



wsp

BORINGSETABLERING ØRBÆK VANDVÆRK DGU NR. 156.765 MARTS 2024

Projektnavn	Ørbæk Vandværk Rådgivning
Kunde	Ørbæk Vandværk
Projektleder	Henrik Andersen
Projektnummer	22004544
Til	Ivan Kruse
Udarbejdet af	Allan Petersen og Henrik Andersen
Kvalitetssikret af	Henrik Olesen
Godkendt af	Henrik Andersen
Version	1
Versionsdato	08-03-2024
Første udgivelsesdato	08-03-2024

INDHOLD

1	INDLEDNING	4
1.1	Baggrund.....	4
2	BORINGSETABLERING.....	6
2.1	Borearbejde og filtersætning	6
2.2	Borehulslogging	7
2.3	Renpumpning og oparbejdning	8
3	PRØVEPUMPNING	10
3.1	Øvrige Resultater	13
4	GRUNDVANDSKEMI	14
4.1	Resultater af vandanalyser.....	14
5	SAMMENFATNING.....	16
5.1	Det videre arbejde	16

BILAG

**BILAG 1: BORINGSBESKRIVELSE OG
BOREHULSLOGGING**

BILAG 2: ANALYSERESULTATER

1 INDLEDNING

Ørbæk Vandværk har udført en boring på Ørbæk Markedsplads. Borestedet som fremgår af **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, er udpeget med baggrund i en supplerende geofysisk kortlægning udført af Ørbæk Vandværk i 2021. Det udpegede sted er beliggende umiddelbart syd for Ørbæk by, på et areal nord for Frørupvej og øst for Svendborgvej som anvendes årligt til Ørbæk Marked, men derudover henligger arealet i ro.

1.1 BAGGRUND

Ørbæk Vandværk har tre aktive indvindingsboringer DGU nr. 156.306, DGU nr. 155.1750 og DGU nr. 156.737, samt indtil for nylig boringen DGU nr. 155.2124 der er sløjfet i 2023.

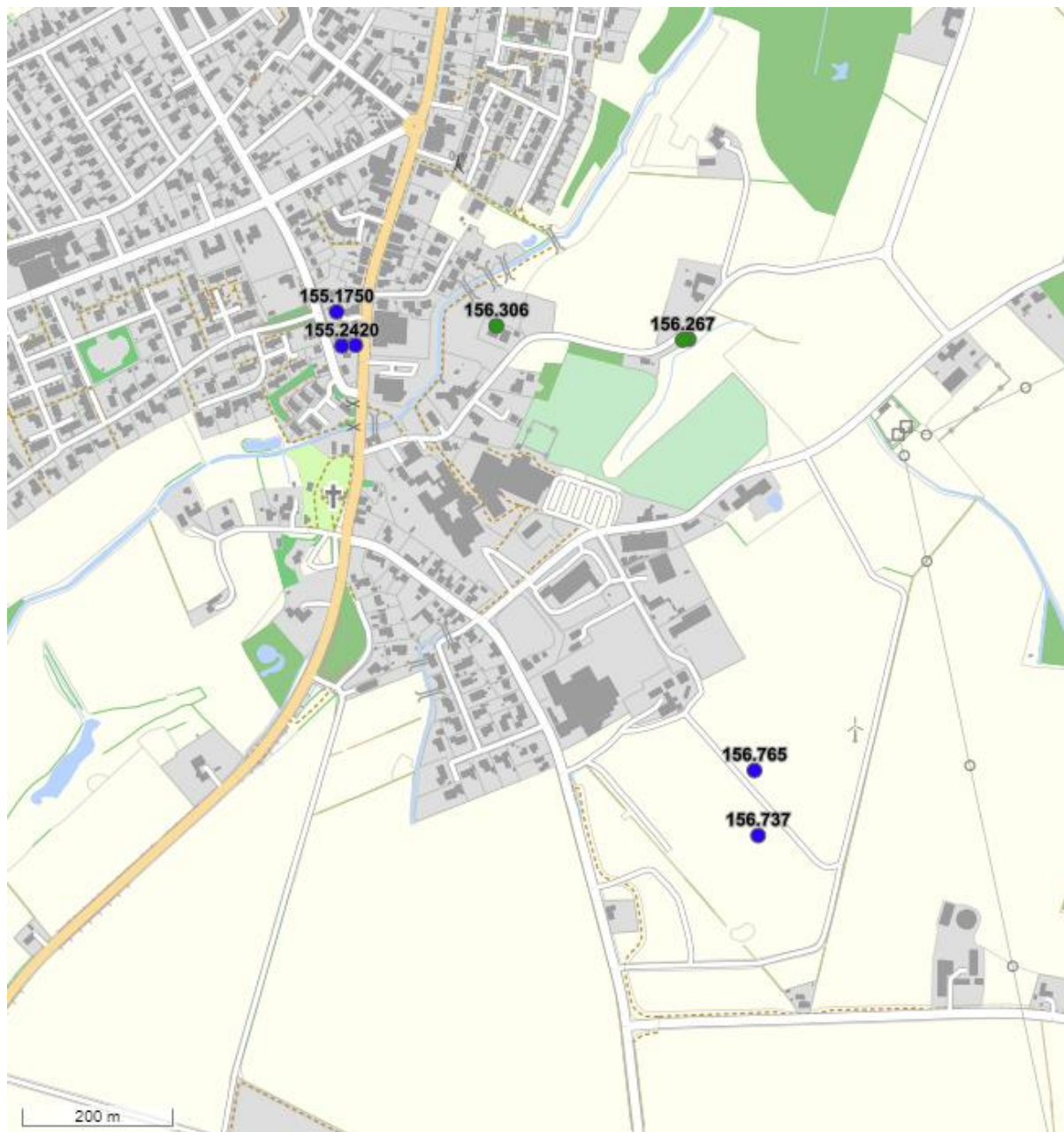
Vandværket oplever i både DGU nr. 156.306 og DGU nr. 155.1750 problemer med pesticidforurening, herunder N,N-Dimethylsulfamid (DMS). I 2019 blev boringen med DGU nr. 155.2124 derfor etableret med henblik på at aflaste situationen. Denne boring viste i udgangspunktet en god vandkvalitet, men indvinder dybt fra kalken i 80 – 120 m og har siden vist en stigning i kloridindhold samt ringe kapacitet, og er derfor taget fuldstændig ud af drift og sløjfet.

Ørbæk Vandværks fremtidige forsyningssituation er i øjeblikket kritisk. Vandværket søger derfor at skabe en bedre og mere sikker situation for den fremtidige indvinding ved at supplere med yderligere en boring ved Ørbæk Markedsplads, hvor vandkvaliteten er i den etablerede boring DGU nr. 156.737 er konstateret væsentligt bedre end i vandværkets øvrige boringer.

WSP har bistået Ørbæk Vandværk med både planlægning og med indhentning af de nødvendige tilladelser til boringen, samt ved gennemførelse af de praktiske arbejder og beslutninger i forbindelse med borearbejde og efterfølgende prøvepumpning af boringen.

Dette notat beskriver det udførte arbejde og gennemgår resultaterne ved Ørbæk Vandværks nye boring på Ørbæk Markedsplads med DGU nr. 156.765.

Den endelige udbygning af boringen med dimensionering af indvindingspumpe samt ansøgning om indvindingstilladelse baseres efterfølgende på nærværende notat.



Figur 1. Oversigtskort der viser placeringen af eksisterende borer til Ørbæk Vandværk samt den nye boring DGU nr. 156.765 på Ørbæk Markedsplads sydøst for byen. Ørbæk Vandværk er beliggende samme sted som DGU nr. 156.306.

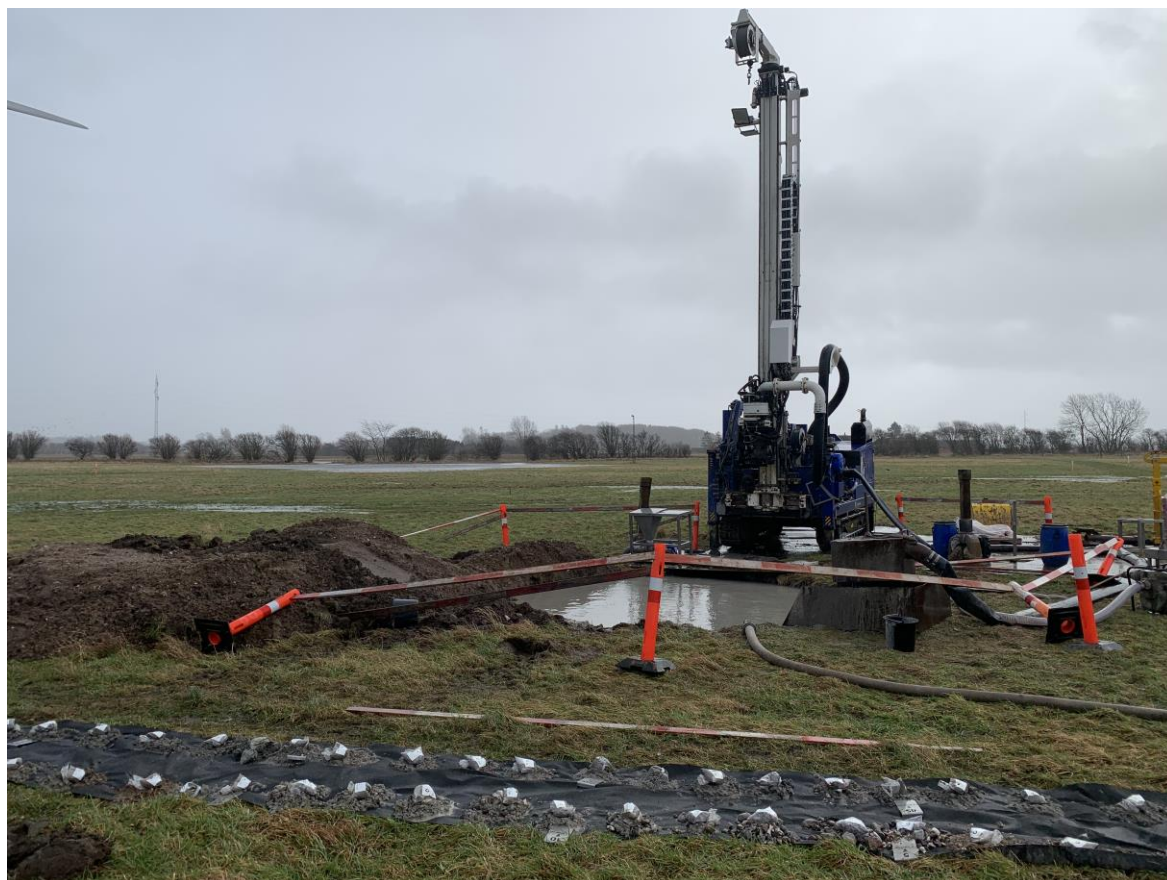
2 BORINGSETBLERING

Forud for boringsetbleringen er udført en detaljeret geofysisk kortlægning (i 2022), som har medvirket til placeringen og grundlaget for ansøgning til Nyborg Kommune. Arbejdet med tilladelse er sket i løbende konstruktiv dialog med Nyborg Kommune.

2.1 BOREARBEJDE OG FILTERSÆTNING

Borearbejdet blev udført i perioden 22-30. januar 2024 og blev udført til 115 meter under terræn. Der blev gennemboret 9 meter smeltevandsgrus, 7 meter smeltevandsler, 30 meter moræneler med indslag af sand efterfulgt af 6 meter smeltevandssand i intervallet 48-54 mut. Dette sandlag vurderes for ringe til vandindvinding og borearbejdet fortsættes. Der blev herefter gennemboret 9 meter moræneler og en meter smeltevandssten inden bryzoerkalk blev anboret 67 mut. Der blev boret 3 meter ned i kalken og faststøbt 225 mm PVC rør med 3 meter beton efterfulgt af bentonit til terræn. Der blev boret i åben kalk til 115 mut og boringen er således udbygget med PVC forerør til 70 mut og åben kalk til 115 mut.

I bilag 1A er vedlagt boreprofil med boringsudbygning indtil 70 m og i bilag 1B boringsudbygning i intervallet 65-115 mut.

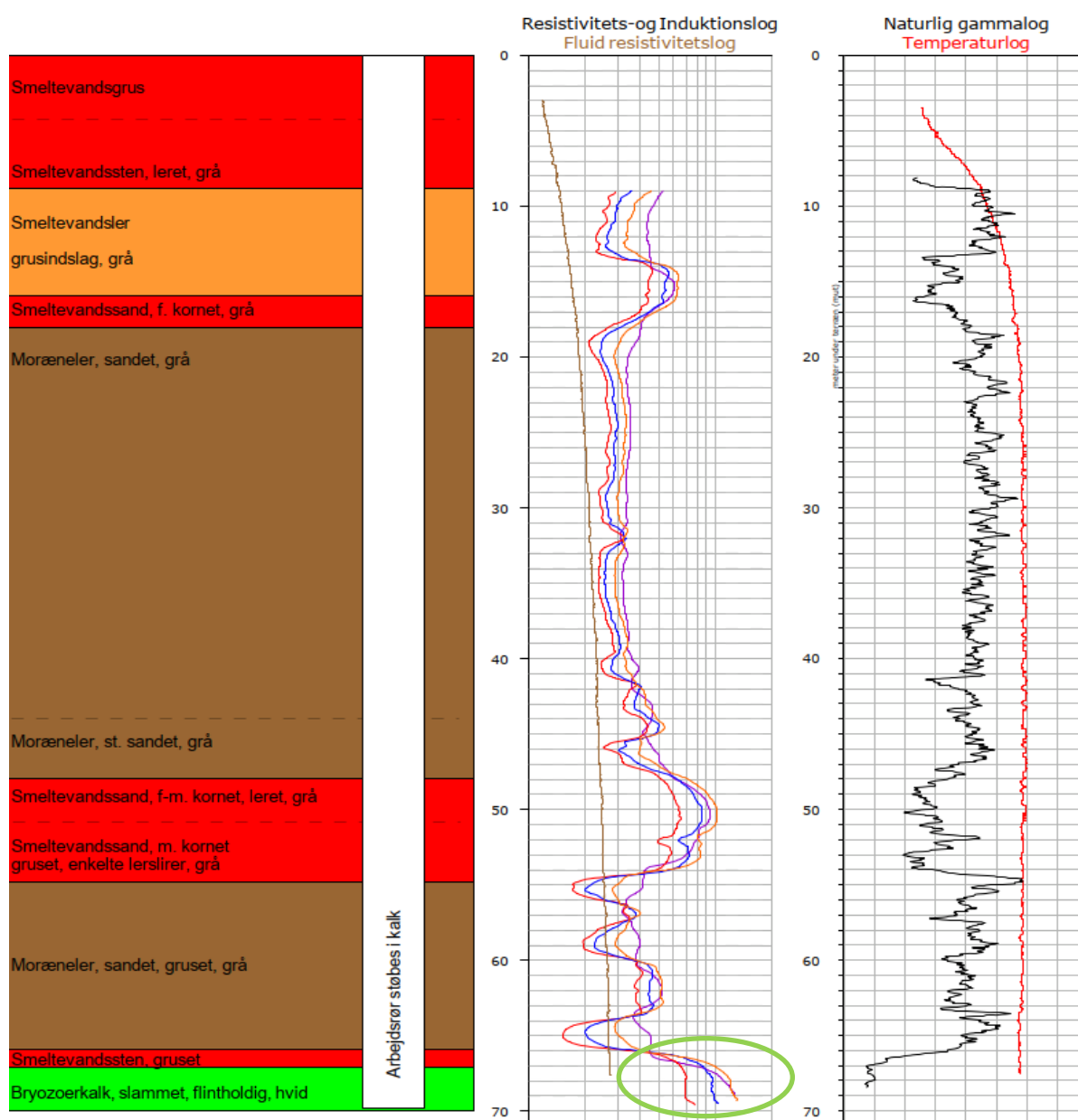


Figur 2. Viser boring DGU nr. 156.765 under nedboring.

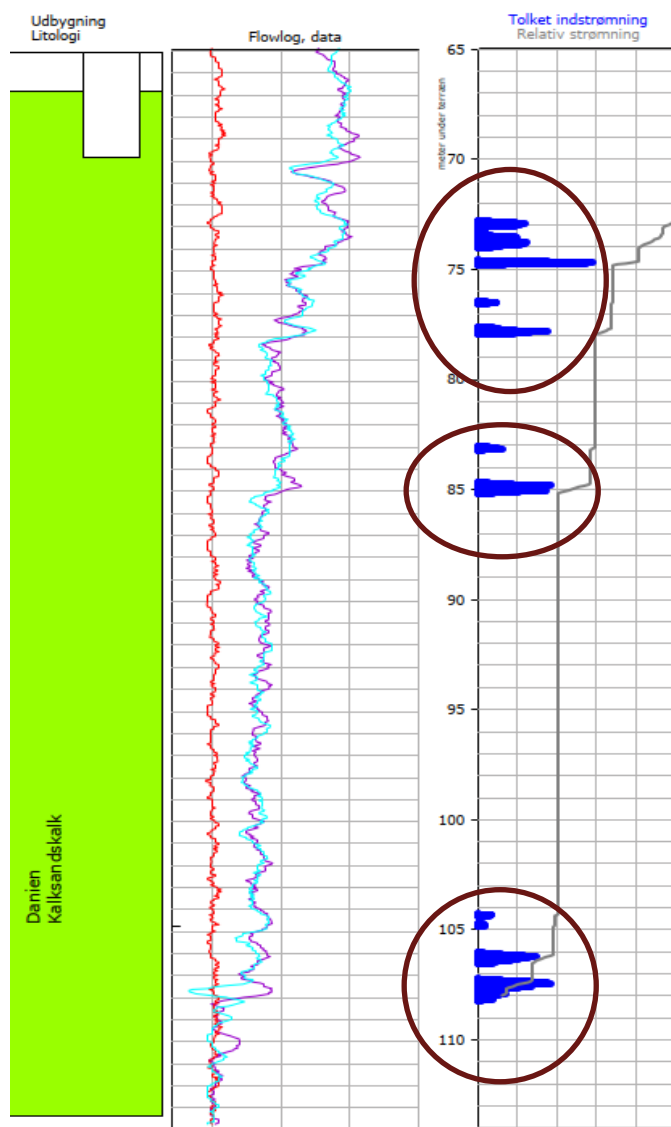
2.2 BOREHULSLOGGING

Der er udført borehulslogging af flere omgange i boringen.

I forbindelse med borearbejdet er der udført borehulslogging ved anbring af kalkformationen for bedst muligt at opklare kalkmagasinets beskaffenhed i forhold til forventet vandkvalitet. Dette er opklaret ved at logge modstandsforhold ned igennem formationen i det rå borehul inden montering af forerør. Resultaterne af denne log er vedlagt i Bilag 1A, og delvist fremstillet i figur 3. Ved betragtning af resultaterne i Bilag 1A samt figur 3 er det tydeligt at modstandene i kalken er stigende og dermed indikerende at kalken ikke var påvirket af saltholdigt vand. På baggrund af resultatet af denne log blev det besluttet at bore videre ned i kalken



Figur 3 Borehulslogging og lithologi i lagserien ned til kalken. Den højere modstand i kalken er markeret.



Figur 4 Uddrag af flowlog i den færdige boring.

Efter færdig nedboring af boringen til 115 mut blev der udført ledningsevnelog i hele den åbne kalk under pumpning. Resultatet af denne log er vedlagt i Bilag 1B, og det fremgår at den målte ledningsevne i magasinet blev registreret til 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hvilket svarer til normalt ferskvand uden påvirkning af residuelt salt.

Boringen blev herefter oparbejdet ved udsyring, hvorefter der blev udført flowlog i boringen for at bestemme indstrømning i kalken. Resultaterne af denne log er vedlagt som bilag 1C og er vist i uddrag i figur 4.

Det ses i figur 4 at indstrømningen i boringen fordeler sig i tre overordnede områder med hhv. 40% indstrømning i intervallet 73-78 mut, 20% indstrømmer snævert omkring 80 mut og de sidste ca. 40% indstrømning sker i intervallet 106-108 mut. De registrerede indstrømninger er fremhævet i figur 4. Der er ikke tegn på at vandet der indstrømmer er væsentligt påvirket af klorid.

Den målte ledningsevne ved denne log er påvirket af udsyringen af boringen, men er udført da ændringer i den målte ledningsevne bekræfter tolkningen af flowloggen.

2.3 RENPUMPNING OG OPARBEJDNING

Efter færdigbygning og etablering blev boringen kortvarigt renpumpet med en ydelse på 17 m^3/t hvor det oppumpede vand blev ledt ud på terræn.

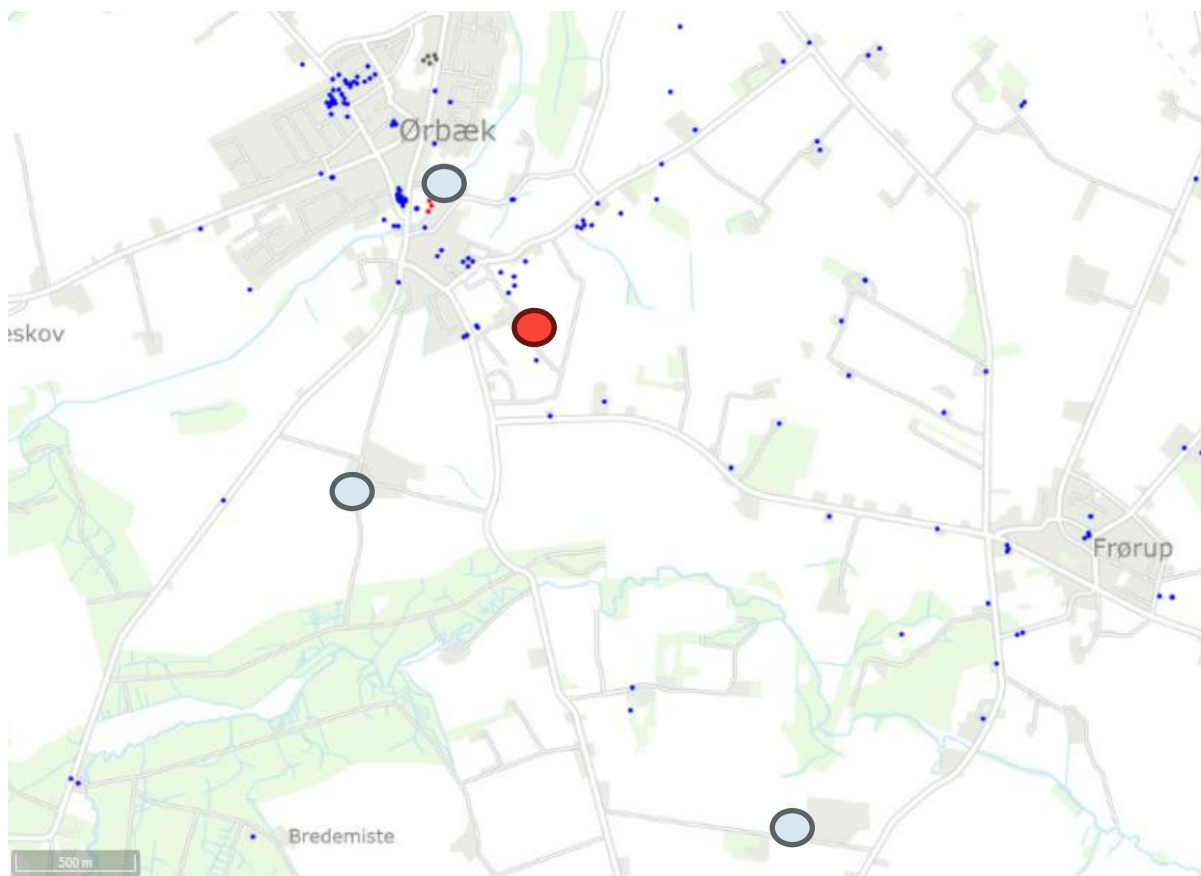
Ved renpumpningen blev der pejlet et foreløbigt rovandsspejl på ca. 11,33 meter under top forerør (top forerør er ca. 1,2 meter over terræn). Umiddelbart havde boringen en specifik kapacitet på 0,75 $\text{m}^3/\text{t}/\text{m}$. Det blev besluttet at udsyre boringen for at forbedre boringens kapacitet.

De foreløbige hydrauliske værdier baseret på returpejling efter renpumpning er vist i tabel 2, hvor de er sammenholdt med tilsvarende værdier efter oparbejdning ved udsyring.

Tabel 1 Hydrauliske værdier baseret på stigningsdata efter renpumpning.

HYDRAULISKE VÆRDIER FOR DGU NR. 156.765	STIGNING EFTER RENPUMPNING	STIGNING EFTER UDSYRING
Transmissivitet, m ² /s	0,00098	0,0011
Specifik kapacitet, m ³ /t/m	0,75	3,04
Virkningsgrad, %	28	97

Som det fremgår af tabel 2, var der i udgangspunktet tale om en ret lav specifik kapacitet og virkningsgrad for boringen, og at udsyringen af boringen øgede den specifikke kapacitet til det firdobbelte.



Figur 5 Placering af monitoringsboringer ved prøvepumpning vis med lyseblå og pumpeboring med rød.

3 PRØVEPUMPNING

Prøvepumpningen blev afviklet i perioden 20. til 23. januar 2024. Der blev monitoreret i udvalgte boringer i perioden hvor selve pumpningen blev udført, således retableringen af vandspejlet efter pumpestop også blev registreret. Monitoringen skete ved installering af diver i boringerne.

Boringerne DGU 155.1750 og DGU 156.306 er indvindingsboringer og var i drift under prøvepumpningen. DGU 156.124 samt 155.267 anvendes ikke i driften. DGU 156.175 blev udeladt af monitoreringen. Se figur 5 hvor boringsplaceringer af de monitorerende boringer fremgår.

Tabel 2 Oversigt over boringer der var udpeget som pejleboringer og hvorledes pejlinger er gennemført.

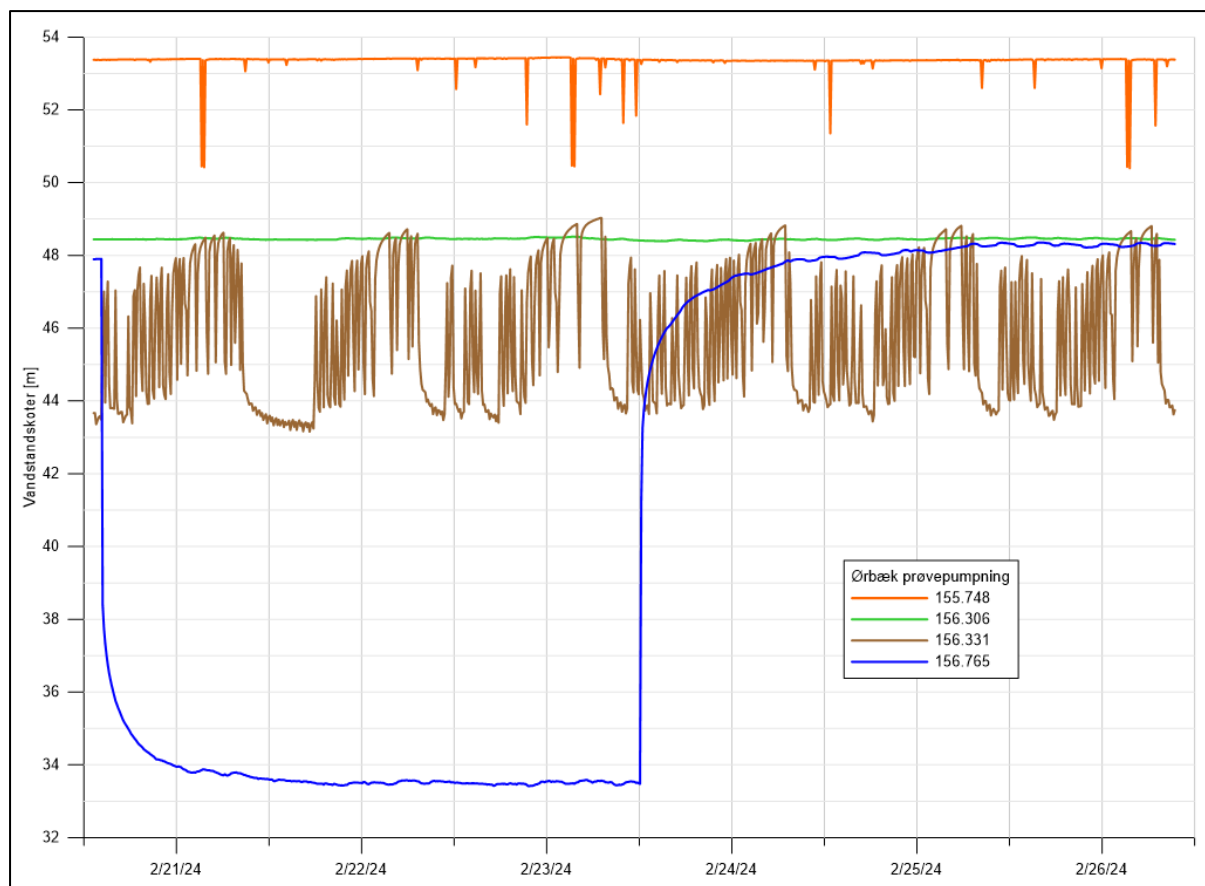
BORING	PEJLEMETODE	BEMÆRKNINGER
156.765	Diver	Prøvepumpning
156.737	Udeladt	Indvinding til Ørbæk – Aktiv
156.124	Udeladt	Ørbæk Vandværk - Passiv
156.267	Udeladt	Ørbæk Vandværk - Passiv
155.1750	Udeladt	Indvinding til Ørbæk – Delvis aktiv
156.306	Diver	Indvinding til Ørbæk – Passiv
156.175	Udeladt	Landbrug Egemosevej 13 - Ukendt
155.748	Diver	Landbrug Ørbæklundevej 1 - Passiv
156.331	Diver	Markvanding/landbrug Kildegårdsvej 1 - Aktiv

Omfanget af pejlinger er justeret i forhold til tilladelsen således flere boringer er udeladt som følge af praktiske forhold. Mens der er udvidet med DGU nr. 156.331, der selvom den ligger i stor afstand er den eneste monitoringsboring med filter i kalk.

Der er foretaget sammenstilling af de indsamlede og korrigerede data som kotesatte vandstande af de enkelte monitorerede boringer. Dette fremgår af figur 3. Det ses i det samlede plot af de registrerede data at vandstandskoten for 156.765, 156.331 og 156.306 er relativt ensartet, hvorimod vandstandskoten for 155.748 er omtrent 4 meter højere.

Prøvepumpningen blev udført ved pumpning i 3 døgn med en ret konstant ydelse på 33 m³/t. Det oppumpede vand blev efter beluftning afledt til regnvandsledning ved genbrugsstationen lige nord for Ørbæk Markedsplads. Der blev ikke konstateret afbrydelser eller problemer i forbindelse med afledningen.

Der er foretaget en vurdering af de registrerede og korrigerede vandstande i de monitorerede boringer.



Figur 6 Samlet overblik af de registrerede og korrigerede vandstandskoter for alle monitorerede borer.

I det samlede overblik af grundvandets trykniveau kan det ses at trykket kalkboringerne (DGU nr. 156.765 og 156.331) generelt er omkring eller højere end kote 48. Det er omkring 15-20 meter højere end potentiale bestemmelser fra 2016 (Nyborg Vest) har fastlagt for kalken i området. Der bør ved Statens senere beregning af oplande tages hensyn til dette.

DGU nr. 156.765

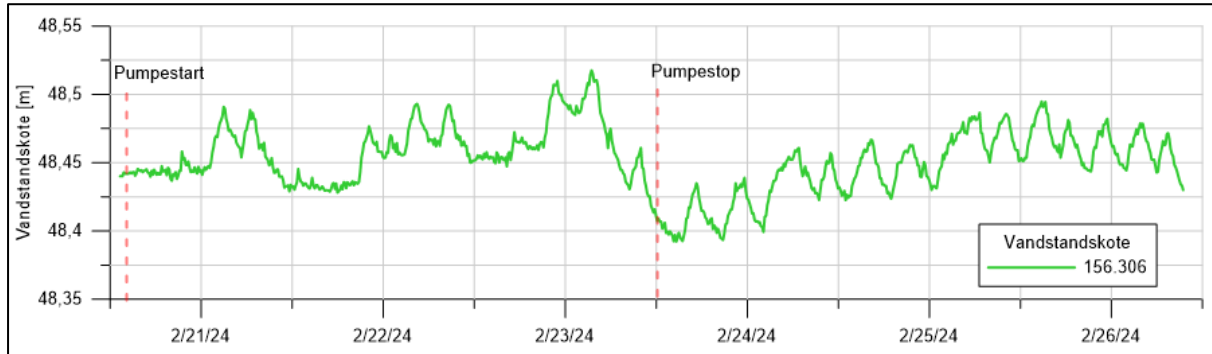
Dette er pumpeboringen i prøvepumpningen. Ved pumpningen blev afsænkningen registreret til 14,46 m efter tre døgn og vandspejlet er i ro efter ca. et døgn's pumpning. Der ses påvirkning af vandspejlet på ca. 10 cm fra en regelmæssig pumpning. Denne påvirkning skyldes formentlig den intense indvinding fra DGU nr. 156.737, der er beliggende ret tæt på (ca. 90 meter mod syd).

En påvirkning i et dybereliggende magasin fra en pumpning i et højere liggende magasin hænger formentlig sammen med trykfald og trykstigning og deraf følgende sammenfald og udvidelse af magasinet som forplantet i alle retninger – også nedad. Der er ikke hydraulisk sammenhæng mellem magasinerne.

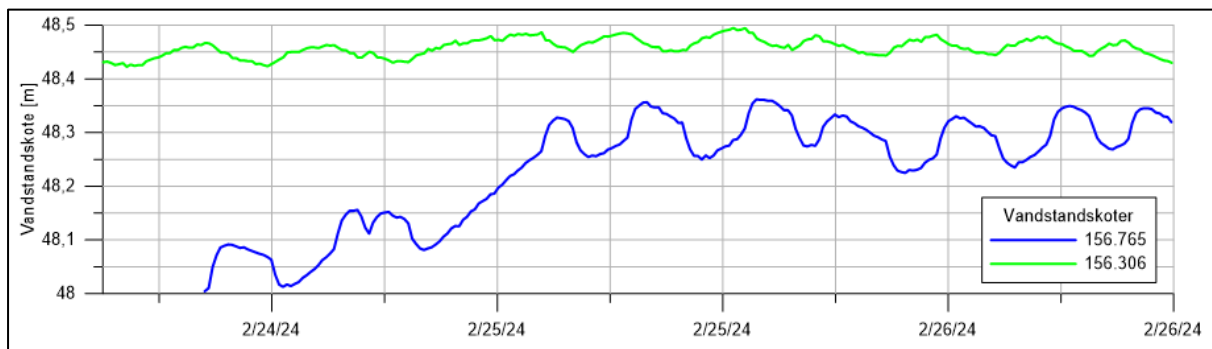
DGU nr. 156.306

Denne boring er beliggende ved vandværket på Sentvedvej ca. 700 meter nordvest for pumpeboringen. De registrerede data fra boringen viser ingen ændringer som følge af prøvepumpningen. Der ses påvirkning af vandspejlet på 3 cm fra en regelmæssig pumpning. Der er formentlig også her tale om trykændringer fra den intense indvinding fra DGU nr. 156.737 som forplantes i formationen.

Der er ikke hydraulisk sammenhæng mellem magasinerne. Figur 7 viser i detaljer ændringer i vandstandskoten i monitoringsperioden.



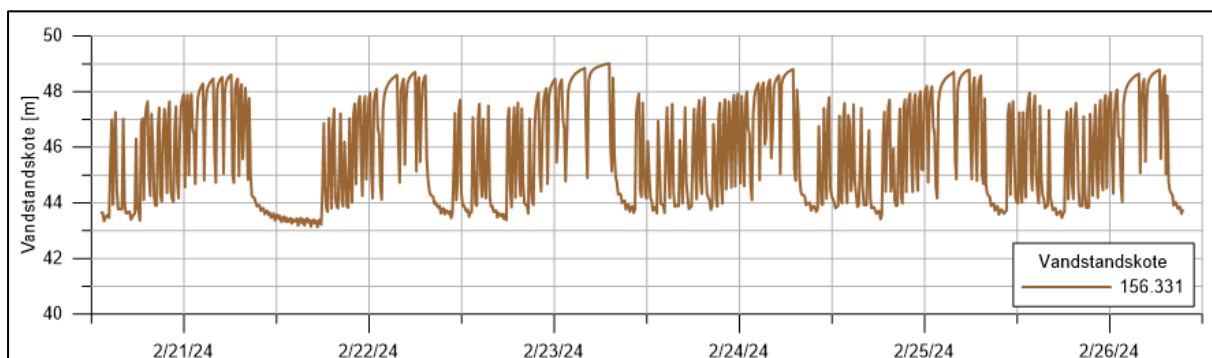
Figur 7 Registrerede og korrigerede vandstandskoter i detaljer for DGU nr. 156.306. Der ses ingen sammenhæng med prøvepumpning som er vist med pumpestart og stop.



Figur 8 Registrerede og korrigerede vandstandskoter i detaljer for DGU nr. 156.306 og DGU nr. 156.765 et stykke tid efter pumpestop. Der ses en tydelig forskudt trykpåvirkning af en kraftig ret regelmæssig indvinding.

DGU nr. 156.331

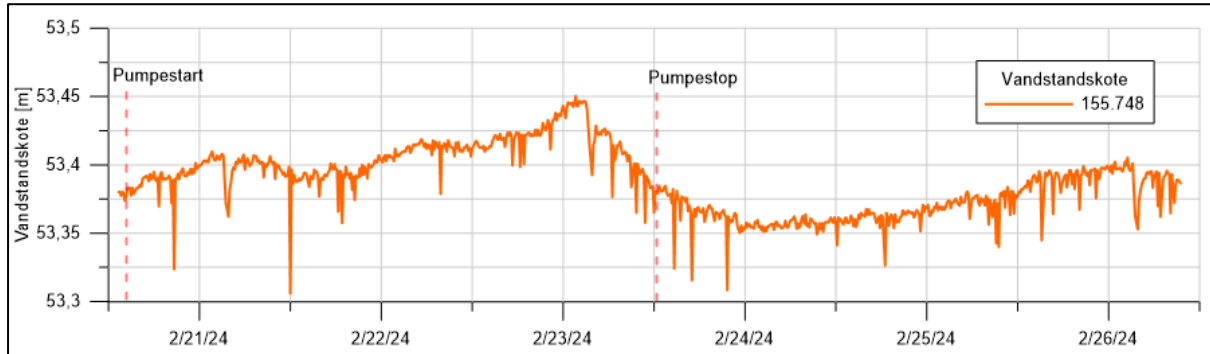
Boringen er en kalkboring beliggende ca. 2,3 km sydøst for pumpeboringen. Boringen er kraftigt påvirket af egen indvinding, og eventuel påvirkning fra prøvepumpningen viser sig ikke i de registrerede data. Se figur 9. Omvendt viser pumpningen fra DGU 156.331 heller ikke at kunne ses i DGU nr. 156.765. Der er således enten ikke magasinsammenhæng eller afstandene mellem borerne er for stor til at pumpninger kan registreres.



Figur 9 Registrerede og korrigerede vandstandskoter i detaljer for DGU 156.331.

DGU nr. 155.748

Boringen er beliggende ved Ørbæklunde Gods. Boringen er upåvirket af prøvepumpningen. Figur 10 viser ændringer i vandstandskoten i monitoringsperioden.



Figur 10 Registrerede og korrigerede vandstandskoter i detaljer for DGU 155.748. Der ses ingen sammenhæng med prøvepumpningen, som er vist med pumpestart og stop.

3.1 ØVRIGE RESULTATER

Der er ikke foretaget en egentlig beregning af magasinets hydrauliske data, da prøvepumpningen ikke påvirkede nogle af observationsboringerne, og der således ikke kan foretages beregning. Der er udført en beregning af transmissiviteten for pumpeboringen i programmet AquiferTest. Resultatet er sammenholdt med de udførte pumpetest i forbindelse med renpumpning og oparbejdning i tabel 3. Resultater for pumpetest udført før og efter udsyring er vedlagt som bilag 2A og 2B. Resultat for transmissivitet efter prøvepumpning er vedlagt som bilag 2C.

DGU 156.765	RENPUMPNING	OPARBEJDNING	PRØVEPUMPNING
Transmissivitet	0,00098 m ² /s	0,0011 m ² /s	0,0013 m ² /s

Tabel 3. Beregnede transmissiviteter for boringen.

Der er fundet bedre transmissive forhold i boringens nærhed end i større afstande (boringens virkningsgrad er bestemt til omkring 140%) og derfor vurderes magasinets transmissivitet at være lavere end værdierne som er angivet i tabel viser. Der vurderes således en transmissivitet på 6×10^{-4} m²/s for magasinet udenfor boringens nærhedsområde.

Der er for boringen beregnet en specifik kapacitet på ca. 3 m³/t/m.

Boringen påvirker tilsyneladende ikke det kvartære sandmagasin over kalken i nærhedsområdet, men der ses mindre tegn på indvinding, der trykpåvirker kalkmagasinet.

4 GRUNDVANDSKEMI

Det lokaliserede kalkmagasin er i princippet ukendt hvad angår vandkemi. På forhånd var der bekymring om at der findes en vandkvalitet med forhøjet kloridkoncentration og med forhøjet arsen koncentration. Ligeledes er der bekymring for fund af miljøfremmede stoffer.

Der er udtaget en vandprøve til analyse for parametrene i boringskontrol i forlængelse af renpumpningen og denne prøve er gentaget i forlængelse af oparbejdningen. Endelig er der udtaget en mere komplet vandprøve ved afslutningen af prøvepumpningen den 23. februar. Her er der analyseret boringskontrol inkl. methan og svovlbrinte, pesticider og uorganiske sporstoffer.

4.1 RESULTATER AF VANDANALYSER

Resultaterne af de udtagende vandprøver er vedlagt i bilag 3A, 3B og 3C. I tabel 3 er de væsentlige parametre gennemgået sammen med seneste vandprøver fra den anden boring på Ørbæk Markedsplads DGU nr. 156.737.

Tabel 3 Udvalgte analyseresultater fra DGU nr. 156.765 sammenstillet med seneste analyseresultater fra den nærmeste nuværende indvindingsboring til Ørbæk Vandværk DGU nr. 156.737. Der er indsat relevante bemærkninger enkelte steder.

PARAMETER	1. FEBRUAR	13. FEBRUAR	23. FEBRUAR	DGU 156.737
Ammonium, mg/l	0,32	0,30	0,33	0,35
Agg. CO ₂ , mg/l	i.m.	3	8	2
Chlorid, mg/l	21	210 (påvirket af syring)	35	25
Jern, mg/l	2,3	3,8	2,6	1,8
Mangan, mg/l	0,067	0,18	0,092	0,27
Sulfat, mg/l	27	30	31	40
NVOC, mg/l	1,0	1,3	1,1	1,3
Arsen µg/l	1,5	2,3	1,3	14
Pesticider µg/l	i.m.	i.m	<0,01	< 0,01
Ilt mg/l	i.m.	0,08 (feltmåling)	0,06 (feltmåling)	i.m.
pH	i.m.	6,72 (feltmåling)	7,15 (feltmåling)	i.m.
Ledningsevne µS/cm	550 (logging)	i.m.	367 (feltmåling)	i.m.

Helt generelt er vandkvaliteten i DGU nr. 156.765 hvad angår de normalt behandlingskrævende parametre jern, mangan og ammonium ret sammenlignelig med det der i forvejen indvindes ved andre boringer til Ørbæk Vandværk. Det forventes derfor at vandet uden ændringer kan behandles på vandværket.

Det bemærkes at resultatet af analysen udtaget 13. februar tydeligvis er påvirket af den forudgående udsyring af boringen hvor renpumpningen er ufuldstændig. Det ses især for indholdet af chlorid og den målte pH værdi.

Der er desuden flere parametre som der er værd at bemærke. Dette gælder for det første klorid som i den initiale måling er ret lav (21 mg/l) og sidenhen påvirket af syrebehandling (med saltsyre) og således kan resultatet den 23. februar fortsat være let forhøjet af særbehandlingen. Der er således tale om vand med meget normal kloridkoncentration.

Der er fundet en arsen-koncentration på omkring 1,3 µg/l, hvilket er forhold til DGU nr. 156.737 kun er omkring 1/10. Dette har stor betydning for overholdelse af drikkevandskriteriet på 5µg/l ved afgang vandværk.

Der er ikke fundet spor af pesticider eller andre miljøfremmede stoffer i boringen, hvilket ligeledes har stor betydning for Ørbæk Vandværks muligheder for at producere vand, der samlet set overholder drikkevandskriteriet.

Der fundet svag kalkaggressivitet i vandet ved at aggressivt CO₂ er 8 mg/l. Det kan undre at vandet fra et kalkmagasin udviser evne til at opløse kalk, og der er således muligvis tale om en fejl. Dog bør der være opmærksomhed på aggressivt CO₂ ved afgang vandværk efter tilslutning af denne boring.

5 SAMMENFATNING

Der er udført en ny boring med en moderat specifik kapacitet og en grundvandskvalitet, der er forureningsfri og umiddelbart lader til at kunne behandles på Ørbæk Vandværk.

Der er ved prøvepumpning ikke fundet magasinsammenhæng mellem "det nedre" og "det øvre" magasin i området. Disse vurderes ikke at være sammenhængende indenfor en større afstand, men der er registreret en mindre forskudt tryksammenhæng som formentlig forårsages af intens indvinding fra DGU nr. 156.737.

Der er ved den relativt korte prøvepumpning ikke fundet sammenhæng med andre boringer. Der er fundet et vandtryk i kalken som er meget afvigende fra det forventede vandtryk (jf. Nyborg 2016 potentiale bestemmelser) og det vurderes også på den baggrund at magasinet ikke har hydraulisk forbindelse til andre.

5.1 DET VIDERE ARBEJDE

Den udførte boring DGU nr. 156.765 er tilrettelagt således at den kan indrettes til indvinding. Det anbefales at der foretages en udbygning med pumpeinstallation og øvrig teknik således boringen maksimalt kan indvinde ca. 60 m³/t i fuld drift.

Umiddelbart vil en Grundfos SP60-4 være et egnet pumpevalg.

Der er udarbejdet en kildepladsmodel, hvor nuværende og fremtidig brug af både DGU nr. 156.765 og 156.737 indregnes. Således der ved endelig indstilling af pumperne samtidig tages hensyn til optimal opblanding af råvand og dermed opnår en bedre drift af Ørbæk Vandværk.

Ved drift af Pumpen DGU nr. 156.765 uden samtidig drift af DGU nr. 156.737 vil der kunne leveres ca. 52 m³/t. Afsænkningen herved ved naturligvis udvikle sig over tid, men som vist prøvepumpningen, vil der indstille sig én ligevægt efter ca. et døgn pumpning. Hvis dette også er tilfældets ved en kraftigere indvinding på op til 52 m³/t vil afsænkningen kunne blive knap 22 meter efter længere tids kontinuert indvinding. Pumpen vil derfor skulle placeres i 4" stigrør med en samlet længde på 36 meter, således der tages rimeligt hensyn til eventuelle årstidsvariationer i magasinet.

Boringen bør desuden opbygges med en terrænstående råvandsstation med isoleret aluminiumsoverbygning, som vil kunne rumme den nødvendige teknik og samtidig indgå rimeligt diskret i området.

Der skal for at føre vandet til vandværket etableres en tilslutning til råvandsledningen mellem boringen DGU nr. 156.737 og vandværket. Ledningen anlægges på arealet og anlægget vurderes umiddelbart ret ukompliceret. Der bør anvendes en såkaldt Y-forgrening ved sammenkoblingen for minimere modtryks- og slidtageudfordringer.

Når boringen er færdigudbygget, skal der ansøges om ibrugtagningstilladelse.