

NKM 2013

Absorpsjonskjøleanlegg

Ny mulighet i forbindelse med fjernkjøleanlegg

av Geir Eggen, COWI AS

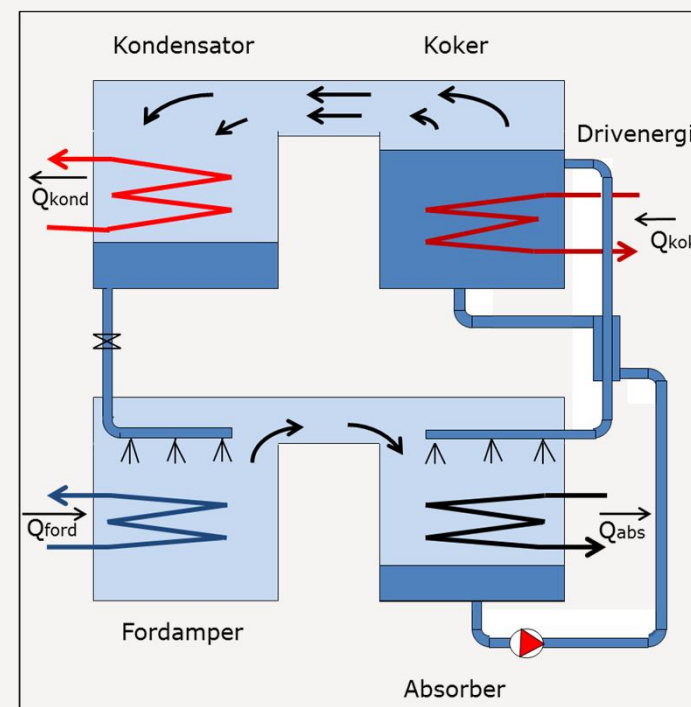
Innhold

- Absorpsjonskjølemaskinens prinsipp
- Forskjellige anvendelser av absorpsjonsmaskiner
- Fjernvarme og Fjernkjøling i Trondheim
- Beskrivelse av fjernkjøleanlegget ved St. Olavs Hospital
- Erfaringer fra fjernkjøleanlegget ved St. Olavs Hospital

Absorpsjonskjølemaskinens prinsipp

I absorpsjonskjøleanlegget er kompressoren erstattet av et system med absorpsjon og utdriving

- I fordamperen fordampes kuldemediet under varmeopptak.
- Kuldemediedampen absorberes av et absorpsjonsmedium i absorberen
- Den kuldemedierike blandingen av kuldemedium og absorpsjonsmedium pumpes opp til generatoren der kuldemediet kokes ut
- Kuldemediedampen strømmes til kondensatorer mens den kuldemediefattige absorpsjonsvæsken strømmes tilbake til absorberen
- Både absorberen og kondensatoren avgir varme som dumpes eller utnyttes til varmeformål

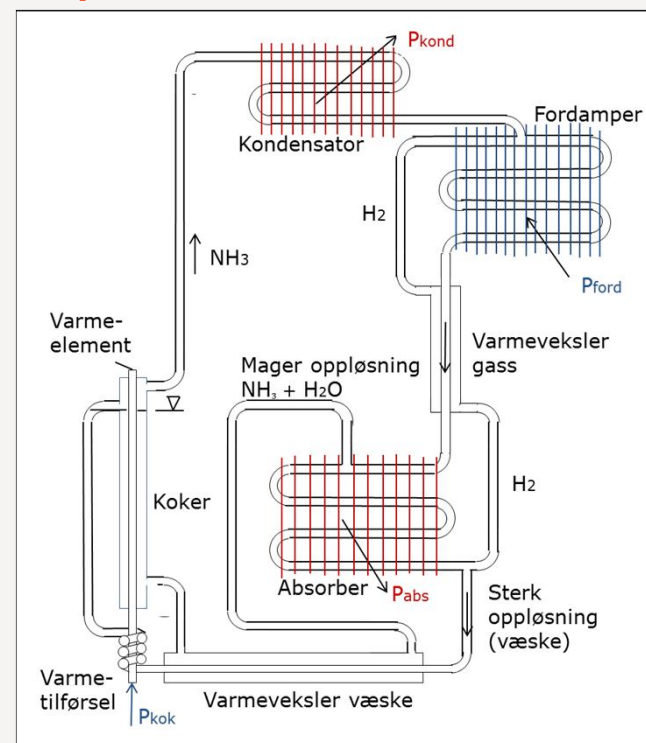


Platen Munters absorpsjonskjøleskap

Platen-Munters absorpsjonsapparater arbeider uten bevegelige deler. Trykkforskjellen mellom koker-kondensator og absorber-fordamper opprettholdes ved partialtrykket av en inertgass (hydrogen).

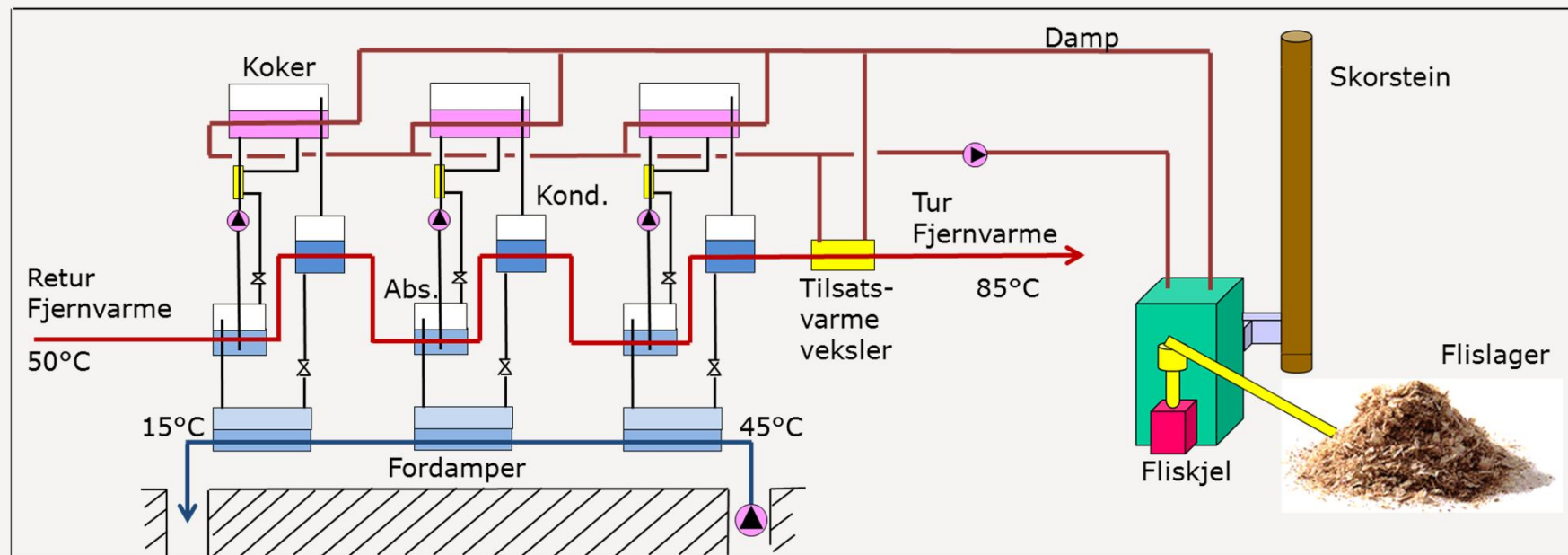
Løsningssirkulasjonen besørges av en termosyfonpumpe i forbindelse med kokeren, men sirkulasjonskretsene for hydrogen og kuldemedium (ammoniakk) holdes i gang ved ren oppdriftsstrømning.

Kilde: Gustav Lorentzen: Kjøleteknikkens termodynamikk. Smørekomiteens stensilkomite, NTH, 1967



NKM 2013

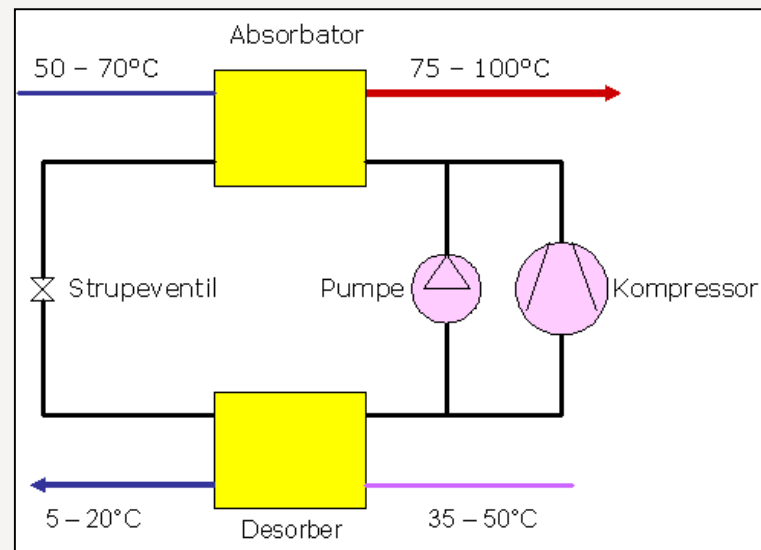
Absorpsjonsvarmepumper i geotermisk anlegg



Hybrid - varmepumper

- Høytemperatur varmepumpe med $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ som arbeidsmedium
- Leveres av Hybrid Energy AS, eneste varmepumpeprodusent i Norge
- Høye koke/kondenseringstemperaturer ved normale trykk (4% vann gir ca. 108°C ved 20 bar)
- Stor temperaturglid ved faseovergang
- God effektfaktor (COP) ved store temperaturløft

Forenklet skjema av hybrid-varmepumpe. Utnytter absorpsjonsvarmen når vann og ammoniakk blandes. Kondensator kalles absorbator, fordampere kalles desorbator



Fjernvarme og fjernkjøling i Trondheim

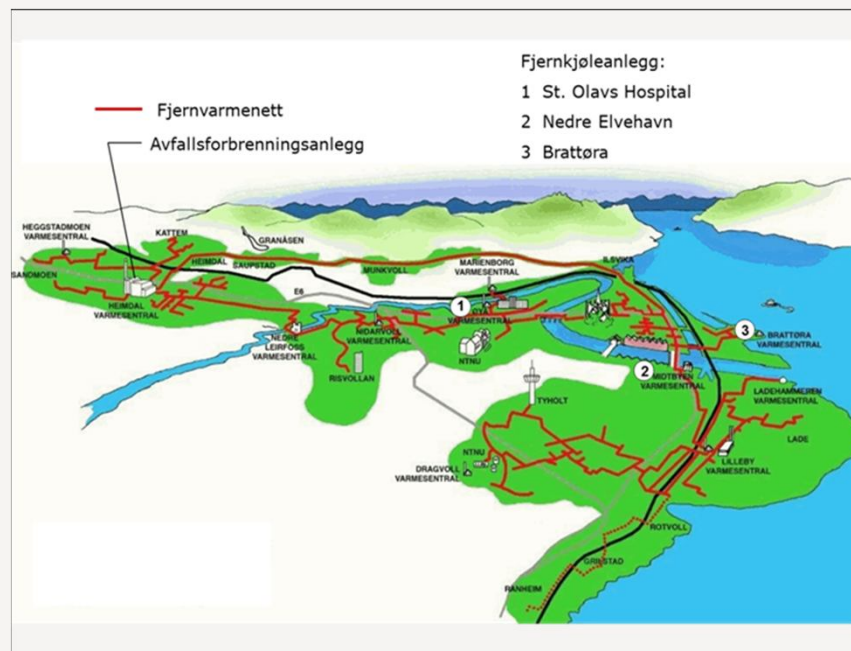


Trondheim Energi Fjernvarme (nå Statkraft Varme) startet med fjernvarme i 1982. I dag dekker fjernvarmen godt over 30% av varmebehovet i Trondheim.

Grunnlast varmebehovet dekkes av avfallsforbrenningsanlegg på Heimdal.

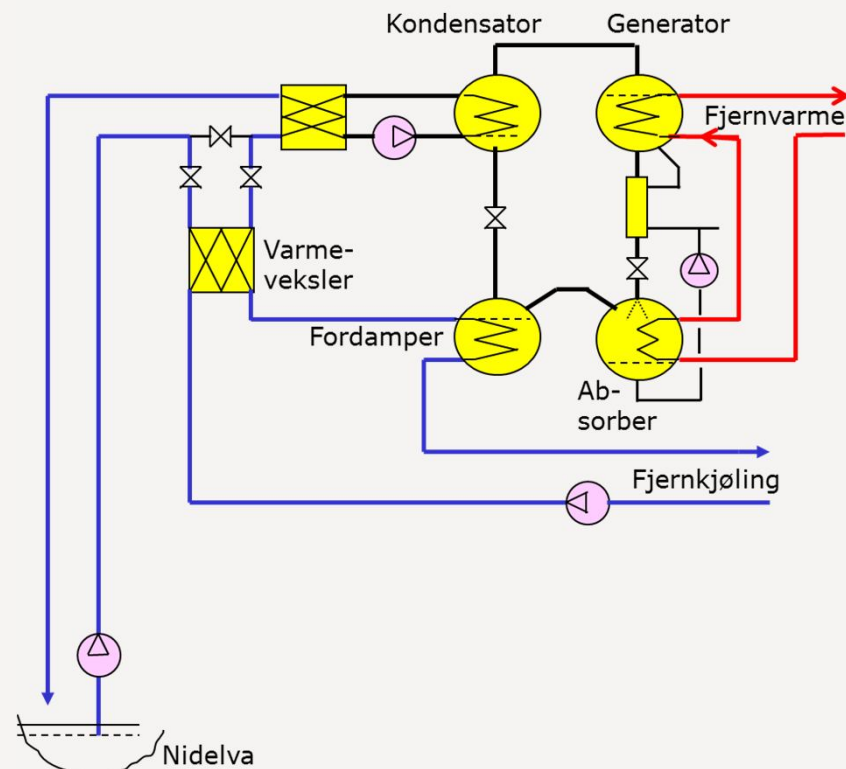
Om sommeren er det overskudd av varme fra avfallsforbrenningen. Denne spillvarmen brukes som drivenergi til absorpsjonskjøleanlegg

I dag er det to fjernkjøleanlegg i Trondheim, og det tredje er under bygging



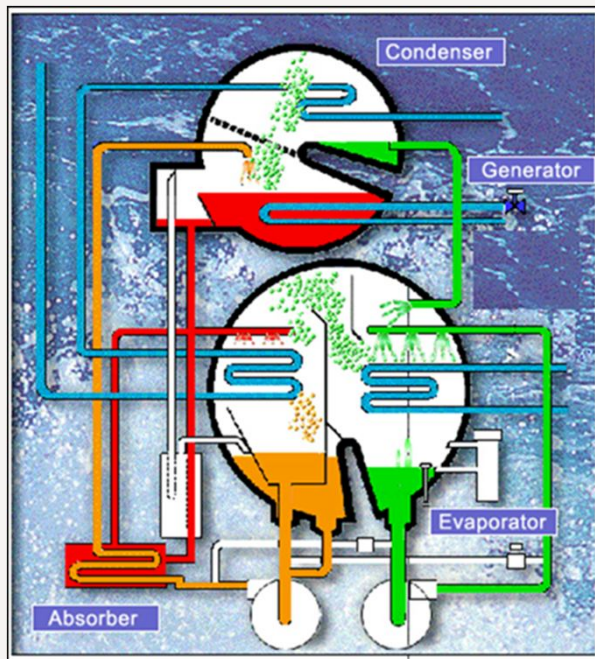
Kjøleprinsipp for fjernkjøling

- Retur fjernkjølevann forkjøles ved varmeveksling mot ellevann
- I fordamperen fordampes vann under varmeopptak fra fjernkjølevannet
- Vanndampen absorberes av Lithium-bromid i absorberen
- Den vannrike blandingen av vann og lithium-bromid pumpes opp til generatoren der vannet kokes ut
- Den vannfattige lithium-bromidvæsken strømmer tilbake til absorberen for absorpsjon av vanndamp
- Både absorberen og kondensatoren avgir varme som dumpes til Nidelva



NKM 2013

Absorpsjonskjølemaskiner ved St. Olavs Hospital



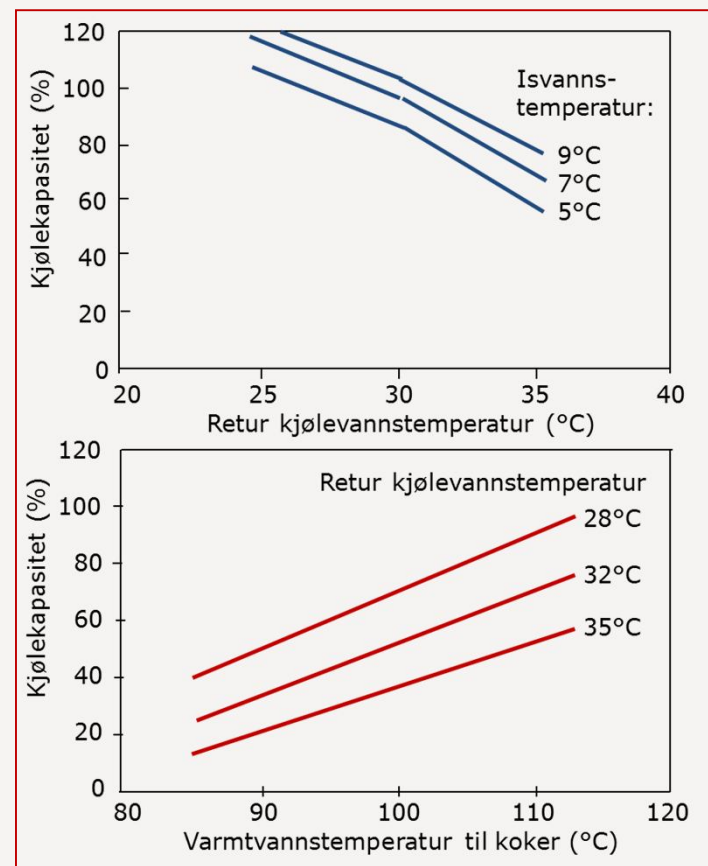
NKM 2012

Absorpsjonskjølemaskinens ytelse

Absorpsjonskjøleanleggets kjøleytelse vil variere med flere faktorer:

- › Kjøleytelsen øker med økende isvannstemperatur
- › Kjøleytelsen avtar med økende kjølevannstemperatur
- › Kjøleytelsen øker med økende varmtvannstemperatur til koker

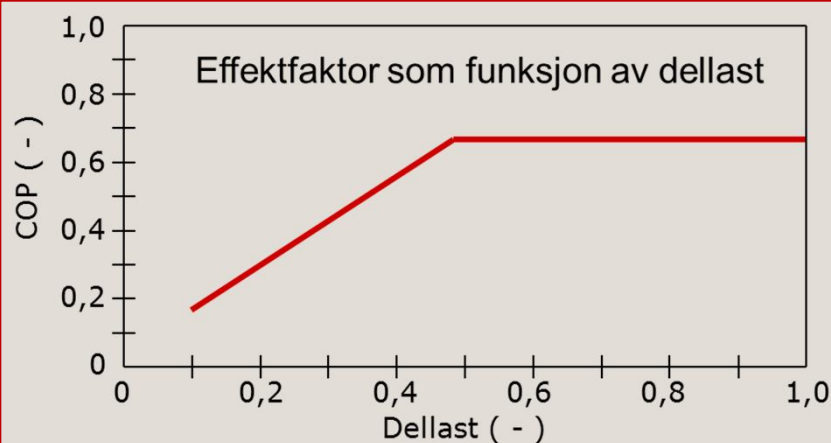
Kilde: DETR. An introduction to absorption cooling. Oxfordshire 1999



COWI

Når/hvor kan vi bruke absorpsjonskjølemaskiner?

En absorpsjonskjølemaskin til klimakjøling arbeider med en effektfaktor (kuldefaktor) på ca. $COP = 0,7$

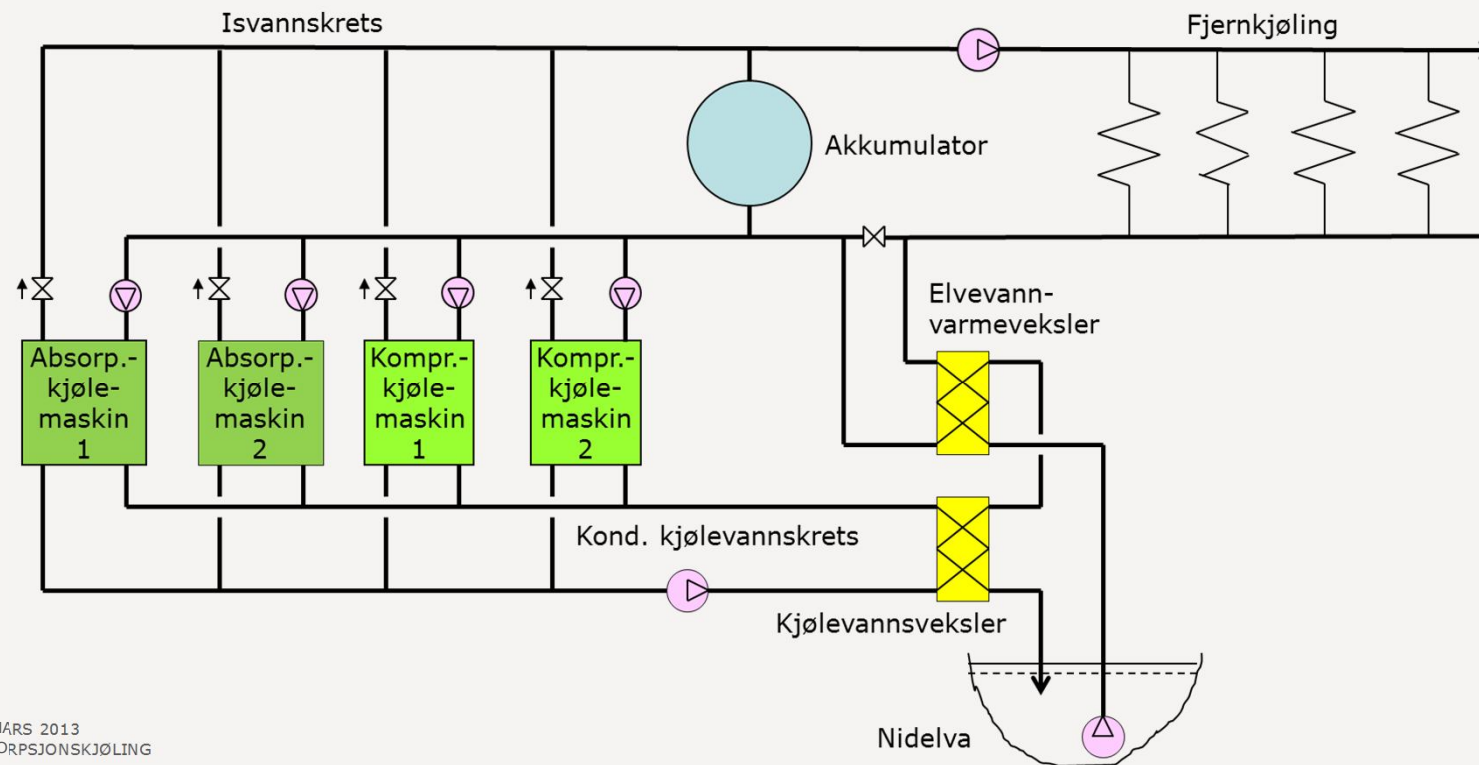


Til sammenligning vil en stor kompressorkjølemaskin arbeide med en effektfaktor på ca. $COP = 4,0$

Kompressorkjølemaskinen er ca. seks ganger mer effektiv enn absorpsjonskjølemaskinen. Investeringene til de to alternative er omtrent like.

Varmeprisen til drift av absorpsjonskjølemaskinen kan derfor ikke være over $1/6$ av elektrisitetsprisen. I praksis betyr dette at absorpsjonskjøleanlegget må drives av spillvarme som er nesten gratis

Oppbygging av Øya kjølesentral ved St. Olavs hospital



ECO City prosjektet i Trondheim



Formålet med EU- prosjektet ECO-City er å demonstrere innovative energikonsepter på både produksjonssiden og forbrukssiden i tre europeiske områder:

- Helsingør/Helsingborg i Danmark/Sverige
- Tudela i Spania
- Trondheim i Norge

I Trondheim deltar Statkraft Varme med to prosjekter:

- Lagring av avfallsbatter fra sommer til vinter for å øke varmegjenvinningen fra avfallsforbrenning.
- Polygenerering av varme og kjøling fra avfallsforbrenning for redusert elektrisitetsforbruk

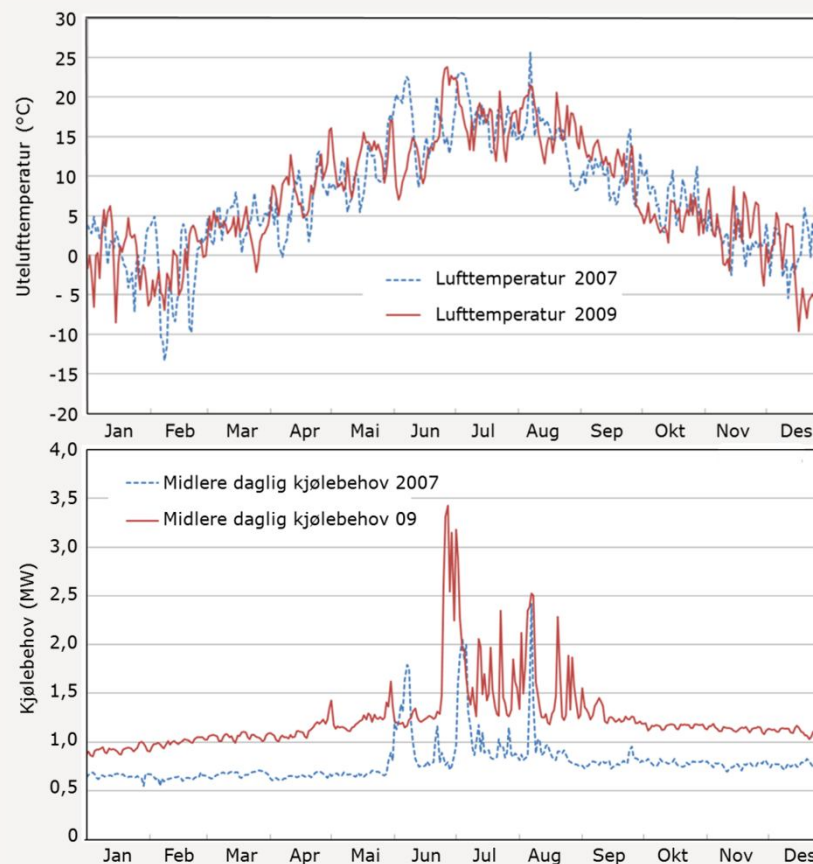
Øya kjølesentral startet i 2004. Første byggetrinn omfattet frikjøling fra Nidelva, en absorpsjonskjølemaskin på 3 MW og to kompressorkjølemaskiner på 1,3 + 3 MW = 4,3 MW. Fra 2007 til 2009 økte kjølebehovet fra 4 MW til 7 MW, og kjøleenergien som dekkes fra elmotordrevne kjølemaskiner økte fra 3% til 10%.

Kjølesentralen hadde svært lite ledig kapasitet, og måtte utvides fordi sykehuset fortsatt var under utbygging. Med støtte fra ECO-City ble det foretatt omfattende målinger og dokumentasjon av driften, og en ny absorpsjonskjølemaskin ble installert i 2011.

NKM 2013

Utelufttemperatur og kjøleprod. gjennom to forskjellige år

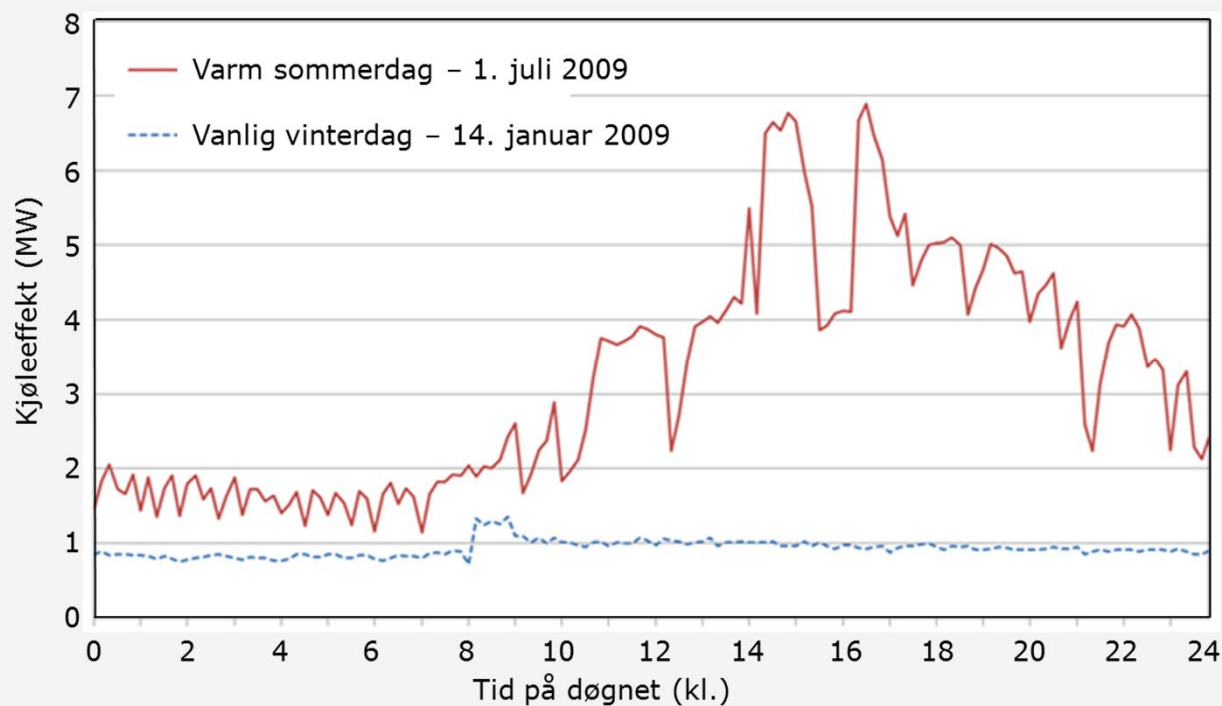
- Bygningsmassens gulvareal:
2007: 100 000 m²
2009: 180 000 m²
- Årlig kjøleproduksjon økte fra 6 600 MWh i 2007 til 10 000 MWh i 2009
- Fjernkjølebehovet er relativt konstant ved utetemp. over 17°C
- Om sommeren øker kjølebehovet vesentlig for å kjøle ventilasjonsluft i tillegg til lokal kjøling



Kjøleproduksjon gjennom en sommerdag og en vinterdag i 2009

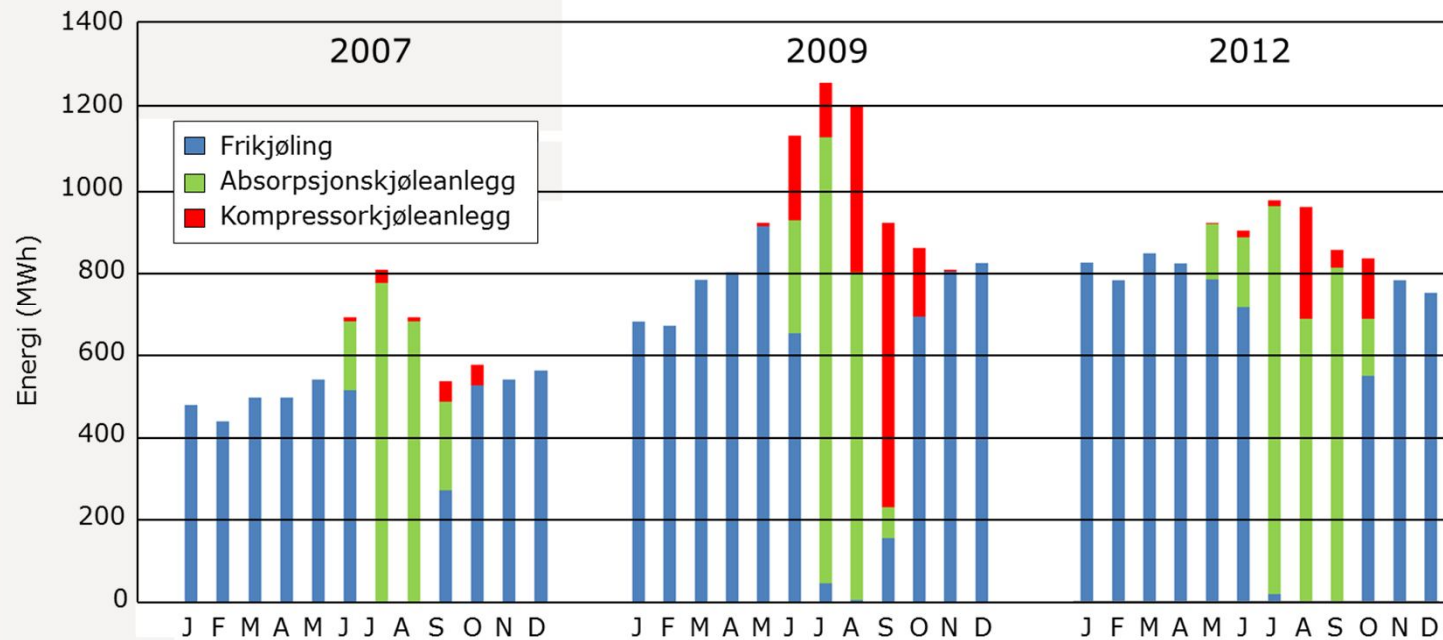
St. Olavs hospital hadde i 2009 et grunnkjølebehov til teknisk/medisinsk utstyr, datarom og annen lokal kjøling på ca. 1 MW.

I tillegg kommer klimakjøling. På varmeste sommerdag var kjølebehovet i underkant av 7 MW



NKM 2013

Fjernkjøleproduksjon fra forskjellige kjølekilder



ECO-City prosjektet ved St. Olavs Hospital

- Én absorpsjonskjølemaskin er ikke nok til å dekke kjølebehovet om sommeren. Bruken av kompressorkjølemaskiner har øket betraktelig fra 2007 til 2009.
- Derfor ble en ny absorpsjonskjølemaskin installert ved St. Olavs Hospital i mai 2011. Dette har redusert bruken av kompressorkjølemaskiner

År	2007	2009	2012
Byggeareal (m ²)	100 000	180 000	200 000
Samlet kjøleprod. (MWh)	6 600	10 000	10 250
<u>Energidekning kjøøl</u>			
Frikjøling (%)	67	70	67
Absorpsjonskjøling (%)	30	20	28
Kompressorkjøling (%)	3	10	5

NKM2013

Takk for oppmerksomheten