

NOTAT

OPPDRAG	Nytt Vestre Viken Sykehus	DOKUMENTKODE	126870-RIV-NOT-005
EMNE	Systemoppbygning varme og kjøleanlegg	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Vestre Viken HF	OPPDRAGSLEDER	Lars Pettersvold
KONTAKTPERSON		SAKSBEH	Jon Kåre Beisvåg
KOPI		ANSVARLIG ENHET	Cura

SAMMENDRAG

Notatet har til hensikt å belyse ulike løsninger for systemoppbygning av varmeanlegget og kjøleanlegget på NVVS, samt drøfte alternativer for energileveransen.

1 Innledning

NVVS har et beregnet effektbehov til varme og kjøling på rundt 10 MW hver. I notat RIV-003 ble det gjennomgått ulike forslag til energiforsyning for å dekke dette behovet. De to aktuelle alternativene var fjernvarme/fjernkjøling, og egen energisentral med sjøvannsbaserte varmepumper. Det vil her bli gjennomgått forslag til systemoppbygning for de to alternativene.

Det skal tilstrebes å gjenvinne mest mulig av overskuddsvarme fra interne varmeavgivende prosesser på NVVS. Det er her fokusert på gjenvinning av overskuddsvarme fra prosesskjøling og trykkluftkompressorer. Prosesskjøling omfatter funksjoner som har behov for kjøling hele døgnet og året, som datarom, teknisk kjøling og medisinskteknisk utstyr.

Det er krav til backup for varme og prosesskjøling. Vi vil i dette notatet ta for oss hvordan dette kan innlemmes i systemoppbygningen.

2 Sentrale definisjoner

Det er her listet opp noen sentrale definisjoner for varme/kjølesystemer:

Fjernvarmesystem: omfatter tekniske installasjoner i energisentralen og primærnettet med selve rørnett, varmeveksler, regulerings- og måleutstyr.

Fjernkjølesystem: omfatter tekniske installasjoner i energisentralen og primærnettet med selve rørnettet, kjøleveksler, regulerings- og måleutstyr

Fjernvarmesentral: er fjernvarmeleverandørens anlegg for produksjon av fjernvarme

Kundesentral: er rommet hvor fjernvarmeveksleren og skillet mellom Primær- og Sekundærnettet er plassert. Regulerings- og måleutstyr monteres normalt i kundesentralen.

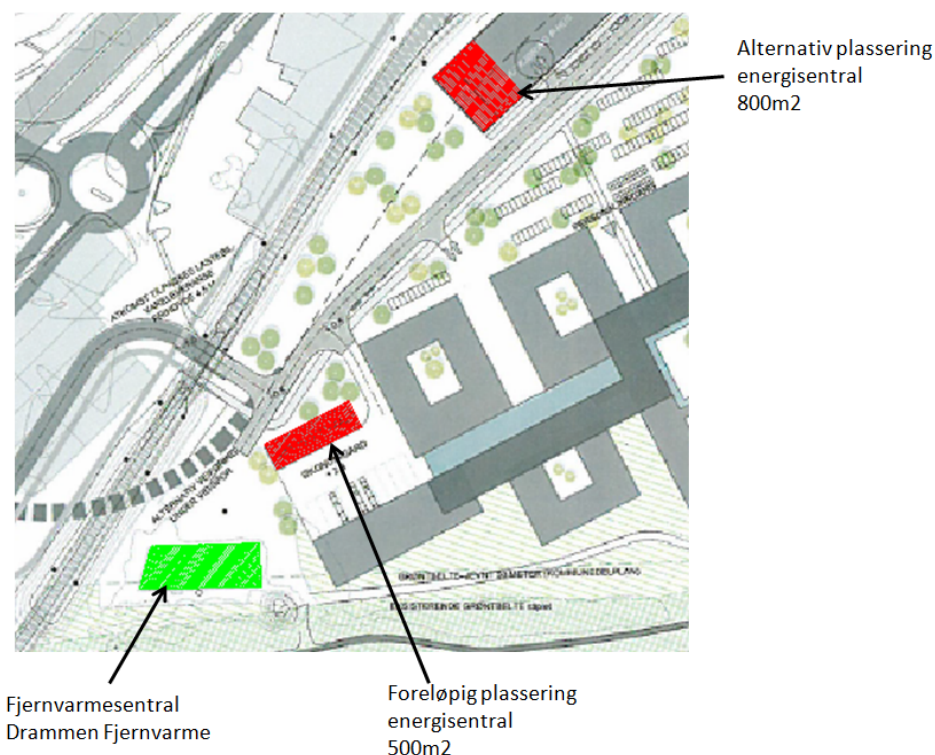
Energisentral: Sykehusets egen bygning for termisk energiproduksjon til varme og kjøling, plassert på sykehusets område.

00	27.03.2015	Systemoppbygning varme og kjøleanlegg	JKB	AJP	GGB
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Undersentral: rom hvor vekslere for de ulike varme- og kjølekursene innenfor hvert bygg plasseres.

3 Plassering av energisentralen

Energisentralen er på nåværende tidspunkt tenkt plassert helt vest på tomten. Se figur 1. Her er det avsatt et areal på 500m². Det ønskes å øke dette arealet til 800m². Dersom ikke det lar seg gjøre på denne plasseringen foreslås det å plassere sentralen i tilknytning til parkeringshuset, som vist i figur 1.



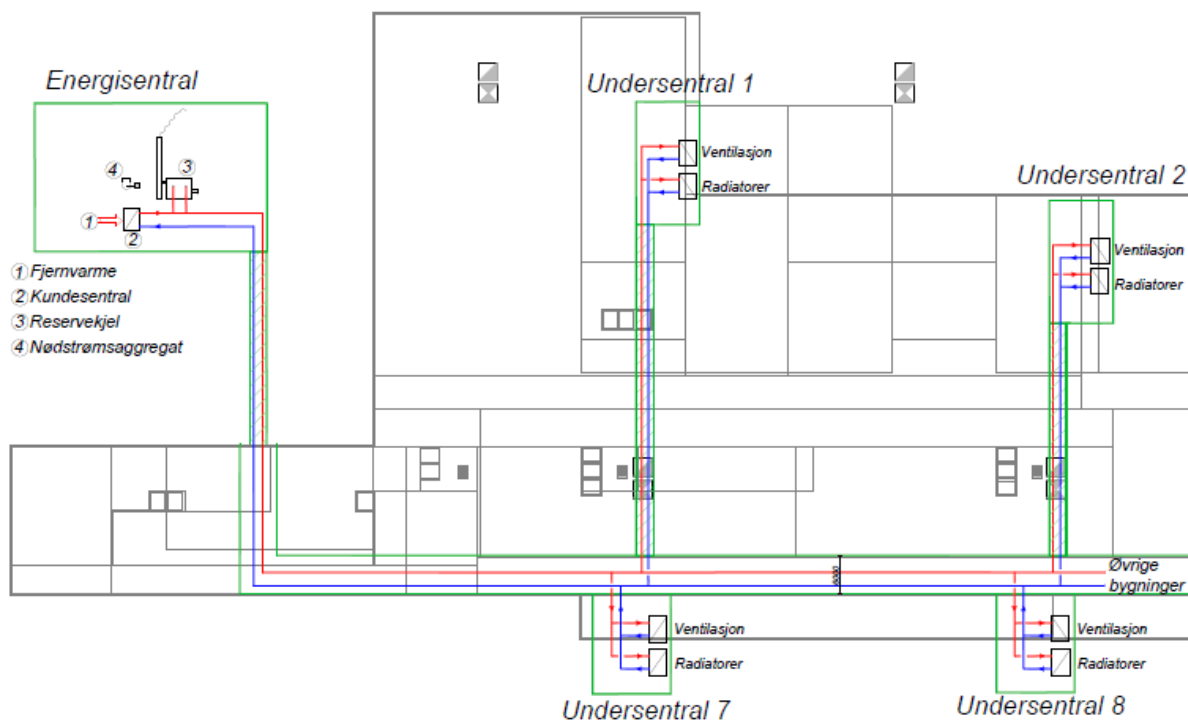
Figur 1: alternativer for plassering av varmesentral

Ulempen med den alternative plasseringen er at den kommer lenger vekk fra sjøkanten og den eksisterende fjernvarmesentralen. Dette medfører også lengre rørstrekk både for fjernvarme og bruk av fjordvann til kjøling /oppvarming.

Det må legges en grøft eller kulvert mellom parkeringen og sykehuset. Det positive er at rørdimensjonene da kan bli mindre inne i bygget ettersom føringene splittes i to når de kommer inn i kulverten under sykehuset.

4 Undersentraler

NVVS bør deles opp i soner og undersentraler for å få best mulig drift og sikkerhet. Det planlegges en kulvert under kjellernivå mellom alle byggene hvor hovedføringene fra energisentralen vil gå. Det legges opp til undersentraler i hvert bygg, hvor vekslere for varme og kjøling for de ulike varme- og kjølekursene innenfor hvert bygg plasseres. Arealet for undersentraler bør være rundt 200 m². Som eksempel viser figur 2 nedenfor undersentraler for byggene lengst vest, med vekslere for ventilasjonsvarme og radiatorvarme.



Figur 2. Varmedistribusjon mellom bygg med sentral fjernvarmeveksler

Nedenfor er vist et bilde fra en typisk undersentral for sykehus, med veksler for varme og kjølekurser for det aktuelle bygget. Dette er tatt fra en undersentral ved Nytt Østfoldsykehus.



Figur 3: Utsnitt fra en typisk undersentral for sykehus med veksler for varme- og kjølekurser.

5 Backup for varmeanlegget

Det er krav til backup for varmeleveransen til sykehuset i form av olje/gass/biokjel. I følge OTP skal denne prosjekteres for 3 døgns drift og ha et eget nødstrømsaggregat. Ettersom fossilt brensel sannsynligvis blir utfaset mot 2020 er det eneste alternativet en kjel basert på bioolje eller biogass.

Det skal gjennomføres en ROS-analyse i forhold til back-up for å avdekke behov og løsning. Det må klarklegges hvilket omfang og kapasiteter en backup-løsning må ha, som for eksempel hvilke undersentraler som må ha backup og hvilke systemer som må ha nødstrøm. Det må i tillegg avklares behov for redundans på rørrnett for kjøling i byggenes sekundærkrets. Dette notatet vil oppdateres i henhold til konklusjoner derfra.

Som påpekt i notat RIV-NOT-003 ligger fjernvarmesentralen på Brakerøya for lavt i forhold til flomsikkerheten. Det kan være aktuelt at Drammen Fjernvarme drifter en egen energisentral for back-up/sikkerhet plassert i sykehusets bygningsmasse.

Systemer for backup varme vil bli omhandlet i de følgende kapitler sammen med de ulike systemløsningene for varmedistribusjon.

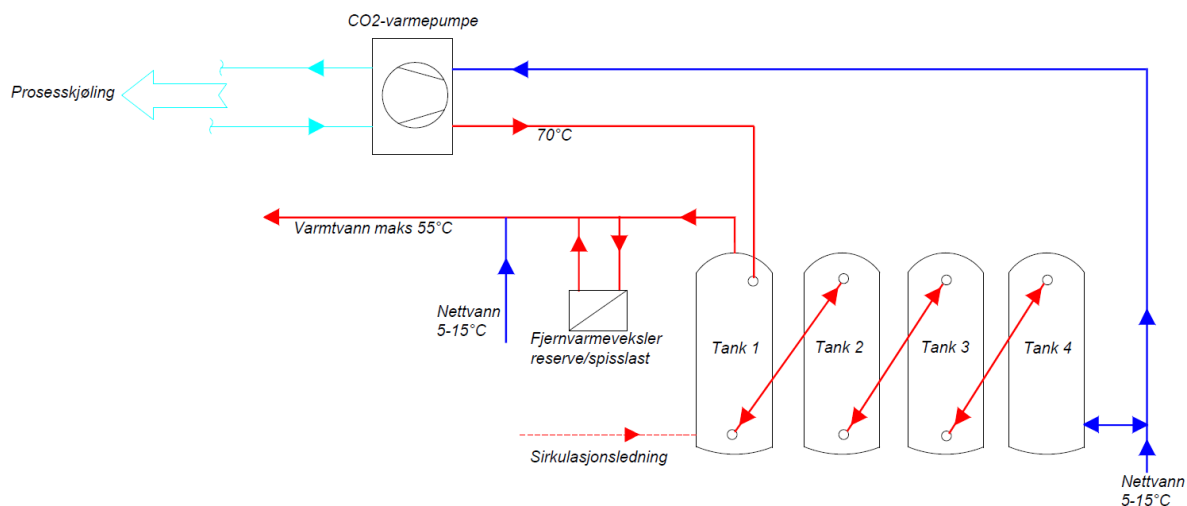
6 Backup for kjøleanlegget

Det er ingen krav til sikkerhet for klimakjøling i henhold til OTP, kun for prosessrelatert kjøling. Her kan det benyttes kjølemaskiner som er enten luftkjølte eller nettvannskjølte. Nettvannskjøling er mye brukt og er en robust løsning. Tilgangen til nettvann er sikker ettersom det er trykksatt system. Luftkjølt maskin med tørrkjølere er derimot ikke like driftssikker dersom tørrkjøler blir stående lenge uten å være i bruk. Det er også flere deler og komponenter. Vi vil derfor foreslå at det installeres en nettvannskjølt kjølemaskin med nødstrøm som backup på prosesskjølekursen i undersentralene (ref kapittel 7.6 i OTP). Denne løsningen er også installert på Nytt Østfoldsykehus.

7 Energigjenvinning

7.1 Gjenvinning av prosesskjøling med CO₂-varmepumpe

Som nevnt i notat RIV-NOT-003 har sykehuset et stort behov for tappevann og prosesskjøling hele året. Denne synergien bør brukes til energigjenvinning via en varmepumpe. En CO₂-varmepumpe har temperaturavgivelse ved glidende temperatur i en gasskjøler, og effektiviteten for varmepumpen øker jo lavere inngående vanntemperatur er. Det er dermed veldig godt egnet for tappevann. Ved å benytte en høytemperatur CO₂-varmepumpe kan man ta hele temperaturløftet til tappevannet opp til 70 °C slik at man ikke trenger ettervarming av tappevannet. På figur 4 er vist forslag til et tappevannsystem basert på CO₂-varmepumpe.

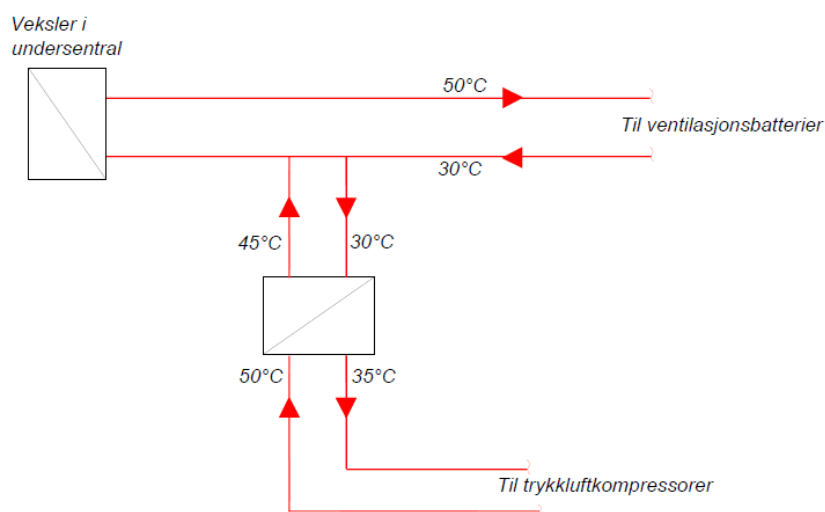


Figur 4: Gjenvinning av overskuddsvarme fra prosesskjøling til tappevanns-system.

Ved tapping av varmtvann fra tankene strømmer det kaldt nettvann inn i bunnen av tank 4. Avhengig av tappevannsbehovet vil hele eller deler av tanken bli fylt av kaldt vann. CO₂-varmepumpen startes så opp og vann fra tank 4 pumpes gjennom gasskjøleren i varmepumpen og inn i toppen av tank 1. Vannstrømmen gjennom gasskjøleren reguleres i henhold til en ønsket temperatur etter varmepumpen, for eksempel 70 °C. Kaldt vann blandes så inn på turledningen slik at temperaturen ut på nettet ikke overstiger 55 °C. Varmepumpen vil gå så lenge temperaturen i bunnen av tank 4 er lavere enn et ønsket settpunkt.

7.2 Gjenvinning av varme fra trykkluftkompressorer

Det planlegges to stk trykkluftsentraler på sykehuset. Trykkluftkompressorene produserer varme som vanligvis fjernes via isvann. Dette varme vannet kan i stedet veksles mot et lavtemperatur varmesystem. Ventilasjonvarme planlegges for lavtemperaturvarme, som kan være tur/retur på 50 °C / 30 °C. På figur 5 er vist hvordan energigjenvinning av kompressorvarme kan se ut:



Figur 5: Gjenvinning av varme fra trykkluftkompressorer til ventilasjonsbatterier.

Varmt vann fra trykkluftkompressorer veksles mot returen fra ventilasjonskursen inn mot undersentralen. Temperaturen for denne kan heves fra 30 °C til 45 °C. Det gjenstår da bare et temperaturløft for ventilasjonsvarmen på 5 °C. På sommeren, når det ikke er behov for ventilasjonsvarme, veksles kompressorvarmen mot isvann i stedet.

Denne gjenvinningen bør kobles mot ventilasjonskursen for de bygg som er nærliggende til kompressorsentralene.

8 Systemoppbygning alternativ 1: fjernvarme og fjernkjøling fra Drammen

Fjernvarme

8.1 Fjernvarme

8.1.1 Sentral kundesentral for fjernvarme med internt distribusjonsnett til undersentraler

Her leverer Drammen Fjernvarme (DF) varme til en kundesentral i energisentralen til sykehuset. Denne veksles med en sekundærkrets som går videre til undersentraler. Se skjema figur 2 i kapittel 4 for systemoppbygning. I undersentralene er det da plassert vekslere for ventilasjon og radiatorкурser. Det er her også vist hvordan reservekapasitet/backup-kjel kobles inn i sekundærkretsen. Denne må ha strømforsyning fra et eget nødstrømsaggregat i tilfelle strømutfall. Dette gjelder også for alle sirkulasjonspumper på kretser som skal ha back-up.

Dette er en driftssikker løsning. Ulempen her er at man får en ekstra temperaturveksling, med medførende økt pumpearbeid. Det gir litt lavere middeltemperatur på radiatorkurs, som igjen kan resultere i noe større radiatorer.

8.1.2 Fjernvarme direkte inn på undersentraler

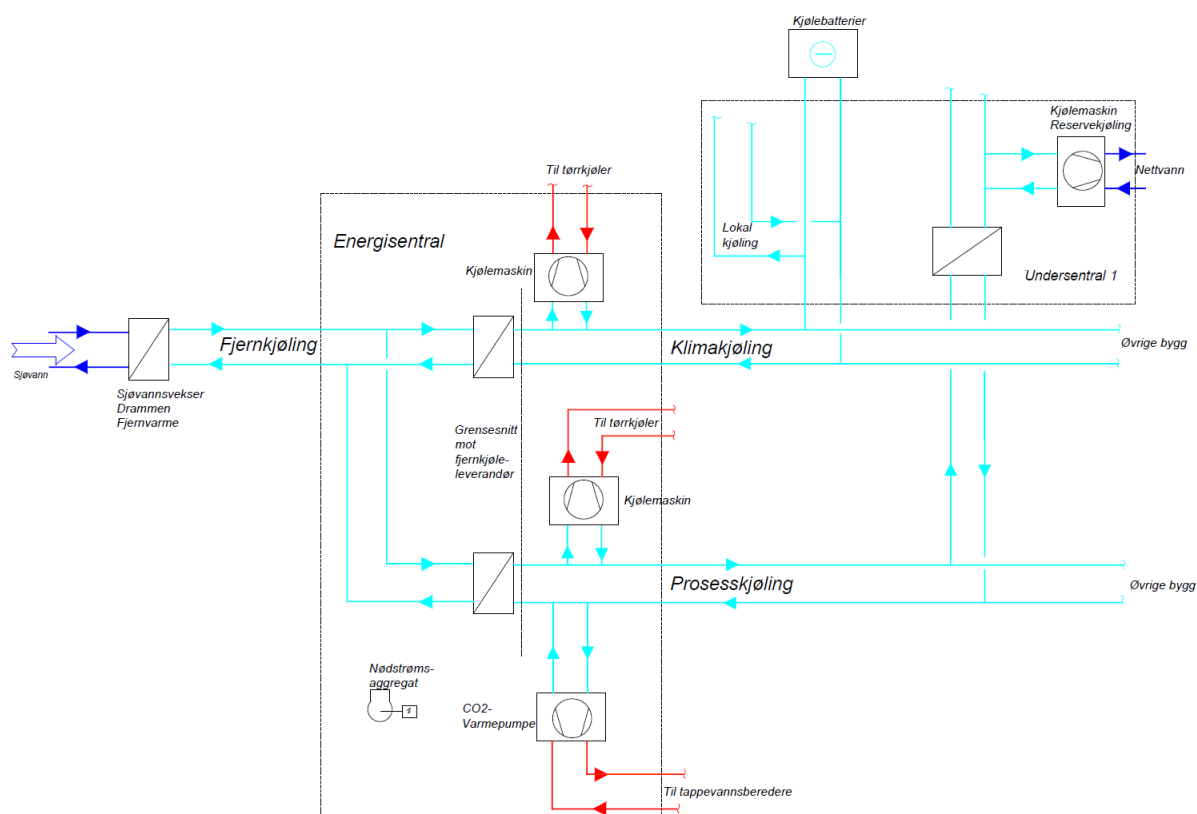
Fjernvarmen kan alternativt føres direkte inn til undersentraler. Det må konstrueres et separat system for back-up distribusjon, ettersom denne jobber med lavere temperaturer enn fjernvarmen. En annen ulempe er at man fører vann på 120 °C rundt i bygningsmassen, så ved eventuell lekkasje vil man da få varm damp ut i kjelleren. Denne løsningen er derfor ut ifra sikkerhetsmessige hensyn ikke å anbefale. I tillegg vil den være fordyrende for normale abonnement, man har da mange kundesentraler, hvor man må betale for maks installert effekt på alle vekslere.

8.2 Fjernkjøling

Drammen Fjernvarme(DF) kan ikke levere fjernkjøling i tradisjonell forstand med de tur/returtemperaturer som kreves for prosesskjøling. DF leverer kun frikjøling fra fjorden, med de temperaturer som sjøvannet til enhver tid måtte ha. Denne kan dekke behovet for klimakjøling, men det må installeres kjølemaskin for å produsere isvann til prosesskjøling.

På grunn av fare for groing i sjøvannsledning, bør avstanden fra fjorden til sjøvannsveksler være så kort som mulig. Det er derfor å foretrekke at sjøvannsveksler plasseres ved sjøkanten eller i tilknytning til fjernvarmesentralen. Det vil da gå en fjernkjølingskurs fra denne sjøvannsveksleren til vekslere i energisentralen for sykehuset. Grensesnittet mot fjernkjølleverandør er etter vekslere i energisentralen på sykehuset.

8.2.1 Kjøledistribusjon sommerdrift



Figur 5: Kjøledistribusjon med fjernkjøling i sommerdrift

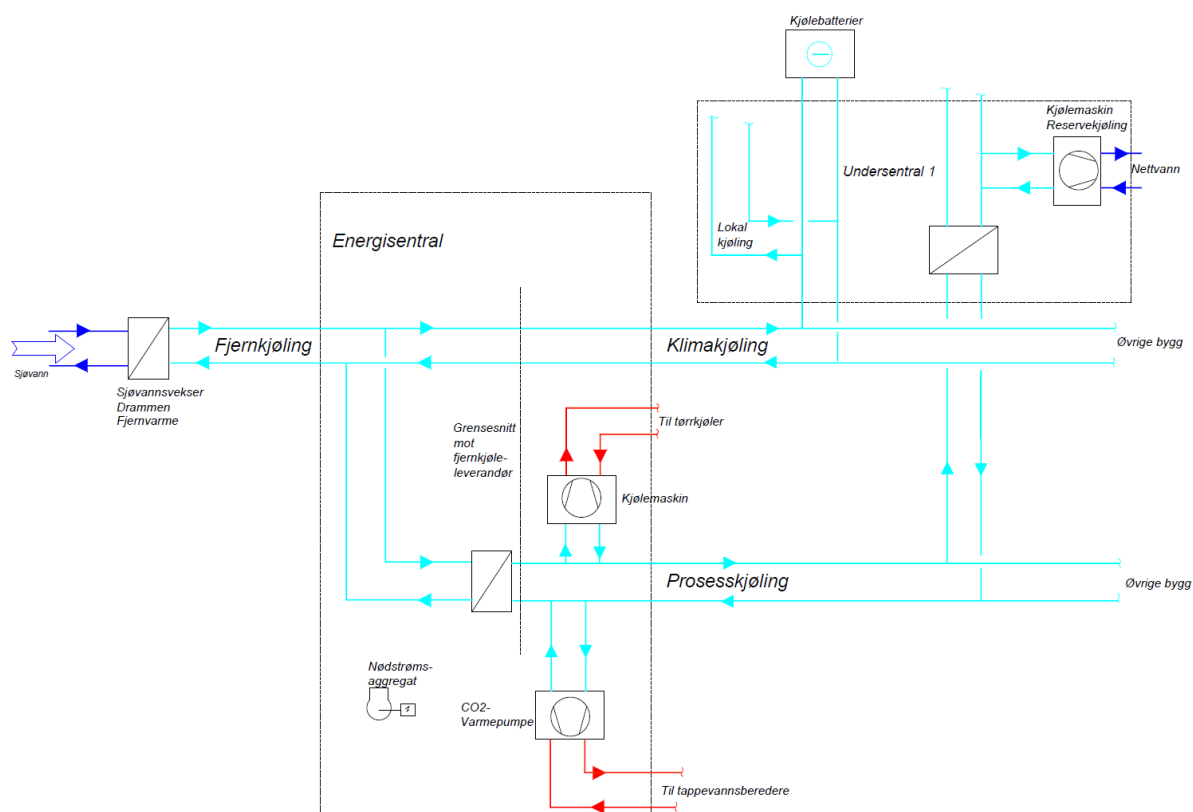
I sommerdrift benyttes i hovedsak frikjøling fra sjøen for å dekke behov for klimakjøling. Det installeres kjølemaskin i tillegg for de perioder der sjøvann ikke har nok kapasitet. Denne vil være luftkjølt med tørrkjølere som vist i figur 5.

Prosesskjøling blir dekket av tre kilder i prioritert rekkefølge:

1. Tappevannsvarmepumpe
2. Fjernkjøling
3. Luftkjølt kjølemaskin

Ved bortfall av fjernkjøling eller ved for høyt temperaturnivå på sjøvannet, vil kjølebehovet bli dekket av kjølemaskiner i energisentralen. Dette gjelder både prosess og klimakjøling. Ved strømbortfall vil prosesskjøling bli dekket av nettvannsbasert reservekjøling i undersentralene. Dette gjelder altså ikke for klimakjøling.

Fordelen med denne løsningen er at det blir et tydelig grensesnitt mellom fjernvarmeleverandør og sykehusets sekundærnett. Ulempen er at man har to varmevekslinger, hvor man mister temperatur. Ved å kutte ut veksler mot klimakjøling vil turtemperaturen senkes med rundt to grader, som ville fjerne behovet for kjølemaskin. Et slikt system er vist i figur 6.

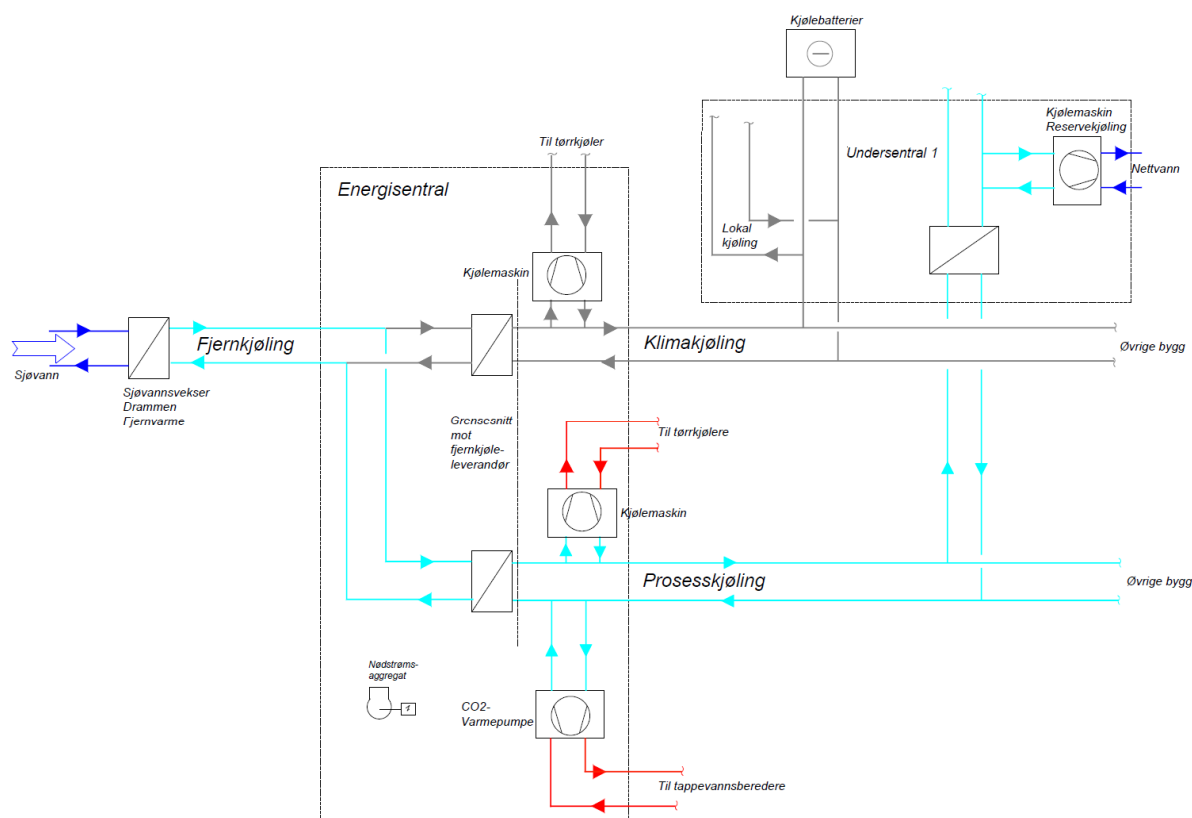


Figur 6: Kjøledistribusjon med fjernkjøling i sommerdrift, uten veksler mot klimakjøling

Grensesnittet mot fjernkjøleleverandør blir her noe mer utydelig, men det kan løses.

8.2.2 Kjøledistribusjon vinterdrift

På vinteren vil det ikke være behov for klimakjøling, kun prosesskjøling. Dette er vist i figur 7 ved at kursen for klimakjøling er grå, altså ikke i drift. Fjernkjøling bidrar til å dekke kjølebehovet, mens tappevannsvarmepumpe og reserve kjølemaskin dekker resten.



Figur 7: Kjøledistribusjon med fjernkjøling i vinterdrift

9 Systemoppbygning alternativ 2: Egen energisentral med sjøvannsvarmepumpe for varme og kjøling

Som nevnt i notat RIV-NOT-003, ligger tomten for NVVS i konsesjonsområdet til Drammen Fjernvarme. Denne konsesjonen gjelder for varmeproduksjon, for kjøleproduksjon finnes ingen konsesjonsordning. NVVS kan allikevel velge å bygge en egen energisentral. Den må da eies av sykehuset, men den kan driftes av eksterne aktører.

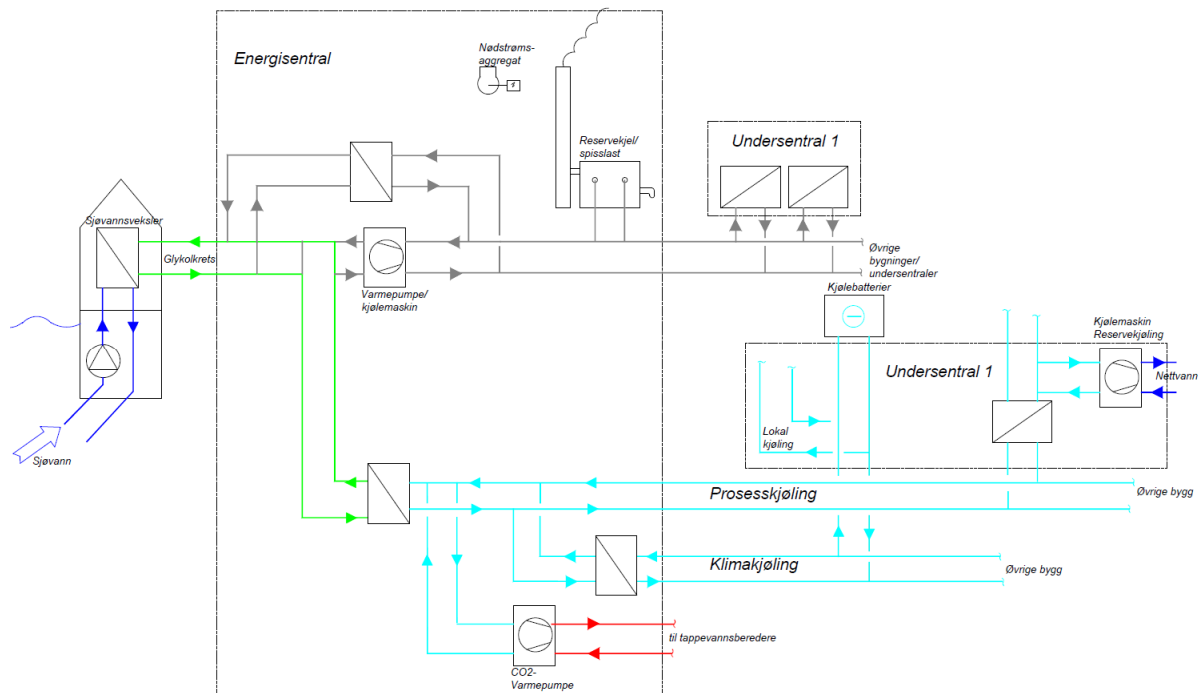
En slik energisentral er foreslått basert på sjøvannsvarmepumpe. Sjøvann blir pumpet opp fra rundt 35 meters dyp. Sjøvannspumpene må være tørroppstilt under havoverflaten. Det anbefales ikke å kjøre sjøvann rett inn på varmpumpen i energisentralen, så det må installeres en veksler og en sekundærkrets frem til varmpumpen. Grunnet fare for groing i sjøvannsledninger bør avstand fra pumpe til veksler være så kort som mulig, og de er ofte i samme bygningskonstruksjon. I påfølgende del-kapitler er det vist to ulike oppbygninger for energisentral med sjøvannsvarmepumpe.

Backup og spisslast for varmeanlegget bør være en gasskjel. Denne kobles inn etter varmpumpen.

9.1 Sjøvannsvarmepumpe med felles veksler mot sjøvann

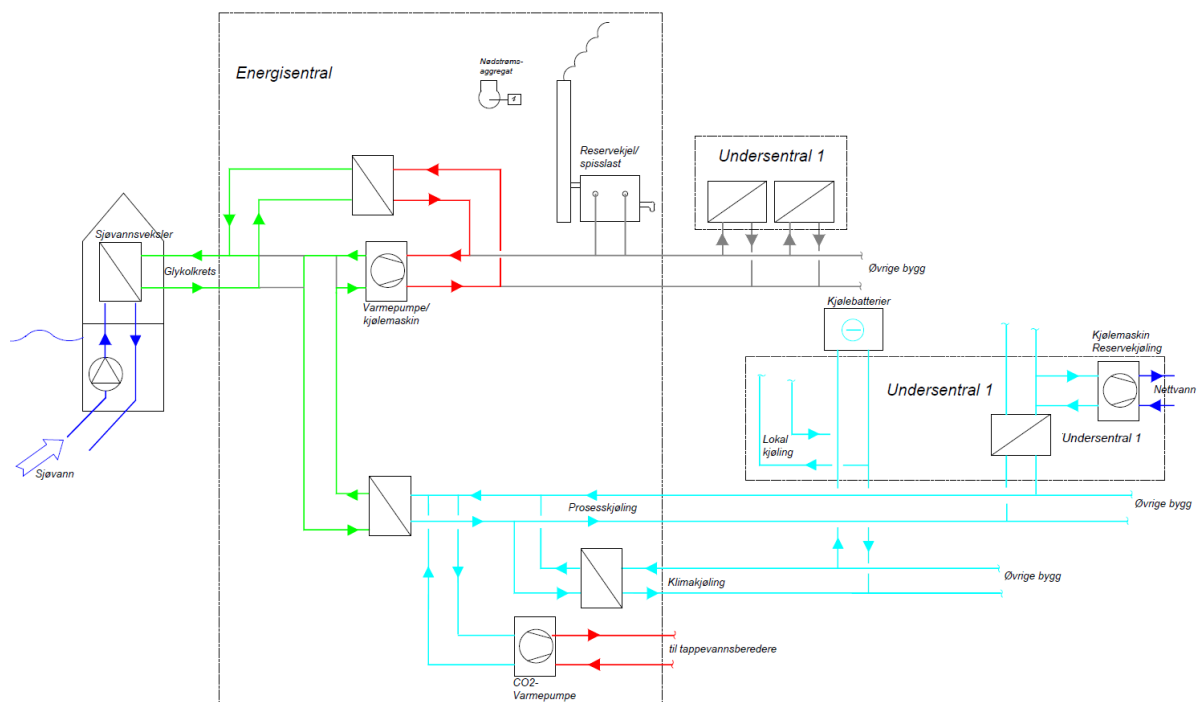
Her er sjøvannsvexler plassert i tilknytning til sjøvannspumpe. En intern glykolkrets veksler mot varmpumpe, kjølekurser og dumping

På sommerstid med moderate kjølebehov kan sjøvannet dekke behovet for klimakjøling. Tappervannsvarmepumpen senker temperatur for prosesskjøling til ønsket nivå. Se figur 8 for drift med moderate kjølebehov.



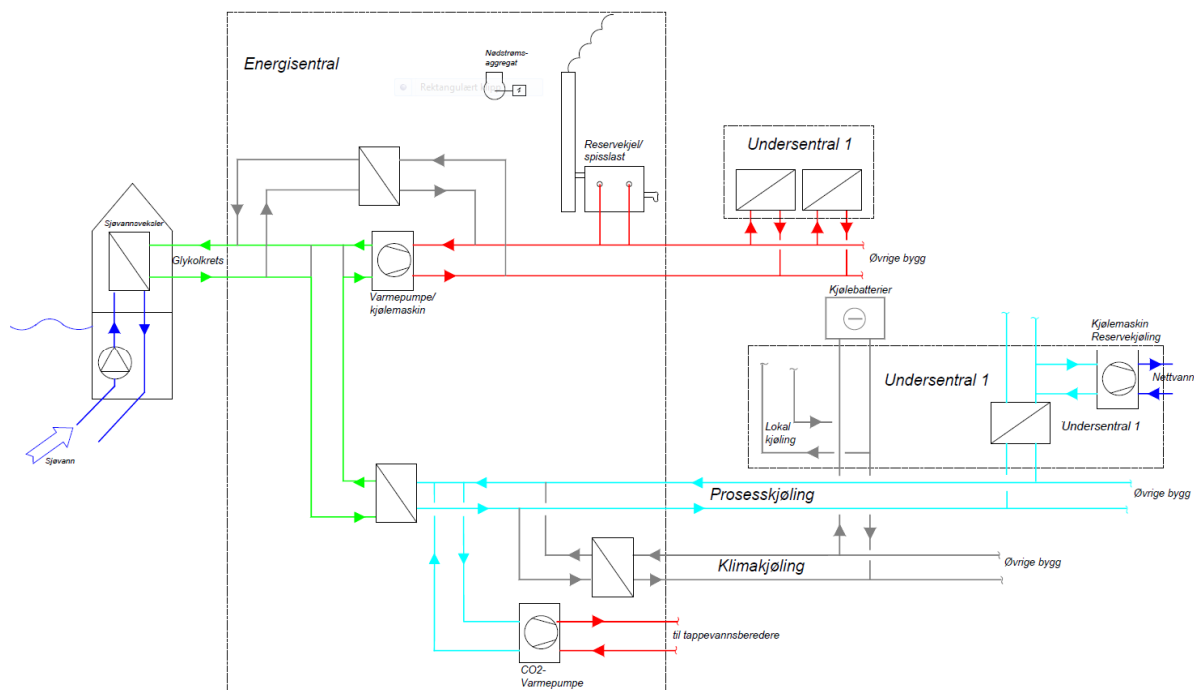
Figur 8: system med sjøvannsvarmepumpe og felles veksler mot sjøvann: moderat kjølebehov

Ved store kjølebehov må varmepumpe gå som kjølemaskin for å dekke kjølebehovet. Overskuddsvarme fra varmepumpen dumpes tilbake til glykolkretsen. I dette driftsmoduset får man ingen frikjøling fra sjøvannet, det brukes kun til dumping av varme. Det er da tappevannsvarmepumpe og kjølemaskin/varmepumpe som dekker kjølebehovet. Dette driftsmoduset er vist i figur 9.



Figur 9: system med sjøvannsvarmepumpe og felles veksler mot sjøvann: høyt kjølebehov

I vinterdrift produserer varmepumpen varme til varmeanlegget. Spisslastkjelen dekker et eventuelt resterende behov før det går ut til undersentraler og varmevekslere for ventilasjon og romoppvarming. Prosesskjøling dekkes i hovedsak av tappevannsvarmepumpe. Ved resterende behov dekkes resten fra veksleren mot glykolkrets/sjøvann. Dette er vist i figur 10.



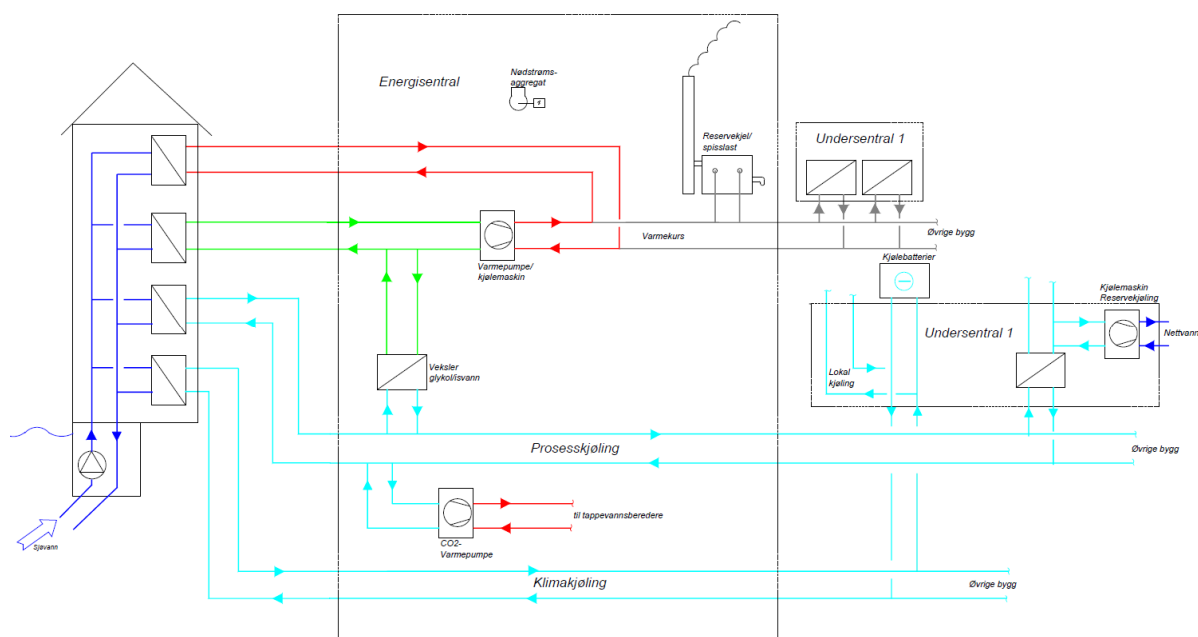
Figur 10: system med sjovannsvarmepumpe og felles veksler mot sjovann: vinterdrift

Ulempen med denne løsningen er at man ikke får frikjølt og dumpet varme samtidig; Man må velge mellom kjølemaskindrift eller frikjøling. Et alternativ til denne løsningen kan være å splitte opp systemet i flere sjovannsvexlere, som gjennomgått i neste kapittel.

9.2 Sjovannsvarmepumpe med separate vekslere

I dette alternativet er systemet delt opp i fire sjovannsvexlere, i stedet for en felles som i kapittel 9.1. Det er da separate vekslere for klimakjøling, prosesskjøling, glykolkrets for kjølemaskin/varmepumpe, og varmedumping. Disse vil være plassert ved sjovannsvexler, og det går separate rørføringer derfra til energisentralen for sykehuset.

I figur 11 er vist et slikt system i sommerdrift med høyt kjølebehov. Da må varmepumpen bidra til å dekke kjølebehovet. Prosesskjølekursen henter tilleggskjøling fra veksler mot glykolkretsen til varmepumpen. Overskuddsvarme fra kjølemaskindrift dumpes via egen dumpingveksler mot sjovann.



Figur 11: system med sjvannvarmepumpe separate vekslere mot sjvann: frikjøling og kjølemaskindrift

Ved moderate kjølelaster benyttes frikjøling til å dekke kjølebehovet. Da er det bare sjvannsvexlere for klimakjøling og prosesskjøling som er aktive. Klimakjøling dekkes da helt av sjvannet. Ettersom klimakjøling har sin egen sjvannsvexler trengs det ikke videre avgrensning med vekslere

I vinterdrift går varmepumpen både som varmepumpe og kjølemaskin; Den leverer varme til varmeanlegget, og spisslastkjøl kobles inn ved ekstra behov. Varmepumpen henter varme fra sjvannsvexlere og prosesskjølekurs. Prosesskjøling dekkes da av tappevannsvarmepumpe og veksling mot glykolløst vann til varmepumpen.

Ved å splitte opp systemene på denne måten får man vekslere og rørføringer som er bedre tilpasset behovet ved ulike driftsmodus.

Ulempen med denne systemløsningen er at man får fire vekslere som alle bør samles i nærheten av sjøen. Dette for å unngå groing i sjvannsledninger. Man må dermed føre fire parallelle rørløpninger fra sjvannssentralen opp til energisentralen på sykehuset.

10 Oppsummering/konklusjon

Det er i prinsippet to hovedalternativer for leveranse av termisk varme og kjøling til sykehuset. Det ene alternativet er leveranse i form av fjernvarme og fjernkjøling fra Drammen Fjernvarme. Det andre alternativet er å bygge en egen sjvannsbasert energisentral for oppvarming og kjøling.

Uansett hvilket alternativ som velges vil det være gunstig å etablere en sentral varmepumpeløsning som dekker oppvarming av tappevann, ved å utnytte den konstante overskuddsvarmen. Løsningen vil samtidig dekke mye av behovet for isvann til prosesskjøling året rundt.

Dersom det velges fjernvarme/fjernkjøling vil det uansett være behov for en del kjøletekniske installasjoner, både i energisentralen og i undersentraler. Disse vil enten kunne driftes av sykehuset selv eller eksterne aktører.

Det alternativet som krever minst installasjoner internt på sykehuset vil være leveranse av fjernvarme/fjernkjøling. Vi anbefaler å innlede forhandlinger med Drammen Fjernvarme. Dersom det ikke skulle føre frem, er det her vist to ulike systemoppbygninger for egen energiforsyning ved hjelp

av sjøvannsbasert varmepumpe. Hvilket alternativ som er mest aktuelt vil være avhengig av hvor sjøvannsinntaket til slutt kan plasseres.

I det videre arbeidet vil RIV fokusere på:

- Behov for backup og redundans, gjelder både varme- og kjøleanlegg
- Sykehusets kapasitetsbehov og størrelse på hovedkomponenter i anlegget
- Avklare temperaturnivåer i både varme- og kjøleanlegget.