



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

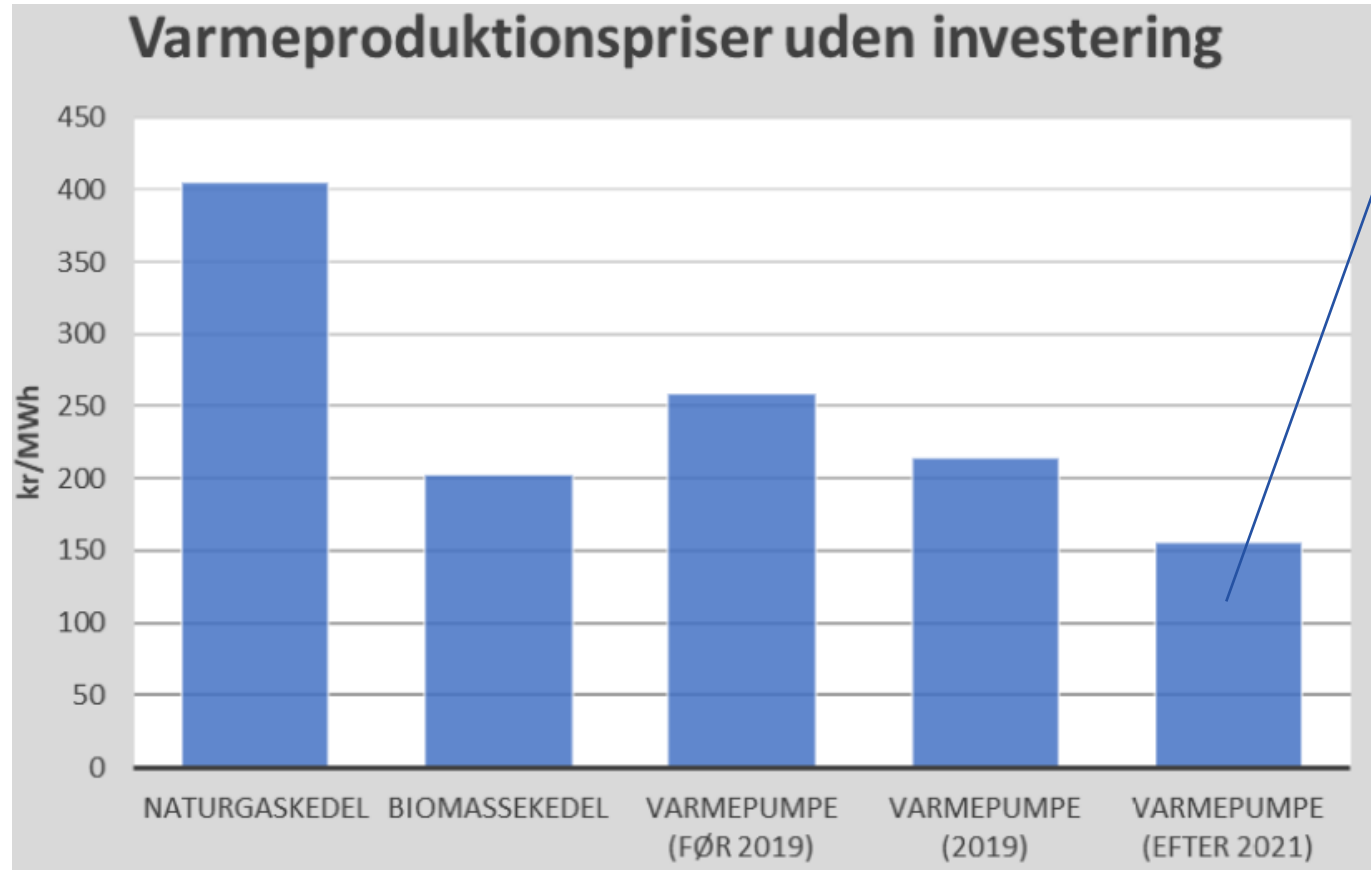
# Site acceptance test af store varmepumper – verifikation af kapacitet og effektivitet

Avanceret energilagring 2020

Udarbejdet af Rasmus Borup – [RAB@teknologisk.dk](mailto:RAB@teknologisk.dk) - 72202303



# Hvorfor store varmepumper i fjernvarmen



Hvis denne søjle var beregnet med den nye elvarmeafgift på 40 kr. pr. MWh ville den være endnu lavere

\*Figur fra "Drejbog til store varmepumper i fjernvarmen"



# Store varmepumper i fjernvarmen kobler sektorer

- Store varmepumper øger fleksibiliteten i det danske energisystem ved at koble sektorer
  - Ved overskud af grøn el tilføres varme til fjernvarmenettet eller der lagres (avanceret energilagring)
  - Ved underskud af el kan store varmepumper lukkes ned og kapacitet frigøres
- Store varmepumper kan udnytte den solenergi som indstråles løbende men også den som er lagret i jord/luft/vand men som eksisterer ved en lav temperatur



# Stort fokus på store varmepumper til fjernvarme

- Ordet "varmepumpe" er nævnt et utal af gange i regeringens klimahandlingsplan.
  - Kan skabe "vilde-vesten" effekt hvor firmaer øjner mulighed for at tjene en masse penge uden at have helt styr på kvaliteten af det som leveres.
- Det kan være svært at gennemskue om man har reelt har fået det man har betalt for



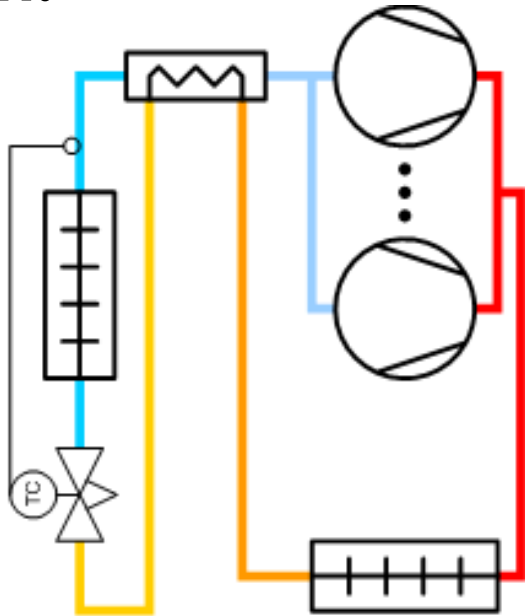
# Har vi fået hvad vi har betalt for?

COP = 3

**Design:**

1333 kW

8°C / 2°C

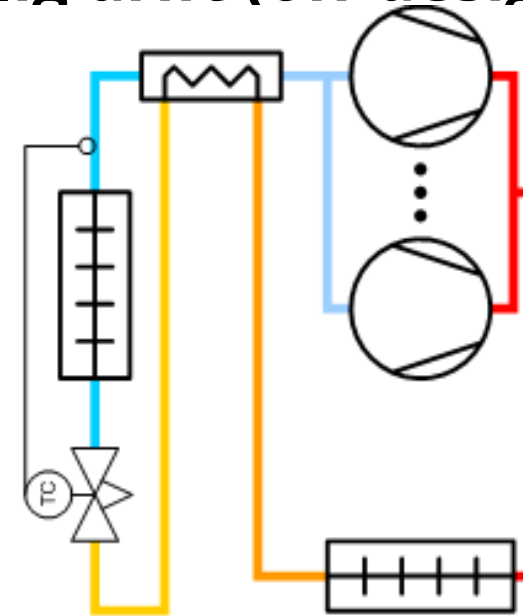


70°C / 40°C  
4.000 kW

COP = ??????

**Almindelig drift (off-design):**

7°C / 1,5°C



60°C / 30°C  
????? kW



## Et simpelt eksempel...

En varmepumpe med en varmeydelse på 4 MW og en COP = 3

5000 årlige driftstimer

Elpris = 0,5 kr. pr. kWh

Effektoptag, el:

$$4.000 \text{ kW} / 3 = 1333 \text{ kW}$$

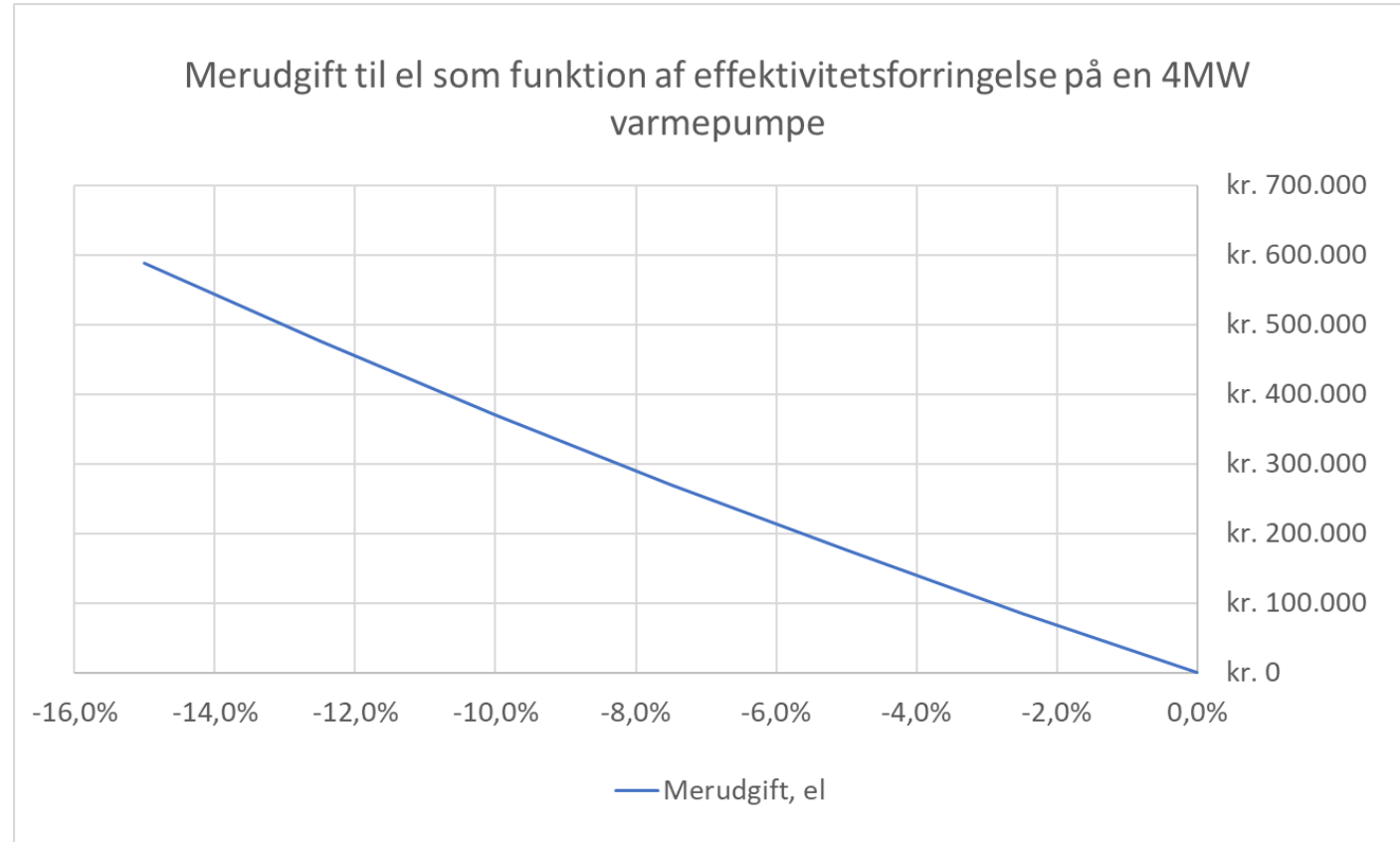
Udgifter, el:

$$1333 \text{ kW} * 5000 \text{ timer} * 0,5 \text{ kr. pr. kWh} = 3.333.3 \text{ kr. pr. år.}$$

Hvad bliver den estimerede mer-udgift til el hvis effektiviteten er forringet med -2,5%, -5%, -7,5%...?



# Et simpelt eksempel... Fortsat.



- Prøv selv at gange med anlæggets levetid (30 år) → \$\$\$\$\$\$



# Målemetode

- Varmepumpen startes op (og indreguleres evt. af producenten)
- Når varmepumpen arbejder stabilt udtages 6 målinger med 10 minutters varighed
- Afgivet varmeeffekt og elektrisk effektoptag beregnes som gennemsnit af de 6 målinger
- Til selve målingerne anvendes varmepumpens instrumentering herunder de afregningsgodkendte energimålere





# Betingelser og afrapportering

- Betingelser:
  - Varmepumpen skal driftes ved 100% last.
  - Fremløbstemperaturen\* på den kolde henholdsvis varme side skal være tilsvarende med den dimensionerende fremløbstemperatur  $\pm 4\text{K}$ .
- Afrapportering – Værdien:
  - Site acceptance testen dokumenteres med en kort rapport med **resultater** herunder en vurdering af resultaternes usikkerhed.
  - **Resultatet** indeholder en 3. parts-måling af afgivet varmeeffekt samt elektrisk effektoptag. Resultaterne justeres og vises også for design-drift hvilket muliggør sammenligning med udbudsmaterialet.

\*Indløbstemperatur på kold side, og udløbstemperatur på varm side



# Problemløsning

- Hvis der under site acceptance testen identificeres problemer med performance kan Teknologisk Institut også hjælpe med at udbedre problemet
- På billedet til højre ses en differenstryk måling på nogle store fordampere. Der var mistanke om at kølemidlet ikke blev fordelt korrekt i fordampernes mange kredse.





# Problemløsning

- Hvis der under site acceptance testen identificeres problemer med performance kan Teknologisk Institut også hjælpe med at udbedre problemet
- På billedet til højre ses en flowmåling af ammoniak med ultralyd. Dvs. ingen indgreb i kredsen og varmepumpen skal ikke lukkes ned







# Spørgsmål?


- Tag fat i mig, hvis vi vil høre mere om, hvad vi kan tilbyde


- Tak for jeres opmærksomhed



Rasmus Borup   
Konsulent

 +4572202303

 [rab@teknologisk.dk](mailto:rab@teknologisk.dk)

 Energianvendelse i bygninger (185), Køle- og Varmepumpeteknik (C012), Taastrup