

Bilag 2. Rapport til belysning af problemstillingen i relation til Søby Vandværks vandindvinding i voldgraven udarbejdet af Orbicon.

**Ærø Kommune**  
**Søbygård Voldgrav**  
Reetablering af sø i voldgraven  
November 2010



*Søbygård og område for reetableret sø*

**Rekvirent**

Ærø Kommune  
Statene 2  
5970 Ærøskøbing

**Rådgiver**

Orbicon A/S  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde  
Telefon +45 46 30 03 10

Sag nr. 1311000071  
Projektleader Hans Ole Hansen  
Projektmedarb. Allan Petersen

Revisions nr.  
Godkendt af Omar C. Thomsen  
Udgivet November 2010

# INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Indledning.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Sammenfatning .....</b>	<b>5</b>
2.1	Ulemper .....	5
2.2	Fordele .....	5
<b>3</b>	<b>Søbygård Voldgrav .....</b>	<b>6</b>
3.1	Baggrund .....	6
3.2	Tørlagte søområde.....	7
3.3	Genskabte sø .....	7
3.4	Terrænforhold ved indvindingsboringerne.....	8
3.5	Sti omkring søen .....	10
<b>4</b>	<b>Søby Vandværk .....</b>	<b>12</b>
4.1	Vandindvinding ved voldgraven .....	12
4.2	Hydrogeologi .....	13
4.3	Grundvandsstand .....	14
4.4	Prøvepumpninger .....	15
4.5	Beregnde sænkningstragte .....	16
4.6	Borehulslogning .....	17
4.7	Videoinspektion.....	18
4.8	Grundvandskvalitet.....	20
4.9	Forureningskilder.....	24
4.10	Nedlagte borer .....	25
<b>5</b>	<b>Foranstaltninger for vandindvindingen .....</b>	<b>26</b>
5.1	Ulemper ved etablering af søen .....	26
5.2	Fordele ved etablering af søen.....	26
5.3	Forslag til foranstaltninger .....	26
5.4	Eventuelt lavere søvandsspejl .....	28
5.5	Slut replik .....	28
<b>6</b>	<b>Referencer.....</b>	<b>29</b>

## Bilagsoversigt

Bilag 1.1	Principsnit gennem Søbygård Voldgrav før etablering af sø
Bilag 1.2	Principsnit gennem Søbygård Voldgrav efter etablering af sø
Bilag 2	Borehulslogging af DGU.nr. 171.66
Bilag 3	Borehulslogging af DGU.nr. 171.75
Bilag 4.1-2	Prøvepumpning af DGU.nr. 171.66
Bilag 4.3-4	Prøvepumpning af DGU.nr. 171.75
Bilag 5.1	Sænkningsberegning af 171.66 og -.75 efter 2 timers drift
Bilag 5.2	Sænkningsberegning af 171.66 og -.75 efter 12 timers drift
Bilag 5.3	Sænkningsberegning af 171.66 og -.75 efter 12 timers drift afstand 10 m

## 1

## Indledning

Søbygård er et gammelt slotsanlæg beliggende i den nordvestlige ende af Ærø. Der er planer om at reetablere voldgraven omkring gården og fyde voldgraven med vand.

Det nærliggende Søby Vandværk har to indvindingsboringer DGU nr. 171.66 og -.75 beliggende ved bredden af den planlagte sø, og der rejser sig derfor spørgsmål, om søen kan påvirke vandindvindingen i uheldig retning.

Ærø Kommune har ønsket denne problemstilling belyst og har engageret Orbicon til at undersøge indvindingsboringernes tilstand og belyse fordele og ulemper i relation til vandindvinding i forbindelse med etablering af søen i voldgraven.

Søby Vandværk har medvirket ved undersøgelse af tilstanden af de to nævnte indvindingsboringer ved at forestå optrækning af pumperne og efter gennemført videoinspektion at udføre prøvepumpning af boringerne. Disse undersøgelser er udført ultimo august - primo september i 2010.

Bundpladerne i indvindingsboringernes råvandsstationer blev nivelleret i forbindelse med logning af boringerne. Nivellementet blev imidlertid udført med udgangspunkt i et usikkert fikspunkt. Landinspektør Lars Faartoft, Hvenegaard & Jens Bo, Landsinspektører A/S har derfor efter fremsendelse af udkast 1 af rapporten foretaget gps-nivellement af bundpladerne, som herefter danner udgangspunkt for vurderingerne af de højdemæssige forhold ved boringerne.

Vurderingen af problemstillingen er desuden baseret på tilgængelige oplysninger i GEUS' Jupiterdatabase om boreprofiler, pejledata og vandkvalitet. Desuden bliver der i nærværende rapport henvist til forprojekter for reetablering af søen i voldgraven og til undersøgelser i forbindelse med indsatskortlægningen for grundvandsindvindingen på Ærø.

Orbicon A/S, november 2010

Hans Ole Hansen

## 2

## **Sammenfatning**

Rapporten beskriver en undersøgelse og vurdering af ulemper og fordele for vandindvindingen til Søby Vandværk ved reetablering af en sø i voldgraven til Søbygård på Ærø.

### 2.1

#### **Ulemper**

Den nye sø vil have søbred helt op til Søby Vandværks boring 171.66. Det vil blive nødvendigt at forlænge boringens forerør og hæve platform og råvandsstation, hvis boringen fortsat skal anvendes. Alternativt må boringen sløjfes, og der må etableres en ny boring i højere liggende terræn.

Råvandsledning og kabler til boring 171.75 vil blive oversvømmet. For at bevare adgangen til ledningerne må disse omlægges til højere terræn.

Boring 171.75 ligger lige over det fremtidige søvandsspejl, men adgangsvejen til boringen vil blive oversvømmet. Adgangsvejen må omlægges til plateauet oven for boringen, og platformen med råvandsstation må hæves. I den forbindelse må boringens forerør forlænges.

Boringerne ligger i tracéen for en planlagt sti rundt om den nye sø. Forholdet mellem stien og den boringsnære beskyttelseszone må løses i samråd mellem Søby Vandværk og landskabsarkitekt ved Søbygård.

### 2.2

#### **Fordele**

Fordelen ved søen er af grundvandsmæssig karakter, og den forøgede grundvandsstand vil udgøre en buffer, der vil formindske udsvingene i grundvandsstanden. Ved den forhøjede vandstand vil forringelse af vandkvaliteten hidrørende fra dræning i form af okkerdannelse blive mindre. Vandstandshævningen vil generelt på længere sigt medføre en bedre vandkvalitet og forøget grundvandsdannelse i indvindingsoplændet til Søby Vandværk.

Den forhøjede vandstand vil bevirket længere transporttid fra overfladevand til indvinding som grundvand. Afsænkningszonen omkring boringerne vil blive mindre og formindske risikoen for nedsvivning via udtørringssprækker. Forseglingen omkring boringerne vil blive vandmættet og tættere, og tæringsprocessen ved skruer i forerøret bliver reduceret.

Forhøjet grundvandstand vil medføre større timekapacitet og mindre energi-forbrug ved vandindvindingen.

Som eventuel erstatning for 171.66 kan der forsøges etableret en ny boring på plateauet syd for boring 171.75, hvor man kan have berettiget håb om at finde vandførende smeltevandsand i passende dybde.

Der er altid en risiko ved at foretage sig noget nyt. Men risikoen i dette tilfælde vurderes at være større ved ikke at etablere en sø i voldgraven, og der vil opnås en forbedring af vandressourcen.

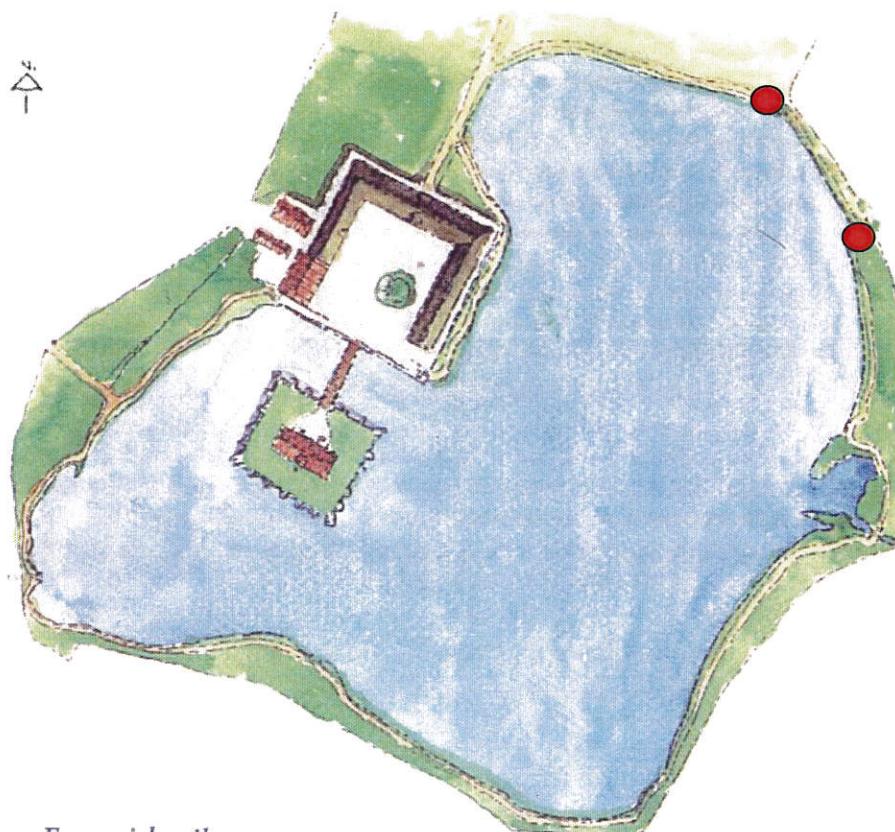
### 3 Søbygård Voldgrav

#### 3.1 Baggrund

Søbygård er et gammelt slotsanlæg opført på et lavtliggende engareal, som i gammel tid har kunnet opdæmmes, hvorved anlægget blev omgivet af vand /1/. Slotsanlægget er opført på stensatte banker, hvor adgang til hovedbygningen er foregået via en vindebro.

På et tidspunkt i 1800-tallet, hvor der gik mode i at afvande vådområder, blev opdæmningen fjernet og engarealet drænet af en afvandingsgrøft gennem en gen.

I forbindelse med en igangværende gennemgribende renovering af slotsanlægget er det planen at genskabe søen omkring de stensatte banker. Denne genskabelse af søen bevirket, at to indvindingsboringer til Søby Vandværk kommer til at ligge i bredzonen af den nydannede sø.



Figur 3.1 Søbygård med skitse af reetableret sø. Kopi af forside fra /1/ med indtegnet placering af Søby Vandværks indvindingsboringer

I det følgende beskrives med uddrag fra /1/ forhold ved den nydannede sø i relation til vandindvindingen til Søby Vandværk.

### 3.2

#### Tørlagte søområde

Området omkring de stensatte banker er lavliggende enge, hvor den oprindelige søs begrænsning kan anes. Mod nord-nordøst følger søens kant en skrænt, hvori de to indvindingsboringer DGU.nr. 171.66 og -.75 til Søby Vandværk er placeret. Det tørlagte søområde benyttes til græsning, idet området ikke er så effektivt afvandet, at det har kunnet svare sig med egentlig dyrking.

Området har karakter af mose og lavliggende dele af engarealet står ofte under vand i vinterhalvåret. Der løber en bæk igennem engen i en gravet grøft, som afdræner vandstanden til under kote 10.



Figur 3.2 Engarealet neden for de to indvindingsboringer til Søby Vandværk

### 3.3

#### Genskabte sø

Forskellige arkæologiske undersøgelser og vurderinger har ført til den antagelse, at den oprindelige sø har haft vandspejl i kote ca. 14,40. Ifølge foreliggende renoveringsplaner for slotsanlægget er det planen at genskabe søen ved at etablere et stemmewærk og et nyt overløb, der giver en højeste vandstand i søen i kote 13,75. Overløbet sker videre til Vitsø Nor Landkanal. Det vil ifølge beregninger, der er henvist til i /1/, give en sø med et areal på ca. 40.000 m<sup>2</sup> og med et beregnet volumen på ca. 87.000 m<sup>3</sup>.

Vandtilførslen til området sker fra et vandløb, der har sit udspring ved Ærøs højeste punkt Synneshøj i Vester Bregningemark. Vandløbets topografiske opland er på i alt ca. 253 ha og leverer en vandtilførsel til den nydannede sø, der giver en gennemsnitlig opholdstid (tid for udskiftning af hele vandmassen) på ca. 40 døgn.

Oplandet er kloakeret, og spildevandet bliver pumpet til Søby. Det er således kun overfladevand fra befæstede arealer og terrænet, der bliver afledt til vandløbet og den nydannede sø.

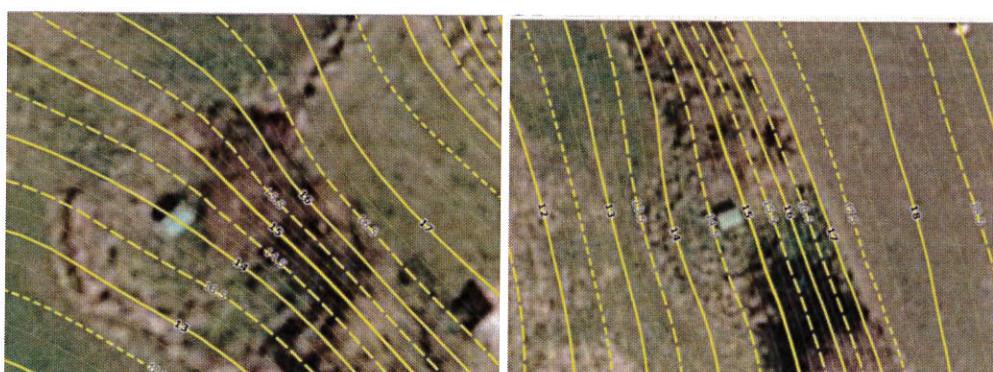


*Figur 3.3 Bækkens indløb i engen 31.8.2010*

3.4

## Terrænforhold ved indvindingsboringerne

Samspillet mellem den nydannede sø og indvindingsboringerne er først og fremmest bestemt af terræn og højdeforhold ved borerne. Der har været forskellige højder i spil ved de to borer i forbindelse med vurderingen af mulighederne for at etablere søen. Fra Grundkort Fyn foreligger de i figur 3.4 viste højdekurver.



Figur 3.4 Højdekurver fra Grundkort Fyn ved boring DGU.nr. 171.66 og -75

Disse højdekurver er udjævnede og gengiver ikke de små platforme, der er udformet i skråningerne ved de to borer. Ud fra højdekurverne aflæses ved boring DGU.nr. 171.66 en terrænkote på ca. 13,75 og ved DGU.nr. 171.75 kote ca. 14,50.

Landinspektør Lars Faartoft, Hvenegaard & Jens Bo, Landsinspektører A/S har foretaget nivellelement af bundpladerne, som danner udgangspunkt for vurderingerne af de højdemæssige forhold ved boringerne. Nivellelementet fremgår af figur 3.5, hvor registrerede kote i GEUS' Jupiterdatabase er sammenlignet med de nivellerede koter. Boring 171.66 har væsentlig lavere nivelleret kote end angivet i borerapporten i Jupiterdatabasen.



### Boring 171.66

Betonbundplade 13,76  
(Nivelleret foran håndtaget til låget)

[Søgning i boredata, Jupiter-databasen](#)

### Boring 171.75

Betonbundplade 14,51  
(Nivelleret foran håndtaget til låget)

[Søgning i boredata, Jupiter-databasen](#)

#### Fiks punkthistorik

Tidspunkt	Datum	Fiks punkt.beskr.	Fiks punkt.kote
06-07-2007	ED50	T	17

#### Fiks punkthistorik

Tidspunkt	Datum	Fiks punkt.beskr.	Fiks punkt.kote
06-07-2007	ED50	T	14.5

Figur 3.5 Nivellement sammenlignet med koter i GEUS' Jupiter-database

Der er ikke noget i terrænet, der tyder på, at der skulle være gravet af terrænet, efter at boring 171.66 er etableret, og før råvandsstationen er monteret. Repræsentanter for vandværket er heller ikke bekendt med, at en sådan agravning skulle have fundet sted. Muligvis kan den højere kotesætning være affødt af en unøjagtig lokalisering af boringen i Jupiterdatabasen, som det fremgår af figur 3.6.



Figur 3.6 Placering af 171.66 i Jupiterdatabasen

Den relativt høje kote for boring 171.66 i Jupiterdatabasen har givet anledning til optimistiske forhåbninger om, at oversvømmelse af boringerne kunne undgås ved etablering af en sø i voldgraven med vandspejl i kote 13,75. Men råvandsstationen for boring 171.66 i kote 13,76 vil komme til at ligge lige akkurat i søbredden af den fremtidige sø.

Hvis boring 171.66 skal opretholdes som indvindingsboring i fremtiden med det påtænkte øvandsspejl, er det nødvendigt at hæve platformen, hvorpå boringen er placeret. Adgangsvejen til boringen må også lægges om, så adgangen fremover kommer til at foregå oppe fra og ned til platformen, i stedet for som nu, i den fremtidige sør.

Hævningen af platformen må ske under hensyntagen til det fremtidige stiforløb omkring søen. Men en passende kote for overfladen og for den fremtidige kote for bundpladen i råvandsstationen vurderes at være kote ca. 15,00 ved et øvandsspejl i kote ca. 13,75.

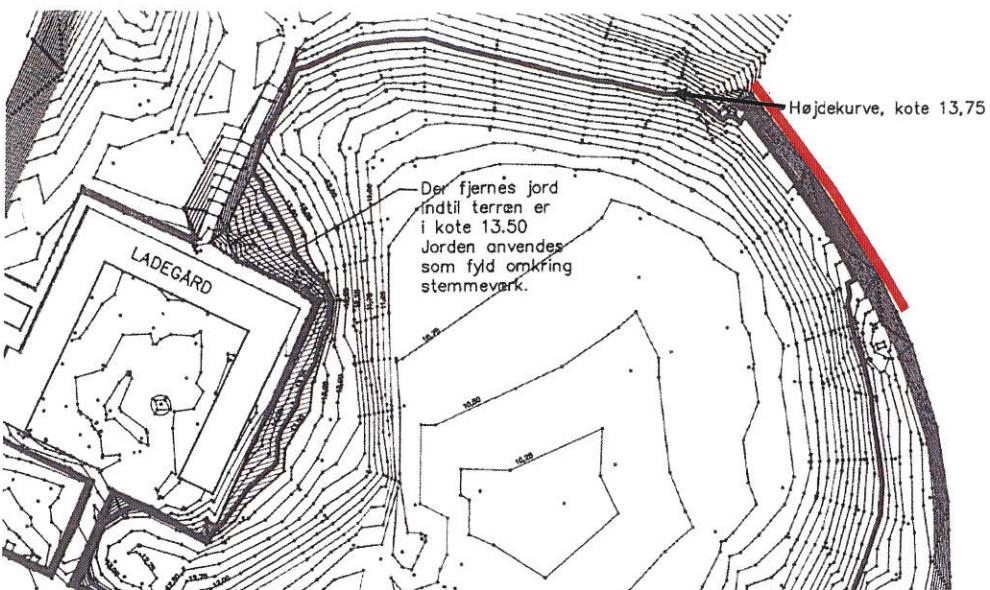
Råvandsstationen for boring 171.75 i kote 14,51 vil komme til at ligge i god højde over højeste vandspejl i søen. Men platformen for denne boring foreslås også hævet af hensyn til den fremtidige adgang til boringen, der må omlægges fra at være over engen til at være fra terrænet oven for boringen. Denne platform må ligeledes planlægges ud det fremtidige stiforløb omkring søen.

En passende kote for overfladen og for den fremtidige kote for bundpladen i råvandsstationen vurderes at være kote ca. 16,00.

### 3.5

#### Sti omkring søen

Der er i forbindelse med genskabelse af søen planlagt et stiforløb omkring søen. Stiforløbet er vist i skitsen figur 3.1 og går tæt forbi Søby Vandværks indvindingsboringer. Disse borer er blot omkranset af et ca. 5 meter bredt beskyttelsesområde indhegnet med elektrisk kreaturhegn.



Figur 3.7 Indtegnet evt. nyt stiforløb oven for skrænt mellem boring 171.66 og 171.75

Det endelige forløb af denne sti må planlægges i forhold til den fremtidige beskyttelseszone omkring borerne, som må forventes udlagt til at omfatte en afstand ud til 10 meter fra borerne.

Med hensyn til anlæggelse af sti og indhegning af borerne må dette planlægges i samråd med vandværket.

Det skitserede stiforløb i figur 3.1 i skrænten mellem de to borer vil vanskeligt kunne gennemføres uden store terrænarbejder, og stien må derfor påregnes at skulle henlægges til en placering oven for skrænten. Det samme må som nævnt ske med adgangen til borerne, der hidtil er sket over engen, der vil blive oversvømmet.

## 4 Søby Vandværk

### 4.1 Vandindvinding ved voldgraven



Figur 4.1 Søby Vandværks indvindingsboringer DGU.nr. 171.66 og 171.75

Søby Vandværks kildeplads ligger i området omkring den fremtidige sø ved Søbygård og er omfattet af en række borer, hvoraf det dog kun er boring DGU.nr. 171.66 og 171.75, der er berørt af søprojektet.

Det nuværende Søby Vandværk er etableret i 1996. Vandværkets samlede udpumpning i 2008 var ca.  $58.000 \text{ m}^3$ , og den tilladte indvindingsmængde er på  $75.000 \text{ m}^3/\text{år}$ .

I forbindelse med udarbejdelse af en Nødplan for vandforsyningen på Ærø /3/ blev det i 2009 registreret, at 4 borer normalt var i drift, og indvindingskapaciteten på disse var ca.  $16 \text{ m}^3/\text{h}$ . Derudover var to borer angivet som reserve.

Spidsbelastningsforbruget om sommeren er opgivet til ca.  $240 \text{ m}^3/\text{døgn}$ . Ved fuld udnyttelse af rentvandsbeholderen og ved en opfyldelse af et ønske om

30% reservekapacitet skal vandværket råde over en indvindingskapacitet på mindst 13 m<sup>3</sup>/h. Dertil kommer, at borerne erfaringsmæssigt ikke kan holde til at køre i døgn drift, men typisk kun 10-16 timer pr. døgn. Vandværket kan på den baggrund ikke undvære indvindingsmængden fra de to borer DGU.nr. 171.66 og 171.75.

Søby Vandværks kildeplads ved Søbygård er registreret i daværende Fyns Amts kildepladskortlægning /4/ således som vist i tabel 4.1.

Kildeplads	Aktive borer DGU nr.	Indvinding pr. boring m <sup>3</sup> /h	Driftstimer pr. døgn Timer	Bemærkning
Søbygaard	171.53	5,5	10-16 timer pr. døgn	
	171.66	1,6	10-16 timer pr. døgn	
	171.75	4,3	10-16 timer pr. døgn	
	171.79	3,3	10-16 timer pr. døgn	
	171.36	2-3		Kører kun ved spidsbelastning
	171.61	2-3		Kører kun ved spidsbelastning
	171.93	5	10-16 timer pr. døgn	

Tabel 4.1 Søby Vandværks kildeplads, som den er registreret i /4/.

## 4.2

### Hydrogeologi

Ærøs geologi er godt og grundigt blevet rodet op af flere gletsjerfremstød, der under sidste istid er passeret henover øen. Gletsjerfronterne har ikke ligget så længe, at der har kunnet aflejres væsentlige smeltevandslag, og de tynde lag, der er aflejret, er efterfølgende blevet skubbet op og fordelt kaotisk i undergrunden.

Dette forhold gør det vanskeligt at udpege regionale sandaflejringer, og selv nærtstående borer kan udvise meget forskellige boreprofiler. Borerne er sjældent hydraulisk forbundne og kan have meget forskellige grundvandsstansede og vandkvalitet. Disse forhold gør sig også gældende ved Søbygård.

For at få struktur på grundvandsmagasinene opererer man i den hydrogeologiske beskrivelse af Ærø i indsatskortlægningen /2/ med tre magasintyper eller dybder, henholdsvis Øvre, Mellem og Nedre Magasin. De Øvre Magasiner er ikke udnyttet til almen vandforsyning på Ærø.

I bilag 1.1 er der vist et snit gennem Søbygård Voldgrav og indvindingsboringerne, der viser de højdemæssige forhold i området.

I boreprofilet for boring 171.75 er der gennemboret et sandlag 4-7 m u.t., som antages at henøre under Øvre Magasin. I samme dybde gennembores sandlag i den sløjfede boring 171.74, hvorimod der i toppen af 171.66 gennembores lag, der karakteriseres som muld og fyld.

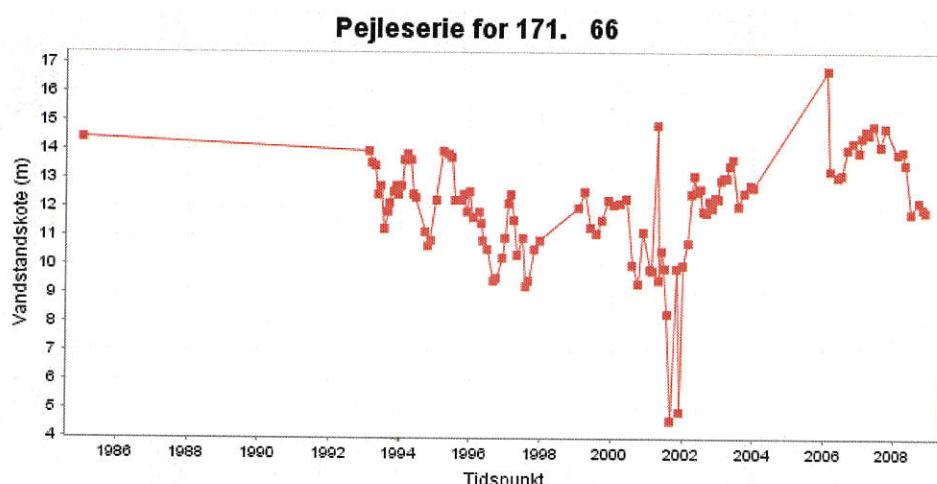
I alle tre ovennævnte borer træffes omkring 15-20 m u.t. et sandlag, som her antages at henhøre under Mellem Magasin. Dette lag er filtersat i 171.66 og -.75, og Søby Vandværk indvinder fra det.

Boring 171.74 blev ført ned til 39 m u.t. og er filtersat 31-37 m u.t. i et leret gruset lag, som dog ikke gav en vandmængde, der var værd at udnytte. Vandkvaliteten har utvivlsomt heller ikke været god.

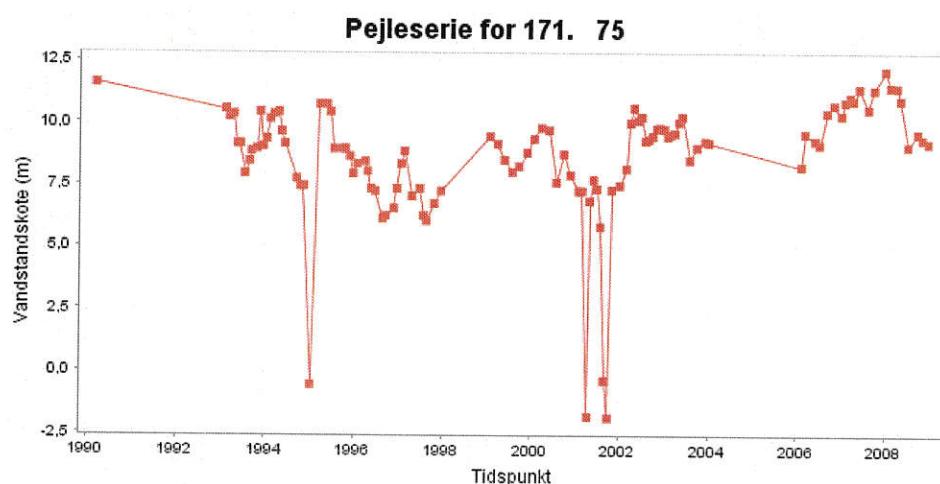
#### 4.3 Grundvandsstand

Grundvandsstanden i Mellem Magasin er som hovedregel spændt, således også i boring 171.66 og -.75. I forbindelse med en længere stilstandsperiode ved logning og prøvepumpning af borerne, herom senere, blev rovandstanden pejlet i borerne. Den 1.9.2010 blev således i begge borer pejlet en rovandstand svarende til kote ca.9,0, altså ca. 1,5 meter under det laveste sted i engen.

De højdemæssige forhold for grundvandet er vist i bilag 1.1.



Figur 4.2 Pejlet vandstand i boring 171.66 ifølge Jupiterdatabasen. Vandstanden vurderes angivet ca. 3,0 meter for højt pga. kotefejl i databasen.



Figur 4.3 Pejlet vandstand i boring 171.75 ifølge Jupiterdatabasen

Pejleserierne fra de to borer i Jupiterdatabasen er vist i ovenstående figurer. Pejleserien for 171.66 antages at være udtegnet med en ca. 3,0 meter for høj vandstand på grund af for høj målepunktskote (fikspunktkote) i databasen.

Rovandstanden ses at svinge mellem kote 11-12 og ned til 6-7. Rovandstanden i kote ca. 9,0 pejlet den 1.9.2010 vurderes at være højere for årstiden end normalt, fordi borerne har stået ubenyttet hen i nogle dage, hvilket er usædvanligt. Derved har vandstanden kunnet nå at retablere sig til et højere niveau. Samtidig er pejlingen sket efter en nedbørs rig august måned.

#### 4.4

#### Prøvepumpninger

Udover årstidsvariationen i grundvandsstanden bevirket selve pumpningen på borerne også store udsving i vandstanden bestemt af vandføringsevnen (transmissiviteten) af det vandførende lag og af tryktabet over filtret bestemt af boringens virkningsgrad.

For at få kendskab til boringernes hydrauliske egenskaber har Søby Vandværk efter anvisninger fra Orbicon udført kortvarige prøvepumpninger af de to borer. Pejledata og tolkning af de to prøvepumpninger er vist i bilag 4.1-4.

Borerne blev prøvepumpt i to timer og med to timers tilbagepejling. Ved prøvepumpningen af 171.66 blev ydelsen sat for højt, så pumpen kom til at suge luft, hvilket ses af den vandrette udvikling i vandstanden efter 10 minutters pumpning, se bilag 4.2. De hydrauliske parametre tolkes derfor kun på stigningsdelen for denne boring.

Der blev bestemt følgende hydrauliske parametre:

##### Boring 171.66

Ydelse	$Q = 4,0 \text{ m}^3/\text{h}$ (pumpe suger luft)
Transmissivitet	$T = 1,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sek}$
Specifik kapacitet	$Q/s60 = 0,49 \text{ m}^3/\text{h pr. meter sænkning}$
Virkningsgrad	$V = 86\%$

##### Boring 171.75

Ydelse	$Q = 4,2 \text{ m}^3/\text{h}$
Transmissivitet	$T = 1,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sek}$
Specifik kapacitet	$Q/s60 = 0,38 \text{ m}^3/\text{h pr. meter sænkning}$
Virkningsgrad	$V = 95\%$

Det er karakteristisk, at der er meget lille transmissivetsværdi (vandføringsevne). Den er mellem 30 og 50 gange mindre end ved normale gode indvindingsboringer på Fyn og i den øvrige del af landet.

Boringsvirkningsgraden, der er udtryk for, hvor godt boringen udnytter det vandførende lag, er til gengæld høj, og tyder ikke på, at eventuel tilclogning affiltrene er måleligt begrænsende for tilstrømningen til borerne.

I modsætning til forventningerne ud fra de ansatte ydelser i tabel 4.1, er de hydrauliske egenskaber ved de to borer forholdsvis ens. Boring 171.66 kunne næsten se ud til at være en smule bedre end boring 171.75 bort set fra, at afsænkningsmulighederne er lidt større i den lidt dybere 171.75.

På grund af forventning om at der ikke var hydraulisk forbindelse mellem de to borer, blev der ikke udført samtidig pejling af naboboringen som observatonsboring. Men er der hydraulisk forbindelse, kan man ud fra boringernes hydrauliske parametre beregne en gendigt påvirkning efter 2 timers pumpning på 40–50 cm, se bilag 5.1 Men det er vandværkets erfaring, at der ikke er en sådan påvirkning.

Beregning af afsænkningen efter 12 timers drift er foretaget i bilag 5.2 ved de ydelses, der er angivet som normale i tabel 4.1. Umiddelbart kunne det se ud til, at ydelsen af 171.66 skulle kunne justeres en smule op, og at ydelsen af 171.75 er ansat lidt for højt.

Boringernes virkningsgrad er høj og tyder ikke på tilclogging af filtrerne.

#### 4.5

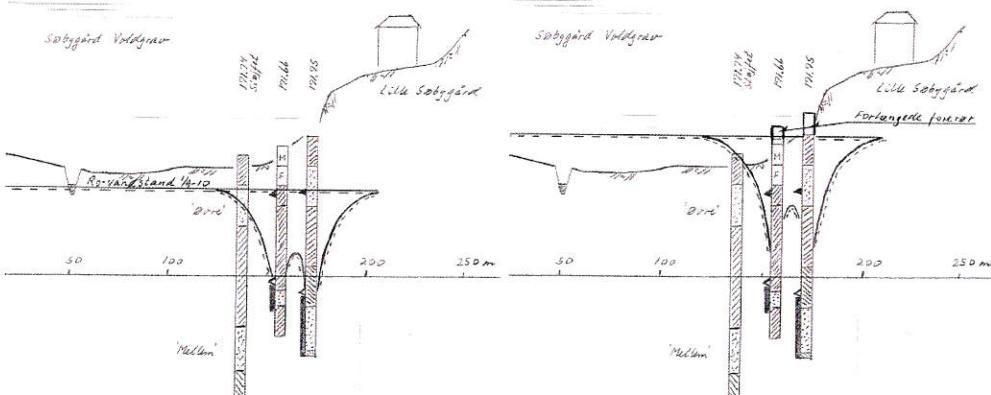
#### Beregnehede sænkningstragte

Den ringe vandføringsevne af sandlaget bevirket, at der opstår dybe sænkningstragte omkring boringerne. Således beregnes der i bilag 5.3 at opstå op til 5 meters afsænkning i en afstand af 10 meter fra boringen efter 12 timers drift. Disse dybe sænkningstragte er sårbar over for nedsivning og giver en kortere transporttid fra grundvandspejlet til indstrømning i boringernes filtre.

De dybe sænkningstragte, som sædvanligvis er dybest og mest udbredte i eftersommeren, bevirket også, at der i et større område og til større dybde kan opstå udtørringssprækker i dæklaget. Når det sætter ind med nedbør i eftersommeren, vil denne nedbør hurtigere nå frem til indstrømning i filtrerne.

Høver man vandstanden i området og sætter engen under vand, vil der ikke kunne opstå udtørringssprækker i dæklaget, og den hævede vandstand vil forlænge transporttiden fra vandoverfladen til indstrømning i filtrerne.

På grund af de store afsænkninger er det af stor betydning, hvordan boringerne er forseglet, og om der kan være såkaldt brøndborerskorsten omkring forerøret.



Figur 4.4 Skitse af sænkningstragte, udsnit af bilag 1.1 og 1.2

## **4.6 Borehulslogning**

For at undersøge forseglingen af boringerne blev der den 31.8.2010 udført borehulslogning med gammalog, der viser beskaffenheden af jordlagene og bagfyldet omkring boringen. Borehulslogning og videoinspektion er rapporteret i /5/, der er fremsendt særskilt den 14.9.2010 til Ærø Kommune og Søby Vandværk.

De angivne mål nedenfor er m u.r., meter under referencepunkt, der er top for forerør.

### **4.6.1 Boring 171.66**

Resultatet af gammaloggen af boring 171.66 er vist på bilag 2 sammen med prøvebeskrivelser og udbygning indberettet hos GEUS.

Gammaloggen viser tælletal omkring 55 cps i intervallet 0-4 m u.r., hvilket formentlig skyldes det fyldmateriale, der er beskrevet i de indrapporterede prøver hos GEUS.

Intervallet 4-14 m u.r. viser tælletal i intervallet 20-50 cps, hvilket stemmer overens med moræneler som beskrevet hos GEUS. Det uensartede forløb i tælletallene indikerer, at der ikke er afproppet med bentonit i hele intervallet. I borrapporten indberettet til GEUS er der beskrevet 2 propper med to sække bentonit, og de er sandsynligvis placeret 11,5 m u.r. og 14 m u.r.

Intervallet 14,5-16 m u.r. viser tælletal omkring 35, hvilket stemmer overens med det hos GEUS beskrevne gruslag.

Boringen er sandsynligvis kun afproppet med bentonit i de korte intervaller nær filteret.

### **4.6.2 Boring 171.75**

Resultatet af gammaloggen af 171.75 er vist på bilag 3 sammen med prøvebeskrivelser og udbygning indberettet hos GEUS.

Gammaloggen viser tælletal omkring 45 cps eller derover i intervallet 0-15 m u.r., hvilket indikerer, at der er afproppet med bentonit i dette interval. Moræneler og smeltevandssand dominerer intervallet og registreres normalt med tælletal omkring 10-40 cps, og bentonit registreres med tælletal omkring 45 cps.

Intervallet 15-21 m u.r. viser tælletal omkring 20 cps, og indikerer gruskastning i dette interval.

Det bemærkes, at der i intervallet 10,5-13,5 m u.r. registreres tælletal omkring 65 cps, hvilket normalt indikerer et højt lerindhold i formationen. Dette stemmer ikke overens med prøvebeskrivelserne, og der er formentlig tale om, at prøvebeskrivelsesdybderne ikke stemmer. Det beskrevne lag med smeltevandsler 13-17 m u.r. findes sandsynligvis i ovennævnte interval, hvor tællallene ligger omkring 65 cps.

Boringen er sandsynligvis afproppet med bentonit i intervallet 0-15 m u.r.

## 4.7

### Videoinspektion

Samme dag som der blev udført gammalog, blev boringerne endvidere inspireret med video. Videoinspektionen er rapporteret i /5/ og dokumenteret med DVD.

Formålet med boringsundersøgelserne er at undersøge boringernes generelle tilstand og påpege eventuelle problematiske elementer ved boringerne.

Videoinspektionerne er foretaget med anvendelse af toppen af forøreret som referenceniveau. Dybderne vist på DVD'en angiver dybden til kameraets sidelinse. Ved videoinspektionen er der gjort en række observationer, som er anført i skematisk form i tabel 4.2 og 4.3.

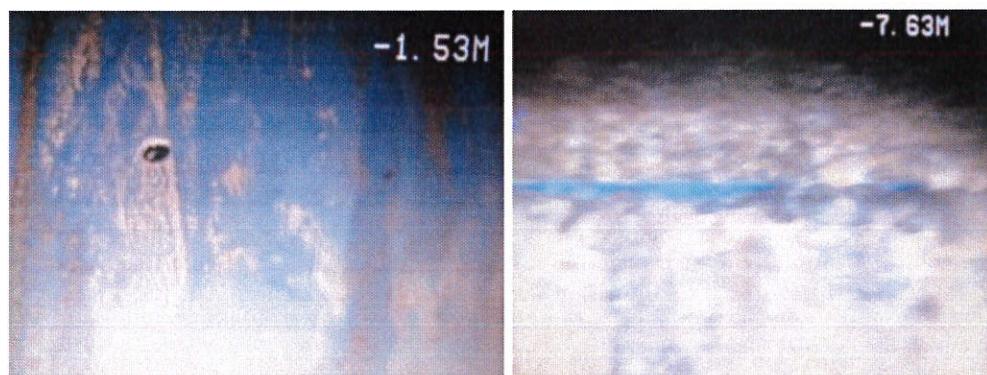
#### 4.7.1

### Sammenfatning om 171.66

Dybde m u.r.	Observation af DGU.nr. 171.66
1,00	Start af optagelse. Forører er af PVC og fremstår let belagt.
1,60	Limet samling fremstår tæt. Der ses skruehuller over samlingen.
3,86	Vandspejl. Forøreret fremstår belagt under vandspejlet.
7,63	Samling. Samlingen fremstår belagt, men med enkelte punkter uden belægning, hvilket formentlig skyldes mindre utætheder. Der kan ikke erkendes skruehuller over samlingen.
13,65	Samling. Fremstår meget belagt. Overgang til filteret.
	Filteret fremstår med alle slidser clogget til.
16,00	Bund af boring.

Tabel 4.2 De væsentlige observationer ved videoinspektion af DGU.nr. 171.66

Forøreret er af PVC og fremstår let belagt. Samlingerne fremstår generelt tætte. Dog ses der indikationer på mindre utætheder i samlingen 7,63 m u.r. Der ses skruehuller over samlingerne, men der ses ikke markante nedløbsspor eller afvigelser i belægningen omkring hullerne, hvilket indikerer, at de er tætte.



Figur 4.4 Skruehul og rørsamling i boring 171.66



Figur 4.5 Filterslidser med belægning

Filteret fremstår visuelt belagt og clogget til. Men prøvepumpningen udviser forholdsvis stor boringsvirkningsgrad, se afsnit 4.4, så vandet ser ikke ud til at have vanskeligt ved at komme ind i boringen.

Tilstanden af den synlige indvendige del af boringen vurderes samlet at være ringe, pga. skruehullerne og af, at filteret er clogget til, men tilclogningen har tilsyneladende ikke begrænset tilstrømningen til boringen måleligt. Boringen er ved prøvepumpningen målt at have en høj boringsvirkningsgrad.

For at sikre boringen mod fremtidig gennemtæring og vandindtrængning i de øverste skruehuller foreslås de øverste ca. 8 meter forsynet med nyt indre forør samtidig med at forørøret forlænges i forbindelse med hævning af platformen og råvandsstationen. Se afsnit 3.4.

#### 4.7.2 Sammenfatning om 171.75

Dybde m u.r.	Observation af DGU.nr. 171.75
1,00	Start af optagelse. Forørøret er af PVC og fremstår let belagt.
4,17	Limet samling fremstår tæt. Der ses skruehuller over samlingen, og der ses et svagt nedløbsspor fra et af hullerne.
5,24	Vandspejl. Forørøret fremstår belagt under vandspejlet.
10,17	Samling. Fremstår belagt og tæt. Der kan ikke erkendes skruehuller over samlingen.
16,24	Samling. Overgang til filter. Der ses skruehuller over samlingen.
16,34	Filterslidser starter. Slidserne fremstår åbne og uden belægning. Filtergruset kan erkendes bag slidserne.
21,36	Bund af boring.

Tabel 4.3 De væsentlige observationer ved videoinspektion af DGU.nr. 171.75

Forerøret er af PVC og fremstår let belagt. Samlingerne fremstår tætte. Der ses skruehuller over samlingerne, men der ses ikke markante nedløbsspor eller afvigelser i belægningen omkring hullerne, hvilket indikerer, at de er tætte.

Filteret fremstår i god stand uden belægning og med åbne slidser.

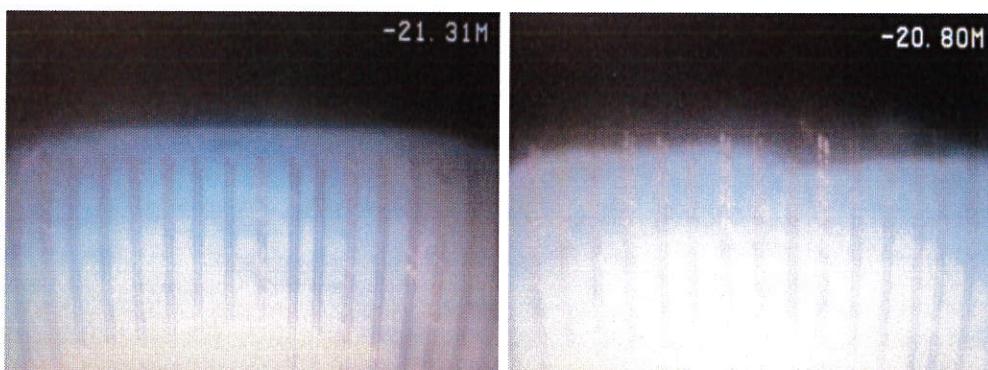
Boringen er sandsynligvis afproppet med bentonit i intervallet 0-15 m u.r.

Tilstanden af den synlige indvendige del af boringen vurderes samlet at være mindre god, pga. skruehullerne. Men bentonitforseglingen formindsker risikoen ved borttæring af skruerne væsentligt. Samlet set vurderes boringen at yde god sikkerhed mod indsvømning af overfladenvand eller nedsivning af forurening langs forerøret.

For at sikre boringen mod fremtidig gennemtæring og vandindtrængning i de øverste skruehuller foreslås de øverste ca. 5 meter forsynet med nyt indre forerør samtidig med at forerøret forlænges i forbindelse med hævning af platformen og råvandsstationen. Se afsnit 3.4.



Figur 4.6 Skruehuller uden og med spor af vandindtrængning i 171.75



Figur 4.7 Filterslidser uden belægning

#### 4.8

#### Grundvandskvalitet

Vandkvaliteten er god i begge borer. Råvandet ved Søby Vandværk gennemgår en vandbehandling med afblæsning og iltning og filtrering ved dobbeltfiltrering. Beluftningen foregår i et bassin og filtreringen i lukkede beholderne.

Ammoniumindholdet kræver en effektiv iltning og biologisk proces i filtrene. Der er ikke noget i udviklingen af indikatorer for forurening, der tyder på, at der er forurening under opsejling. Nitratindholdet og indholdet af phosphor og kalium er lavt. Indholdet af ikke flygtigt organisk kulstof (NVOC) er ligeledes lavt og faldende, og indholdet af pesticidnedbrydningsproduktet 2,6-dichlorbenzamid (BAM) i boring 171.66 er faldet til under detektionsgrænsen.

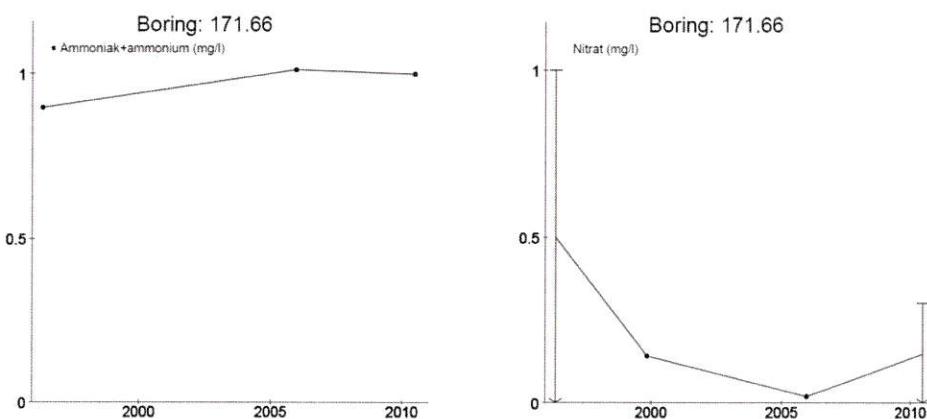
Der er således ikke noget i udviklingen, der tyder på, at der sker nedsivning til det vandførende lag via evt. dårlig forsegling af borerne.

I de følgende underafsnit dokumenteres udviklingen med tidsserier af udvalgte parametre udtegnet fra Jupiterdatabasen.

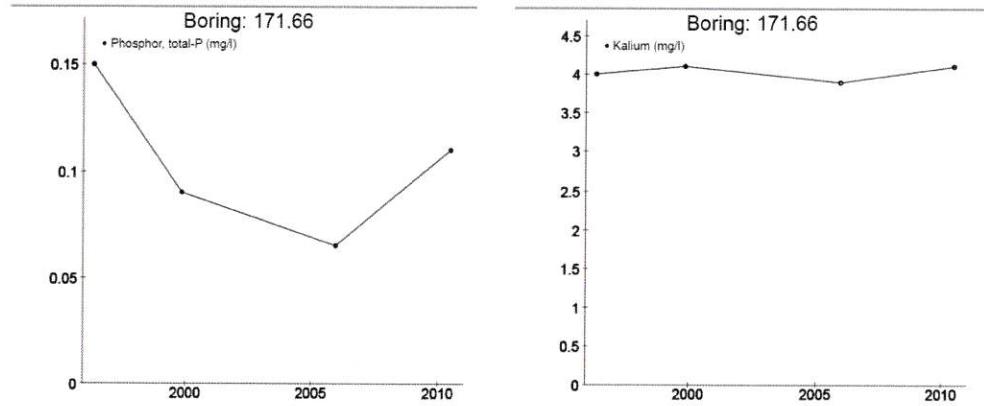
#### 4.8.1 Boring 171.66

Kemiske hovedbestanddele		Uorganiske sporstoffer	
Stof	Mængde	Stof	Mængde
Ammoniak+ammonium	1 mg/l	Arsen	.8 µg/l
Calcium	130 mg/l	Barium	27 µg/l
Carbon dioxide, acqr.	<2 mg/l	Bor	60 µg/l
Carbon.org.NVOC	1.7 mg/l	Nikel	1.1 µg/l
Chlорид	35 mg/l		
Fluorid	.29 mg/l		
Hydrogencarbonat	350 mg/l		
Inddampningsrest	490 mg/l		
Jern	1.3 mg/l		
Kalium	4.1 mg/l		
Magnesium	13 mg/l		
Mangan	.22 mg/l		
Natrium	22 mg/l		
Nitrat	<.3 mg/l		
Nitrit	.011 mg/l		
Oxygen indhold	2.1 mg/l		
Phosphor, total-P	.11 mg/l		
Sulfat	99 mg/l		

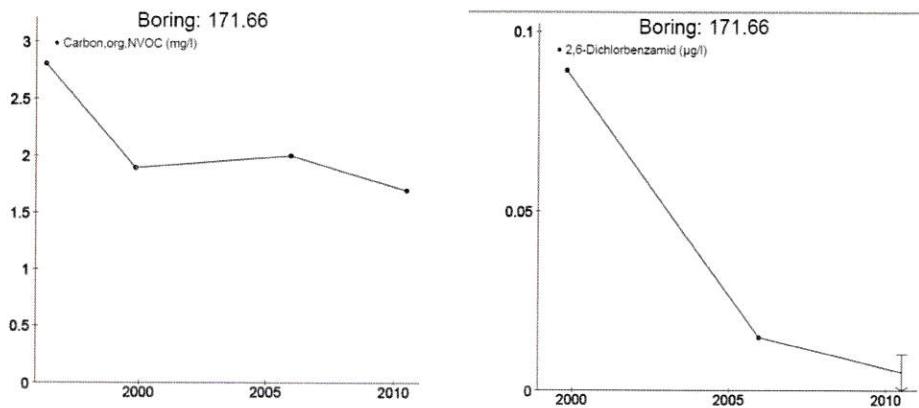
Tabel 4.4 Vandkvalitet i DGU.nr. 171.66 i vandprøve af 21.6.2010



Figur 4.8 Ammonium og nitrat i 171.66 ifølge Jupiterdatabasen



Figur 4.9 Phosphor og kalium i 171.66 ifølge Jupiterdatabasen

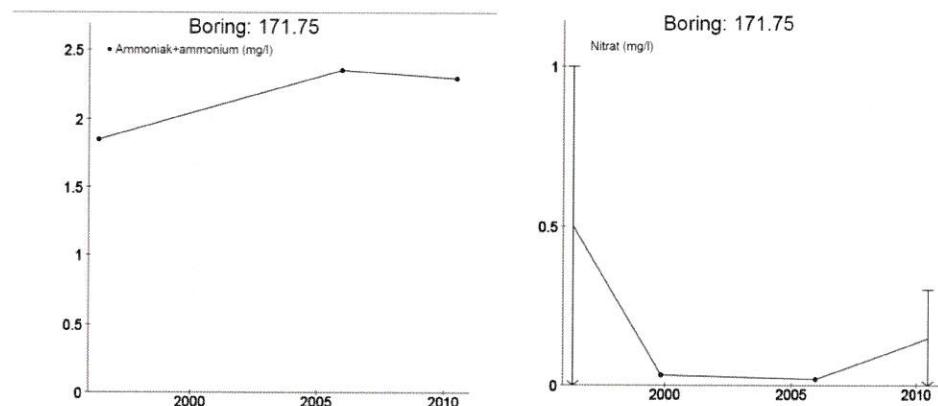


Figur 4.10 NVOC og 2,6-dichlorbenzamid (BAM) i 171.66 ifølge Jupiterdatabasen

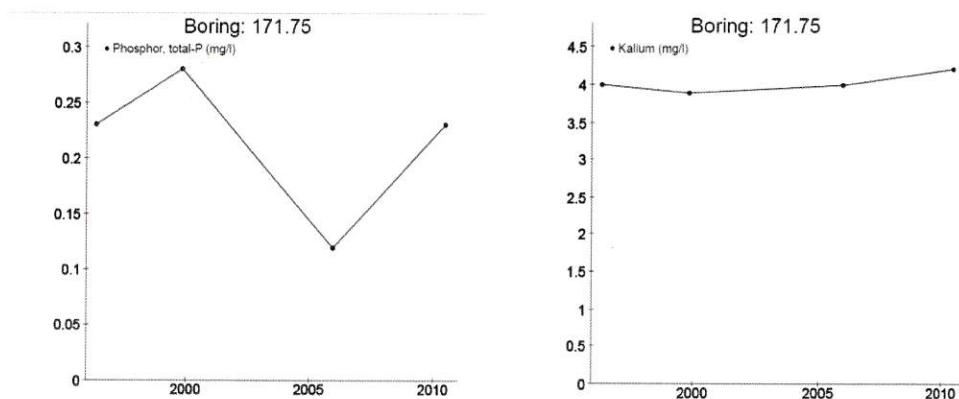
#### 4.8.2 Boring 171.75

Kemiske hovedbestanddele		Uorganiske sporstoffer	
Stof	Mængde	Stof	Mængde
<a href="#">Ammoniak+ammonium</a>	2.3 mg/l	<a href="#">Arsen</a>	.7 µg/l
<a href="#">Calcium</a>	140 mg/l	<a href="#">Barium</a>	71 µg/l
<a href="#">Carbondioxid, aggr.</a>	<2 mg/l	<a href="#">Bor</a>	70 µg/l
<a href="#">Carbon.org.NVOC</a>	2.4 mg/l	<a href="#">Nikel</a>	.6 µg/l
<a href="#">Chlorid</a>	38 mg/l		
<a href="#">Fluorid</a>	.29 mg/l		
<a href="#">Hydrogencarbonat</a>	410 mg/l		
<a href="#">Inddampningsrest</a>	540 mg/l		
<a href="#">Jern</a>	1.4 mg/l		
<a href="#">Kalium</a>	4.2 mg/l		
<a href="#">Magnesium</a>	15 mg/l		
<a href="#">Mangan</a>	.27 mg/l		
<a href="#">Natrium</a>	24 mg/l		
<a href="#">Nitrat</a>	<.3 mg/l		
<a href="#">Nitrit</a>	.037 mg/l		
<a href="#">Oxygen indhold</a>	.2 mg/l		
<a href="#">Phosphor, total-P</a>	.23 mg/l		
<a href="#">Sulfat</a>	110 mg/l		

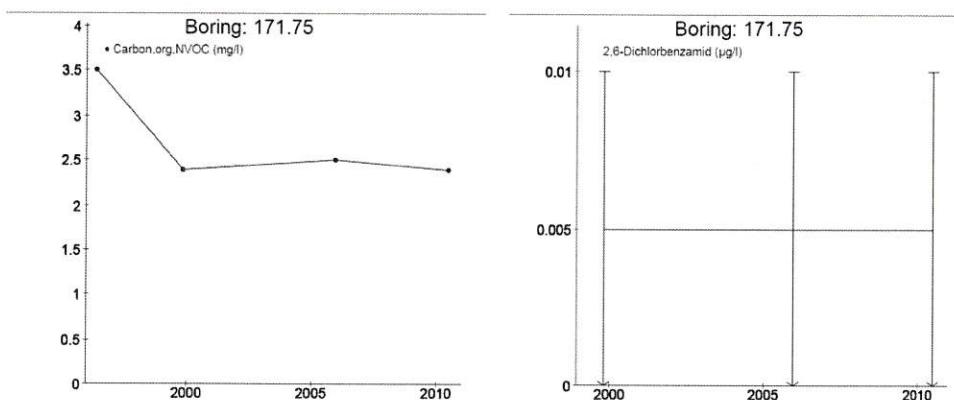
Tabel 4.5 Vandkvalitet i DGU.nr. 171.75 i vandprøve af 21.6.2010



Figur 4.11 Ammonium og nitrat i 171.75 ifølge Jupiterdatabasen



Figur 4.12 Phosphor og kalium i 171.75 ifølge Jupiterdatabasen



Figur 4.13 NVOC og 2,6-dichlorbenzamid (BAM) i 171.66 ifølge Jupiterdatabasen

#### 4.9

#### Forureningskilder

Der er ikke kortlagt forureningskilder i oplandet til de to indvindingsboringer, og den nydannede sø vil få tilført overfladevand af normal beskaffenhed. Eneste trussel for grundvandet synes umiddelbart at kunne være den nærliggende ejendom Lille Søbygård og de aktiviteter, der foregår på den.



Figur 4.14 Lille Søbygård beliggende oven for indvindingsboringerne



Figur 4.15 Affaldsforbrænding og bygningsaffald oven for indvindingsboringerne

Der er store vegetationsløse terrænflader omkring bygningerne på Lille Søbygård, og der foregår terrænregulering med bygningsaffald og afbrændes affald. Disse aktiviteter udgør en risiko for nedsvivning til grundvandet. Denne nedsvivningsrisiko vil blive formindsket ved forhøjet grundvandsstand i området.

#### 4.10

#### Nedlagte borer

Der er gennem tiderne udført en række undersøgelsesboringer og indvindingsboringer i engen ved den påtænkte fremtidige sø, men de fleste er sløjfet. De borer, der i Jupiterdatabasen er registreret sløjfet i engen, er DGU.nr. 171.14, -15, -17, -18, -19, -20, -33 og -.74. De eneste borer, der er tilbage og synlige i terrænet er de to indvindingsboringer 171.66 og -.75.



Figur 4.16 Kortlagte borer i søområdet

Ved rekognoscering i forbindelse med udarbejdelse af /4/ er samtlige registrerede borer i engen blevet vurderet, og alle er registreret som opgivet, til-dækket eller sløjfet. Ved rekognoscering i engen den 31.8.2010 kunne der ikke påvises nogen af de angivne boresteder.

Selvom der måske kan være tvivl om fremgangsmåden ved sløjfningen, giver det ikke anledning til betænkelighed omkring nedsvivning via borerne ved en oversvømmelse af engen. Borerne er alle udført og sløjfet i lavpermeable jordlag, som ikke har været vandførende. Uanset hvordan borehullet er efterfyldt ved optrækning af borerør eller ved at lade forerør og filter blive stående, vil nedsvivning gennem den lille flade, som borgen udgør, ikke kunne transportere vandmængder, som vil kunne påvirke vandkvaliteten i de vandførende lag ved de to indvindingsboringer.

## **5 Foranstaltninger for vandindvindingen**

### **5.1 Ulemper ved etablering af søen**

Etablering af en sø i Søbygård Voldgrav forventes at medføre følgende ulemper:

- Boring 171.66 kommer til at ligge lige akkurat i søbredden
- Platform og råvandsstation for boring 171.66 skal hæves
- Alternativt skal boring 171.66 sløjfes, og der skal etableres en erstatningsboring
- Terrænet ved boring 171.75 skal ligeledes hæves, så adgangen til borgen kan ske fra arealet oven for borgen i stedet for over engen
- Råvandsledning samt signal- og strømkabel til borerne vil blive oversvømmet, og der skal anlægges nyt i højere liggende terræn
- Alternativt skal oversvømmede signal- og strømkabel accepteres.

### **5.2 Fordele ved etablering af søen**

Etablering af en sø i Søbygård Voldgrav forventes at medføre følgende fordele:

- Forhøjet og mere stabil grundvandsstand
- Forøget grundvandsdannelse i indvindingsoplændet til Søby Vandværk
- Forøget tilgængelig grundvandsressource for vandværket
- Tykkere vandmættet bufferzone over det vandførende lag
- Længere transporttid fra overfladevand til indvinding som grundvand
- Standsning af dræningsbetinget forringelse af grundvandskvaliteten i form af pyritoxidation med forhøjet indhold af jern og sulfat til følge
- Reduceret afsænkningszone og formindsket risiko for nedslivning via udtørringssprækker
- Vandmættet og tættere forsegling omkring indvindingsboringerne
- Skruer i forerøret bliver vanddækket og tæringsprocessen reduceret
- Forhøjet grundvandstand medfører større timekapacitet af borerne og mindre energiforbrug ved vandindvindingen.

### **5.3 Forslag til foranstaltninger**

Etablering af en sø i voldgraven vurderes samlet set som en fordel for vandindvindingen.

Havde søen været der i forvejen, ville der heller ikke have været betænkeligheder ved at anlægge indvindingsboringer tæt ved søen, blot under overholdeelse af gældende afstandsregler, som i Norm for almene vandforsyningsslæg /6/ er 10 meter til vandløb og søer.

For at undgå problemer fra stor trykforskel mellem øvre sekundært vandspejl og nedre primært grundvandsmagasin ved pludselig forhøjet vandstand i engen, foreslås vandstanden i engen hævet med højest 2 meter det første år og derefter med højest én meter om året ind til højeste vandstand i kote 13,75 er nået. Derved kan evt. udtørringssprækker nå langsomt at svelle op og grundvandsdannelsen langsomt at blive forøget.

Oversvømmelse af engen betyder, at der skal anlægges ny råvandsledning samt signal- og strømkabel til boring 171.75 for, at råvandsledning og kabler

ikke skal ligge utilgængelige i bunden af søen. Alternativt må denne oversvømmelse og utilgængelighed accepteres og først ændres, hvis der viser sig problemer med det.

Det foreslås, at der etableres adgangsvej fra plateauet oven for borerne. Her er der i forvejen ført markvej frem til tæt ved borerne fra Lille Søbygård.

Boring 171.66 er placeret så lavt, at råvandsstationen er på nippet til at blive oversvømmet. Forøreret foreslås forlænget og platform og råvandsstation hævet til kote ca. 15,00. Alternativt kan det overvejes at opgive boringen og etablere en erstatningsboring. Etablering af en erstatningsboring umiddelbart nordøst for boring 171.66 i højere liggende terræn vurderes ikke hensigtsmæssigt. Dels forventes Mellem Magasinet at ligge højere og dels vil boringen komme tæt på aktiviteterne på Lille Søbygård.

I stedet for kan der forsøges etableret en ny boring på plateauet syd for boring 171.75. Ud fra erfaringerne fra boring 171.75 og boreprofilet fra den sløjfede boring 171.21 i selve engen kunne man have berettiget håb om på dette sted at finde vandførende smeltevandsand i passende dybde.

Boring 171.75 ligger over det fremtidige sværvandsspejl. Boringens forører foreslås forlænget og platform og råvandsstation hævet til niveau med ovenfor liggende plateau og fremtidige adgangsvej.

Ovennævnte terrænændringer må ske i samråd med landskabsarkitekt ved Søbygård.



Figur 5.1 Omlægning af råvandsledning og forslag til evt. ny boring

Der foreslås deklareret og markeret en 20x20 meter beskyttelseszone omkring boringerne, og zonen tilplantes i samråd med landskabsarkitekt ved Søbygård.

#### **5.4**

##### **Eventuelt lavere søvandsspejl**

Ovenstående forslag er baseret på et planlagt søvandsspejl i kote 13,75. Hvis der kunne planlægges efter et lavere søvandsspejl, f.eks. i kote 12,75, ville platformen ved boring 171.66 kunne bibeholdes. Engen vil imidlertid fortsat være sat under vand og adgangen til boring 171.75 må derfor stadig påregnes at skulle ske fra plateauet oven for boringen, hvis platform derfor må påregnes at skulle hæves.

Det er således begrænset, hvor meget man vil vinde ved at sænke det fremtidige søvandsspejl.

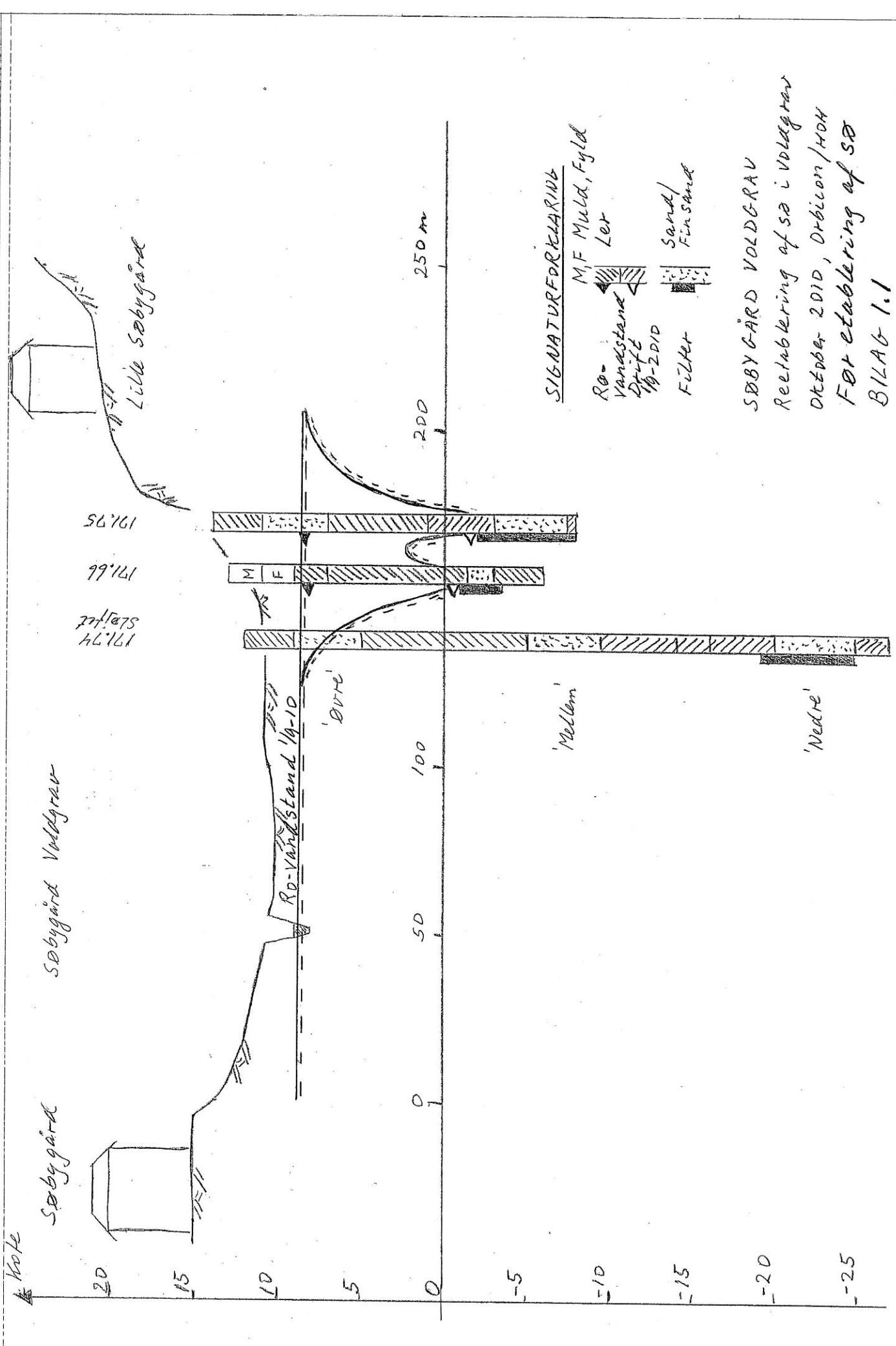
#### **5.5**

##### **Slut replik**

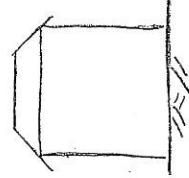
Der er altid risiko ved at foretage sig noget nyt. Men risikoen vurderes her at være større ved ikke at foretage sig noget.

## **6 Referencer**

- /1/ Søbygård på Ærø. Forprojekt til Reetablering af søen omkring de stensatte banker. Rambøll og Alan Havsteen-Mikkelsen arkitekt m.a.a., januar 2000.
- /2/ Kortlægning af grundvand. Ærø Indsatsområde 2007. Miljøministeriet – Miljøcenter Odense, 2008.
- /3/ Ærø Kommune. Nødplan for vandforsyningen. UDKAST 1. Orbicon A/S, august 2009.
- /4/ Fyns Amt. Kildepladskortlægning i Ærø indsatsområde. Watertech, november 2006.
- /5/ Ærø Kommune. Boringsundersøgelse Søbygård Voldgrav. Orbicon A/S, 5. september 2010.
- /6/ Dansk Ingeniørforenings norm for almene vandforsyningsanlæg. 2. udgave december 1988. DS 442.



Knole Sobygård Sobygård Voldgrav



20

15

10

5

0

-5

-10

-15

-20

-25

SG'61

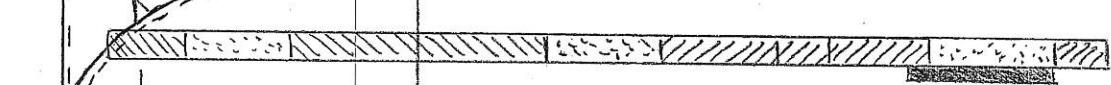
99'61

27/10/75  
HL'61



Lille Sobygård

Fornværelse fører



'Øvre'

'Mellem'

'Nedre'

50 100

250 m

200

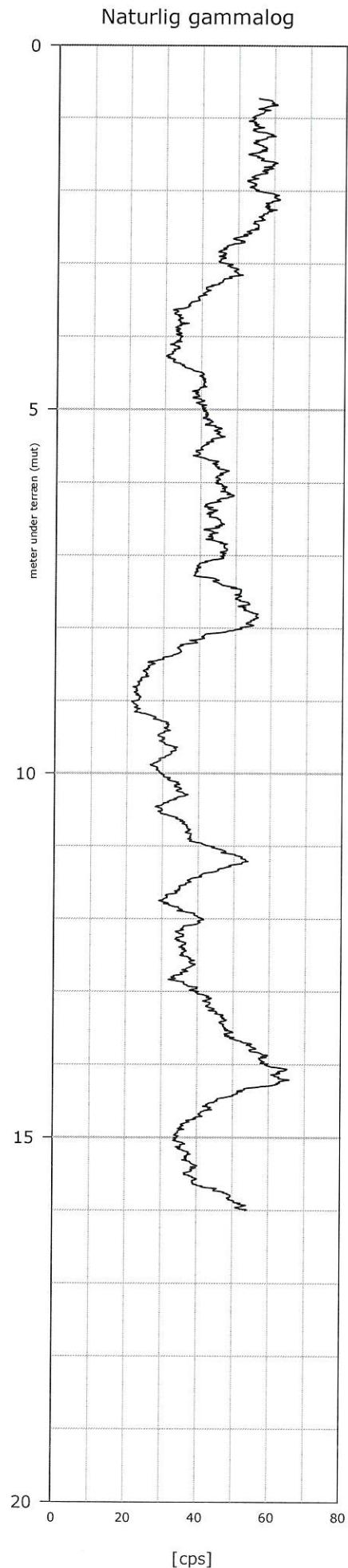
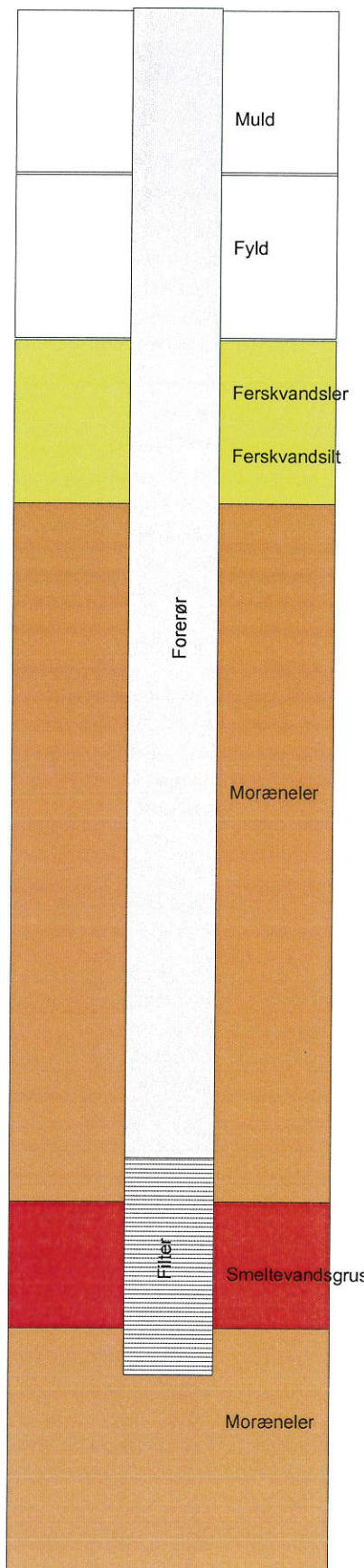
0

### SIGURATURFORDKLARING

M, F	Muld, Fyld
Rø-	Ler
Vandsand	
Dif	
H-2 Dif	
Sand/	
Fjerner	

SØBYGÅRD VOLDGRAV  
Reetablering af sa i voldgrav

Oktober 2010, Drøbion/HOT  
Efter etablering af sa  
BLA B 1.2



### Borehulslogging

Rekvirent:  
Ærø Kommune

Titel:  
**Bilag 2**  
**Søby Vandværk**  
**DGU nr. 171.66**  
Dybdeinterval 0 - 20 m.u.t.

Kurveinformation - Højre  
Naturlig gammalog

### Data og optageinformationer

Dybdereference niveau : Top førerør  
Optagelser udført : 31.08.2010/ALP  
Sti: \2010\1311000071

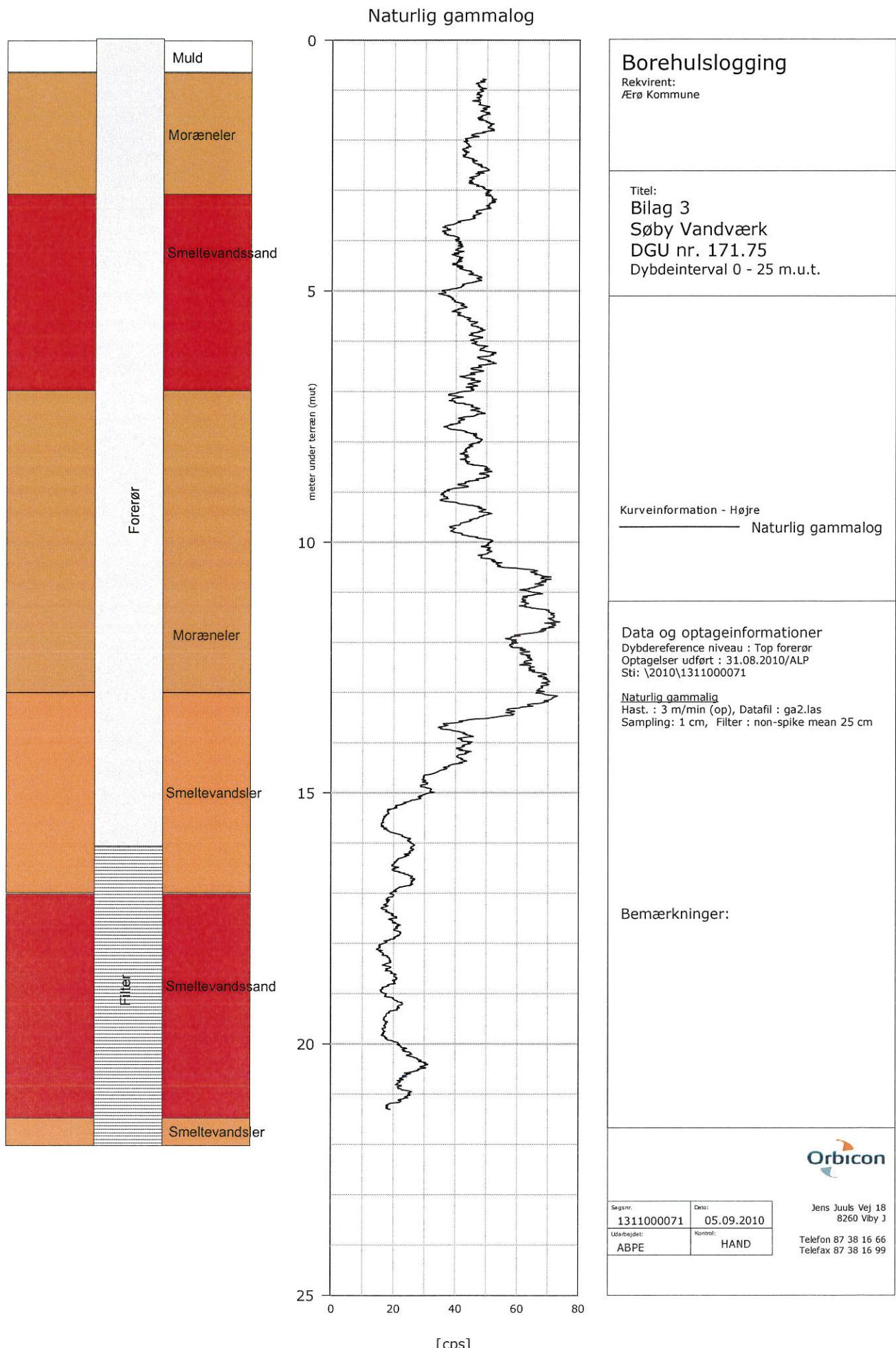
Naturlig gammalog  
Hast. : 3 m/min (op), Datafil : ga2.las  
Sampling: 1 cm, Filter : non-spike mean 25 cm

Bemærkninger:



Segnr. 1311000071	Dato: 05.09.2010
Udarbejdet: ABPE	Kontrol: HAND

Jens Juuls Vej 18  
8260 Viby J  
Telefon 87 38 16 66  
Telefax 87 38 16 99



## Prøvepumpning i pumpeboring

Vandværk :	Søby, Ærø	Sags Nr.	1311000071
Pumpeboring :	DGU 171.66	Dato :	1.9.2010
Rovandstand, m u MP :	4,80	Ydelse, m <sup>3</sup> /h :	4,0
Vandstand ved stop, m u MP :	14,22	Magasintal, S :	4,0E-04

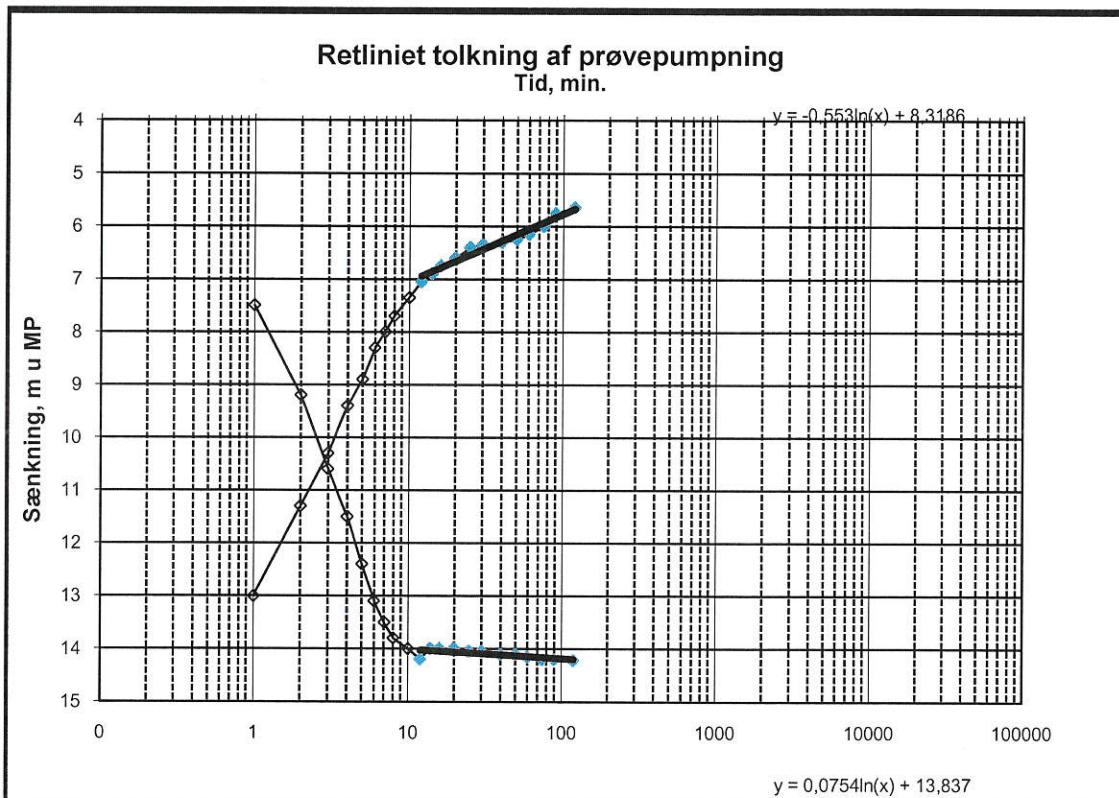
Sænkning			Stigning		
Klokken	Tid Min	Vandstand m u MP	Klokken	Tid Min	Vandstand m u MP
11.45	0	4,80	13.45	0	14,22
	1	7,50		1	13,00
	2	9,20		2	11,30
	3	10,60		3	10,30
	4	11,50		4	9,40
	5	12,40		5	8,90
	6	13,10		6	8,30
	7	13,50		7	8,00
	8	13,80		8	7,70
	10	14,00		10	7,35
	12	14,20		12	7,05
	14	14,00		14	6,90
	16	14,00		16	6,75
	20	14,00		20	6,60
	25	14,05		25	6,40
	30	14,05		30	6,35
	40	14,10		40	6,30
	50	14,10		50	6,25
	60	14,15		60	6,15
	75	14,20		75	6,00
	90	14,20		90	5,75
	120	14,22		120	5,64
	180			180	
	240			240	
	360			360	
	480			480	
	600			600	
	780			780	
	1440			1440	
	2880			2880	
	4320			4320	
	5760			5760	
	7200			7200	
	8640			8640	
	10095			10080	

## Bilag 4.1

## Prøvepumpning i pumpeboring

Vandværk :	Søby, Ærø	Sags Nr. 1311000071
Pumpeboring :	DGU 171.66	Dato : 1.9.2010
Rovandstand, m u MP :	4,80	Ydelse, m <sup>3</sup> /h : 4,0
Vandstand ved stop, m u MP :	14,22	Magasintal, S : 4,0E-04

Tendensliniegrundlag		Stigning		Tilpas akser
Sænkning	Minutinterval	Minutinterval		
	fra 12 til 120	fra 12 til 120		
Y=a*ln(x)+b		Y=a*ln(x)+b		
a 0,0754		a -0,5532		
b 13,8369		b 8,3186		



Hydrauliske værdier for boring	Sænkning	Stigning
Dekadehældning ( $\Delta s$ ), m	0,17	1,27
Transmissivitet, m <sup>2</sup> /s	1,2E-03	1,60E-04
$s_{60}$ , m	9,35	8,17
Specifik kapacitet, m <sup>3</sup> /h/m	0,43	0,49
Virkningsgrad (V), %	12%	86%

$$T = 0,183Q/\Delta s$$

$$s = 0,183Q/T * (\log(2,25tT/S r^2))$$

$$V = (Q/s_{60\text{afslæst}}) / (Q/s_{60\text{beregnet}})$$

**Bilag 4.2**

## Prøvepumpning i pumpeboring

Vandværk :	Søby, Ærø	Sags Nr. 1311000071
Pumpeboring :	DGU 171.75	Dato : 1.9.2010
Rovandstand, m u MP :	5,13	Ydelse, m <sup>3</sup> /h : 4,2
Vandstand ved stop, m u MP :	16,65	Maqasintal, S : 4,0E-04

Klokken	Sænkning		Klokken	Stigning	
	Tid Min	Vandstand m u MP		Tid Min	Vandstand m u MP
17.25	0	5,13	19.25	0	16,65
	1	8,00		1	16,15
	2	10,05		2	13,80
	3	11,40		3	12,00
	4	12,35		4	10,70
	5	12,95		5	9,85
	6	13,45		6	9,10
	7	13,75		7	8,70
	8	14,05		8	8,25
	10	14,30		10	7,65
	12	14,65		12	7,32
	14	14,85		14	7,10
	16	15,06		16	6,65
	20	15,30		20	6,45
	25	15,58		25	6,29
	30	15,75		30	6,09
	40	15,99		40	5,88
	50	16,12		50	5,73
	60	16,35		60	5,52
	75	16,55		75	5,40
	90	16,59		90	5,29
	120	16,65		120	5,21
	180			180	
	240			240	
	360			360	
	480			480	
	600			600	
	780			780	
	1440			1440	
	2880			2880	
	4320			4320	
	5760			5760	
	7200			7200	
	8640			8640	
	10095			10080	

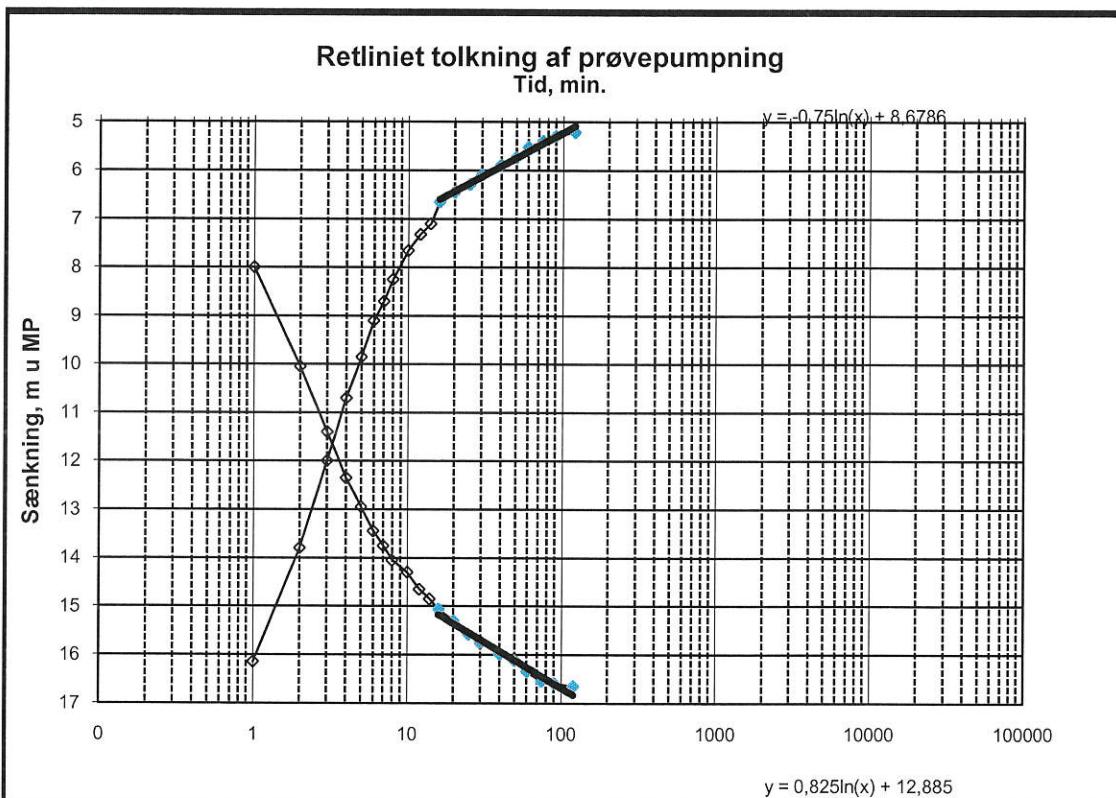
## Bilag 4.3

## Prøvepumpning i pumpeboring

Vandværk :	Søby, Ærø	Sags Nr. 1311000071
Pumpeboring :	DGU 171.75	Dato : 1.9.2010
Rovandstand, m u MP :	5,13	Ydelse, m <sup>3</sup> /h : 4,2
Vandstand ved stop, m u MP :	16,65	Magasintal, S : 4,0E-04

Tendensliniegrundlag		Stigning		Tilpas akser
Minutinterval	Minutinterval	fra	til	
fra til	15 120	fra til	15 120	
Y=a*ln(x)+b		Y=a*ln(x)+b		
a b	0,8669 12,7119	a b	-0,8296 9,0060	

Opdatering af diagram



Hydrauliske værdier for boring	Sænkning	Stigning
Dekadehældning ( $\Delta s$ ), m	2,00	1,91
Transmissivitet, m <sup>2</sup> /s	1,1E-04	1,12E-04
s <sub>60</sub> , m	11,13	11,04
Specifik kapacitet, m <sup>3</sup> /h/m	0,38	0,38
Virkningsgrad (V), %	96%	93%

$$T = 0,183Q/\Delta s$$

$$s = 0,183Q/T * (\log(2,25tT/S r^2))$$

$$V = (Q/s_{60\text{aflæst}}) / (Q/s_{60\text{beregnet}})$$

**Bilag 4.4**

## Bilag 5.1

2 timer pp

Bilag 5 Søby GVBER.xlss

GRUNDVAND SÆNKNINGSBEREGRNING			
Vandværk:		Søby	
Pumpeboring:		171.66	
Observationsboring:		171.75	
		171.66	
Ydelse	Qh	m3/h	4,0
Boringsradius	rw	m	0,1
Afstand obs.bor.	r	m	62
Virkningsgrad	V	%	86
Transmissivitet	Tpump	m2/sek	1,60E-04
Magasintal	S	1/1	4,00E-04
Pumpetid	t	timer	2
Lækkage	p'/m'	sek-1	1,00E-09
Theis-beregning	u	1/1	Pumpebor
Boringsfunktion	W(u)	1/1	Obs.bor
Sænkning	sTheis	m	Obs.bor
Lækkage-beregning	z=r/B	1/1	1,2626E-06
Lækkagefunktion	K0(z)	1/1	4,8535E-01
Sænkning	slæk	m	5,78E-01
			0,49
			11,52
			0,46
			3,02E-04
			1,87E-01
			8,22E+00
			1,82E+00
			14,43
			3,07

## Bilag 5.2

12 timer drift

Bilag 5 Søby GVBER.xlsx

GRUNDVAND SÆNKNINGSBEREKNING			
Vandværk:		Søby	
Pumpeboring:		171.66	171.75
Observationsboring:		171.75	171.66
Ydelse	Qh	m <sup>3</sup> /h	1,5
Boringsradius	rw	m	0,1
Afstand obs.bor.	r	m	62
Virkningsgrad	V	%	86
Transmissivitet	Tpump	m <sup>2</sup> /sek	1,60E-04
Magasintal	S	1/1	4,00E-04
Pumpetid	t	timer	12
Lækkage	p'/m'	sek-1	1,00E-09
Theis-beregning	u	Pumpebor	Obs.bor
Boringsfunktion	W(u)	1,4468E-07	5,5613E-02
Sænkning	sTheis	1,52E+01	2,37E+00
Lækkage-beregning		3,57	0,49
Lækkagefunktion	z=r/B	2,50E-04	1,55E-01
Sænkning	K0(z)	8,41E+00	2,00E+00
	sLækk	3,91	0,83
			13,74
			2,92

## Bilag 5.3

12 timer drift 10 m afstand

Bilag 5 Søby GVBER.xlss

GRUNDVAND SÆKNINGSBEREGNING					
Vandværk:		Søby		Søby	
Pumpeboring:		171.66		171.75	
Observationsboring:		"10 meter"		"10 meter"	
Ydelse	Qh	m <sup>3</sup> /h	1,5	4,0	
Boringsradius	rw	m	0,1	0,1	
Afstand obs.bor.	r	m	10	10	
Virkningsgrad	V	%	86	95	
Transmissivitet	Tpump	m <sup>2</sup> /sek	1,60E-04	1,10E-04	
Magasintal	S	1/1	4,00E-04	4,00E-04	
Pumpetid	t	timer	12	12	
Lækkage	p'/m'	sek-1	1,00E-09	1,00E-09	
Theis-beregning	u	1/1	Pumpebor	Obs.bor	
Boringsfunktion	W(u)	1/1	1,4468E-07	2,1044E-07	Obs.bor
Sænkning	sTheis	m	1,52E+01	5,96E+00	5,59E+00
Lækkage-beregning	z=r/B	1/1	3,57	1,24	4,49
Lækkagefunktion	K0(z)	1/1	2,50E-04	2,50E-02	3,02E-04
Sænkning	sLækk	m	8,41E+00	3,81E+00	8,22E+00
			3,91	1,58	13,74
					5,82