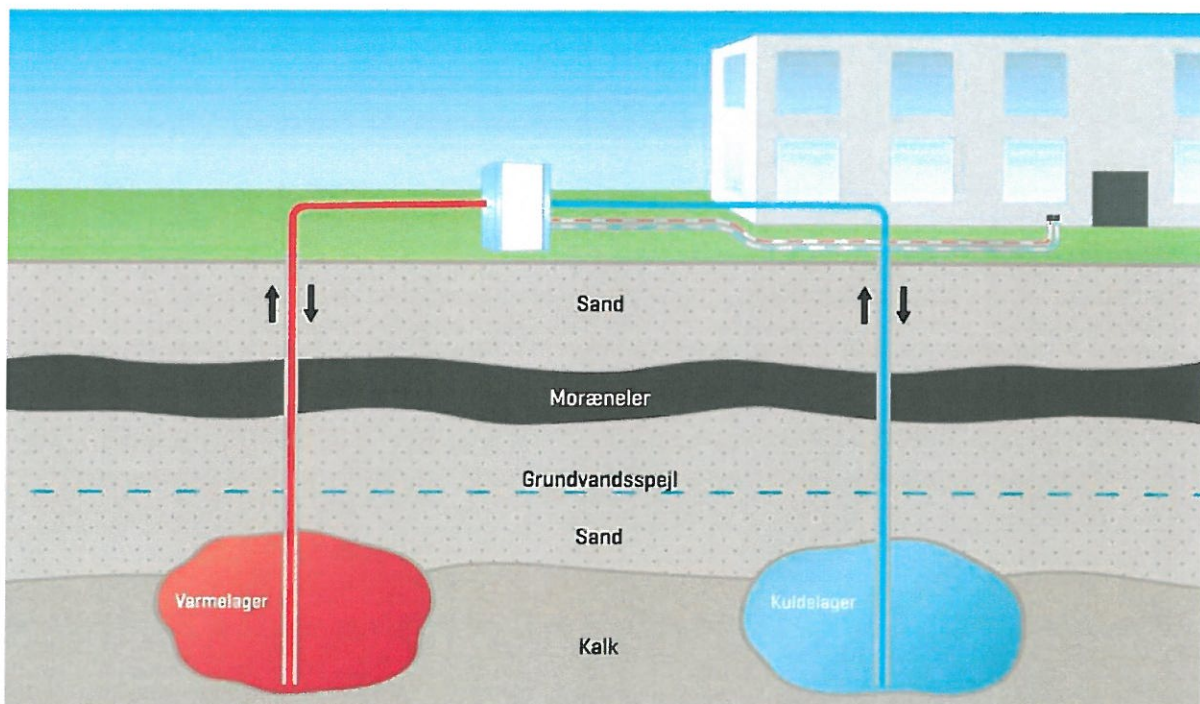


ATES Gødstrup Hospital

Vurdering af nøgletal for ATES anlæg



Projekt nr.: 20160018

Rekv. projekt nr.:

Rapport nr.: 1

Revisions nr.: 1.1

Rapport dato.: 20161109

Udarbejdet af: LHJ

Kontrolleret af: RVF

Godkendt af: RVF

Udarbejdet for:

Johnson Controls Denmark
Sortevej 30
8543 Hornslet

Att.: Svend Juul Madsen
Svend.madsen@jci.dk

Udarbejdet af:

Lars Hjortshøj Jacobsen
lars@ingenioerhuse.dk

Kontrolleret af:

Rasmus Viktor Fauerholdt
rasmus@ingenioerhuse.dk

SAMMENFATNING

Vurderingen af ATES anlægget viser, at elforbruget til grundvandspumper underestimeres i beregningerne, der er udarbejdet i [1].

Anlægsprisen vurderes at være ca. 7.0 - 7,5 mio. kr. eksklusiv veksler, ventil og rørinstallationer i kølecentralen.

Det vurderes, at de årlige omkostninger til service og vedligehold må forventes at blive mellem 45.000-100.000 kr. pr. år.

INDHOLD

1. INDLEDNING.....	3
2. ATEs ANLÆGGETS EFFEKTIVITET	3
3. ETABLERINGSOMKOSTNINGER	4
4. SERVICE OG VEDLIGEHOLD	4
5. KONKLUSION	5
6. REFERENCER	6

BILAG

Bilag 1.1	Drift af kolde borer (3x60 m ³ /h) - 2 bar driftstryk på køleledning
Bilag 1.2	Drift af kolde borer (3x60 m ³ /h) - 3 bar driftstryk på køleledning
Bilag 1.3	Drift af kolde borer (3x60 m ³ /h) - 4 bar driftstryk på køleledning
Bilag 1.4	Drift af varme borer (3x75 m ³ /h) - 2 bar driftstryk på køleledning
Bilag 1.5	Drift af varme borer (3x75 m ³ /h) - 3 bar driftstryk på køleledning
Bilag 1.6	Drift af varme borer (3x75 m ³ /h) - 4 bar driftstryk på køleledning

1. INDLEDNING

Johnson Controls Denmark (JCI) har bedt Ingeniør Huse Energi (IHE) om at gennemgå og vurdere nøgletallene, som er angivet i [1] for det foreslåede ATES anlæg ved Gødstrup Hospital.

Vurderingen gøres alene på grundvandsdelen af ATES anlægget og der dykkes ikke ind i kølecentralens opbygning og effektivitet mv.

Effektiviteten af ATES anlægget vurderes på baggrund af den udførte prøveboring, det udførte prøvepumpeforsøg og tolkningen heraf, som er beskrevet i [2]. Endvidere inddrages der betragtninger omkring sænkninger i grundvandsmagasinet som følge af oppumpning af grundvand, tryktab i ledninger og i vekslere. Yderligere tages BEK nr. 1716 af 15/12/2015 §10, hvor der foreskrives, at: "Der må ikke ske blanding af grundvand og væske i forbrugskredsløbet (varme- eller kølekredsløbet)", hvilket mest simpelt sikres ved, at der til alle tider holdes et overtryk på grundvandssiden af varmevekslerne i forhold til forbrugskredsløbet.

Etableringsomkostningerne for anlægget er vurderet på basis af faktisk indhentede overslagspriser fra fagleverandører samt baseret på erfaringer fra tidligere anlæg, som IHEs medarbejdere har været indblandet i.

Af [1] indgår der ikke umiddelbart driftsudgifter, der er forbundet med overholdelse af de vilkår, som kommunen typisk stiller i forbindelse med at der gives tilladelse til etablering og drift af et ATES anlæg. Disse udgifter kendes først nøjagtigt, når ordlyden af kommunens tilladelse kendes, men erfaringerne viser, at disse udgifter ikke bør negligeres i det samlede driftsbudget. Derfor er der baseret på erfaringer lavet et kvalificeret overslag på årlige driftsudgifter forbundet med overholdelse af kommunens stillede vilkår.

2. ATES ANLÆGGETS EFFEKTIVITET

I beregningerne i [1] forudsættes det, at ATES anlægget har en gennemsnitlig COP på 75 ved kontinuert leverance af 1600 kW køling ved pumpning af 175 m³/h. I beregningerne af energiforbruget ved genafkøling om vinteren opgives ikke en COP værdi for ATES anlægget. Ved nærmere eftersyn synes energiforbruget til grundvandspumperne imidlertid ikke at indgå i beregningerne for genafkøling om vinteren, idet en COP for udeluftskøling på 15 anvendes i både Alternativ 1,1 og Alternativ 1,1A og en COP på 3 anvendes i Alternativ 2,1A, Alternativ 3,1A samt i Alternativ 4,1A.

I nedenstående vurderes ATES anlæggets effektivitet i både køledrift og i drift under genafkøling.

I bilag 1.1-1.3 er der opstillet tre scenarier, hvor der fra tre borerer kontinuert pumpes ca. 175 m³/h. Den udførte prøveboring har jf. [2] en specifik kapacitet på 18,2 m³/h pr. m afsenkning, hvilket ved pumpning af ca. 60 m³/h resulterer i en afsenkning på ca. 3 m. Endvidere er der lavet en betragtning som beskriver en 100 % effektivitetsforringelse i borererne som følge af degenerering, idet der over tid potentielt kan ske udfældninger i borererne, der langsomt mindsker ydeevnen, hvilket kan betyde, at afsenkningen i borererne langsomt kan øges til ca. 6 m.

Det bemærkes, at der i betragtningen af afsenkningen i boreren ikke er indregnet påvirkning fra de øvrige borerer i anlægget. Her vil den samtidige pumpning i alle tre pumpeboringer jf. superpositionsprincippet give anledning til en øget totalafsenkning i alle pumpeboringerne. Dette opvejes dog af, at grundvandet reinfiltres i grundvandsmagasinet i de tre reinfiltrationsboringer, og den resulterende afsenkning i pumpeboringerne vil derfor være i et niveau omkring 3 og 6 m.

Usikkerheden vil i dette tilfælde være af en størrelsesorden på ca. 1 m, som i denne betragtning ikke vil have en afgørende indflydelse på vurderingen af ATES anlæggets effektivitet.

I bilagene er der endvidere gjort betragtninger om tryktab i rørledningen og i varmevekslerne. Tryktabene i rørledningerne er sat lavt, da ledningstrækket mellem boringerne og kølecentralen ikke kendes. Det lave tryktab bevirker, at ATES anlæggets effektivitet ikke underestimeres.

Sidst men ikke mindst adskiller de tre scenarier sig fra hinanden ved at der er indregnet forskellige tryk på forbrugskredsen (2, 3, og 4 bar), som ATES anlægget forventeligt skal holdes i overtryk i forhold til.

Tilsvarende er der i bilag 1.4-1.6 gjort betragtninger omkring genafkølingen, hvor der fra de tre "varme" boringer pumpes sammenlagt 225 m³/h.

Resultaterne af betragtningerne i bilag 1.1-1.6 er beskrevet i Tabel 1.

TABEL 1: VURDERING AF COP VÆRDI SOM FUNKTION AF TRYK PÅ FORBRUGSKREDSEN

Pumperetning og rate	Tryk på forbrugerkredsen [bar]		
	2	3	4
Kolde til varme boringer (3x60 m ³ /h)	COP = 48-58	COP = 41-48	COP = 36-41
Varme til kolde boringer (3x75 m ³ /h)	COP = 37-44	COP = 26-32	COP = 26

3. ETABLERINGSOMKOSTNINGER

Baseret på indhentede overslagspriser og erfaringspriser fra tidligere projekter vurderes anlægsomkostningerne for hele grundvandskredsen fra boringer frem til kølecentralen at være i størrelsesordenen 7,0 – 7,5 mio. kr.

Indholdet i overslagsprisen er følgende:

- 5 stk. boringer til 100 m dybde
- 6 stk. bestykninger af boringer inkl. pumper og lokale tavler
- Ledningsarbejder mellem kølecentral og boringerne – 800 m ø250 mm PE ledninger samt 2 stk. trækrør i ø110mm
- Fiber og elkabling mellem kølecentral og boringerne
- Automatiktavle for styring af boringerne og for overvågning af tryk og temperatur og varmevekslerne
- Projektering, projektledelse og byggeledelse

Hertil skal dog tillægges omkostninger til de resterende dokumentations og ansøgningsarbejder i størrelsesordenen 200.000-300.000 kr.

4. SERVICE OG VEDLIGEHOLD

Kommunen vil erfaringsmæssigt stille en række vilkår i deres tilladelse til at etablere og drifte et ATES anlæg. Da der på nuværende tidspunkt endnu ikke er givet en tilladelse kendes vilkårene for et ATES anlæg på Gødstrup Hospital naturligvis endnu ikke.

Typisk vil der dog blive stillet krav om, at der periodisk udtages vandprøver fra borerne som indsendes til vandkemisk analyse. Ligeledes vil der typisk blive stillet krav om en årlig rapportering af anlæggets drift samt stillet krav om, at ATES anlægget årligt efterses af en fagkyndig person.

Sidst med ikke mindst vil der over tid blive behov for at oparbejde borerne som følge af degenerering og derved forringelse af deres ydelse. Denne omkostning er meget anlægsafhængig, men bør dog indgå i det samlede estimat for service og vedligehold.

I Tabel 2 estimeres de årlige udgifter til service og vedligehold set over en 30 årig periode.

TABEL 2: ESTIMAT AF ÅRLIGE SERVICE OG DRIF TUDGIFTER SET OVER EN 30 ÅRIG PERIODE

Udgift	Interval	Antal	År	Enhedspris [kr.]	Pris [kr.]
Vandprøver og analyser 1. driftsår	1. år	6x4=24 stk.	1	2200	52.800
Vandprøver og analyser 2.-30. år.	2 gange årligt	3x2=6 stk.	29	2200	382.800
Årligt eftersyn og rapportering	1 gang årligt	1 stk.	29	25000	725.000
Genoparbejdning af borer pr. 5 år	Pr. 5. år	6 stk./5. år	5	60000	1.800.000
Verifikation af modelgrundlag efter 3. år	3. år	1 stk.	1	200000	200.000
Total					3.160.600
Årlige omkostninger over 30 år					105.353

5. KONKLUSION

Baseret på ovenstående betragtninger synes energiforbruget i ATES anlægget af være underestimeret, idet den forudsatte COP værdi på 75 i [1] umiddelbart vurderes at være optimistisk sammenlignet med betragtningerne, der er summeret op i Tabel 1. Endvidere synes energiforbruget til grundvandspumperne ikke at indgå i energiberegningerne for genafkøling af grundvandsmagasinet om vinteren.

I de opstillede alternativer i [1] beregnes det, at der i hvert alternativ bruges 96 MWh/år til pumpedrift. Baseret på betragtningerne i Tabel 1 og med indregning af energiforbruget til pumpedrift ved genafkøling vurderes det, at et mere realistisk energiforbrug til pumpedrift ligger i et niveau mellem 260 og 440 MWh/år.

Anlægsomkostningerne til etablering af ATES anlægget vurderes at være ca. 700.000-750.000 kr. ekskl. installationer i kølecentralen.

De årlige omkostninger til service og vedligehold af ATES anlægget vurderes at ligge i et gennemsnitligt niveau omkring 100.000 kr. pr år., når der indregnes omkostninger til genoparbejdning af borerne pr. 5. år. Intervallet mellem oparbejdning af borerne er svært at estimere på forhånd, så hvis udgiften til genoparbejdning af borerne ikke indregnes, vil den gennemsnitlige omkostning til service og vedligehold ligge i et niveau omkring 45.000 kr. pr. år.

Således må der årligt forventes en udgift til service og vedligehold af ATES anlægget på 45.000-100.000 kr.

6. REFERENCER

[1] Enopsol, »Grundvandskøling og ATES til Gødstrup Hospital,« 2016.

[2] Enopsol, »Prøveboring og prøvepumpeforsøg DGU nr. 85.2690,« 2015.

Præciseringer

- I flg. Notat 02 leveres kun 85% af grundvandskølingen tilbage. Dvs. der ligger en tilladelse til ikke af være energi neutral ?
- Reference år:
 - I Notat 02 er COP for chiller inkl. kondensator køling forudsat til 3,5. Den er 6,2 på DNV anlæg.
 - I Notat 02 er COP for frikøling forudsat til 15. Den er 18,7 på DNV anlæg (5 tørkølere).
- Grundvandskøle år:
 - I Notat 02 er COP for chiller inkl. kondensator køling forudsat til 3,5. Den bliver 9,2.
 - I Notat 02 er COP for frikøling forudsat til 15. Den bliver 18,0 (4 tørkølere).
 - I Notat 02 er COP for genkøl forudsat til 15. Den bliver 15,7.
 - I Notat 02 er COP for grundvand oplyst til 75. Den bliver 44,5.

Reference år med Fase 3 anlæg

	Udetemperatur	Driftsform	Køledækning (MWh/år)	COP	Elforbrug (MWh/år)
1	<7°C	100% frikøling	6816	15,0	454
2a	7-14°C	50% frikøling	2000	15,0	133
2b	7-14°C	50% chillerkøling	2000	3,5	571
3	>14°C	100% chillerkøling	3200	3,5	914
	I alt				2072

Referenceløsning. Elforbrug til grundkølebehov opdelt efter udetemperatur og driftsform.
[Enopsol data]

	Udetemperatur	Driftsform	Køledækning (MWh/år)	COP	Elforbrug (MWh/år)
1	<7°C	100% frikøling	6816	18,7	364
2a	7-14°C	50% frikøling	2000	18,7	107
2b	7-14°C	50% chillerkøling	2000	6,2	323
3	>14°C	100% chillerkøling	3200	6,2	516
	I alt				1310

Referenceløsning. Elforbrug til grundkølebehov opdelt efter udetemperatur og driftsform.
[Data DNV anlæg]

Grundvandskøle år med ændret Fase 2 anlæg

	Udetemperatur	Driftsform	Køledækning (MWh/år)	COP	Elforbrug (MWh/år)
1	<7°C	100% frikøling	6816	15,0	454
1a	<7°C	Gennedkøling/udeluft	6120	15,0	408
2	7-14°C	100% grundvandskøling	4000	75	53
3	>14°C	100% grundvandskøling	3200	75	43
	I alt				958

Grundvandskøling. Elforbrug til grundkølebehov opdelt efter udetemperatur og driftsform.
[Enopsol data]

	Udetemperatur	Driftsform	Køledækning (MWh/år)	COP	Elforbrug (MWh/år)
1	<7°C	100% frikøling	6816	18,0	379
1a	<7°C	Gennedkøling/udeluft	6120	15,7	390
2	7-14°C	100% grundvandskøling	4000	44,5	90
3	>14°C	100% grundvandskøling	3200	44,5	72
	I alt				931

Grundvandskøling. Elforbrug til grundkølebehov opdelt efter udetemperatur og driftsform.
[Data DNV anlæg (Ingeniør Huse data)]

Grundvandskøle år med ændret Fase 2 anlæg

(Ingeniør Huse data brugt)

Merinvestering i forhold til referenceløsning (Fase 3):

Grundvandsanlæg (Ingeniør Huse) = 7.000.000,- til 7.500.000,-

Resterende dokumentation & ansøgningsarbejde (Ingeniør Huse) = 200.000,- til 300.000,-

Gennemsnit grundvandanlæg = 7.500.000,- + ca. 15% JCI = 8.600.000,-

Budget pris for rør & el m.v. i teknikum = 5.000.000,-

Samlet investering grundvandskøling = 13.600.000,- \rightarrow 4 - 5 mio./år.

Fase 3 udgår = ÷ 3.600.000,-

Salg af energibesparelse ved afregningspris på 400,- / MWh: $(1310 \div 931) \times 400,- =$ kr. 151.600,-

Netto merinvestering i forhold til referenceløsning: $(13.600.000,- \div 3.600.000,- \div 151.600,-) =$ kr. 9.848.400,-

Årlig energibesparelse: $(1310 \text{ MWh} \div 931 \text{ MWh}) \times 1.650,- =$ kr. 625.350,-

Simpel tilbagebetalingstid: $9.848.400,- / 625.350,- =$ 16 år