

## 5. Nøgletal – begreb og metoder

Nøgletal er et nyttigt og nødvendigt værktøj i arbejdet med at effektivisere energiforbruget, fordi nøgletal giver mulighed for at

- vurdere, om forbruget udvikler sig på en hensigtsmæssig måde
- vurdere effekten af besparesestiltag
- sammenligne sig med andre
- vurdere forbruget i forhold til normer og retningslinier
- synliggøre forbruget for medarbejdere m.fl.

Hertil kommer, at nøgletal også giver mulighed for økonomisk styring i form af budgetlægning, omkostningskalkuler m.v.

### Definition på nøgletal

I sin simple form defineres energinøgletal ved udtrykket

$$\begin{aligned} & \text{energiforbrug} = \text{nøgletal} \cdot \text{ydelse} \\ \text{eller} \\ & \text{nøgletal} = \frac{\text{energiforbrug}}{\text{ydelse}} \end{aligned}$$

Såvel energiforbruget som ydelsen opgøres pr. tidsperiode (fx år, måned, uge, dag eller skift) eller pr. produktion (en batch, en produktionsserie).

*Energiforbruget* kan være brændselsforbrug (fx tons fuelolie), varmemeforbrug (fx GJ), elforbrug (fx kWh), rumvarmemeforbrug (fx GJ), det samlede energiforbrug (fx GJ) osv.

*Ydelsen* udtrykkes typisk i fysiske enheder eller økonomiske enheder. Fysiske enheder kan være graddage, antal børn i institutionen, antal producenterede enheder, produktvægt eller produktvolumen m.m. Af økonomiske enheder benyttes typisk omsætningen eller værditilvæksten.

For at få pålidelige nøgletal er det vigtigt, at såvel energiforbruget som ydelsen måles. Der kan således ikke opstilles nøgletal for områder og perioder, hvor

forbrug og ydelse ikke måles, og nøgletallene bliver ikke mere nøjagtige end målingerne er.

I mange tilfælde er sammenhængen mellem energiforbrug og ydelse ikke helt så simpel som angivet ovenfor. Ofte er der et grundlastforbrug eller tomgangsforbrug, som er uafhængigt af den opgjorte ydelse. Man kan tale om et Produktions-Uafhængigt Forbrug (PUF) og et Produktions-Afhængigt Forbrug (PAF) eller – for graddage – GUF og GAF.

Når det er tilfældet, udtrykkes nøgletallet ved

$$\begin{aligned} & \text{energiforbrug} = \\ & \text{grundlastforbrug} + \text{nøgletal} \cdot \text{ydelse} \\ \text{eller} \\ & \text{nøgletal} = \frac{\text{energiforbrug} - \text{grundlastforbrug}}{\text{ydelse}} \end{aligned}$$

Ofte består ydelsen af flere typer af „produkter”. Er andelen af hvert produkt ret ens fra periode til periode, kan den samlede produktionsmængde benyttes som udtryk for ydelsen. Ellers må der opstilles et udtryk for den vægtede produktmængde:

$$\begin{aligned} \text{ydelse} &= \text{vægtet produktmængde} = \\ & A \cdot \text{produktmængde } a + B \cdot \text{produktmængde } b \\ & + \dots + N \cdot \text{produktmængde } n \end{aligned}$$

Alternativt kan der arbejdes med nøgletal for hvert enkelt produkt, således at

$$\begin{aligned} \text{energiforbrug} &= \text{grundlastforbrug} + \text{nøgletal } a \\ & \cdot \text{ydelse } a + \text{nøgletal } b \cdot \text{ydelse } b + \dots + \text{nøgletal } n \cdot \text{ydelse } n \end{aligned}$$

### Eksempler på nøgletal:

Danmarks bruttoenergiforbrug:	153 GJ/indbygger, år
Industriens energiforbrug:	0,69 MJ/kr. bruttoværditilvækst
Sygehusenes energiforbrug:	650 MJ/sengedag
Valsning af stål:	varme 1,4 GJ/t stål, el 20 kWh/t stål
Produktion af trykluft:	0,12 kWh/m <sup>3</sup> luft
Rumopvarmning:	160 kJ/m <sup>2</sup> , graddag
Tomgangsforbrug til stansemaskine:	32 kWh/time

### Nøgletal på mange niveauer

Ansvar for energiforbruget er normalt placeret hos flere instanser, der hver har deres behov for nøgletal. I et amt følger udvalgene således amtets samlede energiforbrug og forbruget i de større enheder, og udvalgene har derfor behov for nøgletal, der for eksempel beskriver de enkelte hospitalers energiforbrug pr. sengedag, opgjort på årsbasis. Pedellen i en døgninstitution følger detaljeret op på institutionens forbrug og har behov for mere detaljerede nøgletal som elforbrug pr. barn eller rumvarmeforbrug pr. graddag.

Figur 1 på næste side viser forskellige niveauer af nøgletal i en virksomhed.

### Arbejdet med nøgletal

Det ideelle er detaljerede nøgletal, der hyppigt opdateres. Men det kræver en betydelig og vedvarende indsats at indsamle de nødvendige data og beregne – samt ikke mindst vurdere – nøgletallene år efter år.

Derfor bør man nøje overveje, hvilke nøgletal der kan forventes at give en god beskrivelse af energiforbruget og af udviklingen i energieffektivitet, og som eventuelt også kan bruges i den økonomiske styring. Ligeledes bør man overveje, hvor tit man skal opføre nøgletallene.

Start med nogle få nøgletal, der for eksempel opgøres ugentligt eller månedligt. Når rutinerne er indarbejdede, og man har erfaringer med disse tal, kan man prøve at opføre nogle af nøgletallene hyppigere og/eller opstille mere detaljerede nøgletal for

at se, om det giver ekstra informationer. På denne måde kan der ske en fortsat udvikling i nøgletallene.

Den løbende vurdering af nøgletallene vil først og fremmest bestå i en sammenligning af periodens nøgletal med tallene fra de foregående perioder og fra samme periode i tidligere år. Er der afvigelser, bør det undersøges, hvad de skyldes, så eventuelle fejl kan rettes, og så man får ideer til energiforbedringer eller til videreudvikling af nøgletallene.

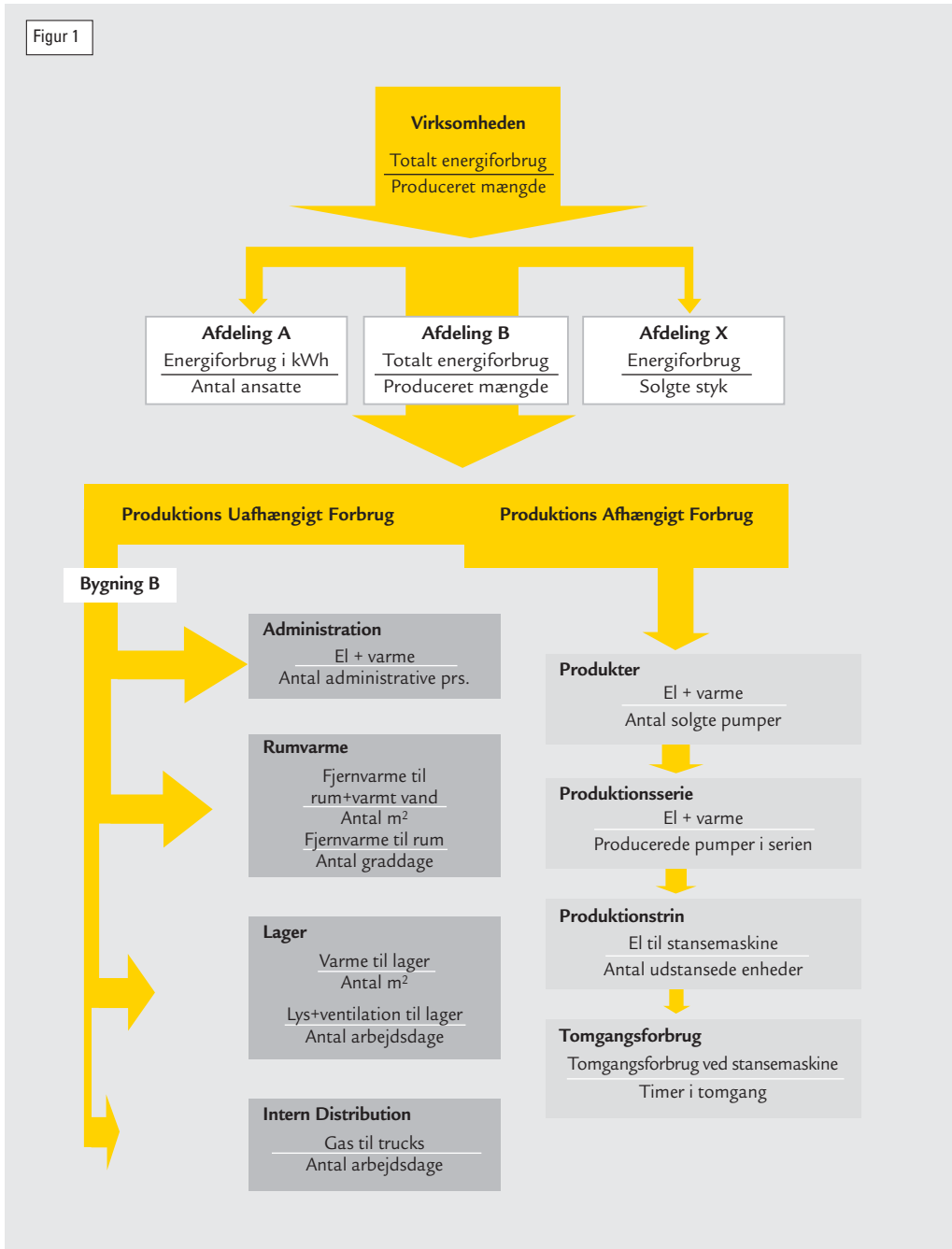
### Benchmarking

Det kan være meget oplysende og inspirerende at sammenligne sin egen virksomhed med andres. Men det kan også være vanskeligt, fordi der ikke er to virksomheder, som er ens.

Benchmarking er udviklet i de senere år som en metode til systematisk at måle og evaluere en virksomheds præstationer i forhold til præstationerne i de førende virksomheder. Der skelnes mellem databenchmarking og procesbenchmarking. Ved databenchmarking omfatter målingen og evalueringen direkte målbare data. Procesbenchmarking fokuserer på processer, dvs. den måde virksomheden opnår sine resultater på.

Databenchmarking gennemføres normalt på basis af nøgletal. En benchmarking af en virksomheds energiforbrug forudsætter derfor, at der er opstillet nøgletal, som er ret detaljeret opdelt på produktionsstrin og gerne også på anvendelsesområder (køling, trykluft, tørring, inddampning osv.).

Figur 1



Figuren viser et eksempel på nøgletal på forskellige niveauer i en industrivirksomhed.

## Nøgletal – metoder

Nøgletal opstilles ud fra et sæt af sammenhørende data. Det kan for eksempel være energiforbrug og produktionsmængde måned for måned eller energiforbrug og graddage uge for uge.

Sammenhængen mellem energiforbruget og produktionsmængden, henholdsvis graddagene kan findes ved en regressionsanalyse. I simple tilfælde kan regressionsanalysen laves visuelt ved at indtegne de sammenhørende data i et diagram og derefter skønne, hvordan en ret linie skal indtegnes for bedst at udtrykke sammenhængen mellem data.

I de fleste tilfælde vil man nok vælge at lægge data ind i et regneark og derefter lade programmet finde sammenhængen, se eksemplet i figur 3 på side 38.

Man kan ikke altid forklare udviklingen i energiforbruget ud fra en enkelt faktor som produktionsmængde eller graddage. Man må så vurdere, hvilke faktorer, der kan have betydning for energiforbruget, og derefter indsamle et sæt af sammenhørende data omfattende energiforbruget og alle disse faktorer.

Figur 2 viser, hvordan man finder sammenhængen mellem energiforbrug og de væsentlige faktorer. For anlæg og processer taler man om „operationelle nøgletal”, fordi en beregning – ud fra den fundne sammenhæng – af det forventede energiforbrug og en sammenligning med det faktiske forbrug ret let vil kunne afsløre afvigelser i anlæggets energieffektivitet.

Figur 2 Opgørelse af nøgletal, når energiforbruget afhænger af flere faktorer



### Gode råd

- Dan dine egne nøgletal
- Dan ikke flere nøgletal, end du kan overkomme at opgøre og vurdere
- Prøv, om du kan få mere ud af nøgletallene ved at ændre på opgørelshyppighed og detaljeringsgrad

### Kilder og yderligere oplysninger

- *Energinøgletal. En model til effektiv energistyring.* Projekt Værktøjskassen. 2. oplag, 1999
- *Forprojekt: Benchmarking med henblik på energieffektivisering i industrien.* Pernille Poulsen og Mogens Johansson, Dansk Energi Analyse, 2001
- *Udvikling af energinøgletal.* Dansk Energi Analyse og DTI, 1999.

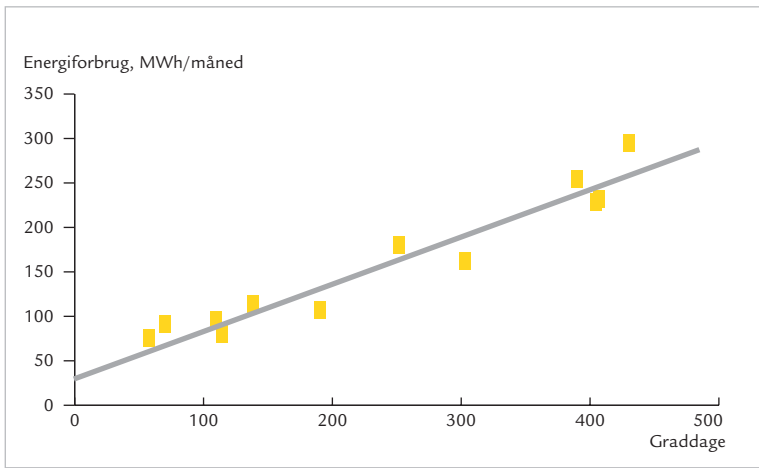
Figur 3 Nøgletal for rumvarmeforbrug, et eksempel

RESUMEOUTPUT								
<i>Regressionsstatistik</i>								
Multipel R	0,963041							
R-kvadreret	0,927448							
Justeret								
R-kvadreret	0,920193							
Standardfejl	21,65691							
Observationer	12							
ANOVA								
	<i>fg</i>	<i>SK</i>	<i>MK</i>	<i>F</i>	<i>Signifikans F</i>			
Regression	1	59956,45	59956,45	127,833	5,1E-07			
Residual	10	4690,218	469,0218					
I alt	11	64646,67						
	<i>Koefficienter</i>	<i>Standardfejl</i>	<i>t-stat</i>	<i>P-værdi</i>	<i>Nedre 95%</i>	<i>Øvre 95%</i>	<i>Nedre 95,0%</i>	<i>Øvre 95,0%</i>
Skæring	32,47684	12,56187	2,585352	0,027166	4,487256	60,46643	4,487256	60,46643
X-variabel 1	0,515618	0,045604	11,30632	5,1E-07	0,414005	0,617231	0,414005	0,617231

En virksomhed har målt rumvarmeforbruget måned for måned og har hentet de tilhørende graddage fra www.dmi.dk.  
 Analysen af data udføres for eksempel i et Excel regneark, hvor data indtastes og derefter analyseres med funktionen „regression” og udskrives i et diagram. Regressionsanalysen har fundet sammenhængen mellem forbrug og graddage til (se „koefficienter”):  

$$\text{Rumvarmeforbrug (MWh/måned)} = 32,5 + 0,52 \cdot \text{graddage}$$
  
 Denne kurve er indtegnet i diagrammet.  
 Regressionsanalysen viser, at sammenhængen (den rette linie) er meget signifikant, idet signifikansen F er 0,00000051.  
 I almindeligt sprog vil det sige, at der er meget lille sandsynlighed for, at den fundne sammenhæng skyldes tilfældigheder.

Energi forbrug MWh	Graddage
291	430
250	390
228	407
176	252
110	138
76	114
87	70
72	58
92	110
103	190
158	303
225	405



# 14. Omsætningstabeller

Tabel 1 Angivelse af størrelser

Talfaktor	Benævnelse	Symbol
$10^{18}$	exa	E
$10^{15}$	peta	P
$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	kilo	k
$10^2$	hecto	h
10	deca	da
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	milli	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p

Tabel 2 Omsætning mellem energienheder

				Gasolie		Fuelolie		Naturgas	Fjv.vand	Damp
	kWh	MJ	Mcal	l	kg	l	kg	m <sup>3</sup> n	m <sup>3</sup>	kg
1) 1 kWh	1	3,60	0,860	0,100	0,084	0,091	0,089	0,090	0,025	1,596
1) 1 MJ	0,278	1	0,239	0,028	0,023	0,025	0,025	0,025	0,007	0,443
1) 1 Mcal	1,163	4,187	1	0,116	0,098	0,106	0,103	0,104	0,029	1,857
2) 1 l gasolie	10,0	35,9	8,6	1	0,840	0,912	0,883	0,894	0,245	15,92
2) 1 kg gasolie	11,9	42,7	10,2	1,190	1	1,084	1,050	1,064	0,291	18,94
2) 1 l fuelolie	11,0	39,4	9,4	1,097	0,923	1	0,970	0,982	0,269	17,49
2) 1 kg fuelolie	11,3	40,65	9,7	1,132	0,952	1,031	1	1,012	0,277	18,03
2) 1 m <sup>3</sup> n naturgas	11,2	40,15	9,6	1,118	0,940	1,019	0,988	1	0,274	17,80
3) 1 m <sup>3</sup> fjernvarmevand	40,7	146,5	35,0	4,081	3,431	3,720	3,604	3,649	1	64,97
4) 1 kg damp à 100°C	0,626	2,255	0,539	0,063	0,053	0,057	0,055	0,056	0,015	1

1) ISO/DIS 6976

2) Energistyrelsen

3) Afkøling = 35°C

4) Fordampning ved 100°C og 1013 mbar

Figur 1 Omsætning mellem energienheder. Udgave 2002

