration), och om dess verkan var den samma som vid driftstart.

Mätning av koncentrationen visade 408 ppm i september 1998 och 391 ppm SPE 96300 i maj 1999, dvs en obetydlig minskning. Utöver de inledande funktionsvariationerna kunde några ytterligare förändringar av DR-effekten icke påvisas under de 15 månader som försöket med SPE 96300 pågick.

Under juli 1999 ersattes SPE 96300 med SPE 98341 för vilken ett icke tidsbegränsat användningstillstånd erhöles i augusti 1999. Funktionen av det nya additivet stördes allvarligt av kalciumföroreningar i försökskretsen. Sedan föroreningarna eliminerats genom fosfattillsats i november 1999, kunde en fullständig mätserie genomföras med gott resultat.

Runt årsskiftet 2000 beslutades, av budgetmässiga orsaker, att skjuta fram avslutningen av projektet, varför en ytterligare fullständig mätserie med additivet SPE 98341 inte kunde genomföras. Det har därför dessvärre inte funnits möjlighet att fullt ut genomföra planerad dokumentation och utvärdering av uppnådda resultat. Begränsade mätningar under mars 2000 visade dock att någon försämring av DR-effekten inte inträffat under försöksperioden.

Likaledes kring årsskiftet 2000 stod klart att ett projekt vid Lunds Tekniska Högskola i samarbete med Elsamprojekt A/S, Bruun & Sørensen Energiteknik AS samt Akzo Nobel kommer att genomföras, då ett bidrag från Energiministeriets Forskningsprogram blev beviljat. I detta projekt skall olika metoder för förbättring av värmeöverföringsförhållandena i tubvärmewäxlare värderas och testas i laboratorium. Det väntas att tidigare föreslagna metoder kan färdigutvecklas på tillfredsställande sätt och projektet förväntas avslutas i mitten av 2001.

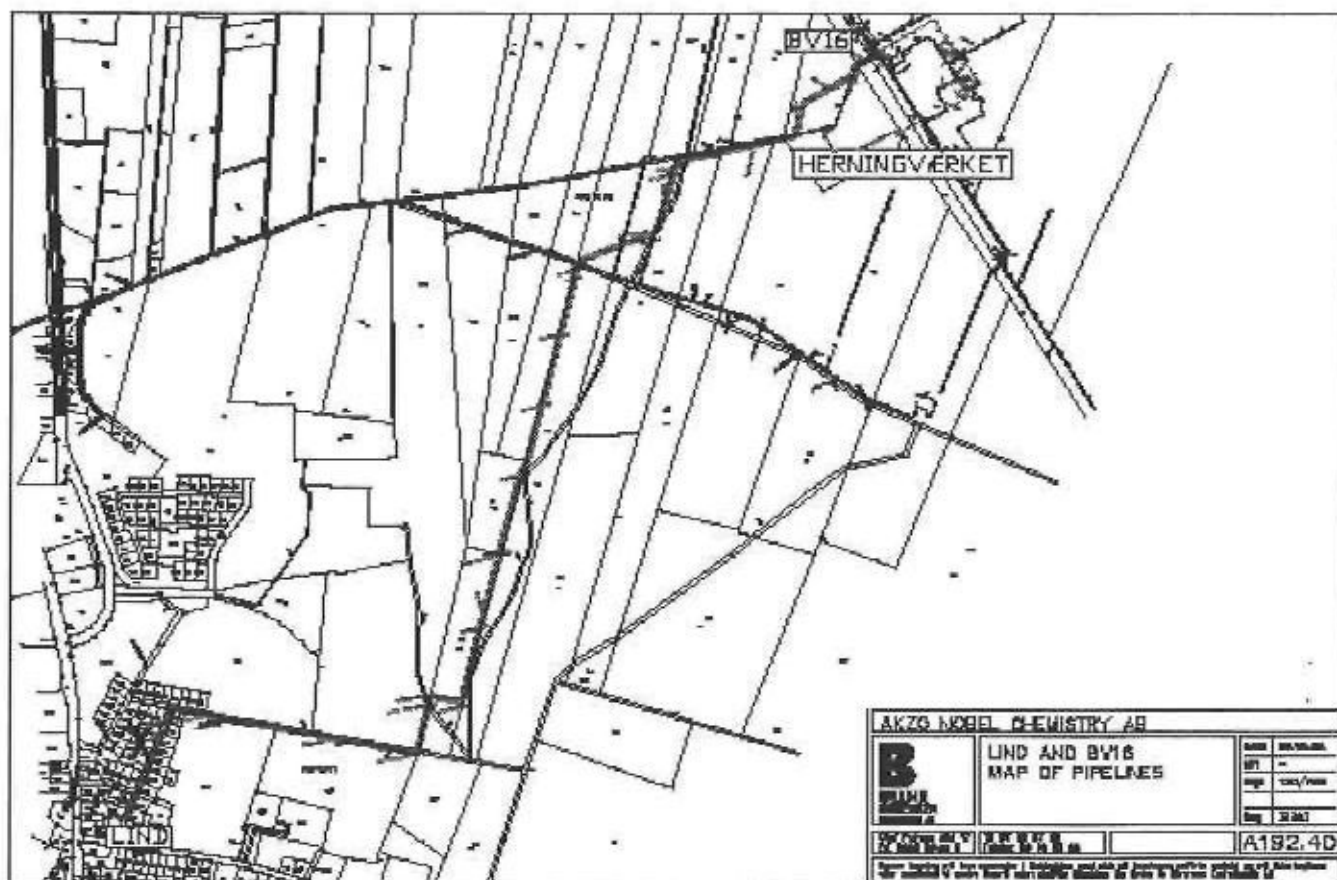
Nästa steg kan då bli att genomföra ett fullskaleförsök i ett nät som också omfattar tubvärmewäxlare.

6 Referenser

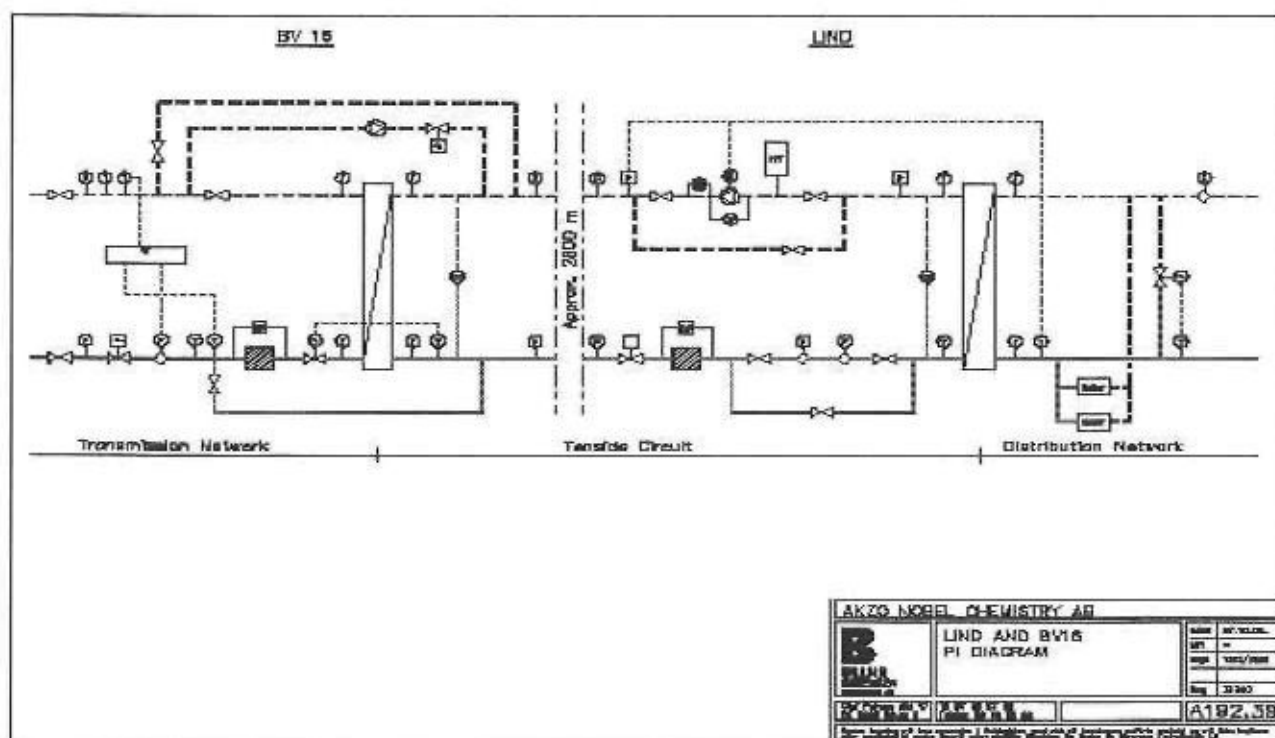
- /1/ "Glat fjernvarmevand – reduktion av friktion og pumpekraft i et fjernvarmenet ved tilsætning af tensider til det cirkulerende vand I."
EU Energidemonstrationsprojekt afslutat under 1990 i ett samarbete mellan Bruun & Sørensen Energiteknik AS, Herning Kommunale Vaerker och Hoechst AG.
- /2/ "Glat fjernvarmevand – reduktion av friktion og pumpekraft i et fjernvarmenet ved tilsætning af tensider til det cirkulerende vand II."
EU Energidemonstrationsprojekt afslutat under 1992 i ett samarbete mellan Bruun & Sørensen Energiteknik AS, Herning Kommunale Vaerker och Hoechst AG.
- /3/ "Optimering af pladevarmevekslere i forbindelse med brug af glat vand i fjernvarmeanlaeg."
Det Internationale Energi Agenturs samfinansierade forskningsprogram 1991. Genomfört av Bruun & Sørensen Energiteknik AS i samarbete med Herning Kommunale Vaerker och APV Baker AS. Avslutat under 1992.
- /4/ "Tryckstöd i transmissionssystemer med glat vand."
EFP 1990. Avslutat under 1990. Bruun & Sørensen Energiteknik AS
- /5/ "Konsekvenser for vandbehandlingsanlaeg af at bruge glat vand til fjernvarmeformål."
EFP 1993. Genomfört i samarbete med Faelleskemikerne. Avslutat under 1993.
- /6/ "Brug af glat vand i en én-strengt pulserende fjernvarmeledning."
EU THERMIE projekt 1991. Genomfört av Herning Kommunale Vaerker i samarbete med Hoechst AG och Bruun & Sørensen Energiteknik AS. Avslutat under 1996.
- /7/ "Anvendelse af glat vand i kraftvarmevaerkeres rørkondensatorer."
EFP 92 och Elsams FoU-medel. Genomfört i ett samarbete mellan Elsamprojektet A/S, Universitæt Dortmund samt Bruun & Sørensen Energiteknik AS. Avslutat under 1993.
- /8/ "Improving the Heat Transmission Properties of Tube Bundle Heat Exchangers by installing Obstacles inside the Pipes."
Det Internationale Energi Agenturs samfinansierade forskningsprogram 1991. Genomfört av de samma som det föregående projektet.
- /9/ "Anvendelse af glat vand – konsekvenser for økonomi, energi og miljø."
Energiministeriets Forskningsprogram 1996. Genomfört i ett samarbete mellan Herning Kommunale Vaerker, Centraalkommunernes Transmissionsselskab och Bruun & Sørensen Energiteknik AS. Avslutat i augusti 1998.
- /10/ "Forbedring af virkningsgrader i kraft- og kraftvarmevaerker ved forøgelse af turbulensen i varmevekslere."
Energiministeriets Forskningsprogram 2000. Genomförs under 2000-01 av Lunds Tekniska Högskola i samarbete med Elsamprojektet och Bruun & Sørensen Energiteknik AS.

Bilagor

- Bilaga 1 Karta över demonstrationsanläggningens placering
- Bilaga 2 Diagram över demonstrationsanläggningens uppbyggnad
- Bilaga 3 Safety Data Sheet för SPE 96300
- Bilaga 4 Safety Data Sheet för SPE 98341



Bilaga 1



Bilaga 2

**VARUINFORMATIONSBLAG**

Enligt KIFS 1994:13

1. NAMNET PÅ PRODUKTEN OCH FÖRETAGET**Handelsnamn****SPE 96300****Telefonnr. vid nödsituationer**

020-99 60 00 (Kemindustrins ERC).

+ 31 570679211 (Fax. +31 570679801)

Akzo Nobel Chemicals, Devanter, NL

Tillverkare

Akzo Nobel Surface Chemistry AB

444 85 Stenungsund

Sverige

Tel 0303 850 00

Fax 0303 813 06

2. SAMMANSÄTTNING / ÄMNEAS KLASSIFICERING

Produkten är att betrakta som en beredning enligt gällande lagstiftning.

Ämnesnamn	CAS-nr.	Halt	Symboler	Riskfraser
N-Stearylbetain	820-66-6	21 %	Xi, N	36/38, 50
N-Cetylbetain	693-33-4	3 %	Xi, N	36/38, 50
C10-13 Alkylbensensulfonat, natriumsalt	68411-30-3	6 %	Xi	36/38
Isopropanol	67-63-0	38 %	V	320/322, 313
Vatten				

Övrig information

Alla komponenter är registrerade i EINECS.

3. FARLIGA EGENSKAPER

Mycket brandfarligt. Imiterar ögonen och huden. Kan vara farligt vid inandning efter ofta upprepade exponering. Produkten innehåller ämne, som är klassificerat som miljöfarligt.

4. FÖRSTA HJÄLPEN**Inandning**

Frisch luft och vila.

Hud

Tag av nedstänkta kläder. Skölj genast med mycket vatten.

Ögon

Skölj genast med vatten i flera minuter. Håll ögonlocken brett isär. Sök läkarvård.

Förtäring

Drick ett par glas vatten eller mjölk. Kontakta läkare om större mängd förtärs (visa detta varuinformationsblad).

5. ÅTGÄRDER VID BRAND

Släckmedel	Pulver, skum eller koldioxid.
Risker vid brand	Ångorna kan redan vid temperaturer under rumstemperatur bilda explosiv blandning med luft.
Farliga förbränningsprodukter	Inte känt.

6. ÅTGÄRDER VID SPILL / OAVSIKTLIGA UTSLÄPP

Personlig skyddsutrustning	Beträffande personligt skydd hänvisas till punkt 8.
Miljöskyddsåtgärder	Förorena inte avlopp eller vattendrag.
Saneringsmetoder	Valla in med inert material. Absorbera i vermikulit, torr sand eller jord. Placera materialet i behållare för omhändertagande i enlighet med lokala föreskrifter.

7. HANTERING OCH LAGRING

Hantering	Undvik inandning av ångor. Undvik uppvärmning, gnistor och öppen eld. Rökning förbjuden.
Lagring	Skyddas från värme, gnistor och öppen eld. Rökning förbjuden.

8. BEGRÄNSNING AV EXPONERINGEN / PERSONLIGA SKYDDSÅTGÄRDER

Hygieniska gränsvärden

Ämnesnamn	Gränsvärde 8 timmar	Korttidsexponering	Referenser
Isopropanol	150 ppm	250 ppm	AFS.
Kommentarer	AFS = AFS 1996:2 HYGIENISKA GRÄNSVÄRDEN.		
Kommentarer	AFS = AFS 1996:2 HYGIENISKA GRÄNSVÄRDEN.		
Tekniska skyddsåtgärder	Möjlighet till ögonspolning. Mekanisk ventilation eller punktutsug kan behövas.		
Personlig skyddsutrustning			
Andningsorgan	Vid otillräcklig ventilation, lämpligt andningsskydd. Halvmask med filter: Gasfilter A (organiska ämnen, brun).		
Händer	Använd lämpliga skyddshandskar.		
Ögon	Lämpliga skyddsglasögon.		

9. FYSIKALISKA OCH KEMISKA EGENSKAPER

Utseende	Vätska.
Färg	Färglös.
Lukt	-

Kokpunkt/intervall (°C)	* - 82	Tryck (kPa)
Smältpunkt/intervall (°C)	- 10	
Flampunkt (°C)	18	
Tändpunkt (°C)	* 460	
Undre explosionsgräns (vol %)	* 2	
Övre explosionsgräns (vol %)	* 13	
Ångtryck	-	Temperatur (°C)
Relativ ångdensitet (luft=1)	* 2	
Densitet (kg/m ³)	890	Temperatur (°C) 20
Bulkdensitet (kg/m ³)	-	Temperatur (°C)
Viskositet	150 mPas	Temperatur (°C) 20
pH	-	
pH, utspädd lösning	9,6	Konc (%) 1
Löslighet vatten	5 % Löslig, gelbildning.	
Löslighet i andra lösningsmedel		
Fördelningskoefficient (log Pow)	-	
Kommentarer till fysikaliska data	* Isopropanol.	

(Dessa värden är typiska för produkten och skall ej ses som en specifikation)

10. STABILITET OCH REAKTIVITET

Stabilitet	Normalt stabil.
Förhållanden som bör undvikas	Reagerar häftigt med oxidationsmedel.
Farliga sönderdelningsprodukter	Inte känt.

11. TOXIKOLOGISK INFORMATION

Toxikologiska data

LD50 oralt råtta. > 2000 mg/kg

Hälsosfarlighet

Inandning	Innehåller lösningsmedel. Inandning av ånga kan ge irritation i näsa, svalg och luftvägar.
Hud	Irriterande. Kan ge övergående sveda och rodnad.
Ögon	Irriterande. Kan ge övergående rodnad och svullnad.
Förtäring	Låg akut toxicitet. Innehåller lösningsmedel.

12. EKOTOXIKOLOGISK INFORMATION

Ekotoxikologiska data

Ingående ämne **N-Stearylbetain**

Ekotoxikologiska data

LC50 96 timmar Brachydanio rerio < 1 mg/l ¹⁾
EC50 48 timmar Daphnia ~ 1 mg/l ¹⁾

Nedbrytbarhet Lätt biologiskt nedbrytbar. >60% BOD, 28 dagar, Closed Bottle Test (OECD 301D).

Övrig information ¹⁾ Värdet är uppskattat från tester på liknande produkter.

Ingående ämne **N-Cetylbetain**

Ekotoxikologiska data

LC50 96 timmar Brachydanio rerio 0.36 mg/l
EC50 48 timmar Daphnia magna 1.97 mg/l

Nedbrytbarhet Lätt biologiskt nedbrytbar. >60% BOD, 28 dagar, Closed Bottle Test (OECD 301D).

Ingående ämne **C10-13 Alkylbensensulfonat, natriumsalt**

Ekotoxikologiska data

LC50 96 timmar Oncorhynchus mykiss 1-10 mg/l
EC50 48 timmar Daphnia magna 5-10 mg/l
EC50 72 timmar alg >10 mg/l

Nedbrytbarhet Primär nedbrytbarhet >90%. Produkten uppfyller kraven i EG-förordningen rörande den biologiska nedbrytbarheten av tensider. Lätt biologiskt nedbrytbar. >60% CO₂, 28 dagar, Modified Sturm Test (OECD 301B).

Bioackumulering Ingen bioackumulering väntas. Produkten är bionedbrytbar och vattenlöslig.

13. AVFALLSHANtering

Destruktionsmetoder Förbränning rekommenderas. Destrueras enligt lokala föreskrifter.

14. TRANSPORTINFORMATION

Landtransport

UN-nr 1993
ADR-klass 3
ADR ämnesnr 3b

RID-klass 3
RID ämnesnr 3b

Sjötransport

UN-nr 1993
IMDG-klass 3.2
IMDG förpackningsgrupp II

EmS 3-06
MFAG 305
Marine pollutant Nej

Flygtransport

UN-nr 1993
IATA/COA-klass 3

Sub Klass -
Förpackningsgrupp II

15. GÄLLANDE BESTÄMMELSER

Brandfarlighetsklass

Klass 1 (Flampkt. <21°C)

Farosymboler**Riskfraser**

R-11 Mycket brandfarligt.
R-36/38 Iriterar ögonen och huden.
R-320 Kan vara farligt vid inandning efter ofta upprepad exponering.

Skyddsfraser

S-16 Förvaras åtskilt från antändningskällor - Rökning förbjuden.
S-26 Vid kontakt med ögonen, spola genast med mycket vatten och kontakta läkare.
S-37/39 Använd lämpliga skyddshandskar samt skyddsglasögon eller ansiktsskydd.

16. ÖVRIG INFORMATION

Denna information gäller endast ovan nämnda produkt och behöver ej nödvändigtvis vara gällande om den används tillsammans med en eller flera andra produkter. Det åligger användaren att förvissa sig om att informationen är relevant och fullständig när det gäller hans egen användning av denna produkt.

Utarbetad av

Eva Martinsson

Christer Bengtsson

Utskriftsdatum

1999-06-23



VARUINFORMATIONSBLAD

1. NAMNET PÅ PRODUKTEN OCH FÖRETAGET

Handelsnamn	SPE 98341
Telefonnr. vid nödsituationer	020-99 60 00 (Kemiindustrins ERC). + 31 570679211 (Fax: +31 570679801) Akzo Nobel Chemicals, Deventer, NL
Tillverkare	Akzo Nobel Surface Chemistry AB 444 85 Stenungsund Sverige Tel: 0303 850 00 Fax: 0303 813 06

2. SAMMANSÄTTNING / ÄMNEAS KLASSIFICERING

Produkten är att betrakta som en beredning enligt gällande lagstiftning.

Ämnesnamn	CAS-nr.	Halt	Symboler	Riskfraser
N-Stearylbetain	820-66-6	10-15 %	Xi ,N	R-36/38, 50
N-Cetylbetain	693-33-4	10-15 %	Xi ,N	R-36/38, 50
C12-14 Alkylsulfat, natriumsalt	85586-07-8	5-10 %	-	
2-Propanol	67-63-0	30-40 %	-	R-11
Vatten	7732-18-5	30-40 %	-	

Övrig information Alla komponenter är registrerade i EINECS.

3. FARLIGA EGENSKAPER

Brandfarligt. Irriterar ögonen och huden. Kan vara farligt vid inandning efter ofta upprepade exponering. Produkten innehåller ämne, som är klassificerat som miljöfarligt.

4. FÖRSTA HJÄLPEN

Inandning	Frisk luft och vila.
Hud	Tag av nedstänkta kläder. Skölj genast med mycket vatten.
Ögon	Skölj genast med vatten i flera minuter. Håll ögonlocken brett isär. Sök läkarvård.
Förtäring	Drick ett par glas vatten eller mjölk. Kontakta läkare om större mängd förtärts (visa detta varuinformationsblad).

5. ÅTGÄRDER VID BRAND

Släckmedel	Pulver, skum eller koldioxid.
Risker vid brand	Ångorna kan redan vid temperaturer under rumstemperatur bilda explosiv blandning med
Produktkod	Utgivningsdatum 1999-01-25 Omarbetning 0.0 1 / 5

	luft.
Farliga förbränningsprodukter	Inte känt.

6. ÅTGÄRDER VID SPILL / OAVSIKTLIGA UTSLÄPP

Personlig skyddsutrustning	Beträffande personligt skydd hänvisas till punkt 8.
Miljöskyddsåtgärder	Förorena inte avlopp eller vattendrag.
Saneringsmetoder	Valla in med inert material. Absorbera i vermikulit, torr sand eller jord. Placera materialet i behållare för omhändertagande i enlighet med lokala föreskrifter.

7. HANTERING OCH LAGRING

Hantering	Undvik inandning av ångor. Undvik uppvärmning, gnistor och öppen eld. Rökning förbjuden.
Lagring	Skyddas från värme, gnistor och öppen eld. Rökning förbjuden.

8. BEGRÄNSNING AV EXPONERINGEN / PERSONLIGA SKYDDSÅTGÄRDER

Hygieniska gränsvärden

Kommentarer	AFS = AFS 1996:2 HYGIENISKA GRÄNSVÄRDEN.		
Ämnesnamn	Gränsvärde 8 timmar	Korttidsexponering	Referenser
2-Propanol	150 ppm	250 ppm	AFS.

Kommentarer

Tekniska skyddsåtgärder	Möjlighet till ögonspolning. Mekanisk ventilation eller punktutsug kan behövas.
-------------------------	---

Personlig skyddsutrustning

Andningsorgan	Vid otillräcklig ventilation, lämpligt andningsskydd. Halvmask med filter: Gasfilter A (organiska ämnen, brun).
Händer	Använd lämpliga skyddshandskar.
Ögon	Lämpliga skyddsglasögon.

9. FYSIKALISKA OCH KEMISKA EGENSKAPER

Utseende	Klar vätska.	
Färg	Färglös.	
Lukt	-	
Kokpunkt/intervall (°C)	* - 82	Tryck (kPa)
Smältpunkt/intervall (°C)	- 13	
Flampunkt (°C)	23	Metod
Tändpunkt (°C)	* 460	
Undre explosionsgräns (vol %)	* 2	
Övre explosionsgräns (vol %)	* 13	
Ångtryck	-	Temperatur (°C)

Produktkod	Utgivningsdatum	1999-01-25	Omarbetning	0.0	2 / 5
------------	-----------------	------------	-------------	-----	-------

Relativ ångdensitet (luft=1)	* 2		
Densitet (kg/m ³)	950	Temperatur (°C)	25
Bulkdensitet (kg/m ³)	-		
Viskositet	~ 15 mPas	Temperatur (°C)	25
pH	8-9		
pH, utspädd lösning	~ 8	Konc (%)	1
Löslighet vatten	Löslig, gelbildning.		
Löslighet i andra lösningsmedel	Löslig i etanol. Dispergerbar i oktanol.		
Fördelningskoefficient (log Pow)	-		
Kommentarer till fysikaliska data	* 2-Propanol.		

(Dessa värden är typiska för produkten och skall ej ses som en specifikation)

10. STABILITET OCH REAKTIVITET

Stabilitet	Normalt stabil.
Förhållanden som bör undvikas	Reagerar häftigt med oxidationsmedel.
Farliga sönderdelningsprodukter	Inte känt.

11. TOXIKOLOGISK INFORMATION

Toxikologiska data

LD50 oralt råtta. > 2000 mg/kg

Hälsofarlighet

Inandning	Innehåller lösningsmedel. Inandning av ånga kan ge irritation i näsa, svalg och luftvägar.
Hud	Irriterande. Kan ge övergående sveda och rodnad.
Ögon	Irriterande. Kan ge övergående rodnad och svullnad.
Förtäring	Låg akut toxicitet. Innehåller lösningsmedel.

12. EKOTOXIKOLOGISK INFORMATION

Ekotoxikologiska data

Fördelningskoefficient (log Pow) -

13. AVFALLSHANTERING

Destruktionsmetoder	Förbränning rekommenderas. Destrueras enligt lokala föreskrifter.
---------------------	---

14. TRANSPORTINFORMATION

Produktkod	Utgivningsdatum	1999-01-25	Omarbetning	0.0	3 / 5
------------	-----------------	------------	-------------	-----	-------

Proper shipping name Flammable liquid, n.o.s. (contains isopropanol)

Landtransport

UN-Nr.	1993	RID-klass	3
ADR-klass	3	RID ämnesnr	31c
ADR ämnesnr	31c		
CEPIC Nr.	30G35		

Sjötransport

UN-Nr.	1993	EmS	3-06
IMDG-klass	3.3	MFAG	305
IMDG förpackningsgrupp	II	Marine pollutant	Nej

Flygtransport

UN-Nr.	1993	Sub. risk	-
IATA/COA-klass	3	Förpackningsgrupp	II

15. GÄLLANDE BESTÄMMELSER

Ämnesnamn

N-Stearylbetain
N-Cetylbetain
C12-14 Alkylsulfat, natriumsalt
2-Propanol
Vatten

Brandfarlighetsklass Klass 2a (Flampkt. >21 - 30°C)

Farosymboler



Riskfraser R-10 Brandfarligt. R-36/38 Irriterar ögonen och huden. R-320 Kan vara farligt vid inandning efter ofta upprepade exponering.

Skyddsfraser S-16 Förvaras åtskilt från antändningskällor - Rökning förbjuden. S-26 Vid kontakt med ögonen, spola genast med mycket vatten och kontakta läkare. S-37/39 Använd lämpliga skyddshandskar samt skyddsglasögon eller ansiktsskydd.

16. ÖVRIG INFORMATION

Denna information gäller endast ovan nämnda produkt och behöver ej nödvändigtvis vara gällande om den används tillsammans med en eller flera andra produkter. Det åligger användaren att förvissa sig om att informationen är relevant och fullständig när det gäller hans egen användning av denna produkt.

Status Preliminär.

Utarbetad av Eva Martinsson
Christer Bengtsson

Produktkod	Utgivningsdatum	1999-01-25	Omarbetning	0.0	4 / 5
-------------------	------------------------	------------	--------------------	-----	-------

Rapportförteckning

Samtliga rapporter kan beställas hos Fjärrvärmeföreningens Förlagsservice.
Telefon: 08 - 677 26 00, Telefax: 026 - 24 90 10

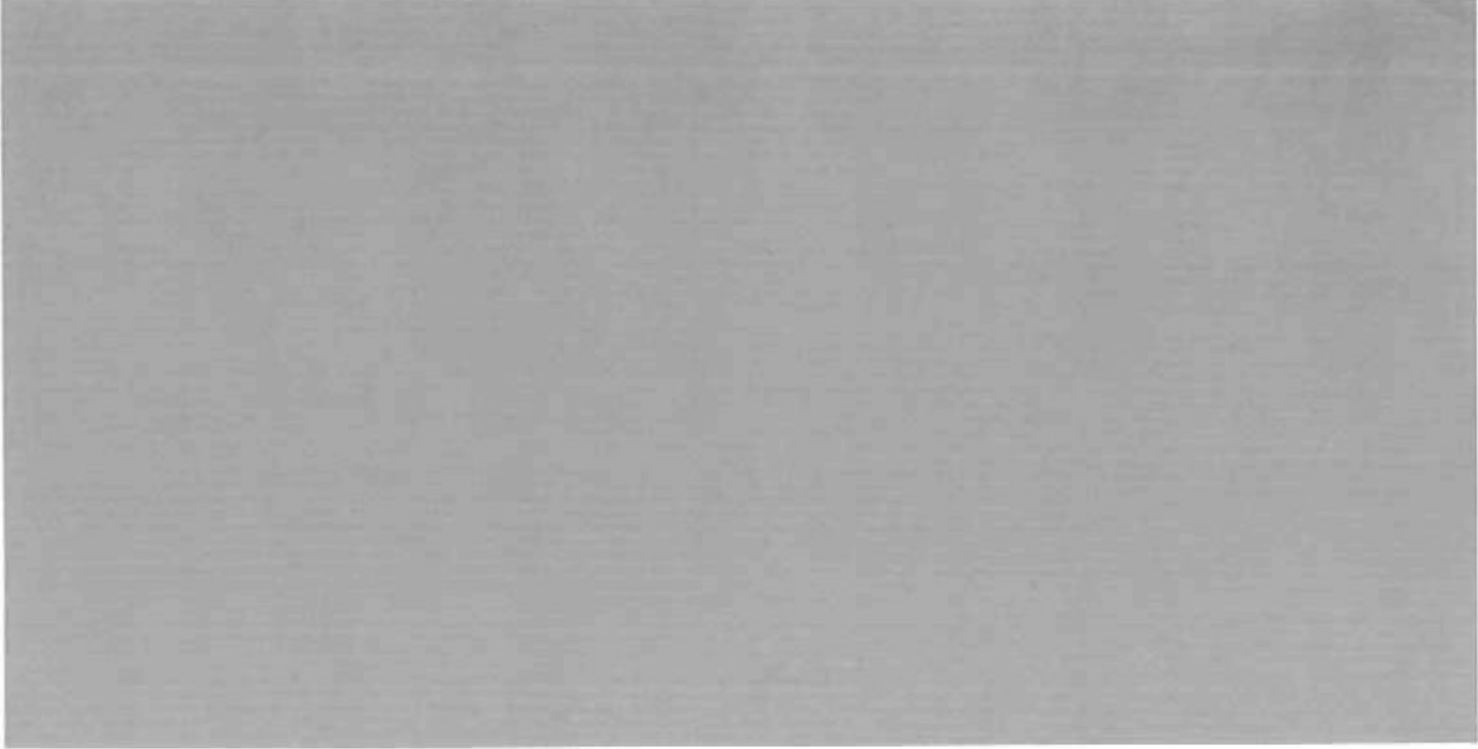
<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
FORSKNING OCH UTVECKLING - RAPPORTER			
1	Inventering av skador på befintliga skarvar med CFC-blåsta respektive CFC-fria fogskum	Hans Torstensson	maj-96
2	Tryckväxlare - Status hösten 1995	Bror-Arne Gustafson Lena Olsson	maj-96
3	Bevakning av internationell fjärrvärmeforskning	Sture Andersson Gunnar Nilsson	maj-96
4	Epoxirelining av fjärrvärmerör	Jarl Nilsson	sep-96
5	Effektivisering av konventionella fjärrvärmecentraler (abonnentcentraler)	Lena Råberger Håkan Walletun	okt-96
6	Auktorisation av montörer för montage av skarvhylsor och isolering Former och utvärdering	Lars-Åke Cronholm	okt-96
7	Direkt markförlagda böjar i fjärrvärmeledningar	Jan Molin Gunnar Bergström	dec-96
8	Medierör av plast i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun Hcimo Zinko	dec-96
9	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisole- ring av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	dec-96
10	Dynamiska värmelaster från fiktiva värmebehov	Sven Werner	mars-97
11	Torkning av tvätt i fastighetstvättstugor med fjärrvärme	H. Andersson J. Ahlgren	maj-99
12	Omgivningsförhållandenas betydelse vid val av strategi för ombyggnad och underhåll av fjärrvärmenät. Insamlingsfasen	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-97
13	Svensk statlig fjärrvärmeforskning 1981-1996	Mikael Henriksson Sven Werner	dec-97
14	Korrosionsrisker vid användning av stål- och plaströr i fjärrvärmesys- tem - en litteraturstudie	Peeter Tarkpea	dec-97
15	Värme- och masstransport i mantelrör till ledningar för fjärrkyla och fjärrvärme	Daniel Eriksson Bengt Sundén	dec-97
16	Utvärdering av fuktinträngning och gasdiffusion hos gamla kulvertör "Hisings-Backa"	Ulf Jarfelt	dec-97
17	Kulvertförläggning med befintliga massor	Jan Molin Gunnar Bergström Stefan Nilsson	dec-97

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
18	Värmeåtervinning och produktion av frikyla - två sätt att öka markna- den för fjärrvärmedrivna absorptionskylmaskiner	Peter Margen	dec-97
19	Projekt och Resultat 1994-1997	Anders Tvärne	mars-98
20	Analys av befintliga fjärrkylakunders kylbehov	Stefan Aronsson Per-Erik Nilsson	mars-98
21	Statusrapport Trycklösa Hettvattenackumulatorer	Mats Lindberg Leif Breitholtz	maj-98
22	Round Robin test av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ulf Jarfelt	maj-98
23	Mätvärdesinsamling från inspektionsbrunnar i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun	juni-98
24	Fjärrvärmerörens isolertekniska långtidsegenskaper	Ulf Jarfelt Olle Ramnäs	juni-98
25	Termisk undersökning av koppling av köldbärarkretsar till fjärrkylanät	Erik Jonson	juni-98
26	Reparation utan uppgrävning av skarvar på fjärrvärmerör	Jarl Nilsson Tommy Gudmundson	juni-98
27	Effektivisering av fjärrvärmecentraler - metodik, nyckeltal och an- vändning av driftövervakningssystem	Håkan Walletun	apr-99
28	Fjärrkyla. Teknik och kunskapsläge 1998	Paul Westin	juli-98
29	Fjärrkyla - systemstudie	Martin Forsén Per-Åke Franck Mari Gustafsson Per-Erik Nilsson	juli-98
30	Nya material för fjärrvärmerör. Förstudie/litteraturstudie	Jan Ahlgren Linda Berlin Morgan Fröling Magdalena Svanström	dec-98
31	Optimalt val av värmemätarens flödesgivare	Janusz Wollerstrand	maj-99
32	Miljöanpassning/återanvändning av polyuretanisolerade fjärrvärmerör	Morgan Fröling	dec-98
33	Övervakning av fjärrvärmenät med fiberoptik	Marja Englund	maj-99
34	Undersökning av golvvärmesystem med PEX-rör	Lars Ehrlén	apr-99
35	Undersökning av funktionen hos tillsatser för fjärrvärmevatten	Tuija Kaunisto Leena Carpén	maj-99
36	Kartläggning av utvecklingsläget för ultraljudsmätare	Jerker Delsing	nov-99
37	Förbättring av fjärrvärmecentraler med sekundärnät	Lennart Eriksson Håkan Walletun	maj-99

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
38	Ändgavlar på fjärrvärmerör	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	sept-99
39	Användning av lågtemperaturfjärrvärme	Lennart Eriksson Jochen Dahm Heimo Zinko	sept-99
40	Tätning av skarvar i fjärrvärmerör med hjälp av material som sväller i kontakt med vatten	Rolf Sjöblom Henrik Bjurström Lars-Åke Cronholm	nov-99
41	Underlag för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-99
42	Metoder att nå lägre returtemperatur med värmeväxlardimensionering och injusteringsmetoder. Tillämpning på två fastigheter i Borås.	Stefan Petersson	mars-00
43	Vidhäftning mellan PUR-isolering och medierör. Har blåstring av medieröret någon effekt?	Ulf Jarfelt	juni-00
44	Mindre lokala produktionscentraler för kyla med optimal värmeåtervinningsgrad i fjärrvärmesystemen	Peter Margen	juni-00
45	Fullskaleförsök med friktionsminskande additiv i Herning, Danmark	Flemming Hammer Martin Hellsten	nov-00
46	Nedbrytningen av syrereducerande medel i fjärrvärmenät	Henrik Bjurström	okt-00
47	Energimarknad i förändring Utveckling, aktörer och strategier	Fredrik Lagergren	nov-00
48	Strömförsörjning till värmemätare	Henrik Bjurström	nov-00
49	Tensider i fjärrkylennät - Förstudie	Marcus Lager	nov-00
50	Svensk sammanfattning av AGFWs slutrapport "Neuartige Wärmeverteilung"	Heimo Zinko	jan-01

FORSKNING OCH UTVECKLING – ORIENTERING

1	Fjärrkyla: Behov av forskning och utveckling	Sven Werner	jan-98
2	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för perioden 23/5 – 30/9 1996.	Lars Lindgren Conny Nikolaisen	jan-98
3	Symposium om Fjärrvärmeforskning på Ullinge Wårdshus i Eksjö kommun, 10-11 december 1996	Lennart Thörnqvist	jan-98
4	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för period 2. 1/1 – 31/12 1997.	Conny Nikolaisen	juli-98
5	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolerad ring av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	sept-99



Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB och Statens Energi-
myndighet bedriver forskningsprogram inom området fjärrvärme
hetvattenteknik och fjärrkyla.

SVENSKA FJÄRRVÄRMEFÖRENINGENS SERVICE AB

101 53 STOCKHOLM

Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr

Telefon 08 - 677 25 50, Telefax 08 - 677 25 55

Förlagsservice, beställning av trycksaker:

Telefon 08 - 677 26 00, Telefax 08 - 677 26 05