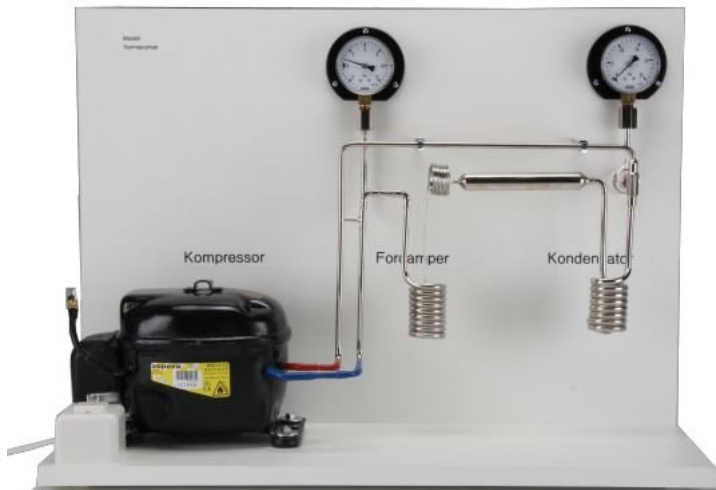


# Varmepumpe

# Brukerveiledning



## Hvordan virker varmepumpen:

Varmepumpen fungerer ved at varmeenergi flyttes fra et kaldt område til et område med høyere temperatur. Formuleringer av termodynamikkens 2. lov sier at *Varme kan ikke spontant overføres fra et kaldt legeme til et varmt legeme, uten en ytre påvirkning.*

Varmeoverførselen skjer dermed ikke spontant, men ved hjelp av tilført mekanisk arbeid. Dette arbeidet utføres av varmepumpens kompressor. Poenget med varmepumpa er at du får ut mer energi i form av varme enn varmepumpa bruker i strøm

## Om varmepumpen:

Denne varmepummemodellen er utviklet til undervisningsbruk, og viser prinsippene og arbeidsmetoden i en varmepumpe.

Varmepumpen består av en kompressor, en fordamper og en kondensator. Varmepumpen er utstyrt med sikkerhetsventil og overtryksbeskyttelse. Varmepumpen er videre fylt med et flytende transportmiddel (isobutan) som ved normaltrykk fordamper ved ca. 40 grader.

## Tekniske data:

Transportmiddel: Isobutan (freonfri)

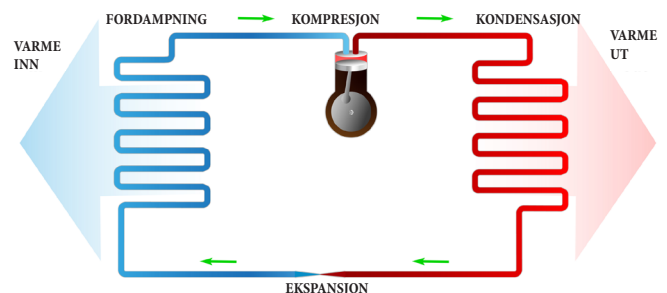
Arbeidstrykk, fordamper: 0-3 bar

Arbeidstrykk, kondensator: 6-15 bar

Effektfaktor: omlag 2 etter 5-10 min.

## Nødvendig tilbehør:

Begerglass med vann (1000 - 2000 ml)



Varmepumpen består i prinsippet av et lukket rørsystem med en "varm" og en "kald" side som er forbundet med en kompressor som utfører det mekaniske arbeidet. Transportmiddelet som flyter i rørene vil ved hjelp av kompressoren bli veldig komprimert når det forlater kompressoren (merket rødt på modellen). Trykket stiger, og dermed stiger også temperaturen. Transportmiddelet blir varmere. Når trykket stiger, så stiger også kokepunktet. Det er derfor arbeidsmediet går delvis over fra gass til væske. I kondensatoren avgir transportmiddelet varme til omgivelsene. Transportmiddelet blir dermed avkjølt, og blir til væske. Det kondenserer og frigir litt varme. Denne varmen overføres også til omgivelsene. Denne delen kalles derfor Kondensatoren (den varme siden).

Fra kondensatoren vil transportmiddelet gå gjennom en ekspansjonsventil, som på denne modellen er et langt tynt kapillærrør. I ventilen presses transportmiddelet gjennom en trang kanal som bare slipper gjennom en tynn stråle av væske. Det blir lavere trykk etter ekspansjonsventilen fordi kompressor-pumpen står og suger lenger fram i kretsløpet. Når trykket synker, så synker kokepunktet. Derfor begynner transportmiddelet å fordampe. Dette krever varme og transportmiddelet blir avkjølt. Den avkjølte blandingen av flytende og fordampet transportmiddelet går til fordamperen. Her blir transportmiddelet varmet opp av omgivelsene. Alt fordamper, trykket synker og det blir kaldere. Altså blir arbeidsmediet enda mer avkjølt. Denne delen kalles derfor Fordamperen (den kalde siden).

Vi er nå tilbake der vi startet, med kald gass ved åpningen til kompressoren.

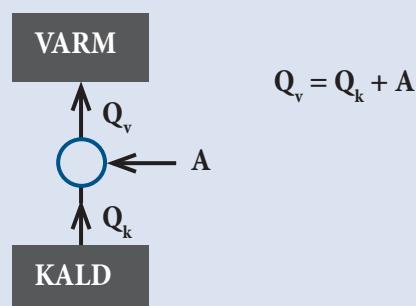
#### Praktisk øvelse:

- Plasser 2 stk begerglass i en høyde slik at både fordamperen og kondensatoren kan dekkes fullstendig med vann. Ved å plassere 2 stk termometre i hvert begerglass og fylle på med vann er man klar for en enkel demonstrasjon av varmepumpen. Sett i strømkabelen og slå på bryteren. Man vil se en klar endring i temperaturen i de to begerglassene etter noen minutter. Vannet vil etterhvert fryse i Fordamperen og nå opp til omlag 80 grader i Kondensoren.
- Ønsker man å utvide forsøket kan man isolere vannbeholderene slik at varmeutvekslingen med omgivelsene reduseres. For å få en jevn temperatur i begerglassene kan man sette under to magnetrørere. Og istedet for vanlige termometre kan man f.eks logge temperaturen med temperatursensorer (f.eks. Go!Temp art. 28005). Som et siste ledd kan man benytte en effektmåler for å måle varmepumpens effektbruk, og dermed bestemme effekten av varmepumpen (se neste avsnitt). Når man gjør beregninger med COP anbefales det å benytte begerglass på 2000 ml for å redusere varmetapet.

#### Effektfaktor:

Med denne varmepumpen er det mulig å gjennomføre en måling av effektfaktoren. Med en forsøksstid på omlag 5-10 minutter er det mulig å oppnå en effektfaktor på ca. 2!

Varmepumpen gjør det altså mulig å overføre energi fra et kaldt område til et varmt område ved hjelp av energi utenfra. Fig. 1 viser skjematisk prinsippet for denne prosess. Ideelt sett vil den tilførte varmeenergien  $Q_v$  være lik summen av varmeenergien som flyttes  $Q_k$ , og energien  $A$  som tilføres utenfra.



Vi kan også se på denne ligningen som en effektligning. Dersom vi ser bort fra varmetap etc. vil vi få overført  $Q_v$  til et område, mens man kun må bruke energien  $A$ . COP står for «Coefficient of Performance», og angir utbyttet fra (effektfaktoren) varmepumpen. COP er forholdet mellom mottatt energi på varmesiden og tilført elektrisk energi:

$$COP = Q_v / A$$

hvor  $Q_v(J) = C \times M \times \Delta T_v$   
her er  $C = 4180 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}$  vannets varmekapasitet,  $M =$  massen av vannet på varm side (kg), og  $\Delta T_v$  er sluttemperatur minus starttemperatur på varm side.

$A =$  den tilførte energien fra kompressoren (effekten ganger måletiden, oppgitt i  $Ws$  eller  $J$ ).

Man vil observere at COP reduseres når  $\Delta T_v$  øker (NB! måletiden øker også).

Tips! Man kan også beregne  $Q_k$  ( $C \times M \times \Delta T_k$ ) og beregne den idealee verdien av  $Q_{v(\text{ideel})}$  fra ligningen

$$Q_{v(\text{ideel})} = Q_k + A$$

Deretter kan man sammenligne  $Q_{v(\text{ideel})}$  med  $Q_v$  og drøfte mulige årsaker til avviket.