

# Kortlægningsværktøj mm.

Grøn Energi,  
12. september 2013



Peter Brøndum

# Køleanlæg vs. varmepumpe



Køleanlæg

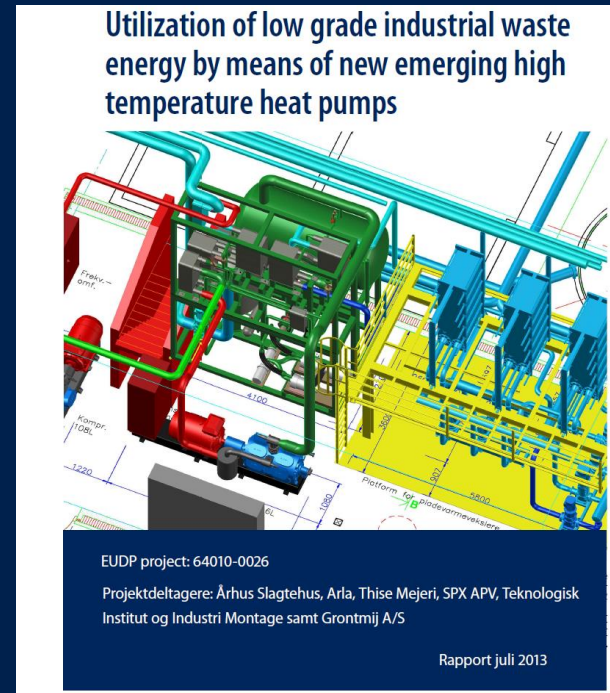


Varmepumpe

# Den korte udgave

## *EUDP –project 64010-0026*

- *Over 500kW*
- *Over 80°C*
- *Naturlige kølemidler*



# Varmepumper

---



Varmepumpetoget kører –  
også uden EUDP og GMDK.

Vi skal tilføre værdi til processen.

- Screeningsværktøjer
- Udvælgelsesværktøj
- Standarder

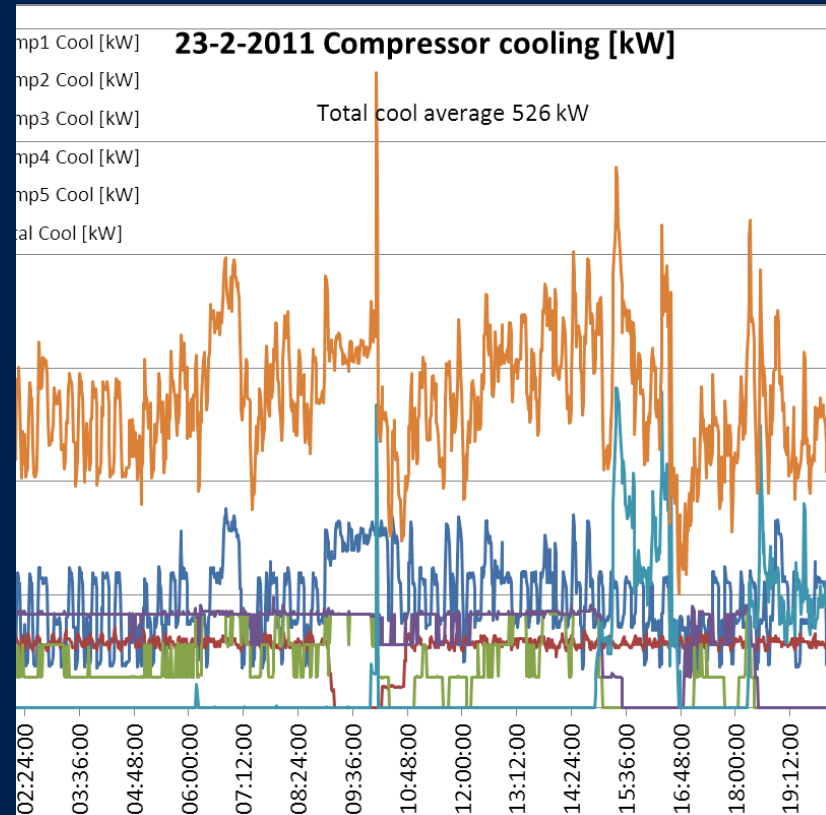
Og så skal vi sikre, at toget kører (demonstrationsprojekt) og næste tog kører hurtigere.



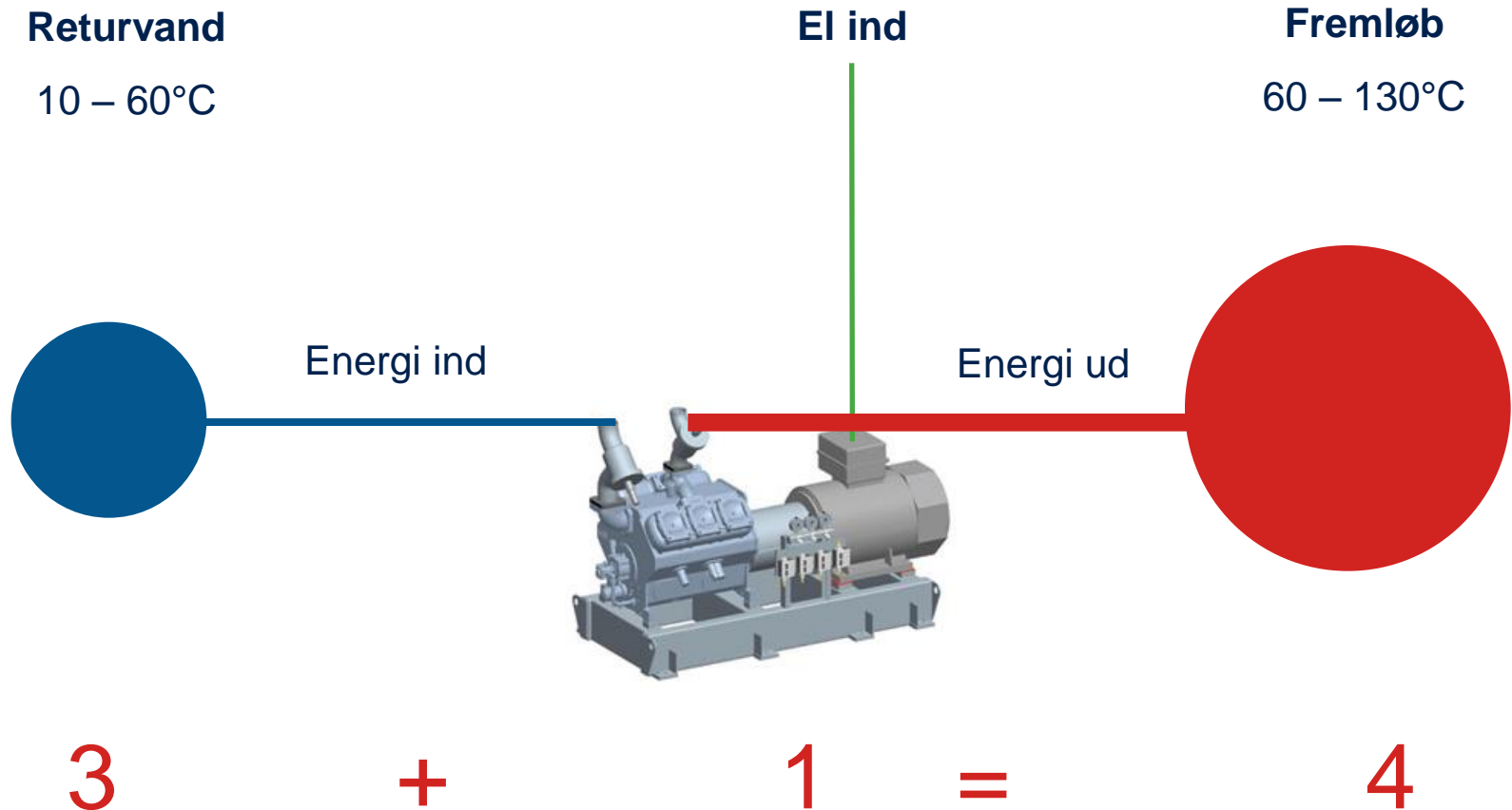
# Arbejdsfilosofi og deltagere

5

1. Minimere energibehovet
2. Varmeveksle, hvor det er muligt
3. Overveje, om en varmepumpe er den bedste løsning til det varmebehov, der er tilbage.

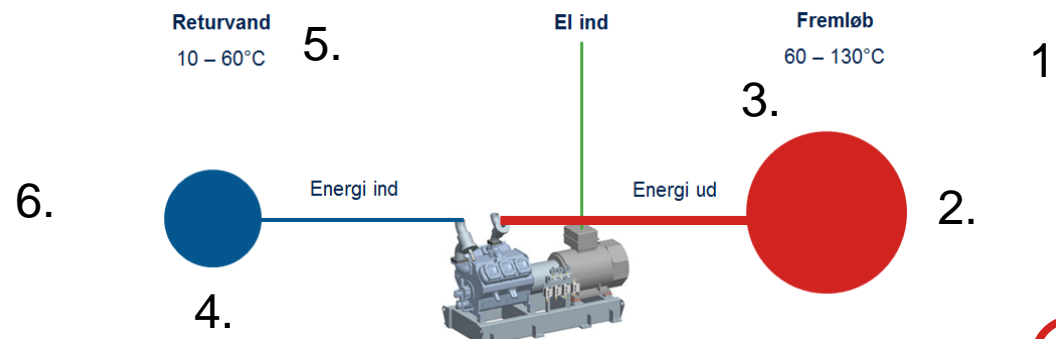


# Princip for varmepumpe



# 6 simple spørgsmål

1. Hvilken type varme skal erstattes?
2. Hvor stort er varmebehovet?
3. Hvilke fremløbs- og returløbstemperaturer ønskes på vandet i varmepumpen?
4. Hvor stammer overskudsenergien fra?
5. Hvad er temperaturerne i overskudsenergien?
6. Hvor meget overskudsenergi er der tilgængelig?



# Og hvad skal der svares på?

---

Udgangspunktet:

- Et forprojekt skal ikke tage 1 år, men en måned.  
Det skal ikke koste 1. mill, men 100.000 kr.

Hvad ønsker vi at forsimple:

- Hvilken COP kan vi forvente?
- Hvilken teknologi er velegnet?
- Hvad er investeringen?
- Hvad er besparelsen?
- Hvad er substitutionsprisen?



# Hvilken COP kan vi forvente?

Carnots virkningsgrad:  $COP_c = T_2 / (T_2 - T_1)$

Peters tommelfingerregel:

Max opnåelig COP  
=  $2/3$  af  $COP_c$

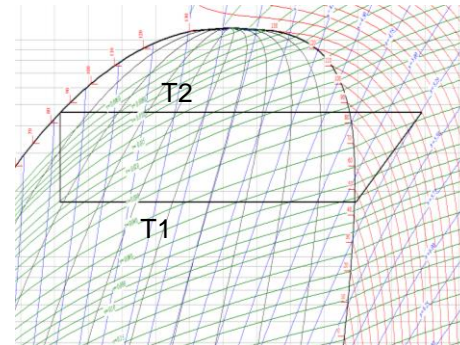
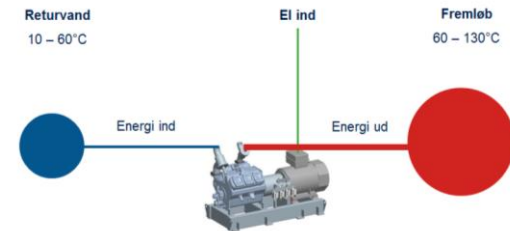
Eksempel:

Henter ved  $8^\circ \rightarrow$  fordampningstemperatur =  $5^\circ$

Afleverer ved  $75^\circ \rightarrow$  kondenseringstemperatur =  $78^\circ$

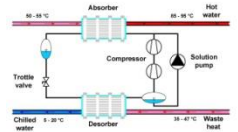
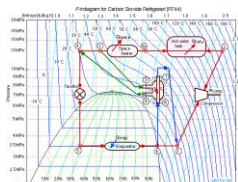
$COP_c = T_2 / (T_1 - T_2) = (273 + 78) / (78 - 5) = 4,8$

Realistisk COP 3,2



# Teknologier – gode gamle kendinge

10



- Højtryksvarmepumpe med ammoniak som kølemiddel, almindelig kredsproces ved højt tryk
- Kulbrinteløsninger, almindelig kredsproces
- Transkritisk CO<sub>2</sub> - stort temperaturglid på varm side
- Hybrid energi (Norge, 6 anlæg installeret) – mulighed for stort temperaturglid på kold og varm side
- Vanddamp – få taylormade anlæg installeret, almindelig kredsproces ved lavt tryk, mulighed for direkte kontaktvarmeveksling ved processer med vand

# UDFORDRINGER

---

11

1. Temperatur difference
2. Nettet
3. Samtidig
4. Substitutionspris
5. Teknologi
6. Ejerforhold

# Geotermi 1

Carnots virkningsgrad:  $\eta_c = T_2 / (T_2 - T_1)$

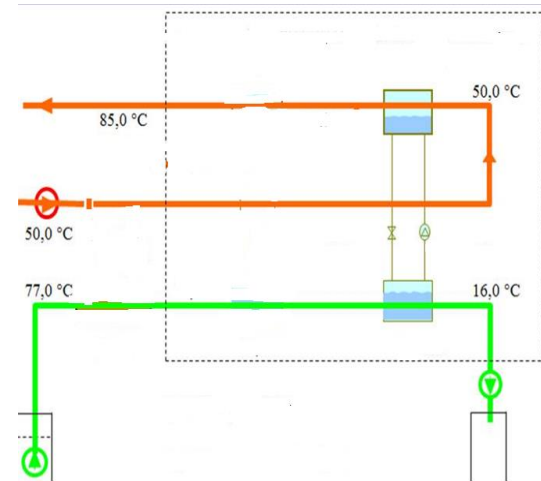
Peters tommelfingerregel: max 2/3 af Carnot

Henter ved  $16^\circ \rightarrow$  fordampningstemperatur =  $13^\circ$

Afleverer ved  $85^\circ \rightarrow$  kondenseringstemperatur =  $88^\circ$

$\eta_c = T_2 / (T_1 - T_2) = (273 + 88) / (88 - 13) = 4,8$

Realistisk COP 3,2

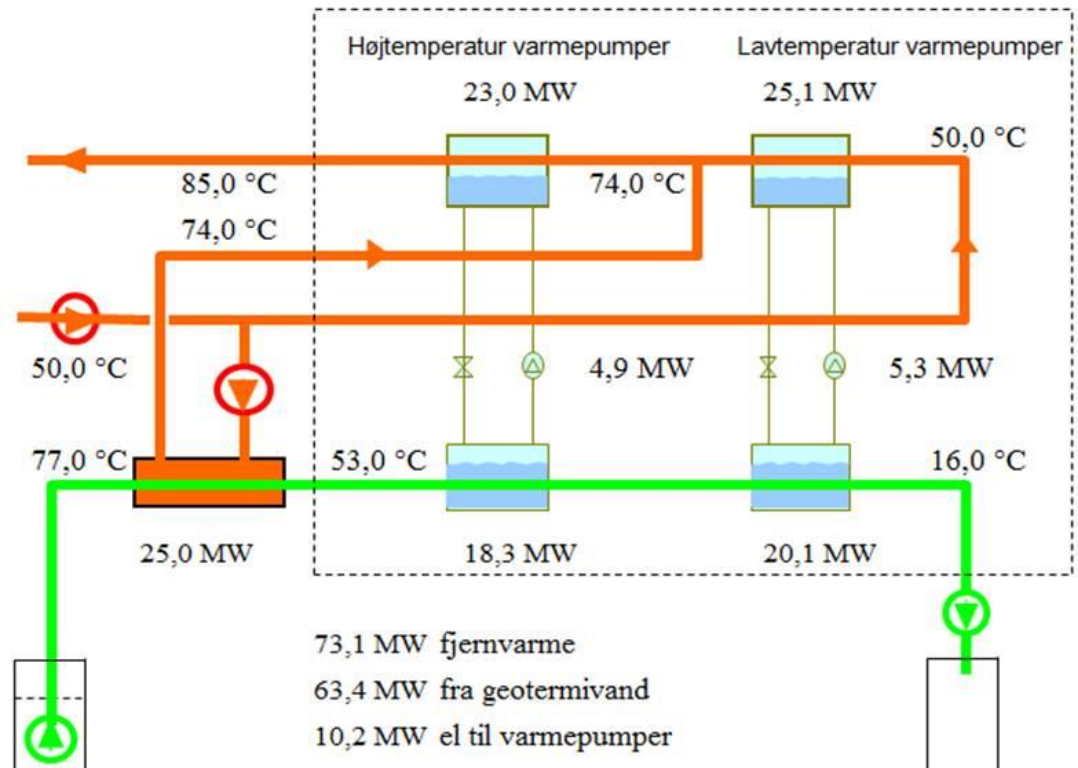


# Geotermi 2

Carnots  
 virkningsgrad:  $\eta_c = T_2 / (T_2 - T_1)$   
 Peters  
 tommelfingerregel:  
 max 2/3 af Carnot

Henter ved 16<sup>o</sup> →  
 fordamningstemperatur = 13<sup>o</sup>  
 Afleverer ved 74<sup>o</sup> →  
 kondenseringstemperatur = 77<sup>o</sup>  
 $\eta_c = T_2 / (T_1 - T_2) = (273 + 77) / (77 - 13) = 5,5$

Realistisk COP 3,6  
 (Før 3,2)



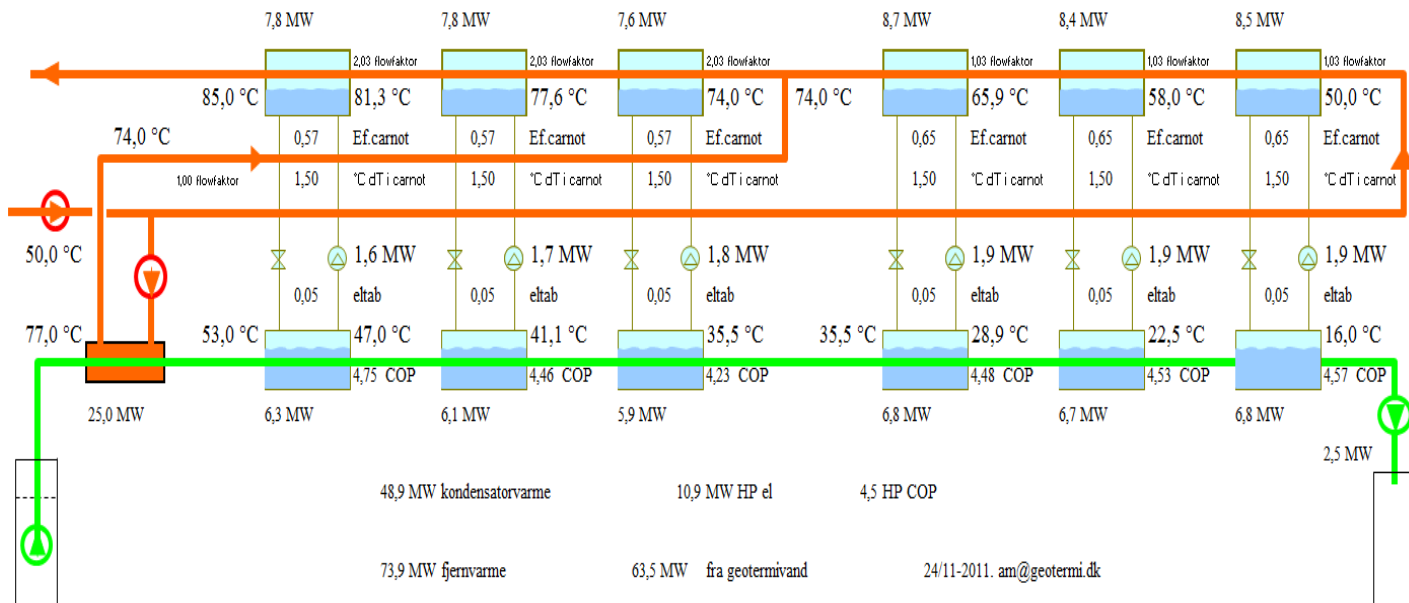
# Geotermi 3

Carnots virkningsgrad:  $\eta_c = T_2 / (T_2 - T_1)$

Peters tommelfingerregel: max 2/3 af Carnot

Henter ved 16° → fordampningstemperatur = 13°  
 Afleverer ved 58° → kondenseringstemperatur = 61°  
 $\eta_c = T_2 / (T_1 - T_2) = (273 + 61) / (61 - 13) = 7,0$

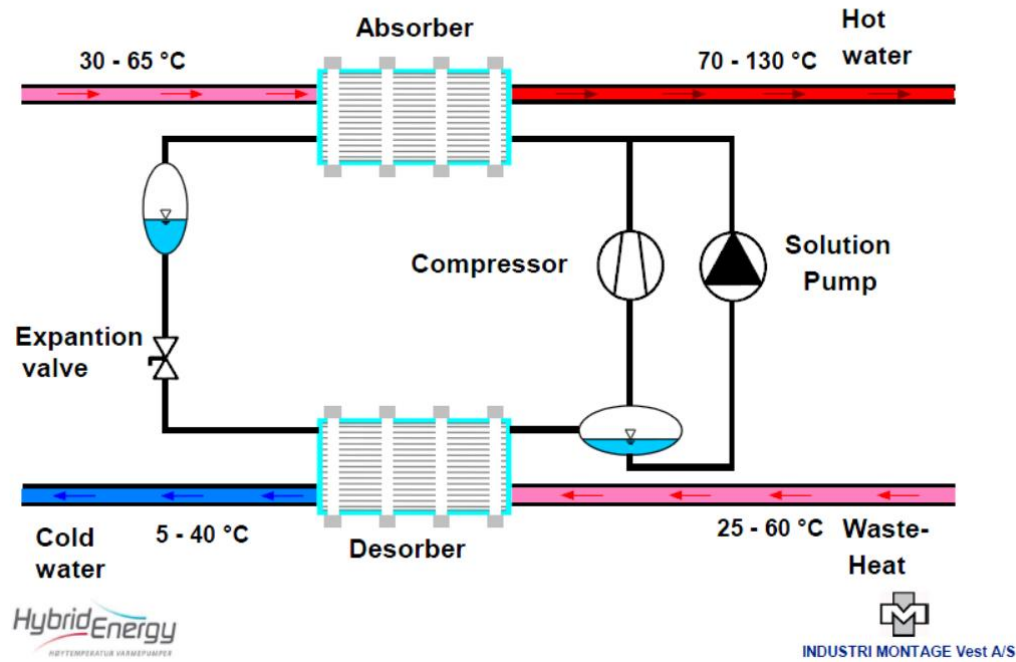
Realistisk COP 4,6 (Før 3,6/3,2)



# Hybrid varmepumpe

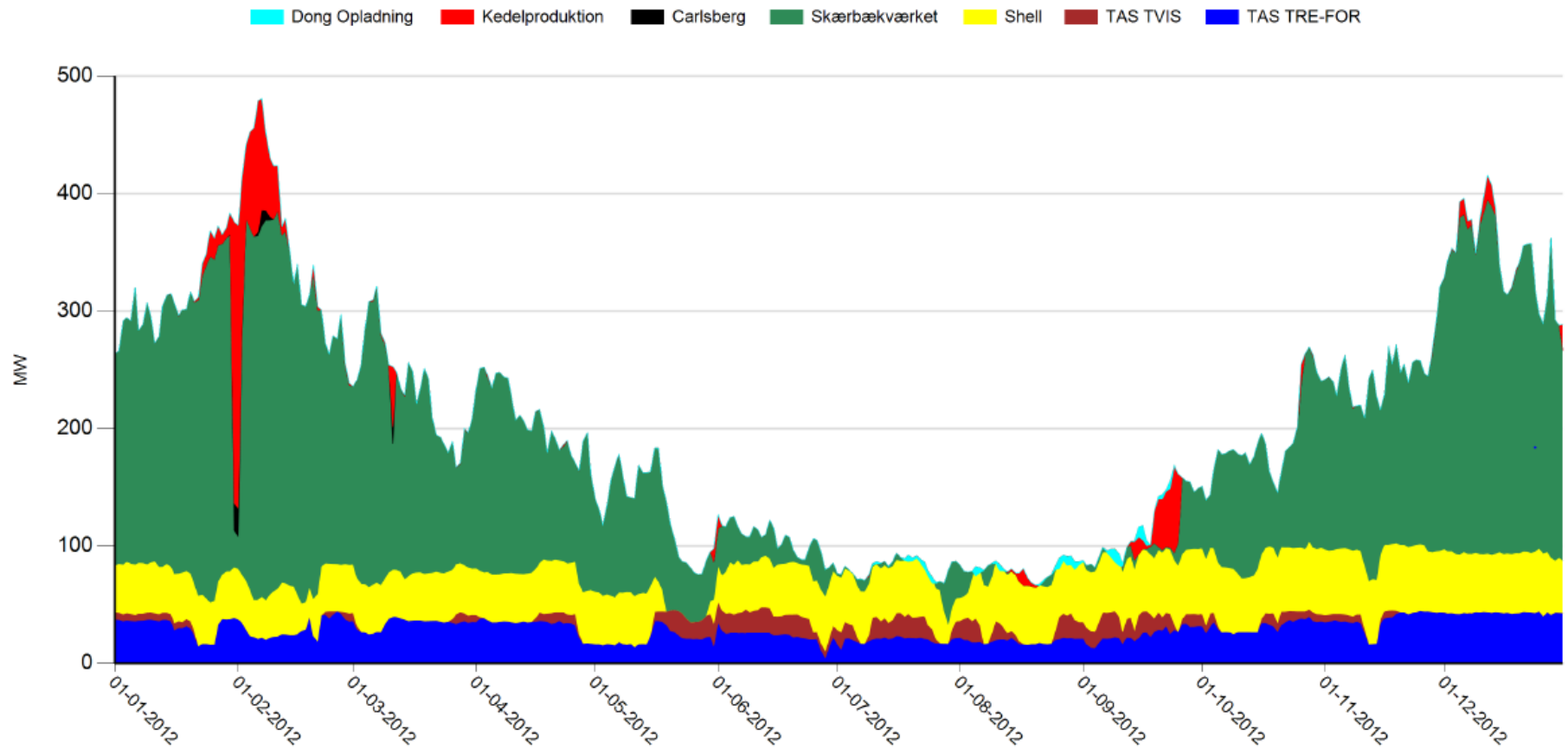
## Hybrid Heat Pump

Absorption/Kompression - NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O



# Afsætning

- Hvordan sikres afsætning af varmen om sommeren?





# Er det teknisk muligt

---

17

Er der tekniske barrierer ved et varmepumpe?

- Engineering, design, opbygning, commissioning og drift af et varmepumpeanlæg er at sammenligne med et almindeligt køleanlæg.
- Spørgsmålet er ikke om man skal have en varmepumpe – men om en varmepumpe passer ind i ens energitiltag.
- De tre bud:
  1. spar
  2. varmeveksel
  3. hvad så ....

# Indhold af værktøj

---

- Referencen
  - Varmebehov
  - Overskudsvarme
  - Varmepumpen
  - Priser og afgifter
  - Økonomi
- Input
- Output
-

# Tak for opmærksomheden

---

19

**Peter Brøndum**  
**[pbu@grontmij.dk](mailto:pbu@grontmij.dk)**

**grontmij.dk**