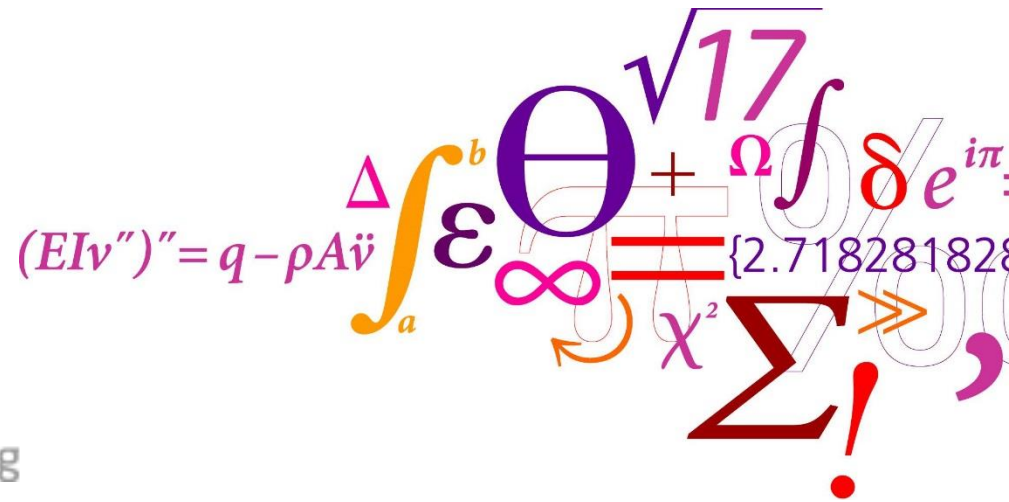


Elektrificering af dansk industri

Temadag om energieffektivisering i industrien

Fabian Bühler (fabuhl@mek.dtu.dk)



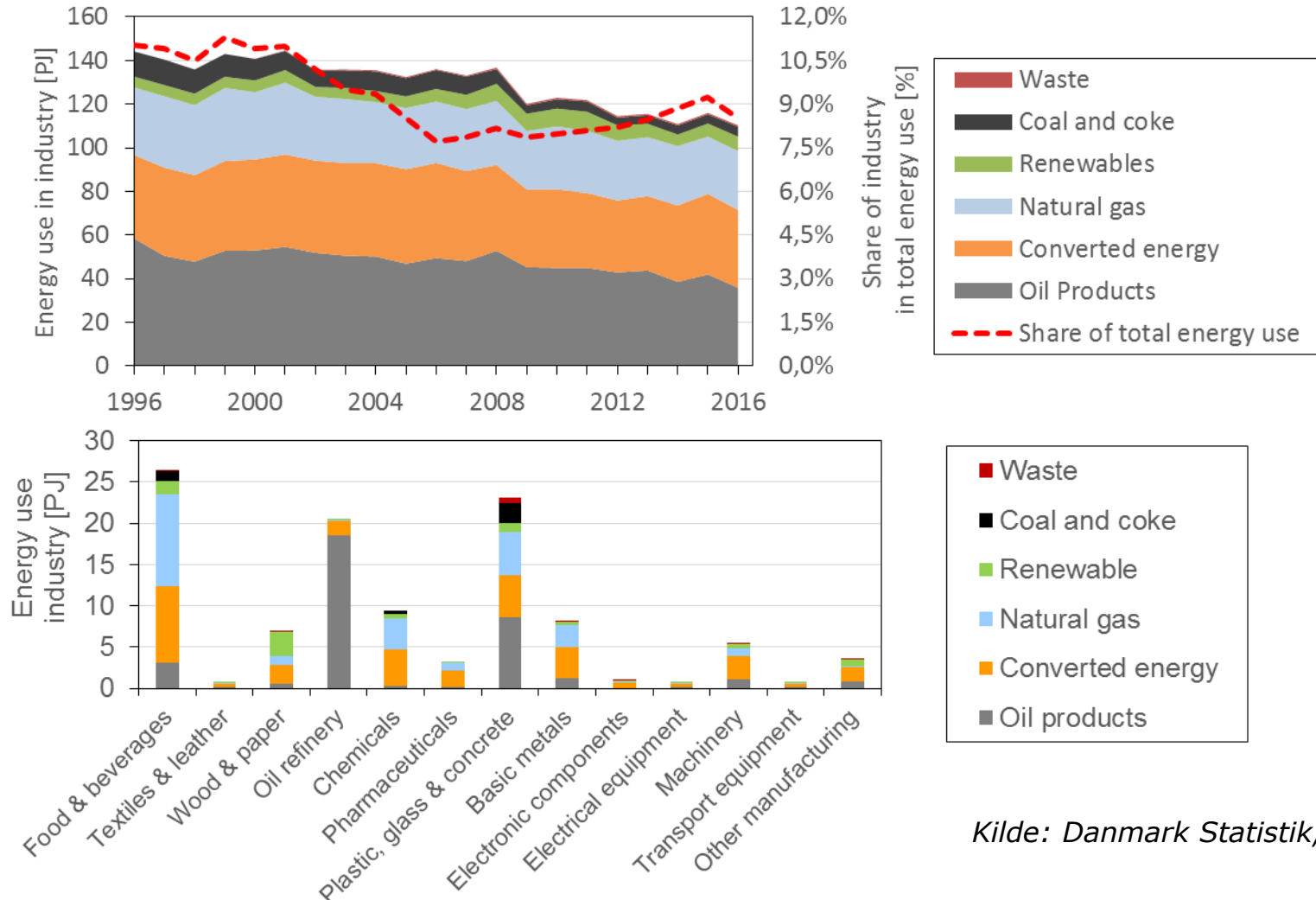
Agenda

Elektrificering: Omstilling fra brændsel til elektricitet

- Hvorfor skal vi elektrificere processer?
- Hvordan kan vi bedst elektrificere industrielle processer?
- Hvad betyder elektrificering til
 - Energiforbrug?
 - Økonomi?
 - Bæredygtighed?

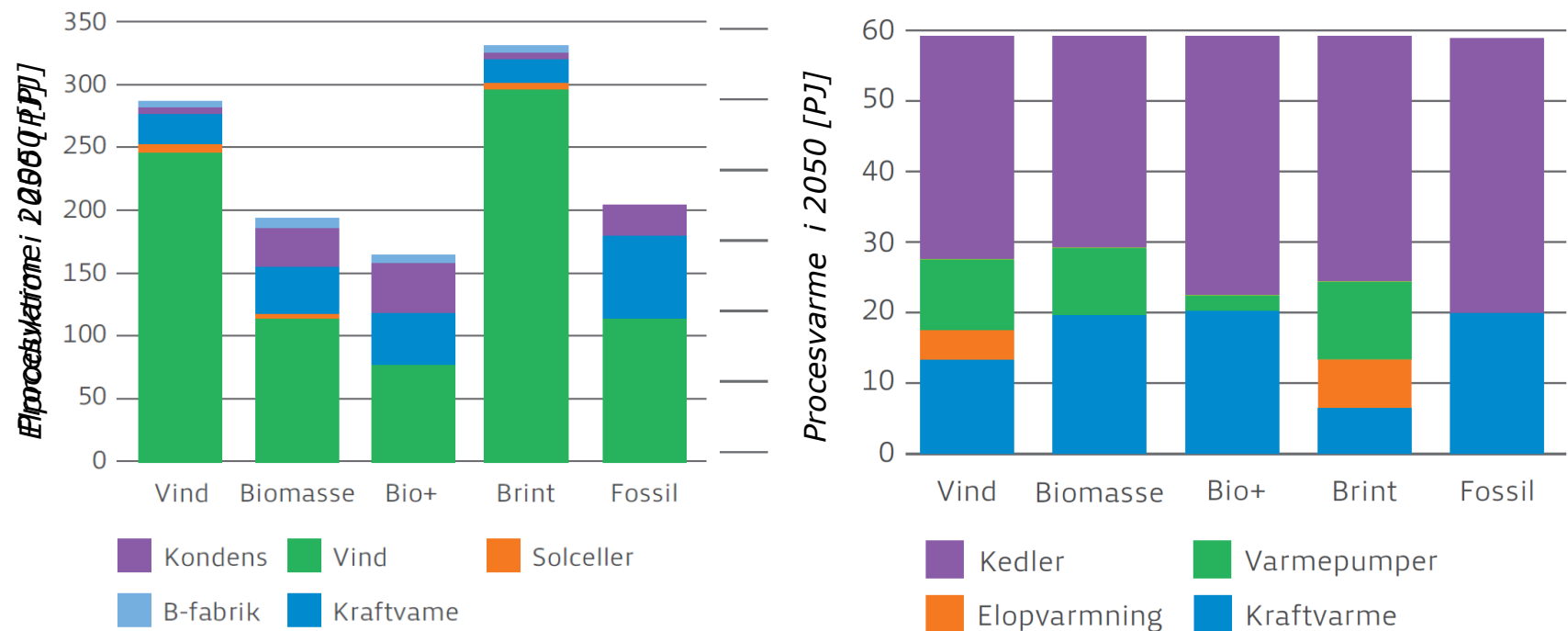
Case studie med forskellige strategier til elektrificering

Energiforbrug i den Dansk industri



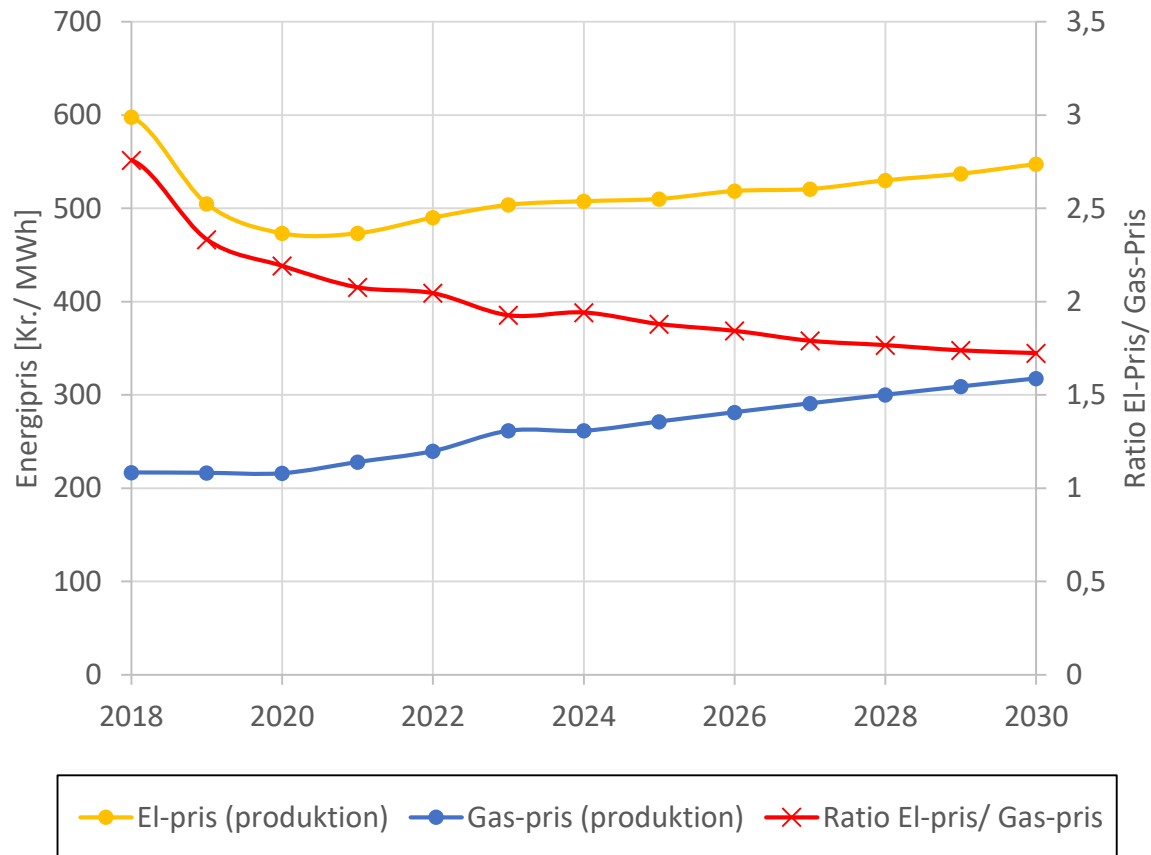
Kilde: Danmark Statistik, ENE2HA.

Fremtidig energiforsyning (2050)



Kilde: Energistyrelsen. Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050. Rapport 2014.

Energipriser - Produktionserhverv



ELFORSK Projekt

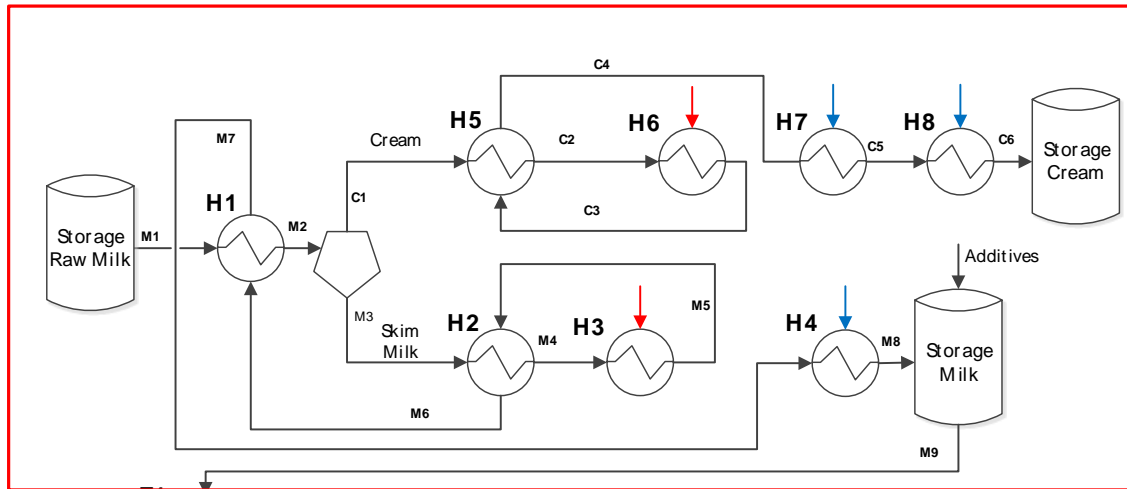
Elektrificering af processer og teknologier i dansk industri

Hovedformålet for projektet er

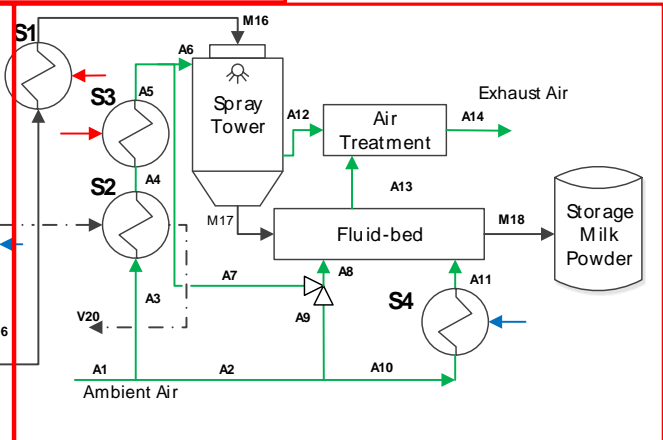
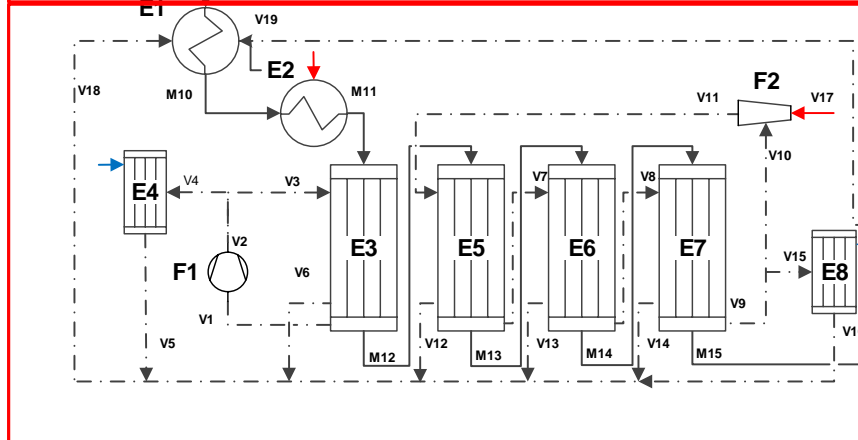
- at identificere potentialer for minimering af energiforbruget ved termiske industrielle processer
- at identificere udfordringer ved konvertering af industriel procesvarmeforsyning fra fossile brændstoffer til en el-baseret i fremstillingsindustri.

Case studie: Mælkepulverproduktion

Mælkebehandling



Fordampning

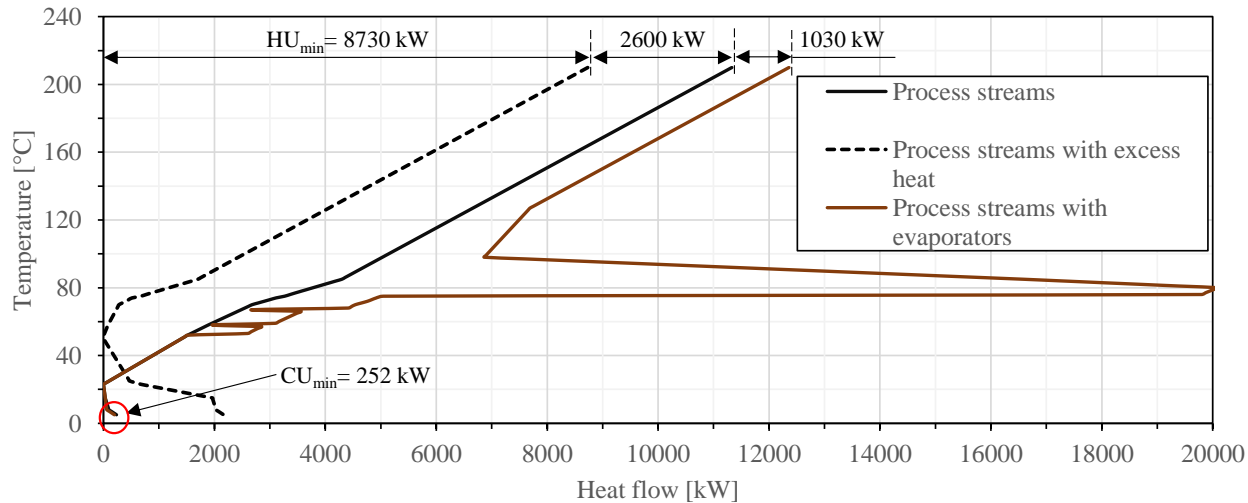


Tørring

Case studie: Mælkepulverproduktion

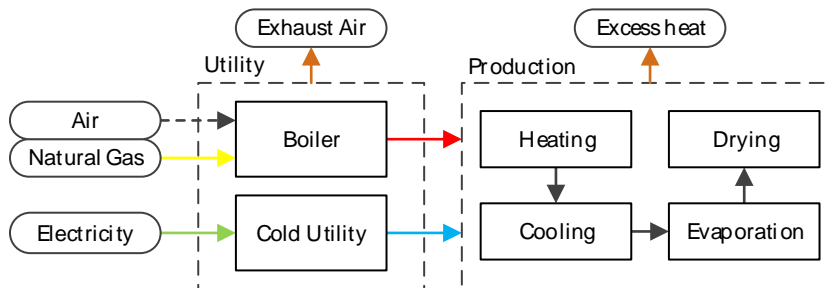
Forsyning

- Naturgasfyrede dampkedel
 - 11.42 MW
 - Damptryk 25 bar
- Køleanlæg
 - 374 kW
 - -5 °C

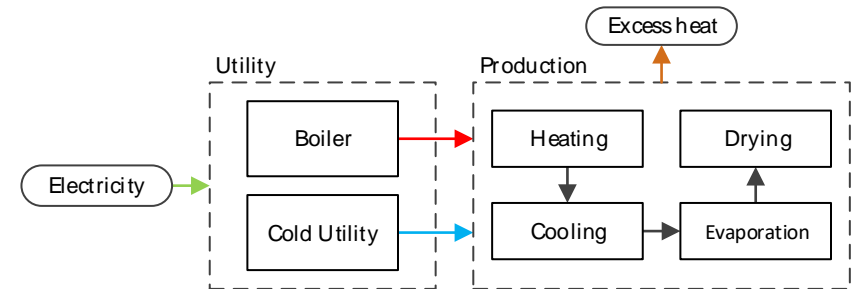


Strategier til elektrificering

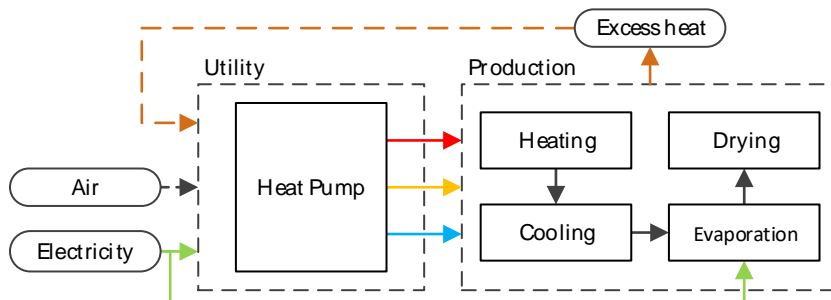
BAU



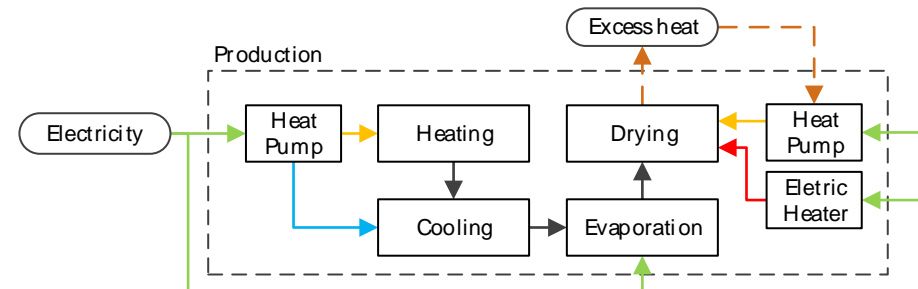
BAU – Elektrisk + energioptimering



Central Varmepumpe



Decentral Varmepumper



Muligheder

Energieffektivisering

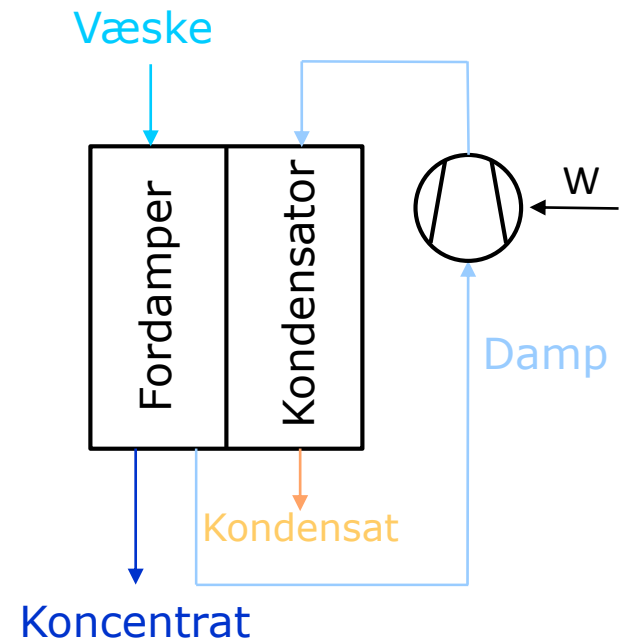
- Varmegenvinding på kondenser
- Luftforvarmning med tørringsluft

Elektrificering ved procesændringer

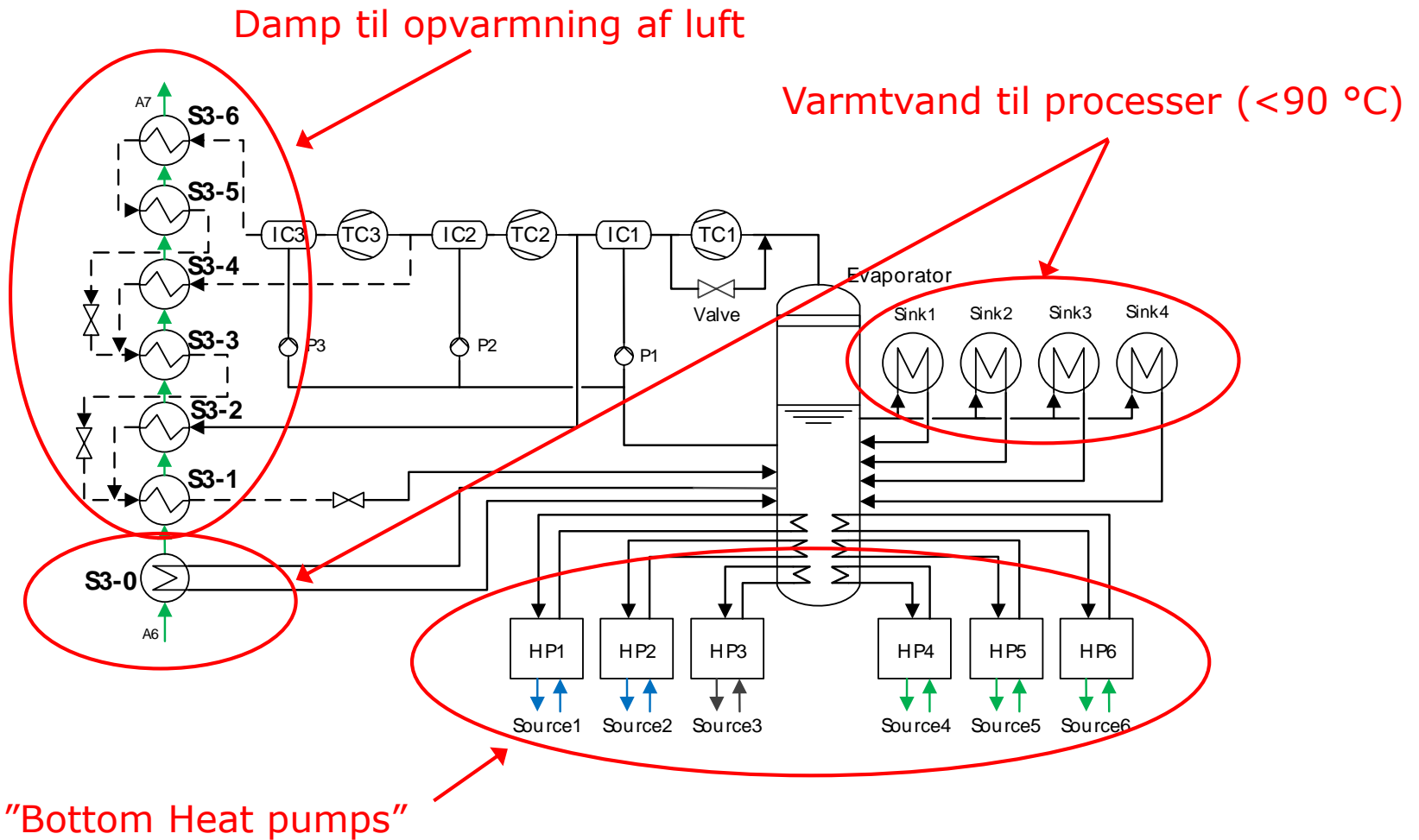
- Fordamper med MVR, i stedet for TVR
 - TVR 3 stages: $0.140 \text{ kWh/kg}_{\text{vand}}$
 - MVR 1 stage: $0.015 \text{ kWh/kg}_{\text{vand}}$

Kilder til varmepumper

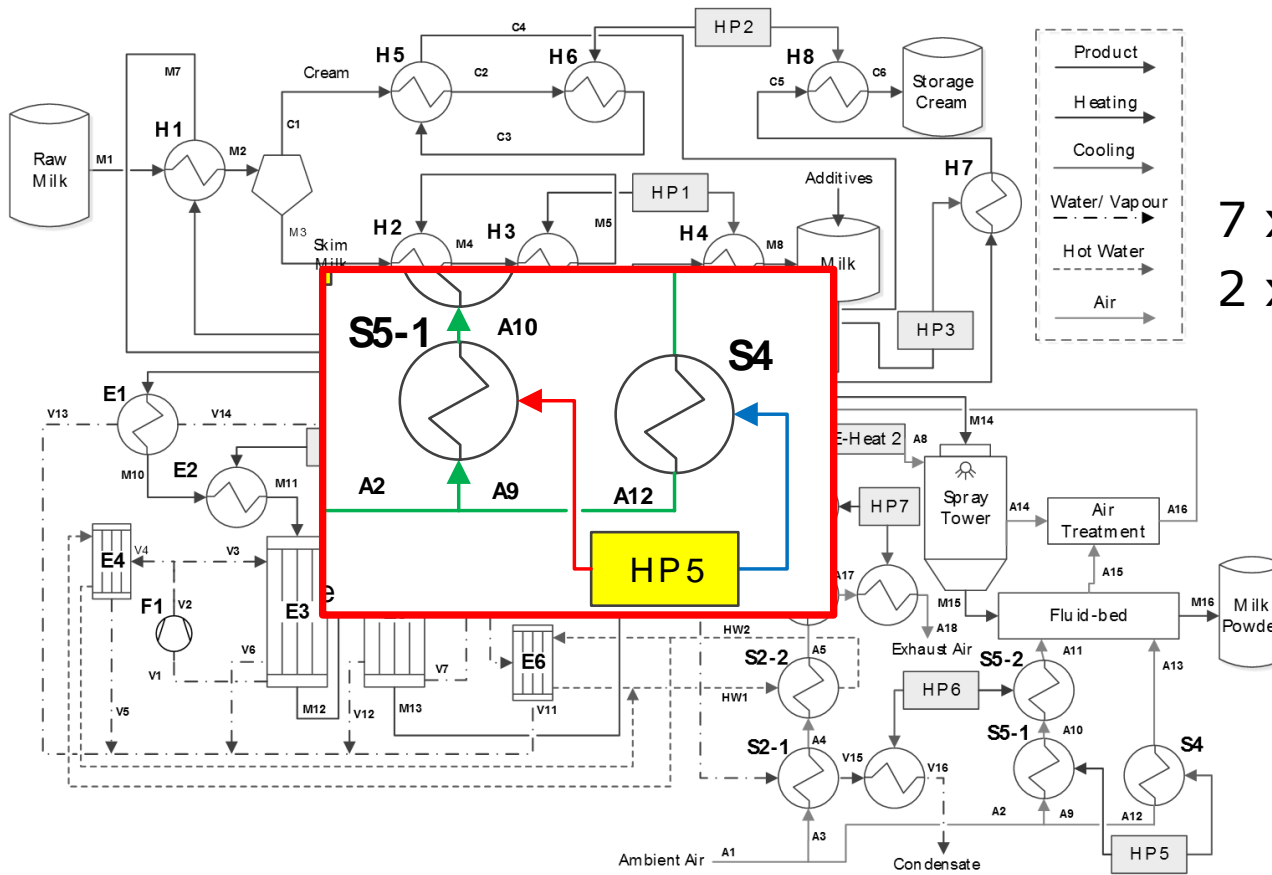
- Udnyttelse af varme fra tørringsluft
- Udnyttelse af varme fra køling
- Udendørsluft



Central Varmepumpe

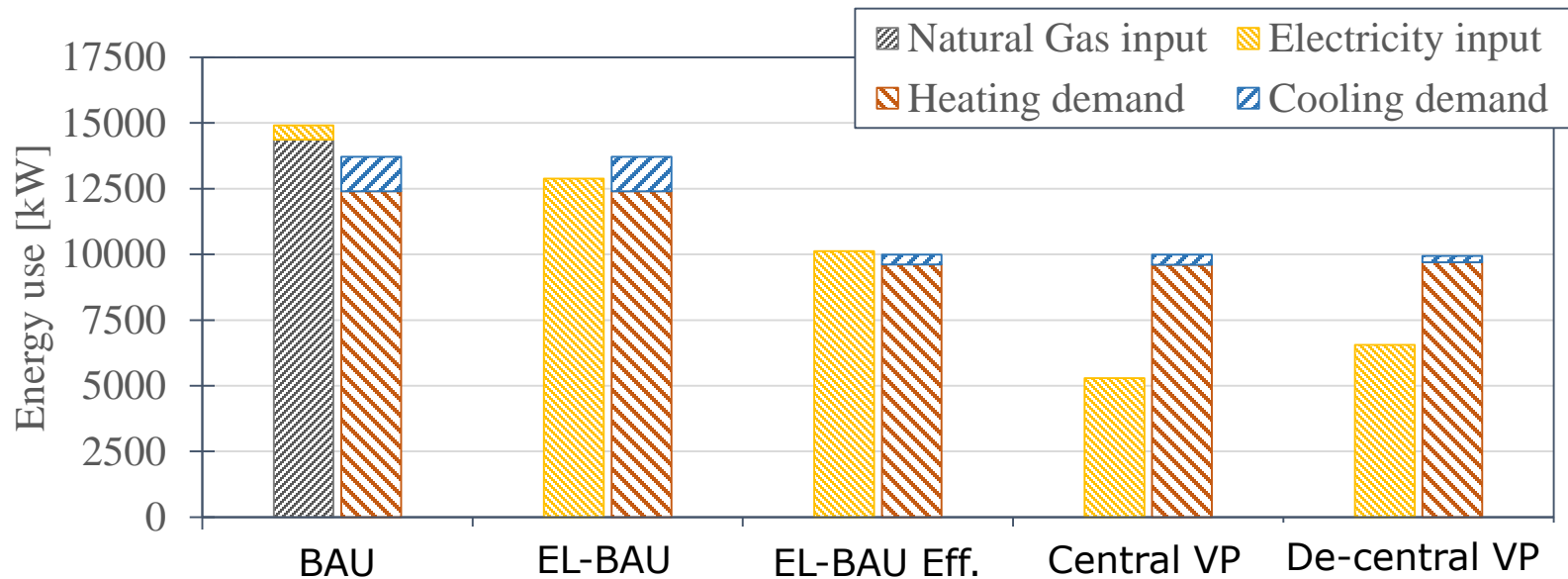


Decentral Varmepumper + Elpatron



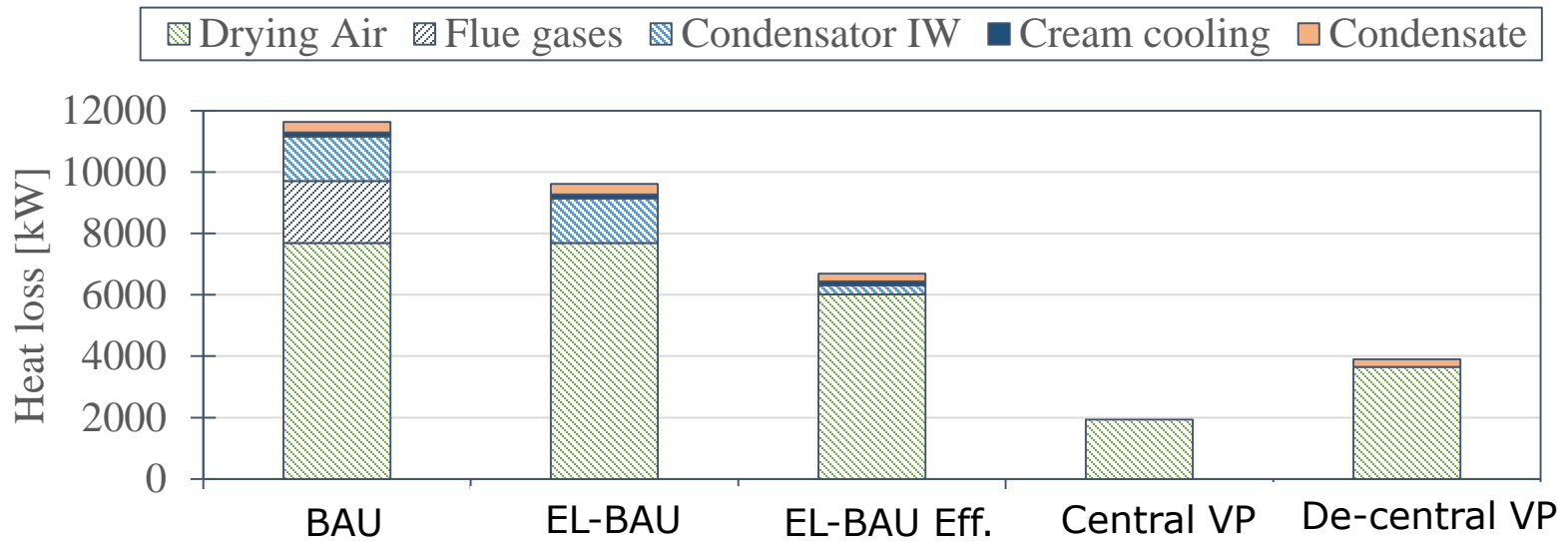
7 x Varmepumper
2 x El-Heater

Resultater – Energi I

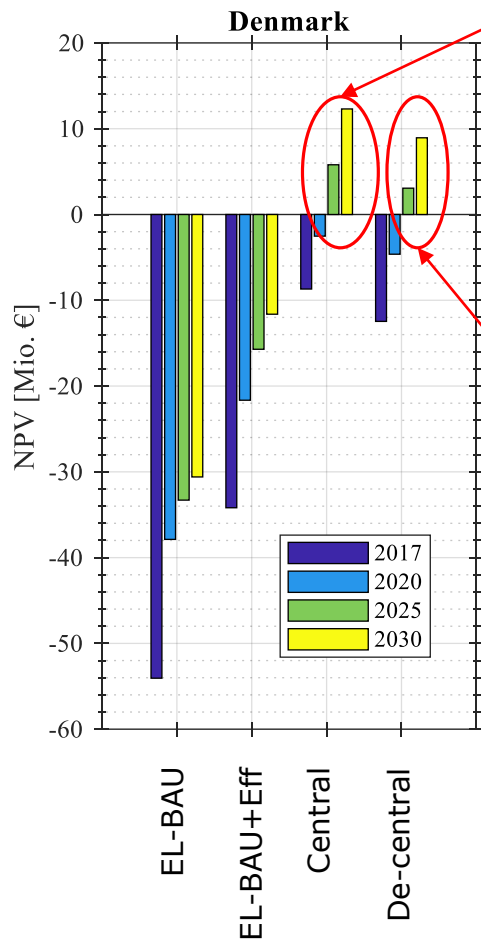


- Central varmepumpe: COP på 1.95
- Decentral varmepumpe: COP på 1.57
COP mellem 1 og 5.2
- Kølebehov dækket med varmepumper

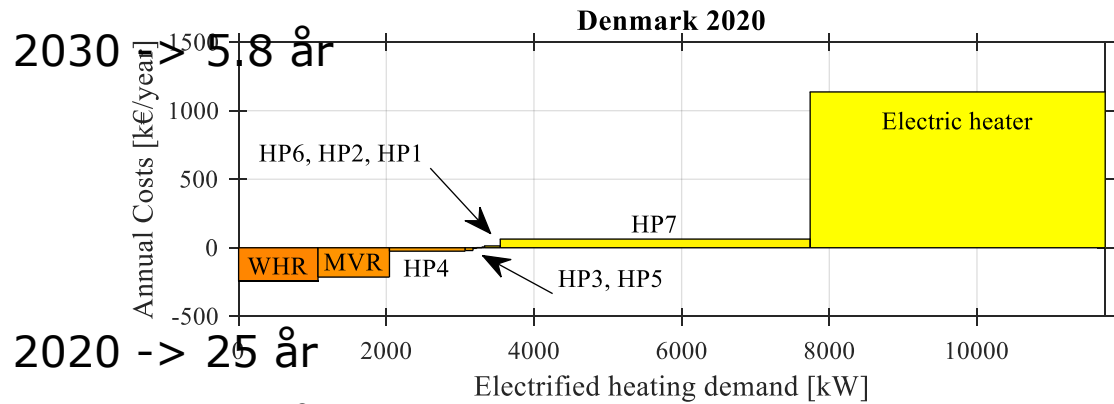
Resultater – Energi II



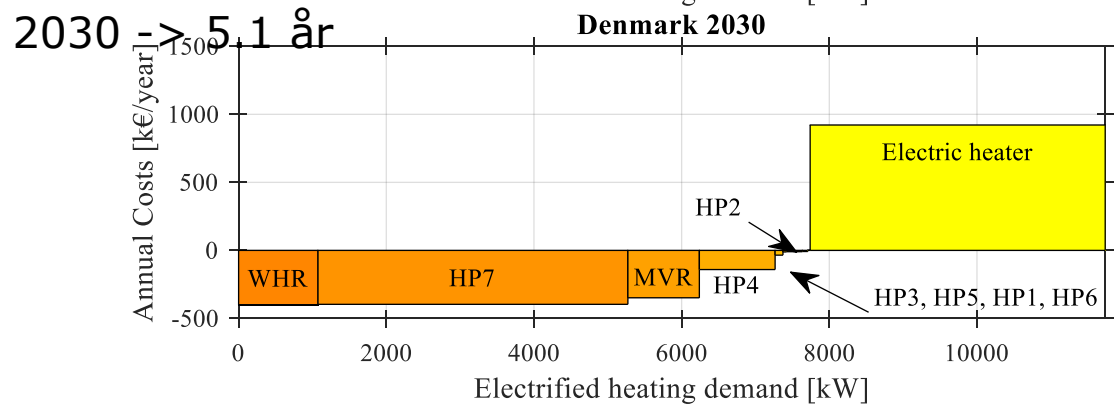
Resultater - Økonomi



2020 -> 13 år Decentral Varmepumpe



2020 -> 25 år



Sammenfatning og konklusion

- Energieffektivisering og varmepumper er i (case studie) nøglen til økonomisk elektrificering
- Decentral elektrificering giver muligheden for at prioritere enheder
- Central elektrificering kræver mindst ændringer i processerne
- Fremtidig energipriser stor indflydelse på økonomi
- Elforsk projekt ELIDI skal undersøge flere case studier og vurdere elektrificeringspotential i Danmark

Thank you for your attention!
Spørgsmål?

Fabian Bühler

Postdoc

DTU Mechanical Engineering

Email fabuhl@mek.dtu.dk

Phone +45 22471020