

Fjernkjøling – tekniske aspekter

Geir Eggen, COWI AS

Innhold

- Litt historie og status for fjernkjøling
- Kjølekilder – frikjøling/kunstig kjøling
- Noen eksempler på fjernkjøleanlegg i Norden
- Utviklingsmuligheter
- Kuldelagring – isakkumulering
- Polygenerering

Historisk tilbakeblikk – Status for fjernkjøling

- USA** Første fjernkjøleanlegg startet i 1962 av Hartford Steam Company. To typiske trender:
- I 1970-åra startet gassdistribusjons-selskaper fjernkjøling for å utnytte ledig kapasitet i gassledningsnettene til dampdrevne kjøleanlegg
 - I 1990-åra ble nye fjernkjølesystemer startet med subsidier fra elektrisitetsselskaper, for å redusere ettermiddagstoppene i el.systemet ved hjelp av is- og kjølevannsakкумуляtorer.
- Østen** Japan har hatt fjernkjøling i mange år, med akkumulering for å redusere strømtopper
- Kina har $\frac{1}{4}$ av verdens befolkning, og er det mest hurtigvoksende markedet for fjernvarme og fjernkjøling.
 - Midt-Østen har et enormt behov for klimakjøling, med dim. temperaturer over 46°C.
- Norden** Avløpsvannbasert VP til oppvarming og kjøling i Sandvika startet i 1989
- Sverige har nå fjernkjøleanlegg i drift i ca. 30 byer. Installert kjølekapasitet er ca. 1 000 MW. Årlig leveranse ca. 600 GWh/år
 - Helsinki bygger et stor fjernkjøleanlegg med sjøvann og VP på 100 MW som kjølekilde

Kjølekilder

Frikjøling

- Sjøvann/ferskvann
- Grunnvann/berggrunn
- Uteluft

Kunstig kjøling.

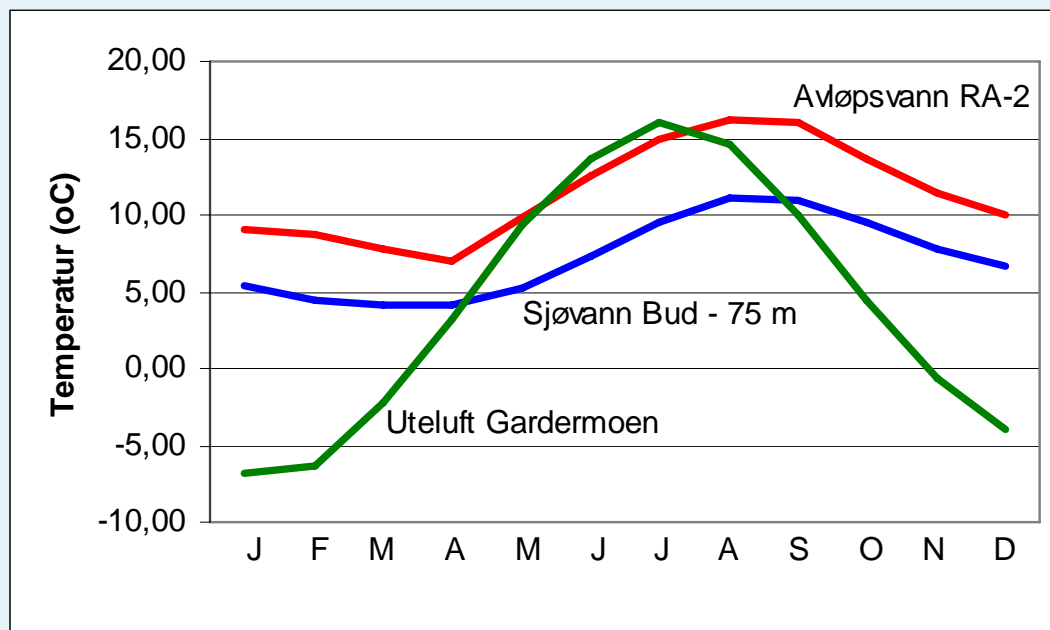
- Mekaniske kjølemaskiner
- Termiske kjølemaskiner / absorpsjonskjøling
- Varmepumper til oppvarming og kjøling

Frikjøling – ulike kjølekilder

For å kunne dekke kjølebehov til fjernkjøleanlegg ved frikjøling, må kjølekilden ha så lav temperatur som mulig, og spesielt om sommeren når kjølebehovet er størst.

Månedsmiddeltemperaturer for sjøvann fra 75 m dybde ved Bud er sammenlignet med avløpsvanntemperatur fra Sentralrenseanlegget RA-2 (middelverdi 1999 – 2001) og utelufttemperatur på Gardermoen.

Sjøvann er best egnet til frikjøling, og avløpsvannet fra Sentralrenseanlegget RA-2 er dårligst



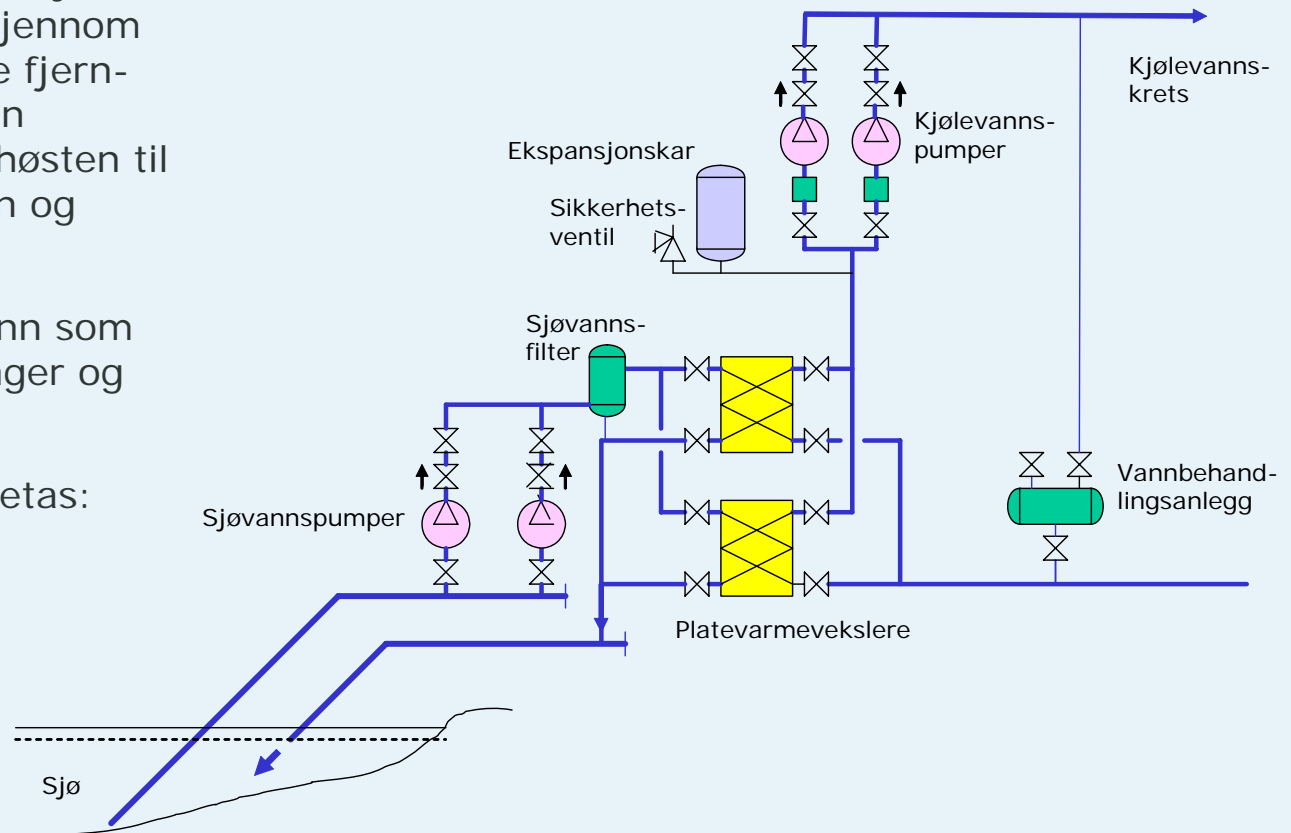
Eksempel på utforming av kjølesentral for frikjøling fra vann

Sjøvannstemperaturen på 75 m dybde kan variere mellom 5 og 10°C gjennom året. Forutsatt dimensjonerende fjernkjøletemperaturer på 6/16°C kan frikjøling dekke fra 50% på senhøsten til 100% av kjølebehovet om våren og forsommeren

En kjølesentral med kaldt sjøvann som kjølekilde krever små investeringer og små driftsutgifter.

Forhold/problemer som må ivaretas:

- Begroing av inntaksledning
- Korrosjonsfare



Fjernkjøleseminar 16.11.05

Eksempel på frikjøling fra uteluft

Om sommeren når kjølebehovet er størst, er lufttemperaturene for høye til å kunne dekke kjølebehov. Kjølemaskin må dimensjoneres for 100% av dimensjonerende kjølebehov.

Om vinteren er lufttemperaturene så lave at hele kjølebehovet kan dekket ved frikjøling.

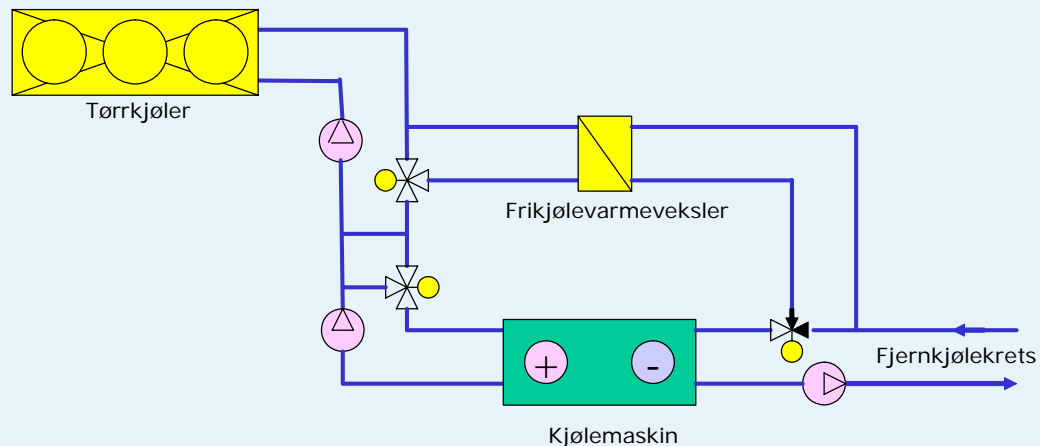
Tørrkjølere

For små og mellomstore kjøleanlegg brukes tørrkjølere. Ulemper med tørrkjølere er:

- Støy og store vifteenergibehov
- Store plassbehov

Kjøletårn

For store kjøleanlegg brukes kjøletårn. Plassbehov, viftekapasitet og støy blir redusert, men det er fare for vekst av legionellabakterier.



Presentasjon av utvalgte anlegg i Norden

- Nedre Romerike Fjernvarme
Avløpsvannbasert varmepumpe for fjernvarme og -kjøling av Lillestrøm Syd
- Oslo Lufthavn Gardermoen
Grunnvannsbasert varmepumpe til oppvarming og kjøling av OSL
- Nye Ahus
Energibrønner i berg som energilager for varme og kjøling
- TEV Fjernvarme AS
Sjøvann/Nidelva og absorpsjonskjøling i fjernkjøleanlegg i Trondheim
- Sundsvall sjukhus
Snølager til kjøling. Snørydding eller produksjon av snø med snøkanoner

Fjernkjøleseminar 16.11.05

Avløpsvannbasert varmepumpeanlegg Nedre Romerike Fjernvarme (NRF)

NRF har levert fjernvarme siden 2001 og fjernkjøling siden 2002.

Varmepumpen dekker både varme og kjølebehov. Tilsatsvarme dekkes av olje- og el.kjelanlegg, mens tilsats-kjølebehov dekkes av kjølemaskin.

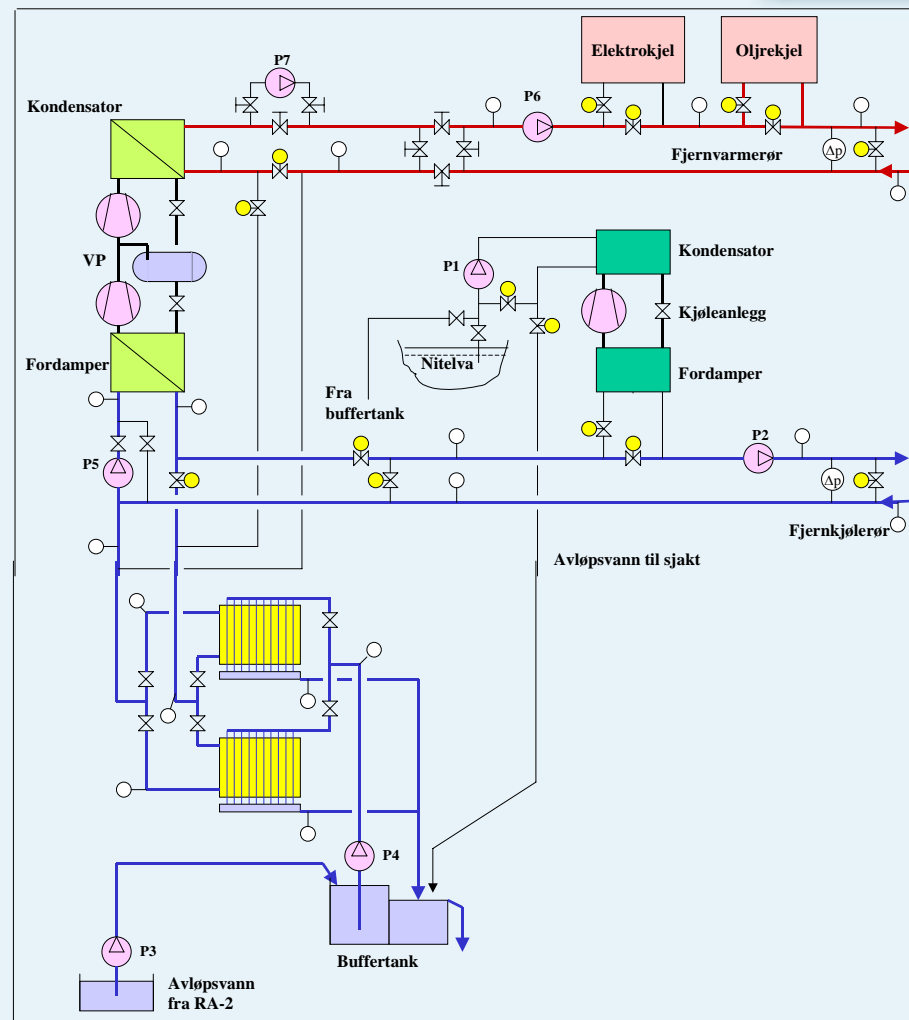
Avløpsvann er varmekilde og varmesluk via overrislingsvarmeveksler

Varmekapasitet:

- Varmepumpe: 4,4 MW
- Oljekjel: 4,0 MW
- El.kjeler (4 stk. á 1,5 MW): 6,0 MW
- Sum: 14,4 MW

Kjølekapasitet:

- Axima varmepumpe: 6,0 MW
- York kjølemaskin: 3,6 MW
- Sum: 9,6 MW



Fjernkjøleseminar 16.11.05

Grunnvannsbasert VP

Oslo Lufthavn Gardermoen

På Gardermoen er det installert et grunnvannsbasert varmepumpeanlegg som brukes til både kjøling og oppvarming av hovedflyplassen.

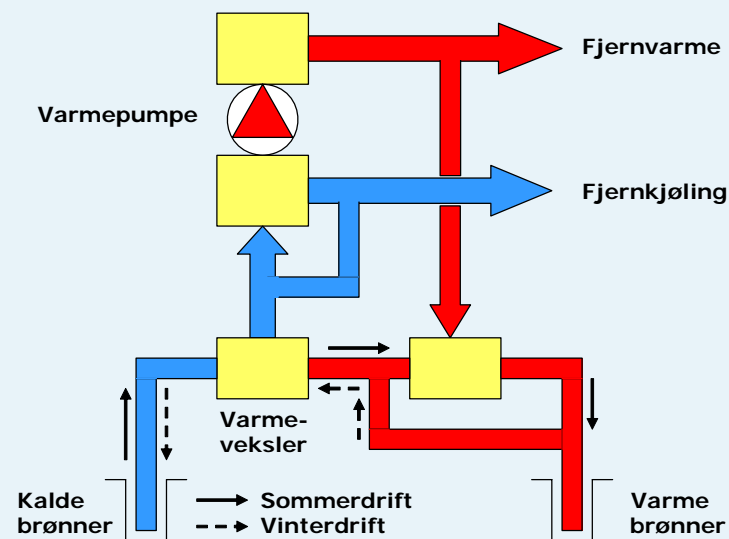
Grunnvannssystemet består av totalt 18 brønner, 9 "varme" og 9 "kalde", som er boret ned til 45 m dybde.

Varmekapasitet

- Varmepumpe:	8 MW
- Bioenergi/fjernvarme:	18 MW
- Oljekjeler:	26 MW
- Elektrodekjel:	<u>10 MW</u>
Sum varmekapasitet	62 MW

Kjølekapasitet

- Varmepumpe:	6 MW
- Frikjøling fra grunnvann:	<u>3 MW</u>
Sum kjølekapasitet:	9 MW



Bergvarmebasert varmepumpe ved Akershus Universitetssykehus

Universitetssykehuset i Akershus (Nye Ahus) er under bygging, og skal forsynes med varme og kjøling fra et bergvarmebasert varmepumpeanlegg fra høsten 2007.

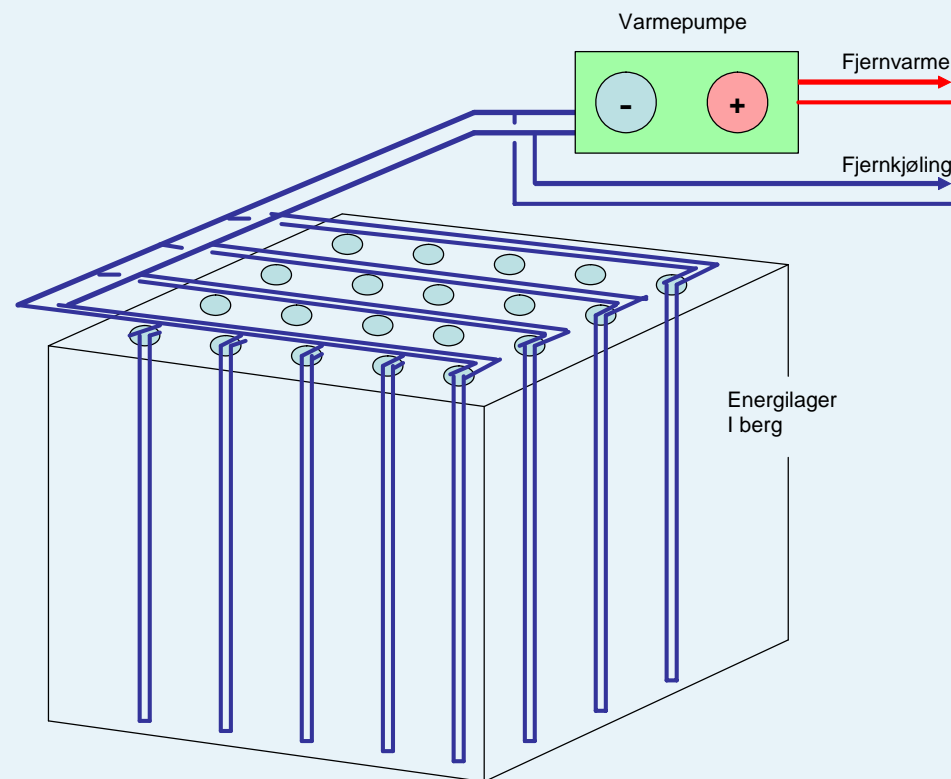
Varmepumpeanlegget er planlagt med 380 borehull med 200 m dybde, som skal lagre varme fra sommer (kjøling) til vinter (oppvarming)

Varmekapasitet

- Varmepumpeanlegg: 8 MW
 - Oljekjeler: 11 MW
 - Elektrokjel: 7 MW
- Sum varmekapasitet: 27 MW

Kjølekapasitet:

- Varmepumpeanlegg: 7,7 MW



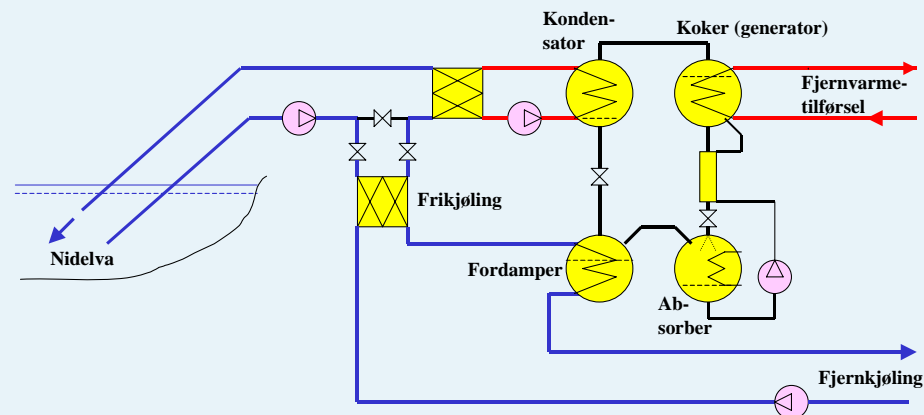
TEV Fjernvarme AS: Fjernkjøling med absorpsjonskjøleanlegg i Trondheim

- **Nedre Elvehavn Kjølesentral med frikjøling fra Nidelva og absorpsjonskjøleanlegg**

Fjernkjøleanlegget startet opp med Nidelva som kjølekilde i oktober 2000 da Solsiden kjøpesenter åpnet. Senere er det bygget to absorpsjonskjølemaskiner på 1,5 mW hver, samt to kompressorkjølemaskiner på til sammen 1 MW.

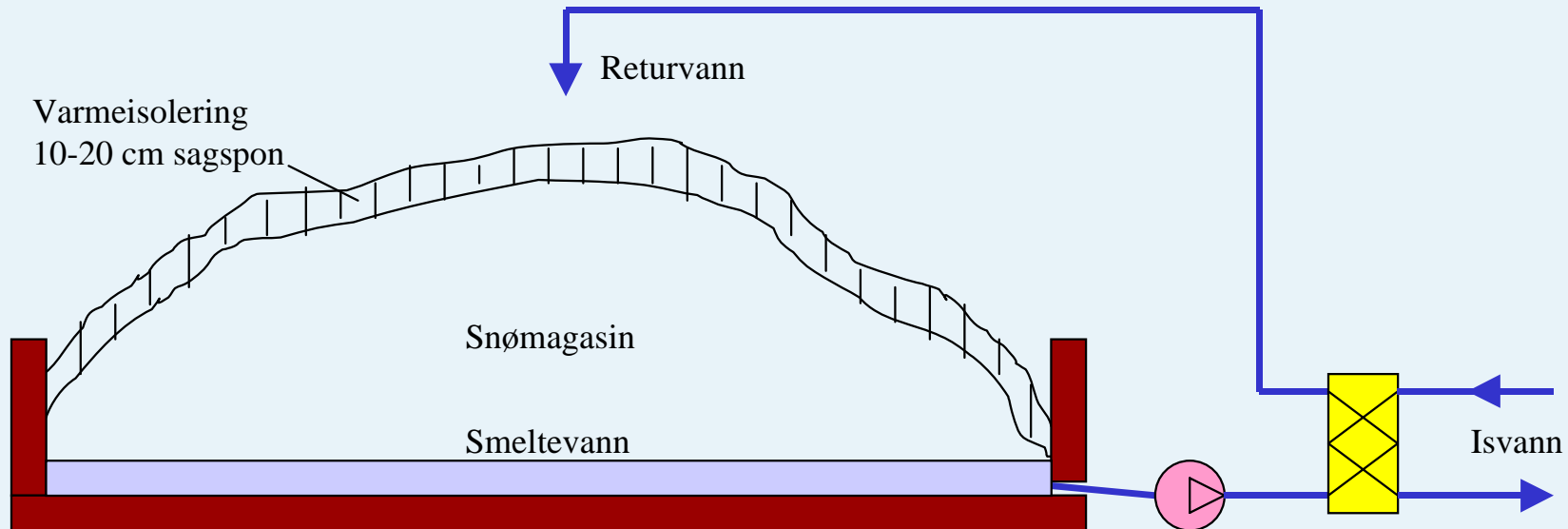
- **Øya Kjølesentral med frikjøling fra Nidelva og absorpsjonskjøleanlegg til fjernkjøling av St. Olavs Hospital**

Fjernkjøleanlegget startet opp sommeren 2004, og kjølesentralen har i dag installert en absorpsjonskjølemaskin med kjølelytelse 3 MW, og to kompressormaskiner på til sammen 4 MW. Det er satt av plass til ytterligere en absorpsjonsmaskin på 3 MW.



Sundsvall sjukhus: Snølager til kjøling

I 1999 ble det bygget et snømagasin ved regionsykehuset i Sundsvall. Snølageret fylles med snø fra snørydding i Sundsvalls gater, og har et volum på 30 000 m³. I snøfattige år produseres snø med snøkanoner.



Utviklingsmulighetene for fjernkjøling

Politiske rammebetingelser

- Det nye bygningsenergidirektivet stiller krav til energibruket i bygninger. Enova gir nå også støtte til tiltak til kjøleanlegg som gir elektrisk energibesparelse
- I EU-systemet vurderes et nytt direktiv rettet mot fornybar oppvarming og kjøling

Teknisk/økonomiske rammebetingelser gjør følgende anleggsløsninger aktuelle

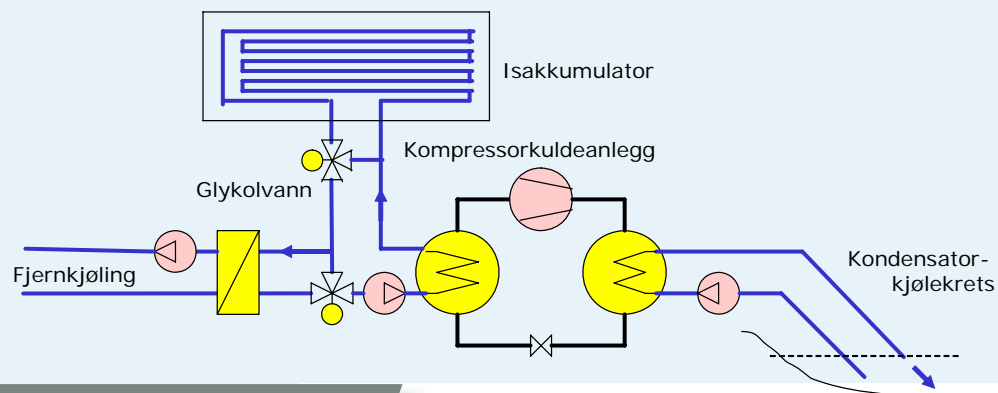
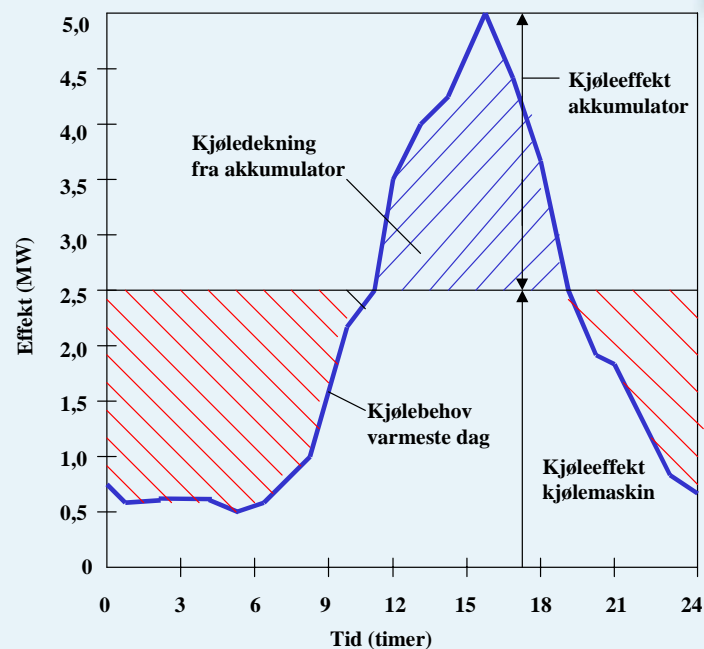
- Akkumulering av kulde med is- eller vann. Dette er i dag interessant for å redusere effekttopper. I fremtiden vil differensierte energipriser på dag og natt-tid gjøre akkumulering svært attraktivt.
- Polygenerering av kft, varme og kjøling. Dette er kombinerte kraft-varmeanlegg hvor overskuddsvarme brukes til drift av absorpsjonskjøleanlegg.

Kuldeanlegg med isakkumulering

Kuldebehovet varierer gjennom døgnet. På figuren øverst er vist typisk effektvariasjon gjennom det varmeste døgn i et fjernkjøleanlegget. Midlere effekt er under 40% av maks. effekt, og om natten er effektbehovet ca. 10% av maks. behovet. (Nedre Elvehavn med Solsiden og ICG-bygget er brukt som modell)

Fordeler med akkumulering av kulde:

- Redusere kuldeanleggets størrelse. Merinvestering i kjølemaskin for 100% effektdekning (2,5 MW tilleggseffekt) er ca. 2 mill. kr. Dette tilsvarer det samme som investering i akkumulator med kapasitet 10 MWh/døgn (f. eks. 4 stk. Baltimore TSU 761). Akkumulering er imidlertid mer plasskrevende, og dessuten kreves frostsikkert kjølevann.
- Utnytte billigere natt-tariff til isproduksjon som brukes til kjøling om dagen.



Polygenerering = Kombinert kraft-, varme- og kjøleproduksjon

Kogenerering for kraft og varmeproduksjon. Varme brukes til oppvarming om vinteren, og til drift av absorpsjonskjøleanlegg om sommeren.

