

## 7. Industriens nøgletal

### Opstilling af nøgletal

Virksomhedens nøgletal kan opstilles på flere niveauer:

- For virksomheden under ét
- For hver afdeling/produktionsenhed
- For produkter
- For enkeltanlæg

Dette kapitel omtaler de tre førstnævnte typer af nøgletal. Nøgletal for enkeltanlæg i form af fx elforbrug pr. m<sup>3</sup> trykluft, elforbrug pr. kWh kuldeydelse og virkningsgrad for en varmeveksler er beskrevet i kapitel 6.

Nøgletallene opgøres ofte ud fra produktionsmængden eller omsætningen. Andre muligheder er maskintimer, antal medarbejdere o.l., som kan være lettere at fremskaffe end produktionsmængden. Et nøgletal opgjort ud fra maskintimer kan især være anvendeligt ved vurdering af udviklingen i virksomheden selv, mens energiforbruget pr. ansat kan være anvendeligt, når man vil sammenligne forskellige virksomheder i en homogen branche.

En anden form for nøgletal er udgiften til indkøb af el, brændsel og fjernvarme i procent af omsætningen. Dette nøgletal ligger fra 0,3% for „anden konfektionsindustri“ op til omkring 18% for cementfabrikker. Nøgletallet kan især bruges ved en sammenligning af en virksomhed med branchegennemsnittet.

Et nøgletal opgjort ud fra m<sup>2</sup> etageareal er generelt kun anvendeligt i industrien bortset fra til vurdering af rumvarmeforbrug (GJ/m<sup>2</sup>) eller belysning (W/m<sup>2</sup>).

### Hvor finder man nøgletallene til sammenligning?

Det er nemt at finde nøgletal for enkeltanlæg som trykluft, belysning, tørreanlæg. De er også angivet i denne håndbog i kapitel 6. Det er straks vanskeliggere at finde nøgletal for produkter og virksomheder, men her er et par forslag:

- *Brancheenergianalyserne* indeholder nøgletal, som der er vist eksempler på i tabel 1. Ud over de anførte brancher er der analyser for margarineindustri, tørrerier, maskinfabrikker, støberier, tekstil- og beklædningsindustri, træ- og møbelindustri samt vaskerier.
- *Projekt Værktøjskassen* har udsendt brochurer om energiledelse i konkrete virksomheder. Nogle af disse indeholder nøgletal.

I udenlandske rapporter m.m. findes der også nøgletal, men de giver ikke altid et rimeligt sammenligningsgrundlag for danske virksomheder pga. strukturelle forskelle og forskelle i energikilder. EU udgiver BAT-noter, som indeholder meget detaljerede oplysninger om nøgletal. BAT-noter findes for bl.a. papirindustri, støberier, raffinaderier og cementproduktion.

### Nøgletal i produktionsvirksomheder

#### Eksempel på nøgletal for produkter

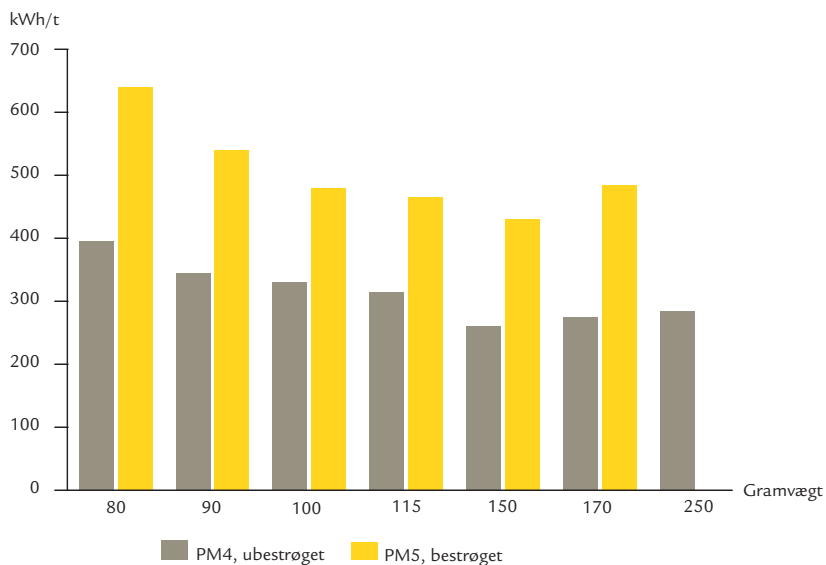
En papirfabrik registrerer forbruget af damp og el på hver papirmaskine i maskinernes processtyringsystem. En registrering starter, hver gang der skiftes gramvægt og papirkvalitet på en maskine.

Registreringerne bruges både til løbende optimering af produktionen og til udarbejdelse af nøgletal i form af det specifikke elforbrug (elforbrug pr. ton

Tabel 1 Eksempler på nøgletal fra brancheenergianalyser

<b>Svineslagterier</b> (1994)	Indkøbt energi	26 kWh/svin ekskl. forædling, 34 kWh/svin inkl. forædling
<b>Mejerier</b> (1994)	Elforbrug Varmeforbrug	177 kWh/t smør 266 kWh/t smør
<b>Iskremindustri</b> (1994)	Elforbrug Varmeforbrug	537 kWh/1.000 l 456 kWh/1.000 l
<b>Fiskeindustri</b> (1995)	Energiforbrug	229 GJ/ansat
<b>Grafisk industri</b> (1994)	Elforbrug Energiforbrug i alt	49 kWh/1.000 m <sup>2</sup> tryk, 816 kWh/t papir 519 MJ/1.000 m <sup>2</sup> tryk, 8.600 MJ/t papir
<b>Plastindustri, sprøjtetøbning</b> (1995)	Elforbrug Varmegenvinding	3.275 kWh/t 91 kWh/t
<b>Teglværker</b> (1999)	Elforbrug Brændselsforbrug	51 kWh/t brændt gods 658 kWh/t brændt gods

Figur 1 Specifikt elforbrug for diverse papirkvaliteter



produceret papir) og det specifikke dampforbrug. Figur 1 viser det specifikke elforbrug for nogle af papirkvaliteterne.

### Energiforbrugets fordeling på slutanvendelser

Når en virksomhed sammenligner sig selv med andre virksomheder, kan den ikke blot have nytte af at gøre det ud fra nøgletal, men også ud fra energiforbrugets fordeling på slutanvendelser. Derved kan virksomheden vurdere, om den bruger en forholdsvis større del af energiforbruget til fx køling eller belysning, end branchen som helhed gør.

Rapporten Kortlægning af erhvervslivets energiforbrug indeholder en opgørelse af energiforbruget på slutanvendelser. Hovedtallene fra rapporten er samlet i tabel 2.

### Forbrugsmønstret

En virksomhed kan også følge og synliggøre udviklingen i sit eget energiforbrug ved at opgøre forbruget time for time og dag for dag, se figur 2. Det kan være lettere for medarbejderne at forholde sig til en sådan figur end til de mere abstrakte nøgletal.

Elselskaberne aflæser elforbruget løbende for alle lidt større virksomheder og kan præsentere data i form af bl.a. virksomhedens forbrugsmønster. For brændselsforbruget kan virksomheden eventuelt selv lave en tilsvarende kurve på overvågningsanlægget.

Ved „mønstergenkendelse“ kan virksomheden

hurtigt vurdere, om forbrugsforløbet afviger fra det typiske mønster og også vurdere årsagerne til en afvigelse. Mønstergenkendelsen i figur 2 kan bl.a. give anledning til følgende spørgsmål:

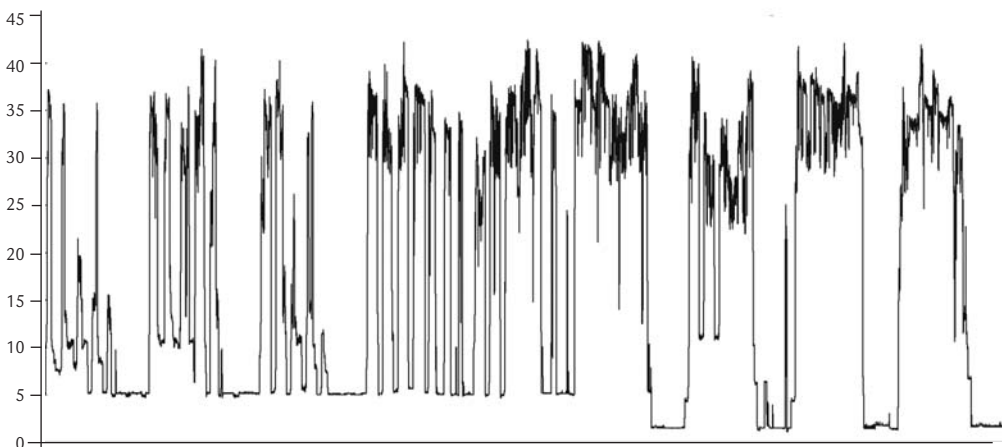
- Hvorfor er forbruget ikke lige lavt i alle week-ender?
- Hvorfor falder forbruget ikke længere ned de nætter, hvor der ikke arbejdes?
- Startes maskiner og hjælpudstyr for tidligt, og slukkes de for sent?

### Virksomhedskort for grafisk industri, et eksempel

Foreningen af Statsautoriserede Revisorer har udarbejdet en Energihåndbog med praktiske værktøjer til identifikation af mulige energibesparelser for virksomheder. For 26 udvalgte brancher/erhvervssektorer er der bl.a. opstillet nøgletal, typiske besparelsesforslag samt afgifts- og tilskudsmuligheder – de såkaldte Virksomhedskort. Energihåndbogen findes elektronisk på [www.energiokonomi.dk](http://www.energiokonomi.dk), og det er muligt at købe et password, så man får adgang til alle virksomhedskort hos Foreningen af Statsautoriserede Revisorer.

Figur 2 En virksomheds elforbrug gennem syv uger

kWh/kvarter



**Tabel 2** Energiforbrugets procentvise fordeling på slutanvendelser i industrien, 1997

	Branche-kode	Brændsel og fjernvarme											El												
		Kedel- og nettab	Opvarmning/kogning	Tørring	Inddampning	Destillation	Brænding/sintring	Smeltning/søbning	Anden varme	Arbejdsførsel	Rumvarme	Opvarmning/kogning	Tørring	Brænding/sintring	Smeltning/søbning	Belysning	Pumpning	Kølfrys	Ventilation og blæsere	Trykluft og procesluft	Findeling	Omrøring	Øvrige elmotorer	Rumvarme	Edb. svejsning, m.m.
Udvinning af grus, ler, m.v.	140009	8	6	31	38		14																		
Slagterier	151000	14	26	24	3			17	0	16					7	8	40	11	6	3		22	1	2	
Forarb. og kons. af fisk m.v.	152000	17	39	24	11					1	8				5	13	28	16	5	2		30	1		
Forarb. og kons. af frugt m.v.	153000	20	57							1	23				6	6	49	8	7	13		10	1		
Fremst. af veg. og animal. olier m.v.	154000	17	50	22	8					3					2	38		20	4	20		14	2		
Mejerier og isfabrikker	155000	19	29	22	17				2		10				5	16	25	18	7		3	25		1	
Fremstilling af stivelsesprod. m.v.	156009	9	14	29	27	10					12	1			5	20	8	21	4	6	2	32	1		
Fremstilling af brød m.v.	158109	5	21	47						1	25				14	4	27	18	1		35	1			
Bagerforretninger	158120	1	15	79						5	16	39			8	25	2				3	7			
Sukkerfabrikker og -raffinaderier	158300	13	33	16	35					3					3	46	28	4	3		3	16			
Drikkevarerindustri	159000	11	43	21	9	3				1	12				7	21	17	25	13			17			
Tobaksindustri	160000	15		23					21	2	40				29	5	25	12	2		25	1	1		
Tekstilindustrien	170000	14	51	19						1	15	2			12	7	14	10			50	4	1		
Beklædningsindustri	180000	12							21	2	65				25	5	5	13	11			28	5	8	
Læder og fodtøjsindustri	190000	20	18	14							48				16	2	21	20	2		35	2	2		
Træindustri	200000	18	4	41					4	3	30	2	5		7	3	35	15	3		29		1		
Papirindustri	210000	9	7	77						1	6				6	27	10	7	18	5	26				
Udgivelse af dagblade	221200	2									98				13	1	3	17	12		39		15		
Udgiver- og forlagsvirks. ekskl. dagbl.	221309	6	26							2	66	3			16	5	3	20	9		32	2	10		
Trykkerier	222009	11	7								82				15	1	5	20	5		35	4	15		
Mineralolieindustri m.v.	230000	5	75			20						1			2	62	9	24		2					
Fremstilling af industrigasser m.v.	241109	18									82				1	2		1	92		3		1		
Fremstilling af farvestoffer m.v.	241209	9	31	11	20	1			15	1	12				3	14	8	7	29		23	16			
Fremstilling af kunstgødning	241500	11	21	56	9						3	9			2	36	6	22	21	2	2				
Fremstilling af basisplast m.v.	241617	4	63								33				10	2	60	5	5	10	2	2	4		
Fremstilling af pesticider m.v.	242000	15	20	30	10						25				5	25	20	10	10		20	10			
Fremstilling af maling, lak m.v.	243000	11	12							1	76				9	2	45	14	5	5	10	10			
Medicinalindustri	244000	15	19	10	11	12					32	2	5		5	25	30	13	10		5	5			
Fremst. af rengøringsmidler m.v.	245070	17	33	28							21	20			5	5	10	10	5	5	35	4	1		
Fremstilling af gummiprodukter m.v.	251122	19	10	5				24		1	41	2	2		36	7	4	8	12	10	2	11	2	2	
Fremst. af bygningsartikler af plast	252300	20						14		6	7	2			50	7	1	6	12	7		12	2	1	
Fremst. af andre plastprodukter	252400	13	3	7						3	73	5	10		20	9	2	13	10	6	4	1	12	5	3
Glas og keramisk industri	261126	2	2	2				8	66	7	12				28	5	2	21	19	1	18		3		
Fremstilling af cement, mursten m.v.	263053		4				94			1					1	2	26	2	50		19				
Fremst. af produkter af beton m.v.	266080	4	18	38			6	18	4	1	11	3	1		1	6	4	28	7	9	2	35	4		
Jern- og stålværker	271000		92					4		1	3				75	1	5	7	2		10				
Forarbejdning af jern og stål	272030	9	8					2	12	2	66	1	3	5	13			20	15		40		3		
Fremst. af ikke-jernholdige metaller	274000	4	2	5			66	1	22	4	4				5	15		20	15		40		1		
Støbning af metalprodukter	275000	38	1				59			2					35	12		15	10		27		1		
Fremst. af byggematerialer af metal	281009	12	8	12				3	1	1	62	2			10	13	2	1	20	10		30		12	
Fremst. af håndværktøj m.v.	286009	12	3	17				8	1	1	58	1	1		35	10	2	1	13	9		22		1	5
Fremstilling af skibsmotorer m.v.	291000	9	1	4				5	8		74	2	2		2	14	5	1	18	12		41		5	
Fremst. af mask. til generelle formål	292000	12	4	18						2	1	63	3		1	15	2	3	15	12		42		3	5
Fremstilling af landbrugsmaskiner	293000	7	25					9	1	58	2				18	3	2	18	12	1		37		1	6
Fremstilling af maskiner til industri	294009	11	3	2					1		82	1	3	3	3	10	2	19	12		36		4	7	
Fremst. af husholdningsapparater	297000	13	1	8						1	78	1	4		13	2		20	12		40		2	6	
Fremstilling af kontormaskiner	300000	7	2							1	89	3			15			25	10		17		5	25	
Fremst. af andre elektr. maskiner m.v.	310000	9	6	3						1	81	3	5		5	10	1	1	20	12		40		1	2
Fremstilling af telemateriel m.v.	320000	16		6						1	77				10	2		30	18	1		32		2	5
Fremst. af med. udstyr, instr. m.v.	330000	11		6							83				5	15		2	30	10		30		3	5
Fremstilling af biler m.v.	340000	12	3	18				13		2	52	4			14	4	1	17	12		35		2	11	
Skibsværfter og bådebyggerier	351000	12	6	35							1	47			8	3		20	30		17		21		
Fremst. af transp.m. ekskl. skibe og biler m.v.	352050	11	4	4						2	79				15	2		30	15		29		3	6	
Møbelindustri	361000	21		15						2	62				9	2		42	16	1		22		1	2
Fremst. af legetøj og guldvarer m.v.	362060	14	9	5							71				2	45	12	3	5	7	5	2	17		2

Et eksempel på et virksomhedskort er vist nedenfor. Den grafiske industri er brugt som eksempel. Informationerne om industrien er hentet fra en branche-energianalyse fra 1994.

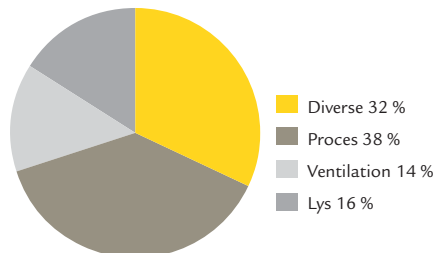
Tabel 3 Nøgletal for den grafiske industri

	25% mindst	Middel	75% størst
<b>Elforbrug kWh/m<sup>2</sup></b>	151	240	640
<b>Varmeforbrug kWh/m<sup>2</sup></b>	115	924	2262
	25% mindst	Middel	75% størst
<b>Elforbrug kWh/ansat</b>	7810	16800	30154
<b>Varmeforbrug kWh/ansat</b>	5040	37869	196000

### Energimæssige kendetegn

Branchens energiforbrug er meget varierende både i størrelse og form og er afhængig af produkttyper pga. de anvendte processer. Tabel 3 viser nøgletallene for den grafiske industri. Figur 3 viser elfordelingen, mens tabel 4 angiver typiske besparelsesmuligheder.

Figur 3 Elfordelingen for grafisk industri



Diverse dækker over bl.a. klargøring, efterbehandling, trykluft, køling og andet mindre udstyr.

Tabel 4 Typiske besparelsesmuligheder i den grafiske industri

Typiske besparelsesmuligheder	%-vis besparelse på området	Tilbagebetalingstid
<b>Belysning</b>		
• Vedligeholdelse af belysningsanlæg	15-30%	
• Benyt altid pærer og lysstofrør m/energimærke A		
• Benyt særbelysning i stedet for en høj almenbelysning		
• Benyt HF-spoler	20-70%	
• Styring af lyset - dagslysstyring og bevægelsesmeldere		
<b>Ventilation</b>		
• Forbedret styring af ventilationen	10-50%	0-5 år
• Varmegenvinding fra udsugningsluft	50%	3-7 år
• Stop eller reducér ventilationen efter arbejdstid og i weekender		0 år
• Reduktion af trykniveau i trykluftsystem (pr. bar)	5-6%	0 år
<b>Trykluft</b>		
• Stop kompressor, når der ikke er brug for trykluft	10-30%	0-1 år
• Optimering af kompressorstørrelse	10-30%	1/2-5 år
• Jævnlig eftersøgning og udbedring af lækager	5-30%	0-2 år
• Anvend frikøling, hvor kompressoren altid er i drift	50-60%	
<b>Procesudstyr</b>		
• Reduktion af tomgangstid på trykkerimaskiner med tilhørende udstyr	40-50%	
• Benyt sparefunktionerne på kontorudstyr og edb	20-80%	0 år

## Vedligehold i industrien

Vedligehold af energiforbrugende anlæg er en vigtig del af energiledelse, fordi dårlig vedligehold kan medføre et betydeligt merforbrug af energi. Den Danske Vedligeholdsforening (DDV) angiver således, at dårlig vedligehold kan koste industrien op til 12% ekstra energiforbrug. Det svarer til rundt regnet 1 mia. kr. årligt.

Arbejdet med vedligehold kan klassificeres som vist i figur 4. I det følgende beskrives tre eksempler på vedligehold af energiforbrugende udstyr.

### Eksempel 1:

#### Tilstandsbaseret vedligehold

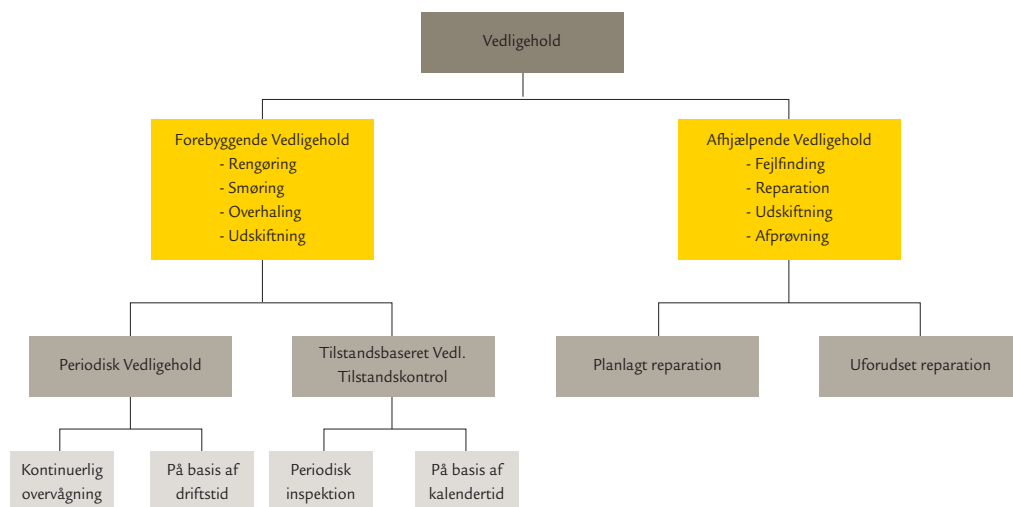
Ved en rutinemæssig inspektions- og målerunde på en virksomheds 2 bar kompressorer viser det sig, at den ene kompressors lydniveau er forhøjet, ligesom motoren er varmere end normalt. De umiddelbare symptomer er lejefejl, men varmen indikerer, at motoren er overbelastet. Motorens strømoftag måles med et tangamperemeter til 394 A mod normalt 358 A. Det svarer til et overforbrug på 11%.

En kontrolmåling på opretningen afslører skæv opretning. Kompressoren stoppes derfor, og fundamentet undersøges. Det er svagt i sin opbygning, ikke som de øvrige fundamenter. Derfor fremstilles der et nyt fundament, der foretages opretning med laserudstyr, og derefter foretages en vibrationsanalyse. Med disse ændringer øges kompressorens standtid fra 6.000 timer til 35.000 timer, og elforbruget reduceres med 115.000 kWh/år. Den samlede økonomiske gevinst kan opgøres til 120.000 kr. årligt. Investeringen har været 65.000kr., så tilbagebetalingstiden er kun godt et halvt år.

Man kan drage følgende konklusioner af eksemplet:

- Tilstandsbaseret vedligehold er en nødvendighed for nøglemaskiner. Men gør det ikke sværere end nødvendigt
- Et tangamperemeter er et godt, simpelt og billigt værktøj til at afsløre energispild som følge af skæv opretning
- Det er nyttigt at føre logbog over, hvad der gøres hvornår og hvorfor.

Figur 4 Klassifikation af vedligeholdsprincipper



Tabel 6 Sparede varmeudgifter ved efterisolering af 12 bar dampør. Medietemperatur er 185°C. Årlig driftstid 8.000 timer.

Rør-længde m	Rørdiameter mm	Varmetab v. uisoleret rør W/m	Varmetab v/50 mm isolering W/m	Sparet varmetab (1/3 af forskel) W/m	Sparet varmetab MWh/år	Varmepris kr./MWh	Sparet varmeudgift kr./år
9	100	1.100	94	335	24,1	78	1.880
10	80	865	75	263	21,0	78	1.640
5	48	575	55	173	6,9	78	540
6	40	480	50	143	6,9	78	540
<b>I alt</b>					58,9		4.600

### Eksempel 2:

#### Vedligehold af kondensat-retursystem

I en kemisk virksomhed blev vedligeholdelsen af kondensat-retursystemet forbedret, idet der indførtes en årlig gennemgang af virksomhedens 258 vandudladere. Samtidig blev der installeret sur-ledningsvevsmålere på hver af de fire kondensatstationer, hvor der tidligere kun var en enkelt før kedlen.

Med de fire målere behøver man ikke længere kassere al kondensat, hvis der måles sur ledningsevne, men kan nøjes med at kassere kondensatet fra pågældende station. Samtidig er det blevet lettere at finde årsagen til det dårlige kondensat. Tabel 5 viser effekten af disse tiltag. Investeringen i disse tiltag var 130.000 kr. og den årlige besparelse opgøres til 65.000 kr. Det svarer til en tilbagebetalingstid på 2 år. Desuden blev arbejdsmiljøet forbedret.

#### Eksempel 3: Vedligehold af rørisolering

Eksemplet vedrører 30 m dampør for 12 bar damp. Isoleringen er i en dårlig forfatning, hvorfor rørene termograferes og efterisoleres, hvor overfladen er varm. Energibesparelsen ved efterisoleringen opgøres til at svare til en tredjedel af forskellen mellem en uisolert og en isoleret ledning. Tabel 6 viser de sparede varmeudgifter.

Tabel 5 Vedligehold af kondensat-retursystem

	Før	Efter
<b>Dampproduktion, t/md</b>	17.993	17.993
<b>Kondensat retur, m<sup>3</sup>/md</b>	11.376	13.495
<b>Kondensat retur, %</b>	63,2	75,0

Returkondensat før og efter den forbedrede vedligehold af kondensatsystemet

Efterisoleringen har kostet i alt 13.2000 kr. Tilbagebetalingstiden bliver således 2,9 år. Der kan drages følgende konklusioner af eksemplet:

- Tilstandsbaseret vedligehold af dampørers isolering er lønsomt
- Termografi er en god og simpel metode til at afsløre utilstrækkeligt isolerede varmerør.

#### Kilder og yderligere oplysninger

- *Kortlægning af erhvervslivets energiforbrug*. Dansk Energi Analyse, 2000.
- *Energi-Økonomi, Revisors Energhåndbog*. [www.energiokonomi.dk](http://www.energiokonomi.dk)
- Grafisk Arbejdsgiverforening: [www.ga.dk](http://www.ga.dk)