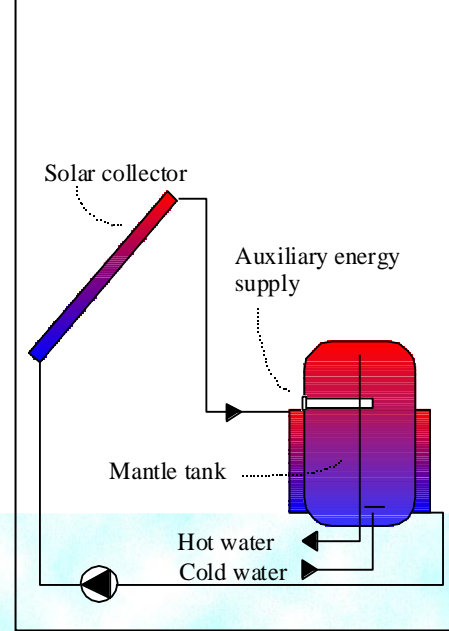


Moderne solvarme

Simon Furbo
DTU Construct
Danmarks Tekniske Universitet
Tel.: +45 45 25 18 57
E-mail: sifu@dtu.dk

Solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning



Kombisolvarmeanlæg



- Husejerne informerede om husenes energiforbrug før og efter installation af solvarmeanlæg
- Eneste ændring af husene var installation af solvarmeanlæg
- Energiforbrug før og efter installation af solvarmeanlæg analyseret

21 undersøgte solvarmeanlæg

- 6 solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning og 15 kombisolvarmeanlæg
- Solfangerareal: 1,8 m² - 9,3 m². Gennemsnit: 6,0 m²
- 16 anlæg benyttede eksisterende energianlæg som backup
- 5 anlæg benyttede nye naturgas/solvarmetank units

Backup energianlæg:

- 13 naturgasfyr
- 3 oliefyr
- 3 elopvarmede huse
- 2 huse med fjernvarme
- 5 huse med varmepumper, pillefyr og/eller brændeovne

Årlige energibesparelser

16 anlæg med eksisterende energianlæg som backup:

- Gennemsnit: 670 kWh per m² solfanger
Typiske energibesparelser: **500 - 800 kWh per m² solfanger**

5 anlæg med nye naturgas/solvarmetank units:

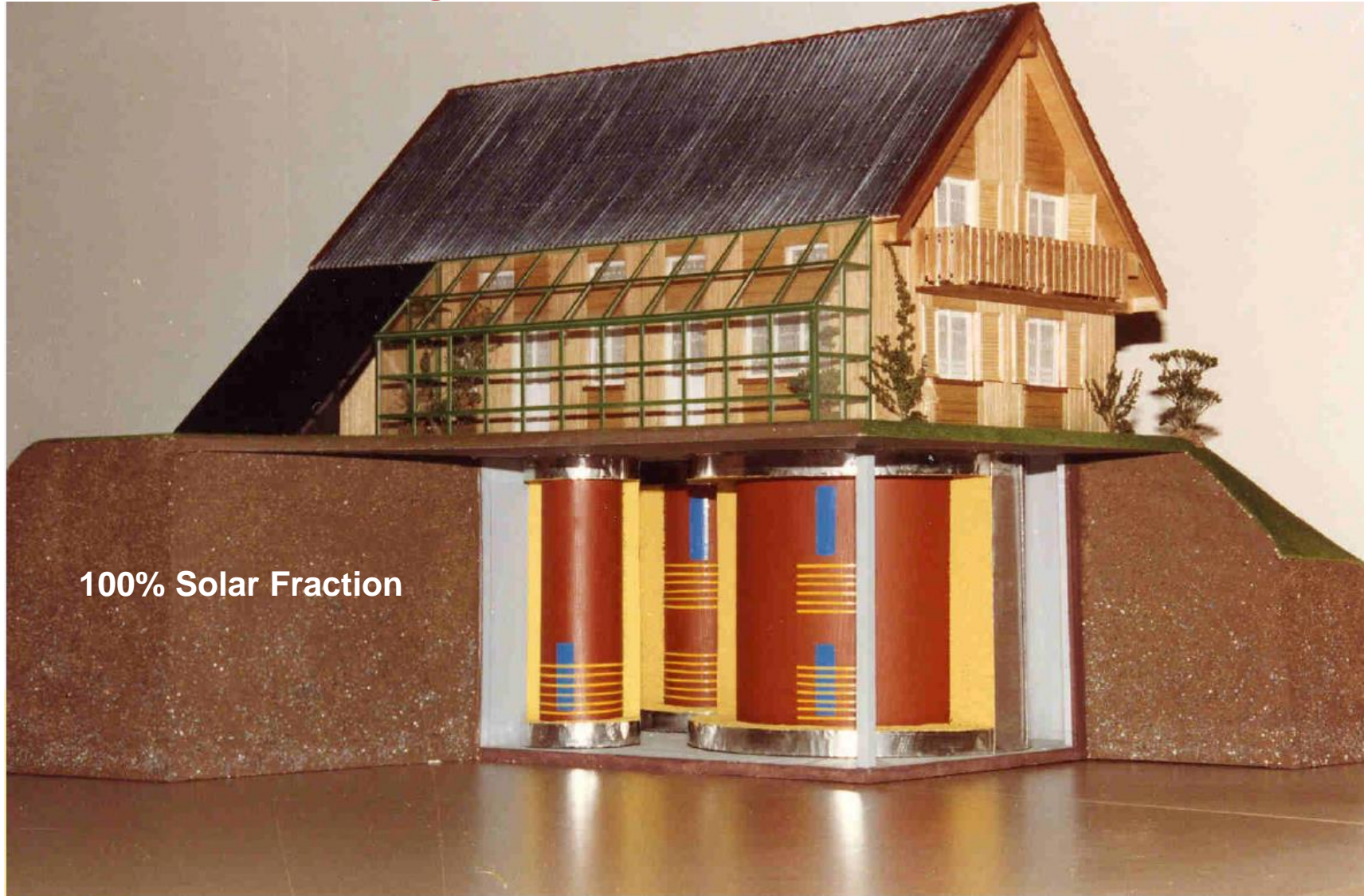
- Gennemsnit: 1520 kWh per m² solfanger
Typiske energibesparelser: **1000 - 2000 kWh per m² solfanger**

Energibesparelsen **meget** højere end solfangerydelsen

Energibesparelsen ikke påvirket af backup anlægget

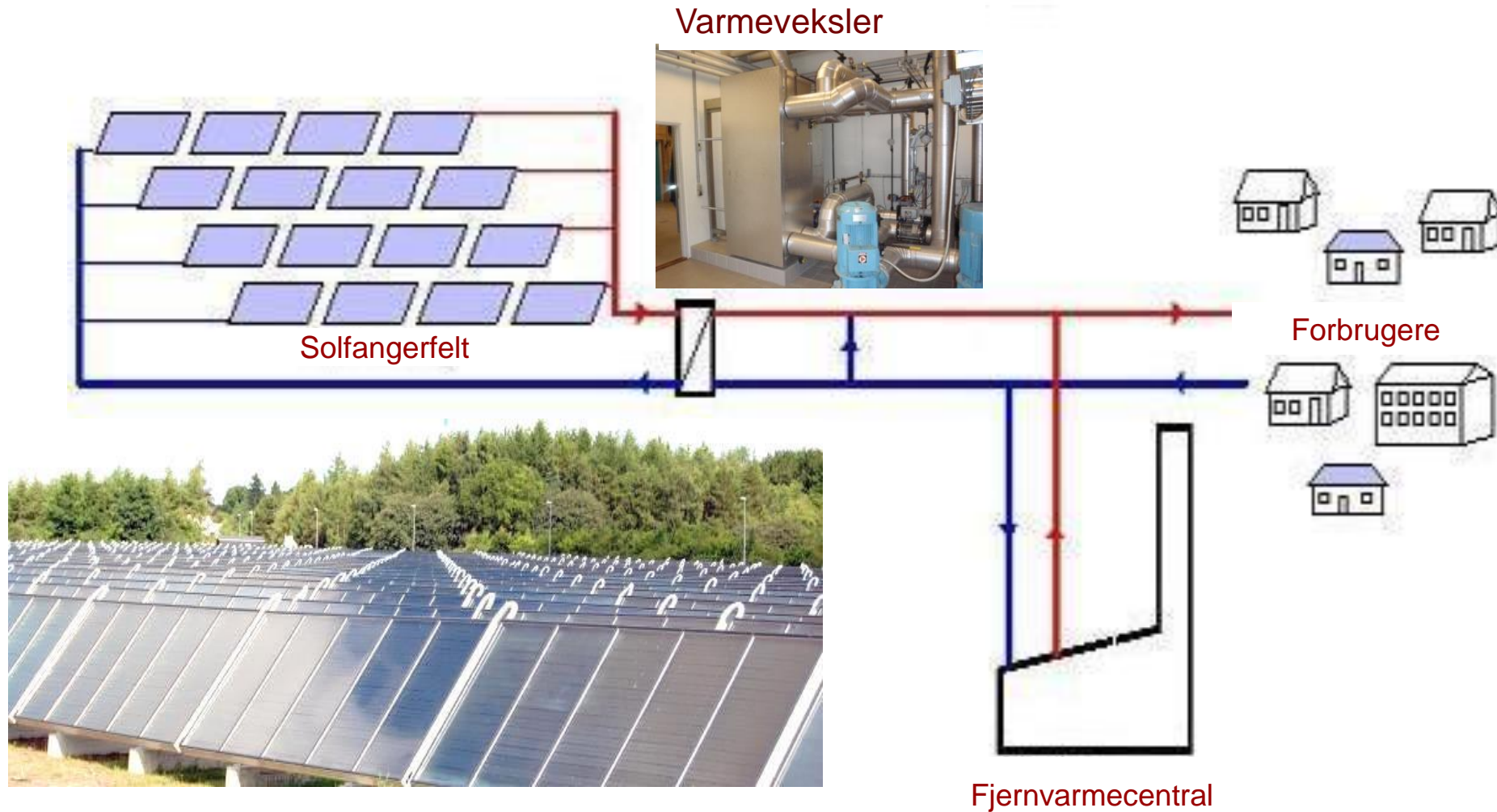
Energibesparelsen **højere end normalt antaget**

Solvarmeanlæg der dækker hele varmebehovet





Solvarmecentraler - princip



Solvarmecentraler i Verden ved udgangen af 2022:
571 solvarmecentraler > 500 m². 123 i Danmark, 22%
3,100,000 m² i drift. 1,606,591 m² i Danmark, 52%!

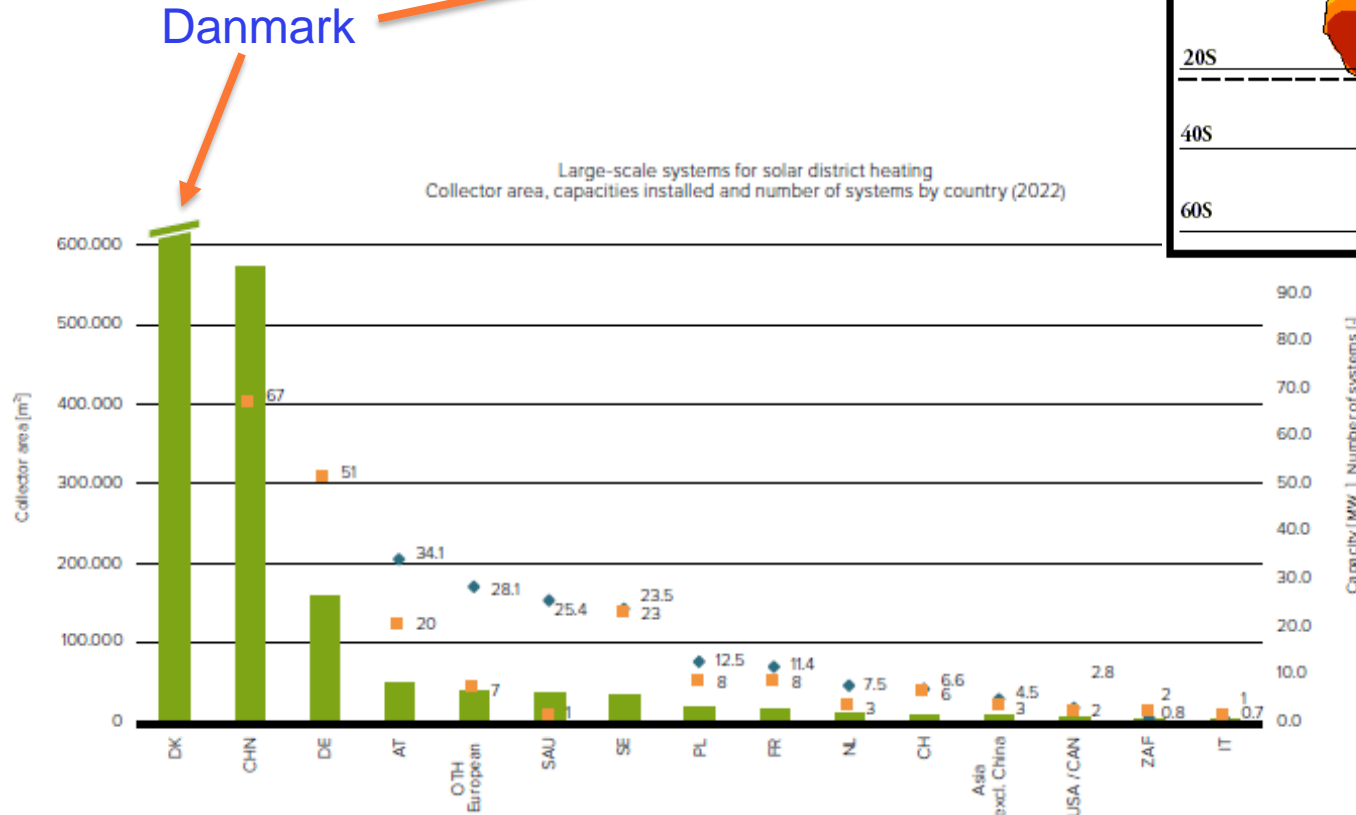
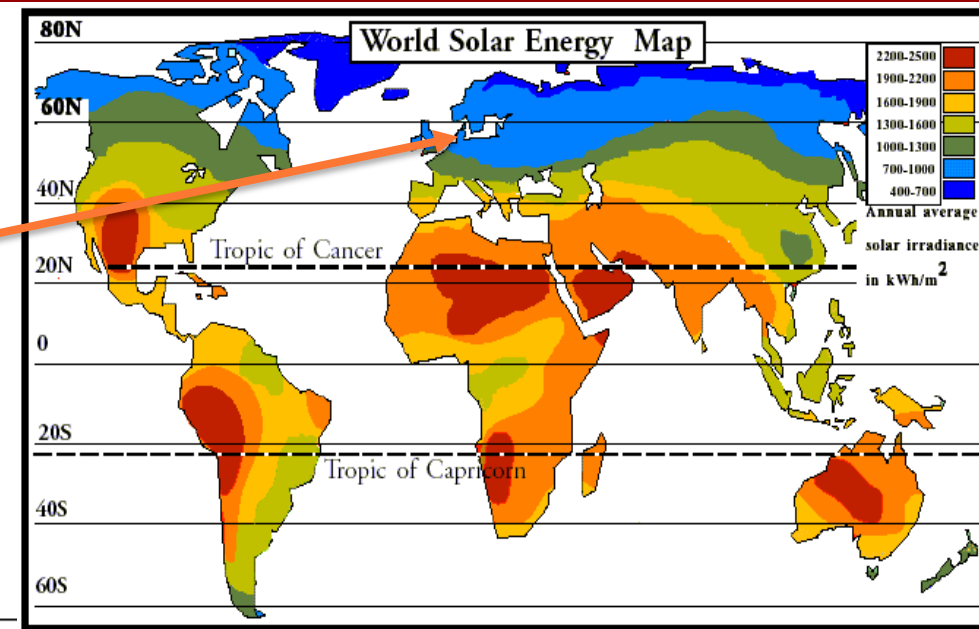


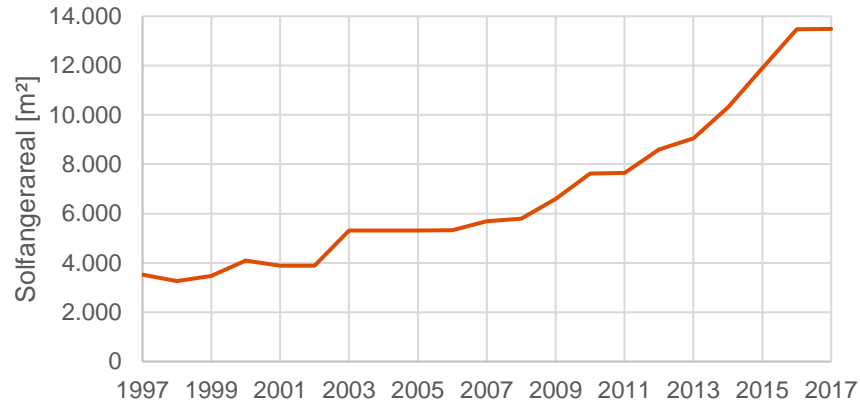
Figure 9: Large-scale systems for solar district heating – capacities and collector area installed and number of systems by the end of 2022

Data sources: Daniel Trier - PlanEnergi, DK, Jan-Olof Dalenback - Chalmers University of Technology, SE, Sabine Putz - IEA SHC Task 55, AT, Barbel Epp - solrico.com, DE⁹.

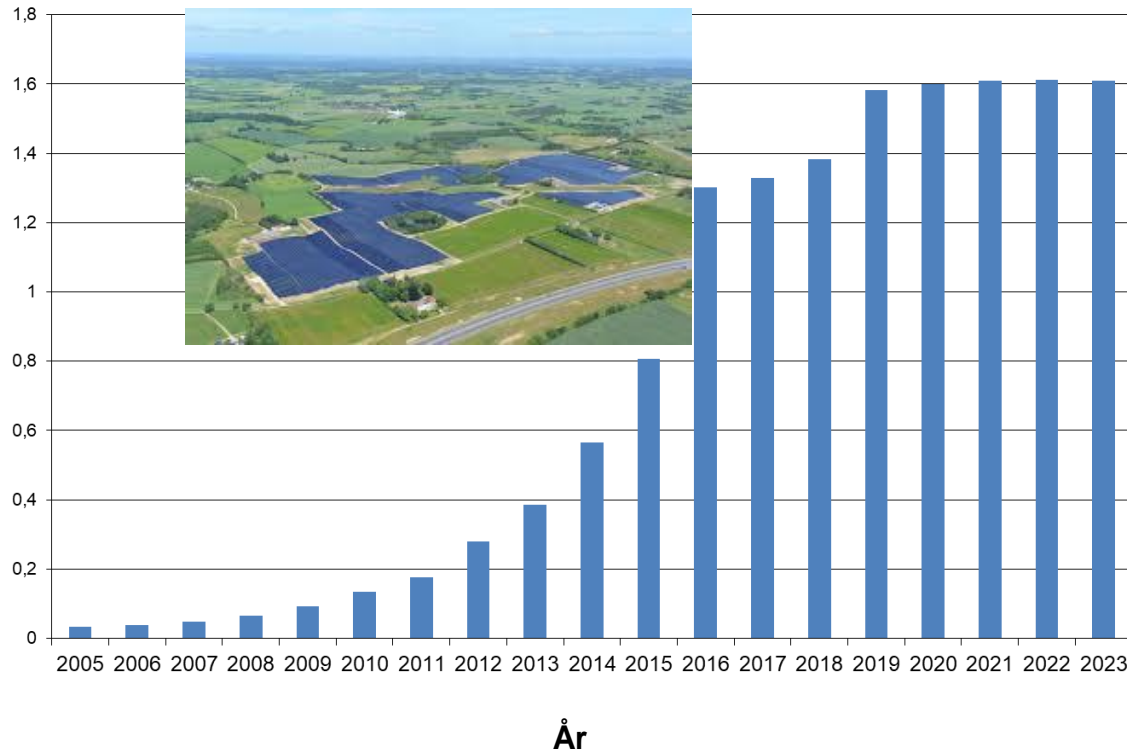
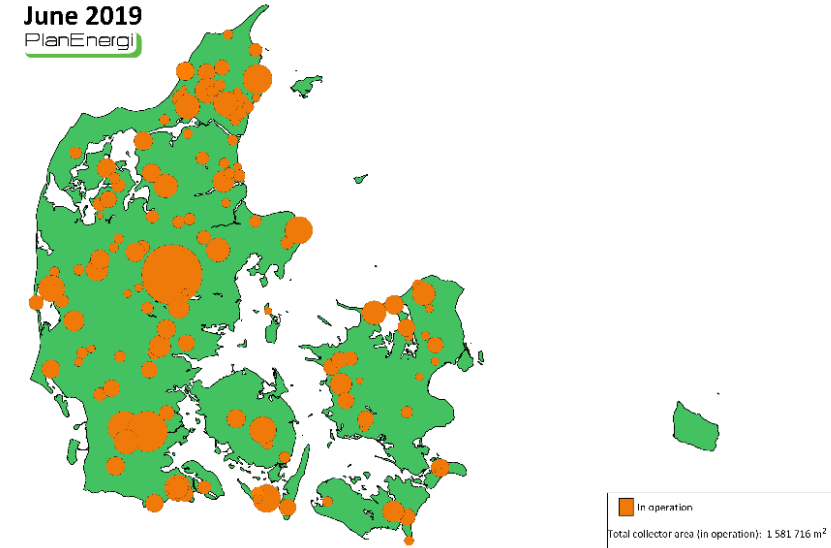
DK: Collector area: 1,606,591 m² Capacity: 1,124 MW_{th} Number of systems: 123
 CHN: Collector area: 571,464 m² Capacity: 400 MW_{th} Number of systems: 67

Solvarmecentraler i Danmark

Gennemsnitligt solfangerareal per central



June 2019
PlanEnergi



År	Totalt varmeforbrug i fjernvarme, PJ/år	Solvarme til fjernvarme, PJ/år	Solvarmeandel, %
2011	132	0.33	0.3
2012	136	0.55	0.4
2013	135	0.68	0.5
2014	122	0.98	0.8
2015	130	1.26	1.0
2016	135	2.03	1.5
2017	136	1.93	1.4
2018	132	2.47	1.9
2019	131	2.59	2.0
2020	127	2.87	2.3
2021	141	2.58	1.8
2022	130	2.97	2.2
2023	130	2.84	2.2

Solvarmecentraler



2012: Marstal 33,365 m²



2013: Dronninglund 37,573 m²



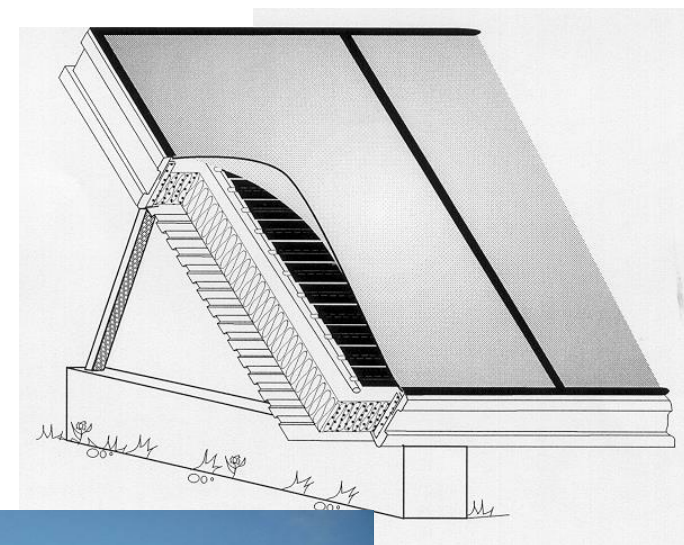
2015: Vojens 70,000 m²



2016: Silkeborg 156,694 m²

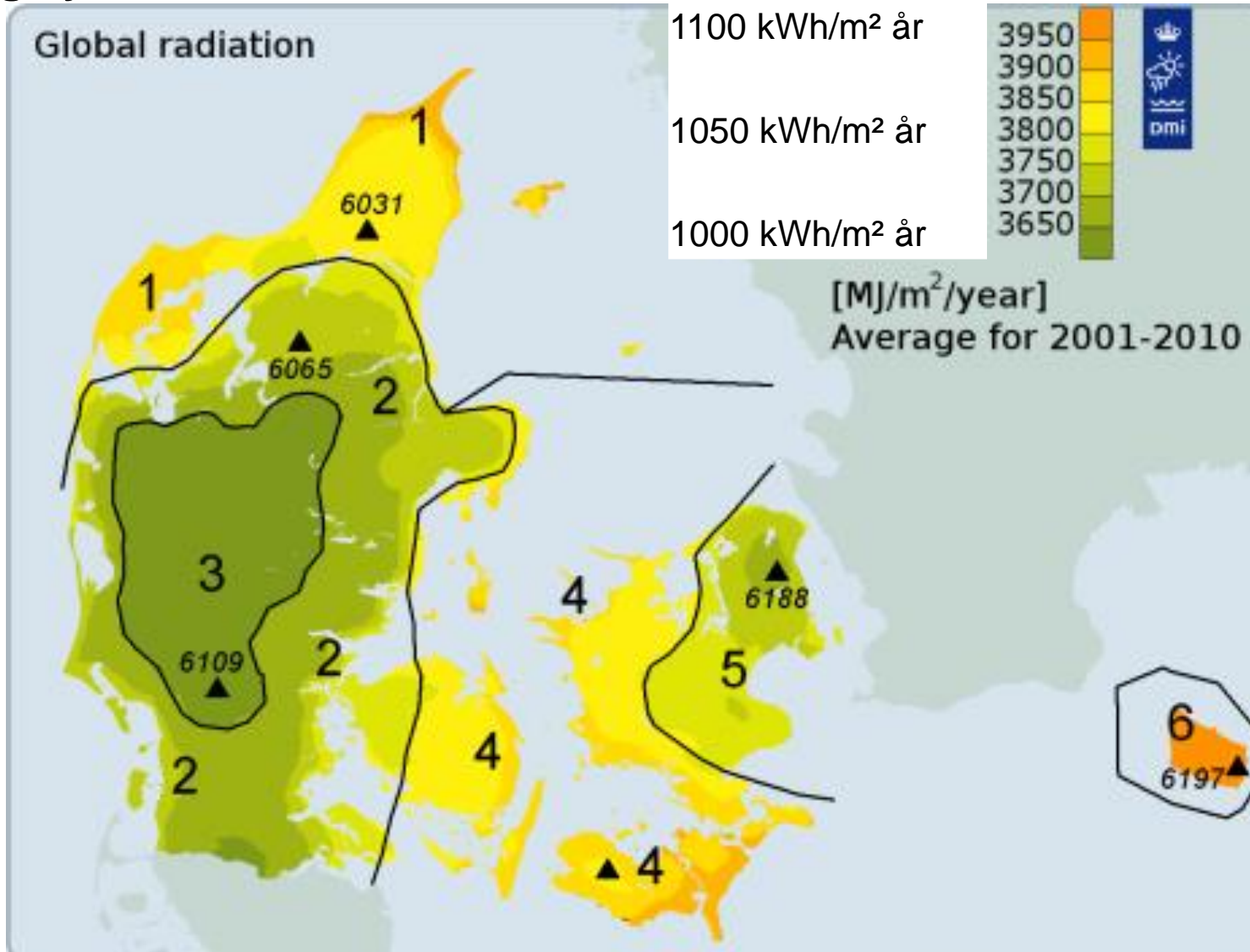
Plane solfangere fra GreenOneTEC, Østrig

Solfangere med folie mellem absorber og dækglas
 Solfangere uden folie mellem absorber og dækglas



- ☺ Let installation
- ☺ Let at sætte i drift
- ☺ Simple rørføring med lavt varmetab og lav varmekapacitet
- ☺ Billigt og pålideligt
- ☺ Få ansatte



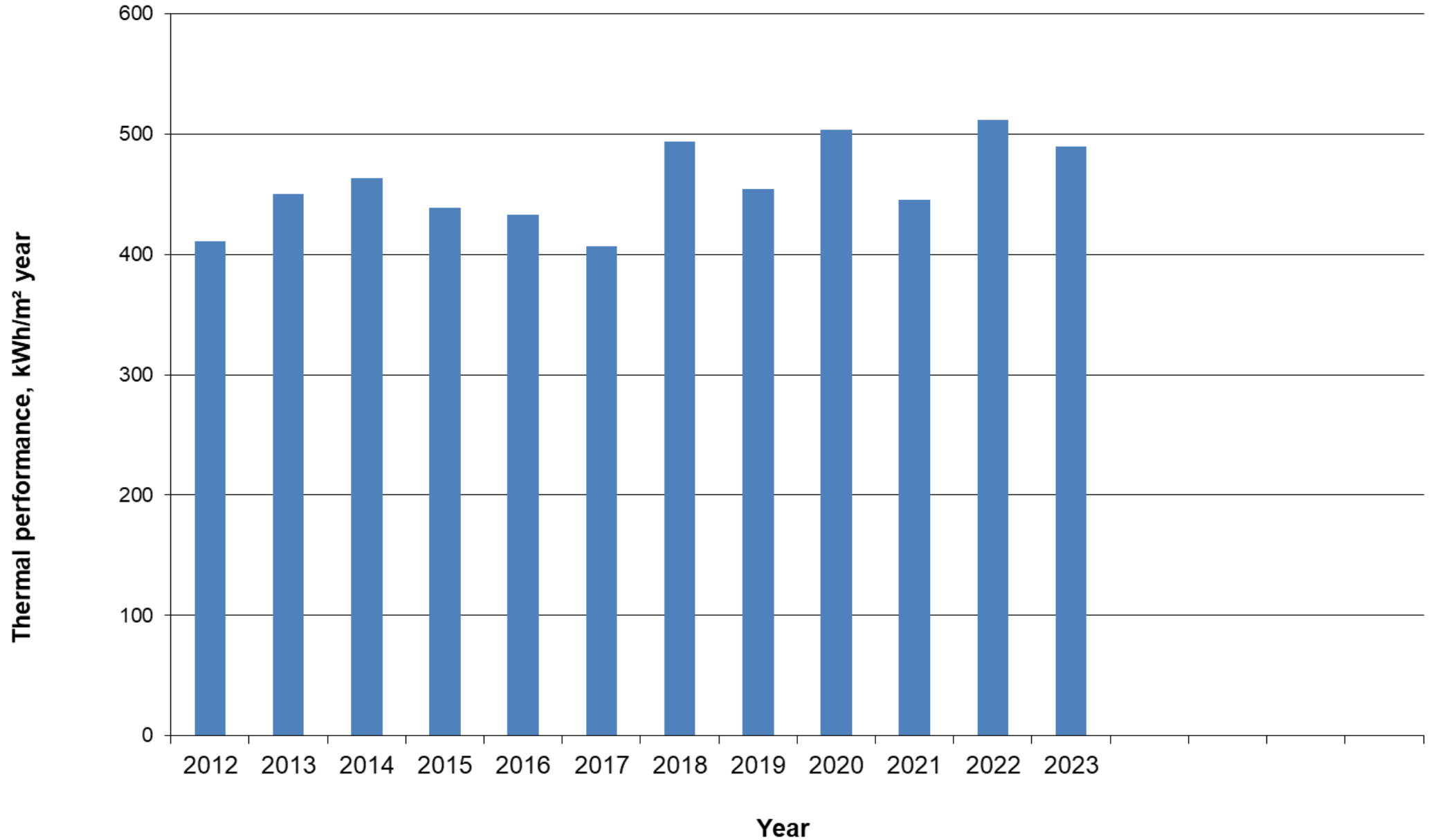


Region	Antal solvarmecentraler
1	13
2	19
3	19
4	20
5	7
6	0
Total	78

Solfangerareal, m ²	Solfangerhældning, °	Installationsår
2970-156694	30-45	1996-2021

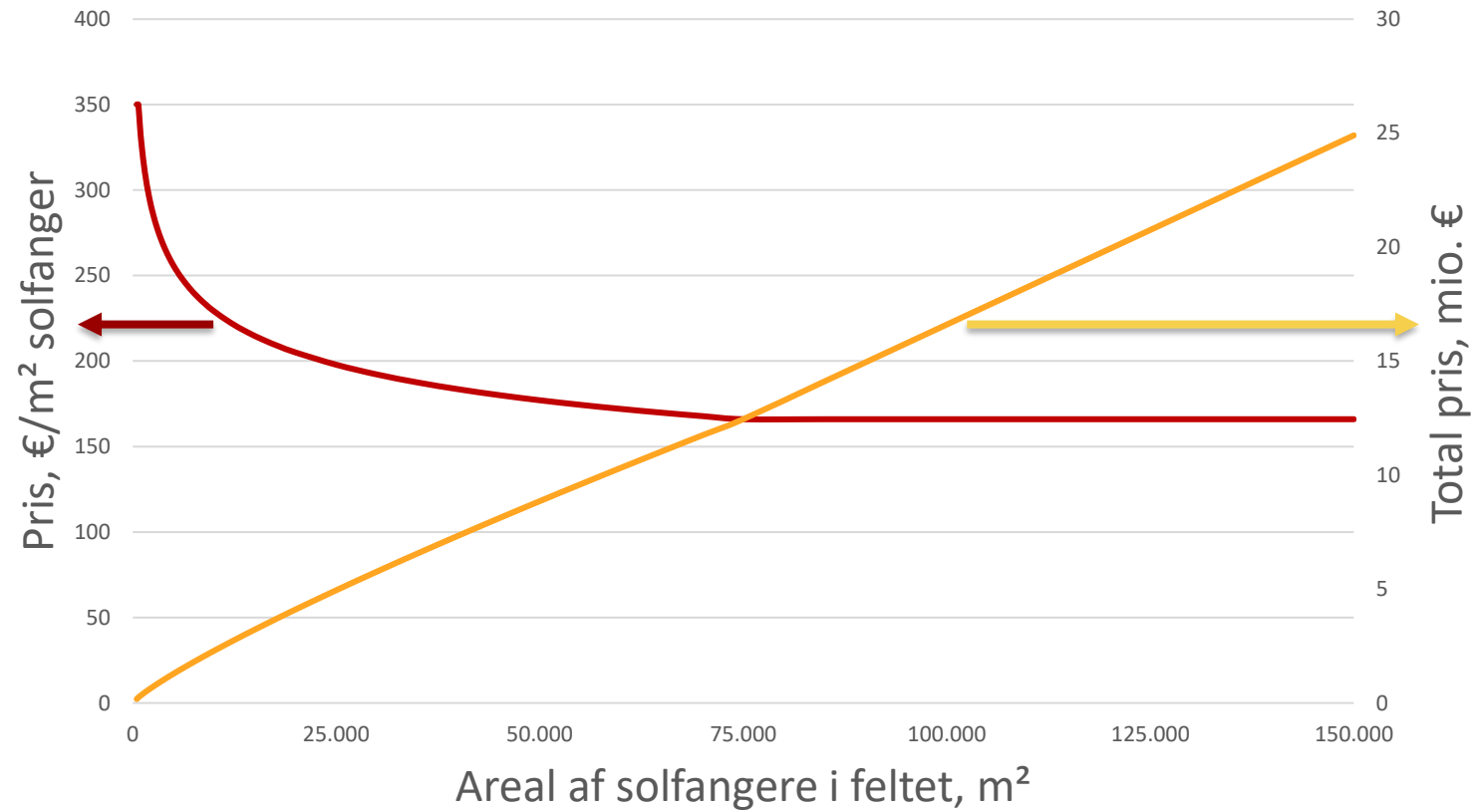
År	Antal solvarmecentraler	Årlig ydelse, kWh/m ²	Gennemsnitlig årlig ydelse, kWh/m ²
2012	16	313-484	411
2013	21	389-493	450
2014	31	390-577	463
2015	36	322-518	439
2016	41	324-538	433
2017	54	318-495	407
2018	52	349-602	494
2019	55	378-616	454
2020	56	355-638	504
2021	33	332-585	445
2022	42	343-635	512
2023	42	359-617	490

Gennemsnitlig årlig ydelse af danske solvarmecertraler



Pris for færdigt solfangerfelt per m² solfanger

Pris for solfangerfelt installeret

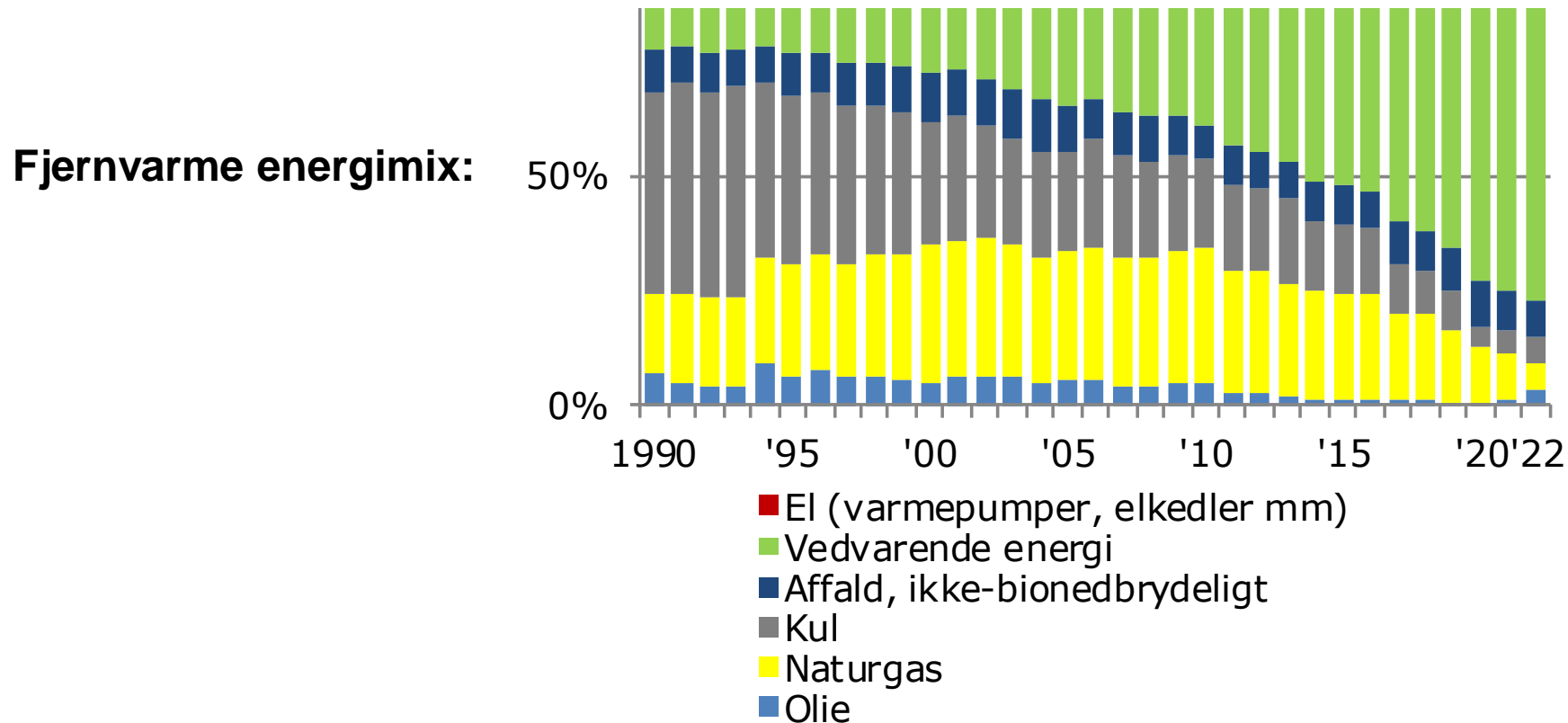


Årsager til den danske førerposition for solvarmecentraler

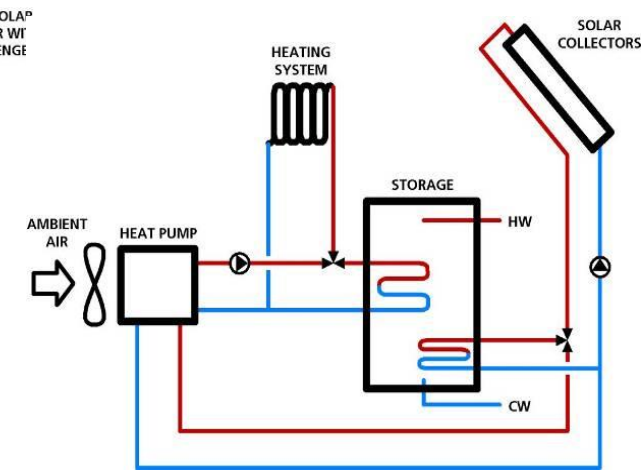
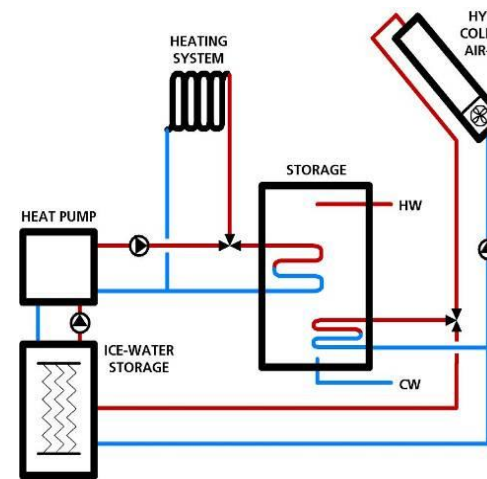
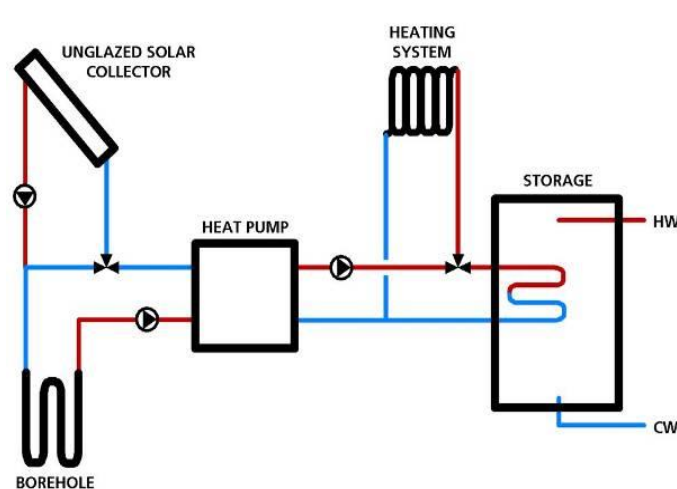
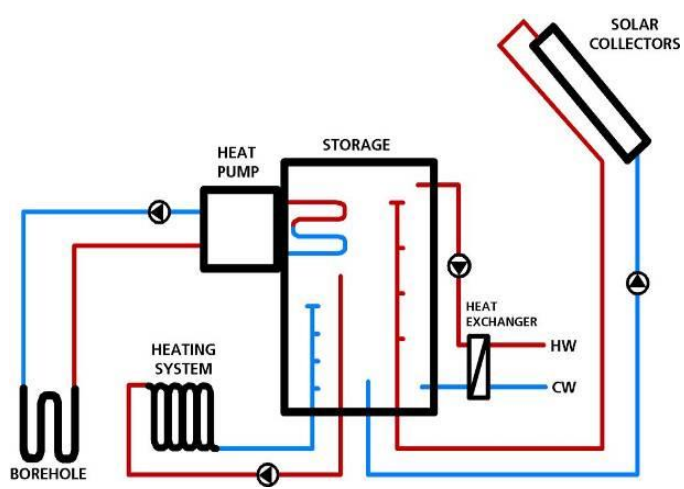
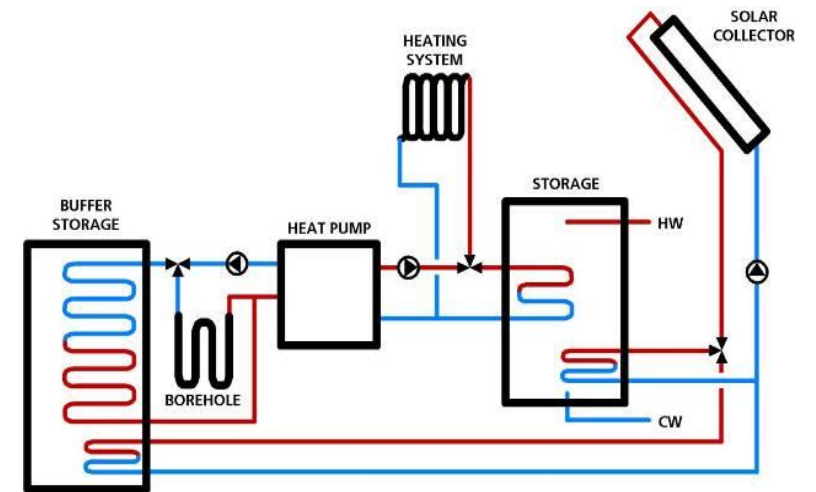
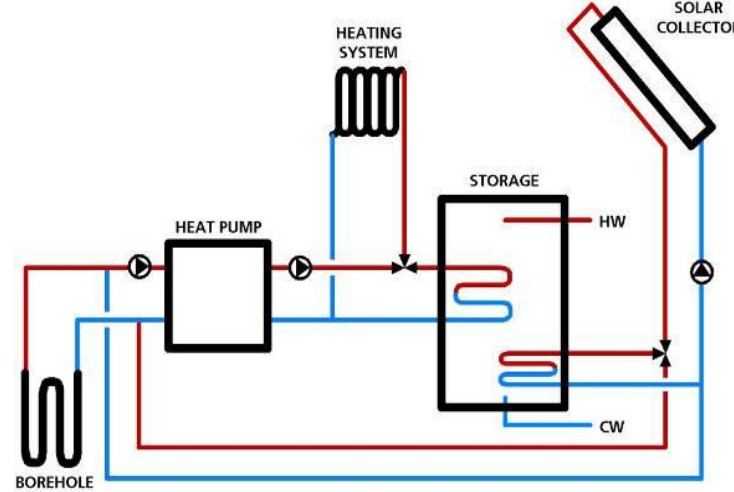
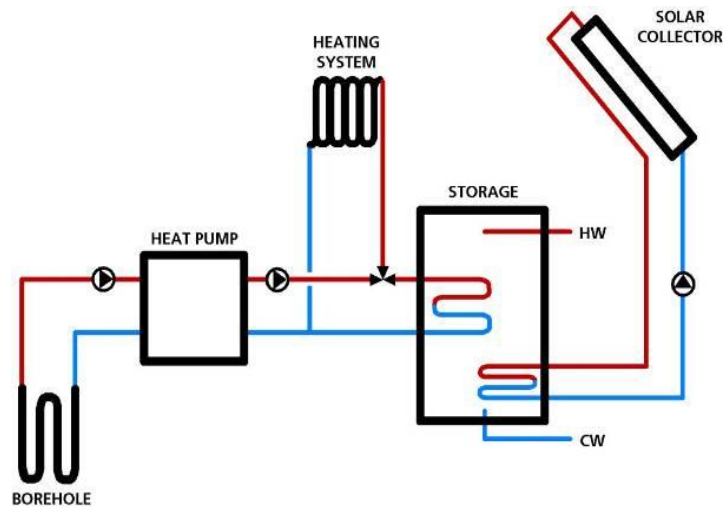
- Ambitiøs dansk energipolitik. Uafhængighed af fossile brændsler i 2050
- **67% af danske bygninger er tilsluttet fjernvarme**
- Lave temperaturniveauer i fjernvarmenet. Typisk fremløbstemperatur til by 80°C og typisk returtemperatur fra by 40°C
- Fjernvarmeselskaber er forbrugerejede og non-profit selskaber
- **Høj skat på fossile brændsler**. Typisk skat ca. 0,25 kr/kWh produceret varme
- Decentraliseret energisystem
- **Elforbrug dækkes i stor udstrækning af vindenergi**. I 2023 blev 54% af det danske elforbrug dækket af vindmøller
- Lav pris for solfangerfelter, ca. 1100 kr/m² solfanger
- Relativt lave grundpriser
- Høje ydelser af markedsførte solfangere
- Simple, velafprøvet og pålidelig teknologi
- Godt samarbejde mellem fjernvarmeselskaber med solvarmecentraler. Regelmæssige møder med erfaringsudveksling
- **Gode ydelser** af solvarmecentraler, ca. 405-510 kWh/m² solfanger per år
- **Lang levetid af markedsførte solfangere** > 30 år
- **Lav varmepris for solvarmecentraler, ca. 0,30 kr/kWh**

Årsager til sammenbrud af markedet for danske solvarmecentraler

- Ingen skat på biomasse
- Skat på el for fjernvarmeselskaber reduceret i 2021: Fra 0,21 kr/kWh til 0,004 kr/kWh - 98% reduktion!
- I dag: Varmepumper installeres i stort omfang på grund af god økonomi
- Økonomisk støtte til fjernvarmeselskaber der installerer store varmpumper



Solvarme-/varmepumpeanlæg

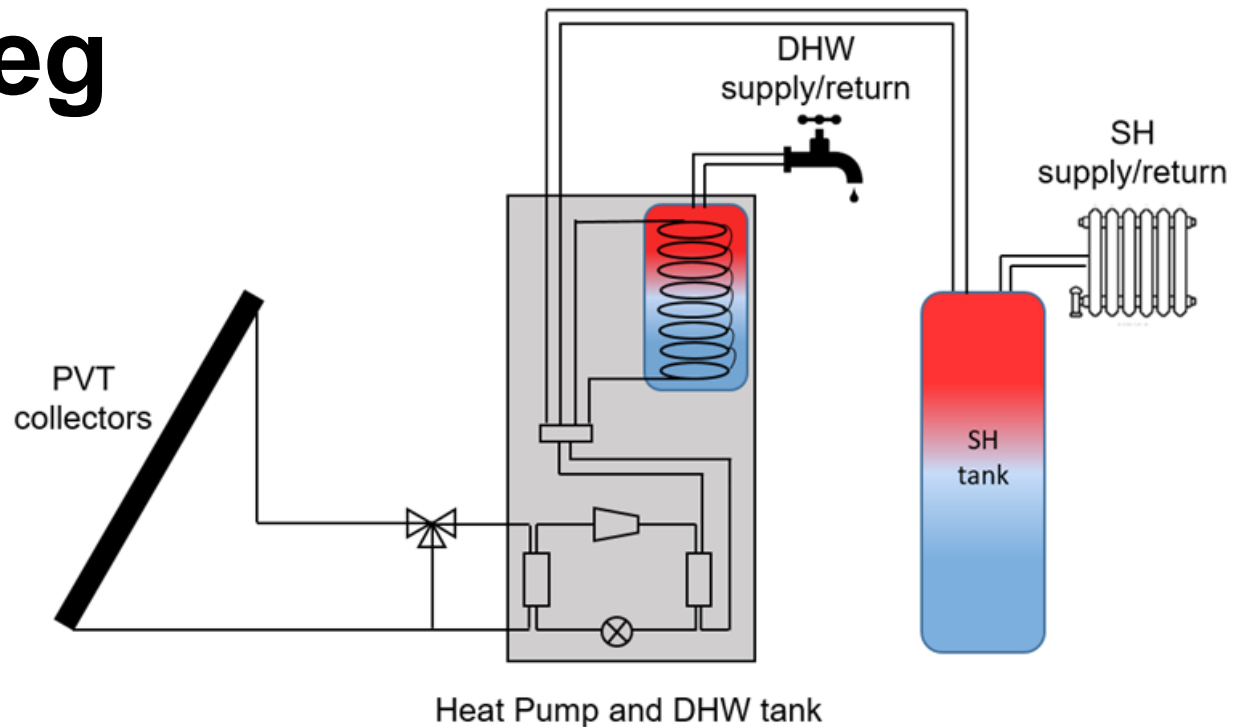
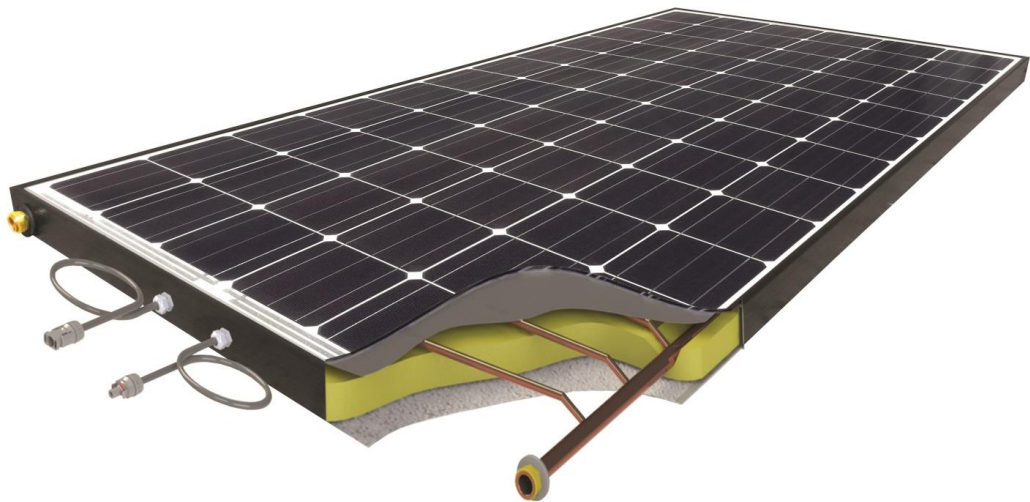


Solvarme-/varmepumpeanlæg

Potentielle fordele

- Hele varmebehovet kan dækkes
- Solvarme boost på varmepumpens kolde side kan forøge varmepumpens SPF (Seasonal Performance Factor) med ca. 15-35%
- Varmepumpens levetid kan øges
- Solvarmeoverskud kan sikre at jordtemperaturen ikke reduceres

DTU PVT-/varmepumpeanlæg



Potentielle fordele

- Hele varmebehovet og en stor del af elforbruget kan dækkes
- Udnyttelse af tagflader både til varme- og elproduktion
- Høj effektivitet af varmepumpe uden jordslanger
- Forøget elproduktion af solcellerne
- Reduceret støj fra varmepumpen
- Reduceret varmeafgivelse fra solceller til omgivelser



Status for vedvarende energi for Danmark, 2023

Vindenergi: 9% af Danmarks energiforbrug

Solceller: 2% af Danmarks energiforbrug

Solvarme: 1% af Danmarks energiforbrug

Fordele ved solvarme

- Pålidelig og velafprøvet teknologi
- Stor energibesparelse
- Lang levetid > 30 år
- Lave drifts- og vedligeholdelsesomkostninger
- Ingen prisoverraskelser for solvarmen
- Lagertanken kan benyttes til andre energikilder
- Mulighed for godt samspil med energisystemet
- Produceret i Europa
- Stor CO₂ reduktion
- Dansk styrkeposition på rådgiver- og forskningssiden
- Begrænset varmeafgivelse til omgivelserne

- Behov for udvikling af solvarmeanlæg med varmelagre, som også benyttes til udnyttelse af billig energi fra energisystemet, så vedvarende energi kan dække hele varmebehovet
- Uddannelse af kvalificerede installatører
- Flere danske fabrikanter
- Behov for viden og information om solvarme i samfundet
- Politisk opbakning