



VE til proces

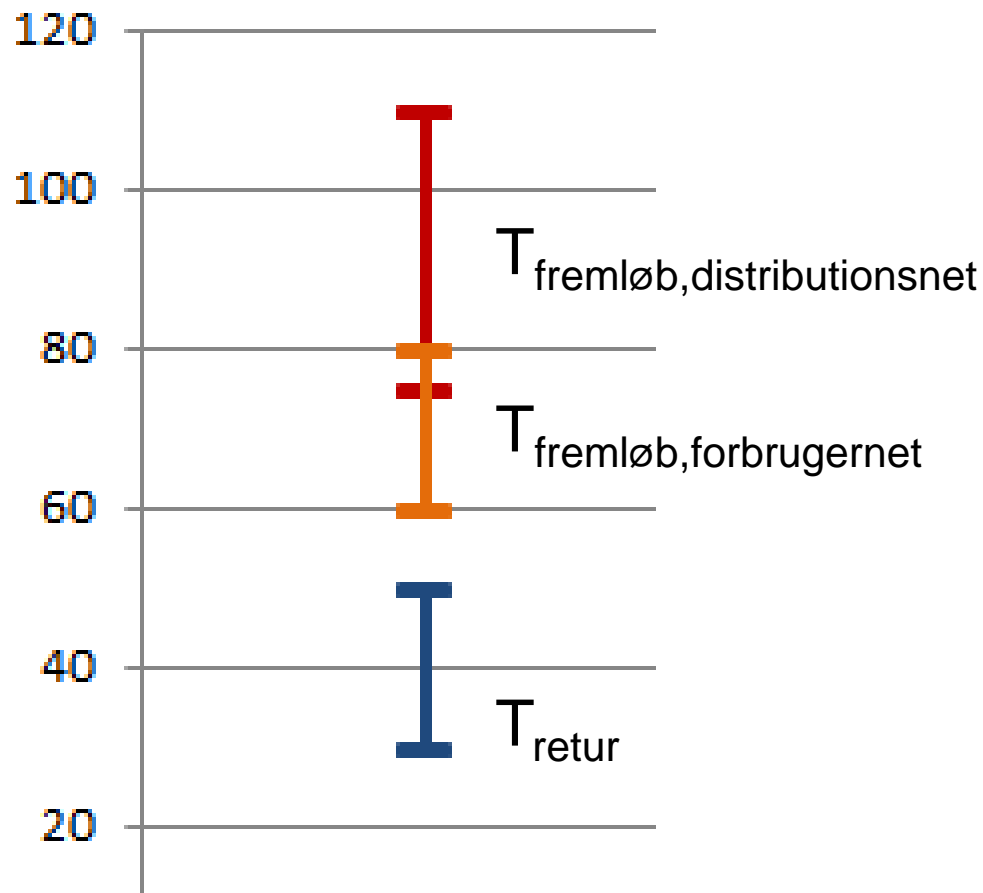
Fjernvarme

Temadag: VE til proces
Teknologisk Institut, Århus: 27/11-13, Tåstrup: 03/12-13
Bas Pijnenburg



Fjernvarme

til rumopvarmning og varmt brugsvand både til private forbrugere og erhvervsvirksomheder



- Stor afkøling
- Fremløb korrigeres efter udetemperatur
- Reduktion af fremløb og retur temperatur tilstræbes (fremtidens lav-temperatur fjernvarme)



Industrielle processer

Termiske processer

- Opvarmning
- Afkøling
- Inddampning
- Kogning
- Tørring

Temperaturniveauer

- Foregår typisk ved højere temperaturer
- Ofte små temperaturdifferenser

Energiproduktion

- Kedelanlæg, fossil og bio brændsler
- Medbringer ofte stor mængde overskudsvarme



Fjernvarme til proces

- Direkte opvarmning ved processer med tilsvarende temperatur-niveauer (typisk op til ca. 70°C)
- I kombination med supplerende opvarmning (fx. kedel eller VP) ved processer med højere temperaturkrav (> 70°C)
- Ved seriel kobling af fjernvarmeveksler og kedelanlæg kan fjernvarme dække en del af opvarmningsbehovet
- Opvarmning af proces-rum (fx. tørrerum, etc.) og rengøringsvand (fx. rengøring af procesanlæg, tanke, hjælpeudstyr, etc.)
- Undersøg om man kan udnytte returvandet fra procesopvarmning til rumopvarmning
- Kan eksisterende processer gøres mere egnet til lavere temperaturer (eks. tørring)



Fjernvarme til proces

- Direkte tilslutning til værket
- Tilslutning på fremløb alene
- Tilslutning på høj temperatur distributionsnet / dampsystem
- Drive en termisk maskine til varmedrevet køling (eller samproduktion af varme og kulde)



VE til proces

Varmepumper

Temadag: VE til proces
Teknologisk Institut, Århus: 27/11-13, Tåstrup: 03/12-13
Bas Pijnenburg



Varmepumpetyper - principper

Mekaniske kompressions varmepumper

Ammoniak (NH_3):	Store anlæg > 500 kW
Kuldioxid (CO_2):	Mellemstore anlæg 500 – 1.000 kW
Kulbrinter (Isobutan, propan m.m.):	Mindre anlæg < 500 kW
Vanddamp (H_2O):	Udvikles i øjeblikket

Varmedrevne varmepumper (absorptionsvarmepumper)

LiBr/ H_2O (Vand er kølemidlet):	Mest anvendt – højere temperaturer
$\text{H}_2\text{O}/\text{NH}_3$ (NH_3 er kølemidlet):	Lav temp. (under 0°C)

Hybridvarmepumpe (mekanisk absorptionsvarmepumpe)

$\text{H}_2\text{O}/\text{NH}_3$ (NH_3 er kølemidlet):	Høje temp. og glid på varm/kold side
--	--------------------------------------



Varmepumpetyper - kølemidler

HFC

Må kun bruges i nye installationer med kølemiddelfyldning ml. 150 g og 10 kg

Naturlige kølemidler

Ammoniak, Kulbrinter, CO₂, Vanddamp

Ammoniak

- Op til ca. 60° C med standard kølekomponenter (25 Bar)
- Op til ca. 75° C med standard varmepumpekomponenter (40 Bar)
- Op til ca. 95° C med højtrykskomponenter (60 Bar)



Kulbrinter (Propan, Isobutan, Propolyen m.m.)

- Erstatte HFC'er mange steder (samme komponenter anvendes)
- Meget brandfarlige
- Lave tryk, Propan ca. 60° C (R290), Isobutan ca. 85° C (R600a)

CO₂

- Kan lave stort temperaturløft i et trin
- Kræver lav indløbstemperatur (maks. 40° C)



Varmepumpetyper - kølemidler



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Vanddamp

- Ikke brandfarligt, ikke giftigt
- Meget lave tryk ($5^{\circ}\text{C} = 0,01\text{ bara}$)
- Høj fordampningsvarme
- Ikke udbredt endnu, men dampsystemer er kendt teknologi
- Mulighed for direkte kontakt (ingen varmeveksling)
- Meget stort slagvolumen (kræver specielle kompressorer)



Absorptionsvarmepumper

- COP ca. 1,7 (2-trins – ca. 2,3)
- “Booster” til kedler eller andre varmeproduktionsenheder
- Temperaturniveauer skal overholdes



Hybridvarmepumper

- NH_3 i vandopløsning (absorptionsproces)
- Drives mekanisk (kompressor og pumpe)
- Udnytter temperaturglid
- Lave tryk



Varmekilder



Procesuafhængig

- Havvand
- Sø- og åvand
- Spildevand
- Grundvand
- Drikkevand
- Geotermi
- Luft
- Jordvarme
- Solvarme (i kombination med varmelager)
- Fjernvarme



Varmekilder

Procesafhængig

- Røggas fra kedelanlæg (kondensering)
- Overskudsvarme (fra samme eller andre processer)
- Energoptimering af interne processer

Varmelagre

- Øget fleksibilitet
- Nødvendig ved mangel på samtidighed for varmekilde og varmebehov
- Udjævning af kapacitetsvariationer, driftsstop, etc.



Systemintegration

Før varmepumpen integreres

- Energioptimering - minimer tab
- Direkte varmeveksling er gratis
- Kan procestemperaturkrav reduceres, før der købes varmepumpe
- Afstem varmepumpe til system og omvendt
- Skal eller kan varmepumpen driftes i kombination med andre anlæg
- Tag hensyn til off-design konditioner, evt. buffertank

Hent rådgivning omkring

- El-pris og evt. afgifter
- Pris for varmekilde som erstattes (gas)
- Varmekilde (kapacitet, temperatur, tid)
- Varmebehov (kapacitet, temperatur, tid)
- Tilgængelige varmepumpeløsninger
- En masse mindre detaljer...



Varmepumpers energiforbrug

Varmepumper vokser ikke ind i himlen

- Carnot eller Lorenz er grænsen

Forskellen mellem teori og praksis afhænger af:

- Mekaniske tab (kompressor og ekspansion)
- Termiske tab (temperaturtab i varmevekslere og kølemiddel)

De bedste anlæg har typisk en virkningsgrad på 60 % af Lorenz

- Mekaniske tab i kompressorer – 20-50 %
- Tab i ekspansionsenergi – 5-40 %
- Tab i kølemidlets temperaturforløb – 5-25 %
- Tab i varmevekslere – 15-50 %

De største optimeringspotentialer ligger i rigtigt indpasning ift. det omkringliggende system