

Ansøgning om godkendelse af og dispensationer vedrørende
ATES-varmeforsyningsprojekt for Bispebjerg Hospital

Den 1. februar 2019
Bispebjerg Hospital
Bispebjerg Bakke 23
2450 N.V.

Indholdsfortegnelse

1. Baggrund og formål	3
2. Dispensationer og godkendelser	3
3. Sammenfatning	3
4. Ansvarlig for projektet	4
5. Københavns Kommunes regulering	4
6. Anden lovgivning	4
7. Forsyningsområde, varmebehov, tekniske anlæg, kapacitet og forsyningssikkerhed.	5
8. Tidsplan	5
9. Arealafståelser	5
10. Forsyningsselskab	5
11. Økonomiske konsekvenser for forbrugerne	7
12. Energi- og miljømæssige vurderinger	7
13. Selskabsøkonomi	8
14. Samfundsøkonomisk analyse	9
14.1 Referenceprojektet	10
14.2 Projektforslag	10
14.3 Samfundsøkonomisk analyse. Hovedresultater.	10
14.4 Samfundsøkonomisk konklusion	12
15. Teknisk løsning	12
16. Referencer	19
17. Bilag	19

1. Baggrund og formål

Bispebjerg Hospital ønsker at etablere et centralt grundvandskøle- og ATES-anlæg til køleformål (proces- og ventilationsluftskøling) og til opvarmningsformål (centralvarme) ved hjælp af eldrevne varmepumper.

Bispebjerg Hospital varmforsynes i dag med fjernvarme fra Hofor. I forbindelse med omhandlede projekt vil en del af fjernvarmebehovet i vintertiden blive erstattet af varme produceret med varmepumper. Varmekilden til varmepumperne er genvundet varme fra køling af hospitalet i sommertiden. Lageret er grundvandsmagasinet under Hospitalet.

Ved denne kombination af energianlæg kan der opnås den store energibesparelse og dermed en reduktion af udledning af miljøbelastende CO₂, SO₂ og NO_x når der sammenlignes med traditionelle, mekaniske kølekompressor anlæg og traditionel fjernvarmeforsyning.

Den foreliggende rapport er udarbejdet som projektbeskrivelse til Københavns Kommune med dokumentation for en samfundsøkonomisk beregning af et referenceprojekt og det ønskede projekt.

Der er gennemført en omfattende analyse af hvilken forsyning, der sikrer den bedste virksomhedsøkonomi for Bispebjerg Hospital på den ene side og den bedste samfundsøkonomi. Sammenfattende har det vist, at et ATES baseret anlæg til sikring af kølebehov og en del af varmebehovet på Bispebjerg Hospital udgør den bedste løsning. Da løsningen indebærer en etablering af en varmecentral med en kapacitet på ca. 4,7 MW, indebærer projektet et behov for dispensation i forhold til en række reguleringer.

Projektansøgningen er udarbejdet til opfyldelse af kravene til ansøgning om godkendelse af projekter jf. §23 i den gældende Projektbekendtgørelse (Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg BEK nr. 825 af 24.06.2016) /1/:

2. Dispensationer og godkendelser

Anlæg der er omfattet af Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg, skal godkendes af kommunalbestyrelsen. Der anmodes om godkendelse i henhold til Bekendtgørelsen.

Bispebjerg Hospital ligger i et område omfattet af kollektiv varmforsyning ved fjernvarme. På denne baggrund anmodes om dispensation for dette krav med baggrund i den samfundsøkonomiske fordel for anlægget, jf. projektbekendtgørelsens Bilag 1, nr. 1.

Blokvarmecentraler med en kapacitet over 3 MW skal som udgangspunkt etableres som kombinerede kraft- varmeanlæg. Dette anlæg anvender alene el som energiforsyning, og har alene køl og varme som potentiel produktion. Henset hertil anmodes om dispensation fra kravet om etablering af kombineret kraft- varmeproduktion.

3. Sammenfatning

Bispebjerg Hospital ønsker at etablere et centralt grundvandsbaseret varme og køleanlæg suppleret med kompressorløsning. Der søges om en række tilladelser og dispensationer, da anlægget vil erstatte fjernvarme fra HOFOR. Disse dispensationer forudsætter, at projektet udviser en bedre samfundsøkonomi end basisalternativet med fjernvarmeforsyning og særskilt køleløsning. Beregningerne viser en samfundsøkonomisk fordel for projektet med ca. 30,7 mio. kr. (21,8%). Beregningerne over følsomheder viser, at projektet i alle tilfælde udviser en positiv samfundsøkonomisk fordel, hvorfor det er Hospitalets opfattelse, at projektet bør nyde fremme.

4. Ansvarlig for projektet

Projektansvarlig er:

Region Hovedstaden - Bispebjerg Hospital

CVR nr. 30 11 37 21

Bispebjerg Bakke 23

2400 København NV

Att: Entrepriseleder Peter Guttormsen

Telefon: 20456560

Email: peter.guttormsen@regh.dk

5. Københavns Kommunes regulering

Københavns Kommune har udarbejdet Lokalplan 497 af 06.11.2013. Bispebjerg Hospital /2/.

Under afsnittet Varmeplanlægning står:

”Ifølge Bekendtgørelse om tilslutning m.v. til kollektive varmforsyningsanlæg, nr. 690 af 21/06/2011, skal kommunalbestyrelsen meddele dispensation fra tilslutningspligten til fjernvarme for ny bebyggelse, der opføres som lavenergibebyggelse. Blokvarmecentraler (større end 250 kW) skal dog forsynes med fjernvarme, medmindre samfundsøkonomiske hensyn taler imod dette. Etablering af blokvarme-centraler samt omlægning og udvidelse af fjernvarmenettet kræver, at der udarbejdes et projektforslag, typisk af Københavns Energi, der skal godkendes af kommunalbestyrelsen. Fjernvarme anses stadig for at være et bæredygtigt element i bystrukturen.”

Det projekterede anlæg tilbyder en bedre samfundsøkonomi end traditionel opvarmning med fjernvarme i kombination med den mest hensigtsmæssige løsning for køl.

6. Anden lovgivning

Projektforslaget er omfattet af §1, 3 og 4 i Varmeforsyningsloven (LBK nr. 64 af 21.01.2019)

§ 1. Lovens formål er at fremme den mest samfundsøkonomiske, herunder miljøvenlige, anvendelse af energi til bygningers opvarmning og forsyning med varmt vand og inden for disse rammer at formindske energiforsyningens afhængighed af fossile brændsler.

§ 3. Det påhviler kommunalbestyrelsen i samarbejde med forsyningselskaber og andre berørte parter at udføre en planlægning for varmforsyningen i kommunen.

§ 4. Kommunalbestyrelsen godkender projekter for etablering af nye kollektive varmforsyningsanlæg eller udførelsen af større ændringer i eksisterende anlæg

Det omhandlede projektforslag strider ikke mod Varmeforsyningsloven, idet projektet benytter en mere samfundsøkonomisk og miljøvenlig metode til opvarmning af Hospitalets bygninger end fjernvarme og mindsker samtidig afhængigheden af affald og fossile brændsler til opvarmningsformål.

7. Forsyningsområde, varmebehov, tekniske anlæg, kapacitet og forsyningssikkerhed.

Forsyningsområdet er Bispebjerg Hospital. Projektet dækker et varmeeffektbehov på 4725 kW og et varmebehov på 8269 MWh/år svarende til godt 25% af Hospitalets fremtidige varmebehov. De tekniske anlæg omfatter:

1. Varmepumper med tilhørende varmevekslere
2. Grundvandslager med tilhørende borer, grundvandspumper, varmevekslere og råvandsledninger

Fjernvarme står som back-up for varmpumperne. Kølemaskiner/varmpumper står som back-up for grundvandskøling. Det planlagte anlæg vil i kombination med den planlagte nødforsyning med el for området have en højere forsyningssikkerhed end end traditionel fjernvarmeforsyning.

Varmepumper/kølemaskiner og grundvandsvarmevekslere og styring, regulering og overvågning af det samlede anlæg samles i en enkelt bygning. Fra denne bygning trækkes rør for cirkulation af grundvand til hver enkelt af de omhandlede grundvandsboringer, rør for forsyning af de omhandlede bygninger med centralvarme samt rør for forsyning af de omhandlede bygninger med centralkøling. Der henvises til projektbeskrivelsen i afsnit 14.2 for nærmere information.

8. Tidsplan

Der henvises til bilag A for en detaljeret tidsplan. Projektet forventes ibrugtaget primo 2019. Produktionen vil blive øget i takt med at nybyggeriet på Bispebjerg Hospital ibrugtages og der dermed opstår behov for yderligere køling, der genererer den varme, som skal anvendes til opvarmning. I de kommercielle og samfundsøkonomiske beregninger er der taget højde for denne indfasning.

9. Arealafståelser

Der foretages ingen arealafståelser som følge af projektet.

10. Forsyningselskab

I foråret 2015 startede en møderække med HOFOR og Bispebjerg Hospital. Formålet var at etablere et samarbejde omkring den forestående konvertering fra Fjerndamp til vandbåret fjernvarme og et kommende ATES-anlæg.

Der har været afholdt en lang række af møder med emner spændende fra teoretisk løsning til praktisk problemløsning omkring ledningstracéer.

I efteråret 2015 opnåedes der konsensus med HOFOR omkring etablering af ATES-anlæg på Bispebjerg Hospital. Aftalen går ud på at den eksisterende bygningsmasse Leersø Parken på ca. 34.205 m² og et årligt varmeforbrug på 5.620 MWh (se også bilag Bygning nr. 61 – 67) forsynes fra ATES-anlægget med varme. Anlæggets øvrige kapacitet leveres til nybyggeri som substitution for en del af fjernvarmen.

Fra hospitalets side var det oprindelig tanken at etablere ATES løsningen, således at der skulle ske en varmeforsyning over hele varmesæsonen. Fordelen ved at forsyne over hele varmesæsonen er, at der skal installeres mindre varmepumpekapacitet. Den lavere varmepumpekapacitet ville være tilstrækkelig til at sikre kølekapacitet i spidsbelastningssituationer og med samtidig opfyldelse af kravet om back up kapacitet (N+1).

HOFOR udtrykte ønske om, at leverancen af varme blev koncentreret til de måneder, hvor belastningen på fjernvarmenettet er størst (fortrængning af spidslast). Dette medfører, at der skal investeres i større kapacitet på varmepumpesiden. Overfor dette står, at HOFOR ved denne produktionsprofil er indstillet på at give en betaling til hospitalet, der modsvarer den ændrede forbrugsprofil. I praksis opgøres denne betaling ved at måle den kapacitet, som ATES anlægget stiller til rådighed og dermed den kapacitet, som anlægget kompenserer i en spidslastsituation. Set ud fra en såvel kommerciel som samfundsøkonomisk synsvinkel er de to alternativer i praksis ligeværdige. Scrapværdien er identisk i begge alternativer, da scrapværdien af varmepumper er sat til 0. Beregningen viser, at spidslastaftalen medfører større investeringer på 8,8 mio. kr., mens driften over perioden forbedres med 8,5 mio. kr. som følge af effektbetalingen.

Tabel 1. ATES i kombination med spidslastaftale med HOFOR

Resultat - Bispebjerg Hospital - Grundvandskøling og ATES-anlæg				
Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr) (vers. 2.03)	Fjernvarme og traditionel central køl	Grundvandskøling og ATES	Projektfordel	Forskel i pct.
Brændselskøb netto	55.3	23.8	31.6	57.1%
Investeringer	67.6	76.3	-8.7	-12.9%
Driftsomkostninger	23.0	20.2	2.8	12.3%
CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O-omkostninger	0.6	0.0	0.6	100.0%
SO ₂ -omkostninger	0.0	0.0	0.0	4.4%
NO _x -omkostninger	0.4	0.1	0.3	80.5%
PM _{2,5} -omkostninger	0.1	0.0	0.1	97.5%
Afgiftsforvridningseffekt	-0.2	-0.3	0.1	-39.2%
Scrapværdi	-6.0	-10.0	3.9	-64.7%
I alt	140.8	110.1	30.7	21.8%

Tabel 2. ATES uden effektaftale med HOFOR

Resultat - Bispebjerg Hospital - Grundvandskøling og ATES-anlæg				
Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr) (vers. 2.03)	Fjernvarme og traditionel central køl	Grundvandskøling og ATES	Projektfordel	Forskel i pct.
Brændselskøb netto	55.3	23.8	31.6	57.1%
Investeringer	67.6	76.3	-8.7	-12.9%
Driftsomkostninger	23.0	10.6	12.5	54.1%
CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O-omkostninger	0.6	0.0	0.6	100.0%
SO ₂ -omkostninger	0.0	0.0	0.0	4.4%
NO _x -omkostninger	0.4	0.1	0.3	80.5%
PM _{2,5} -omkostninger	0.1	0.0	0.1	97.5%
Afgiftsforvridningseffekt	-0.2	-0.3	0.1	-39.2%
Scrapværdi	-6.0	-10.0	3.9	-64.7%
I alt	140.8	100.4	40.3	28.6%

Konsekvensen af projektet for HOFOR er, at deres spidslastcentralers belastning reduceres med den ydelse som ATES-anlæggets varmepumper kan levere ind med – 4,7 MW - i den koldeste del af året. Hermed bliver HOFOR's samlede miljøbelastning reduceret.

Aftalen er sådan sammensat, at Bispebjerg Hospital modtager en effekt-betaling for den effekt der leveres ind i et af HOFOR fastlast produktionsvindue.

Ud over Effekt-aftalen, er der lavet en aftale om at HOFOR etablere rørsystem for distribution på varmesiden. Når dette net er etableret overdrages det til Bispebjerg Hospital.

I forbindelse med etableringen af Fjernvarmenettet er der truffet aftale mellem Bispebjerg Hospital og HOFOR om fælles graveentreprenør på det store tracé, hvor der nedlægges både varme-, køle- og råvandsledninger.

HOFOR har således interesse i at projektet gennemføres. Kopi af aftaler med HOFOR vedlægges som bilag.

11. Økonomiske konsekvenser for forbrugerne

Bispebjerg Hospital er forbruger i relation til dette projekt. Over en periode på 20 år opnår Bispebjerg Hospital en samfundsøkonomisk gevinst på ca. 30,7mio. kr., mens besparelsen i en driftsøkonomisk vurdering udgør ca. 30 mio. over projektperioden med den forventede indfasning og baseret på aktuelle afgifter. Da HOFOR er baseret på et hvile i sig selv princip og da den af HOFOR tilbudte betaling for kapacitet er baseret på dette, forventes øvrige forbrugere under HOFOR at have en uforandret økonomisk stilling ved gennemførelsen af projektet.

12. Energi- og miljømæssige vurderinger

Behovet for køling og opvarmning af bygninger er normalt tidsforskudt, idet behovet for køling er størst, når behovet for varme er mindst og omvendt. Projektforslaget omhandler nye teknologier, hvori køling og opvarmning samtænkes, således at varme, der er bortkølet fra bygninger i sommertiden, kan nyttiggøres i vintertiden til bygningsopvarmning. Herved kan spares betydelige mængder primærenergi og miljøbelastningen kan reduceres tilsvarende. Dette gøres muligt med varmelagring i grundvandsmagasiner og varmepumper.

Tabel 3 Den samlede udlægning af kapaciteter.

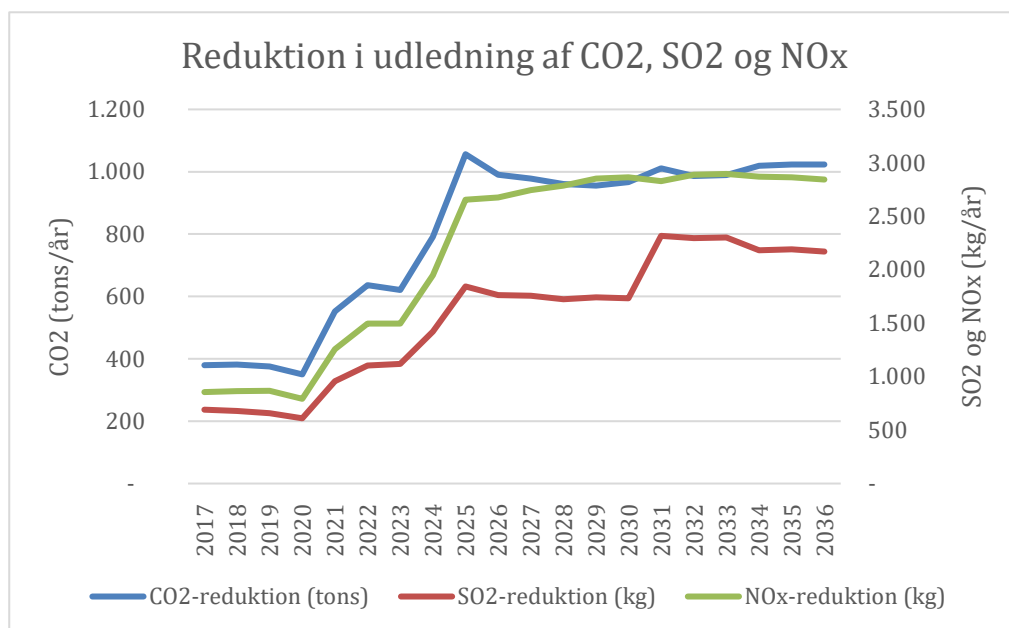
	ATES		Kølemaskiner		Varmepumper		I alt	
	kW	MWh/år	kW	MWh/år	kW	MWh/år	kW	MWh/år
Køling	3827	6345	1563	468		438	5390	7251
Varme					4725	8269	4725	8269

Tabel 3. Systemudlægning. Køling med grundvand dækker 71% af Bispebjerg Hospitals effektbehov for køling og 87% af Bispebjerg Hospitals samlede, fremtidige kølebehov. Varme fra grundvandslagring og kølevand dækker et effektbehov på 4725 kW og 8269 MWh/år svarende til godt 25% af Bispebjerg Hospitals fremtidige varmebehov. Disse nøgletal er opgjort efter fuld udbygning af hospitalet i 2024.

Projektforslaget vil medføre en reduktion i forbruget af fjernvarme på op til 8269 MWh/år med en stigning i elforbruget på op til 700 MWh/år ved fuld indfasning i sammenligning med referenceprojektet. Denne reduktion vil realiseres ved fuld udbygning af hospitalet.

Miljøet spares for en samlet udledning af ca. 16.600 tons CO₂, ca. 31 tons SO₂ og ca. 43 tons NO_x i projektperiodens 20 år baseret på den antagne indfasning. Reduktionen i de enkelte år mellem 2017 og 2036 er vist på figur 1.

Figur 1. Reduktion af CO₂, SO₂ og NO_x i projektperioden 2017-2036



13. Selskabsøkonomi

Selskabsøkonomisk har det afgørende betydning for energisystemets investeringsomfang til borer, og dermed tilbagebetalingstiden, hvor meget grundvand hver boring kan levere og modtage. To prøveboringer udført i efteråret 2015 har vist, at det er sandsynligt, at borer i stor dimension ført ned i kalkmagasinet under Hospitalet vil kunne levere mellem 50 og 60 m³/time. I vores selskabsøkonomiske analyse og i den samfundsøkonomiske analyse er det lagt til grund at ydelsen udgør 50 m³/time. Viser det sig at ydelsen bliver forøget vil behovet for at bruge kompressorer i spidslastsituationen mindskes. Dette vil reducere energiforbruget og reducere udslip af miljøskadelige stoffer. Grundvandsanlægget udlægges efter at dække så stor en del af Hospitaltes fremtidige, beregnede kølebehov på 5390 kW og 7250 MWh/år som muligt med kortest mulig tilbagebetalingstid.

Tabel 4. Selskabsøkonomiske optimum afhængig af boringernes ydelse

Tabel 4. Beregnet økonomisk optimum af grundvandsanlæg for køling og opvarmning afhængig af boringsydelsen.

Boringsydelse (m ³ /h)	Antal borerpar	Køleeffektdækning (%)	Køledækning (%)	TBT_1	TBT_2
50	6	71	87,5	9,5	1,99
60	5	71	87,5	8,5	0,98

Køleeffektdækningen er den maksimale køleydelse med grundvandsanlægget set i forhold til Hospitalets maksimale køleeffektbehov. Resten af køleeffektbehovet dækkes af varmepumperne. Køledækningen er grundvandsanlæggets samlede årlige kølekapacitet set i forhold til Hospitalets samlede behov for køling. Resten af kølebehovet dækkes med varmepumperne. TBT_1 er tilbagebetalingstiden for den samlede investering til grundvandsanlægget og varmepumperne i forhold til den årlige energibesparelse inkl. salg af energibesparelsen. TBT_2 er tilbagebetalingstiden for den samlede investering til grundvandsanlægget og varmepumperne fratrukket investeringsomfanget til en traditionel løsning for køling og opvarmning i forhold til den årlige energibesparelse inkl. salg af energibesparelsen. I beregningerne er medtaget, at tilbagelevering af varmen i grundvandslageret sker over en periode på 1750 timer/år.

Den Selskabsøkonomiske konklusion er, at projektet er lønsomt i forhold til alternative løsninger.

Den primære kilde til køling er grundvandet. Beregningerne forudsætter, at det er muligt at lagre kulde i grundvandsmagasinet, således at middeltemperaturen af grundvand indvundet til køleformål er i gennemsnit 5°C. Under køling og opvarmning sikres, at grundvandet afledes indenfor gældende temperaturgrænser.

Den sekundære kilde til køling er systemets varmepumper. Når grundvandsanlægget er udreguleret og kølebehovet er voksende startes varmepumperne. Denne driftssituation vil normalt kun optræde på varme sommerdage, hvor kølebehovet til rumkøling er størst. Da varmepumperne leverer både køling og varme samtidigt, afsættes varmeproduktionen i grundvandssystemets varme borer. Dette foregår via den anden varmeveksler tilknyttet hvert par af grundvandsboringer. For flere tekniske detaljer henvises til afsnit 15.

14. Samfundsøkonomisk analyse

Forud for valget af ATES løsningen er der foretaget en evaluering af en lang række alternative løsningsmodeller. Disse har indebåret decentral køleforsyning i kombination med fjernvarmeforsyning, grundvandskøl med frikøler i kombination med fjernvarme og endelig central produktion af køl på kompressorer. I denne sammenhæng udgør den centrale løsning den mest optimale løsning, navnlig fordi hospitalet har behov for en sikker forsyning med back up. Ved en decentral løsning vil den installerede effekt blive meget betydelig for at sikre denne back up. I forhold til ATES løsningen med frikøler er omkostningerne til anlægget meget tæt på ATES investeringen, da der fortsat er behov for kølekompressorer til at dække spidslast situationer. Der vil i en sådan opsætning kunne ske en reduktion af kompressorkapaciteten med knap 50%, men den sparede udgift til kompressorer erstattes stort set af investeringen til frikøl. Men i denne konstruktion opnås ingen indtægter fra varmesubstitution. Henset til disse forhold er den mest optimale alternative løsning en central løsning med kompressorkøl, hvor varmeforsyningen kommer fra fjernvarme.

Baseret på disse forhold omfatter den samfundsøkonomiske analyse følgende to hovedelementer:

- et referenceprojekt, der afspejler dækning med køling og opvarmning med traditionel teknologi, hvor køling og opvarmning er adskilte, uafhængige systemer.
- et projektforslag, der afspejler dækning med køling og opvarmning med grundvandskøling, varmelagring i grundvandsmagasinet under Hospitalet og varmepumper, hvor køling og opvarmning er sammenhængende, integrerede systemer.

Ud over disse hovedalternativer har vi gennemregnet en række alternativer for at sikre, at projektet er robust over for alternative forudsætninger.

Der er vedlagt samfundsøkonomisk analyse fra NIRAS som Bilag B (med underbilag i form af beregningsalternativer) til ansøgningen. Udgangspunktet for NIRAS' analyser er "forudsætninger for samfundsøkonomisk analyser på energiområdet, Energistyrelsen 20. november 2018" samt varmepriser fra VEKS (Bilag til NIRAS' rapport).

Den samfundsøkonomiske fjernvarmepris er beregnet som en marginalomkostning. På kort sigt indeholder marginalen alene variable varmeproduktionsomkostninger (idet der ikke er nogen påvirkning af systemets faste varmeproduktionsomkostninger på kort sigt som følge af en ændret varmeproduktion), mens den på lang sigt også tager højde for ændrede faste omkostninger i systemet (som følge af ændret anlægsbestykning).

De centrale forudsætninger, herunder effektiviteter, udledninger, investeringer mv. fremgår af Bilag B.

14.1 Referenceprojektet

Referenceteknologien, der anvendes til proces- og bygningskøling, er et centralt opstillet mekaniske kølekompressor anlæg. Denne teknologi leverer i dag køling til Bispebjerg Hospital, men i en decentral løsning.

Varmen fra proces- og bygningskøling ledes i dag til udeluften via centrale og decentrale kølekompressor anlæg. Metoden er energikrævende, idet der for hver kWh elektricitet anvendt til at drive et kølekompressor anlæg kun fjernes ca. 4 kWh varme fra processer og bygninger. Hele varmemængden tabes til udeluften.

Referenceteknologien til varmforsyning er fjernvarme. Bispebjerg Hospital forsynes i dag med fjernvarme fra HOFOR.

Referenceprojektet omfatter nyt centralt køleanlæg med en samlet køleydelse på 5390 kW og 7250 MWh/år samt fjernvarme med en samlet varmeydelse på 4725 MW og 8269 MWh/år ved fuld indfasning.

14.2 Projektforlag

I det omhandlede projektforlag opsamles hele den genererede varmemængde fra proces- og bygningskøling og genanvendes til opvarmning af bygninger og varmt brugsvand. Varmen fra køleprocesserne opgraderes umiddelbart til centralvarme ved hjælp af eldrevne varmepumper, hvis der er et samtidigt behov for køling og varme i bygningerne i månederne december-marts og denne køling ikke leveres fra grundvandsbaseret køling. Hvis varmemængden fra køling ikke kan anvendes umiddelbart til opvarmningsformål i bygningerne, hvilket er tilfældet i månederne april-november lagres varmen fra køling i grundvandsmagasinet under Hospitalet.

Grundvandet køler meget mere energieffektivt end kølekompressor anlæg, idet der for hver kWh elektricitet anvendt til at drive grundvandspumperne fjernes 50-60 kWh varme fra processer og bygninger.

Varmen overføres til grundvandet ved varmeveksling, og lagres i det grundvandsførende kalkmagasin under Hospitalet. Hertil anvendes et antal grundvandsboringer. Når der i vintertiden er behov for mere centralvarme end kølevarmen umiddelbart kan generere ved brug af varmepumperne suppleres med varme fra grundvandslageret. Varmen fra lageret opgraderes også til centralvarme ved hjælp af varmepumperne. Når der er behov for mere centralvarme end kølevarme og varme fra grundvandslageret kan generere tilsammen suppleres med varme fra fjernvarme.

I den varmeste sommertid kan grundvandskøling ikke dække det totale kølebehov, men suppleres med køling fra varmepumperne, da det ikke er selskabssøkonomisk rentabelt at kunne levere hele kølebehovet med grundvandskøling (se tabel 1). Varmepumpernes kondenseringsvarme bortkøles med grundvand ved at hæve lagringstemperaturen til et lidt højere niveau end normalt. Således opsamles også i denne driftssituation hele den genererede varmemængde fra køleprocesserne.

14.3 Samfundsøkonomisk analyse. Hovedresultater.

Den samfundsøkonomiske analyse følger retningslinierne i /4/, /5/, /6/, /7/ og /8/. Beregningsforudsætningerne og resultatet af beregningerne inkl. følsomhedsanalyse fremgår detaljeret af Bilag B med underbilag

Projektets produktion øges på kølesiden fra ca. 40% til fuld udnyttelse i 2026. For varmeproduktionens vedkommende vil den allerede fra projektstart ligge på omkring 75% udnyttelse for at sikre en "opladning" af køledipolerne. Der er taget højde for denne indfasning i analyserne. Baseret på disse forudsætninger nås en samfundsøkonomisk gevinst på ca. 30,7 mio. kr. over analyseperioden, dersom VEKS priser inklusiv kapitalomkostninger lægges til grund.

Tabel 5. Resultat af samfundsøkonomisk analyse

Resultat - Bispebjerg Hospital - Grundvandskøling og ATES-anlæg				
Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr) (vers. 2.03)	Fjernvarme og traditionel central køl	Grundvandskøling og ATES	Projektfordel	Forskel i pct.
Brændselskøb netto	55.3	23.8	31.6	57.1%
Investeringer	67.6	76.3	-8.7	-12.9%
Driftsomkostninger	23.0	20.2	2.8	12.3%
CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O-omkostninger	0.6	0.0	0.6	100.0%
SO ₂ -omkostninger	0.0	0.0	0.0	4.4%
NO _x -omkostninger	0.4	0.1	0.3	80.5%
PM _{2,5} -omkostninger	0.1	0.0	0.1	97.5%
Afgiftsforvridningseffekt	-0.2	-0.3	0.1	-39.2%
Scrapværdi	-6.0	-10.0	3.9	-64.7%
I alt	140.8	110.1	30.7	21.8%

Kilde: Niras samfundsøkonomiske beregninger for ATES projekt

Der er tillige gennemført en beregning, der viser samfundsøkonomien, dersom der ikke indgås aftale med HOFOR om effektbetaling og anlæggets varmepumpekapacitet justeres i overensstemmelse med dette. Denne beregning viser en projektfordel på 40,3 mio. kr. (28,6%)

Tabel 7 Samfundsøkonomisk analyse uden effektbetalingsaftale med HOFOR

Resultat - Bispebjerg Hospital - Grundvandskøling og ATES-anlæg				
Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr) (vers. 2.03)	Fjernvarme og traditionel central køl	Grundvandskøling og ATES	Projektfordel	Forskel i pct.
Brændselskøb netto	55.3	23.8	31.6	57.1%
Investeringer	67.6	76.3	-8.7	-12.9%
Driftsomkostninger	23.0	10.6	12.5	54.1%
CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O-omkostninger	0.6	0.0	0.6	100.0%
SO ₂ -omkostninger	0.0	0.0	0.0	4.4%
NO _x -omkostninger	0.4	0.1	0.3	80.5%
PM _{2,5} -omkostninger	0.1	0.0	0.1	97.5%
Afgiftsforvridningseffekt	-0.2	-0.3	0.1	-39.2%
Scrapværdi	-6.0	-10.0	3.9	-64.7%
I alt	140.8	100.4	40.3	28.6%

Kilde: Niras samfundsøkonomiske beregninger for ATES projekt

Der er gennemført en række følsomhedsberegninger for ændringer i energipriser, investeringsomfang og varmeforbrug. Resultaterne er gengivet i tabellen nedenfor. Alle beregninger viser, at investeringen er robust overfor de undersøgte alternativer.

Tabel 8 Følsomhedsberegninger for den samfundsøkonomisk analyse

Id	Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr)	Fjernvarme og traditionel køl		Grundvandskøling og ATES		Projekt- fordel	Forskel i pct.
		- 20%	+ 20%	- 20%	+ 20%		
4	Ændring:	- 20%	+ 20%	- 20%	+ 20%	- / +	- / +
5	Brændselspriser	129,7	151,8	105,3	114,8	24,4/37,0	18,8/24,4%
6	Varmebehovet	132,6	149,0	107,4	112,8	25,2/36,2	19,0/24,3%
7	Investeringen	128,5	153,1	93,9	126,3	34,6/26,8	26,9/17,5%

04) Købsprisen for varme reduceres eller forøges med 20 %

05) Købsprisen for el reduceres eller forøges med 20 %

06) Nettovarmebehovet reduceres til 6.615 MWh eller øges til 9.923 MWh

07) Investeringen reduceres til 40,8 mio. kr. i reference og 51,4 mio. kr. i projektet eller øges til 61,2 mio. kr. i referencen og 78,8 mio. kr. i projektet

14.4 Samfundsøkonomisk konklusion

Den samfundsøkonomiske konklusion er, at projektet er fordelagtigt under alle de undersøgte forhold.

15. Teknisk løsning

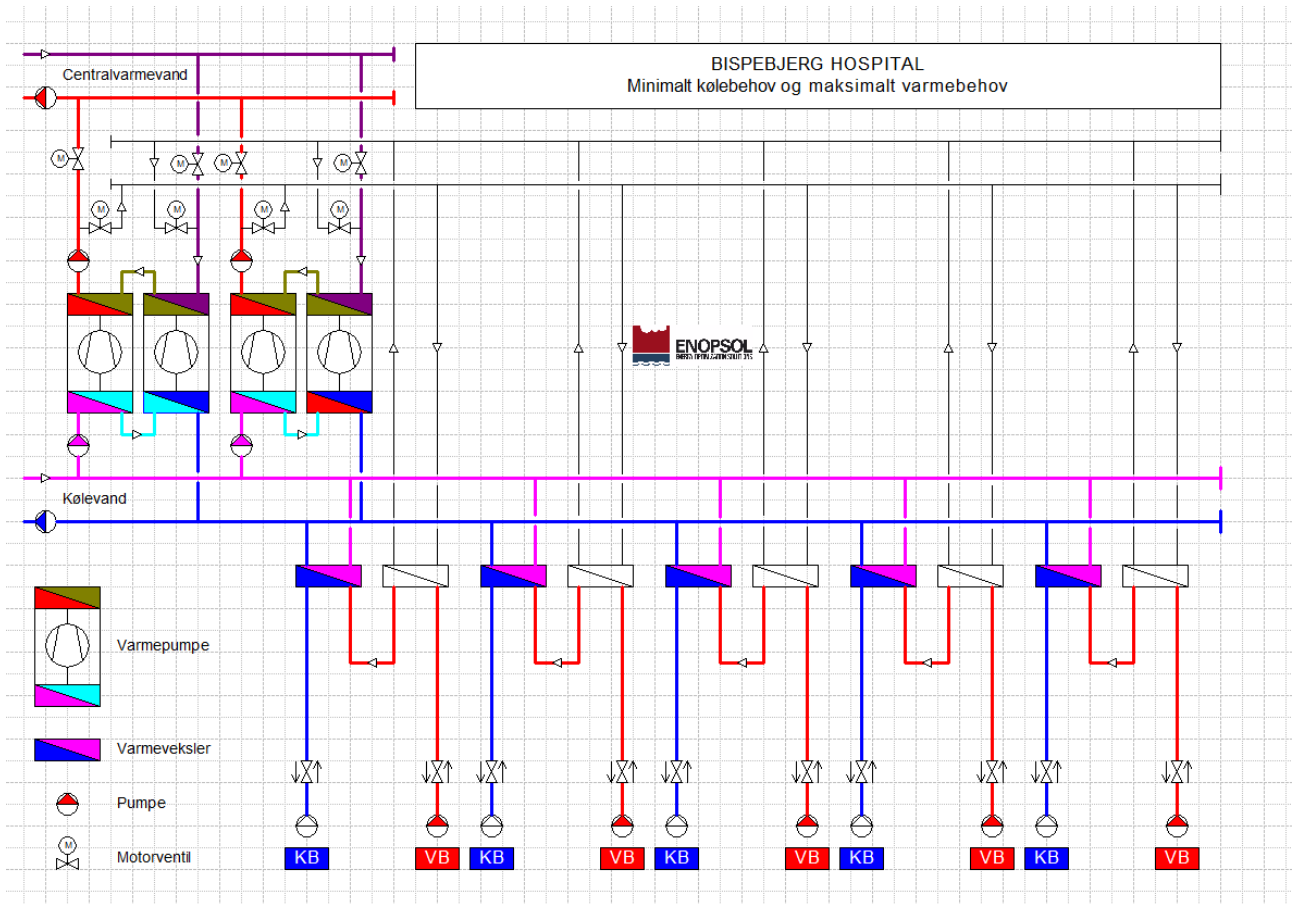
Nedenfor er i figurerne 2-5 vist forskellige driftssituationer.

Driftssituation 1 (figur 2) er vintertiden, hvor varmepumper leverer centralvarme direkte fra kølevarme og varme fra grundvandslageret. Fjernvarme leverer restbehovet for varme. Grundvand pumpes fra de varme boringer (VB) og gennem de tilhørende varmevekslere, hvor varmen fra grundvandslageret overføres til returløbet for Hospitalets centrale kølevandsanlæg. Grundvandet tilbageledes afkølet til de kolde boringer (KB). Den tilførte varme til kølevandsystemet bortkøles med varme-pumperne, der opgraderer varmen fra lav temperatur til varme ved høj temperatur, der kan anvendes til centralvarme.

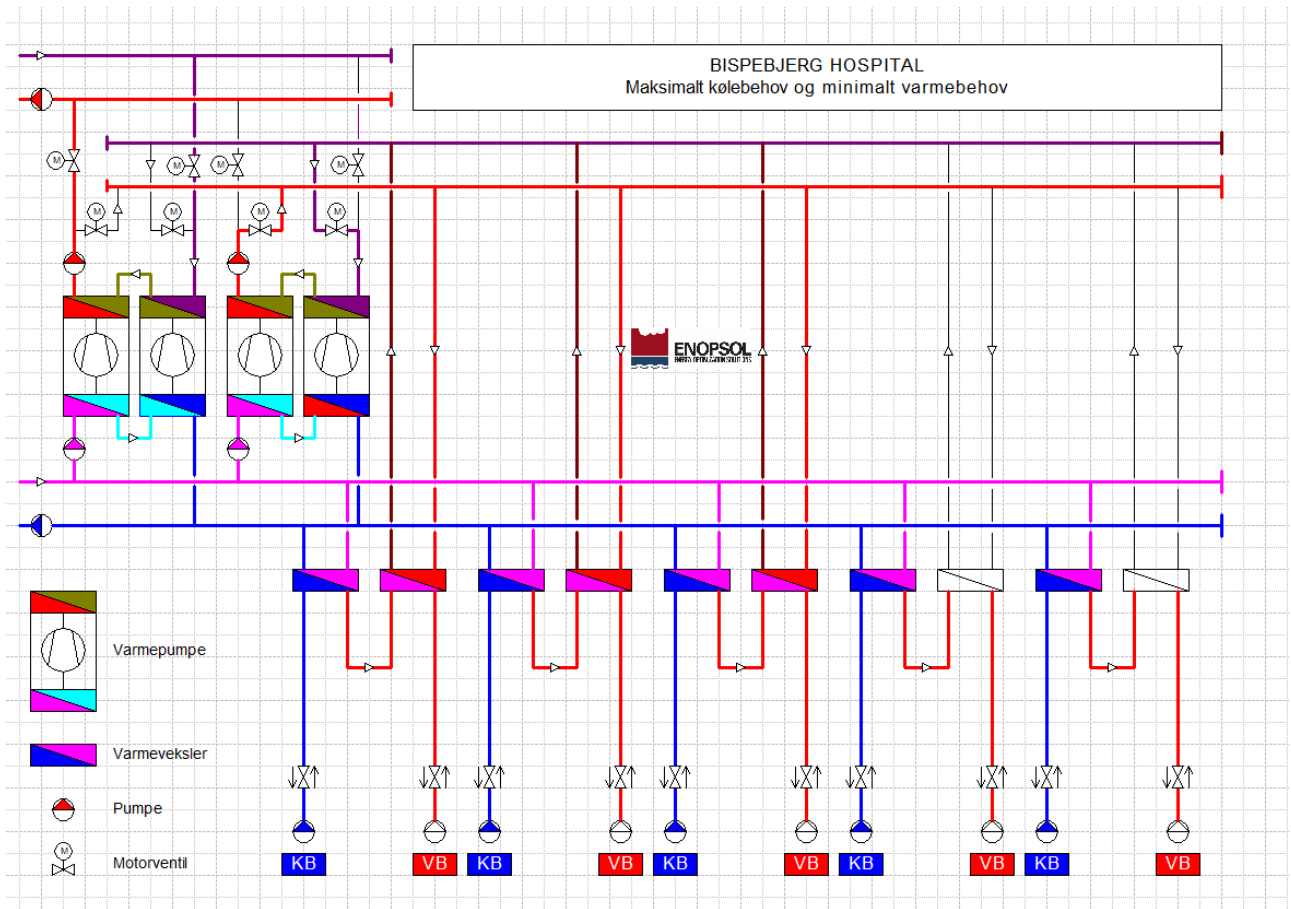
Driftssituation 2 (figur 3) er den varmeste sommer, hvor grundvandskøling leverer så meget køling som muligt, og hvor varmepumperne leverer spidsbelastningen for køling. Grundvand pumpes fra de kolde boringer (KB) og gennem de tilhørende varmevekslere, hvor kulden fra grundvandslageret overføres til Hospitals centrale kølevandsanlæg. Kondensatorvarmen fra varmepumperne overføres til grundvandet gennem den anden varmeveksler tilknyttet hvert boringspar. Grundvandet tilbageledes opvarmet til de varme boringer (VB).

Driftssituation 3 (figur 4) er der er et større kølebehov end varmebehov. Grundvandskøling leverer hele kølebehovet. Grundvand pumpes fra en eller flere af de kolde boringer (KB) og gennem de tilhørende varmevekslere, hvor kulden fra grundvandslageret overføres til Hospitals centrale kølevandsanlæg. Grundvandet tilbageledes opvarmet til de tilhørende varme boringer (VB). Varmebehovet dækkes af varmepumperne.

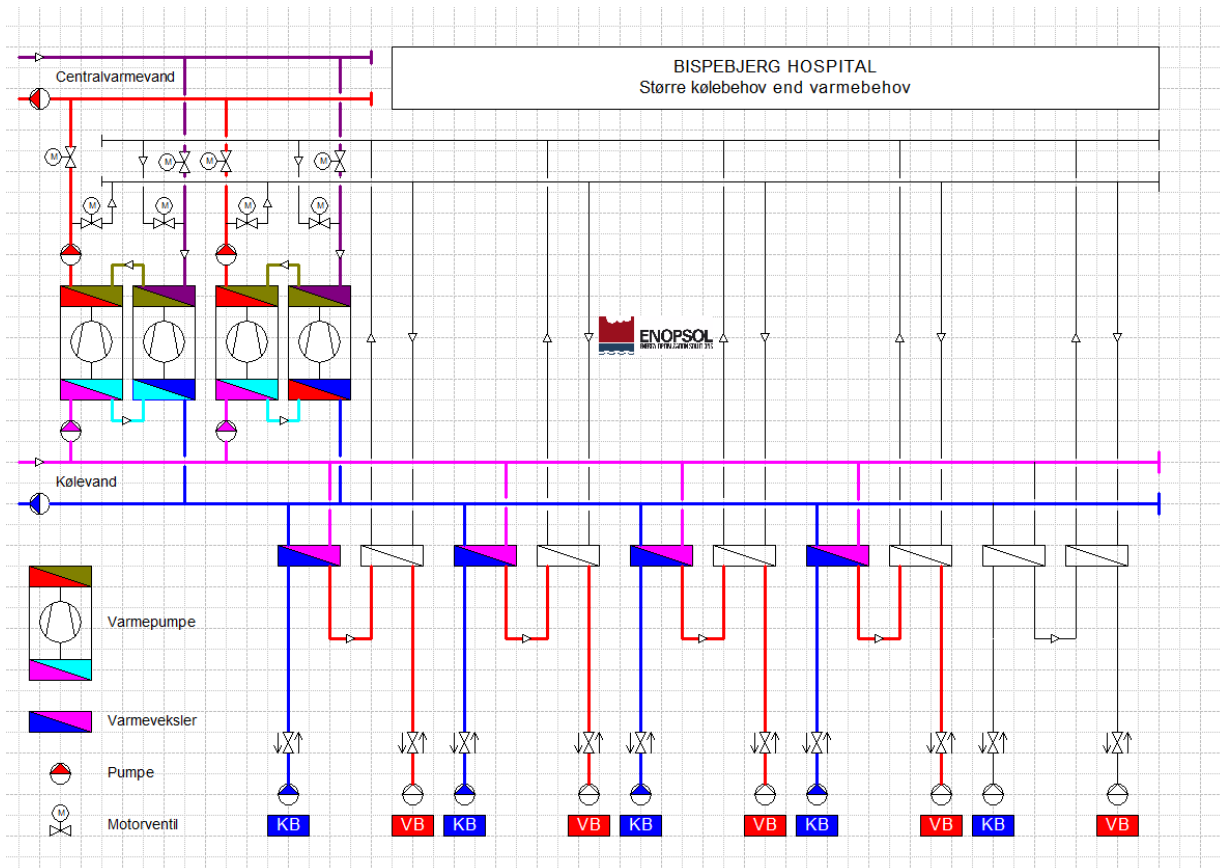
Driftssituation 4 (figur 4) er der et større varmebehov end kølebehov. Grundvand pumpes fra en eller flere af de varme boringer (VB) og gennem de tilhørende varmevekslere, hvor varmen fra grundvandslageret overføres til Hospitals centrale kølevandsanlæg. Grundvandet tilbageledes afkølet til de kolde boringer (KB). Den tilførte varme bortkøles med varmepumperne, der opgraderer varmen fra lav temperatur til varme ved høj temperatur, der anvendes til centralvarme.



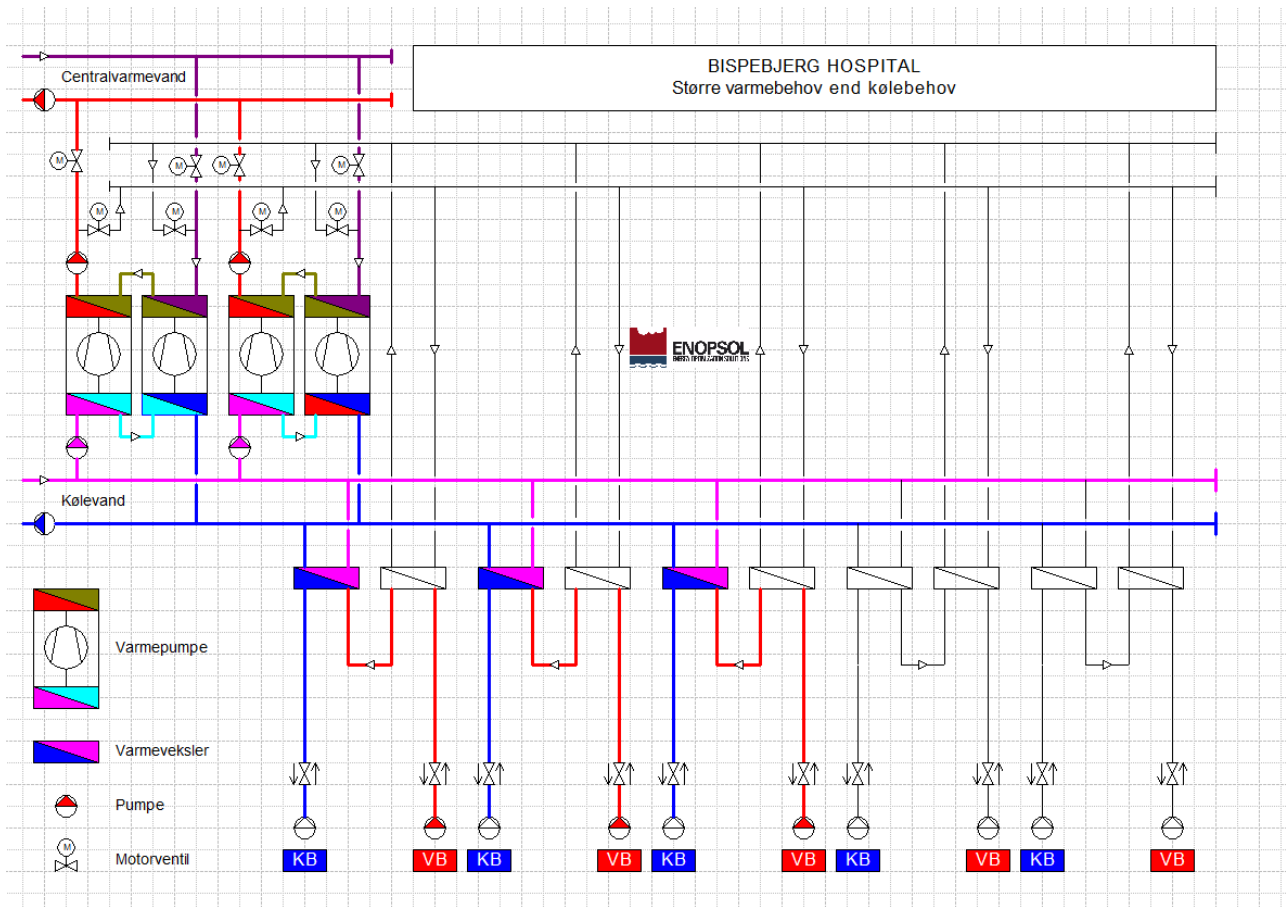
Figur 2. Driftsituation 1.



Figur 3. Driftsituation 2



Figur 4. Driftsituation 3



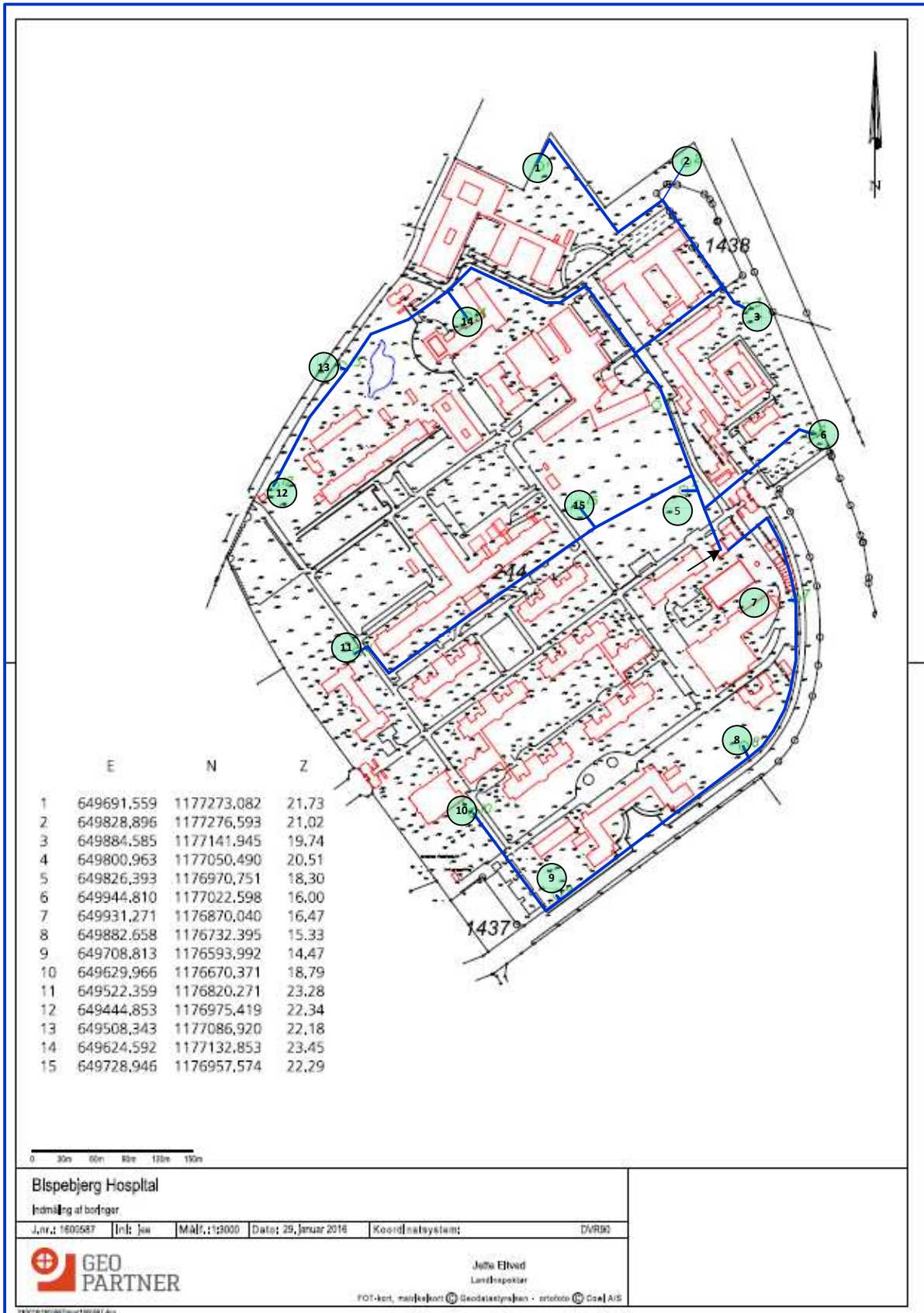
Figur 5. Driftssituation 4.

De udpegede boresteder er vist på figur 6.



Figur 6. Bispebjerg Hospital. Udpegede boresteder for op til 15 boringer. 12 boringer vurderes tilstrækkeligt for projektet. Boring 5 og 7 er etableret i forbindelse med forundersøgelsen.

Fordelingsnettlet med rør og de udvalgte boringer for grundvandsirkulation er vist på figur 7. Det er valgt at lægge rør til i alt 14 boresteder. Borestedet 4 vil ikke blive anvendt.



Figur 7. Bispebjerg Hospital. Fordelingsnet for rør til grundvand.

16. Referencer

- /1/ "Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg". BEK nr 1124 af 23/09/2015
- /2/ "Bispebjerg Hospital. Lokalplan 497". Københavns Kommune. 6. november 2013
- /3/ "Bekendtgørelse af lov om varmforsyning". LBK nr 1307 af 24/11/2014
- /4/ "Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger". Finansministeriet. November 1999.
- /5/ "Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet". Energistyrelsen. Juli 2007.
- /6/ "Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet". Energistyrelsen. April 2016.
- /7/ "Danmarks Energi- og klimafremskrivning 2015". Energistyrelsen 2015.
- /8/ "Opdateret tillægsblad om kalkulationsrente, levetid og reference til Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen, april 2005 (Beregningseksempler revideret juli 2007)". Notat Energistyrelsen. 12. juni 2013.

17. Bilag

Bilag A Tidsplan

Bilag B Samfundsøkonomisk analyse, Niras med underbilag

Bilag A Tidsplan

Bilag B Rapport fra Niras med underbilag

BISPEBJERG HOSPITAL - GRUNDTVANDSKØLING OG ATES

Notat om samfundsøkonomisk analyse

Indhold

25. januar 2019

Projekt nr. 10403910
Udarbejdet af TGR
Kontrolleret af RA
Godkendt af

1	Samfundsøkonomi	2
2	Grundlaget	2
2.1	Forudsætninger	2
3	Resultat	5
3.1	Samfundsøkonomisk resultat	5
3.2	Følsomhedsberegninger	5

Bilag:

Bilag 1	Samfundsøkonomi projektet – VEKS priser
Bilag 2	Samfundsøkonomi følsomhed – Ekskl. effektbetaling
Bilag 3	Samfundsøkonomi følsomhed – Brændselspris +20%
Bilag 4	Samfundsøkonomi følsomhed – Brændselspris -20%
Bilag 5	Samfundsøkonomi følsomhed – Investering +20%
Bilag 6	Samfundsøkonomi følsomhed – Investering -20%
Bilag 7	Samfundsøkonomi følsomhed – Varmebehov +20%
Bilag 8	Samfundsøkonomi følsomhed – Varmebehov -20%
Bilag 9	Samfundsøkonomi følsomhed – Decentral køling
Bilag 10	Samfundsøkonomi følsomhed – Grundvandskøling

1 SAMFUNDSØKONOMI

De samfundsøkonomiske beregninger er foretaget som en marginale betragtning over en 20-årig periode fra 2019 til 2038. Den samfundsøkonomiske konsekvens af valget af energiforsyning opgøres i henhold til de af Energistyrelsens vedtagne samfundsøkonomiske forudsætninger, herunder centralt beregnede brændsels-, el- og emissionspriser.

2 GRUNDLAGET

- Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, juli 2018.
- Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger 2018 af 20. november 2018.
- De samfundsøkonomiske priser, sammenlignet med de selskabsøkonomiske priser, adskiller sig som udgangspunkt ved centralt fastsatte priser på brændsel, el, CO₂ og kalkulationsrentefod.
- Brændselspriserne og elprisen er opgjort som faktorpriser, dvs. som priser ekskl. afgifter, tilskud og moms.
- De anslåede samfundsøkonomiske omkostninger ved elproduktion fra 2018-2040 er beregnet ved at antage en glidende overgang fra omkostningerne ved elproduktion på kort sigt til langt sigt. Som udtryk for omkostningerne på kort sigt anvendes elprisen fra RAMSES-modellen baseret på Basisfremskrivningen (april, 2018). Beregningerne af de langsigtede gennemsnitlige elproduktionsomkostninger i 2040 er baseret på Energistyrelsens Teknologikatalog for el- og fjernvarmeproduktion med data for år 20307 ud fra den antagelse, at de elproducerende enheder i 2040 bedst beregnes på baggrund af data for de nye anlæg der etableres i den mellemliggende periode frem til 2040, hvormed 2030 anvendes som en proxy.
- Den samfundsøkonomiske kalkulationsrentefod er 4 % iht. Finansministeriet. Investeringer og driftsomkostninger er medregnet i den samfundsøkonomiske betragtning over 20 år. Er den tekniske levetid længere end betragtningsperioden, medregnes anlæggenes scrapværdi efter betragtningsperioden. F.eks. forventes nye køle- og grundvandsledningers levetid at være 60 år, hvorfor køle- og grundvandsledningernes scrapværdi efter 20 år medregnes i de samfundsøkonomiske beregninger.

2.1 Forudsætninger

Ved udregning af de samfundsøkonomiske konsekvenser ved etablering grundvandskøle- og ATES-anlæg ved Bispebjerg Hospital er der anvendt følgende forudsætninger i henholdsvis referencen og projektet.

2.1.1 Grundlæggende for både referencen og projektet:

- Den samfundsøkonomiske analyse er en marginal betragtning og investeringer i bygningsanlæg, som både etableres i referencen og projektet, er derfor ikke medtaget i investeringsomkostningerne.
- **Samlet varmebehov** **8.269 MWh**
- **Samlet kølebehov** **7.251 MWh**
- Skatteforvridningsfaktor 10 %
- Nettoafgiftsfaktor 32,5 %
- Indfasning af varmeproduktion fra år 2018 - 2025 78,6 - 100 %
- Indfasning af køleproduktion fra år 2018 - 2026 38,8 - 100 %

2.1.2 Referencen:

Fjernvarmeforsyning fra HOFOR og traditionel central køling

Investeringer

- Investering i kølevandsledninger 15,0 Mio. kr.
- Investering centralt køleanlæg 36,0 Mio. kr.
- **I alt** **51,0 Mio. kr.**

D&V omkostninger

- Samlede årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger 1,254 Mio. kr.

Scrapværdi

- Samfundsøkonomisk scrapværdi for det samlede anlæg efter en 20 årig periode 6,0 Mio. kr.
- Levetid kølevandsledninger 60 År
- Levetid køleanlæg 20 År

Energiforbrug

- Årligt varmeforbrug jf. indfasningen 6.500 - 8269 MWh
- Årligt elforbrug jf. indfasningen 805 - 2.072 MWh

Virkningsgrad

- Virkningsgrad for fjernvarmen 100 %
- Virkningsgrad for køleanlæg 350 %

2.1.3 **Projektet:**

Grundvandskøling og ATES-anlæg

Investering

● Investering køle- og grundvandsledninger	17,5 Mio. kr.
● Investering borer og brønde	6,0 Mio. kr.
● Investering varmevekslere og pumper mv.	3,0 Mio. kr.
● Investering varmepumper og øvrige udstyr (Indtægt 3,5 mio. kr. fra salg af energibesparelse er fratrukket)	31,1 Mio. kr.
I alt	57,6 Mio. kr.

D&V omkostninger

● Samlede årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger	1,1 Mio. kr.
--	--------------

Scrapværdi

● Samfundsøkonomisk scrapværdi for det samlede anlæg efter en 20 årig periode	10,0 Mo. kr.
● Levetid køle- og grundvandsledninger	60 År
● Levetid borer og brønde	100 År
● Levetid vekslere, pumper og varmepumper	20 År

Energiforbrug

● Årligt elforbrug jf. indfasningen	1.775 – 2.957 MWh
-------------------------------------	-------------------

Virkningsgrad

● Total systemvirkningsgrad for grundvandskøle- og ATES-anlæg	524,9 %
---	---------

Øvrige

● Indtægter for årlige kapacitetskompensation fra HOFOR	0,525 Mio. kr.
---	----------------

3 RESULTAT

Ved de samfundsøkonomiske analyser sammenlignes omkostningerne for de forskellige typer anlæg gennem beregningsperioden. Derfor fremskrives/tilbageføres alle omkostninger over den 20-årige periode til samme tidspunkt. Deraf kommer udtrykket nutidsværdi.

3.1 Samfundsøkonomisk resultat

Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr)	Fjernvarme og traditionel cen- tral køl	Grundvandskøling og ATES	Projektfordel	Forskel i pct.
I alt	140.8	110.1	30.7	21.8%

Referencen er samfundsøkonomisk fjernvarmepris for hovedstadsområdet – VEKS-priser. Øvrige forudsætninger og beregningsresultater fremgår desuden af bilag 1.

3.2 Følsomhedsberegninger

3.2.1 Ændring af kapacitetskompensation

Der er i forbindelse med nærværende samfundsøkonomiske analyse udført en følsomhed hvor den årlige kapacitetskompensation til HOFOR på 525.000 kr. er trukket ud af beregningen.

Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr)	Fjernvarme og traditionel cen- tral køl	Grundvandskøling og ATES	Projektfordel	Forskel i pct.
I alt	140.8	100.4	40.3	28.6%

Referencen er samfundsøkonomisk fjernvarmepris for hovedstadsområdet – VEKS-priser. Øvrige forudsætninger og beregningsresultater fremgår desuden af bilag 1.

3.2.2 Ændring af omkostningsforudsætninger

Der er i forbindelse med nærværende samfundsøkonomiske analyse udført en følsomhed hvor henholdsvis brændselspriserne, investeringerne og varmebehovet reguleres med +/- 20%.

Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr)	Fjernvarme og traditionel køl		Grundvandskøling og ATEs		Projekt-fordel	Forskel i pct.
Ændring:	- 20%	+ 20%	- 20%	+ 20%	- / +	- / +
Brændselspriser	129,7	151,8	105,3	114,8	24,4/37,0	18,8/24,4%
Varmebehovet	132,6	149,0	107,4	112,8	25,2/36,2	19,0/24,3%
Investeringen	128,5	153,1	93,9	126,3	34,6/26,8	26,9/17,5%

3.2.3 ATEs-anlæg med central køling

Godkendelsespligtige projekter for kollektive varmforsyningsanlæg fremgår af "Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg" nr. 1792 af 27/12/2018 og er listet i bilag 1 "Godkendelsespligtige projekter for kollektive varmforsyningsanlæg, jf. § 3, stk. 1, 1. pkt."

Heraf fremgår;

1. Produktionsanlæg, herunder kraft-varme-anlæg og varmepumper til kombineret produktion af varme og køling

1.2 Opførelse, udvidelse og nedlæggelse af varmeproduktionsanlæg, herunder forbrændingsanlæg for affald, træ, halm m.v. og varmepumper til kombineret produktion af varme og køling.

Vælger Bispebjerg Hospital at etablerer anlæg, der udelukkende anvendes til kølingsformål dvs. uden udnyttelse af varmeproduktionen, f.eks. et centralkøleanlæg eller et centralkøleanlæg med ATEs, skal der ikke gives en varmeplanmæssig godkendelse.

3.2.4 Reference med grundvandskøleanlæg

På opfordring fra Københavns Kommune er der udarbejdet en følsomhedsberegning hvor referencen ændres til at der etableres et grundvandskøleanlæg uden udnyttelse af overskudsvarmen herfra og dermed varmforsyning med 100 % fjernvarme.

Følgende forudsætninger er anvendt ved følsomhedsberegningen:

Investeringer

• Investering i kølevandsledninger	18,5 Mio. kr.
• Investering i borer	6,0 Mio. kr.
• Investering i kølemaskiner, vekslere mv.	45,6 Mio. kr.
I alt	70,1 Mio. kr.

D&V omkostninger

• Samlede årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger	0,95 Mio. kr.
--	---------------

Virkningsgrad

• System COP grundvandskøleanlæg	16,0
----------------------------------	------

Resultat af følsomhed:

Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr)	Fjernvarme og traditionel køl	Grundvandskøling og ATES	Projektfordel	Forskel i pct.
I alt	144,2	110,1	34,1	23,7%

3.2.5 Reference med decentralt køleanlæg

På opfordring fra Københavns Kommune er der desuden udarbejdet en følsomhedsberegning hvor referencen ændres til at der etableres et decentralt traditionelt køleanlæg og 100 % fjernvarme.

Følgende forudsætninger er anvendt ved følsomhedsberegningen:

Investeringer

• Samlet investering i decentralt køleanlæg	54,7 Mio. kr.
---	---------------

D&V omkostninger

• Samlede årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger	1,345 Mio. kr.
--	----------------

Virkningsgrad

• COP køleanlæg	3,5
-----------------	-----

Resultat af følsomhed:

Nutidsværdi 2019 - 38 (2019-prisniveau - mio. kr)	Fjernvarme og traditionel køl	Grundvandskøling og ATES	Projektfordel	Forskel i pct.
I alt	153,4	110,1	43,3	28,2%

Underbilag 1 – priser fra HOFOR

Færdigberegnete samfundsøkonomiske 2016-priser for fjernvarme fra HOFOR

Inkl. kapitalomkostninger til produktionsanlæg:

kr./MWh									
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
302	307	312	314	330	314	307	304	307	
2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
302	294	286	278	270	262	188	181	174	
2034	2035	2036	2037	2038	2039	2039			
166	159	159	159	159	159	159			

Ekskl. kapitalomkostninger til produktionsanlæg:

kr./MWh									
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
202	207	212	213	230	213	207	204	206	
2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
202	194	186	178	170	162	88	81	73	
2034	2035	2036	2037	2038	2039	2039			
66	59	59	59	59	59	59			

Øvrige underbilag vedlægges elektronisk (Bilag 2 – 9)

- Bilag 2 HOFOR ekskl kap
- Bilag 3 VEKS priser
- Bilag 4 HOFOR inkl kap
- Bilag 5 HOFOR ekskl effektbetaling
- Bilag 6 Følsomhed Brændselspriser
- Bilag 7 Følsomhed Elpriser
- Bilag 8 Følsomhed Varmebehov
- Bilag 9 Følsomhed Investering