

Varmepumper Teknik og muligheder

Bjarke Paaske, PlanEnergi

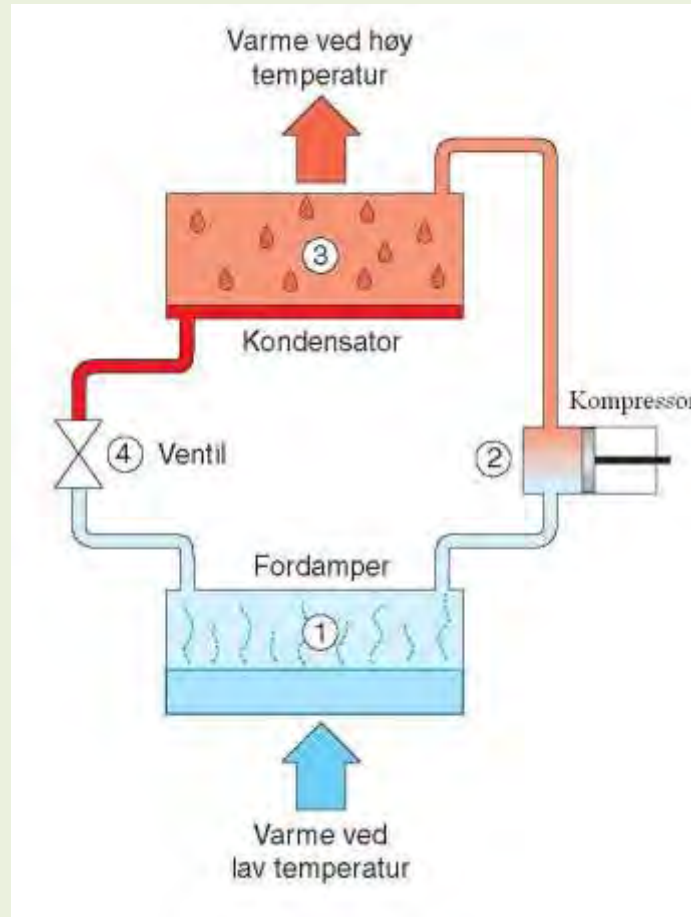


- Rådgivende ingeniørfirma
- 30 år med VE
- 30 medarbejdere
- Kontorer i
 - Skørping
 - Aarhus
 - København

- Fjernvarme
 - Solvarme
 - Sæsonlagre
 - Varmepumper
 - m.m.
- Energiplanlægning
- Biogas
- Vindmølle VVM

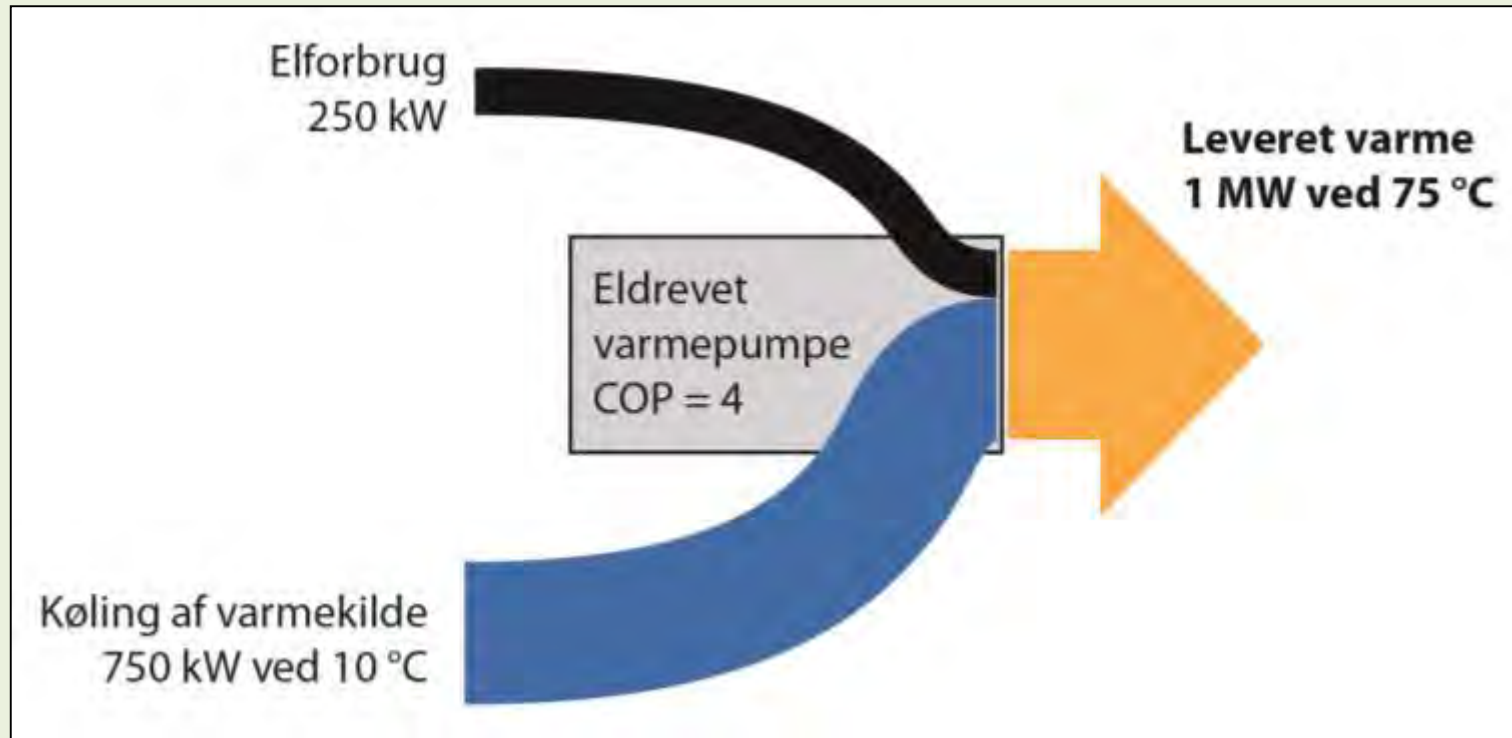


Elektriske varmepumper

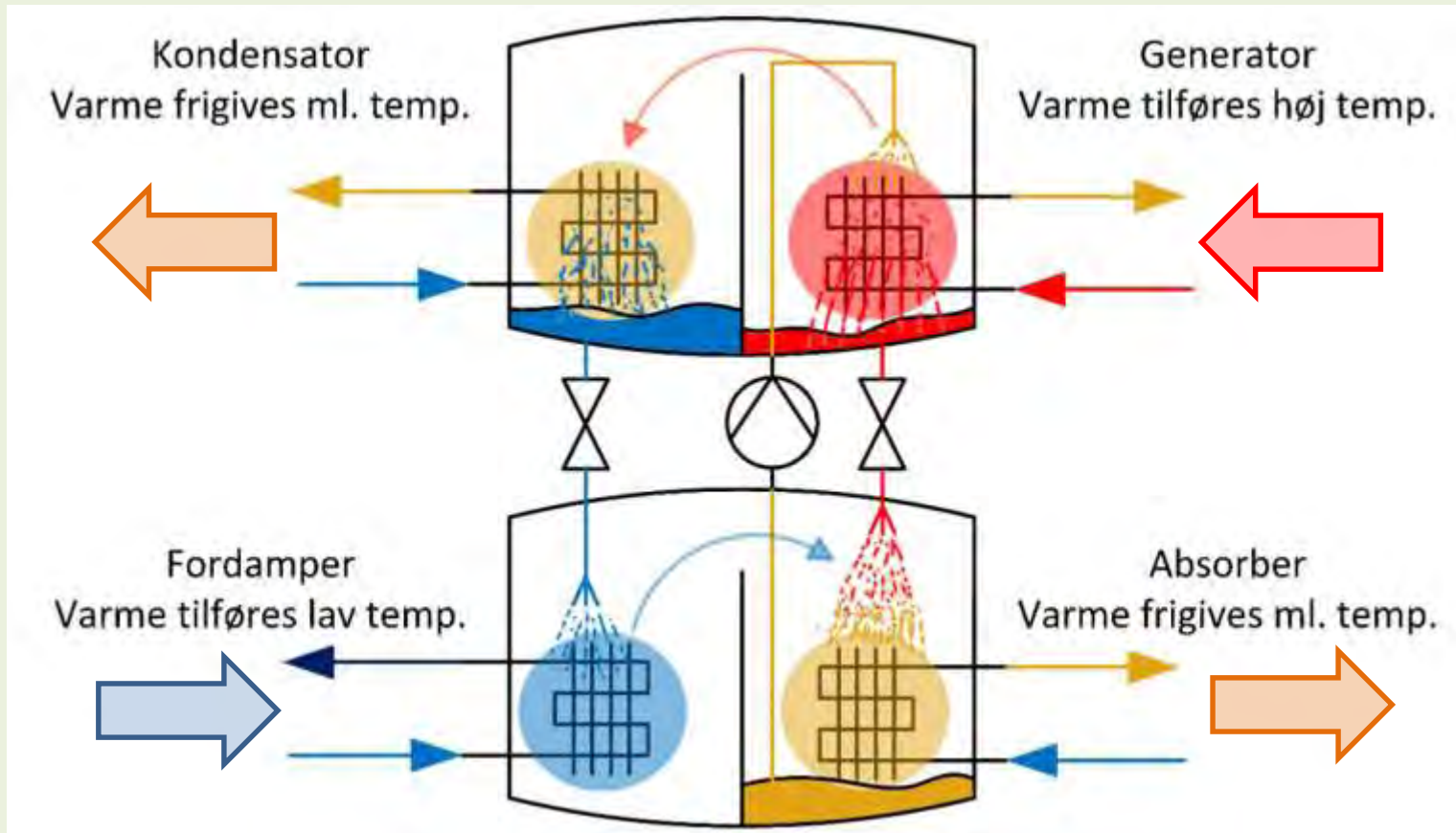


Principskitse for varmepumpe | www.aalborg-hsh.dk

Energimæssigt



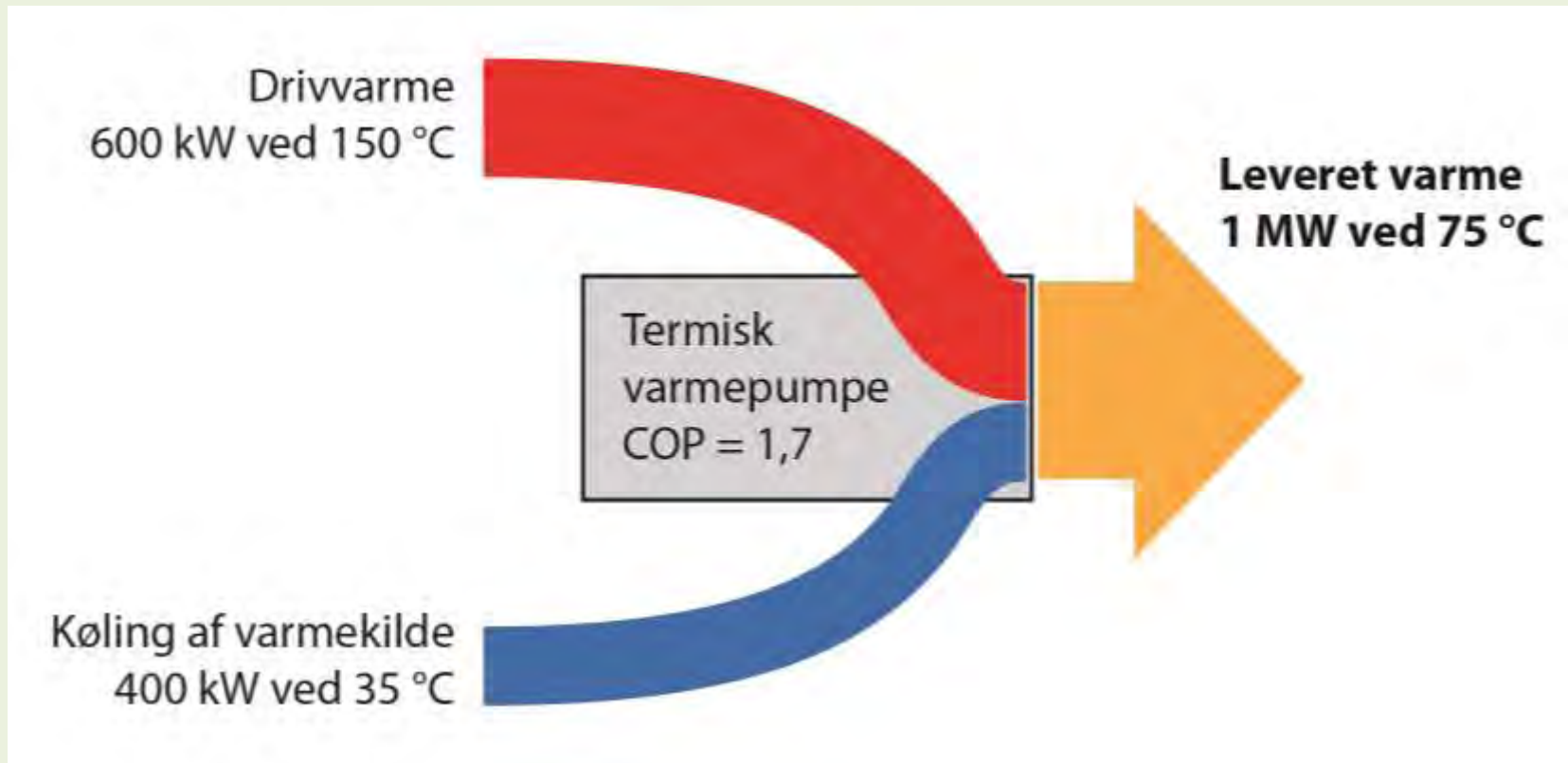
Absorptionsvarmepumper



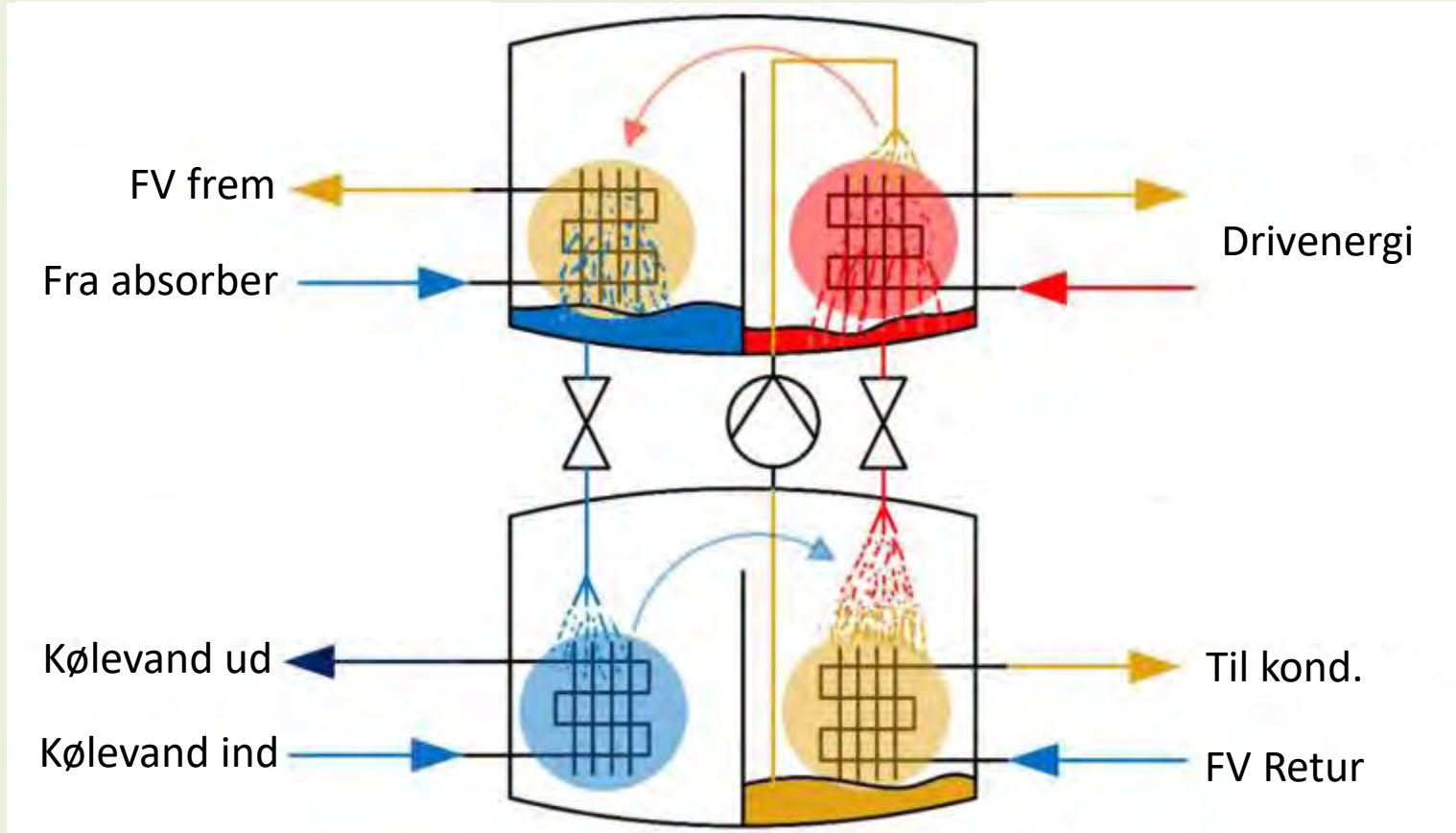
COP i praksis ca. 1,7 (ekskl. kedel)

Absorptionsvarmepumper

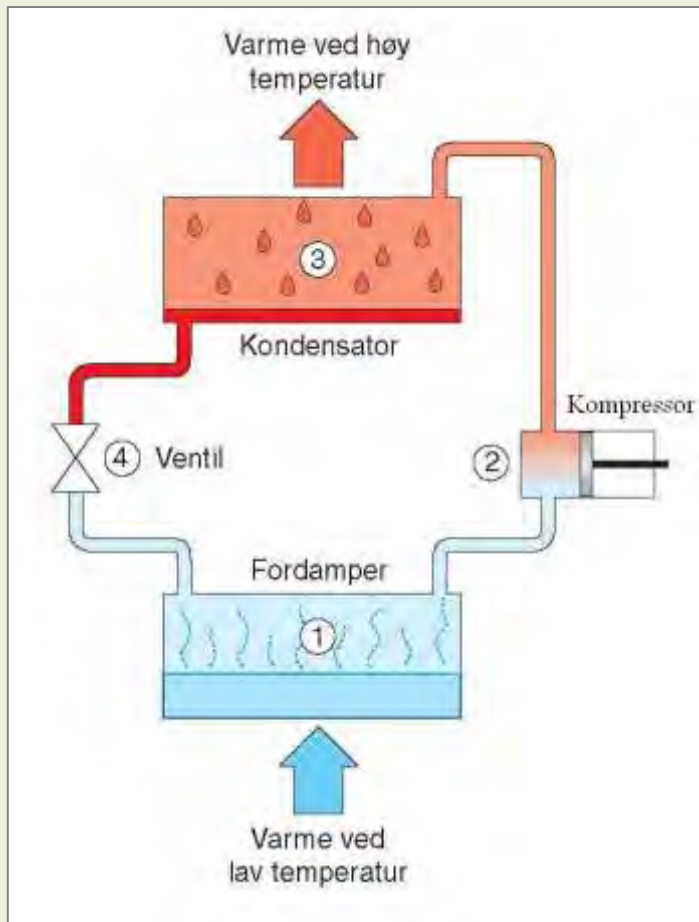
Energimæssigt



Absorptionsvarmepumper



Virker kun hvis temperaturniveauer overholdes



Kilde: www.aalborg-hsh.dk

- Teoretisk energiforbrug afh. kun af temperature

$$\text{COP}_{\text{Lorenz}} = \frac{T_{\text{lm,Fjernvarme}}}{T_{\text{lm,Fjernvarme}} - T_{\text{lm,Kilde}}}$$

Grundvand 9-2 °C, Fjernvarme 35-75 °C → **6,7**

Spildvarme 35-25 °C, Fjernvarme 35-45 °C → **31**

- I praksis er der mekaniske og termiske tab
- For store VP typisk 35-60 % af teoretisk maks.

Naturlige kølemidler

Mekaniske varmepumper

Ammoniak (NH_3):	Store anlæg > 1.000 kW
Kuldioxid (CO_2):	Mellemstore anlæg < 1.000 kW
Kulbrienter (Isobutan, propan):	Mellemstore anlæg 500 – 1000 kW

Syntetisk Lav-GWP kølemiddel (kræver dispensation)

R1234ze (erstatning for R134a):	Store anlæg > 1.000 kW
---------------------------------	------------------------

Absorptionsvarmepumpe

LiBr/ H_2O (H_2O er kølemiddel):	Store anlæg > 1.000 kW
---	------------------------

Hybridvarmepumpe (mekanisk absorptionsvarmepumpe)

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

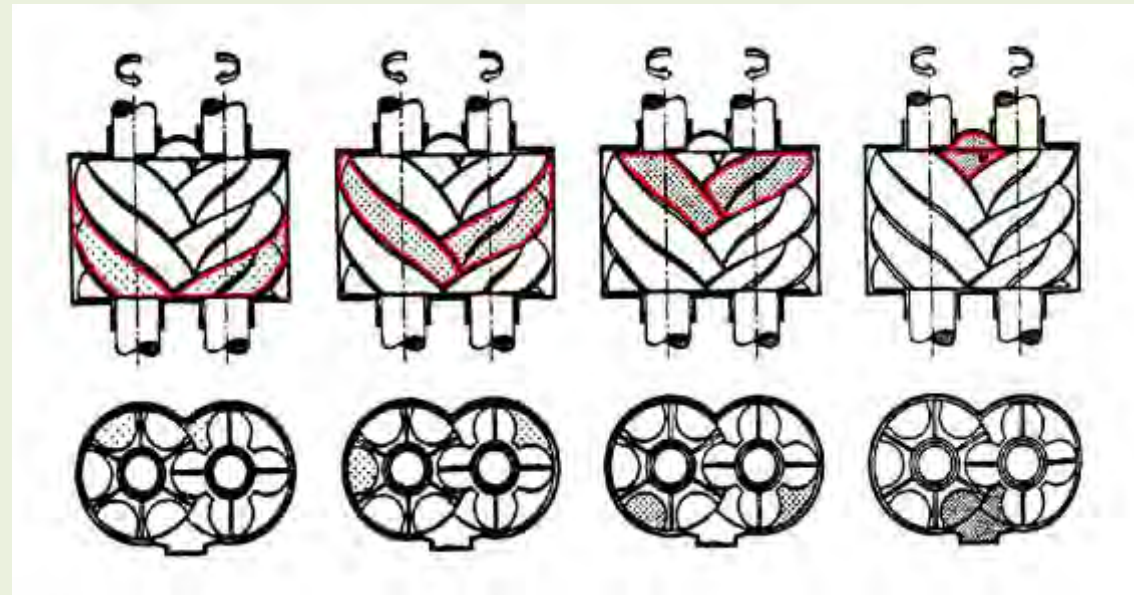
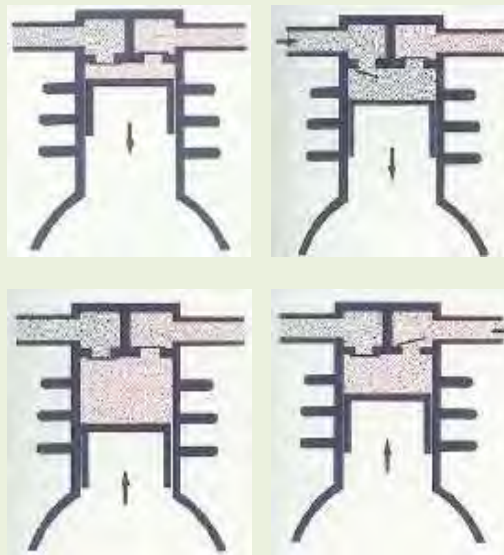
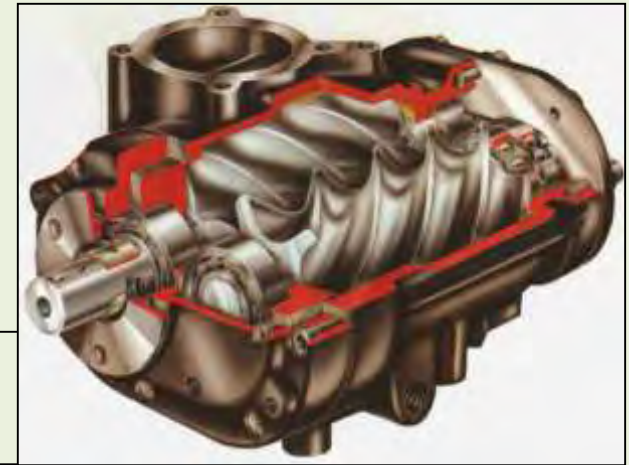
Ammoniak kompressorer



Stempel

eller

Skrue



Ammoniak kompressorer

Stempel



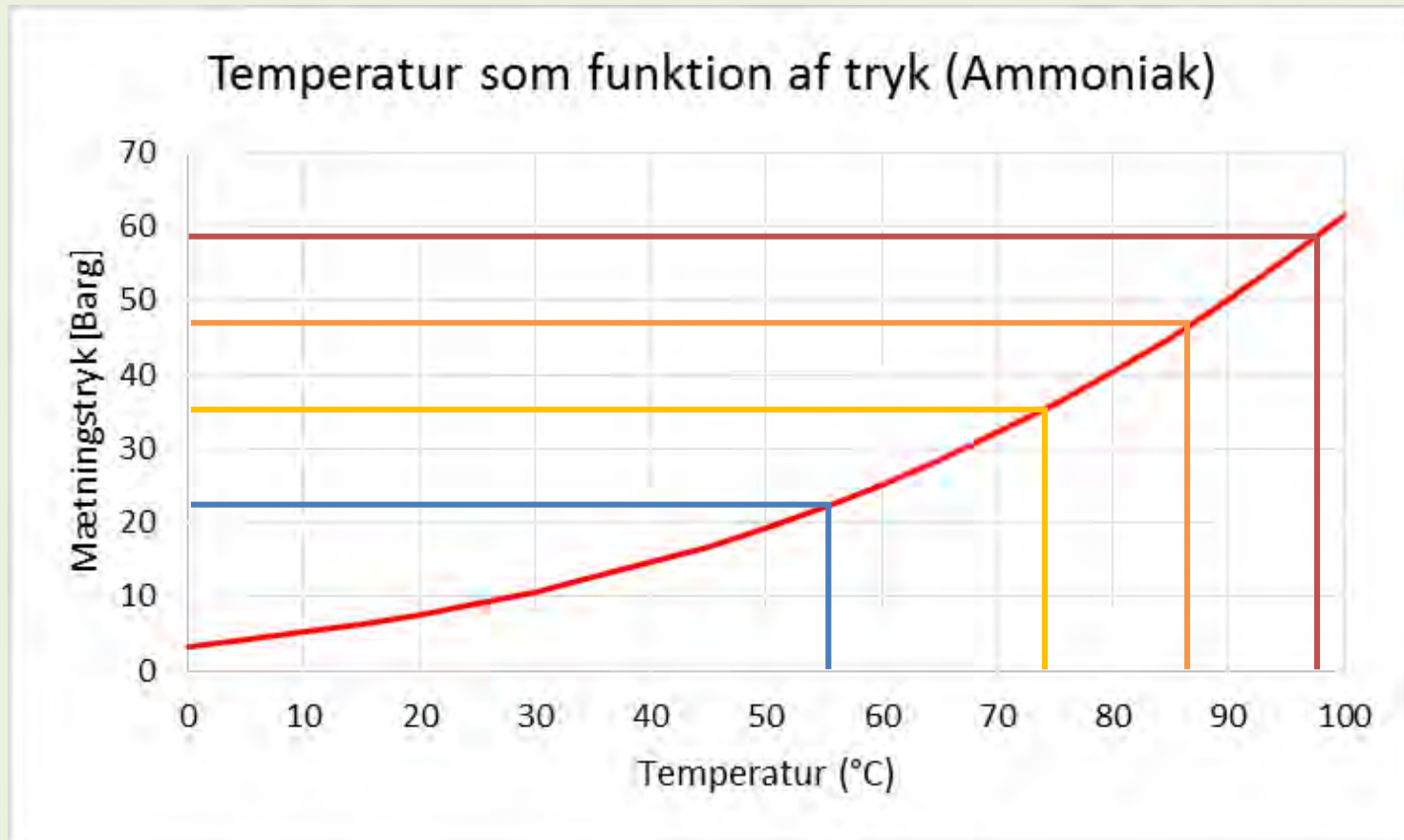
Skrue



Reference: www.sabroe.dk

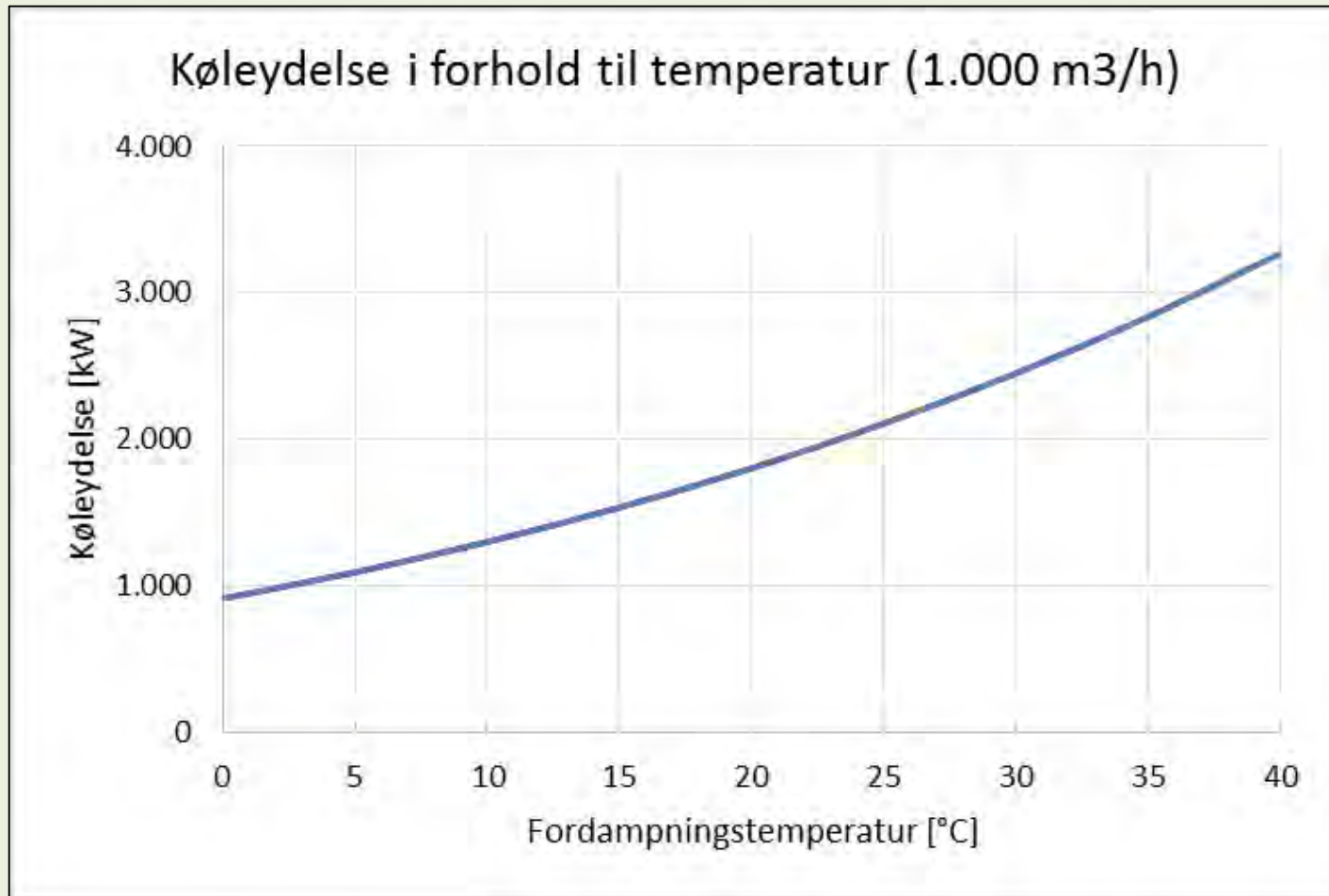
Ammoniak varmepumper

- Flere og flere komponenter til høje tryk



Kompressorstørrelser

- Køleydelse afhænger af slagvolumen og temperatur på varmekilden



Kompressorstørrelser

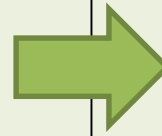
- Køleydelser med store kompressorer

Stempel Kompressor	Fordampningstemperatur	Kompressor	Slagvolumen	Køleydelse
	0 °C	Standard	1.350 m ³ /h	1.200 kW
	10 °C	Standard	1.350 m ³ /h	1.800 kW
	20 °C	Standard	1.350 m ³ /h	2.400 kW
	30 °C	Højtryk	675 m ³ /h	1.700 kW
	40 °C	Højtryk	675 m ³ /h	2.200 kW

Skrue Kompressor	Fordampningstemperatur	Kompressor	Slagvolumen	Køleydelse
	0 °C	Standard	11.500 m ³ /h	10.500 kW
	10 °C	Standard	11.500 m ³ /h	15.000 kW
	20 °C	Standard	11.500 m ³ /h	20.800 kW
	30 °C	Højtryk	7.000 m ³ /h	17.200 kW
	40 °C	Højtryk	7.000 m ³ /h	23.900 kW

Minimering af elforbrug

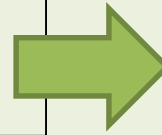
$$\text{COP}_{\text{teoretisk}} = \frac{T_{\text{lm,Fjernvarme}}}{T_{\text{lm,Fjernv.}} - T_{\text{lm,kilde}}}$$



Lave FV temperaturer

Bedst egnede varmekilde

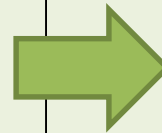
Mekaniske tab



Gode kompressorer

2-trins anlæg

Termiske tab

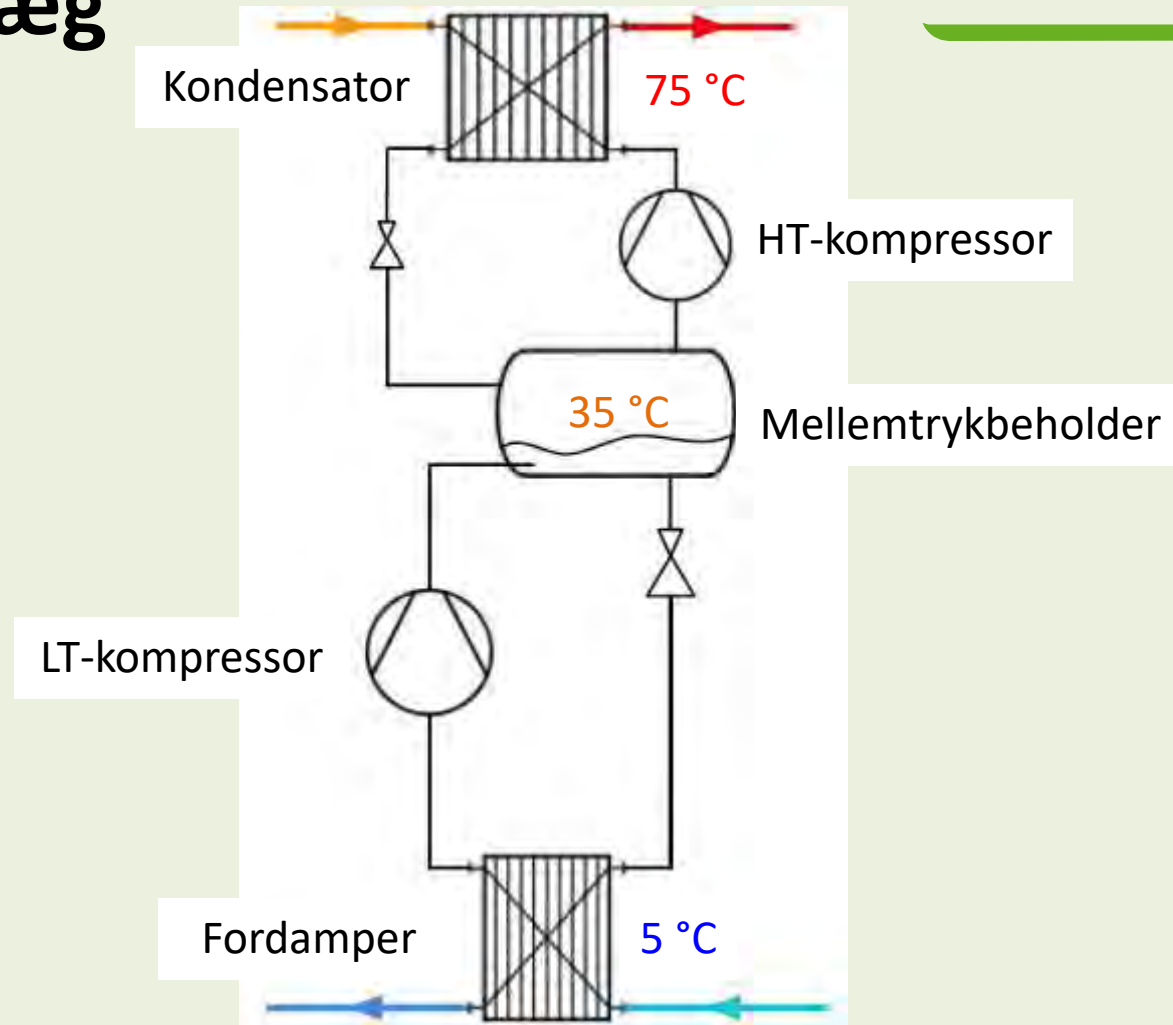


Effektivt kølemiddel

Effektive varmevekslere

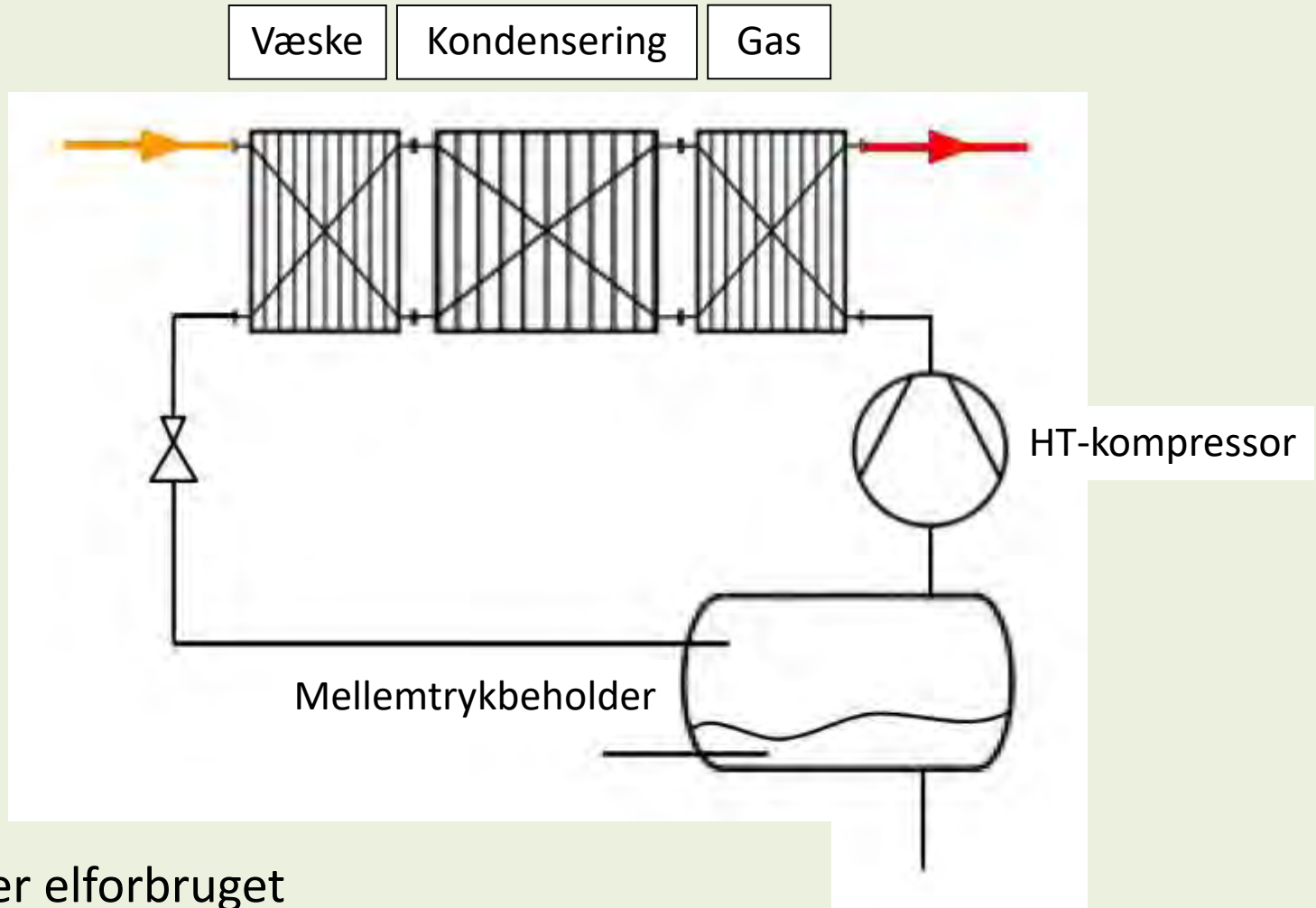
Flere opvarmningstrin

2-trinsanlæg

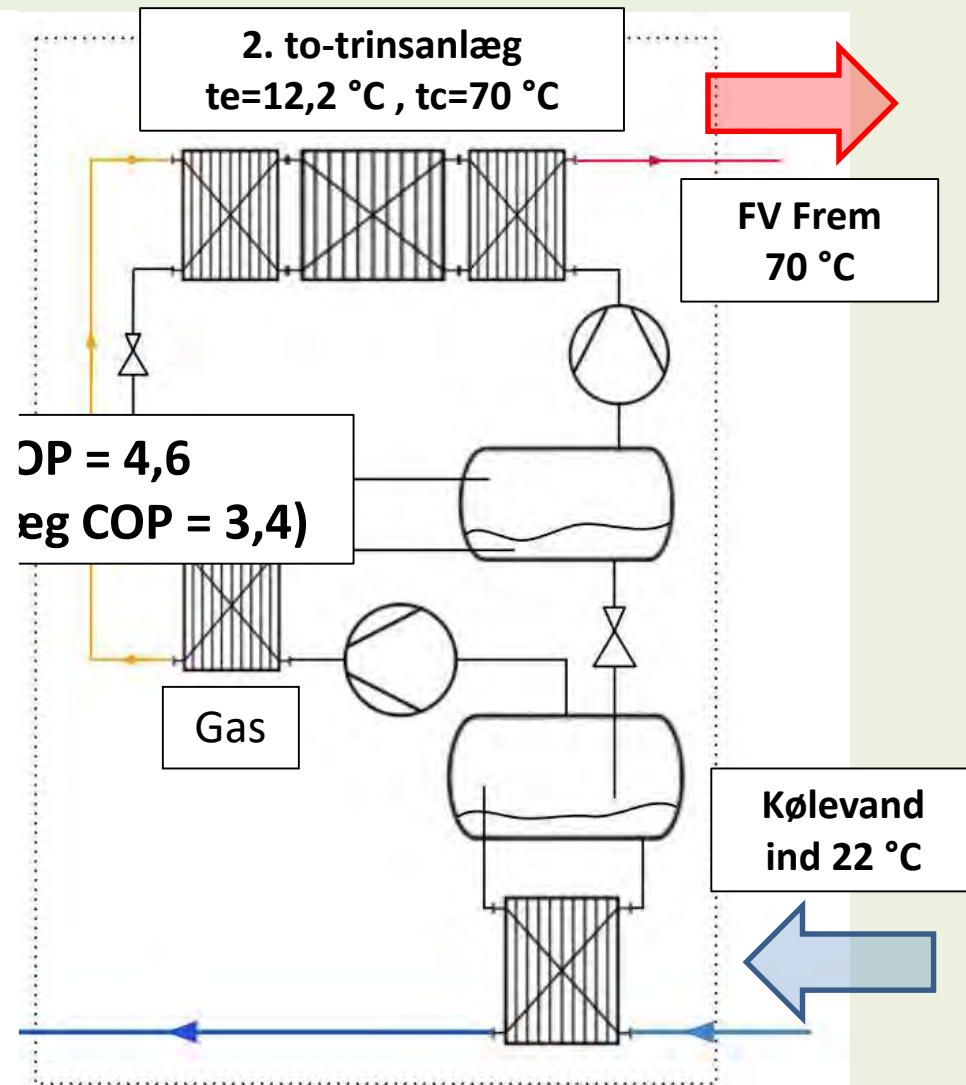


- Fordelagtig ved større temperaturløft

Effektive varmevekslere



Flere opvarmningstrin



- **Superoptimering af:**

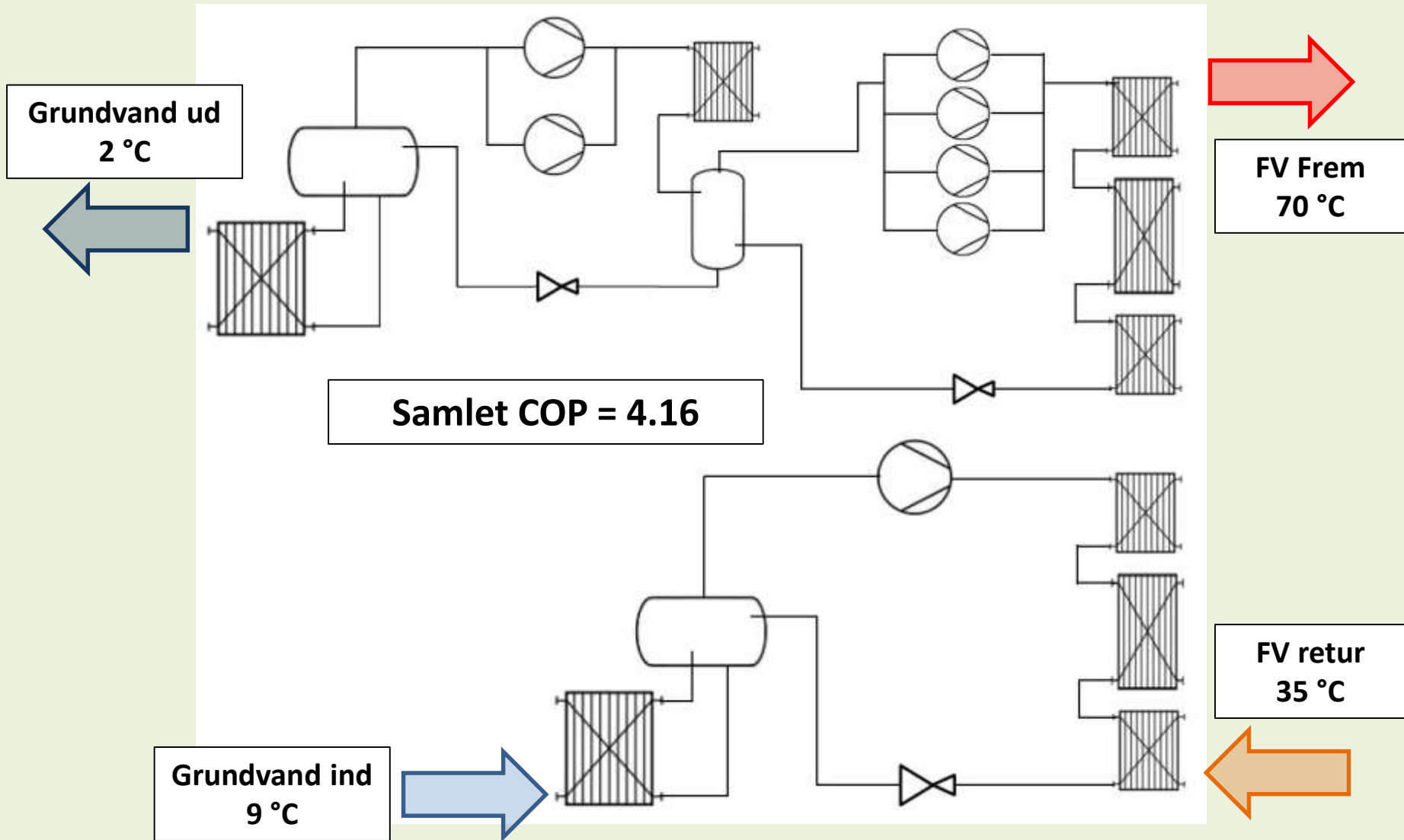
- Kompressorer/Motorer →
- Ekspansionsenergi → **Maks 15 % gevinst ift. nuværende teknologi**
- Kølemidler →

- **Optimering af FV-system, konfigurering og indpasning:**

- Systemoptimering → **Op til 50 % forbedringspotentiale**

- **Energiforbruget afhænger af systemet og anlægsopbygning!!!**

Specialbygget grundvandsvarmepumpe



Specialbygget grundvandsvarmepumpe



- Meget høj COP
- Pladsopbygget

Standard varmepumpe



- 1-trins chiller (25 bar)
- 1-trins varmepumpe (40, 50 or 60 bar)

Standard varmepumpe



1-trins chiller



1-trins varmepumpe

 **2-trins varmepumpe**

Standard varmepumpe på spildevand



- Høj virkningsgrad
- Fabriksbygget
- Simple installation - mindre kompliceret opbygning

Ammoniakvarmepumper

- Op til ca. 55° C med standard kølekomponenter (28 Bar) - LT
- Op til ca. 75° C med standard varmepumpekomponenter (40 Bar) - MT
- Op til ca. 90° C med højtrykskomponenter (50-60 Bar) - HT



Standard VP ca. 75° C

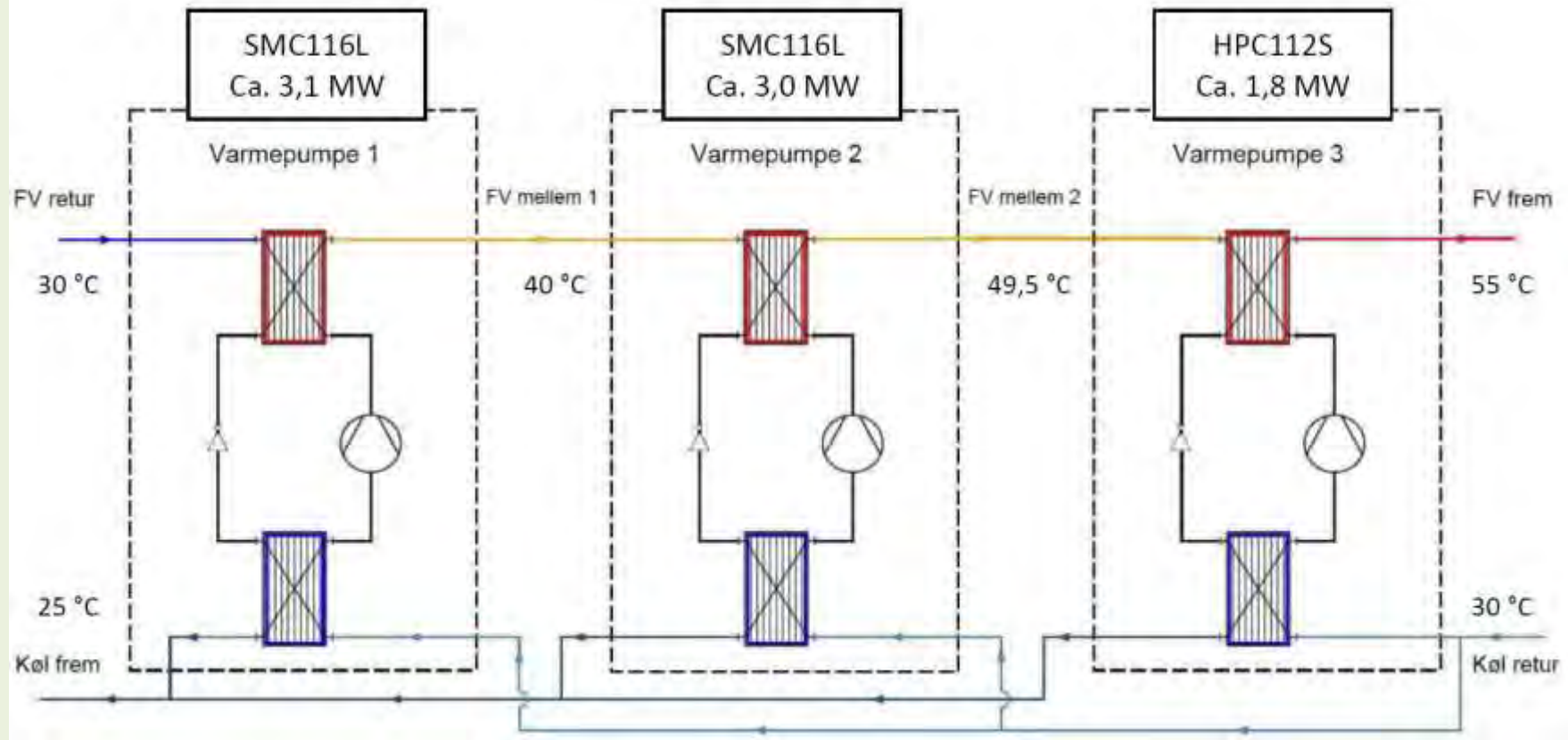


Højtryksanlæg ca. 90° C

- Anlægstyperne udvikles
 - Flere standardkomponenter
 - Højere temperaturer
 - Større kapaciteter
- Standardiserede 2-trinsanlæg med høj COP
- Bedste COP fås ved rigtig konfiguration og indpasning

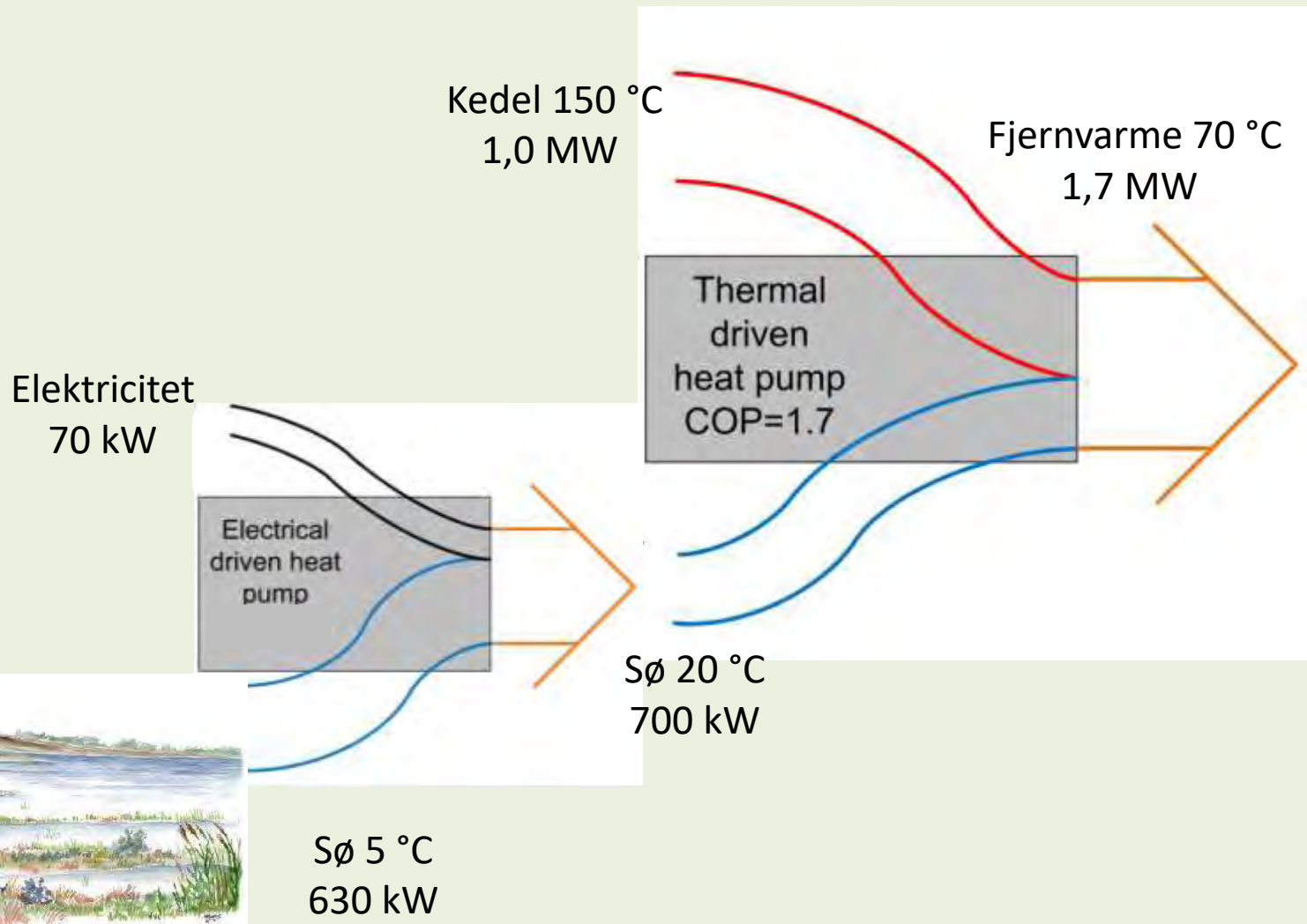
Datacentre og LT-fjernvarme

- Varmepumpesæt med 3 stempelenheder i serie



Samlet varme: 7,9 MW
COP = 9,1

Kombination af absorption og el



Mange tak!

blp@planenergi.dk M +45 2234 5994

www.planenergi.dk T +45 9682 0400