

Dansk Fjernvarme
Teori og praksis for små og store varmepumper i
fjernvarmeproduktion

Fjernvarmens Hus, Kolding 2009-02-24

13.00 – 13.45

Store absorptions varmepumper: Teknik, økonomi og driftserfaringer.

v/Lars Toft Hansen, SEG Aps

Formand for Thisted Varmeforsyning A.m.b.A. og

I/S Kraftvarme Værk Thisted

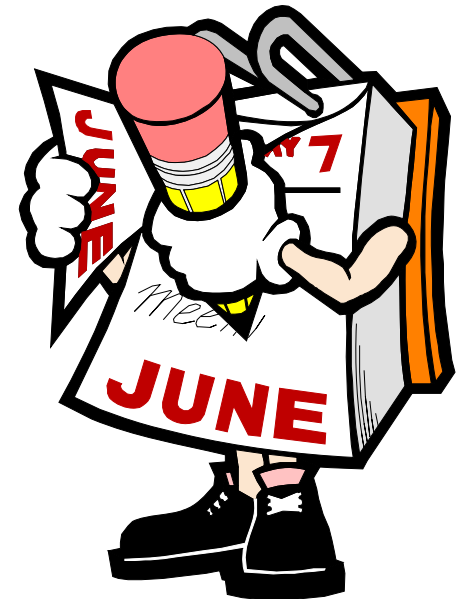
Hvorfor varmepumpe?

- Udnyttelse af lav temperatur varmekilde til fjernvarmebrug:
 - Røggas køling og kondensering
 - Spildevand
 - Industriel spildvarme
 - Geotermisk varme

Hvorfor absorption?

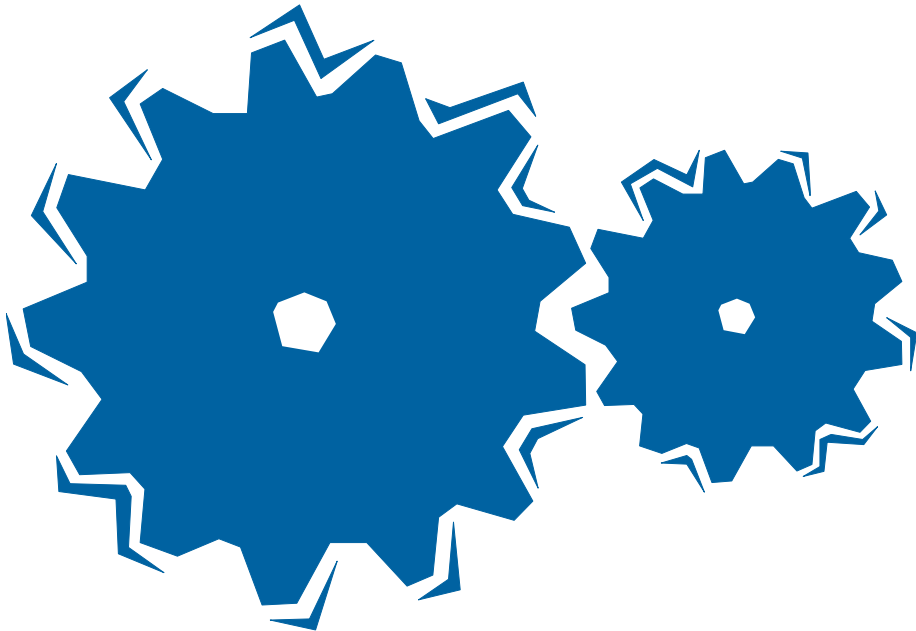
- Absorptions varmepumpen er en termisk maskine, der (næsten) ikke bruger strøm
- Drivvarmen til maskinen genvindes helt
- Muligt at opnå en COP $> 1,7$

*Lidt historie:
“A Step into the
past.....”*



1890

Ferdinand de
Carre develops
First Absorption
Machine

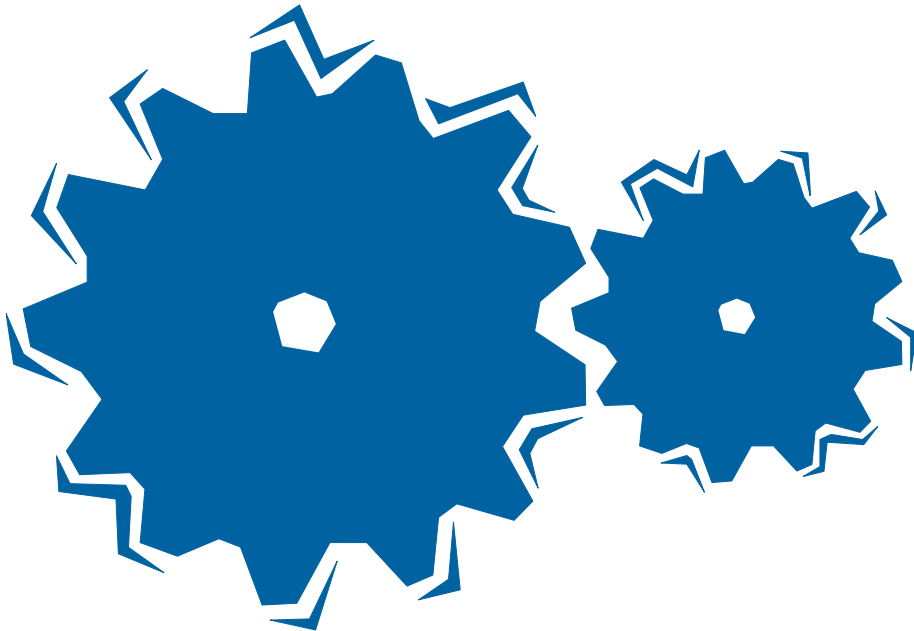


1890

Ferdinand de
Carre develops
First Absorption
Machine

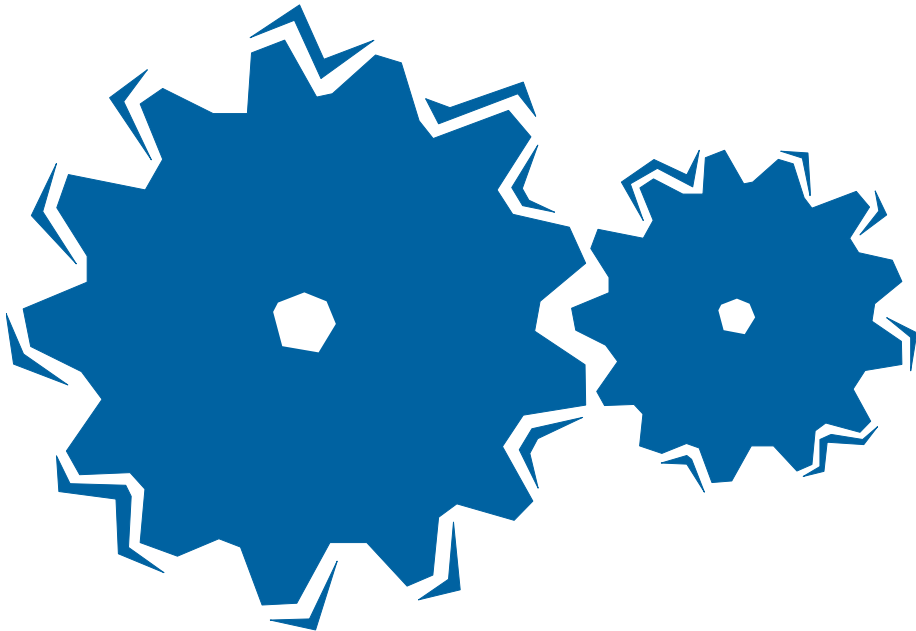
1950'S

The Electrolux
Refrigerator



1890

Ferdinand de
Carre develops
First Absorption
Machine

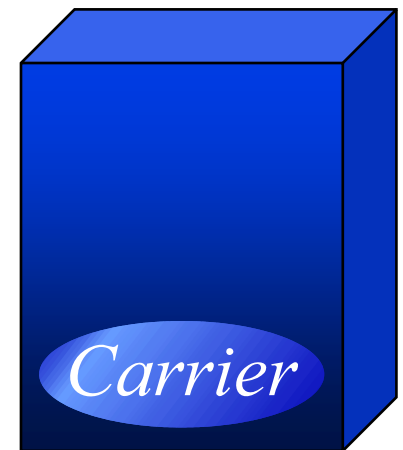


1950'S

The Electrolux
Refrigerator

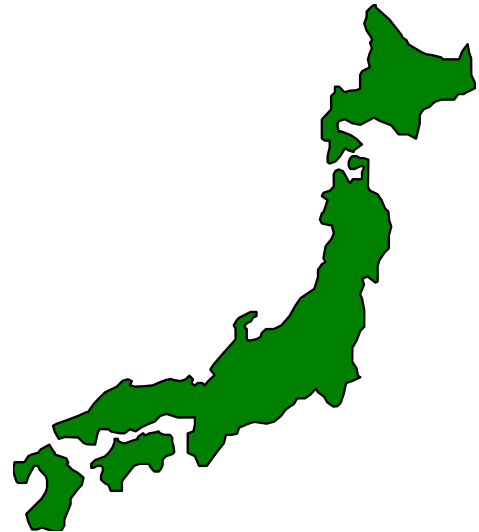
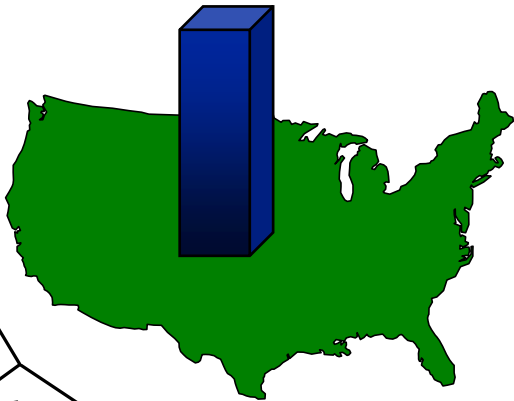
1950-60

Commercialisation
of Single Effect
Machine by
Carrier



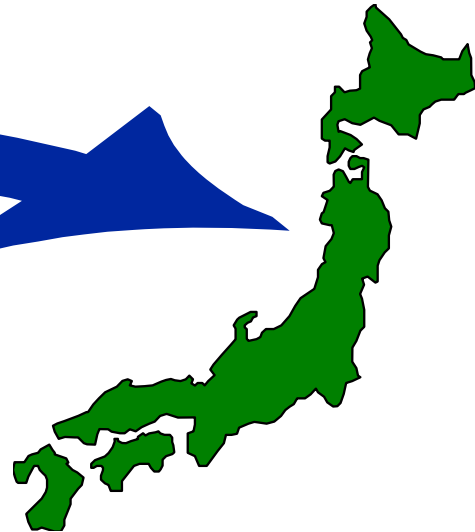
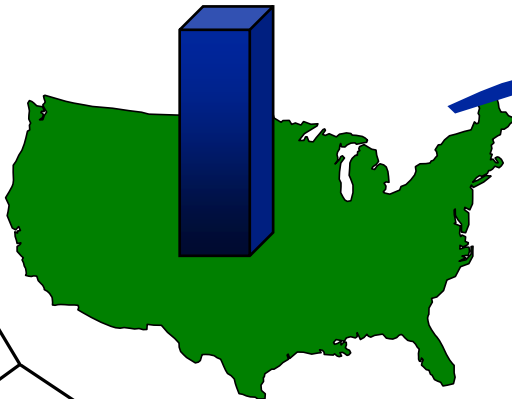
1970

Japan adopts
technology from
USA



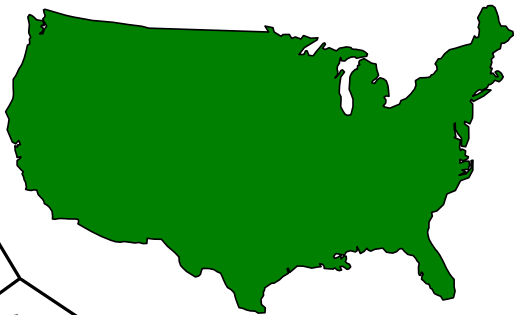
1970

Japan adopts
technology from
USA



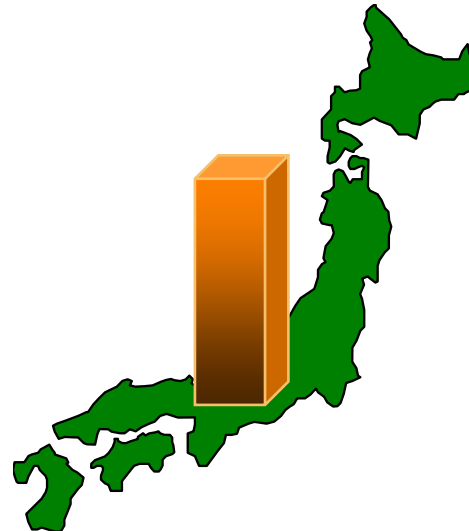
1970

Japan adopts
technology from
USA



1970-75

Innovation of
Double Stage
Machine from
Japan



1970

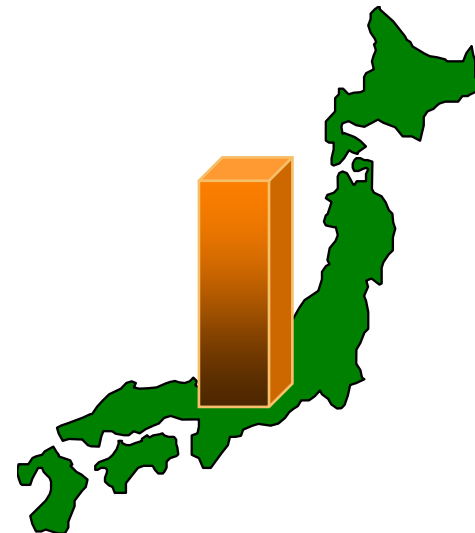
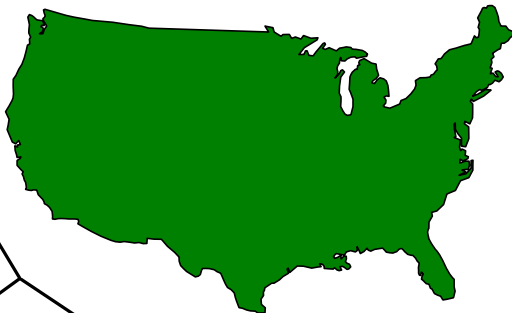
Japan adopts
technology from
USA

1970-75

Innovation of
Double Stage
Machine from
Japan

1990-94

Reverse flow of
technology from
Japan to USA



1970

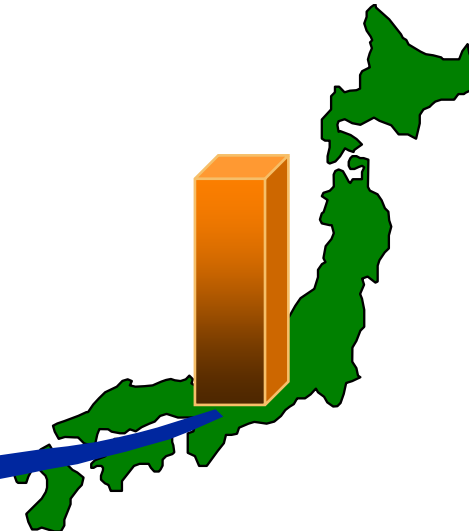
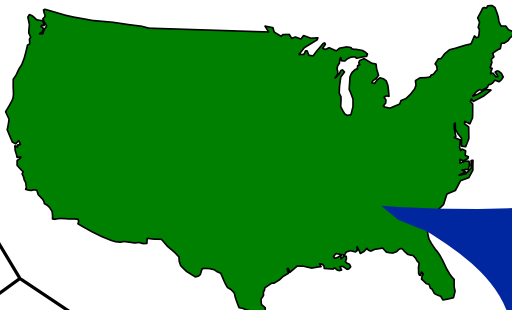
Japan adopts
technology from
USA

1970-75

Innovation of
Double Stage
Machine from
Japan

1990-94

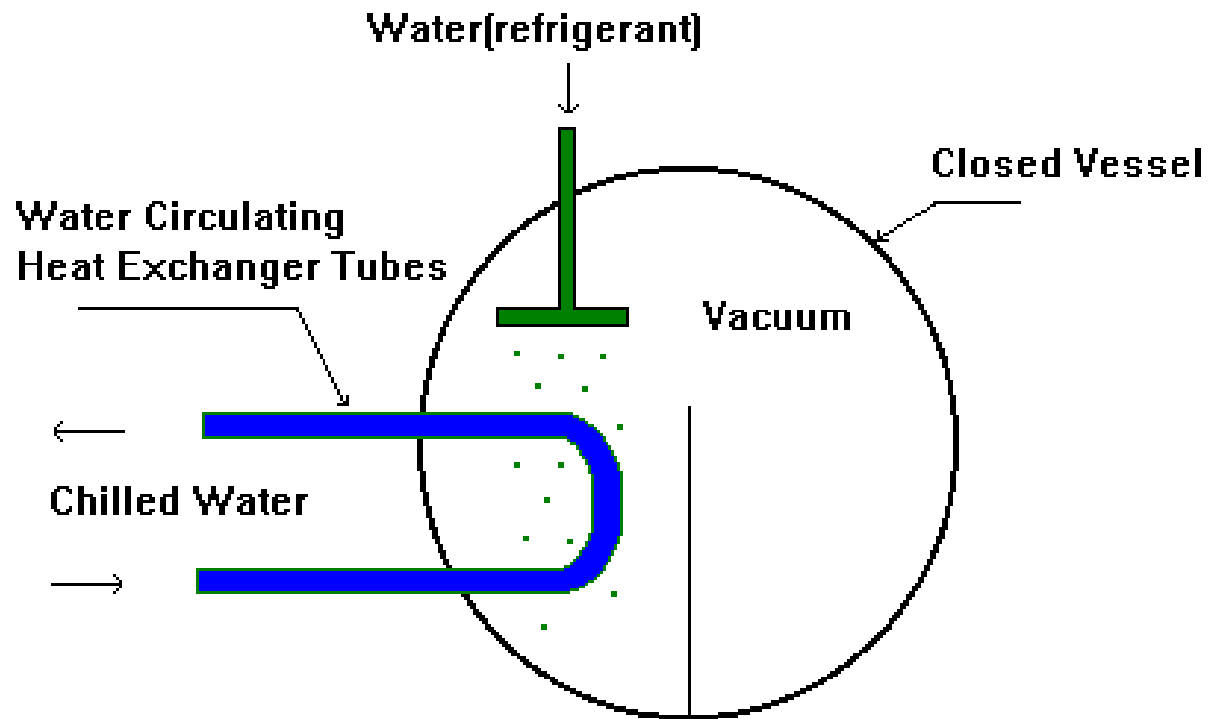
Reverse flow of
technology from
Japan to USA



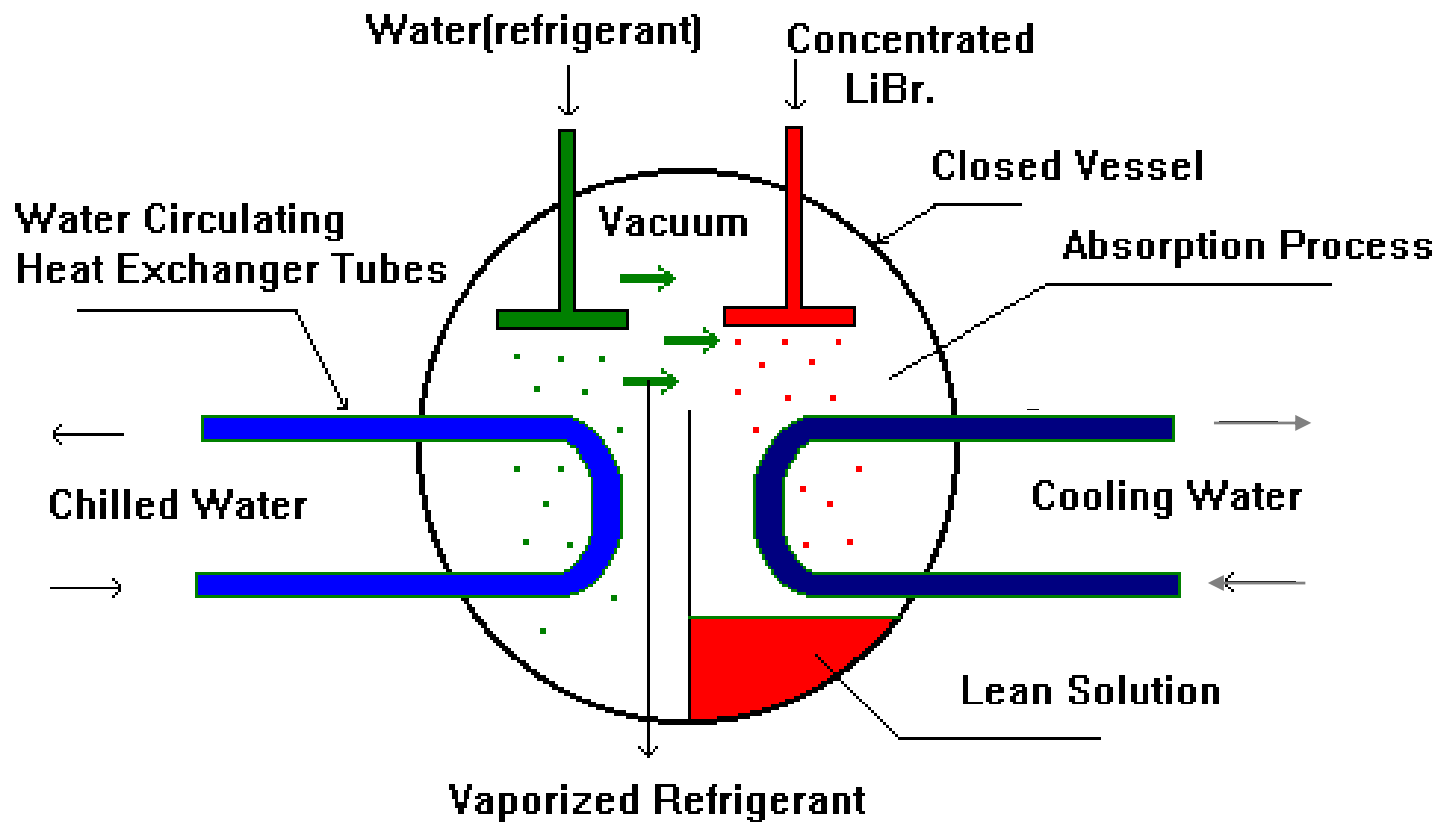
- ☑ Single effect Steam Fired (som Amagerværket)
- ☑ Single effect Hot Water Fired (som Thisted)
- ☑ Exhaust Gas Fired (som Bjerringbro)
- ☑ Single effect Direct Gas Fired
- ☑ Double effect Steam Fired
- ☑ Double effect Direct Gas Fired
- ☑ Double effect Direct Oil Fired
Light Oil / Heavy Oil
- ☑ Hot Oil Fired

*Bruger vand
som
kølemiddel*

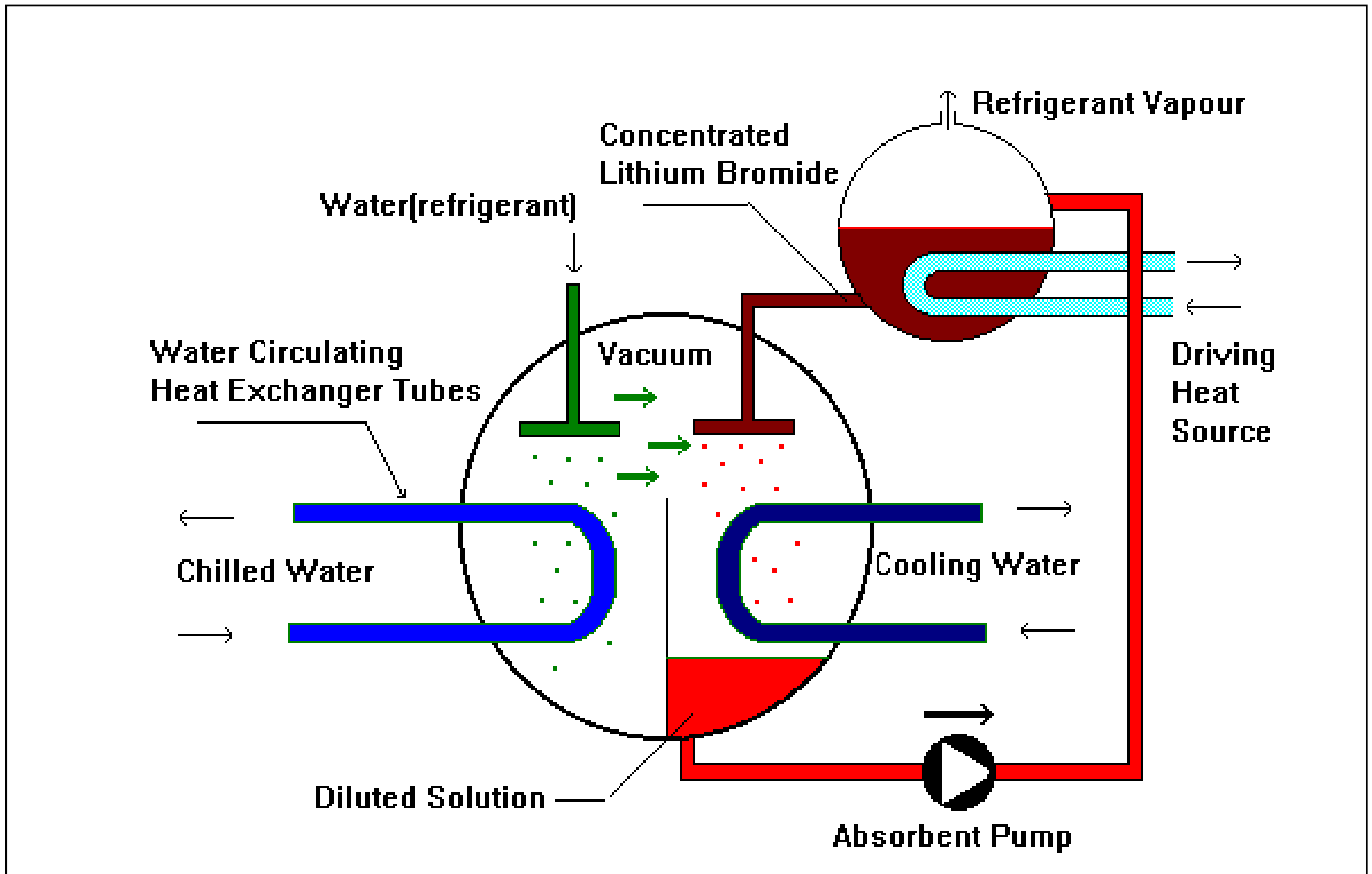




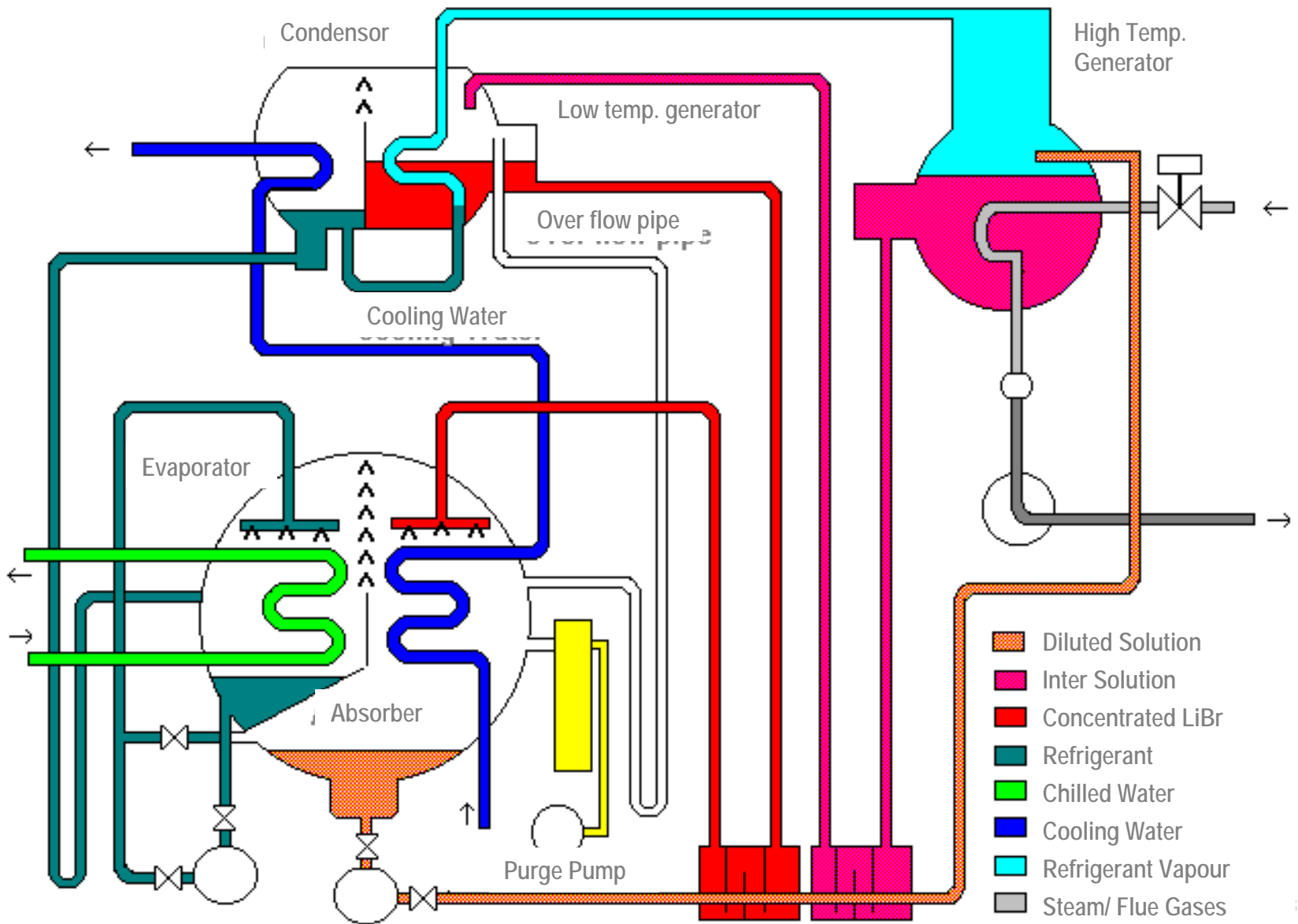
1. Boiling point of the water is a function of pressure. At atmospheric pressure water boils at 100 deg. C. When maintained at high vacuum, water will boil and subcool itself. The boiling point of the water at 6 mmHg (abs) is 3.7 deg. C.



2. Lithium Bromide (LiBr) has the property to absorb water due to its chemical affinity. At higher concentration and lower temperature LiBr absorbs water vapour (refrigerant vapour) very effectively.



3. As Lithium Bromide becomes dilute it loses its capacity to absorb water vapour. It thus needs to be reconcentrated using a heat source. Heat source may be Steam or Flue gases or even Hot water.

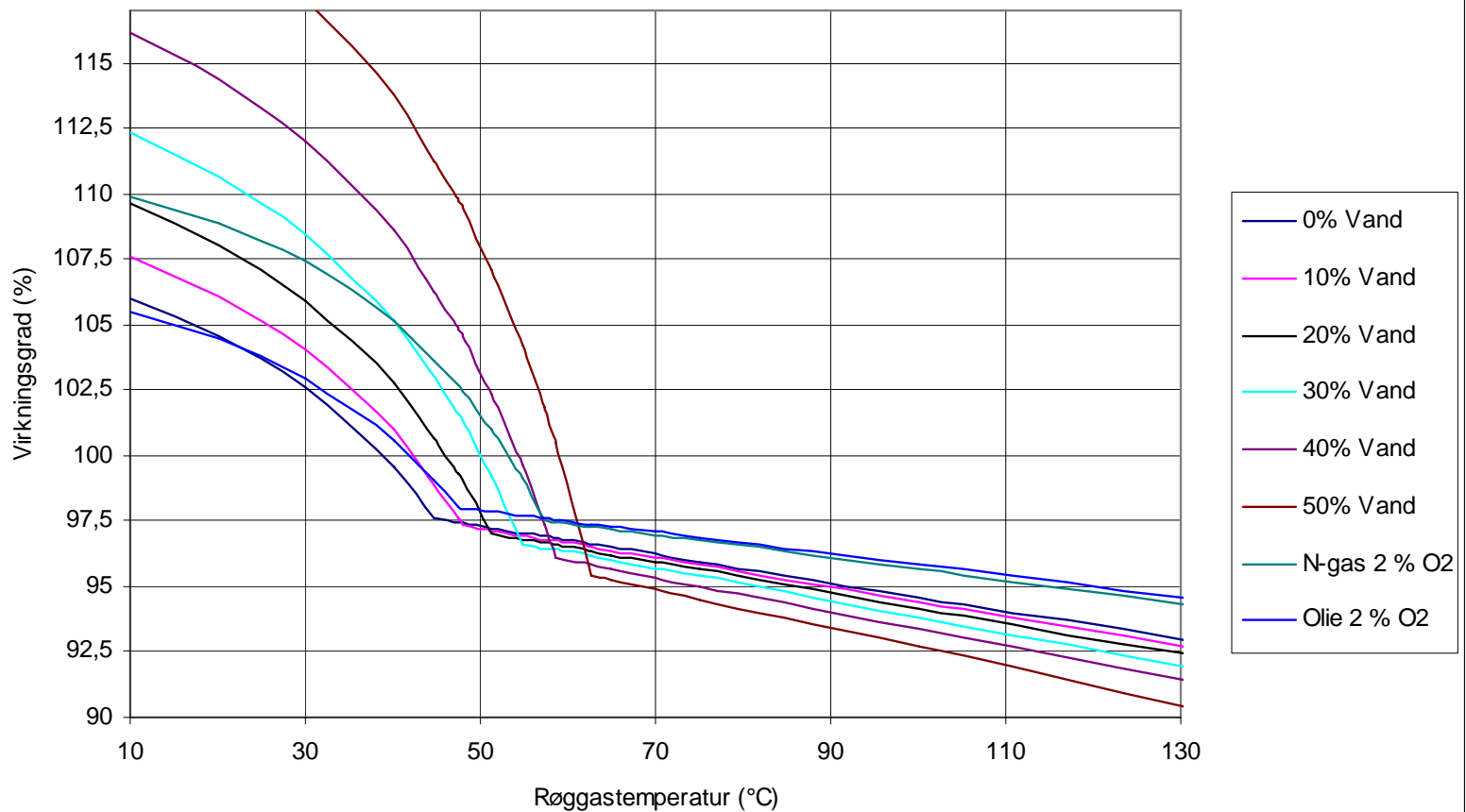


Røggasudnyttelse ved forskellige brændsler

- Anlægs effektivitet er normalt angivet ud fra nedre brændværdi h_n . (*Den nedre brændværdi medtager energitabet til fordampning af vandindholdet i brændslet*)
- Anlægs effektivitet beskrives bedre ved angivelse ud fra øvre brændværdi h_ϕ . (*Den øvre brændværdi medtager energiindholdet af vandet i kondenseret form.*)

Røggaskøling ved træ, olie og gas firing

Kedelvirkningsgrad ved træfyring (0-50% vand), olie og gas
(7 % ilt i tør røggasfraktion, 0 °C forbrændingsluft, tab fra kedeloverflade udeladt)

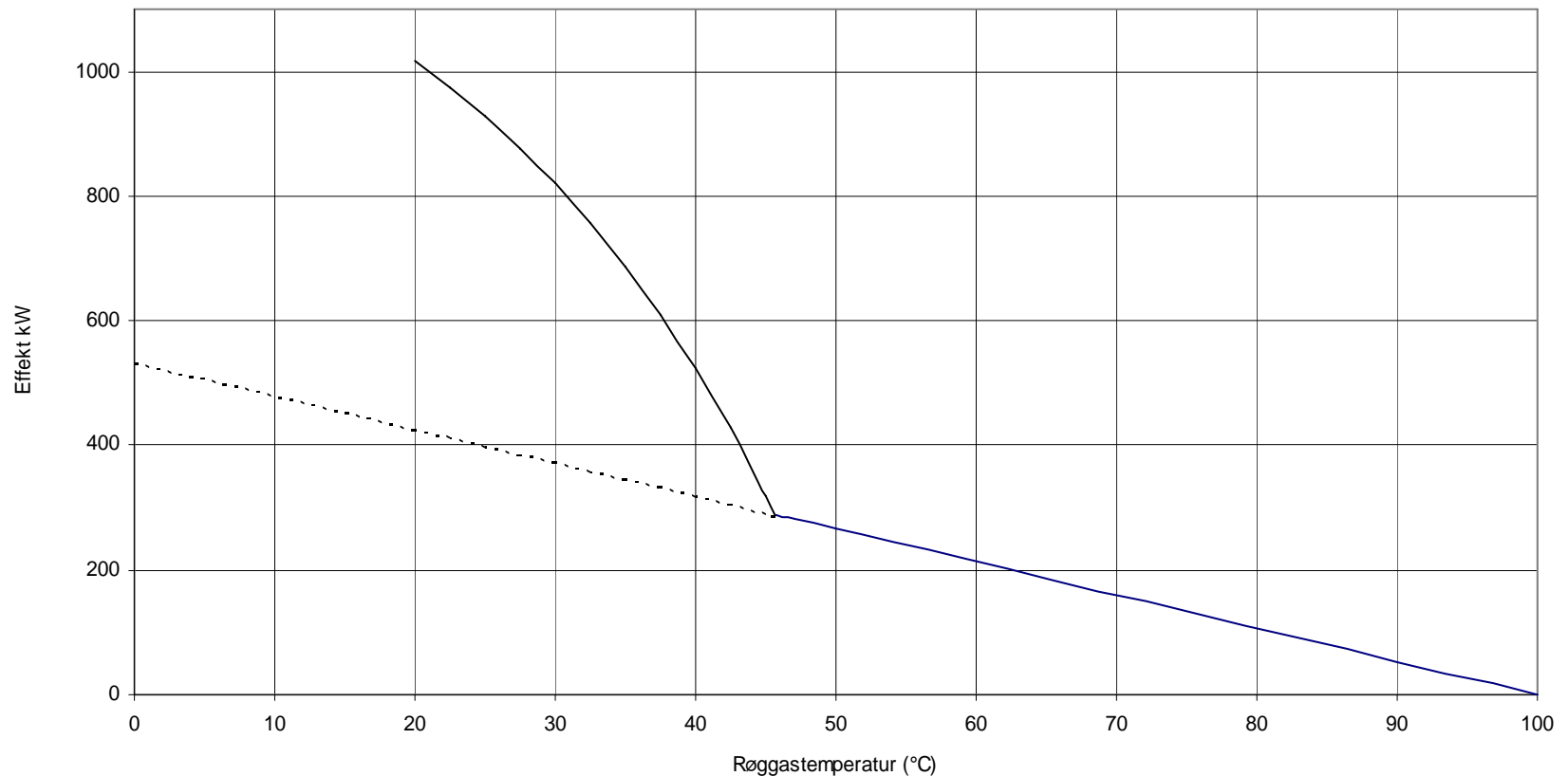


Røggaskøling på fliskedel, mereffekt eksempel: Hurup Varmeforsyning ny satellit central

- HV har etableret et flisfyret kedelanlæg 2008 med kondensering
- Varme $> 6,5$ MW incl. kondensering med fjv. returvand
- Mereffekt ved kondensering med varmepumpe er 650 kW eller
- Med 120 kr pr. MWh = 78 kr pr time og ved 4000 fuldlast timer pr år (= 312.000 kr.) fås en simpel tilbagebetalingstid på under fem år.

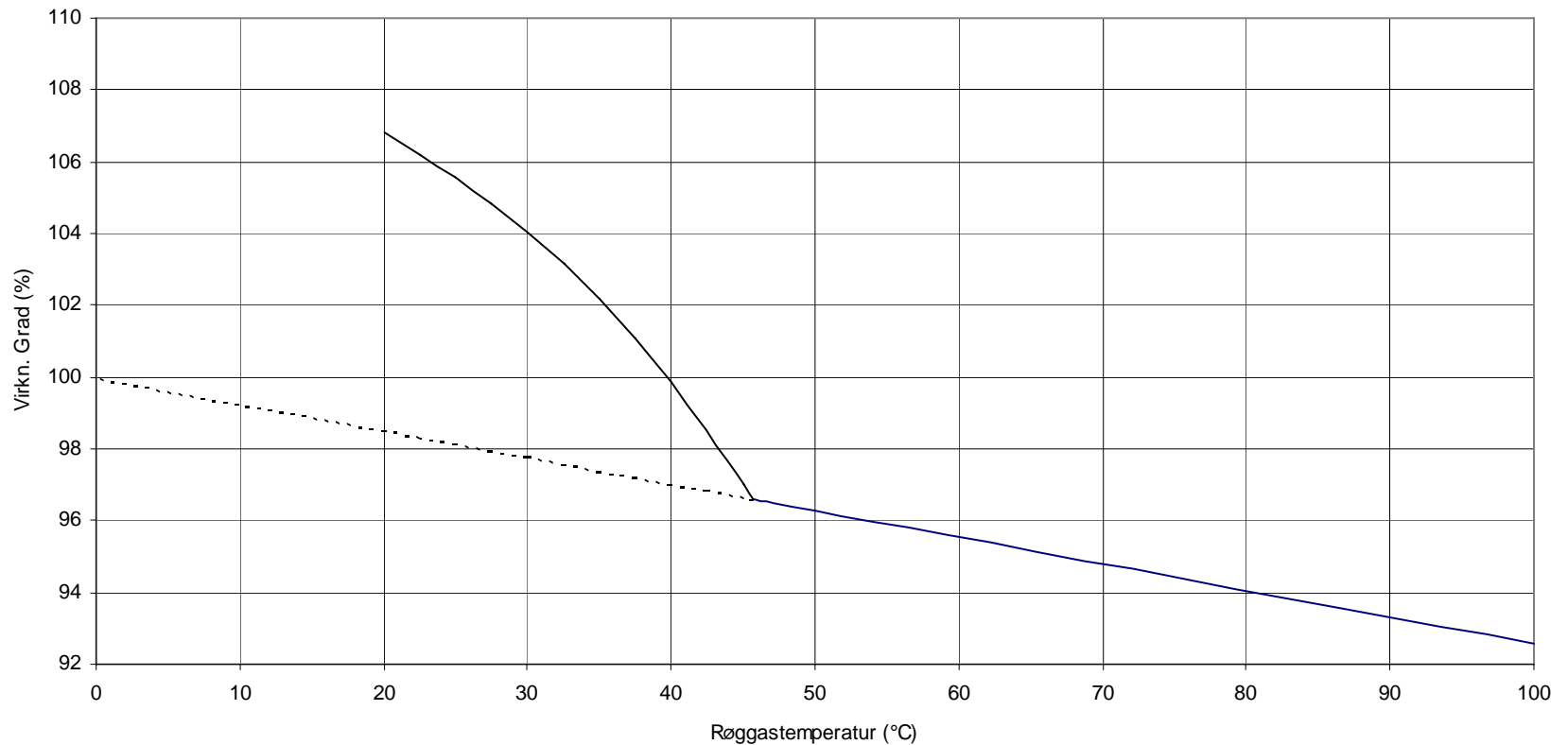
Røggaskøling på gasmotor, mereffekt.

Mereffekt ved røggaskøling på JMS 620 E12 gasmotor ved fuldlast



Røggaskøling på gasmotor, teoretisk virkningsgrad

Teoretisk total virkn. grad på JMS 620 E12 gasmotor ved fuldlast når kun røggastabet medregnes



Røggaskøling på gasmotor, mereffekt eksempel: Bjerringbro Kraftvarmeværk

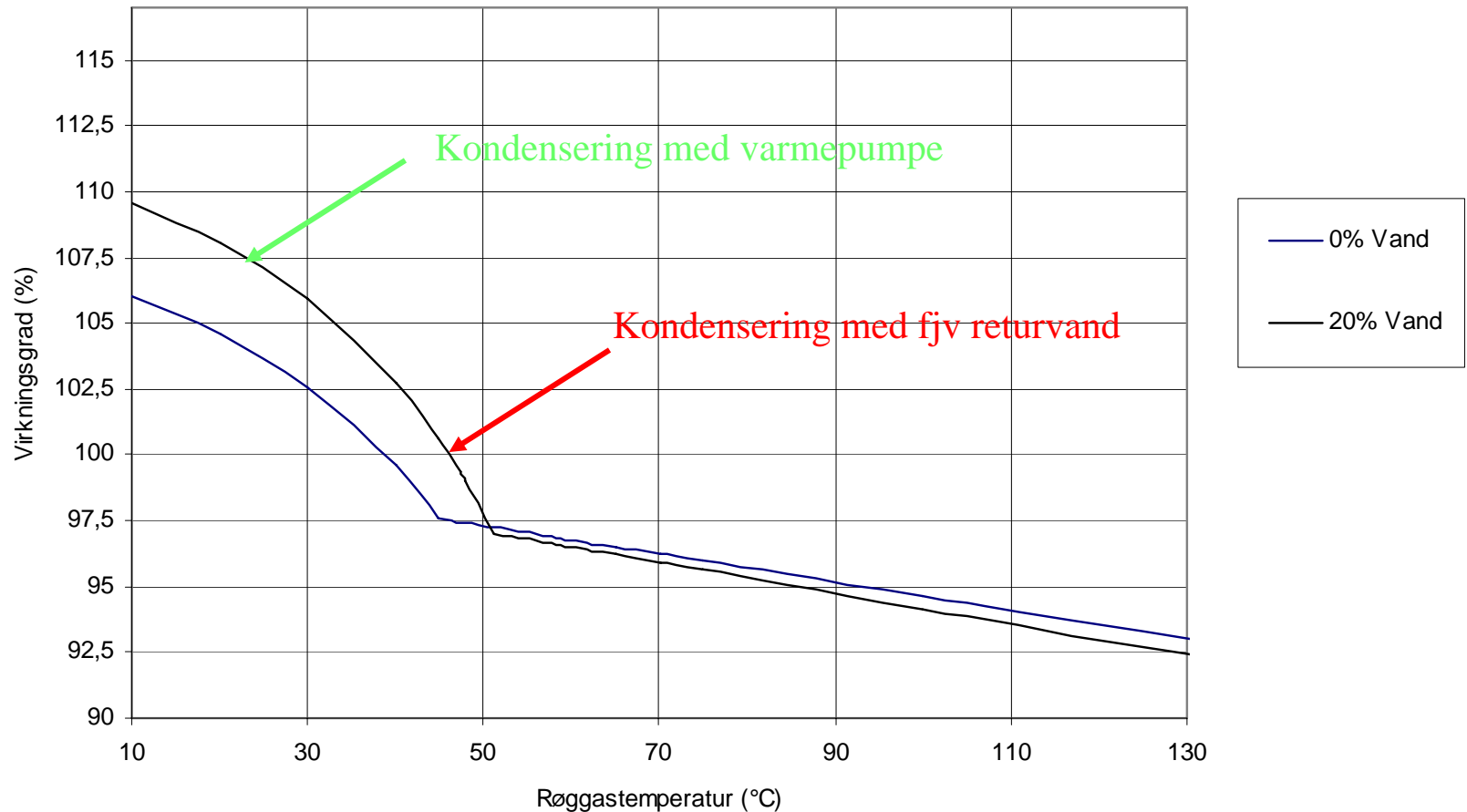
- BKVV har 4 stk. Rolls-Royce/Ulstein
- El effekt ca 4 x 3,1 MW og varme 4 x 4,0 MW
- En motor er nu forsynet med kondensering og varmepumpe og varmeeffekten øges med 900 kW eller
- Med 400 kr pr. MWh = 380 kr pr time og ved 3000 timer pr år en simpel tilbagebetalingstid på fire - fem år.

Røggaskøling på gasmotor, mereffekt eksempel: Thisted Varmeforsyning nødgeneratorer

- TV etablerede 2 MAN nødgeneratorer i 1997 med kondensering
- El effekt 2 x 306 kW
- Varme 2 x 517 kW incl. kondensering med fjv. returvand (altså uden varmepumpe)
- Mereffekt ved kondensering heraf 120 kW eller
- Med 400 kr pr. MWh = 48 kr pr time og ved 2000 timer pr år en simpel tilbagebetalingstid på under to år.

Røggaskøling ved affalds fyring

Kedelvirkningsgrad ved affaldsfyring (0-20% vand),
(7 % ilt i tør røggasfraktion, 0 °C forbrændingsluft, tab fra kedeloverflade udeladt)



Røggaskøling på affaldsforbrænding, mereffekt eksempel: Kraft VarmeVærk Thisted

- KVVT etablerede 6,3 t pr h affaldsforbrændingsanlæg i 1991 med vådt røgrensningsanlæg med kondensering
- El effekt 3 MW og varme 11,2 MW
- Hertil 2,8 MW kondensering med fjv. returvand (altså uden varmepumpe)
- Med 150 kr pr. MWh = 420 kr pr time og ved 6000 timer pr år (= 2,5 mio. kr. pr år) finansieres hele investeringen i det våde røgrensningsanlæg af kondenseringen.

Røggaskøling på affaldsforbrænding, mereffekt

Tænkt eksempel: L 90 Esbjerg

- L 90 etablerede 24 t pr h affaldsforbrændingsanlæg i 2003 med vådt røgrensningsanlæg uden kondensering
- El effekt 17 MW og varme 54 MW
- Tænkt eksempel:
 - Etablering af kondensering og varmepumpeanlæg drevet af udtagsdamp giver > 12 MW kondensering
 - Med 150 kr pr. MWh = 1800 kr pr time og ved 6000 timer pr år (= 10,8 mio. kr. pr år) betales hele investeringen i kondenseringstrinnet og varmepumperne på 2 – 3 år.

Konklusion:

- Undersøg altid om det er muligt og økonomisk at opnå en høj virkningsgrad med kondensering og evt. varmepumper, eksempler:
 - Træflis fyring typisk +10 - 12% ved direkte veksling
 - og yderligere +10% med varmepumpe
 - Gasmotor termisk ydelse yderligere +24% ved kondensering med varmepumpe
 - Affaldsforbrænding (kraftvarme) termisk ydelse yderligere +20 – 25% ved direkte veksling
 - og yderligere +>10% med varmepumpe.