



OPGAVEEKSEMPEL

Energiproduktion og energiforbrug

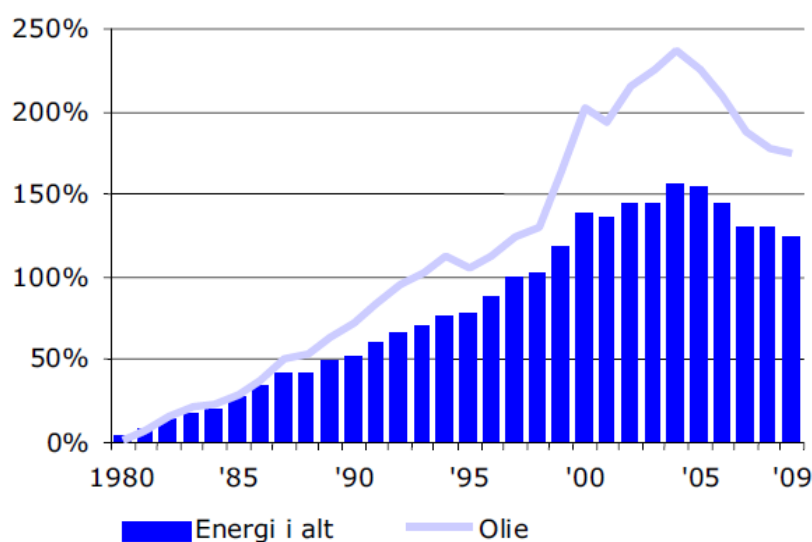
Indledning:

I denne opgave vil du komme til at lære noget om Danmarks energiproduktion samt beregne hvordan brændslerne der anvendes på de store kraftværker, afbrændes og bliver til el og varme i vores boliger. Du vil også regne på hvordan f.eks. varme og el produceret på et kraftværk der anvender kul kan erstattes f.eks. af solvarme og solceller hos den enkelte forbruger. Til sidst vil du beregne hvordan den producerede el fra solcellerne kan anvendes i elbiler.

El- og varmeproduktion

Danmarks energiproduktion baseres hovedsagelig på importeret kul, på olie og naturgas fra den danske del af Nordsøen samt på vedvarende energi. Sammenlignes den mængde energi vi samlet forbruger i Danmark med den mængde energi vi producerer i Nordsøen er Danmark faktisk mere end selvforsynende, se grafen nedenfor

Selvforsyningsgrad



Kilde: Energistatistik 2009

Opgave 1

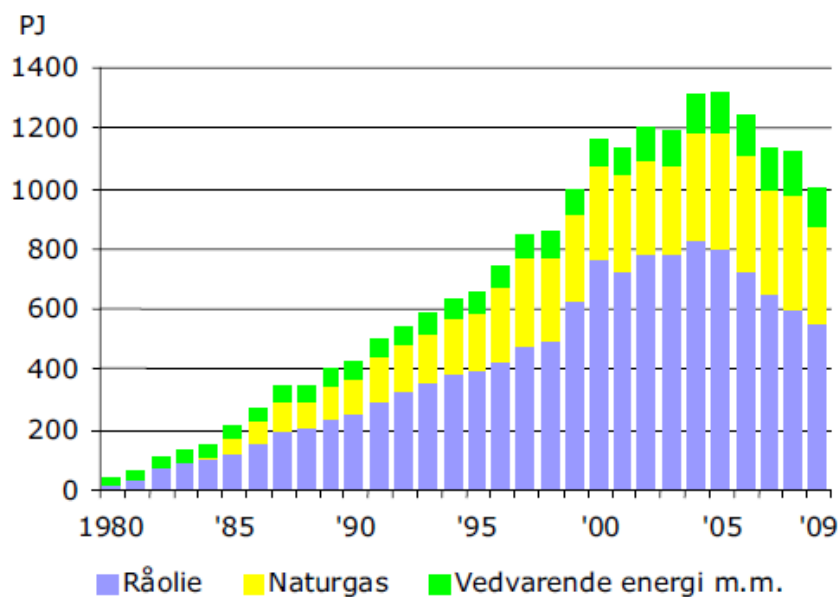
- **Hvad var Danmarks selvforsyningsgrad i 2009?**
- **Hvornår var den højest?**

I hvor mange år endnu kan vi i Danmark opretholde vores produktion af råolie og naturgas, hvis vi antager, at vi hvert kommende år producerer lige så meget som i 2009?

For at løse ovenstående samt de næste opgaver skal du hente Energistatistik 2009 fra Energistyrelsens hjemmeside. Energistatistikken udgives årligt af Energistyrelsen og beskriver detaljeret hvordan energiforsyningen og energiforbruget ser ud i Danmark.

Ud over at producere råolie produceres også energi fra en række andre energiformer, f.eks. vedvarende energi – se næste figur. Figuren er hentet fra Energistyrelsens Energistatistik:

Primær energiproduktion



Opgave 2

- **Hvor stor en del (i %) af Danmarks energiproduktion stammer fra vedvarende energi?**

Opgave 3

- **Hvilke energiformer regnes som vedvarende energi i Danmark (hvilke vedvarende energiformer produceres der?)**

Opgave 4

- **Hvor stor en andel af Danmarks energiforbrug i 2009 stammer fra vedvarende energi?**
- **Hvorfor er andelen større end den du beregnede i opgave 2?**

Opgave 5

Du skal nu til at regne lidt på elproduktionen i Danmark, og her skal du igen anvende Energistyrelsens Energistatistik for 2009.

Stil gerne nedenstående tabeller op i et regneark. Tallene skal du bruge i de senere opgaver, og det kan derfor være en fordel at have beregningerne i et regneark, samtidig med, at det gør dine beregninger lettere at udføre.

- **Hvad er brændselsfordelingen ved produktion af el i Danmark (side 11 i Energistatistikken)?**

	Produceret el	Fordeling
Anden vedvarende energi:	PJ	%
Vindkraft:	PJ	%
Naturgas:	PJ	%
Olie:	PJ	%
Kul:	PJ	%
<u>Affald. Ikke bionedbrydeligt</u>	<u>PJ</u>	<u>%</u>
Total	PJ	%

Som du har fundet frem til, kommer en meget væsentlig andel af Danmarks elproduktion fra kulfyrede kraftværker, mens vindmøller udgør den største andel af den elproduktion, der kommer fra vedvarende energi.

Ved produktion af el findes en del tab på kraftværkerne, og der skal således tilføres en større energimængde til kraftværkerne, end den der reelt bliver til produceret el.

- **Find den mængde energi der skal tilføres kraftværkerne for at kunne producere den mængde du har fundet ovenfor (side 12). Beregn herefter virkningsgraden ved produktion af el for hver brændselstype – brug den næste tabel til din udregning. Tabellen er en udvidelse af den tabel du brugte i sidste opgave**

	Produceret el	Fordeling	Indfyret energi	Virknings- grad
Anden vedvarende energi:	PJ	%	PJ	%
Vindkraft:	PJ	%	PJ	%
Naturgas:	PJ	%	PJ	%
Olie:	PJ	%	PJ	%
Kul:	PJ	%	PJ	%
Affald. Ikke bionedbrydeligt:	PJ	%	PJ	%
Total	PJ		PJ	

Vedvarende energi er som bekendt et CO₂ neutralt brændsel mens afbrænding af fossile brændsler udleder CO₂. For at kunne udregne den mængde CO₂, der udledes ved produktionen af el, er det nødvendigt at kende den specifikke udledning for et givent brændsel. Det specifikke CO₂ indhold kan findes i Energistyrelsens energistatistik på sidste side. Det specifikke indhold af CO₂ i et brændsel er et udtryk for hvor mange kg CO₂ der frigives til atmosfæren når brændslet brændes af.

Opgave 6

➤ Hvad er det specifikke CO₂ indhold for:

Anden vedvarende energi:	kg / GJ
Vindkraft:	kg / GJ
Naturgas:	kg / GJ
Fuelolie:	kg / GJ
Kul:	kg / GJ
Affald. Ikke bionedbrydeligt	kg / GJ

➤ Hvad bliver CO₂ udledningen for den samlede elproduktion?

For at kunne beregne ovenstående er det nødvendigt først at omregne PJ (Peta Joule) til GJ (Giga Joule). Omregningsfaktoren kan du finde bagerst i energistatistikken. Giga (der betyder 1000.000.000 eller 10⁹) og Giga (der betyder 1000.000.000.000 eller 10¹²) er græske betegnelser, der anvendes på samme måde som f.eks. kilo, der betyder 1000 eller 10³. Hvis du har problemer med at konvertere enhederne kan du finde hjælp på Internettet. Prøv f.eks. at søg på "unit conversion" på Google og se hvad du kan finde.

➤ Hvad er den vægtede effektivitet ved produktion af el i på de danske kraftværker (alt undtagen vind)?

	Produceret el	Indfyret energi	
Anden vedvarende energi:	PJ		PJ
Naturgas:	PJ		PJ
Olie:	PJ		PJ
Kul:	PJ		PJ
Affald. Ikke bionedbrydeligt	PJ		PJ
Total	PJ		PJ %

- **Hvad bliver CO2 udledningen for den samlede elproduktion?**
- **Hvad bliver den specifikke CO2 udledning i kg CO2 / kWh el for produktion af el i Danmark år 2009 – benyt tabellen nedenfor?**

Samlet produceret mængde el	PJ der er lig	kWh	Produceret el
I alt udledes der	ton CO2 der er lig		kg CO2
Resultatet bliver således:	kg CO2 / kWh		
Hvilket svarer til	g CO2 / kWh		

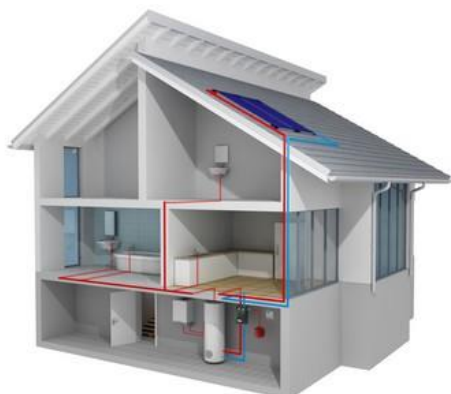
Der udledes altså ca. 0,5 kg CO2 til atmosfæren hver gang der produceres 1 kWh el.

Den mængde el der produceres ender hos de danske forbrugere. I de næste par opgaver skal du se på hvor hvad det betyder at installere f.eks. solceller og solvarmeanlæg for et almindeligt enfamiliehus.

Opgave 8

Et eksisterende parcelhus bruger 5.000 kWh el per år og 30.000 kWh varme per år. Varmen produceres af et gammelt oliefyr med virkningsgrad 80 %.

- **Hvor meget CO2 udleder huset (brug resultaterne fra sidste opgave samt den specifikke CO2 udledning for olie)?**



Ejeren vælger nu at installere et solvarmeanlæg til at dække en del af varmtvandsforbruget. Anlægget er på i alt 6 m² og er placeret ØSØ på et tag der hælder 45 grader.

Varmebesparelse (solf.: syd, 45°) pr. m2 solfanger kWh/år	Merforbrug el pr. m2 solfanger kWh/år	Varmebesparelse korrigeret for solfangers orientering og hældning			
		O1 SSØ-SSV, 15-75° Faktor = 1,0	O2 ØSØ-VSV Faktor = 0,9	O3 Ø-V Faktor = 0,8	O4 Andre orienteringer Faktor = 0
528	19	528	475	422	0

- **Hvor stor en andel af familiens energiforbrug kan dækkes af anlægget?**

Opgave 9

Solvarmeanlægget koster 25.000 kr. at installere. Derudover koster anlægget også $19 \cdot 6 = 114$ kWh i el at drive hvert år. En kWh el koster 2 kr. Yderligere anvendes der i gennemsnit 400 kr. om året til service på anlægget.

Familien betaler 10 kr. for en liter olie. Det betyder, at prisen for en kWh som oliefyret producerer, er 1,25 kr / kWh. Prøv om du også kan komme frem til dette tal. For at gøre dette skal du bruge oliens densitet og energiindhold, denne er henholdsvis 0,84 ton/m³ og 42,7 GJ / ton

- **Hvor mange år går der før solvarmeanlægget er tjent hjem?**

Opgave 10



Ejeren installerer nu også et solcelle anlæg til at producere strøm. Anlægget er af typen højeffektive monokrystallinske solceller. Solcellerne vender 45 grader mod syd. Han installerer i alt 10 m² solceller på sit tag. Solcellerne koster 2.800 kr. / m²

Årlig elproduktion		
Teknologi	Årlig elproduktion kWh/m ²	
	Typisk	Højeffektiv
Monokrystallinsk	115	125
Poly- (eller multi-)	110	120
Amorft silicium	55	60

Solcellernes %-vise ydelse ved forskellig hældning og orientering, angivet i forhold til den ideelle placering: 45° Syd, som er 100 %							
Orientering	Vest	V-SV	S-SV	Syd	S-SØ	Ø-SØ	Øst
Hældning							
0 °	86	86	86	86	86	86	86
15 °	84	89	93	94	93	90	85
30 °	81	90	97	99	97	91	82
45 °	77	89	97	100	98	90	79
60 °	72	85	93	97	94	86	73
75 °	65	77	86	89	86	78	66
90 °	57	67	75	77	75	68	58

- **Hvor mange kWh el kan solcellerne producere på et år?**
- **Hvor mange år går der før solcelleanlægget er tjent hjem?**

Opgave 10



Husejeren har købt en lille elbil. Bilen bruger ca. 0,2 kWh for hver km der køres.

- **Hvor langt kan husejeren køre på den strøm som solcellerne producerer årligt?**