

- SOLENERGIDREVVET KJØLELAGRING - FREMTIDENS KULDEMEDIUM

Tørrfisk-konferansen, Svolvær 4.mai 2018

Tom Ståle Nordtvedt og Erlend Indergård, SINTEF Ocean

Kjølelagring i Afrika

Er det tilgang til stabil strøm?

Ja! Tradisjonelle kompressorbaserte kjølesystemer.

Nei! Solenergi-drevet kuldesystemer (eventuelt diesel-aggregater...)

a) Oppvarming av vann til absorpsjons-kjøleanlegg

b) Solcellepaneler (PV) som produserer strøm til tradisjonelle kjølekompressor-systemer.



Solenergidrevet kjølelagring

Absorpsjons-kjøleanlegg

- Gamle ideer, men høy utviklingsfokus siden 90-tallet, spesielt USA og Japan, og EU etter 2000:
- Økende mengde installasjoner, men det går ikke spesielt fort (1200 stk i 2014, flest i Sør-Europa).

Adsorpsjons-kjøleanlegg

- Mindre utnyttet teknologi, og mindre aktuell.

Solcelle-kjøleanlegg

- Stor utvikling de siste årene.

Målet er at 17% av kjølebehovet er sol-energidrevet innen 2050 (inkludert PV).

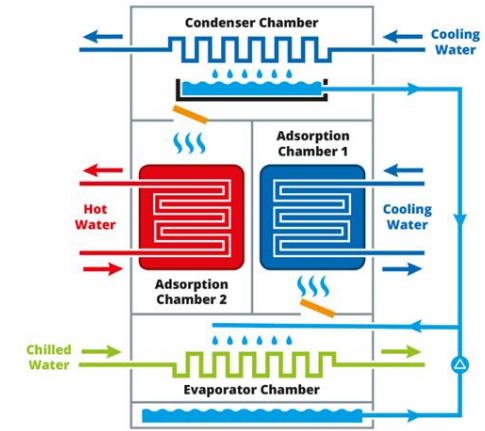


Absorpsjons-kjølelagring

4 hovedkomponenter i termisk drevet kjølesystem:

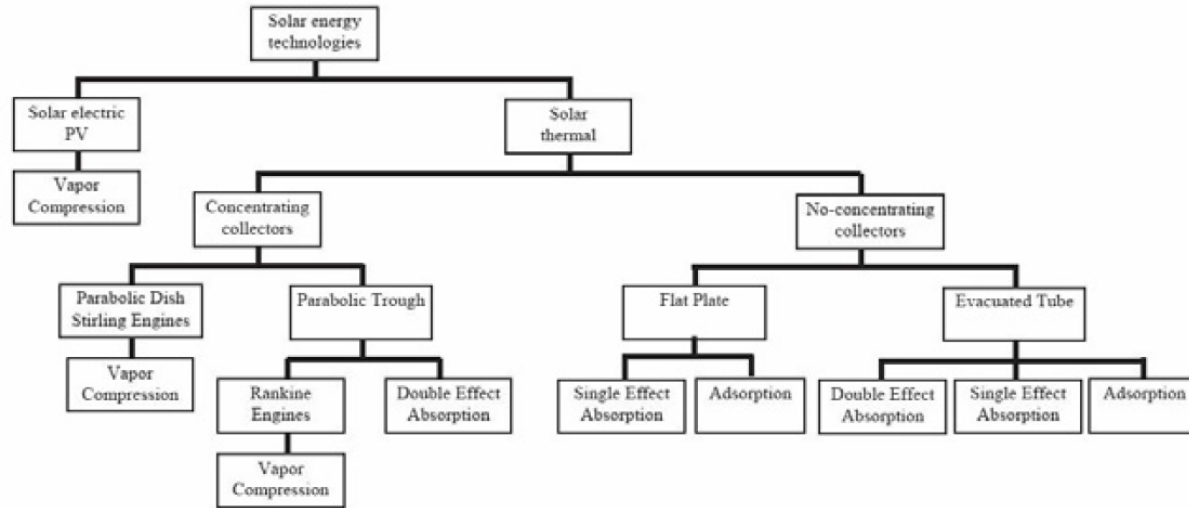
- 1) Solfanger, 2) termisk drevet kuldesystem,
- 3) kondensator: dumping av overskuddsvarme, 4) termisk lager.

- Støyfri, men lav virkningsgrad.
- Ammoniakk-vann blanding som fungerer som kuldemedium og sorbent.
- Trenger 80-100°C energikilde, vann oppvarmet fra solfangere.
- Det er etablert en del industrianlegg med denne teknologien, flest i Sør-Europa.
- Bør ha kjøletårn for å senke kondensatortemperaturen, noe som krever vanntilførsel.
- Dobbel-effekt kjølere er tilgjengelig, og det jobbes med trippel-effekt kjølere.



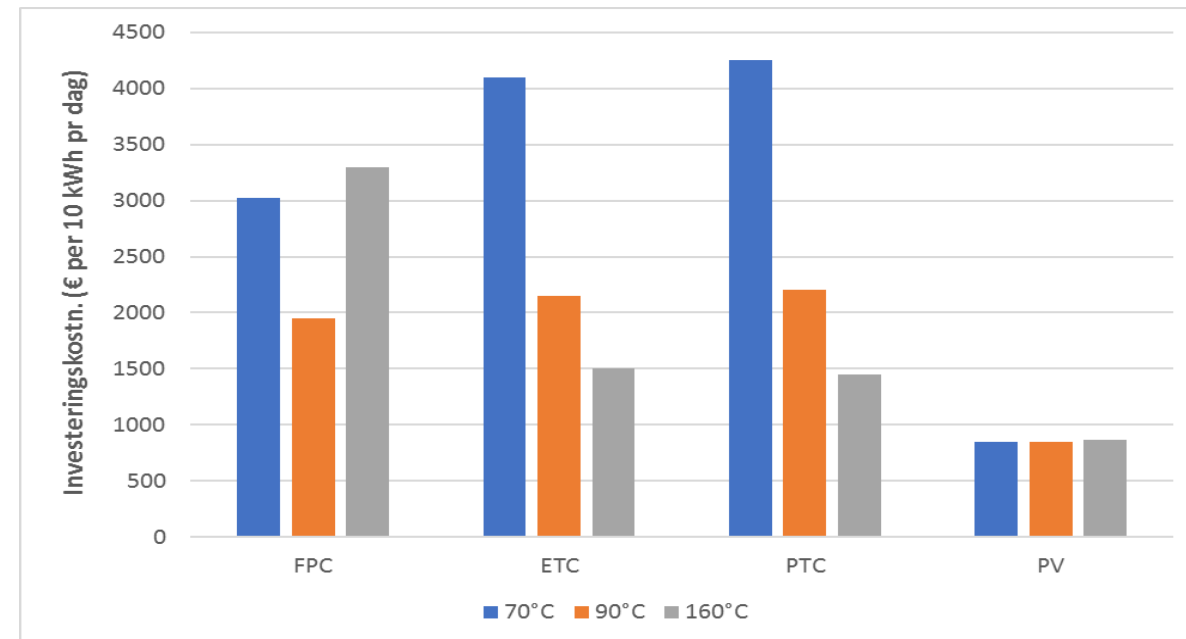
Solenergi-kjølelagring

Ulike teknologiske løsninger for solenergi-kjølesystemer



Enorm teknologisk- og prismessig utvikling på PV de siste 3 årene:

Solcelledrevet kjølesystemer har en investeringskostnad pr kW kulde som er halvparten av beste termisk drevet kuldesystem



Pris på solenergi-kjølelagring

Pris må innhentes av leverandører, lite oppgitt å finne

Eksempel på et mindre system, 10-50 kWh kulde/dag:

Absorpsjonskjøler: Pris kjølesystem €400 pr kW, må ha solfanger 2,9m² pr kW

=> 2300 € pr 10kWh/dag

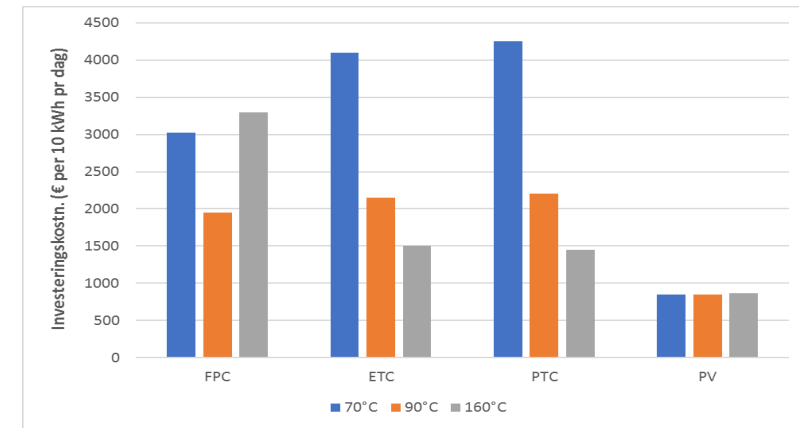
+ Thermal storage: 20-100 € pr kWh

Solcelledrevet kjølesystem: Pris kjølesystem €300 pr kW, må ha solceller på 2,7m² pr kW

=> 840 € pr 10kWh/dag

+ batteri-lager: 40 € per kWh kulde/dag

Kjølelager er satt til 500 € pr 10 kWh/dag



Solenergi-drevet kjølelagring

Avhengig av solenergi, og må lagre strøm eller kulde til drift om natten.

- Solceller produserer overskudd på dagtid, og lagrer strøm i batteri-pakker (f.eks. Tesla – 90 kW).
- Overproduksjon av kulde på dagtid, og lagring av f.eks. is i spesielle tanker



Solcellepaneler - lagerkapasitet

Økt effektivitet og lavere pris de siste årene (snart 1kW/m³)

- Muligheter for oppskaleringer, avhengig av ønsket kapasitet



Asko AS

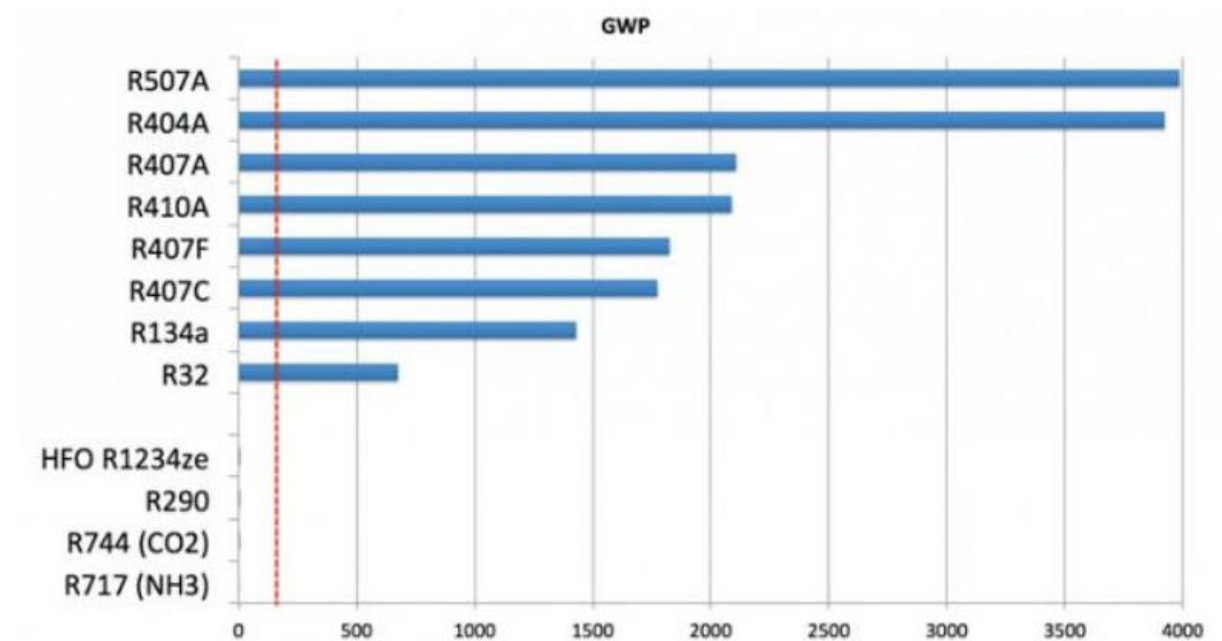
- Mange store miljøer i hele verden jobber med videreutvikling av ⁸systemene rundt mer effektive sol-energidrevet kuldesystemer

Fremtidens kuldemedium

Klimaforliket: Tidspunkt hvor F-gassene ikke lenger er lovlig å benytte.

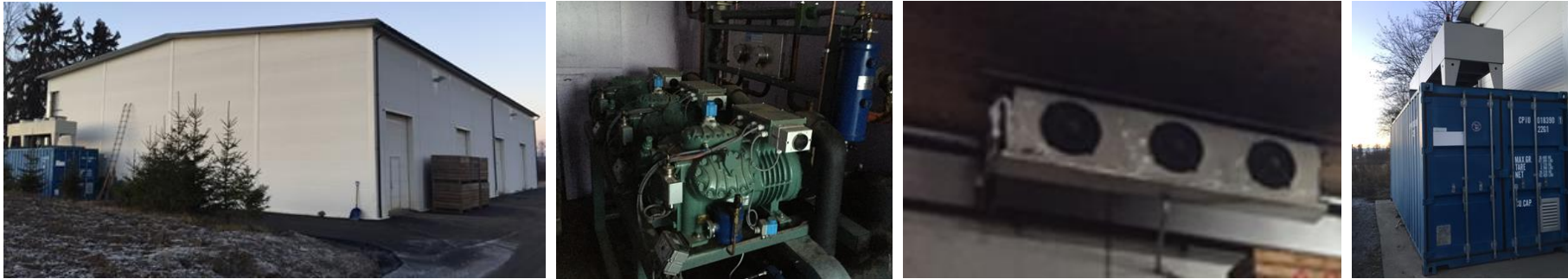
I kort trekk vil utfasingen foregå i tre trinn:

- Kuldemedium med GWH høyere en 2500 forbys fra 1. januar 2020
- Kuldemedium med GWH høyere en 1500 forbys fra 1. januar 2022
- Kuldemedium med GWH høyere en 750 forbys fra 1. januar 2025
- Fra 2030: GWP < 400



EU: 10-15 % av alt påfylt kuldemedium lekker ut hvert år.

Konsekvenser for lekkasjer



Direktefordampning: 275 kg R134a (GWP 1600) => 440 tonn CO₂ => 200 biler pr år. Fylling ny gass: 150.000,-



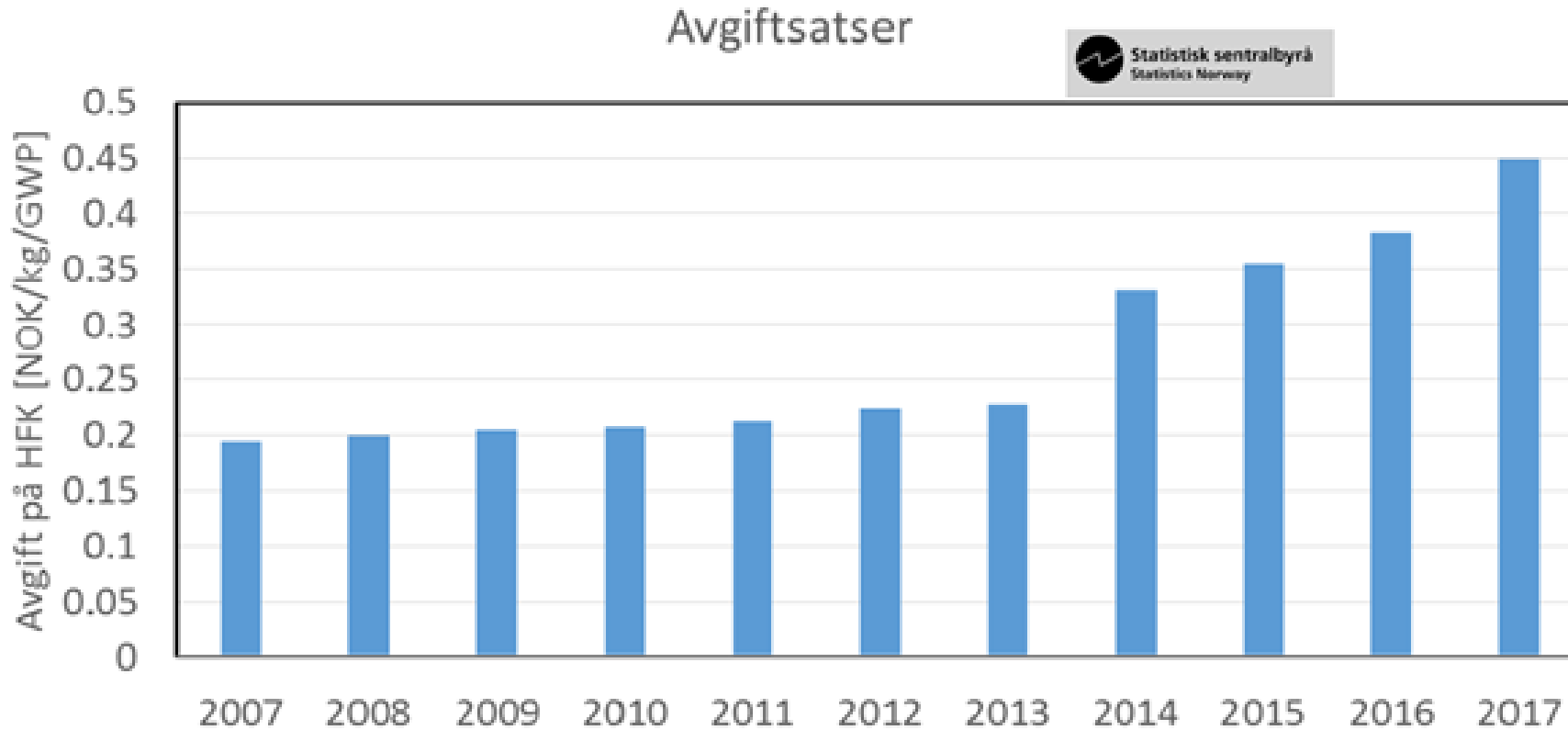
Glykolkrets: 30 kg R507a (GWP 3970) => 120 tonn CO₂ => 55 biler pr år. Fylling ny gass ved lekkasje: 46.000,-



Direktefordampning: ca. 30 kg R774 (GWP 0) => 0 tonn CO₂ => 0 biler pr år. Fylling ny gass ved lekkasje: ≈ 0,-

Konsekvenser ved lekkasjer (lovlige kuldemedium)

Høy og økende avgift på kuldemedier i hht. potensiell CO₂-utslipp.



Statlig avgift	Vedtak 14.12.2015 for 2016	383.- pr. CO ₂ tonn
Kuldemedie	Ny GWP	Avgift 2016
R134a	1430	547,69
R404A	3922	1501,97
R407A	2107	806,98
R407C	1774	679,39
R407F	1825	698,78
R410A	2088	799,51
R417A	2346	898,52
R507	3985	1526,26
R422A	3143	1203,75
R422D	2729	1045,19
R427A	2138	818,95
R437A	1805	691,33
R448A	1387	530,76
R449A	1397	535,05
R450A	604	231,33
R452A	2141	820,00
R513A	631	241,67
R32	675	258,53
R508B	13396	5130,67
R23	14800	5568,40
R1234yf	4	ingen FK avgift
R1234ze	< 1	ingen FK avgift



Teknologi for et bedre samfunn