



Energistyrelsen

# Sæt tal på energipræstationen med retvisende nøgletal

Værktøjer til udvikling af retvisende energiindikatorer



# Skab bedre energinøgletal

## – og dermed bedre beslutningsgrundlag for jeres energieffektiviseringsarbejde

Måske kender I udtrykket "You cannot manage what you cannot measure" eller "If you can measure it, you can improve it". Det er en af Peter Druckers læresætninger indenfor moderne ledelsesfilosofi, og sætningen er også relevant, når det kommer til arbejde med energieffektivisering og energinøgletal.

Ikke desto mindre er der en tendens til, at simple nøgletal udtrykt ved energiforbrug pr. produceret ton, m<sup>3</sup> eller stk. – også kaldet specifikke nøgletal – er den mest fremherskende metode til at monitorere virksomheders energipræstation. Ofte anvendes de specifikke nøgletal også til at opgøre om energisparetiltag giver de ønskede resultater. De fleste virksomheder vil imidlertid opnå et langt mere retvisende billede af deres energipræstation ved at anvende metoder, som baserer sig på, hvad der reelt påvirker virksomhedens energiforbrug. Samme metode kan anvendes til at opgøre resultater af energisparetiltag og meget andet.

Temahæftet omhandler metoder til at etablere retvisende nøgletal, på engelsk kaldet "Energy Performance Indicators" eller blot EnPI.

### Vidste du ...

- At når I anvender specifikke nøgletal, så antager I indirekte, at tomgangsforbruget i virksomheden er lig 0? Og det er sjældent tilfældet.
- At det ofte slet ikke er det producerede antal eller -mængde, som er primær driver af energiforbruget i virksomheden?

### Hvad kan I opnå ved at anvende retvisende nøgletal?

Retvisende nøgletal, EnPI, giver virksomheden mulighed for at:

- Vurdere om virksomheden er blevet mere energieffektiv sammenlignet med referenceåret
- Udvikle trends for energiforbruget der afspejler sæsonudsving eller ændringer i driftsparametre.
- Allokere energiomkostningerne til afdelinger/ processer og produkter
- Identificere energispild
- Hvordan udviklingen i det fremtidige energiforbrug vil være, hvis der ændres i produktionen eller gennemføres energisparetiltag
- Budgettere mere realistisk
- Understøtte arbejdet med systematisk vedligeholdelse
- Understøtte kvalitetssystemer ved at øge kvaliteten af data til processtyring
- Gennemføre benchmarking med lignende produktionssteder
- Opsætte mål for energieffektiviteten
- Måle effektiviteten af projekter for energirigtig adfærd
- Give mulighed for objektiv feedback/information til operatører, afdelingsledere og ledelse vedrørende energieffektiviteten

# Find ud af hvad der påvirker energiforbruget – det er indgangsvinklen til gode energinøgletal

Fundamentet i at udvikle et godt og retvisende energinøgletal, EnPI, er at finde ud af, hvad der påvirker energiforbruget i virksomheden.

Vi kender det fra bygningers energiforbrug: Her ved vi, at vejret har betydning for, hvor meget energi der skal bruges for at opvarme eller afkøle bygningen. Derfor indgår graddage i EnPI for bygningers varmekonsum. Graddage-korrektion gør det muligt at sammenligne varmekonsumet år for år, selvom vejret varierer, og graddage-korrektionen gør, at vi ikke behøver at bruge vejret som "undskyldning", når vi skal forklare udviklingen i varmenøgletallet for bygningen. Graddage-korrektion er et eksempel på en simpel form for EnPI.

Graddage og vejrlig er blot eksempler på forhold, som kan have indflydelse på energiforbruget.

Andre eksempler er:

- Produktionsmix – og mængder af de enkelte produkttyper
- Driftstimer på nøgleudstyr
- Fugtighed i råmateriale
- Mængde af bestemte typer af råmateriale
- Temperatur på materialer eller processer
- Forskellige driftsparametre i den energiforbrugende proces
- Og meget andet

## Metoder til udvikling af nøgletal

I skemaet nederst på siden er vist de mest almindelige måder at lave energinøgletal. På side 6 og 7 ser du, hvordan du udvikler normaliserede EnPI, som typisk er den metode, der giver de mest retvisende EnPI.

### Vidste du ...

- At der er mange typer af energiforbrug, som påvirkes af vejret? Fx energi til tørreprocesser eller til drift af køleanlæg.
- At I sagtens kan udvikle EnPI, som tager højde for flere faktorer på én gang?

Metode	Kendetegn ved Metoden	Fordele	Ulemper
<b>Faktisk målt forbrug</b>	Det faktisk målte forbrug, som det kan aflæses på måleren, og hvor der ikke korrigeres for noget	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der bliver holdt øje med data, som svarer til det der bliver betalt for</li> <li>• Lille datamængde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siger ikke noget om energieffektiviteten</li> <li>• Rummer ikke forklaringer på hvorfor energiforbruget udvikler sig som det gør</li> </ul>
<b>Specifikt energiforbrug</b>	Energiforbruget sættes i forhold til fx produktionsaktiviteten i form af et nøgletal for kWh pr. ton, m <sup>3</sup> , stk. eller tilsvarende	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Letforståelig, og umiddelbart logisk, måde at korrigere energiforbruget på</li> <li>• Læner sig ofte opad nøgletal som anvendes i økonomifunktionen eller virksomhedens øvrige KPI'er</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan give vildledende info om energieffektiviteten, fordi der ikke tages højde for faktorer, som reelt påvirker energiforbruget</li> <li>• Rummer ikke forklaringer på hvorfor energiforbruget udvikler sig som det gør</li> </ul>
<b>Normaliserede energinøgletal</b>	Energiforbruget korrigeres for faktorer, som har vist sig at have indflydelse på energiforbruget. Typisk ved brug af regressionsteknik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Giver reel info om energieffektiviteten</li> <li>• Rummer forklaringer på hvorfor energiforbruget udvikler sig som det gør</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan virke kompleks, og er ikke så let at formidle som de velkendte specifikke nøgletal</li> <li>• Kræver at der er data til rådighed for faktorer, som energiforbruget skal korrigeres for</li> </ul>

# CASE · Fødevarer virksomhed satte fokus på energirigtig adfærd

En stor del af energiforbruget i virksomheder kan spares ved at ændre på adfærd. Det erfarer en dansk fødevarer virksomhed, som i et år satte ekstra fokus på energirigtig adfærd for at spare på både el, varme og vand.

Adfærdskampagnen omfattede blandt andet en systematisk tilgang til at samle op på forslag fra medarbejderne. Det blev prioriteret højt, at der faktisk blev gjort noget ved de ideer, som medarbejderne kom med, og gode forslag blev belønnet med præmier. Kampagnen samt implementering af nogle større tekniske tiltag førte til, at virksomheden opnåede et resultat på over 700.000 kr. om året på bundlinjen.

Opgørelse af mange små tiltag, som der ofte er tale om i forbindelse med adfærdskampagner, stiller krav til valide energinøgletal, så der kan være troværdighed omkring resultaterne. Derfor havde virksomheden forud for kampagnen undersøgt, hvilke faktorer, der påvirkede deres el-, varme- og vandforbrug. Indtil da havde virksomheden blot målt på forbruget pr. produceret ton. El, varme og vand blev analyseret hver for sig ved hjælp af regressionsanalyse. Det viste sig faktisk, at de producerede kg slet ikke skulle tages med i fx el-nøgletallet. I stedet var det de indstemplede arbejdstimer og antallet af kølegraddage, som havde størst indflydelse på elforbruget,

og som derfor endte med at indgå i nøgletal og baselineberegning for el. I graferne nederst på siden ses det også visuelt, at især kølegraddage har stor indflydelse på elforbruget. Det hænger sammen med, at en stor del af elforbruget går til drift af køleanlæg, hvor udetemperaturen betyder noget for kondensatorens afgivelse af varme til omgivelserne.

I kampagneperioden var der en periode med faldende produktionsaktivitet i et fabriksområde.

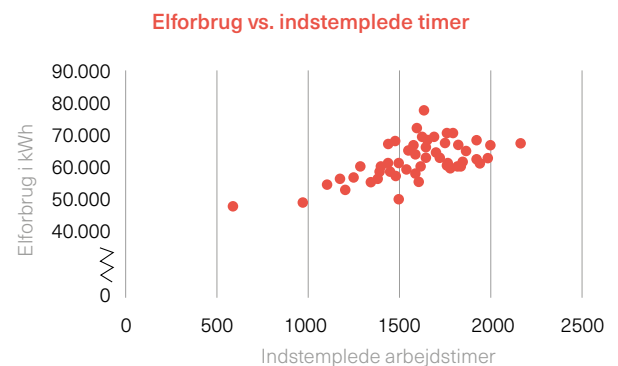
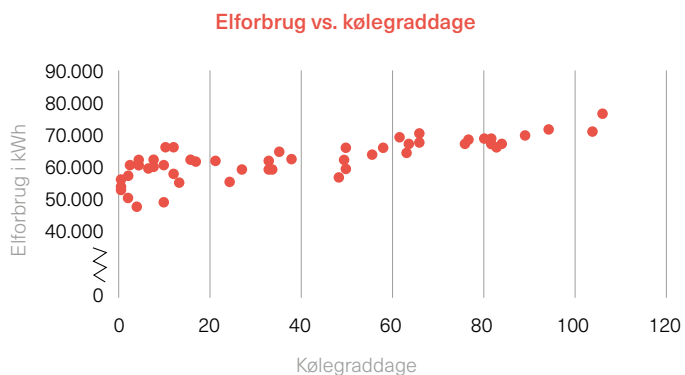
Hvis virksomheden havde anvendt nøgletal målt i kWh pr. ton til opgørelse af kampagnens resultat for dette fabriksområde, ville resultatet have set således ud:

Nøgletal i baselineperiode: 0,213 kWh/kg

Nøgletal i opgørelsesperiode: 0,211 kWh/kg

Det vil sige et stort set uændret nøgletal til trods for de gennemførte tiltag. Problemet er, at det fastholdte nøgletal blot skyldes den lavere produktionsaktivitet, idet grundlastforbruget er fordelt på færre kg.

**Ved at anvende nøgletal baseret på regression, som vist på side 6, kunne resultatet i stedet opgøres til en elbesparelse på 3,6%.**



# CASE · Idé-Pro knækkede koden til optimering af gasforbruget – og opnåede et operationelt værktøj til driftsstyring



Idé-Pro er en af Europas førende producenter af prototyper og mindre serier i plast, letmetal og i de opskummede materialer EPS (Expanded polystyrene) og EPP (Expanded polypropylen).

Idé-Pro arbejder målrettet og systematisk med energioptimering og har nedsat et energiteam, som evaluerer energinøgletal månedligt.

I produktionen anvendes gas til at fremstille procesdamp, som bruges til produktion af opskummede materialer.

Idé-Pro startede med et nøgletal for gas, som var baseret på den samlede produktionsmængde af opskummede materialer. Her var der store, uforklarlige udsving i energipræstationen måned for måned, som gjorde nøgletallet uanvendeligt. Mistanken blev rettet mod de to hovedtyper EPS og EPP, og gættet var at EPP krævede dobbelt så meget gas pr. kg i forhold til EPS. Dermed ville fordelingen mellem de to typer have stor betydning for gasforbruget.

Ved at gennemføre multibel regressionsanalyse for gasforbrugets variation som følge af de producerede mængder af EPP og EPS viste det sig, at gasforbruget for EPP var hele 14 gange større end for EPS. Den eksisterende model med samlet produktionsmængde havde således ikke den fornødne kompleksitet.

Den model, som viste sig at være bedst var:

$$\text{Gasforbrug} = 0,46 \times \text{EPP[liter]} + 0,03 \times \text{EPS[liter]}$$

Modellen repræsenterer en periode efter at der er sket optimeringer, hvilket kommer til udtryk ved, at grundlastforbruget er stort set lig 0.

## Modellens egnethed blev vurderet ud fra følgende:

1. Validitetsovervejelser i form af tal for  $R^2$  og p-værdier, som fortæller noget om, hvor stor en del af variationerne i gasforbruget, som modellen kan forklare samt hvor signifikante modellens variable er.
2. Troværdighed af de forklarende faktorer – fx ved at vurdere fortegn for koefficienter og deres størrelse ud fra kendskabet til produktionsprocessen.
3. Troværdighed i forhold til virksomhedens udvikling af teknik og ændringer i produktionsprocessen.

## Konklusionen hos Idé-Pro er klar:

Hvis du skal arbejde med energinøgletal, så gør det ordentligt! Når modellen afspejler kompleksiteten af produktionen tilstrækkeligt, er energinøgletal et værdifuldt styringsværktøj.

Faktisk kan modellen for gasforbruget bruges til andet end at optimere energiforbruget. Der er af og til problemer med at holde damptrykket i produktionen, når alle maskiner til opskummede materialer er i drift. Den nye model for gasforbruget viser sig at være velegnet til at belyse, om årsagen til lavt damptryk ligger i kapacitetsbegrænsninger.

# Sådan kommer I frem til nøgletallene

## – og får en basis for at opgøre energibesparelser

De normaliserede EnPI fremkommer ved at foretage en regressionsanalyse på et datasæt bestående af:

- Energiforbrug, hvor hver energikilde (el, gas, fjernvarme mv.) analyseres for sig
- Data for faktorer, som forventes at påvirke energiforbruget (fx produktionsmix, graddage, fugtighed i råvare mv.)

Det er vigtigt, at alle data i analysen har samme tidsopløsning. Det vil sige, at hvis du har energiforbrug på timebasis og graddagedata på ugebasis, så er du nødt til først at akkumulere data for energiforbruget, så det også er på ugebasis. Tilsvarende for de øvrige data.

### Hust at ...

- Alle data i din regression skal have samme tidsopløsning
- Kvalitetssikre data, så der ikke er huller i datasættene
- "Unormale" data skal indgå i analysen, medmindre I ved, at der er tale om målefejl
- Du behøver ikke at købe avanceret software for at foretage regressionsanalyse. Excel har indbygget regressionsværktøj

### Hvad giver regressionsanalysen svar på?

Når I har foretaget regression på datasættet, kan I udlede af resultatet:

- Hvilke faktorer i jeres datasæt, som er væsentlige at have med i jeres EnPI
- Hvilke I kan udelade, fordi faktoren ikke påvirker energiforbruget
- Hvordan en baseline kan defineres for en valgt referenceperiode. Jeres fremtidige energiforbrug sammenlignes med denne baseline fremadrettet,

indtil der sker større ændringer, som skaber behov for at lave en ny baseline

### Eksempel:

En virksomhed har vurderet og analyseret, at deres naturgasforbrug afhænger af graddage og produceret mængde i ton. Datasættet er:

Tid	N-gas kWh, $E_{gas}$	Graddage, HDD	Produktion ton, P
Jan 17	139070	398	2050
Feb 17	149622	410	2130
Mar 17	124672	249	1872
Apr 17	118528	197	1788
Maj 17	116611	95	1650
Juni 17	118359	39	2130
Juli 17	107267	29	1800
Aug 17	76861	25	1340
Sep 17	87981	59	1290
Okt 17	83215	156	1180
Nov 17	90954	348	1250

Regressionsresultatet for dette datasæt viser følgende sammenhæng mellem naturgasforbrug, graddage og produktion:

$$E_{gas} [kWh] = 45,6 \times HDD + 52,6 \times P [ton] + 12.803 [kWh]$$

Dette er samtidig baseline-formlen for år 2017.

I marts 2018 brugte virksomheden 130.000 kWh ved en produktion på 2.100 ton og med et graddagetotal på 350. Har virksomheden i marts 2018 haft en bedre energieffektivitet end i 2017?

Det beregnes således:

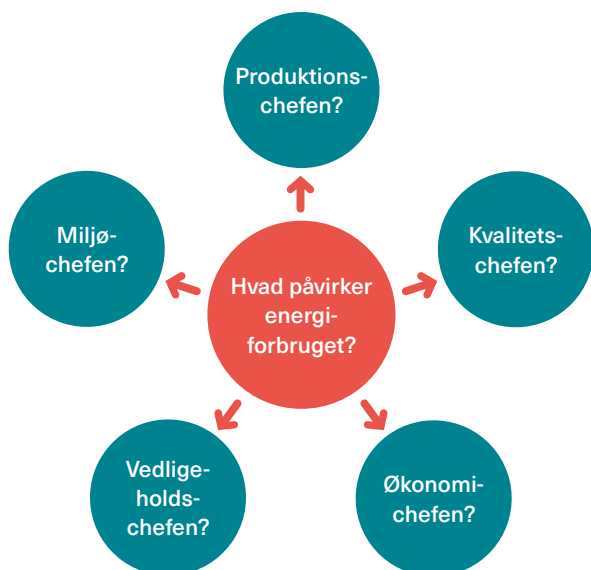
$$E_{gas} [kWh] = 45,6 \times 350 + 52,6 \times 2.100 + 12.803 [kWh] = 139.211 \text{ kWh}$$

Det forventede gasforbrug er således 139.211 kWh, og virksomheden har kun brugt 130.000 kWh. Dermed har virksomheden en højere energieffektivitet i marts 2018 end i 2017.

# En praktisk guide til at komme godt i gang – og gode råd til anvendelse af metoden

Når I skal i gang med at udvikle retvisende EnPI baseret på regression, så kommer her en række anbefalinger til, hvordan I kan gå frem:

1. Start med at diskutere internt, hvad jeres EnPI skal bruges til. Vil I kunne forklare udviklingen i jeres energiforbrug?, efterleve krav i fx ISO 50001?, verificere energisparetiltag? Måske har I flere ønsker. Men jo bedre I har styr på hvad I vil, des bedre mulighed har I for at "ramme plet på skiven".
2. Vær grundig i jeres overvejelser omkring, hvilke faktorer, der påvirker jeres energiforbrug. Måske bliver listen lang – og så kan I sidenhen sortere i det. Listen kan samtidig tjene som et godt udgangspunkt for at lede efter mulige tiltag til energibesparelser.
3. Involver gerne flere i organisationen i at drøfte faktorer, som påvirker energiforbruget. De forskellige "kasketter" i virksomheden kan bidrage med forskellige syn på sagen.
4. Det kan meget vel ske, at I får listet faktorer, som I ikke har data for lige nu. Lad ikke dette stå i vejen for at komme i gang. Start med de data I har!
5. Du kan finde klimadata på [degreedays.net](http://degreedays.net). Her er der også hjælp at hente i forhold til vejledning om regressionsanalyse.
6. Afvej at udgifter til nye målere og dataindsamling i det hele taget skal stå i et fornuftigt forhold til den gevinst der potentielt kan være at hente ved at spare energi. Jo større potentiale, des større indsats er det værd at investere.
7. Vær opmærksom på, at der kan være forskellige behov at tilgodese i organisationen, når I kommunikerer om EnPI. Tænk over hvordan I bedst kommunikerer for at skabe motivation og grundlag for beslutninger på forskellige niveauer i organisationen.



## Vidste du ...

- At EnPI ved regression, som beskrevet i dette temahæfte, efterlever kravene om energinøgletal i energiledelsesstandarden ISO 50001?
- At du kan læse mere om metoderne i dette temahæfte i standarderne ISO 50006, ISO 50015 og ISO 17747, som samtidig alle understøtter kravene i ISO 50001?

# Få mere at vide – på SparEnergi.dk/erhverv

På SparEnergi.dk/erhverv finder I bl.a.:

- Tjeklister til energieffektivisering
- Kravspecifikationer til udstyr
- Analyser af potentialet for effektivisering af dansk erhvervsliv
- Øvrige temahæfter i denne serie

**FÅ SVAR PÅ ...**  
hvorfør værdien af side-  
gevinster ofte er større end  
selve energibesparelsen

### CASE: Skift til LED-belysning betyder meget mere end en lavere elregning

Udvalget er et sparsøgende og energibesparende firma, der har investeret i LED-belysning. Men der er mange andre fordele, som det også er vigtigt at være opmærksom på.

**Hvad kan butikker opnå udover energibesparelse ved at skifte fra halogenlys til LED?**

1. LED-ly har længere levetid end halogenlys. Det betyder, at virksomheden sparer på vedligeholdelse og udskiftning af belysning. Dette betyder også, at virksomheden kan spare på arbejdskraft og materialer.
2. LED-ly er meget mindre varm end halogenlys. Dette betyder, at virksomheden kan spare på køling og ventilation. Dette betyder også, at virksomheden kan spare på energi og udgifter til køling.
3. LED-ly er meget mindre støjende end halogenlys. Dette betyder, at virksomheden kan spare på lydabsorberende materialer og udgifter til lydabsorberende materialer.
4. Der er mindre risiko for brand ved LED-belysning end ved halogenbelysning. Dette betyder, at virksomheden kan spare på brandsikring og udgifter til brandsikring.

• Energieffektivisering er mere end energi

### Energibesparelser er mere end energi

Værdiansættelse af sidegevinster til energisparingsprojekter

### Erhvervsprojekter som løftestang for energieffektivisering har større betydning end man tror

Få overblik over de mange sidegevinster, som kan opnås ved at investere i energieffektivisering. Dette gøres ved at undersøge de økonomiske og miljømæssige fordele ved at investere i energieffektivisering. Dette gøres ved at undersøge de økonomiske og miljømæssige fordele ved at investere i energieffektivisering.



### Få glæde af andres erfaringer – det kan være inspiration at hente til jeres egne projekter

Det er vigtigt at lære af andres erfaringer. Dette gøres ved at undersøge de økonomiske og miljømæssige fordele ved at investere i energieffektivisering. Dette gøres ved at undersøge de økonomiske og miljømæssige fordele ved at investere i energieffektivisering.

Udfordringer og barrierer	Udfordringer og barrierer	Udfordringer og barrierer	Udfordringer og barrierer
• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering
• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering
• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering

Udfordring	Udfordring	Udfordring
• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering
• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering
• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering	• Manglende oplysninger om mulighederne for energieffektivisering

### Serien af temahæfter omfatter bl.a.:

- Energieffektivisering af inddampnings-, tørrings- og destillationsanlæg
- Vurder økonomien ved investeringer i energieffektivisering
- Energieffektivisering af ventilations- og udsugningsanlæg
- Energieffektivisering af køle-, trykluft- og vakuumanlæg
- Energieffektivisering af ovne og smelteprocesser
- Energiledelse og medarbejderinddragelse
- Energibesparelser er mere end energi
- LEAN og produktivitet