

Absorptionskøleanlæg

Denne vejledning beskriver virkemåden, dimensionering samt økonomiske forhold for absorptionskøleanlæg.

For uddybende informationer henvises til DGC's rapport: „Absorptionskøling“ fra 1999

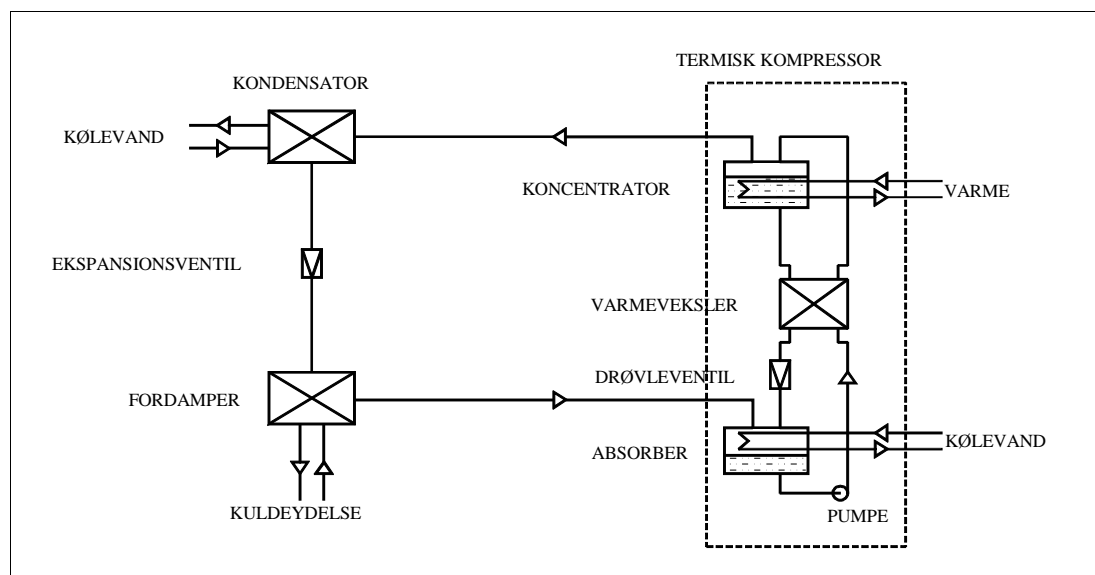
Et absorptionskøleanlæg producerer kulde ud fra varme. Kombinationen af varme- og køleanlæg er interessant for de dele af erhvervslivet, hvor store varme- og kølebehov er fremtrædende fx gartnerier, slagterier samt kontorbygninger. For den rette kombination af varme- og kølebehov vil der for disse virksomheder kunne opnås fordelagtige driftsøkonomiske forhold ved at installere et absorptionskøleanlæg. Kombinationen af kraftvarme- og absorptionskøleanlæg er ligeledes en oplagt mulighed for at øge udbredelsen af en mere miljøvenlig produktion af køling. Samtidig vil der for kraftvarmeanlæggenes vedkommende kunne opnås flere driftstimer og dermed en forbedret driftsøkonomi.

Absorptionskøleteknologien

Et absorptionskøleanlæg er typisk opbygget af fire hovedkomponenter:

- en koncentrator
- en kondensator
- en fordamper
- en absorber

Absorptionskøleteknikken ligner på mange måder kompressionskøleteknikken, idet der i et absorptionskøleanlæg, i stedet for en mekanisk kompressor indgår en termisk kompressor bestående af en koncentrator, en absorber samt en drøvleventil, se nedenfor:



For at drive anlægget skal der tilføres varme til koncentratoren fra en ekstern forsyningskilde (turbine, gasmotor, spildvarme etc.). Derudover skal der bortledes varme via en kølekreds (køletårn).

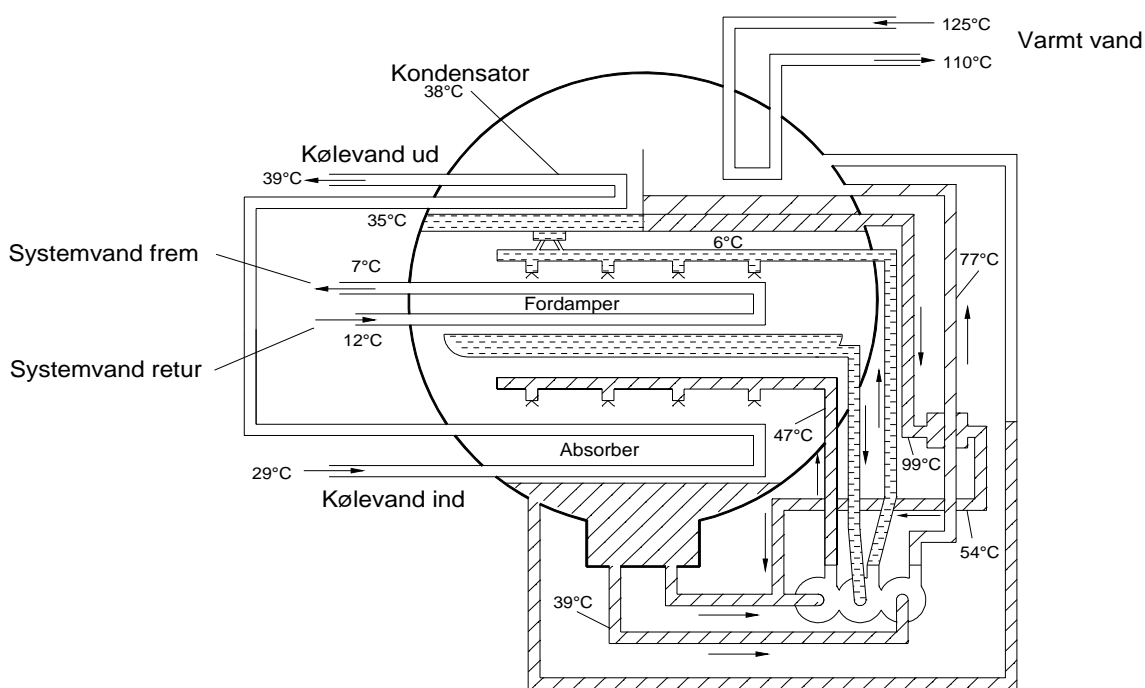
Køleprocessen igangsættes ved at tilføre varme til koncentratoren. Herved fordampes kølemidlet (fx vand i et LiBr/H₂O-anlæg) og ledes til kondensatoren. I et andet kredsløb strømmer den resterende del af opløsningen, der nu er fattig på kølemiddel, fra koncentratoren til absorberen via en varmeveksler og en drøvleventil (trykreduktion).

Det fordampede kølemiddel fra koncentratoren kondenserer i kondensatoren og føres via en ekspansionsventil (trykreduktion) til fordamperen.

I fordamperen sprayer kølemidlet over en rørsektion, hvori systemvandet, der leverer kuldeydelsen, strømmer. Herved afkøles systemvandet samtidig med, at temperaturen af kølemidlet øges. Ved denne opvarmning fordampes kølemidlet.

Fra fordamperen ledes det dampformige kølemiddel til absorberen. Her absorberes kølemidlet af opløsningen under afgivelse af varme.

Opløsningen, der nu er beriget med kølemiddel, pumpes via en varmeveksler retur til koncentratoren. Herved er kredsløbet sluttet, og processen påbegyndes på ny.



Principskitse af absorptionskøleanlæg

Anlægstyper

Der findes i dag to typer kommercielt tilgængelige absorptionskøleanlæg. Den ene type er baseret på en væske blandet af lithiumbromid og vand, og den anden på stofparret vand og ammoniak. For vand/ammoniak-anlægget gælder, at ammoniakken fungerer som kølemiddel og vandet som absorber. Det betyder, at denne type anlæg er i stand til at producere køling ved meget lave temperaturer (< +30° C).

En undersøgelse har vist, at det i det danske klima ikke er rentabelt at benytte absorptionskøleanlæg til at producere frost. I stedet anvendes konventionelle kompressionskøleanlæg til at dække dette behov.

LiBr/H₂O-anlæg er den mest udbredte type anlæg. Med dette stofpar kan der produceres køling med temperaturer ned til ca. +5° C, idet vandet fungerer som kølemiddel og lithiumbromiden som absorber.

Denne type anlæg er bl.a. velegnet i forbindelse med komfortkøling og køling af fødevarer.

Absorptionskøleanlæg findes dels som 1- eller 2-trins anlæg og dels som direkte eller indirekte fyrede. Oftest leveres de som indirekte fyrede, hvilket vil sige, at røggassen anvendes til at opvarme vand, der føres til konverteren enten som varmtvand, hedtvand eller damp.

Energi og miljø

Energiudnyttelsen, beskrevet ved COP-værdien (Coefficient Of Performance), ligger for absorptionskøleanlæg typisk mellem 0,5-0,7 for 1-trins absorptionskøleanlæg og mellem 0,9-1,2 for 2-trins anlæg. Når 3-trins absorptionskøleanlæg bliver kommercielt tilgængelige, forventes COP-værdien at blive yderligere forbedret.

En af fordelene ved at anvende absorptionskøling frem for eldrevet kompressionskøling er, at energiformen, der anvendes til at producere køleeffekten, kan være spildvarme. Herved erstattes elforbruget med en energikilde, der ellers ville gå tabt. Det giver en betydelig miljøgevinst i form af reduceret CO₂-udledning.

Dimensionering af absorptionskøleanlæg

Som beslutningsgrundlag for en investering i et absorptionskøleanlæg skal der selvfølgelig foretages en grundig undersøgelse af forhold vedrørende drift af anlægget. De vigtigste faktorer i denne undersøgelse er:

- Varmemængde til rådighed
- Ønsket kølekapacitet
- Økonomi
- Fysiske pladsforhold

Det er væsentligt først at få bestemt den varmemængde (dvs. temperatur og flow), der er til rådighed, idet køleydelsen afhænger heraf.

Bemærk at den ønskede køleydelse skal påføres korrektionsfaktoren (COP) for at få den nominelle ydelse. Korrektionsfaktoren afhænger af det valgte anlæg og kan findes i anlæggsdokumentationen.

Den totale økonomi for et absorptionskøleanlæg findes med baggrund i anlægsinvesteringen, udgifterne til driften og besparelserne ved konvertering. Kombineres anlægget med et gasbaseret kraftvarmeanlæg, skal der desuden tages højde for gaskøb, besparelser på varme- og eludgift samt indtægter ved salg af el.

Generelt er absorptionskøleanlæg i det danske klima kun rentable i forbindelse med køling ved temperaturer på ca. 5° C eller derover. Ligeledes skal el-/varmeprisforholdet være fordelagtigt, dvs. at varmeprisen ikke må være for høj i forhold til elprisen. Allerhelst skal varmen til konverteren være gratis spildvarme.

Bestemmelse af tilbagebetalingstiden for et absorptionskøleanlæg er vist på næste side.

For at beregne simpel tilbagebetalingstid (TBT) for et absorptionskøleanlæg, kan følgende formel anvendes:

$$TBT = \frac{P_{anlæg}}{X_{køl} \cdot \left(\frac{P_{el}}{\eta_{el}} - \frac{P_{varme}}{COP} \right)}$$

hvor

- $P_{anlæg}$ er anlægsprisen (kr)
- $X_{køl}$ er kølebehovet (kWh/år)
- P_{el} er elprisen (kr./kWh)
- η_{el} er effektiviteten for eldriven kølekompressor
- P_{varme} er prisen, der skal betales for varmen til drift af absorptionskøleanlægget (kr./kWh)
- COP betegner absorptionskøleanlæggets effektivitet

Forudsættes det, at $\eta_{el} = 3$ og $COP = 0,6$, kan der optegnes et diagram, hvoraf simpel tilbagebetalingstid kan beregnes. Der er ikke taget højde for indtægter og udgifter som følge af kombinerede kraftvarme-/absorptionskøleanlæg.

