

DTU



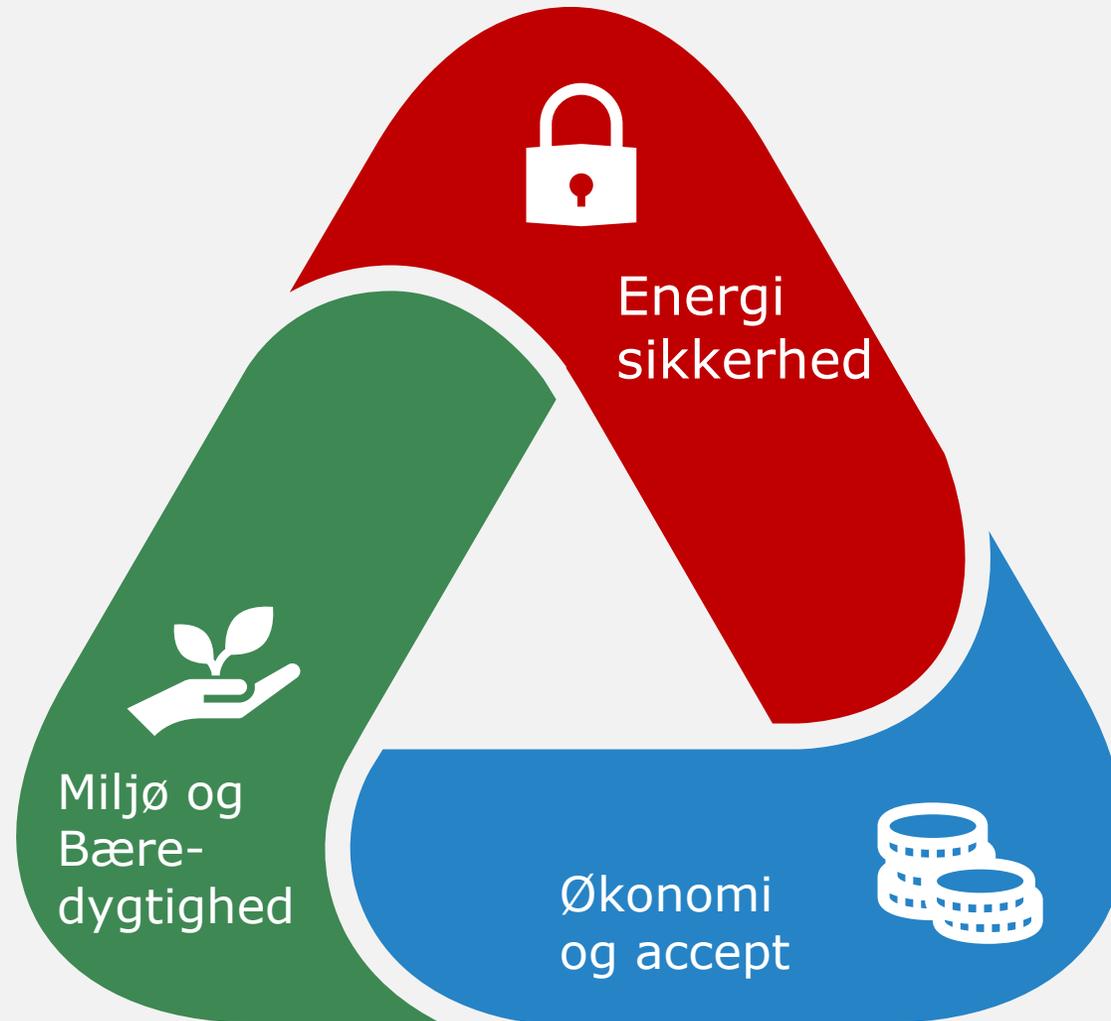
Forsyningssikkerhed i den grønne omstilling – synergier og udfordringer ved at elektrificere fjernvarmesystemet

Rasmus Bramstoft

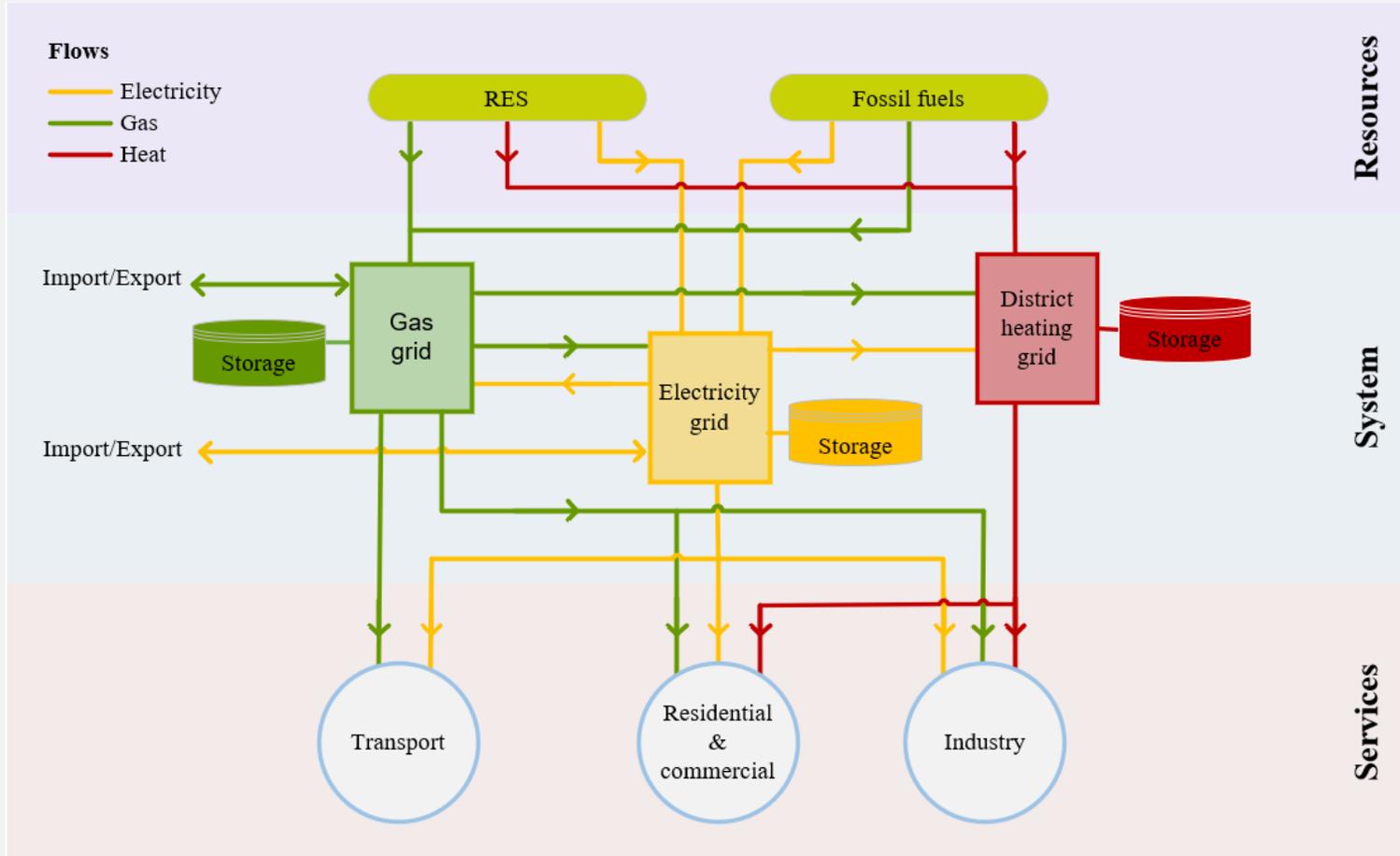
Assistant Professor

Technical University of Denmark

Energi trilemma



Energisystemet og fleksibilitet



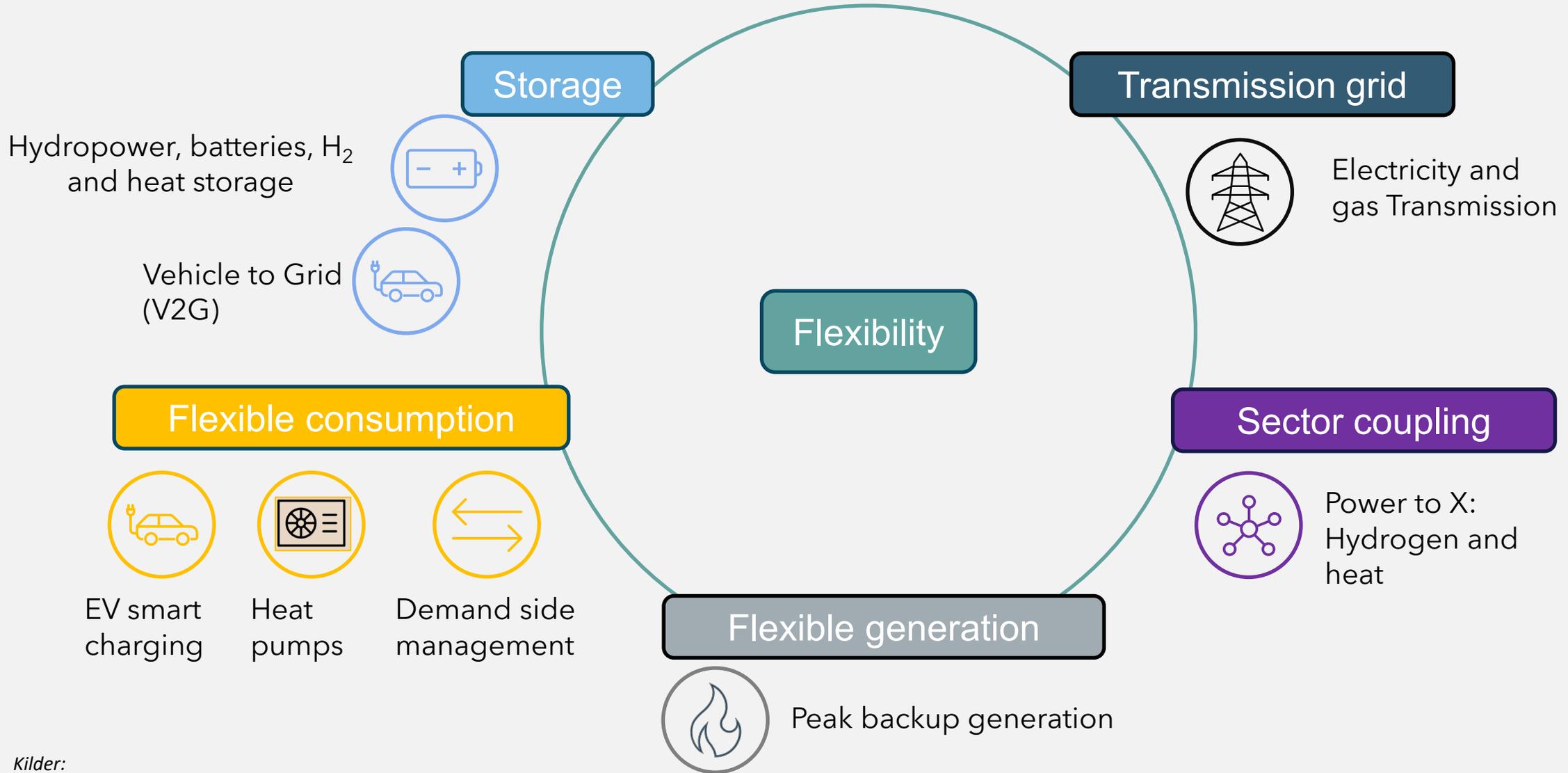
Generation

Transmission

Storage

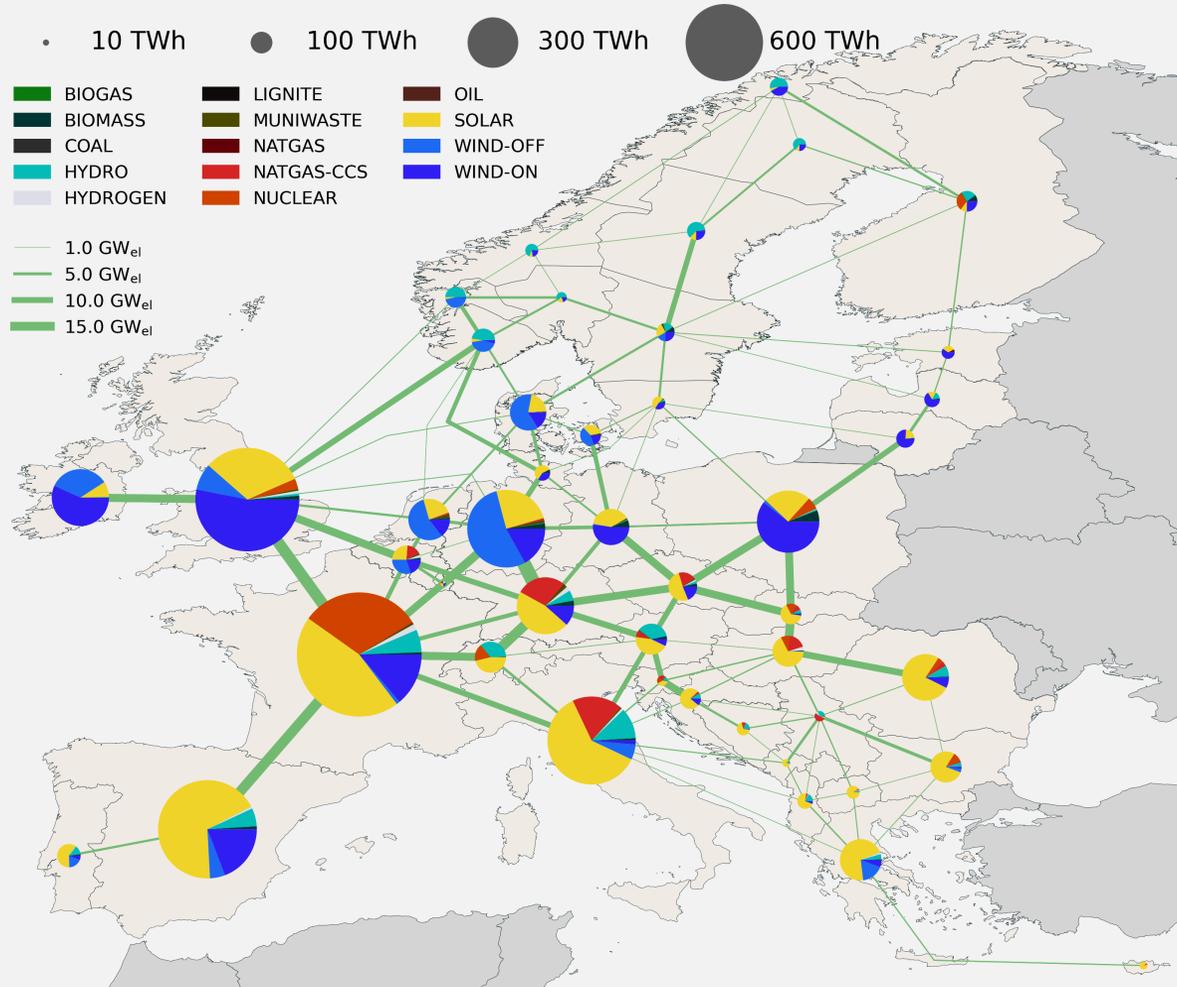
Demand side management

Fleksibilitet



Kilder:

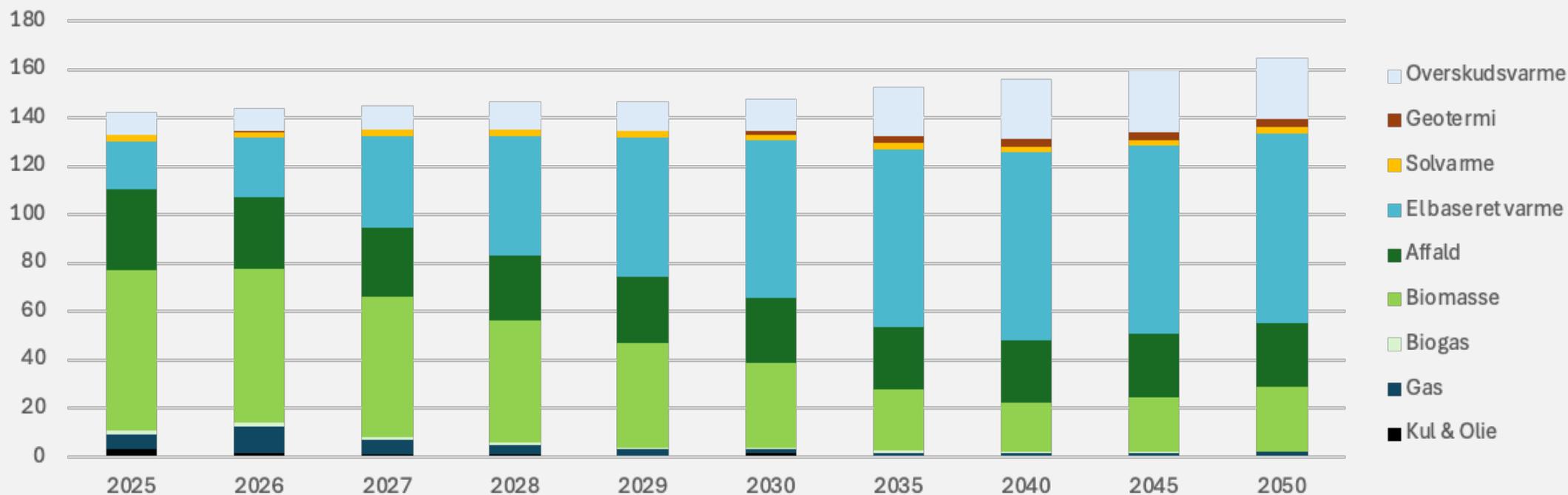
Europæisk sammenhængende energisystem



Kountouris, I., Bramstoft, R., Madsen, T., Gea-Bermúdez, J., Münster, M., & Keles, D. (2024). A unified European hydrogen infrastructure planning to support the rapid scale-up of hydrogen production. *Nature Communications*, 15, (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49867-w>

Fjernvarme produktion i fremtiden

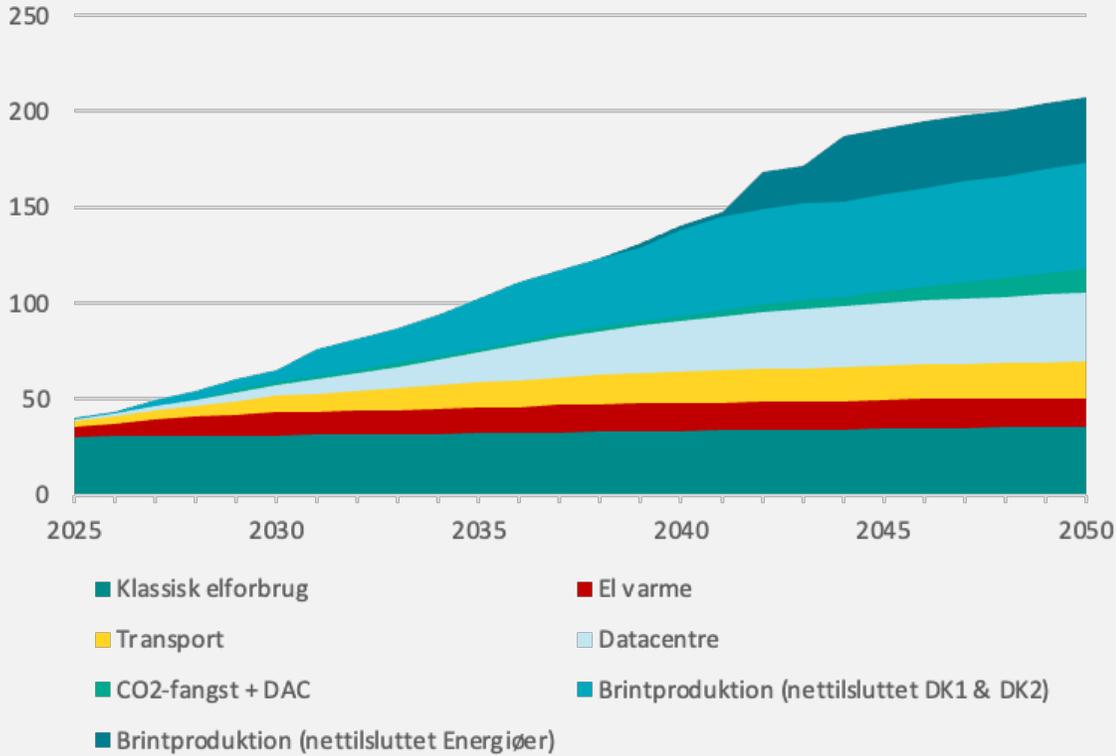
Fjernvarmeproduktion frem mod 2050 (PJ), AF 2025



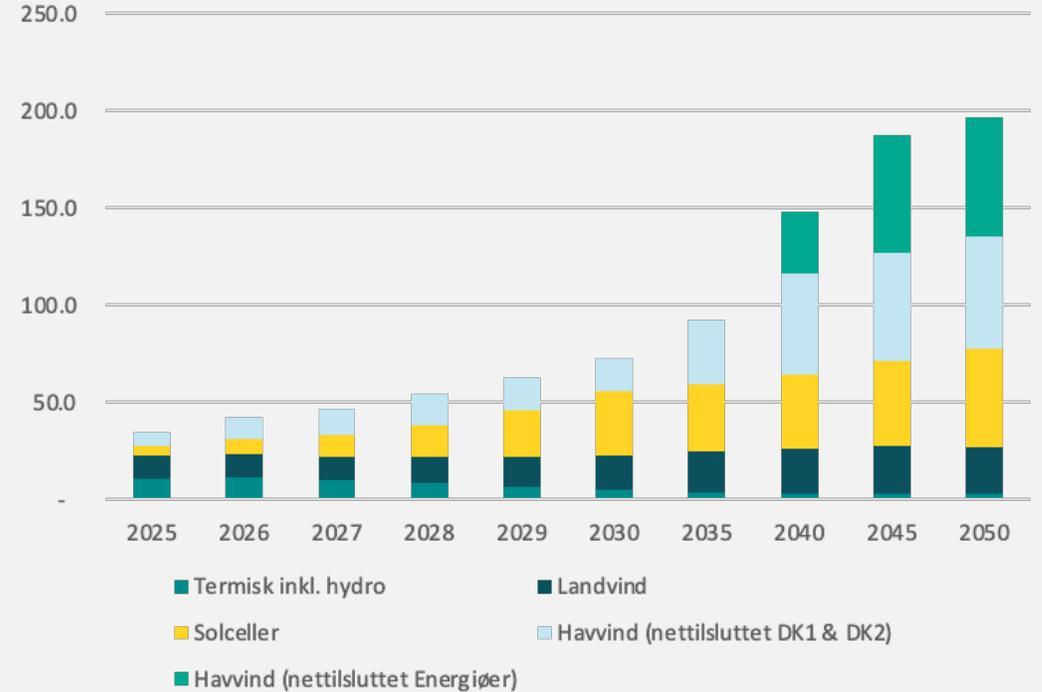
Kilder: Analyseforudsætningen, 2025

Elforbrug og produktion i fremtiden

El forbrug (TWh), AF 2025



Elproduktion (TWh), AF 2025



Kilder: Analyseforudsætningen, 2025

Synergier ved at elektrificere fjernvarmesystemet



Energieffektivitet ↑, system omkostninger ↓, integration af VE ↑

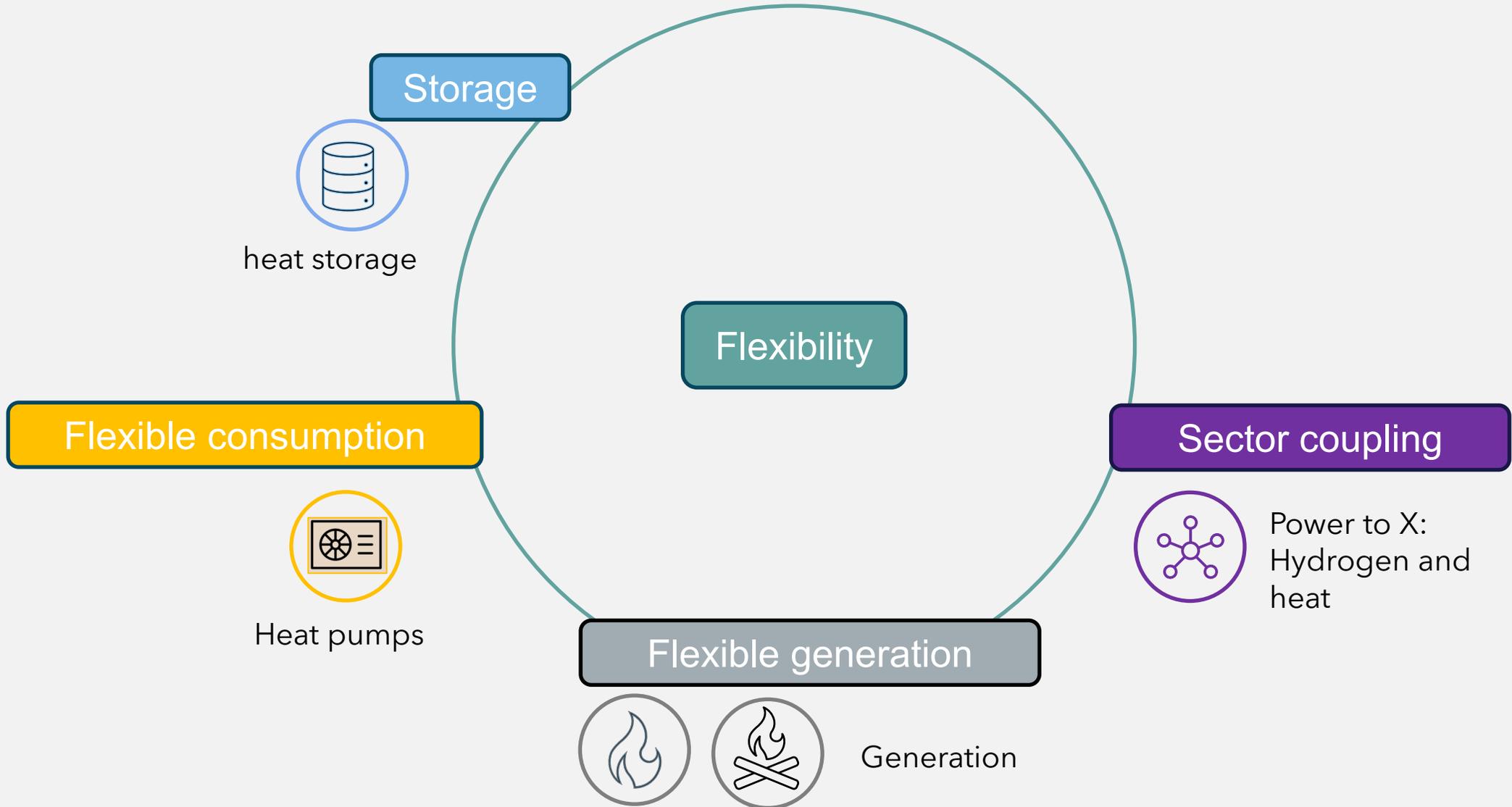


Leverer fleksibilitet til elsystemet – både gennem varmepumper, men også ved brug af store varmelagre. Store varmepumper kan udnytte lave elpriser og bruge termiske lagre til at gennem varmen over dage, uger og måneder



Strategisk brug af biomasse – grøn CO₂ kan bruges mange steder i den grønne omstilling – og der er vigtigt at prioritere hvor biomassen bruges og i hvilket omfang.

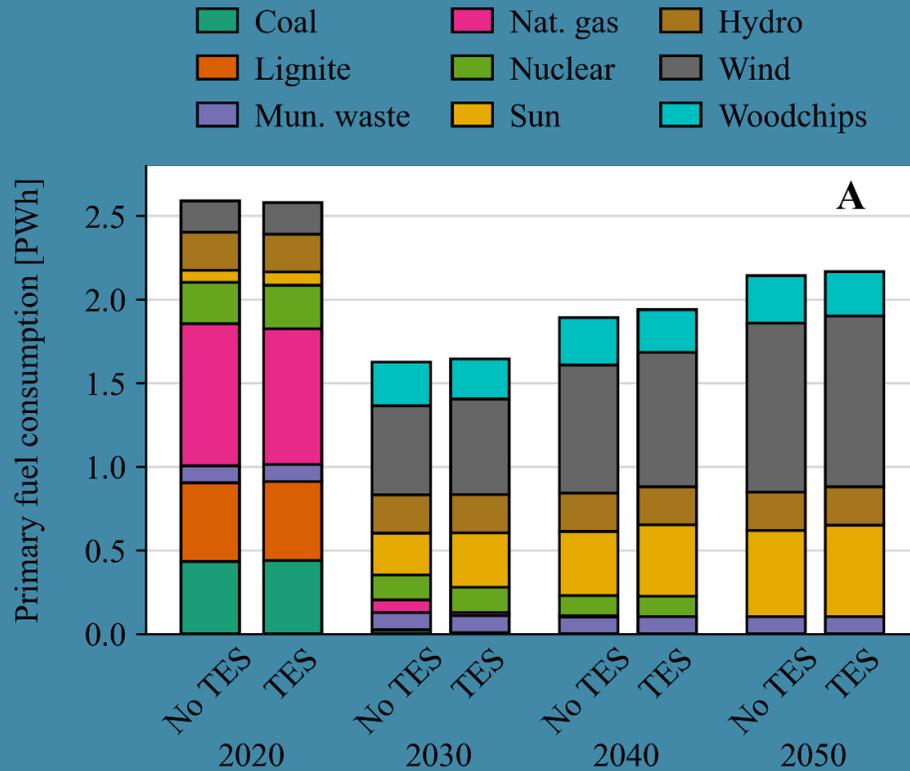
Fleksibilitet



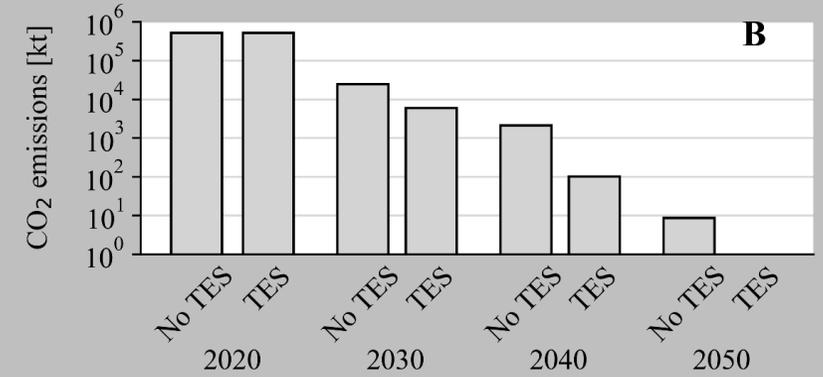
Kilder:

Værdien af termisk lagring

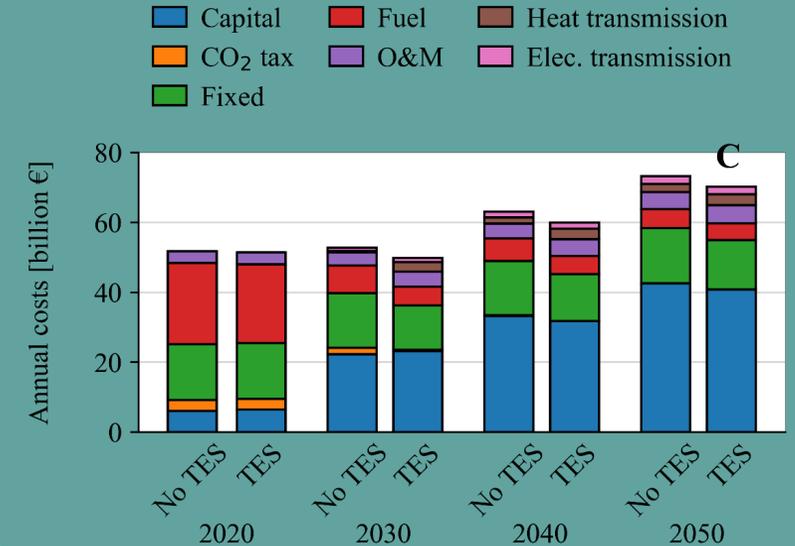
More renewables



Lower emissions



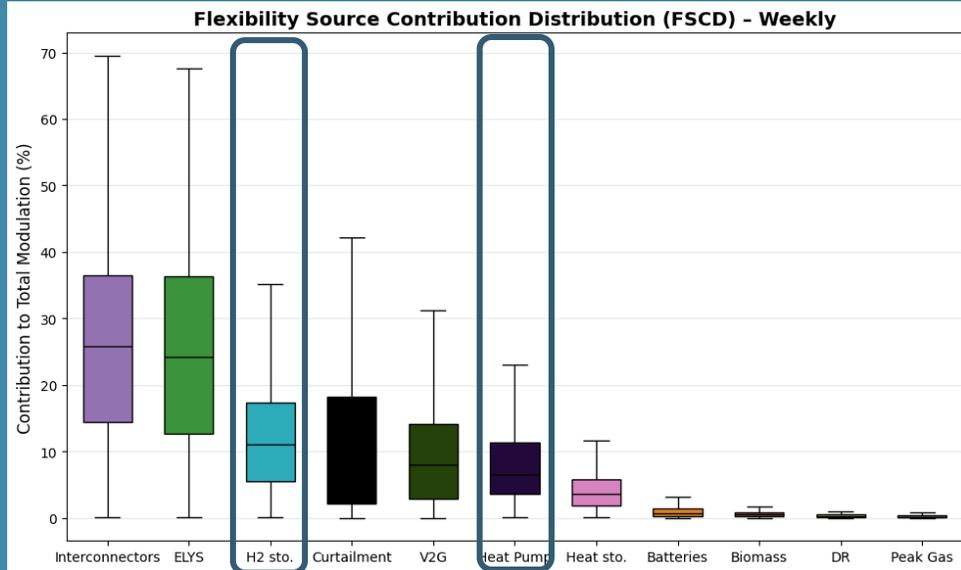
4% lower system costs



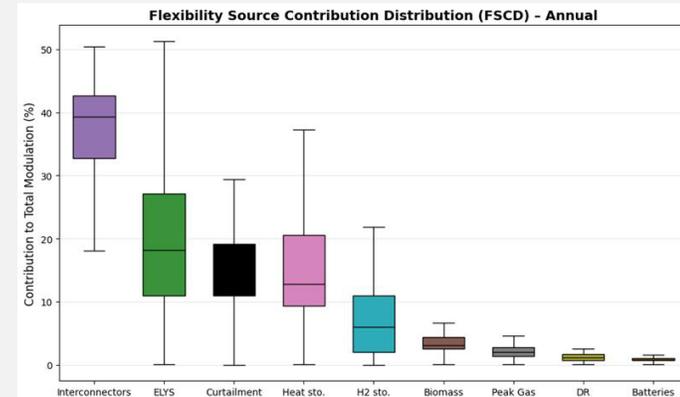
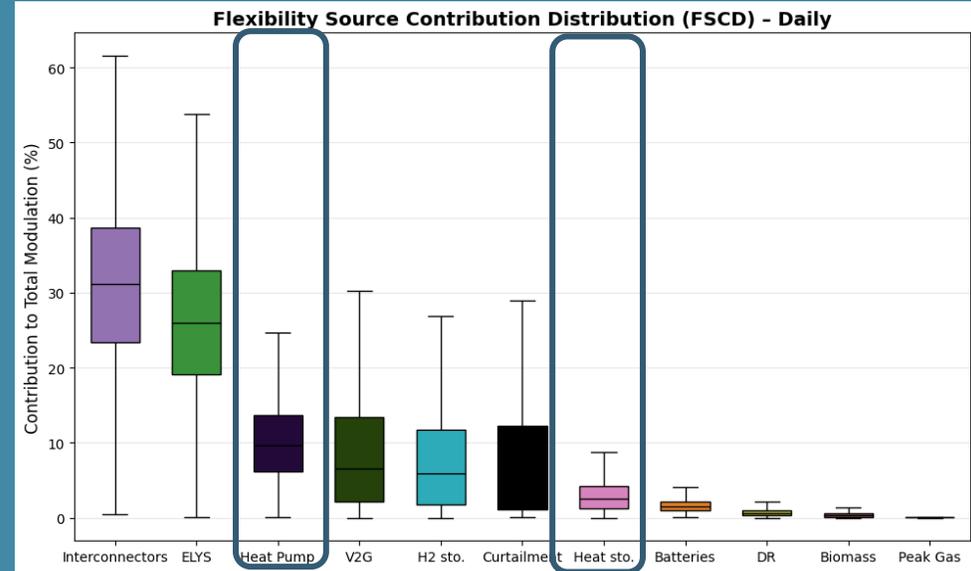
Kilder: The impact of large-scale thermal energy storage in the energy system (2023), <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121663>

Fleksibilitets bidrag i Danmark (2050)

Fleksibilitet – over uger



Fleksibilitet – over daglige variationer



Kilder: foreløbige resultater

Udfordringer ved at elektrificere fjernvarmesystemet



1 Afhængig af el systemet – både udbygninger af el infrastruktur, el-priser og ændringer i el markeder. Forudsætning at el-systemet gennemgår den grønne omstilling – Danmark er godt på vej, men udbygning af elnet er forsinket



2 Hvordan skal varmen leveres i tidspunkter hvor der ikke er el-produktion nok – især vinter peak



3 Tilgængelighed af gode varmekilder (vand til store varmepumper)

Elektrificering af fjernvarmesystemet

Udfordringer



Afhængig af el systemet – både udbygninger af el infrastruktur, el-priser og ændringer i el markeder.



Hvordan skal varmen leveres i tidspunkter hvor der ikke er el-produktion nok – især vinter peak



Tilgængelighed af gode varmekilder (vand til store varmepumper)

Synergier



Energieffektivitet ↑, system omkostninger ↓, integration af VE ↑



Leverer fleksibilitet til elsystemet – gennem store varme pumper og varme lagre



Strategisk brug af biomasse