

NOTAT

OPPDRAAG	Nytt Vestre Viken Sykehus	DOKUMENTKODE	126870-RIV-NOT-006
EMNE	Varme og kjøleanlegg – løsning og temperaturnivåer	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Vestre Viken HF	OPPDRAAGSLEDER	Lars Pettersvold
KONTAKTPERSON		SAKSBEH	Hanne Andreassen
KOPI		ANSVARLIG ENHET	Cura ved Multiconsult AS

SAMMENDRAG

Notatet har til hensikt å anbefale/belyse nærmere systemløsningen for energisentral og undersentraler. Det blir også gjennomgått de planlagte temperaturnivåer som ligger til grunn for oppbygning av systemløsningen, samt vurderinger rundt disse.

1 Innledning

Dette notatet vil gi en anbefaling til utforming av det termiske energisystemet for sykehuset og de temperaturnivåer som ligger til grunn for varme- og kjøledistribusjon. Det blir også foreslått temperaturnivåer for de ulike kjøle- og varmesystemer.

I notat RIV-NOT-005 ble det vurdert ulike systemoppbygninger for energisentral både basert på leveranser fra Drammen Fjernvarme og egen energisentral med sjøvannsvarmepumpe. Fremfor å revidere notat RIV-NOT-005 er det her gjort en presisering og videreføring av anbefalingene derfra i dette notatet.

2 Valg av termisk energiforsyning og backup

Ettersom NVVS skal ligge i konsesjonsområdet for Drammen Fjernvarme (DF), er det valgt å fokusere på energiforsyning basert på fjernvarme og fjernkjøling. Dette vil gi minst installasjoner internt på sykehuset i forhold til en egen varmpumpeløsning basert på sjøvann. Samtidig vil mye av driftsansvaret ligge hos Drammen Fjernvarme.

Fjernkjølingen som tilbys er kun frikjøling fra sjøvann, slik at det må installeres kjølemaskiner i tillegg for å sikre tilstrekkelig lav temperatur.

2.1 Backup for varmeanlegget

Det er i OTP stilt krav til backup for varmeleveransen til sykehuset i form av en kjelinntallasjon. Denne skal prosjekteres for 3 døgn drift og ha et eget nødstrømsaggregat.

00	30.06.2015	Varme- og kjøleanlegg - løsning og temperaturnivåer	HBA	JKB	GD
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Det skal gjennomføres en ROS-analyse i forhold til back-up for å avdekke behov og løsning. Det må kartlegges 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 rørnett for kjøling i byggenes sekundærkrets.

Som påpekt i notat RIV-NOT-003 ligger fjernvarmesentralen på Brakerøya for lavt i forhold til flomsikkerheten (stormflo). Det kan derfor være aktuelt at Drammen Fjernvarme drifter en ny egen energisentral for backup/sikkerhet plassert i tilknytning til sykehuset. Denne kan eventuelt også bygges på Drammen Fjernvarmes egen tomt så lenge sykehusets krav til sikkerhet ivaretas.

2.2 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 enten er luftkjølte eller nettvannskjølte. Nettvannskjøling er mye brukt og er en robust løsning. Tilgangen til nettvann er sikker ettersom det er trykksatt system. Det er kun korte tidsrom den skal være i bruk, forhåpentligvis ikke i det hele tatt, og vannforbruk vil dermed bli meget begrenset.

Luftkjølt maskin med tørrkjølere er derimot ikke like driftssikker dersom tørrkjøler blir stående lenge uten å være i bruk. Disse vil måtte plasseres på taket av sykehuset og medføre lange rørstrekk fra undersentraler i kjeller. Denne løsningen gir også økte kostnader til vedlikehold. 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.

Behovet for kapasitet på backup prosesskjøling må vurderes i løpet av forprosjektet.

3 Oppbygning av energisentralen

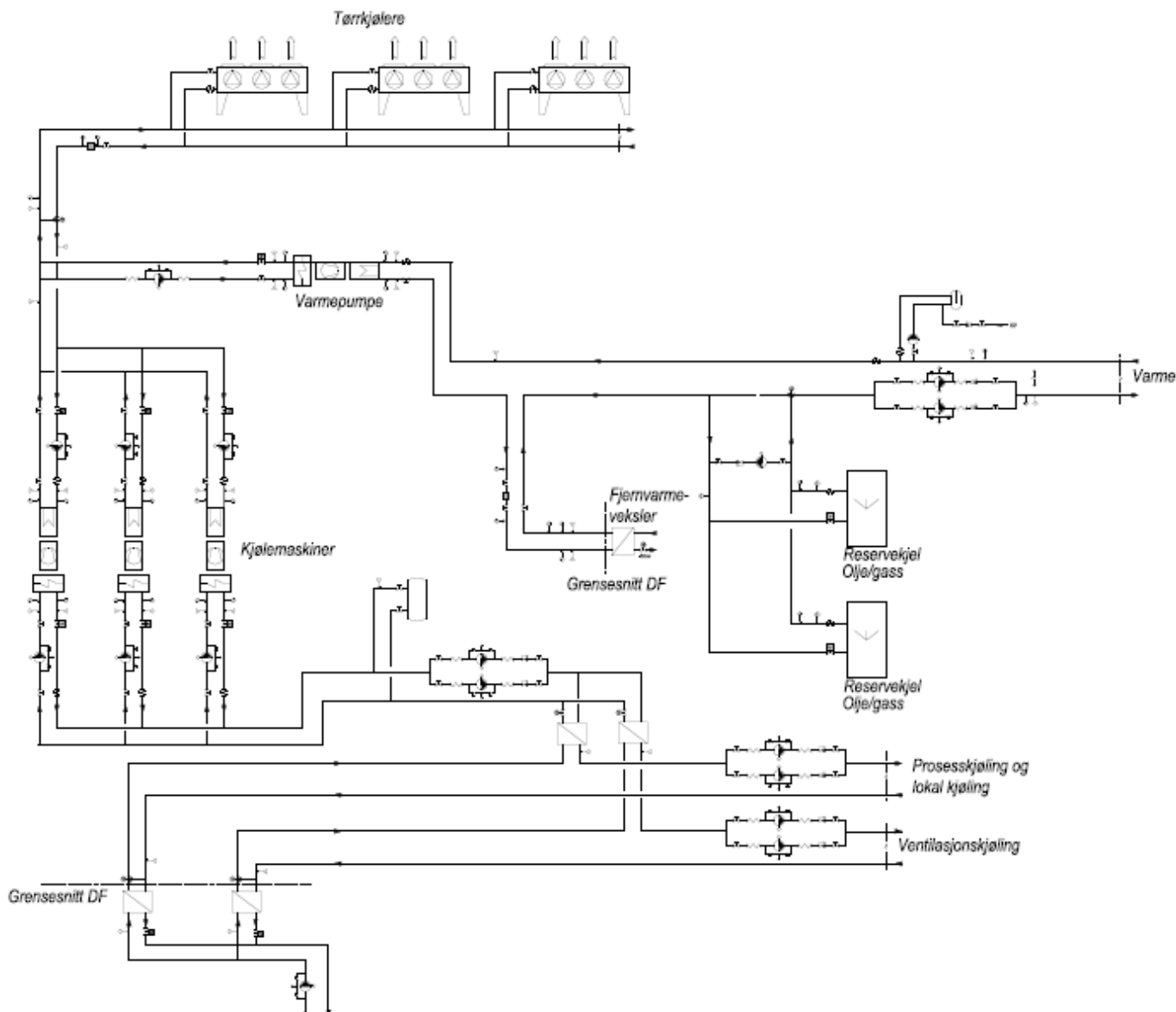
Energisentral plasseres i tilknytning til parkeringshuset. Derfra går rørføring for varme og kjøling i kulvert eller nedgravd inn til kulvert i kjeller og videre inn til undersentraler.

Kjøling er i utgangspunktet basert på frikjøling fra Drammen Fjernvarme. Det er her visse begrensninger i forhold til kapasitet, samt usikkerhet rundt sjøvannstemperaturer på sommerstid. For å sikre tilstrekkelig lav temperatur for kjølekursene er det satt inn kjølemaskiner i energisentralen, som veksler mot kjølekursene ved behov. Kapasitet og betingelser på kjøleleveransen fra Drammen Fjernvarme samt nødvendig kapasitet på kjølemaskinene må avklares i løpet av forprosjektet.

Distribusjonsnett for kjøling er oppdelt i to kurser, en for ventilasjonskjøling, og en for prosesskjøling og lokal kjøling. Ventilasjonskursen skal kun være i drift i sommerhalvåret, mens kursen for prosess- og lokal kjøling er planlagt for kontinuerlig drift.

Overskuddsvarmen fra kjølemaskinene benyttes til varmeproduksjon. En ekstra varmepumpe sørger for å få temperaturen opp til det ønskede nivået for varmekursen. Dersom det ikke er behov for varme vil overskuddsvarme gå ut til tørrkjølere på taket av parkeringshuset. Ettersom dette ligger inntil motorveien og toglinje vil det mest sannsynlig ikke være noe lydproblematikk her, men det bør gjøres en vurdering av akustiker i forprosjektet.

Oppbygningen til energisentralen vises i figur 1:



Figur 1: systemoppbygning energisentral varme- og kjøleproduksjon

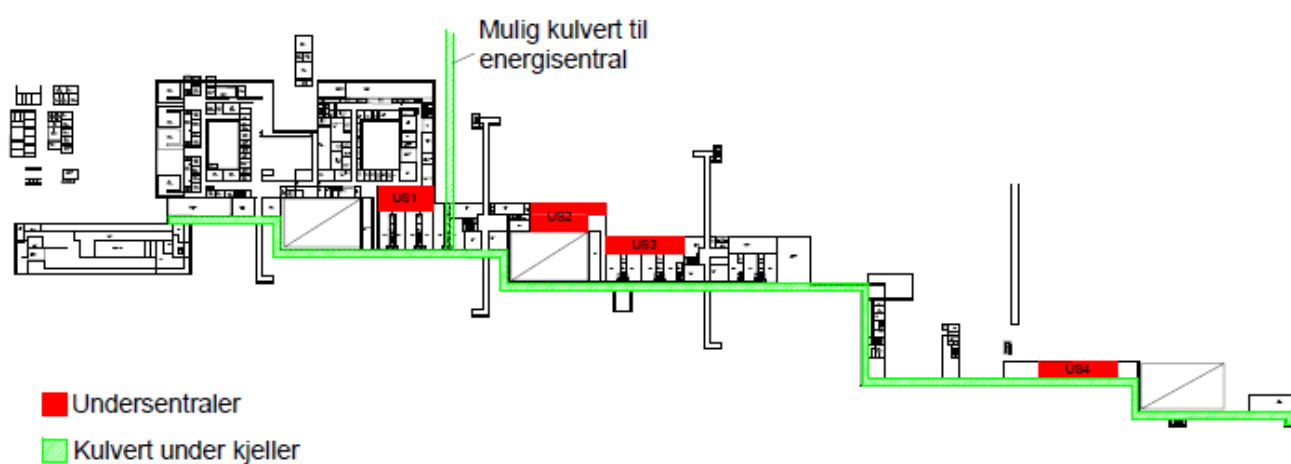
Grensesnittet mot Drammen Fjernvarme blir her etter veksler for fjernvarme og etter veksler for frikjøling, som vist i figuren. Denne løsningen gir minst installasjoner for sykehuset, og mye av ansvarsforholdet havner hos Drammen Fjernvarme. Samtidig gir kjølemaskinene god leveransesikkerhet på kjølesiden. Ettersom det vil være lange perioder med samtidig kjøle- og varmebehov vil det være stort potensial for å benytte overskuddsvarmen fra kjølemaskinene til oppvarming.

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 4 undersentraler i kjeller hvor veksler for varme og kjøling for de ulike varme- og kjølekursene innenfor hver sone plasseres. Her blir også tappevannsvarmepumper og akkumuleringstanker etc. plassert.

Ulempen ved å skille ut undersentralene i separate kurser med vekslere er at man taper temperatur ved hver veksling. På et sykehus veier imidlertid hensynet til sikkerhet tyngst. Ved en eventuell driftstans som f.eks lekkasje på sekundærkrets vil det kun lamme den aktuelle undersentralen og ikke hele sykehuset. Dette gir dermed stor leveransesikkerhet og høy oppetid for varme- og kjølesystemene.

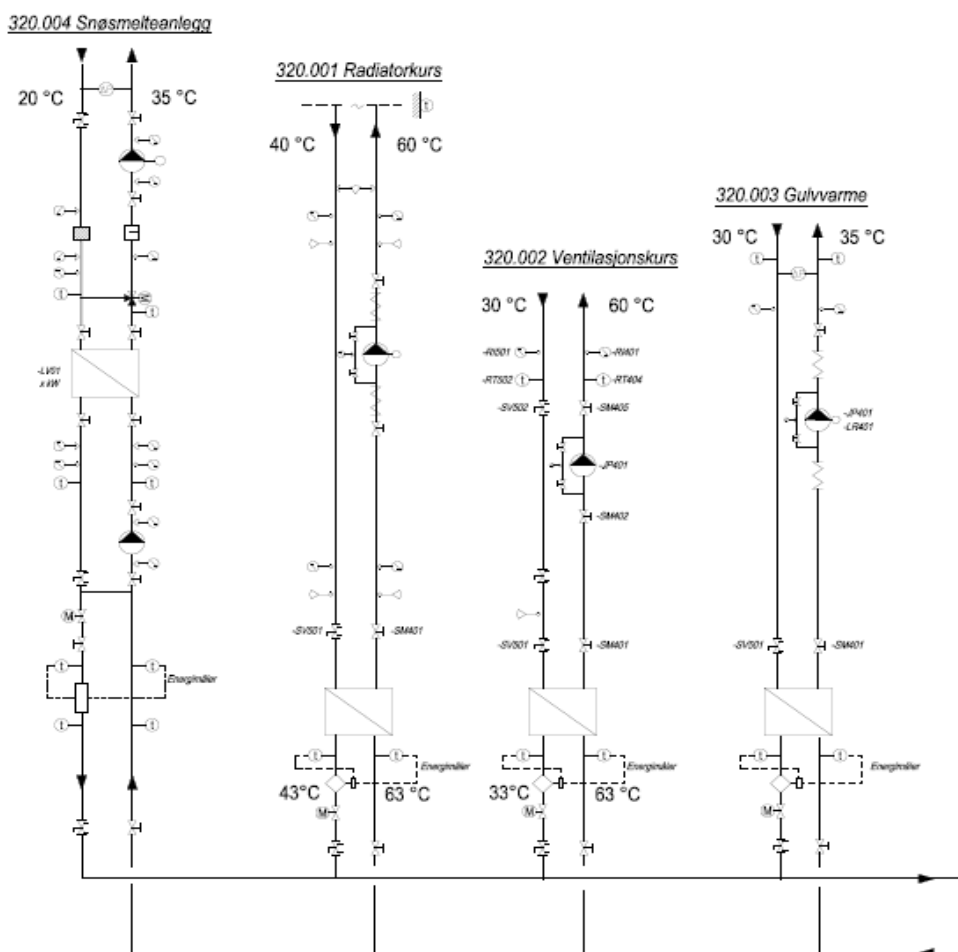
På figur 2 vises plasseringen av de fire undersentralene samt kulvert.



Figur 2: Undersentraler og kulvert

4.1 Varmedistribusjon

I undersentralene veksles varmekursen fra energisentralen mot kurser for radiatorvarme, ventilasjonsvarme og gulvvarme. I tillegg vil det i sentralene 1, 3 og 4 være kurs for snøsmelleanlegg. Oppdelingen av varmekursene er vist i figur 3:



Figur 3: Oppdeling av kurser for varmedistribusjon i undersentraler

4.1.1 Temperaturnivåer varmeanlegg

Det planlegges for lavtemperatur varmeanlegg, som samtidig er tilpasset de temperaturer som tilbys fra Drammen Fjernvarme.

Radiatorkurs

Det anbefales en tur/retur på 60 °C / 40 °C, da dette er i tråd med retningslinjer fra fjernvarmeleverandør. Dette er i tillegg godt tilpasset den planlagte varmepumpen i energisentralen. Radiatortype og størrelse på disse må vurderes tverrfaglig i forhold til temperaturnivået i radiatorkursen. Byggherre, arkitekt, VVS - rådgiver må i samarbeid vurdere forhold knyttet til varmebehovet, temperaturnivå i radiatorkurs, størrelse og oppbygging av de enkelte radiatorer. Erfaringsmessig vil lavtemperaturanlegg i sykehus gi relativt store radiatorer, noe som ikke er ønskelig i forhold til rengjøring. Forholdet må vurderes når belastning er kjent.

Fordi et sykehus har mange rom med individuelle romtemperaturkrav er det uheniktsmessig å planlegge med generell overtemperatur på tillufta ut fra aggregatene. Det er derfor planlagt med radiatorer for å dekke oppvarming av ventilasjonsluft, i tillegg til transmisjon og infiltrasjon. Det resterende behovet dekkes av ettervarming av ventilasjonsluft ute i kanalnettet i form av ettervarmebatterier. Det er mest rasjonelt at disse også betjenes av radiatorkursen, ettersom denne allikevel må ut til de enkelte soner/rom. Dermed kan ventilasjonskursen slås av om sommeren når det ikke går varme til varmebatterier i ventilasjonsaggregater.

Ventilasjonskurs

Denne betjener i hovedsak varmebatterier i ventilasjonsaggregatene. Temperaturnivå er her lagt på tur/retur på 60 °C / 30 °C, som også er i tråd med nivåene for fjernvarmeleveranse.

Gulvvarme

Gulvvarme prosjekteres for tur/retur 35 °C / 30 °C, og vil i første omgang være aktuelt i garderober.

Snøsmelteanlegg

Snøsmelt prosjekteres for tur/retur 35 °C / 20 °C.

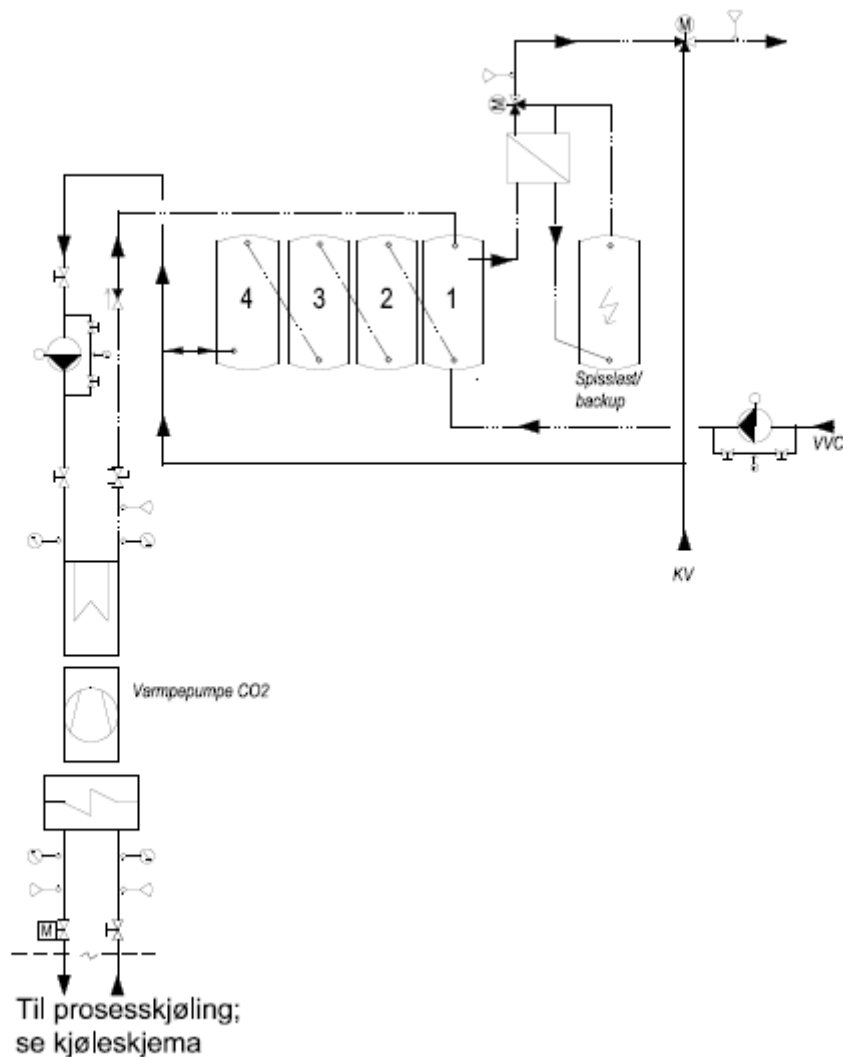
Fastlegging av temperaturnivåer for varmeanlegget må være gjenstand for videre arbeid og diskusjon i neste fase av prosjektet.

4.2 Tappevannsproduksjon 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.

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. Det varme vannet går så videre via en elektrisk bereder som fungerer både som temperaturspissing og sikrer nødvendig oppholdstid. Denne vil også fungere som backup dersom varmepumpen skulle stoppe.

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.



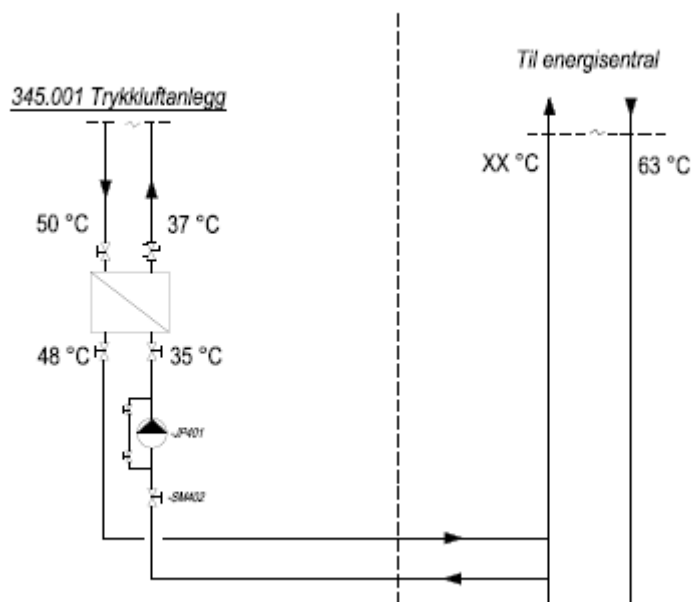
Figur 4: Oppbygning av tappevannssystem med CO2-varmepumpe.

For å øke forsyningsikkerheten plasseres tappevannsvarmepumpe ute i undersentralene. Disse benytter returen for isvann fra prosesskjøling og lokal kjøling som lavtemperaturkilde via en intern distribusjon mellom undersentralene. Dette sikrer tilgang til varmekilde for varmepumpene og tar dermed høyde for ujevnt behov for kjøling og tappevann i hver enkelt undersentral.

I forhold til konsesjonsbetingelser for fjernvarme er denne løsningen et avvik. Imidlertid viser beregninger at hele varmebehovet dekkes av varmepumpe, og el-kjelen er kun spisslast og backup.

4.3 Gjenvinning av energi fra trykkluftproduksjon

Det er planlagt to stk trykklufanlegg på sykehuset. Overskuddsvarme fra disse trykklufanleggene kan gjenvinnes ved at den veksles mot returledningen for hovedkursen til varmeanlegget. Denne returledningen vil ha en temperatur på rundt 35 °C, slik at kompressorvarmen fra trykklufanlegget kan kjøles ned fra 50 °C til rundt 37 °C. Prinsippet for dette er vist i figur 5.



Figur 5: gjenvinning av overskuddsvarme fra trykkluftanlegg

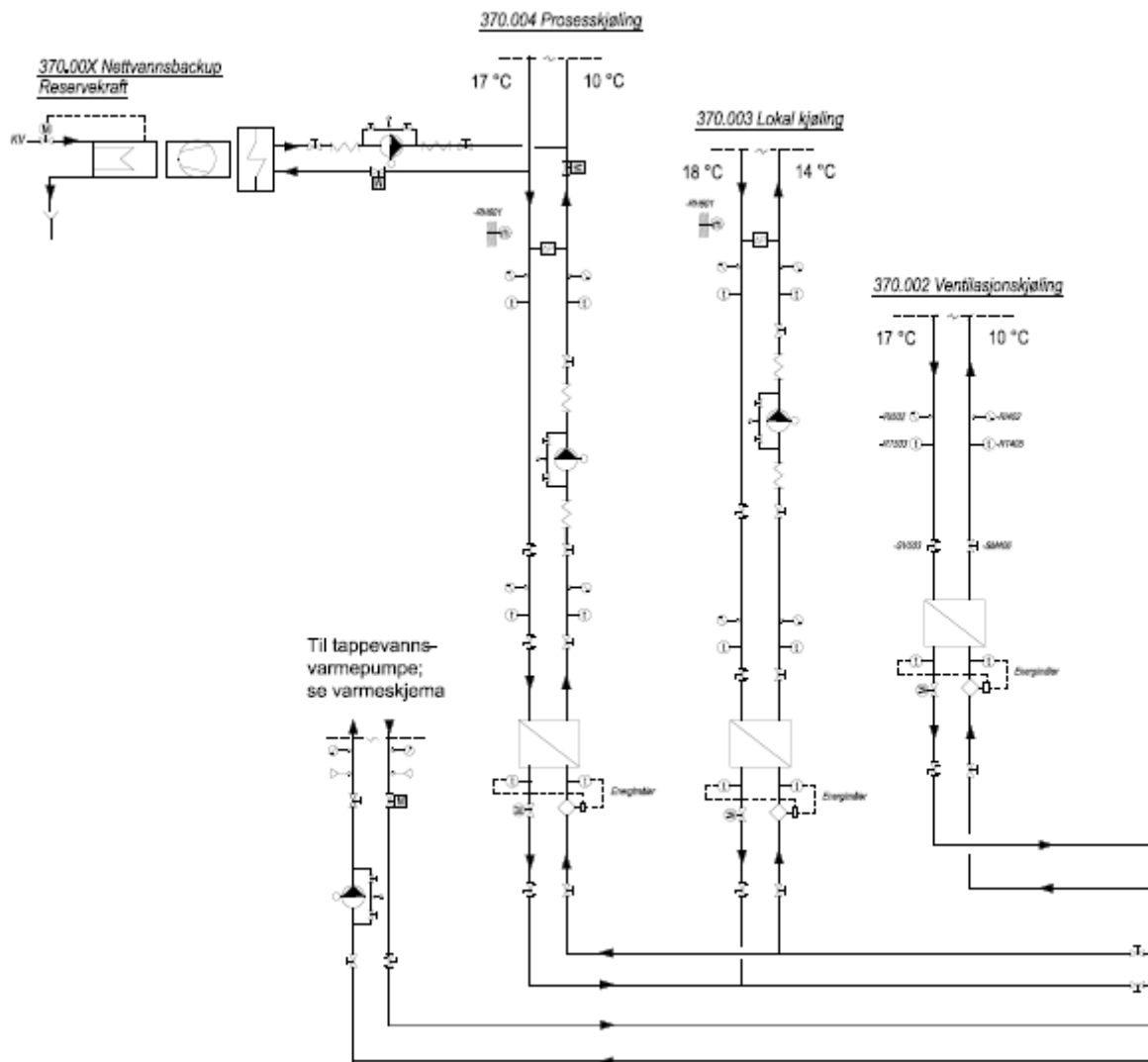
Andelen fjernvarme som må kjøpes fra Drammen Fjernvarme blir da redusert ettersom returtemperaturen på hovedkursen blir hevet. Denne varmegjenvinningen vil skje i undersentral 1 og 3, da de ligger nærmest trykkluftsentralene

Ettersom det vil være varmebehov store deler av året, er det stort potensial for denne varmegjenvinningen. I de perioder hvor det ikke er varmebehov vil overskuddsvarmen fra trykkluftproduksjonen fjernes via isvann, som i et ordinært trykkluftanlegg.

4.4 Kjøledistribusjon

I undersentralene veksles de to kjølekursene mot kursene for ventilasjon, lokal kjøling og prosesskjøling. Kjølebehovet i kursene for lokal kjøling og prosesskjøling benyttes som lavtemperaturkilde til tappevannsvarmepumpen.

På figur 6 vises oppdelingen av kjølekurser i undersentraler.



Figur 6: Fordeling kjølekurser i undersentraler

4.4.1 Backup for prosesskjøling

Som vist er det plassert en nettvannskjølt kjølemaskin på sekundærsiden som backup ved svikt i kjøleleveranse fra primærsystemet (f.eks ved strømstans). Denne skal være tilkoblet nødstrømsaggregat.

4.4.2 Temperaturnivå kjøleanlegg

Det planlegges for høytemperatur kjøledistribusjon. Slik reduseres faren for kondens på rørføringer og utstyr, og det gir også et mer energieffektivt system med mindre tap. Desto høyere temperatur på isvannet, jo høyere er i tillegg utnyttelsespotensialet for frikjøling fra sjøvannet.

Ventilasjonskurs

Denne betjener kjølebatterier i ventilasjonsaggregatene, og legges på tur/retur 10 °C / 17 °C

Prosesskjøling

Planlegges for tur/retur 10 °C / 17 °C

Lokal kjøling

Dette inkluderer fancoiler, kjølebafler og kombibafler, men også etterbehandling av ventilasjonsluft i form av kjølebatterier ute i distribusjonssystemet. Ettersom kursen for lokal kjøling uansett må ut til de ulike soner er det derfor mest rasjonelt at denne også benyttes til etterkjøling av ventilasjonsluft. Denne kursen planlegges for tur/retur 14 °C / 18 °C.

Fastlegging av temperaturnivåer for kjøleanlegget må være gjenstand for videre arbeid og diskusjon i neste fase av prosjektet.

5 Eierskapsmodell og drift

De planlagte undersentralene gir klare grensesnitt mellom energiproduksjon og forbrukssted, noe som muliggjør en eventuell "outsourcing" av energisentralen med tilhørende distribusjonsnett og undersentraler. Dette gjelder både for bygging og drift.

Det er altså mulighet for å selge eller outsource produksjon og distribusjon av varme og kjøling. En slik outsourcing kan omfatte både selve energisentralen, distribusjonsnett i kulverter og de fire undersentralene.

Et eventuelt salg eller outsourcing kan være til, men er ikke begrenset av at skjer til Drammen Fjernvarme. Det vil være mange aktuelle kjøpere/utbyggere og/eller driftere.

6 Oppsummering og videre arbeid

Det er her vist hvordan energisentralen kan bygges opp basert på leveranser fra Drammen Fjernvarme for varme og kjøling, og med egen backup både for kjøle- og varmelieferanser. Oppdeling i undersentraler gir god leveringssikkerhet, mens utnyttning av prosesskjøling til tappevannsvarmepumpe og gjenvinning av overskuddsvarme fra trykkluft gir god energieffektivitet.

Forhold som må avklares i forprosjektet:

- Kapasitet og betingelser på kjøle- og varmelieferansen fra Drammen Fjernvarme.
- Sykehusets kapasitetsbehov og størrelse på hovedkomponenter i anlegget.
- Behov for backup og redundans, gjelder både varme- og kjøleanlegg.