

Case CO₂ // Energi

Energibesparelser ved brug af fluoropolymer belagte olieproduktionsrør

Af Christian Strøbech og Jens Hinke

Kontakt (hos DuPont®): Jürgen Hofmann, DuPont®
Tlf. direkte 0032474891626
Mail: Jurgen.hofmans@bel.dupont.com

Tekniske data

Rør: Kulstof eller legeret stål
Længde: 6 -12 meter
Diameter: Ø 100 – Ø 250 mm
Belægning: DuPont® StreaMax™
Proces: Varmebehandling 400°C, sandblæsning, belægning, sintring, kontrol
Lagtykkelse i alt: 115 -125 my

Fra DuPont® har vi modtaget nedenstående Tabel 1. Tabellen viser trykfaldet ved henholdsvis ubelagte og StreaMax™ belagte rør.

Tabel 1. Friktionstrykfald for indvendigt belagt rør, rent nyt rør og let rustent rør¹.

Theoretical Frictional Pressure Drop
8 500 m³/day water flow, 9 000 m length
68 °C, density = 975.6 kg/m³ viscosity = 4.198e-4 Pa-s

	StreaMax™				Clean New Pipe				Lightly Rusted Pipe	
Roughness, in	Perfectly smooth		0.0001		0.001		0.0018		0.01	
Inside Dia in	6.184	6.785	6.184	6.765	6.184	6.765	6.184	6.765	6.184	6.765
Press Drop, bar	76	49	80	51	100	63	110	70	161	100

Calculated using the Churchill equation for Fanning friction factor in terms of roughness ε , inside diameter D , and Reynolds number Re .

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -4 \log_{10} \left[\frac{0.27 \varepsilon}{D} + \left(\frac{7}{Re} \right)^{0.9} \right]$$

JT April 2, 2008

Som eksempel er taget et StreaMax™ rør med en indvendig diameter på 6.184 tommer og en ruhed på 0.0001 tommer. Dette er sammenlignet med et let rustent rør med samme diameter og en ruhed på 0.01 tommer. Spørgsmålet er nu, hvor meget energi, der bruges for at flytte 8.500 m³ vand/dag, når pumpen skal arbejde mod et tryk på 80 bar.

Vi ved, at 10 meter vand søjle er ca. 1 bar. 80 bar er derfor 800 meter vandsøjle.

¹ Tabel 1 med friktionstrykfald er et originalt DuPont ® dokument.

Den potentielle energi er $E = m \times G \times h$ m i m^3 , $G = 9.81 \text{ m/s}^2$, h = højde i meter
 $E = 8.500 \times 1.000 \times 9.81 \times 800 \text{ kg} \times \text{m/s}^2 \times \text{m} = \text{joule}$
 $E = 8.5 \times 9.81 \times 8 \times 10^8 \text{ joule pr. døgn}$
 $E = 667 \times 10^8 \text{ joule}$
 $E = 667 \times 10^8 / 24 \times 60 \times 60 \text{ watt} = 7,7 \times 10^2 \text{ watt} = 7.7 \times 10^2 \text{ kW}$

Hvis energien på samme måde er beregnet for den anden diameter i tabel 1 og for de let rustne rør får man resultaterne i tabel 2.

Table 2. Besparelser ved StreaMax™ belagte rør i forhold til et let rustent rør

Rør diameter	StreaMax™ 0.001	Let rustent	Besparelse	Pumpe besparelse ved 50% effektivitet	CO ₂ besparelse
6.184 tommer	7.700 kW	15.500 kW	7.800 kW	15.600 kW	7706 kg
6.765 tommer	4.900 kW	9.600 kW	4.700 kW	9.400 kW	4644 kg

Besparelsen for 6.184 tommer røret er 7.800 kW, men antager vi, at pumpen har en effektivitet på 50%, hvilket er normalt, er den aktuelle besparelse 15.600 kW.

Ved produktion af 1000 kWh udledes i Danmark 494 kg CO₂. Det betyder at miljøet spares for mængden af CO₂ nævnt i Tabel 2.

I Danmark koster 1 kWh til industrielt brug ca. 1 krone. Dette betyder, at det belagte 6.184 tommer rør sparer brugeren DKK 15.600 i timen eller DKK 374.400 pr. dag for at flytte 8.500 m³/dag over en afstand på 9.000 meter. Omgivelserne er sparet for 7.706 kg CO₂ hver time eller $24 \times 7706 = 184.944$ kg pr. dag.

Accoat's brug af energi for at belægge StreaMax™ rørene

Processen for belægning af rørene ses i Tabel 3 nedenfor.

Belægningsparametrene kontrolleres ved at bruge temperaturloggere. Målere på naturgas forbruget osv. Normalt er adskillige rør, ofte af forskellige diametre varmebehandlet, belagt, tørret og sintret på samme tid i den samme ovn. Eksemplet i tabel 3 er derfor et typisk eksempel.

Tabel 3. Belægningsprocessen for StreaMax™ rør

Proces/produkt	Antal rør	Længde af rør	Gas i m ³	CO ₂ kg emission	Pris DKK	Mandetimer
Varmebehandling	12	12 m	402	906	3284	6?
Sandblæsning	12	12 m				12?
Speciel sand	12	12 m			?	
Primer	6	Variierende	695	1.566	5.678	6?
Mid-coat	6	Variierende	363	818	2.965	6?
Top-coat	6	Variierende	275	620	2.247	6?
Total			1735	3917	14.174	
Total gas for 1 stk. 12 m rør			289	653	2.362	
Total for 1 m rør			24	54.4	196.8	
Totalt pr. 9.000 m rør			216.000	489.600	1.768.000	

Pris for gas: DKK 8.17 pr. m³
 Hver 1000 m³ natur gas afgiver: 2253 kg CO₂
 Hver mandetime svarer til: 1.14 kg CO₂

Ovenfor fandt vi, at kunden sparer DKK 374.400 om dagen ved at transportere 8.500 kubik-meter om dagen over en afstand på 9.000 meter.
 Dette betyder, at pay-back tiden for de 9.000 meter 6.184 tommer rør er:

Pay-back tid: Kundens pris / 374.400 DKK = x dage

“Pay- back tid” for CO₂ baseret på Accoat's gasforbrug 489.600 / 184.944 = 2.6 dage

Bemærk: Ovenstående eksempel er baseret på testproduktioner foretaget på Munkegårdsvej 16. Det medtager kun den aktuelle mængde gas brugt og ikke omkostninger til lønninger, sand til sandblæsning, til belægningen og udstyrsomkostninger. Når et nyt produktionsanlæg er i operation kan en mere nøjagtig beregning udføres.

Konklusion

Accoat belægger indersiden af rør til olie- og gasindustrien for at forebygge korrosion og for at reducere friktionen inde i røret. Baseret på informationer fra DuPont®, der viser trykfaldet af henholdsvis et belagt rør og et let rustent rør, kan besparelse i energi ved at pumpe væsker gennem rørene beregnes. Ligeledes kan det beregnes hvor meget CO₂, der ikke sendes ud i atmosfæren. Den mængde CO₂, der udledes af Accoat ved produktion af belægningen er meget lille i forhold til hvad kunden sparer. Det kan beregnes, at "tilbagebetalingstiden for CO₂" er 2.6 dage.

TAK

En tak til udviklingschef Jens Hinke for at have udført den meget kreative beregning af de opnåede besparelser ved at belægge med StreaMax™.

Referencer

1. DuPont® Streamax™ coating “Flow solutions for the oil & gas industry”. En brochure.
2. Powered by science: DuPont® Streamax™. Sider på internettet når søgeordet er Streamax™.