

KRISTIANSUND KOMMUNE

OPERA- OG KULTURHUS I KRISTIANSUND

ADRESSE COWI AS
Grenseveien 88
0605 Oslo
TLF +47 02694
WWW cowi.no

OVERORDNET VURDERING AV TERMISK ENERGIFORSYNING

INNHOOLD

1	Grunnlag for vurdering av termisk energiforsyning	2
1.1	Energiutredning Kristiansund kommune	2
1.2	Klima- og energiplan	2
2	Kriterier for energibehov	3
2.1	Energiambisjon	3
2.2	Energibehov	4
3	Energifleksibilitet og energiforsyning	5
4	Alternative energikilder	5
4.1	Varmepumpe	5
4.2	Bioenergi	7
4.3	Gass	8
4.4	Solenergi	8
4.5	Fjernvarme	9
5	Investeringer og lønnsomhet	11
5.1	Aktuelle løsninger	11
5.2	Fordeler og ulemper ved aktuelle løsninger	12
6	Oppsummering	13
7	Referanser	14
8	Vedlegg	14
8.1	Plassering av brønnpark	14

OPPDRAGSNR. A012773
DOKUMENTNR. NOT001V
VERSJON 2.0
UTGIVELSESDATO 04.12.2012/15.01.2013/13.01.2014
UTARBEIDET OKE
KONTROLLERT AES
GODKJENT OKE

1 Grunnlag for vurdering av termisk energiforsyning

Det nye Opera- og kulturhus i Kristiansund ligger i sentrum, hvor operadelen integreres med eksisterende bygg; Langveien skole og Folkets hus. Det samlede etasjeareal er ca. 14 800 m². Det vil bli utarbeidet detaljregulering med konsekvensutredning for det nye operakvartal. Denne energivurderingen er blant annet en del av dette arbeidet.

1.1 Energiutredning Kristiansund kommune

Netteiere er pålagt å utarbeide energiutredninger i sine områder, og disse skal oppdateres årlig. I Energiutredning Kristiansund kommune 2011 [1] fremgår det at NEAS i 2009 fikk konsesjon fra NVE til å bygge ut fjernvarme i Kristiansund. Konsesjonene gjelder for to områder, henholdsvis Kirkelandet-Hagelin og Løkkemyra.

Kristiansund kommune har anledning til å pålegge tilknytningsplikt til fjernvarmeanlegg, men dette forutsetter at det er gitt fjernvarmekonsesjon for det aktuelle område og at utbygging blir realisert.

1.2 Klima- og energiplan

Klima- og energiplan for Kristiansund kommune 2009-2012 [2] er utarbeidet med økonomisk bistand fra Enova, som derfor har satt en del krav ved utarbeidelsen av planen. Gjennom arbeidet er det blant annet sett på potensielle endringer i energibruk i Kristiansund kommune i de kommende årene. Det har vist seg at kommunen ikke har gode rutiner på oversikt over intern energibruk, og i denne sammenhengen er det utviklet ulike mål som skal opp til vurdering i slutten av perioden. Kommunen skal blant annet kartlegge energibruken og sparepotensialet i kommunale formålsbygg og iverksette effektiv energistyring i kommunale bygg. Utdrag fra mål for organisasjonen Kristiansund kommune:

- › Kommunen skal redusere spesifikk energibruk i egne bygg med 10 % innen 2012, og med 20 % innen 2020.
- › Ny fornybar energi og/eller fjernvarme skal dekke minimum 5 % av kommunens oppvarmingsbehov innen 2015 og 10 % innen 2020.
- › Elektrisitetsbruken hos hver enkel husstand skal i snitt reduseres med 5 % fra 1990 til 2012, og med 20 % innen 2020 uten at andelen fornybar energi reduseres.
- › I forhold til fjernvarmeplanene omtalt i forrige avsnitt er følgende tiltak satt: "Ved etablering av fjernvarmeanlegg vil kommunene kreve tilknytningsplikt for nye boligfelt, nye bygg og større rehabiliteringer av bygg der fjernvarme er tilgjengelig".

2 Kriterier for energibehov

Det skal bygges ca. 14 800 m² opera- og kulturhus hvor ca. 2/3 deler er nybygg og den siste 1/3 er rehabilitering. Bygget skal i tillegg til å være opera- og kulturhus inneholde flere funksjoner, som bibliotek, museum og kulturskole. Det er derfor behov for å vurdere disse de ulike bygningsfunksjoner hver for seg i forhold til energibehov og krav til energieffektivitet.

EUs Bygningsenergidirektiv og Fornybardirektiv setter krav til energieffektivitet og ny fornybar energi, og implementeres i byggeregler i alle EU og EØS-land. Revidert EU-Bygningsenergidirektiv (EPBD) fra 2012 sier følgende: " alle bygg i 2020 skal være tilnærmet selvforsynte med energi ("nesten nullenergibygging")". I tillegg skal; Offentlig sektor skal eie og leie bygninger med tilnærmet "nullenergistandard" etter 2018.

Teksten i Stortingsmelding 21, Norsk klimapolitikk [3], levner ingen tvil: "Regjeringen vil skjerpe kravene i byggeteknisk forskrift til passivhusnivå i 2015 og nesten nullenergihus i 2020. Regjeringen vil senere fastsette bestemmelser som definerer passivhusnivå og nesten nullenerginivå. Beslutningen om kravnivå gjøres på bakgrunn av utredninger av samfunnsøkonomiske og helsemessige konsekvenser og kompetansen i byggenæringen."

2.1 Energiambisjon

Prosjektgruppens energiambisjon er redegjort for i notat «Energiambisjon-prosjekteringsgruppens anbefaling» datert 30.11.2012, og det tas utgangspunkt det beskrevne ambisjonsnivå.

Det antas at bygget vil ha byggestart i 2015 forutsatt bevilgning i 2013, og med ferdigstillelse i 2018 er det naturlig som minimum å planlegge bygget etter de krav som på det tidspunktet vil være minstekravet.

2.1.1 Lavenerginivå

De to eksisterende bygninger – Langveien skole (1920-tallet) hvor deler rives og Folkets hus (1960-tallet) forutsettes rehabilitert så bra det lar seg gjøre med tanke på fukt- og kondensproblematikker – tilsvarende en rehabilitering som kan gi bygningene status som tilsvarende lavenerginivå.

Sentrale elementer for å redusere energibehovet:

Reduser varmetapet gjennom:

- › ekstraisolert bygning
- › lufttett bygning og balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning

Ved rehabilitering av eksisterende bygg til lavenerginivå eller lavere vil det totale energibehovet reduseres betraktelig.

2.1.2 Passivhusnivå

I år 2015 forventes det at den generelle standard for alle nye bygg er passivhusnivå. Dette legges til grunn for nybyggene i prosjektet.

Dette innebærer at bygget skal være tilnærmet selvforsynt, slik at det ikke skal tilføres annen kjøpt energi enn det som er nødvendig til belysning og drift av utstyr. Varmetilskudd fra personer og utstyr skal være nok til å holde varmen i huset uten ytterligere varmetilskudd, og termisk energibehov vil bli redusert til et minimum.

Passivhus begrepet innebærer ekstraisolert bygningskropp med minimale luftlekkasjer og kuldebroer, og med styrt ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning.

Dette fører til et kraftig redusert effektbehov til romoppvarming som gir anledning til forenkling, og dermed kostnadsreduksjon av varmeanlegget.

Behov for distribusjonssystem for varmen inne i huset reduseres også. Et passivhus må ha minimalt varmetap, og derfor må det isoleres, og tettes vesentlig bedre enn andre hus, det må ha balansert ventilasjon med varmegjenvinning og solfangere til oppvarming av varmt tappevann.

2.2 Energibehov

I norsk standard NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger [4] er energirammekravet ikke definert for de enkelte bygg kategorier. Derimot er det definert ulike minstekrav på ulike bygningsdeler og tekniske installasjoner samt et varmetapstall som er ulik i forhold til plassering av bygget.

Prosjektrapport 42 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygg [5], hvilket er forløperen for NS 3701:2012 er det definert krav til maksimalt energibehov til oppvarming og kjøling.

KRAV TIL MAKS. OPPVARMINGS- OG KJØLEBEHOV - basert på:	Passivhus	Lavenergi
Prosjektrapport 42: Kriterier for passivhus- og lavenergibygge - Yrkesbygg	[kWh/m ² år]	[kWh/m ² år]
Årlig oppvarmingsbehov (romoppvarming og ventilasjonvarme)	25	50
Energibehov kjøling (netto)	10	15

På tross av NS 3701:2012 har tatt over vil disse tall kunne gi grovt overslag på et energibehov til oppvarming (og kjøling). Forutsettes ca. 14 800 m² og en fordeling ca. 2/3 deler er nybygg (passivhus-nivå:2009) og den siste 1/3 er rehabilitering (lavenergi-nivå:2009) fås et energibehov til oppvarming på 501 MWh og et energibehov til kjøling på 174 MWh – altså et termisk energibehov på ca. 675 MWh.

ENERGIBEHOV - basert på:	Passivhus	Lavenergi	Sum - total
Prosjektrapport 42: Kriterier for passivhus- og lavenergibygge - Yrkesbygg	[kWh/år]	[kWh/år]	[kWh/år]
Årlig oppvarmingsbehov (romoppvarming og ventilasjonvarme)	238 650	262 700	501 350
Energibehov kjøling (netto)	95 460	78 810	174 270
			675 620

Erfaring tilsier at slike bygg vil ha et like stort eller større behov for kjøling enn varme med tanke på interne laster for sceneteknisk utstyr mv., og dermed kan det forventes et samlet termisk energibehov på ca. 1 GWh. Dette tallet må selvsagt verifiseres gjennom ytterligere beregninger basert på det konkrete bygg, den konkrete lokalisering samt opplysningene om interne laster.

3 Energifleksibilitet og energiforsyning

TEK 10 § 14-7 avsnittet vedrørende energiforsyning angir at bygninger over 500 m² oppvarmet BRA skal prosjekteres og utføres slik at minimum 60 % av netto varmebehov kan dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brensler hos sluttbruker.

Det er stadig mer fokus på energifleksibilitet, og muligheten for bruk av andre energikilder enn elektrisitet og olje. Tidligere var det vanligere å bygge hus med direkte elektrisk oppvarming i panelovner eller varmekabler, men da er man bundet til å varme opp huset med elektrisitet i overskuelig fremtid, eller bygge om. Dette gir begrenset fleksibilitet.

Ved å installere vannbåren varme i bygget har man lagt til rette for energifleksibilitet, og er ikke bundet til en bestemt energikilde. Det legger også til rette for mulige felles varmeløsninger med fjernvarme.

Et vannbårent distribusjonssystem består som regel av varmerør i gulv (vannbåren gulvvarme), radiatorer montert på vegg, eller en kombinasjon av disse to. Varme i gulvet gir store varmeflater og er godt egnet for lavtemperatursystem, som gjør det mer gunstig for varmepumper, samtidig som det også gir god varmekomfort.

4 Alternative energikilder

Når man har etablert vannbåren varmedistribusjon, er det mulig å forsyne systemet med varme fra mange ulike energikilder. Tradisjonelt har elektrisitet og olje vært mest brukt, men både økonomi og miljøhensyn og ikke minst krav i «Forskrift om tekniske krav til byggverk» trekker opp grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge.

4.1 Varmepumpe

I hovedsak fins det fire typer varmepumper. De ulike typer er:

- › luft/luft varmepumpe
- › luft/vann varmepumpe
- › avtrekk- og ventilasjonsvarmepumpe
- › vann/vann varmepumpe

Luft/luft og luft/vann varmepumper har den ulempe de avgir mindre varme de periodene, hvor det er størst behov. Fuktig og saltholdig luft ute forkorter levetiden

til varmepumpens utedel samtidig med at utedelen kan avgi noe lyd. Investeringstkostnadene for slike anlegg er lave i forhold til de øvrige typer.

Luft/luft og luft/vann varmepumper vurderes som uhensiktsmessige med tanke på at de avgir mindre varme de periodene, hvor det er størst behov. Dessuten vil fuktig og saltholdig luft ute forkorte levetiden til varmepumpens utedel.

I opera- og kulturhusets arkitektur må det innarbeides plassering av relativt store utedeler samtidig med at disse utedeler vil avgi noe støy. Dette vil gå på bekostning av tomtens utnyttelsesgrad, arkitekturer, støy/akustikk mv.

Investeringstkostnadene for slike anlegg er lave i forhold til de øvrige typer.

COWI vurderer denne løsningen som lite egnet for Opera- og kulturhuset.

Ventilasjonsvarmepumper og avtrekksvarmepumper kan brukes for oppvarming av tilluft, tappevann og eventuelt romoppvarming. En ulempe er at ventilasjonsluft som varmekilde har en begrenset mengde energi som kan avgis i løpet av et år. Dette medfører at disse varmepumpene har en lavere energibesparelse enn mange andre varmepumper gjennom året. Varmepumpen er kun i drift når ventilasjonsanlegget er i gang.

Vann/vann varmepumper henter energi fra en kilde som har en mye jevnere temperatur enn luftbaserte varmepumper. Derfor har også denne typen den klart beste teknologien for energisparing, du får igjen 3 til 4 ganger så mye varme som den energien(strømmen) du tilfører.

Generelle fordeler med vann/vann varmepumper:

- › De gir høyere energisparing enn luftvarmepumpene fordi varmekilden har relativt høy temperatur hele året.
- › Varmen fordeles godt i hele huset.
- › Varmepumpen dekker store deler av boligens varmtvannsbehov.
- › Både det utvendige og innvendige systemet er skjult.
- › Varmepumpen har lengre levetid enn for eksempel luft/luft varmepumper.
- › De er veldig driftssikre.
- › Varmepumpen avgir ingen eller liten lyd inne og ute.

Det finnes 4 ulike typer vann/vann varmepumper:

- › Jordvarmepumpe som henter energi fra nedgravde slanger i jorda.
- › Grunnvarmepumpe som henter energi fra grunnvannet.
- › Sjøvarmepumpe som henter energi fra slanger som senkes ned i sjøen.
- › Bergvarmepumpe som henter energi fra et borehull i bakken.

Jordvarmepumpe utnytter den lagrede solenergien i jorda ved at en slange på 150 - 400 meters lengde graves ned i jorda. En jordvarmepumpe egner seg godt for en bygg med store utearealer tilgjengelig – eksempelvis nærliggende fotballbaner, parkering etc.

En grunnvanns-varmepumpe pumper grunnvann opp til en varmeveksler som henter ut varmen. En grunnvannsvarmepumpe forutsetter at det er tilstrekkelige mengder grunnvann tilgjengelig samtidig kan dette føre til grunnvannssenkning som kan medføre store geotekniske utfordringer. Det er ikke gjort undersøkelser som kan påvise store grunnvannsmengder eller andre geotekniske undersøkelser.

Sjøvannsvarmepumper henter varme fra sjøvann. Sjøvann er en varmekilde vi har god tilgang til i store deler av landet og 60-100 meter under overflaten holder vannet jevn temperatur året rundt. Groing i inntaksrør og på veksler er ulemper som vil redusere varmepumpens varmemytelse.

Etter kontakt med Kristiansund og Nordmøre Havn IKS har COWI fått tilgang på havnkart med dybder, og herav fremgår det at det vil være veldig lang fra lokaliteten til det nye opera- og kulturhus og til et inntaksområde som vil være egnet. Korteste vei til havn er ca. 250 – 300 meter gjennom bynært område - denne trase alene vil være forbundet med store kostnader. I tillegg må det etableres veksler og fasiliteter for dette nære havnebassenget. Løsningen er mulig, men lønnsomheten vil være svært dårlig og selv ikke prosjekt av opera- og kulturhuset vil kunne bære en slik løsning alene.

COWI vurderer denne løsningen som lite egnet for Opera- og kulturhuset.

Bergvarmepumper henter varmen fra grunnfjellet ved boligen ved hjelp av et vannbårent fordelingsystem. Dypere enn 10 meter ned i fjellgrunnen er temperaturen jevn nesten hele året.

Brønnene er koplet opp mot varmepumpe-/kjølesystemet. Om sommeren pumper energibæreren fra de kalde brønner og brukes til nedkjøling før det returnerer til varme brønner. Om vinteren snus prosessen slik at det hentes varme fra de varme brønner for å utnytte varmen i varmepumpen før det pumper tilbake i de kalde brønnene. Bergvarmepumpen er den mest benyttede vann/vann varmepumpeløsningen i Norge.

COWI vurderer denne løsningen som egnet for Opera- og kulturhuset, og et av alternativene som utredes videre.

4.2 Bioenergi

Biovarme er svært miljøvennlig alternativ, men medfører forurensning lokalt gjennom utslipp av røyk (sot og partikkelforurensning). Tilfredsstiller myndighetenes krav til fornybar energi.

Egner seg best som grunnlast opp til 80 % og derfor anbefales det å installere annen energikilde som spisslast. Biovarmeanlegg utgjør relativt høy investeringskostnad.

I Norge er det begrenset produksjon av pellets som også krever store arealer forsyningssystem og tank innendørs eller utendørs. Utendørs tank bør ikke graves ned. Flisfyring vil kreve enda større arealer, men er noe mer tilgjengelig.

Det må i tillegg etableres en kjølemaskin for å dekke kjølebehovet.

Bruk av biomasse til oppvarming krever store arealer forsyningssystem og tank innendørs eller utendørs. Utendørs tank bør ikke graves ned. Forbrenning av biomassen medfører etablering av skorstein for utslipp av røyk. Og selv om biovarme er svært miljøvennlig alternativ vil det medføre lokal forurensning gjennom utslipp av røyk (sot og partikkelforurensning).

Og i tillegg må det etableres kjølemaskiner i tillegg for å dekke kjølebehovet. Dette vil ikke bli enkelt med tanke på utnyttelsesgraden av tomten, arkitekturer, støy/akustikk mv.

Investeringskostnadene for et slikt anlegg er høy i forhold til de øvrige typer.

COWI vurderer denne løsningen som lite egnet for Opera- og kulturhuset.

4.3 Gass

Gass er et fossilt brensel som bidrar til øket CO₂-innhold i atmosfæren. Det er altså ikke noen fornybar energikilde. Det kan allikevel være aktuelt å benytte gass som spisslast i en varmesentral som et alternativ til olje eller elektrisitet.

Gass må fraktes til bygget, da det ikke ligger et forsyningsnett i gaten på utsiden av bygget. Dette vil medføre en stor gasstank med nødvendige sikkerhetstiltak. Det vil bli vanskelig å få plassert gassanlegg i varmesentralen i bygget, da forskriftene stiller strenge krav til utforming av teknisk rom for gassanlegg. I veiledningen til forskriftene (utarbeidet av Direktoratet for sikkerhet og beredskap) anbefales det at et slikt fyrrom plasseres så uavhengig av resten av bygningen som mulig. Bl.a. skal det være avlastingsflate i vegg, port eller vindusflate. Avlastingsflate i tak aksepteres normalt ikke. Sekundærskader pga. f.eks. glassplinter skal unngås. I tillegg må det etableres skorstein

Opprinnelsen til gassen vil avgjøre om den tilfredsstiller myndighetenes krav til andel fornybar energi. Naturgass regnes for eksempel ikke som fornybar, mens biogass regnes som fornybar.

I tillegg må det etableres kjølemaskiner i tillegg for å dekke kjølebehovet. Dette vil ha negativ innvirkning på utnyttelsesgraden, arkitekturen, støy/akustikk mv. Investeringskostnadene for et slikt anlegg er høye.

COWI vurderer denne løsningen som lite egnet for Opera- og kulturhuset.

4.4 Solenergi

Solenergi (aktiv solenergi) kan i hovedsak tilføres bygget på to måter:

- › Bygninger kan aktivt varmes opp ved hjelp av solfangere og et varmelager som oftest er en akkumuleringstank.

- › Solstråling kan utnyttes i solceller der solinnstrålingen omformes direkte til elektrisk energi.

I tillegg kan bygninger også varmes opp «passivt», dvs. ved innstråling gjennom vinduer, tak og vegger. Dette designelementet tar utgangspunkt i passiv energidesign som reduserer energibehovet. Vi vil vurdere følgende tiltak i forbindelse med designet av bygget:

- › Metoder for solavskjerming for å unngå overoppheting og dermed redusere kjølebehov
- › Minimere transmisjonstap gjennom klimaskjermen
- › Tett klimaskjerm for å redusere infiltrasjonstap
- › Vurdering av glasskvaliteter med tanke på termiske egenskaper
- › Bygningsfysisk design for dagslysutnyttelse og optimalisering i forhold til energiutnyttelse
- › Utnyttelse av termisk masse

Solenergi er også svært miljøvennlig, og vil tilfredsstille myndighetenes krav til fornybar energi. Egner seg best som supplement til annen energikilde, og utgjør en relativt kostbar investering.

Solfangeranlegg må suppleres med tilskuddsvarme fra høytemperatur varmekilder som bioenergi, olje, gass eller elektrisitet. Dette må koples inn i varmedistribusjonskretsen (utenom varmelageret) etter behov.

Både en solfangerløsning og solcellepaneler vil kunne endre uttrykket på bygget, men det fins løsninger hvor solcellene kan integreres i glasset på bygget.

Det må etableres en kjølemaskin i tillegg for å dekke kjølebehovet.

Investeringskostnadene for solenergi er så høye at disse ikke egner seg som grunnlast. I tillegg vil det være utfordringer forbundet med arkitekturen i forbindelsen med å integrere de aktive solenergi elementer.

Som spisslast er det lite sannsynlig at dette vil fungere, grunnet at når behovet for energi er størst, er solenergien er på sitt laveste.

Derimot vil aktiv solenergi kunne være et supplement til øvrige typer.

Det må etableres kjølemaskiner i tillegg for å dekke kjølebehovet.

COWI vurderer løsninger vedrørende passive tiltak som grunnleggende for å oppnå et godt bygg. De aktive løsningene vil kunne være egnede som supplement til annen energikilde.

4.5 Fjernvarme

Fjernvarme er det mest energifleksible distribusjonssystemet for varme. Det kan til enhver tid utnytte flere ulike energikilder som bioenergi, spillvarme, olje, gass

m.m. Videre vil også eventuelle fremtidige, fornybare energikilder kunne implementeres.

Fjernvarme krever minst installasjoner i bygget, er enklest å drifte, og kan stå for hele energiforsyningen for varme. Det vil ikke være behov alternativ energikilde.

NEAS fikk i 2009 konsesjon fra NVE til å bygge ut fjernvarme i Kristiansund. Konsesjonene gjelder for to områder, hhv Kirkelandet-Hagelin og Løkkemyra. Det er i dag ikke utbygd fjernvarmenett i området, men det foreligger planer for utbygging som også har tatt høyde for leveranse til et fremtidig kulturhus.

Utbygging er ikke besluttet, men beslutningen er nær og forventet 1. halvår 2013. Dersom det besluttes utbygging er det hjemmel i plan- og bygningsloven § 27-5 for tilknytningsplikt. Det betyr at nye bygninger da skal utstyres med varmeanlegg slik at fjernvarme kan nyttes for romoppvarming, ventilasjonsvarme og varmtvann.

Ved eventuell beslutning om utbygging vil NEAS tilby fjernvarmeleveranse. I en overgangsperiode, hvis kulturbygget står ferdig før utbyggingen av fjernvarme, vil NEAS kunne tilby en overgangsløsning.

I forbindelse med Opera- og kulturhuset forventes et betydelig kjølebehov. Dersom kjølebehovet skal kombineres med fjernvarmeforsyning er det alternative løsninger så som:

- › Luftkjølt dx aggregater
- › Luftkjølt isvann eller varmepumpe
- › Luftkjølt isvannsmaskinen med frikjøling
- › Isvannsaggregat med fjernkondensatorer

Felles for disse løsningene er at disse nyttiggjør seg av uteluften til å kjøle. Tomten hvor på Opera- og kulturhuset skal bygges er utnyttet i slik grad at eventuelle kjølemaskiner må plasseres på taket av bygget. En vurdering av omfanget av førnevnte anlegg vil antakelig kreve største parten av takflaten nedenfor scenetårnet i en høyde på ca. 1,8 – 2 meter.

I henhold til Plan og bygningsloven § 27-5 andre ledd kan kommunen gjøre helt eller delvis unntak fra tilknytningsplikten i tilfeller der det kan dokumenteres at bruk av alternative løsninger for tiltaket vil være miljømessig bedre.

COWI vurderer denne løsningen som egnet for Opera- og kulturhuset, og et av alternativene som utredes videre.

5 Investeringer og lønnsomhet

Nedenstående alternativer er vurdert som de mest opplagte med tanke på tilgjengelighet og lønnsomhet.

<i>Alternativ:</i>	<i>Termisk energikilde</i>	<i>Oppvarmingssystem (energibehov)</i>	<i>Kjølesystem (energibehov)</i>
A	Berg/jord-til-vann varmpumpe med el som spisslast	Ca. 80 % varme-pumpe + ca. 20 % elektrokjel	90 – 100 % frikjøling fra brønnpark (0-10 % mekanisk kjøling)
B	Berg/jord-til-vann varmpumpe med fjernvarme som spisslast	Ca. 80 % varme-pumpe + ca. 20 % fjernvarme	90 – 100 % frikjøling fra brønnpark (0-10 % mekanisk kjøling)
C	Fjernvarme	100 % fjernvarme	100 % mekanisk kjøling

5.1 Aktuelle løsninger

5.1.1 Bergvarmepumpe

Et varmpumpeanlegg må ha plass til varmpumpe i teknisk rom i tillegg til brønner i grunnen. Vi anslår brønnbehovet - etter dagens krav til energiforsyning - til å være ca. 40 stk. á 250 meter dybde (avhenger av grunnforholdene). Dette krever et areal på ca. 3000 m² - avhengig utforming. Dette vil bli redusert om bygget blir realisert som et bygg bygget etter krav som enten passivhus eller lavenergi.

Varmpumpeanlegget vil av økonomiske og driftsmessige årsaker ikke bli prosjektert til mer å dekke grunnlasten. Grunnlast er den effekten opp til et visst nivå som skal til for å dekke det meste av årlig varmebehov på en mest mulig lønnsom måte. Fordelingen mellom grunnlast og spisslast er i praksis avhengig av stedlig klima, bygningens effektbehov over året og varmesystemets egenskaper. Vanligvis vil grunnlasten utgjøre 70-90 % av bygningens varmebehov over året.

Varmeanlegget må ha annen energikilde som spisslast og backup. Dette kan eksempelvis være elektrokjel eller fjernvarme.

5.1.2 Fjernvarme

Fjernvarme er det mest energifleksible distribusjonssystemet for varme, og vil kreve minst installasjoner i bygget. Samtidig er det enklest å drifte og kan stå for hele energiforsyningen. Det vil ikke være behov alternativ energikilde dog må det etableres kjølemaskiner i tillegg for å dekke kjølebehovet. Dette vil ha

innvirkninger i negativ retning på utnyttelsesgraden av tomten, arkitekturen, støy/akustikk mv.

5.2 Fordeler og ulemper ved aktuelle løsninger

NS 3031 Beregning av bygningers energiytelse [6] angir veiledende årsvirkningsgrader/effektfaktorer for nyere oppvarmingsystemer. Som det ses av nedenstående utdrag av tabell B.9 i NS 3031 er systemvirkningsgraden av et varmepumpebasert anlegg mer enn 2,5 gang bedre enn fjernvarme.

Energiforsyningssystem		Produksjons- virkningsgrad/ effektfaktor	Distribusjons- virkningsgrad	Regulerings- virkningsgrad	System- virkningsgrad/ system- effektfaktor
3.4	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, jord/fjell eller vann Luftbåren varmeavgivelse	2,60	1,00	0,90	2,34
3.5	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, jord/fjell eller vann. Vannbåren varmeavgivelse, gulvvarme	2,60	0,95	0,90	2,22
3.6	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, jord/fjell eller vann Vannbåren varmeavgivelse, radiatorer	2,50	0,95	0,95	2,26
4.1	Fjernvarme, luftbåren varmeavgivelse	0,98	0,95	0,90	0,84
4.2	Fjernvarme, vannbåren varmeavgivelse, gulvvarme	0,98	0,95	0,90	0,84
4.3	Fjernvarme, vannbåren varmeavgivelse, radiatorer	0,98	0,95	0,95	0,88

Dette får innvirkning på energiattesten på bygget. Energiattesten består av energikarakter (bokstav og en oppvarmingskarakter (farge)). Fjernvarme er definert som 30 % el/fossil og 70 % fornybar energi. På et bygg som opera- og kulturhuset vil dette kunne medføre en dårligere energikarakter ved å anvende fjernvarme mens oppvarmingsmerket vil kunne forbedres. Resultatet er at man enten velger bort fjernvarme eller reduserer ambisjonene.

Casestudies har vist muligheten er å kombinere eksempelvis en bergvarmepumpe (74 %) med fjernvarme (26 %) som spisslast medfører bedre energikarakter enn ved 100 % fjernvarme. Dette kan være aktuelt for byggeiere som pålegges fjernvarme, men ønsker å benytte varmepumpe – av flere årsaker (bruk av varme og kalde brønner for kjøling, mer prestisje i et bygg med energikarakter A enn i et B etc.) – samtidig med at det kanskje er lite attraktivt for fjernvarmeleverandøren kun å levere spisslast.

Følgende vil kunne gi bedre energikarakter

- › Ekstra isolert bygningskropp
- › Ekstra god varmegjenvinning og behovstyrt ventilasjon
- › Frekvensstyrte vifter/pumper

- › Superisolerte vinduer
- › Lavt kjølebehov
- › Solceller på taket
- › Solfanger på taket til å dekke oppvarming og tappevann
- › Lavtemperatur fordeling

Passivhus trenger aktive systemer til å utnytte solenergi til enten varmtvannsberedning eller strømproduksjon.

5.2.1 Kostnadsvurdering

Generelt sett vil det være en høyere investeringskostnad for et varmepumpeanlegg som benytter energibrønner enn et fjernvarmeanlegg. Isolert sett er varmepumpen er ofte den dyreste løsningen, men velger en å se det i sammenheng med investeringen i et mekanisk kjøleanlegg vil kostnadsbildet bli jevnet ut.

Det er viktig å understreke at kostnadsbetraktningene som er så langt er gjort er basert på antatte verdier for energi- og effektbehov samt investeringskostnader for etablering av energisentral, brønnpark, kjøleanlegg, tilknytning av fjernvarme og effektbidrag.

6 Oppsummering

De mest opplagte løsninger for det nye Opera- og kulturhus i Kristiansund med tanke på varmforsyningsanlegg er:

- › Berg/jord-til-vann varmepumpe med el som spisslast
- › Berg/jord-til-vann varmepumpe med fjernvarme som spisslast
- › Fjernvarme

COWI anbefaler løsningen med bergvarmepumpe som best egnet for Opera- og kulturhuset med tanke på at denne løsning både vil ivareta kravet om fornybar energi samtidig med at det liten grad må etableres eksterne kjølemaskiner.

Fjernvarme er den mest energifleksible løsning som også vil ivareta kravet om fornybar energi. Utfordring med fjernvarme er at hele byggets kjølebehov må dekkes av kjølemaskiner med eksterne enheter. Plassering av disse vil ikke bli enkelt med tanke på utnyttelsesgraden av tomten, arkitekturen, støy/akustikk mv.

Basert på fremtidige krav til energieffektivitet vil investeringskostnaden for de tre forskjellige løsninger være ganske like mens kostnader direkte t knyttet varmeproduksjon vil være lavere med varmepumpeløsningene. Samtidig vil frikjøling fra energibrønnparken kunne dekke store deler av kjølebehovet – som koster svært lite å drifte sammenlignet med tradisjonell mekanisk kjøling.

COWI anbefaler løsningen med bergvarmepumpe med enten el eller fjernvarme som spisslast. Det vises til vedlegg 8.1 med hensyn til plassering av brønnpark.

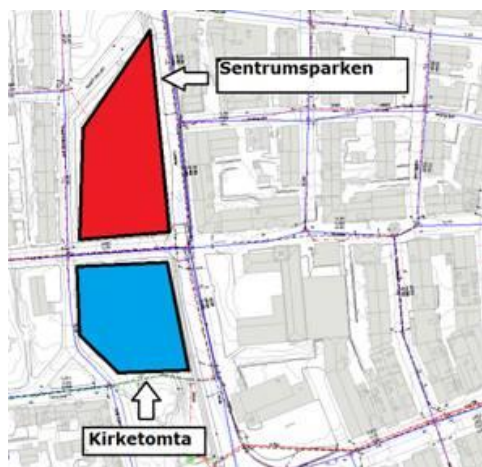
7 Referanser

- [1] Nordmøre Energiverk AS. Lokalenergiutredning 2011. 2011
Tilgjengelig fra: <http://neasnett.no/utredninger>
- [2] Kristiansund kommune. Klima- og energiplan for Kristiansund kommune 2009-2012. 2009. Tilgjengelig fra:
<http://www.kristiansund.kommune.no/kunde/filer/klimaplan-april2009.pdf>.
- [3] Stortingsmelding 21, Norsk klimapolitikk 2012
Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/regpubl/stmeld/2011-2012/meld-st-21-2011-2012.html?id=679374>
- [4] NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger, Norsk Standard. 2012.
- [5] Prosjektrapport 42 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygg, Sintef. 2009.
- [6] NS 3031:2007 + A1:2011 Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data, Norsk Standard. 2007/2011.

8 Vedlegg

8.1 Plassering av brønnpark

Det skal etableres en brønnpark med varme og kalde brønner som forsyningsanlegg for termisk energiforsyning.



Det mest aktuelle areal for brønnpark er angitt av Kristiansund kommune som Sentrumsparken, med Kirketomta som et mulig alternativ plassering.

Kartet er kun en omtrentlig skisse ment for illustrasjon – referanse Kristiansund kommune)