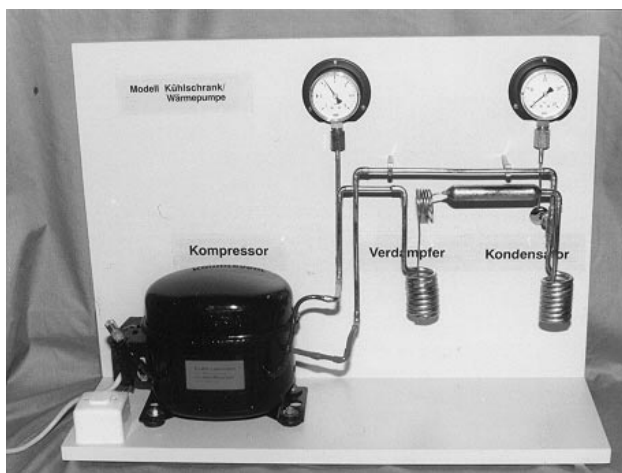


# Brugsvejledning for 4900.00 varmepumpe

18.12.13

Aa 4900.00



## Beskrivelse af udstyret:

Varmpumpen består af en kompressor, en fordampere og en kondensator. Princippet bag en varmepumpe er, at man flytter varme fra fordampere til kondensatoren. Her udnytter man at faseovergangen fra flydende til gasfase er meget energikrævende, og den omvendte proces er tilsvarende energifrigivende. For at få denne proces til at forløbe kræves en tilførsel af energi udefra, der leveres af kompressoren.

## Nødvendigt tilbehør:

Beholdere til vand.

## Tekniske data:

Kølemiddel: Isobutan (Freonfri).

Arbejdstryk, fordampere: 0-3 bar.

Arbejdstryk, kondensator: 6-15 bar.

## Teori og eksperimenter:

### Baggrund

En varmepumpe h ver temperaturen på et medium, der tager varme fra omgivelserne, og overfører varmeenergi til et forbrug, for eksempel rum- eller vandopvarmning. Princippet er det samme som i et

køleskab. Køleskabet trækker varmen ud af skabet og afgiver den til rummet udenfor. Med en varmepumpe det lige omvendt. Den tager varmen udefra og afleverer den indenfor.

Varmpumper skal bruge energi til at arbejde. Men for hver gang de bruger 1 kWh, giver de til gengæld 3-4 kWh igen i form af brugbar varmeenergi.

Varmeenergien, som varmepumpen henter fra omgivelserne, er enten gratis vedvarende energi fra naturen eller genbrugsvarme fra boligen. Den gratis vedvarende energi kan f.eks. være solvarme lagret i jorden, luften, grundvandet eller anden varmereservoir. Genbrugsvarmen kan f.eks. være overskudsvarme fra ventilationsanlæg, vådrum, tagrum eller stalde.

## Varmpumpetyper

Der findes mange praktiske anvendelser for varmepumper. Her er tre eksempler:

1. Jord-til-vand varmepumpen henter varme fra jorden ind i boligen ved hjælp af slanger, som er gravet ned i de øverste jordlag. Varmen bliver brugt til at varme brugsvandet op med og til varmt vand til boligens radiatorer.
2. Luft-til-vand varmepumpen bruger varmen i udeluften til at varme brugsvandet op med og til varmt vand til radiatorer.
3. Luft-til-luft varmepumpen bruger varmen i udeluften eller afkastluften fra ventilationsanlæg til at varme boligen op med. Varmen bliver enten fordelt i boligen gennem luftkanaler eller leveret til en varmeanf ger i et enkelt rum. Sådanne systemer g r under betegnelsen "genveks", idet der er tale om genanvendelse af varme ved hjælp af en varmeveksler.

Undervisningsmodellen, der leveres af Frederiksen, har en fordampere, der afkøles, og en kondensator, der opvarmes. Ved at nedsænke disse i passende isolerede vandbeholdere, kan man observere varmeoverf relse fra et varmelager til et andet ved en højere temperatur.

## Nyttevirkning og effektfaktor

Der er forskel på, hvor gode forskellige typer af varmepumper er. Effektfaktoren er et mål for den nytteværdi eller den effektivitet, som varmepumpen har. Effektfaktoren er forholdet mellem den mængde varme, som varmepumpen afgiver (målt i kW) og den effekt, som bliver tilført for at drive varmepumpen (målt i kW).

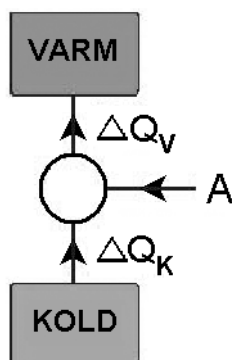
## Virkemåde

Varmepumpen fungerer således, at varmeenergi flyttes fra et koldt område til et område med højere temperatur. Disse reservoirer tænkes at være meget store. Uden brug af ekstra energi, vil denne proces være i strid med Clausius formulering af termodynamikkens anden hovedsætning:

"En proces, hvorved varmeenergi overføres fra et område med lav temperatur til et område med højere temperatur, er ikke mulig uden tilførelse af energi udefra."

En varmepumpe er en anordning, der gør det muligt at overføre energi fra et koldt område til et varmeområde ved tilførelse af energi udefra. Figur 1 viser en principskitse af denne proces. Ideelt vil den tilførte varmeenergi  $\Delta Q_v$  være lig med summen af varmeenergien  $\Delta Q_k$ , der flyttes, plus energien A, der tilføres udefra:

$$\Delta Q_v = \Delta Q_k + A$$



Man kan også betragte ligningen som en effektivitet, idet A så forstås, som den ydede effekt (energi per sekund), osv. I dette ideelle tilfælde, idet vi ser bort fra energitab, mm., vil man få overført  $\Delta Q_v$  til et område, hvor der er et varmebehov, mens man kun skal yde (betale for) energien A. I praksis vil man for eksempel hente varmen fra udendørsluften, fra et stort vandreservoir eller lignende energilager med stort set ubegrænset lavtemperatur varmeenergi til rådighed.

Fra termodynamikkens love kan man vise, at  $COP = \Delta Q_k / A = \Delta Q_k / (\Delta Q_v - \Delta Q_k)$

hvor COP står for præstationskoefficienten eller virkningsgrad (eng. Coefficient Of Performance). Tælle-

ren fortæller, hvor megen varmeenergi flyttes fra det kolde reservoir. Nævneren fortæller, hvor megen energi der skal ofres, for at flytte den. Brøken fortæller således noget om forholdet mellem varmeenergien, som vi får overført, og energien, som vi skal betale for. I praktiske varmepumper vil COP'en være lavere, end teorien her forudsiger.

Termodynamiske argumenter muliggør en omskrivning af COP-formlen til en form, hvor kelvin temperaturerne af varmt og koldt reservoir indgår:

$$COP = T_k / (T_v - T_k)$$

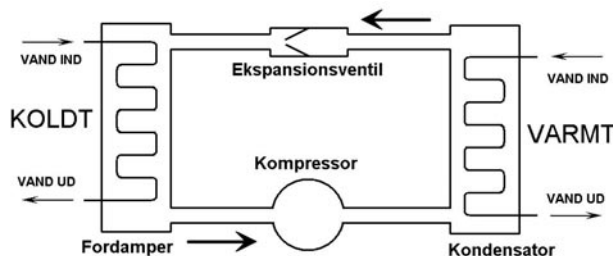
Teoretiske værdier for COP'en af virkelige varmepumpesystemer ligger i området fra 2-3 og op til 5-6. Varmetab og andre praktiske forhold gør, at virkelige COP-værdier ligger fra omkring 1 til 4.

## Eksempel

En varmepumpe skal overføre varmeenergi fra udendørsluften ved en temperatur på 10°C til en varmtvandsbeholder ved en temperatur på 50°C. Beregn den maksimale teoretiske COP.

$$COP = 283 / (333 - 283) = 283 / 50 = 5,66$$

hvor vi har omregnet fra celcius til kelvin ved at lægge 273 til celciustemperaturerne. Praktiske varmepumper har COP-værdier på omkring halvdelen af denne ideelle værdi.



pumpe. Kompressoren tvinger en passende væske (freon eller mere miljøvenlig erstatning) fra fordamperen til kondensatoren, et område med højere tryk og temperatur ( $T_v$ ). Væsken tvinges videre gennem en ekspansionsventil. Trykket og temperaturen falder, og fordamperen er et område ved lavere temperatur ( $T_k$ ). De i figuren viste varmeveksler muliggør, at varmeenergi fra omgivelserne overføres til og fra varmepumpen.

## Praktiske øvelser

Forsøg med denne varmepumpe kan deles op i to typer:

### 1) Hurtigt demonstrationsforsøg:

Vil man blot vise, hvordan en varmepumpe overfører energi, kan man anbringe to vandfyldte be-

holdere, således at såvel fordampere som kondensatoren dækkes af vand. 1000 ml bægerglas er velegnede til dette formål. Tænder man så for varmepumpen, vil man iagttage, at fordamperbeholderen køles af med 5-10 grader, og at kondensatorbeholderen varmer op 10-20 grader.

2) Kvantitativt demonstrationsforsøg:

Ønsker man at lave et mere kvantitativt forsøg, skal man være mere omhyggelig. De to vandbeholdere bør isoleres, så varmeudveksling med omgivelserne undgås i hvert fald i en periode under forsøget. Man kan f.eks. anvende tape til at fastgøre et lag varmeisolering omkring bægerglassene suppleret med et flamingolåg. Temperatursonder til Science Workshop (NTC-typen) kan nedsænkes i de to glas. Der skal omrøres under måleforløbet, da der ellers opstår en betydelig temperaturgradient i de to varmelagre. Benyt så eventuelt Science Workshop eller Data Studio til at måle temperaturforløbet som funktion af tiden. Det er også muligt ved hjælp af lommeregnerfunktionen at beregne COP'en, der så løbende kan fremvises. Man må være forberedt på udsving på grund af usikkerheder ved temperaturmålingerne.

3) Projektarbejde:

I forbindelse med projektarbejde eller en større skriftlige opgave, kan man gøre noget mere ud af energimålingerne. Man kan eksempelvis benytte en effektmåler (4060.50) til måling af varmepumpens effektforbrug (A). Dernæst kan man ved at etablere en vandgennemstrømning måle effekttabet fra fordamperbeholderen. Produktet af massegennemstrømningen  $M'$  i kg/s, temperaturforskellen og vands specifikke varmekapacitet (4180 J/(kg grad)) giver effekt. En lignende måling på kondensatorbeholderen giver informationer om effekttilgangen her. Ved at afpasse gennemstrømningsraten, så der opnås en lille men målbar temperaturforskel, er forsøget mere interessant. Ved gennemstrømningen simuleres idealet med et uendeligt stort varmelager.

## Reklamationsret

*Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato.*

*Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.*

*Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.*

*Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbetøbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.*

© A/S Søren Frederiksen, Ølgod

*Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside.*

A/S Søren Frederiksen, Ølgod  
Viaduktvej 35 · DK-6870 Ølgod

Tel. +45 7524 4966  
Fax +45 7524 6282

info@frederiksen.eu  
www.frederiksen.eu

