

# Bestemmelse af nyttevirkning

**Formål:** At bestemme *nyttevirkningen* ved opvarmning af vand på kogeplade, elkedel, kaffemaskine eller mikrobølgeovn.

**Teori:** Nyttevirkningen bestemmes som

$$\eta = \frac{\text{udnyttet energi}}{\text{forbrugt energi}}$$

hvor den forbrugte energi måles med elmåler eller med energimåler ('Joulemeter'). Den udnyttede energi beregnes ud fra vandets masse og temperaturstigningen.

Den energimængde  $E_{\text{vand}}$ , der skal bruges for at opvarme en vandmængde med massen  $m_{\text{vand}}$  fra temperaturen  $t_{\text{begynd}}$  til temperaturen  $t_{\text{slut}}$ , kan nemlig beregnes med formlen

$$E_{\text{vand}} = m_{\text{vand}} \cdot c_{\text{vand}} \cdot (t_{\text{slut}} - t_{\text{begynd}}), \quad \text{hvor} \quad c_{\text{vand}} = 4,180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Det er netop denne energimængde, der er udnyttet 'nyttigt' ved opvarmningen af vandet.

Elmåleren registrerer energiforbrug ved at strømmen gennem elmåleren får en skive til at rotere. I det følgende siger vi, at elmåleren registrerer et forbrug på 1 kWh, når denne skive har roteret et 600 omdrejninger. Hvis vi i et forsøg registrerer 80 omdrejninger, kan vi bestemme energiforbruget ( $x$ ) på denne måde:

$$\frac{80 \text{ omdrejninger}}{600 \text{ omdrejninger}} = \frac{x}{1 \text{ kWh}} \quad \Leftrightarrow \quad x = \frac{80}{600} \cdot 1 \text{ kWh}$$

Energiforbruget er her fundet i kWh. Omregn det til J (Joule).

**Apparatur:** Elmåler, energimåler, kogeplade, kedel, el-kedel, kaffemaskine, mikrobølgeovn, termometer, vægt (max 6 kg).

## Udførelse:

**Kedel på kogeplade:** Vej den tomme kedel, og fyld 1,00kg vand i. Vent et par minutter, og aflæs vandets (og kedlens) temperatur. Tilslut kogepladen med kedlen til energimåleren, nulstil energimåleren og start opvarmningen. Aflæs temperaturen hvert 30. sekund. Når vandet koger, slukkes for kogepladen, og energimåleren aflæses. Alle aflæste værdier skrives i skemaet.

**Elkedel:** Vej den tomme kedel, og fyld 1,00kg vand i. Vent et par minutter, og aflæs vandets (og elkedlens) temperatur. Sørg for, at elmålerens skive står, så du kan se den røde (eller sorte) plet. Tænd for elkedlen, og aflæs, hvor mange omdrejninger elmålerens skive foretager, indtil vandet koger. Aflæs også vandets temperatur hvert 30. sekund. Skriv de aflæste værdier ind i skemaet.

Medens du har fat i elmåleren: Find ud af, hvor mange omdrejninger elmålerens skive skal foretage, for at elmåleren registrerer forbruget af 1 kWh.

**Kaffemaskine:** Vej den tomme kaffekande, fyld 1,00kg vand i, og hæld dette i kaffemaskinen. Vent et par minutter, og aflæs vandets temperatur. Flyt termoføleren til kaffekanden, tilslut kaffemaskinen til energimåleren, nulstil energimåleren og start opvarmningen. Aflæs temperaturen hvert 30. sekund. Sluk for kaffemaskinen, når alt vandet er kommet over i den, og aflæs energimåleren. Find også ud af, hvor meget vand der er kommet over i kaffemaskinen. Alle aflæste værdier skrives i skemaet.

Hvis der er tid, kan du gentage forsøget med 0,5 kg vand og med 1,5 kg vand.

**Mikrobølgeovn:** Bestem nyttevirkningen med forskellige vandmængder. Lav selv måleprogram og skema til måledata!

## Måleresultater:

Kogeplade med kedel:

$m_{\text{vand}} / \text{kg}$	$t_{\text{begynd}} / ^\circ\text{C}$	$t_{\text{slut}} / ^\circ\text{C}$	Energiforbrug / kJ

Temperatur / $^\circ\text{C}$								

Elkedel:

$m_{\text{vand}} / \text{kg}$	$t_{\text{begynd}} / ^\circ\text{C}$	$t_{\text{slut}} / ^\circ\text{C}$	Antal omdrejninger	Antal omdrejninger pr. kWh

Temperatur / $^\circ\text{C}$								

Kaffemaskine:

$m_{\text{vand}} / \text{kg}$	$t_{\text{begynd}} / ^\circ\text{C}$	$t_{\text{slut}} / ^\circ\text{C}$	Energiforbrug / kJ

Temperatur / $^\circ\text{C}$								

Mirkobølgeovn:

## Databehandling:

Tegn grafer for temperaturen som funktion af tiden. Brug energi-argumenter til at forklare grafernes udseende.

Gennemfør udregningerne (som omtalt i 'Teori'). *Sørg for at medtage mellemregninger, der viser hvordan du finder energiforbruget ud fra aflæsningerne på elmåleren.*

Udfyld skemaet med resultaterne:

1,00 kg vand	Forbrugt energi / kJ	Udnyttet energi / kJ	Nyttevirkning $\eta$ / %
Kedel på kogeplade			
Elkedel			
Kaffemaskine			
Mikrobølgeovn			

Apparat: \_\_\_\_\_

$m_{\text{vand}}$ / kg	Forbrugt energi / kJ	Udnyttet energi / kJ	Nyttevirkning $\eta$ / %
0,50			
1,00			
1,50			

**Vurdering:** Forklar for hvert forsøg, hvorfor der er forskel på den forbrugte energi og den udnyttede energi. Brug energi-argumenter til at forklare, hvorfor nyttevirkningen er højere for elkedlen end for kedlen på kogepladen. Forklar også forskelle/ligheder mellem nyttevirkningen, når du opvarmede små og store væskemængder i kaffemaskine eller mikrobølgeovn.

**Fejlkilder:** Forklar, hvilke fejl der kan opstå i de to forsøg. Tænk især på fejl, der har med de konkrete målinger at gøre, altså aflæsning af temperatur, vandets masse og energiforbruget.