

Cool Partners



Kompressions varmepumper

Thomas Lund M.Sc.

Hvem er vi



Thomas Lund, M.Sc.

15 års erfaring fra Sabroe, YORK og DTI

Teoretisk – beregninger, programmer og analyse

Per Skærbæk Nielsen, B.Sc.

23 års erfaring fra Danfoss, Sabroe, YORK og Stal

Praktisk – produkt kendskab og system design

Cool Partners (2008)

Konsulenter i køleteknik, optimering, udvikling,
analyse og teknisk software

Hvorfor er vi her



Initiativtagere til R717 højtemperatur varmepumper

Del af **VSC**

Vilter (USA)

Kompressor fabrikant

Laver single screw kompressoren

Del af Emerson koncernen

Star Refrigeration (Skotland)

UK's største contractor

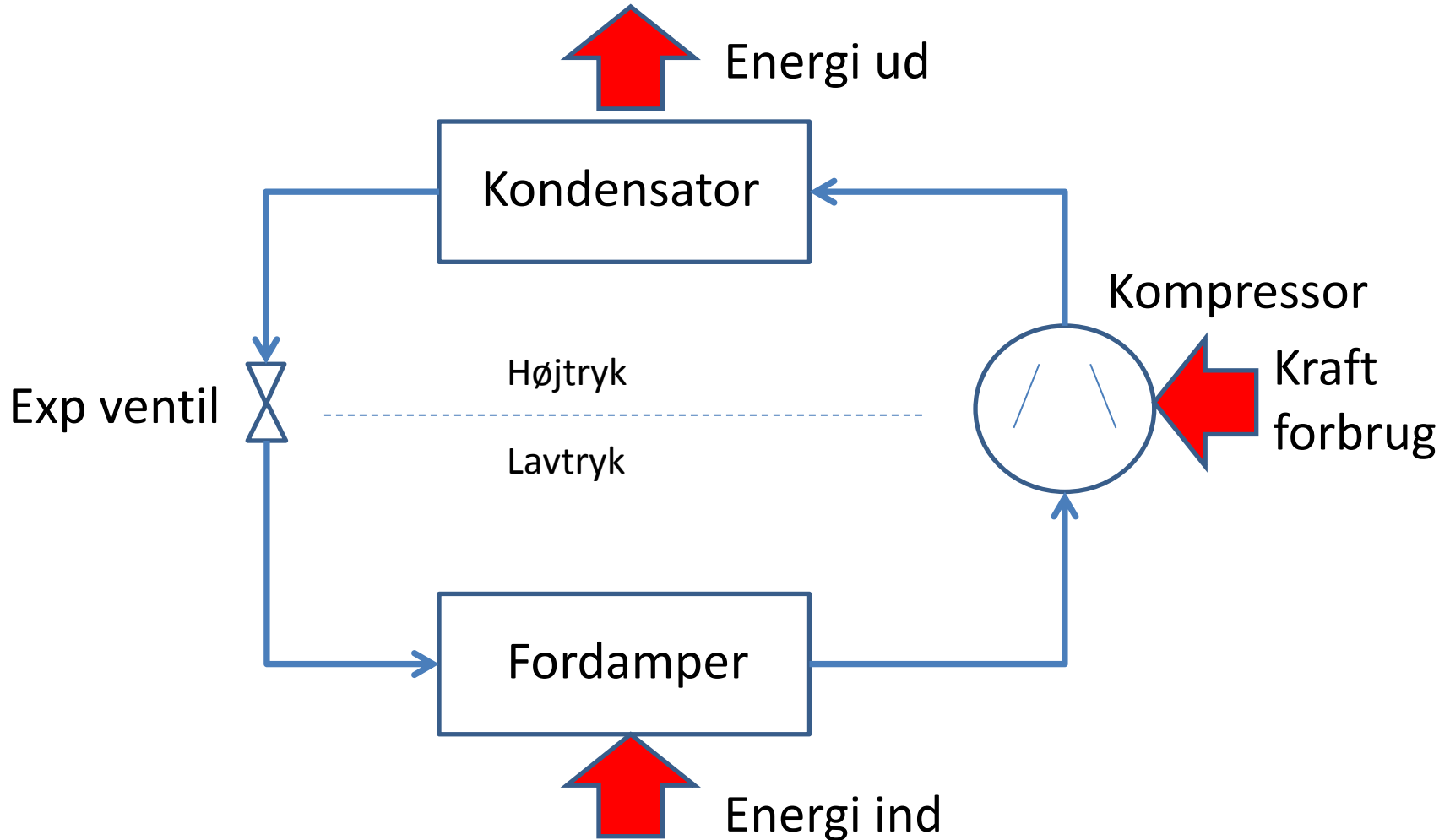
Laver varmepumperne til Europa

Højt respekteret i branchen

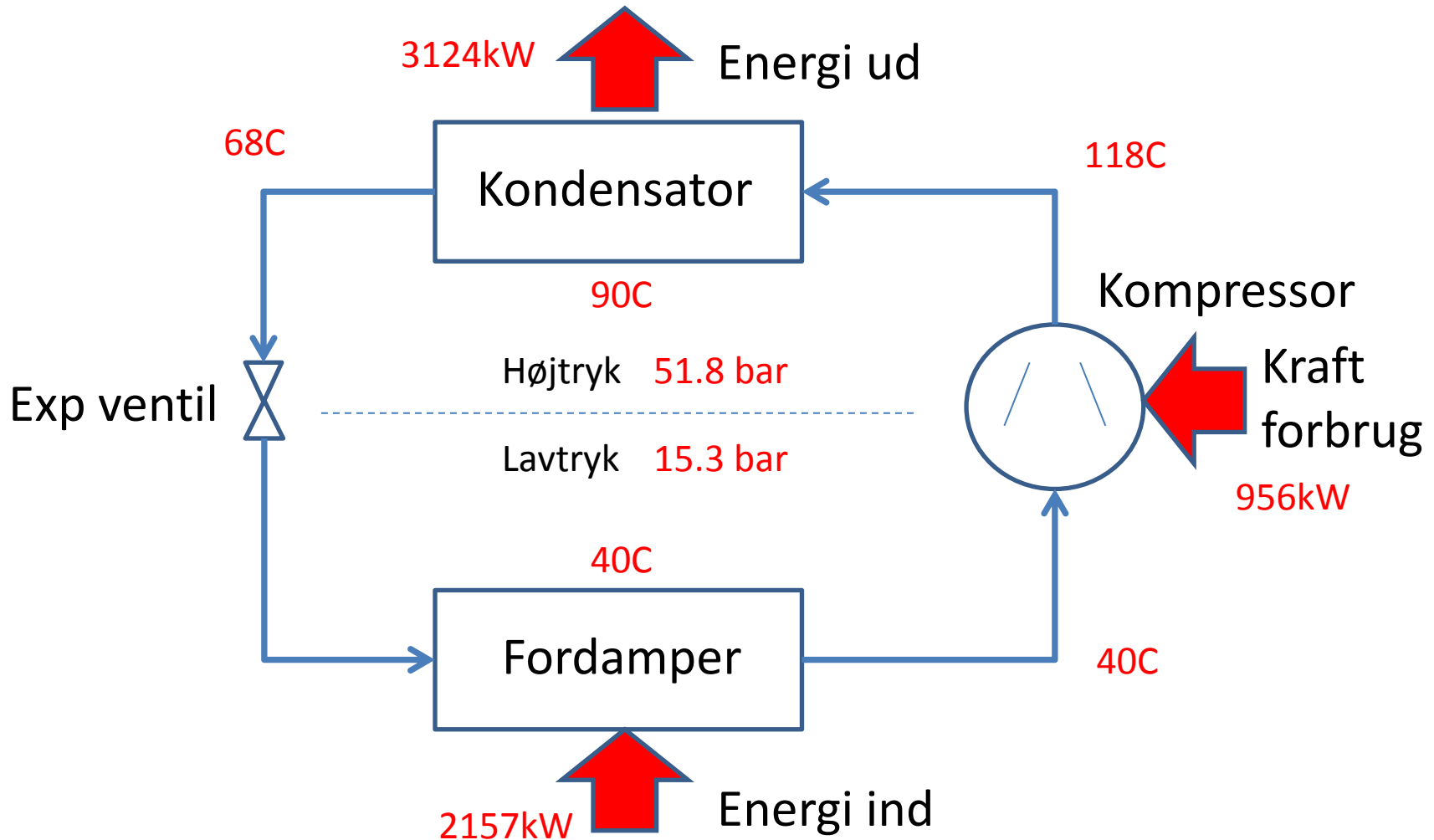
Cool Partners

Beregnings software

Kompressions vp

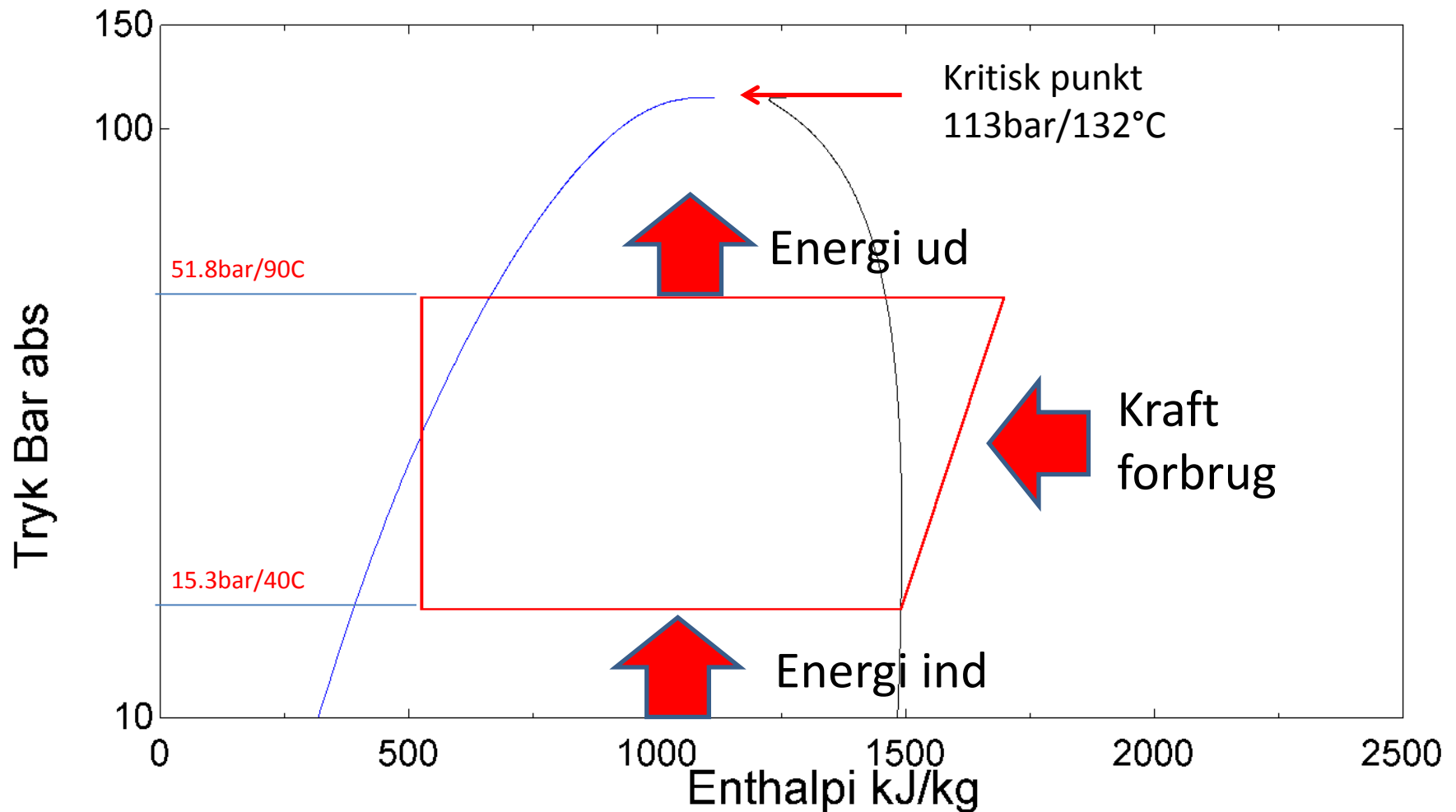


Kompressions vp

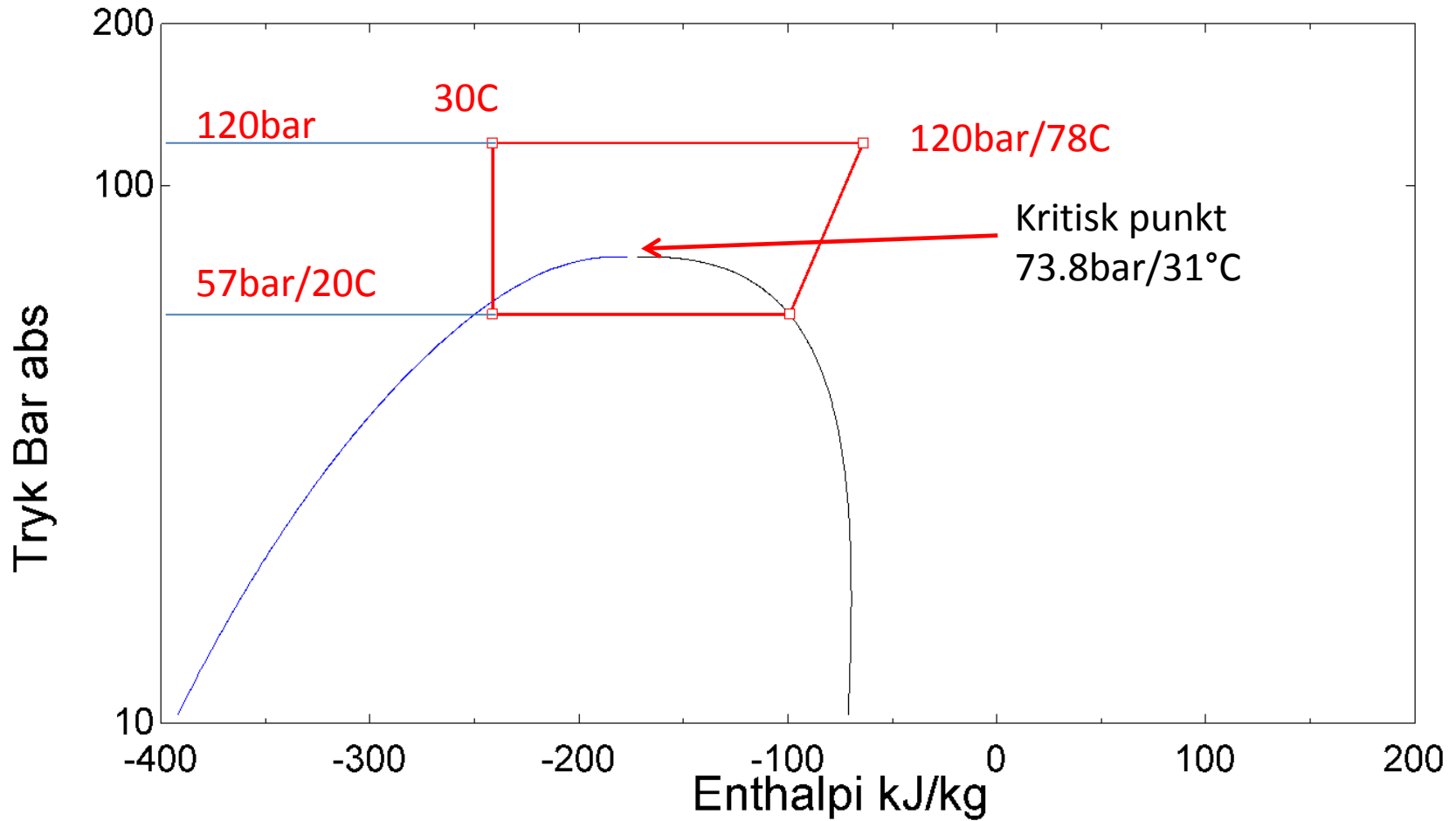


$$\text{COP (heating)} = 3124/956 = 3.27$$

Processen – R717 (freon)

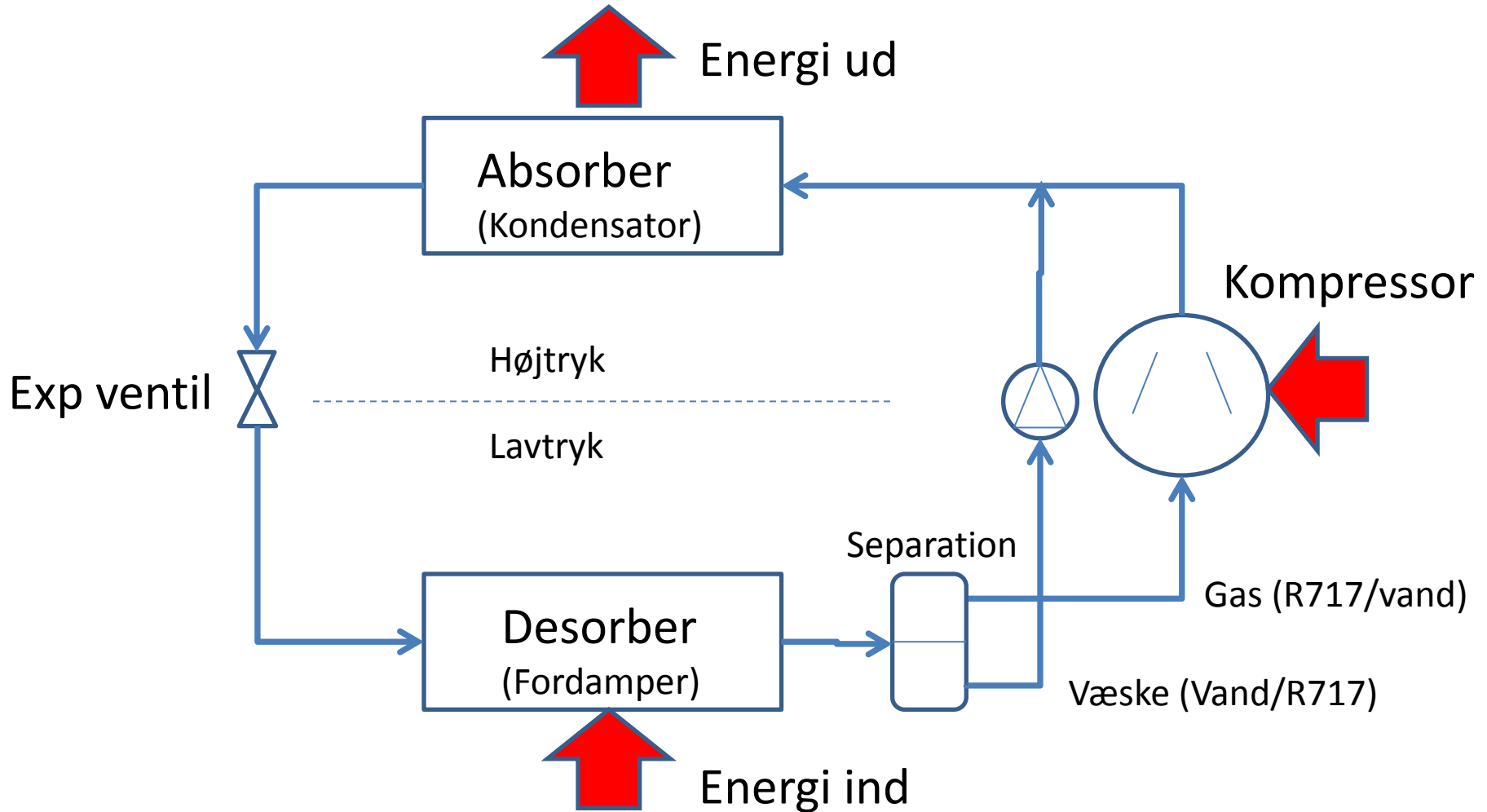


Processen – CO₂



Hybrid varmepumper

Den nye dreng i klassen



Udfordringerne

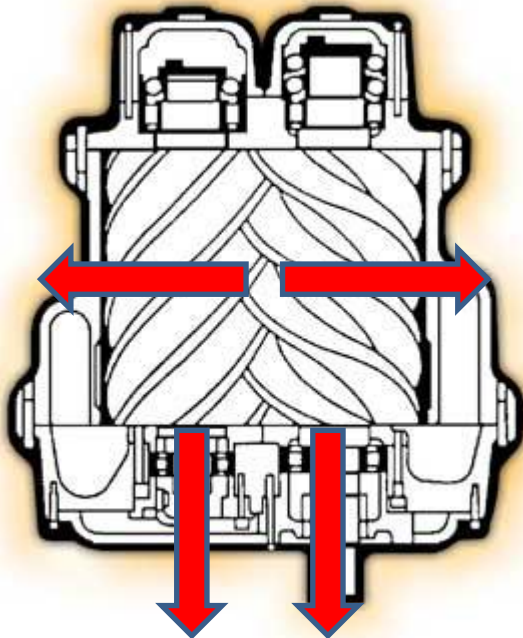
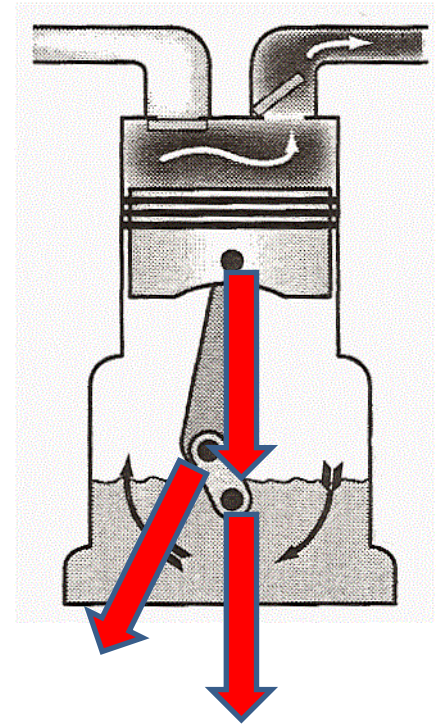
Stempel:

Lejekræfter, slid

Vibrationer

Tryk i krumptaphus

Trykforhold (T_{dis})



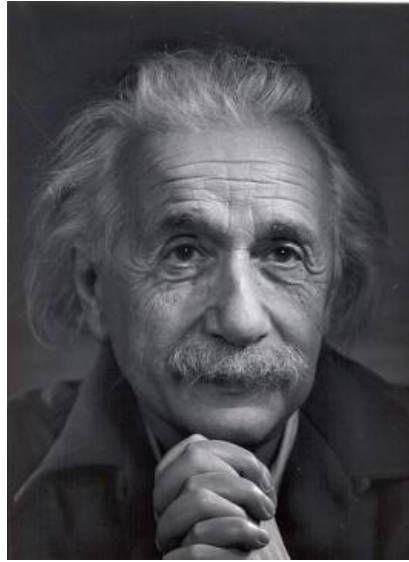
Twin skrue

Udbøjning af rotor

Aksielle kræfter

Vibrationer

Begrænset størrelse af lejer

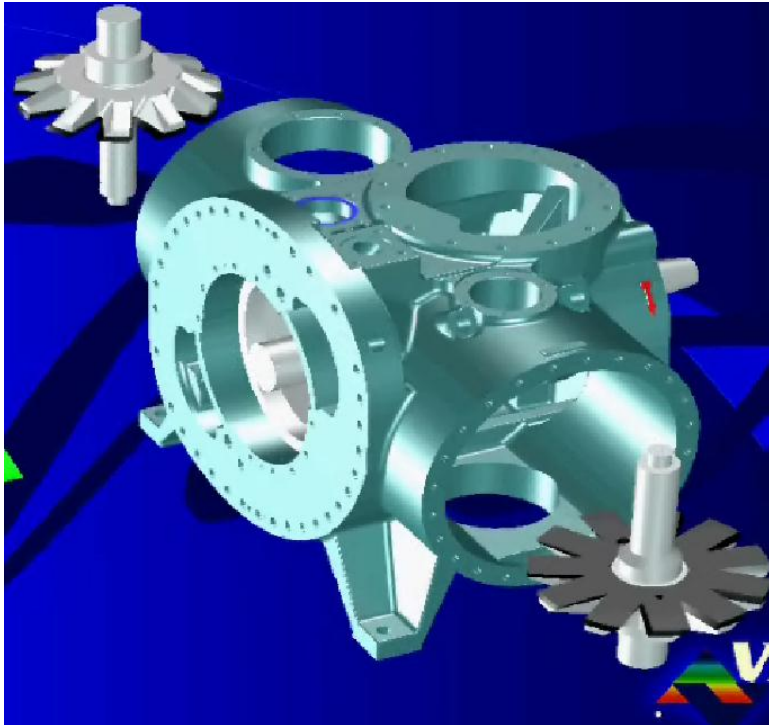


Any intelligent fool can make things bigger,
more complex and more violent.

It takes a touch of genius – and a lot of
courage – to move in the opposite direction.

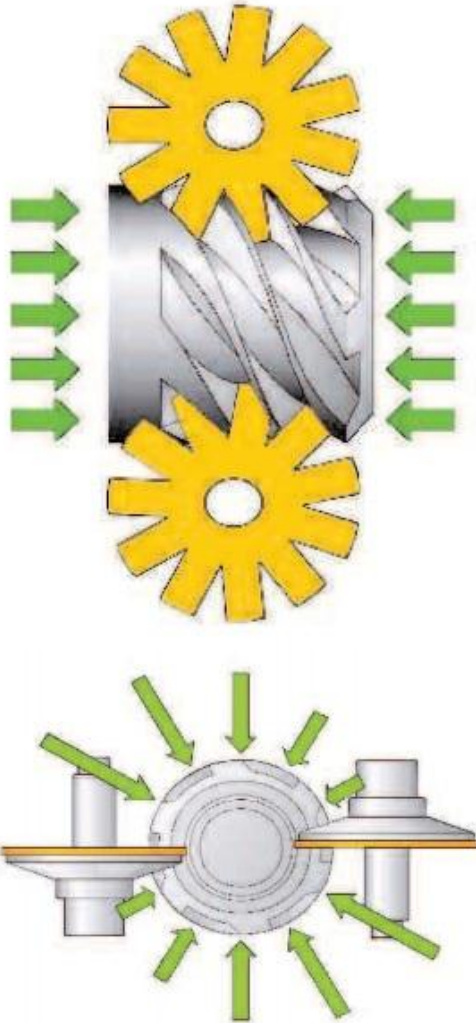
Albert Einstein

Vilter single screw



- Vilter, Milwaukee, USA
- Single skrue design
- Kondensering op til 107°C
- Ubegrænset fordampning
- Max trykforskel 41 bar
- Min trykforhold 1.8
- Balancerede kræfter

Balancerede kræfter



Samme tryk på begge ender af skruen

Identiske og modsat rettede tryk på hver "side" af skruen

Resultat: Minimale leje kræfter

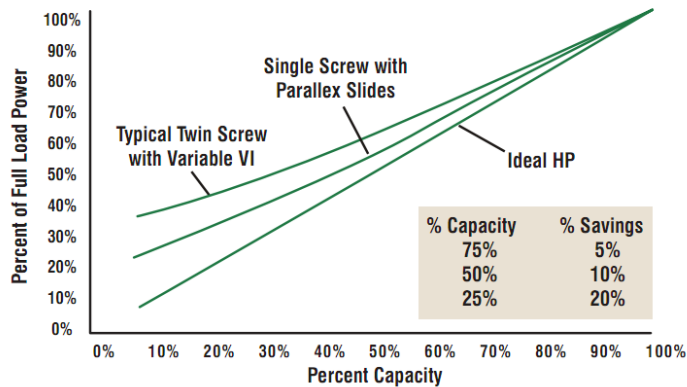
Begrænsningen er huset, ikke skruen

Meget lavt vibrations niveau

Sugetryk praktisk talt ubegrænset

Effektiv regulering

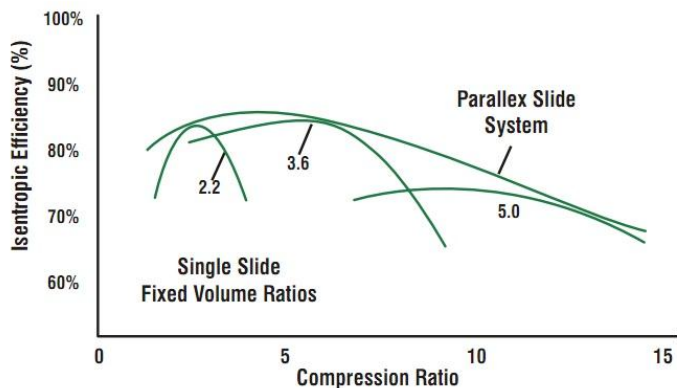
Part Load Energy Consumption –
Single Screw vs. Twin Screw



Overlegen kapacitets
regulering via optimal vi

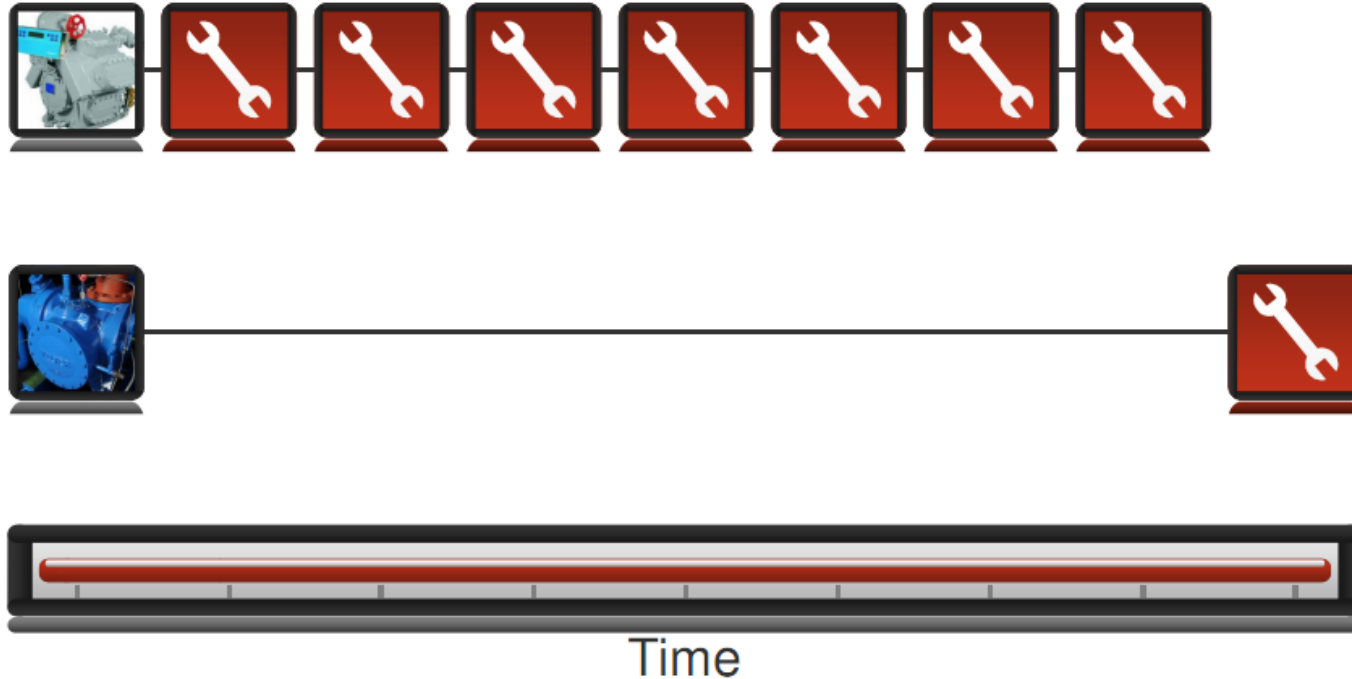
Højere effektivitet ved lav
kapacitet

Isentropic Efficiency Comparison
Between Variable and Fixed Volume



Variabel vi fra 1.2 til 7.5

Vedligehold



Service interval ved et +2/+89°C to-trins anlæg (90°C vand)
Lavtryk 120.000 timer, højtryk 35.000 timer

Ved køle drift giver Vilter 15 års GARANTI på lejer

Så budskabet er:



- Højtemperatur R717 varmepumper er tilgængelige
- Kapaciteter fra 0.5MW og op efter
- Høj-effektive
- Lave drifts omkostninger med single skruen
- Priser omkring 3 mio dkk pr MW
- Leverings temperatur op til 100C

Projekter



- Nestlé, Halifax UK, slik/chokolade produktion
65°C varmepumpe, COP > 4.5
RAC Cooling Industry Awards
2010 Project of the year
Varme og kulde
- Drammen Fjernvarme 15MW (Norge)
- Norske forsvar (2 stk), Danone (Frankrig)

Drammen Fjernvarme

15 MW system

COP = 3.3

Varme ved 90°C

Køling +8/+4°C

5 MW packs

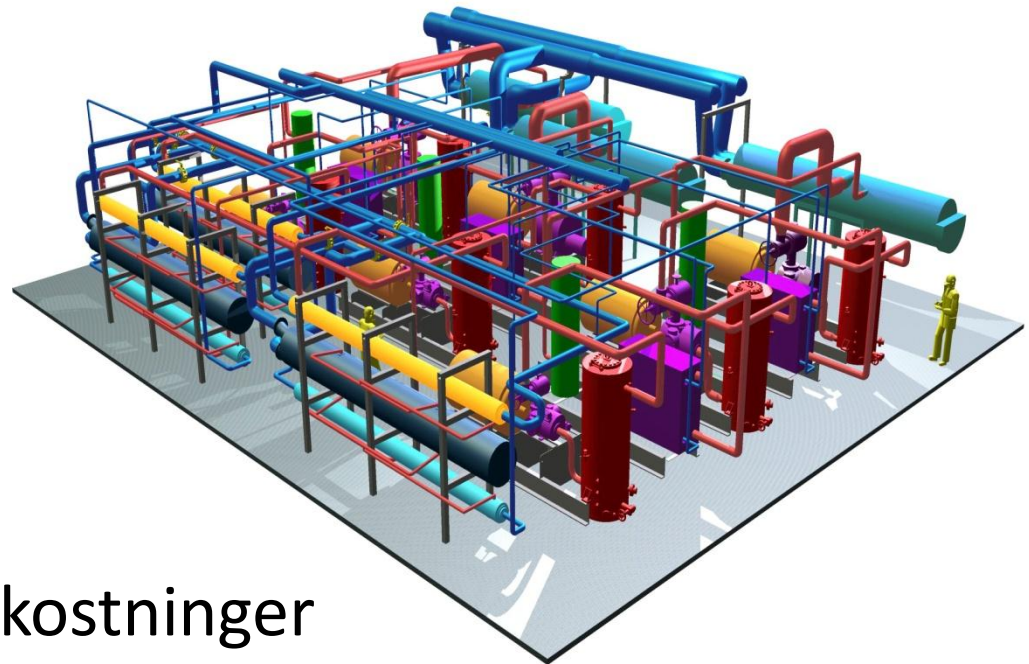
Min dellast 10%

Lave installations omkostninger

Lave drifts omkostninger

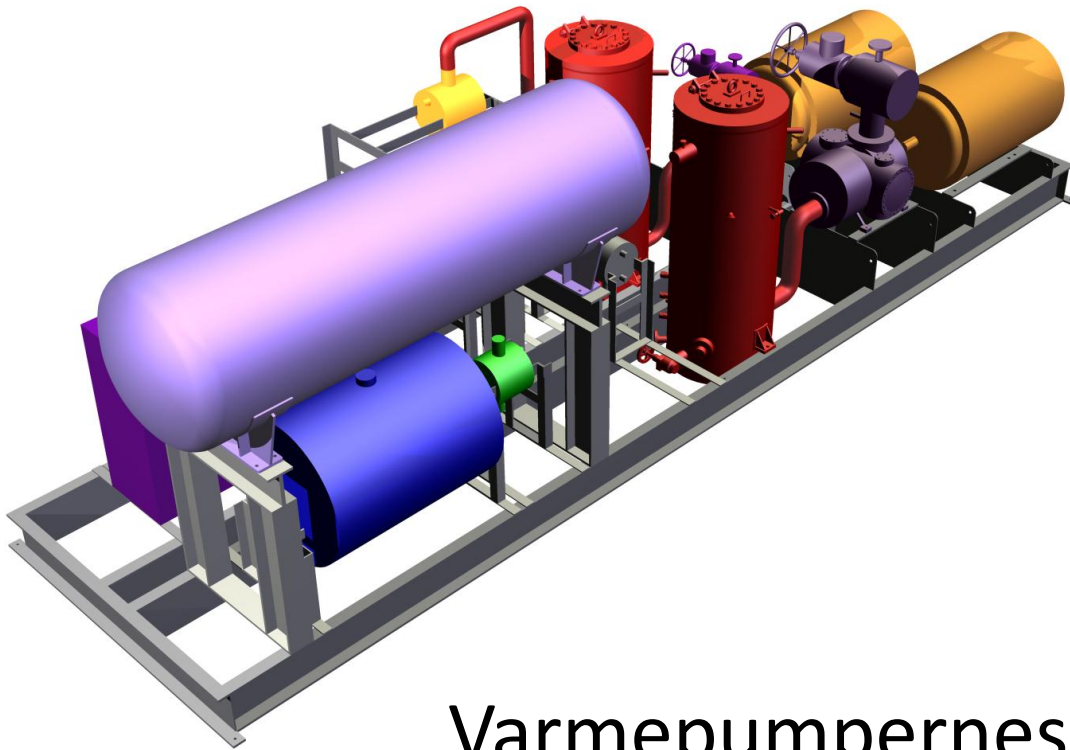
CO2 emission 30% lavere end R134a

CO2 emission 97% lavere end gas fyrede kedler (I Norge)



Neatpump

Star Refrigeration (Skotland)

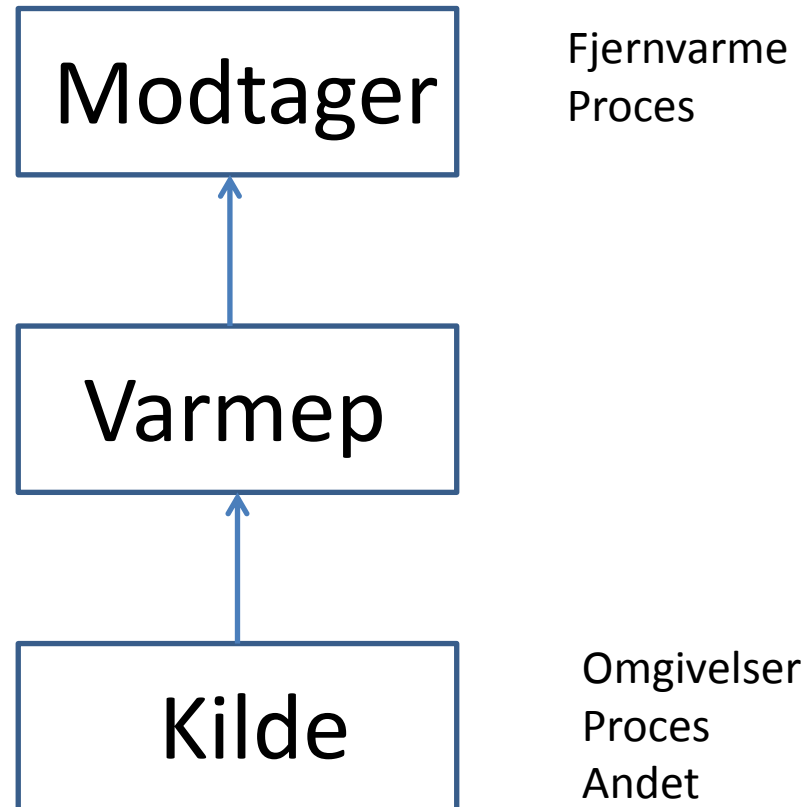


**Færdig pakkede
varmepumper**

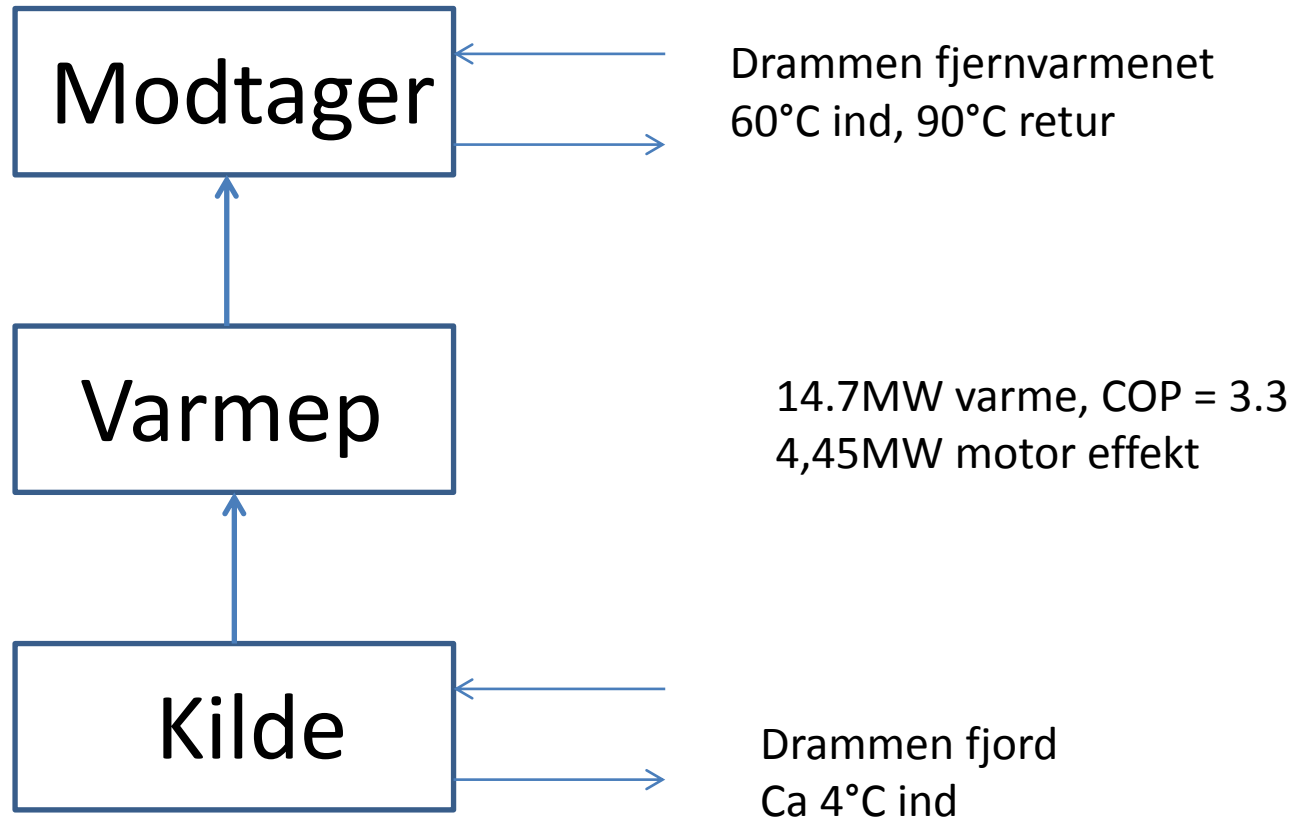
Optil 5MW
90°C / -40°C

Varmepumpernes Mercedes

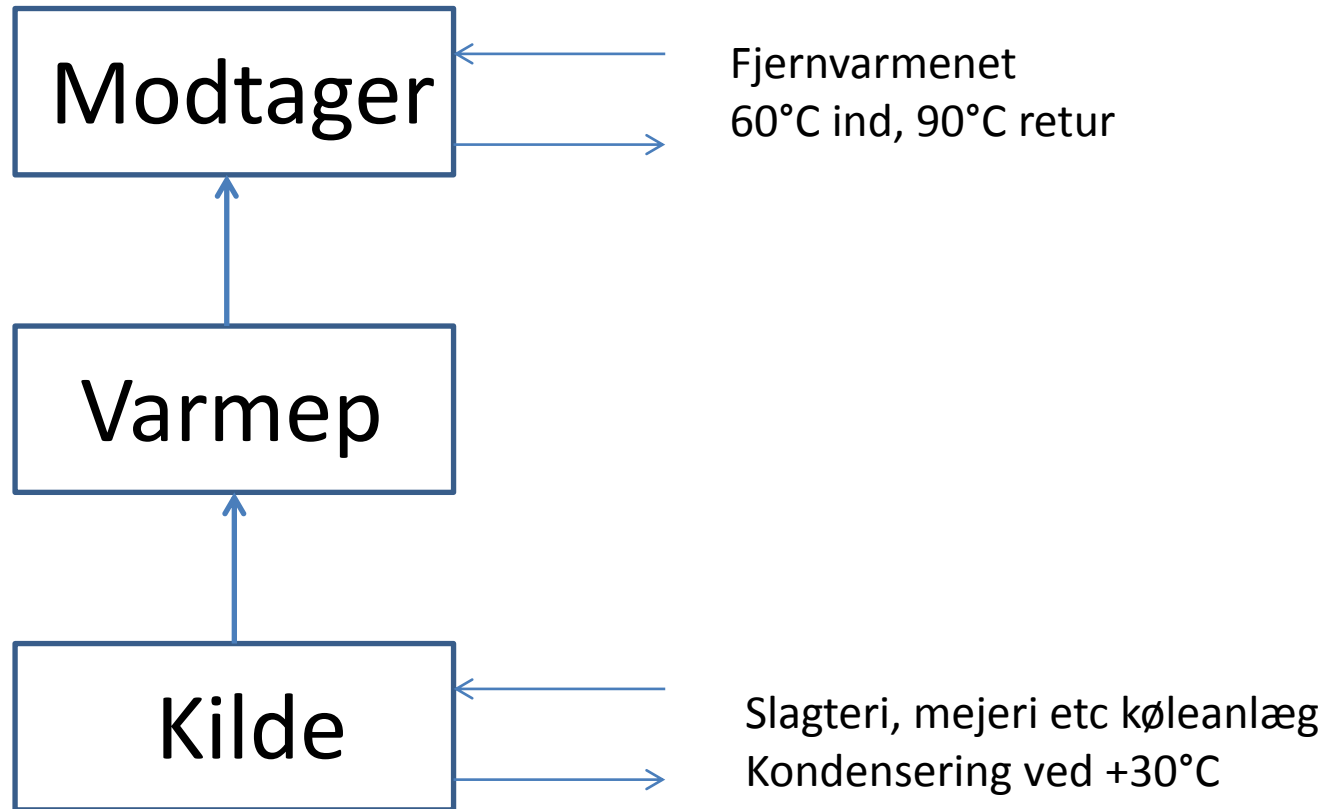
Applikationer



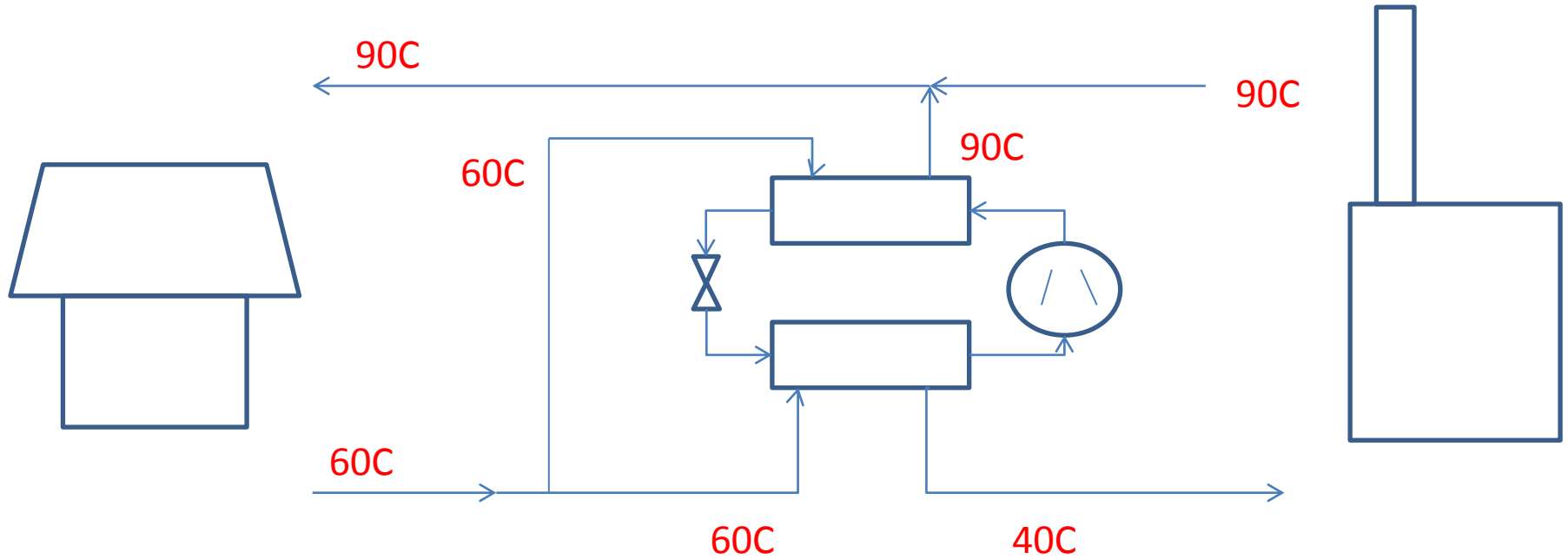
Applikationer



Applikationer



Applikationer



Leverandør i DK



ICS Energy A/S

Leverandør og Stars samarbejdspartner i DK

Består af

ICS Cooling Systems A/S, Vojens

ICS Roskilde A/S

Tidligere Klaus Krusaa Køleanlæg

Hvorfor R717 ?



- Kun naturlige kølemidler i Danmark
- Fremtids sikret
- Altdominerende i industrien
- Lave drifts omkostninger
- Glimrende kølemiddel
- Høj effektivitet
- Ifølge nyligt studie om varmepumper:
 - Vand ind over $+28^{\circ}\text{C}$ \rightarrow R717 bedre end CO2
 - $+18^{\circ}\text{C}$ til $+28^{\circ}\text{C}$ \rightarrow R717 og CO2 lige gode

Hvorfor ikke før ?

- Tidligere kompressorer begrænset til ca 65°C
- Høj service omkostninger pga ekstrem belastning
- Tryk ved 90°C er udenfor normal område
- "Supply and demand" ikke eksisterende