

Til
Midtfyns Vandforsyning

Dokumenttype
Teknisk notat

Dato
August 2021

PRØVEPUMPNING **BORING 88.3472**

PRØVEPUMPNING BORING 88.3472

Projekt navn **Prøvepumpning - Skovby**
Projekt nr. **1100040095**
Modtager **Skovby Vandværk**
Dokumenttype **Teknisk notat**
Version **1**
Dato **31-08-2021**
Udarbejdet af **Sergei Buyevich Olsen, Asger Ryge Petersen**
Kontrolleret af **Nils Bischoff**
Godkendt af **Asger Ryge Petersen**
Beskrivelse **Prøvepumpning ved Skovby**

Rambøll
Olof Palmes Allé 22
DK-8200 Aarhus N

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
<https://dk.ramboll.com>

INDHOLD

1.	Indledning	2
2.	Prøvepumpning	3
2.1	Tolkning	6
3.	Grundvandskemi	8
4.	Konklusion	10

Bilag 1. Tolkningskurver fra AqteSolv.

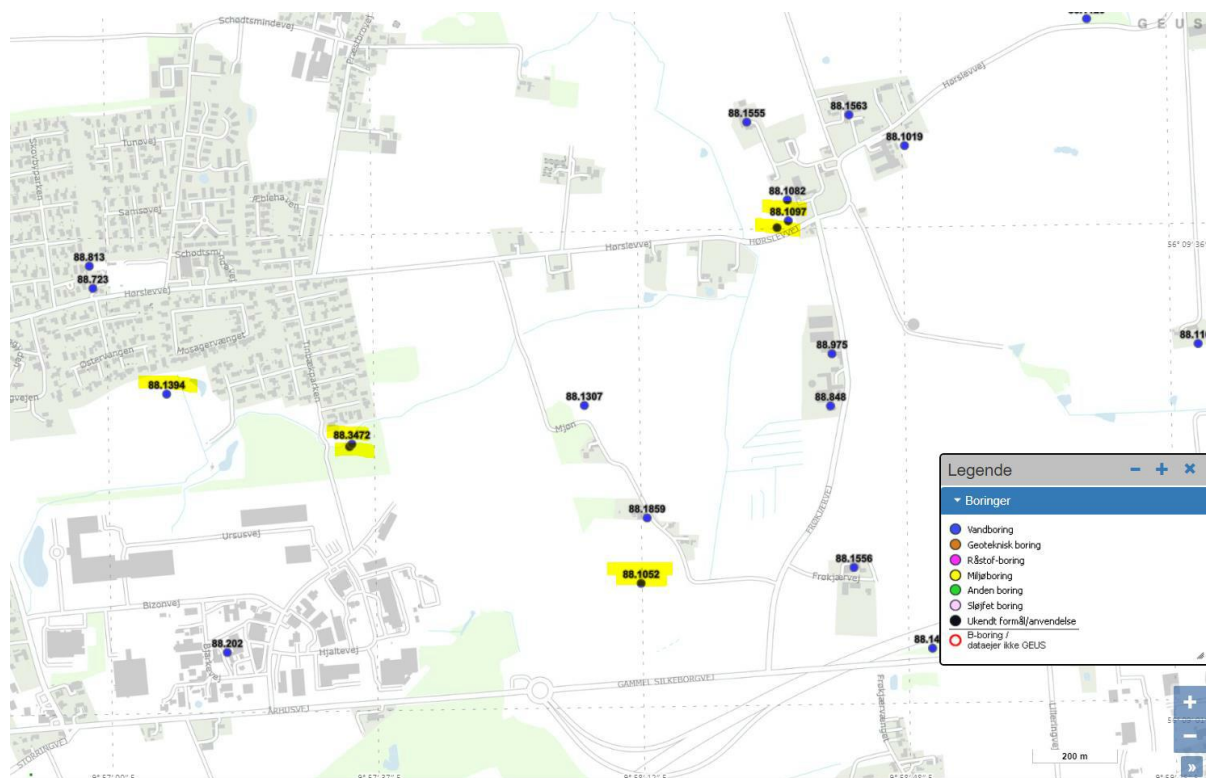
Bilag 2. Vandanalyser fra boringen DGU nr. 88.3472.

1. INDLEDNING

Skovby Vandværk har etableret en ny boring, DGU nr. 88.3472, med henblik på indvinding. I den forbindelse ønskes det at undersøge boringens kapacitet ved en prøvepumpning samt grundvandsmagasinet vandkvalitet ved vandanalyser.

Der er udført langtidsprøvepumpning af DGU nr. 88.3472 med henblik på at vurdere magasinets ydeevne samt konstatere, hvorvidt der observeres påvirkning i nærliggende boringer. For at kunne vurdere sidstnævnte er der installeret logger til monitoring i boringen DGU nr. 88.1052, samt 88.3064. Herudover indhentes data fra boringer med permanente loggere installeret. Det drejer sig om boringerne 88.1394, 88.1097 og 88.1261.

Placeringen af boringen er vist på Figur 1-1.



Figur 1-1. Placering af boringer.

2. PRØVEPUMPNING

Boringen, DGU nr. 88.3472, er filtersat i kote -5,5 m til 0,5 m. Boringen er filtersat i et tyndt magasin af sand/grus, som formodes at have hydraulisk forbindelse til overliggende magasiner. Magasinet er spændt, og vandspejlet er pejlet til ca. 2,2 m under pejlepunktet, svarende til kote ca. 37,5 m. Prøvepumpningen er udført med sænkings- og stigningsforløb som vist på Figur 2-1. Ved en oppumpning på 30 m³/t er sænkningen på ca. 8,2 m. Manuelle målinger er vandspejlet i observationsboring og pumpeboringen er vist i Tabel 2-1 og Tabel 2-2.

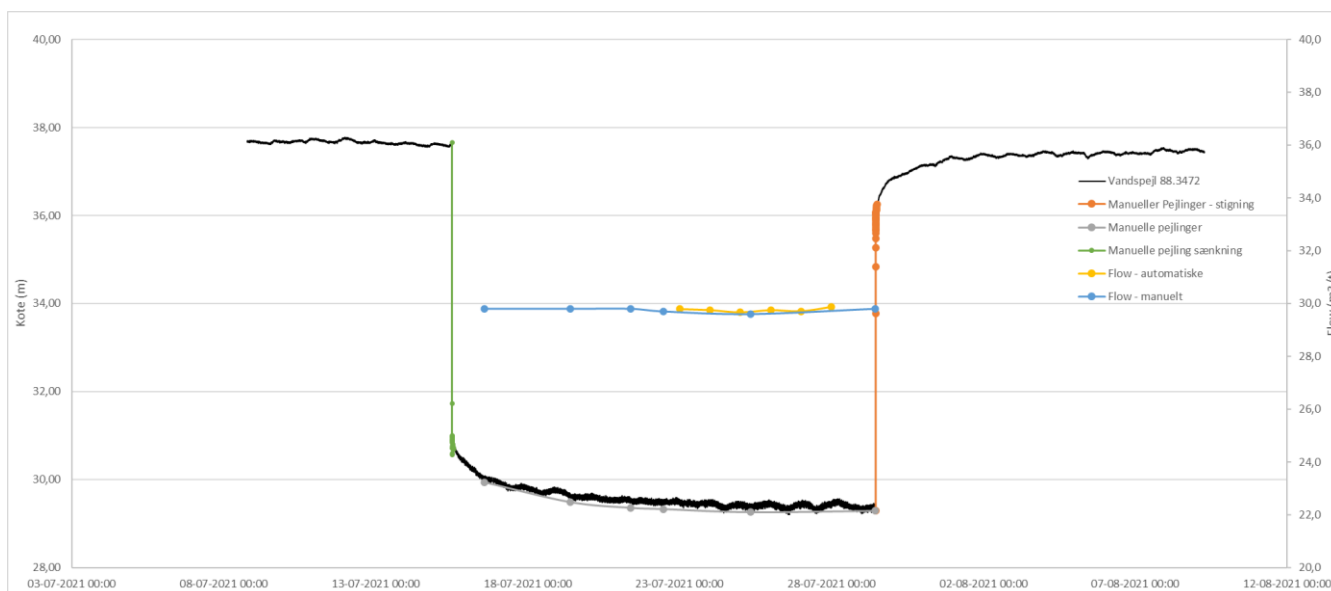
Dato	Tid	88.3064		88.1052		88.3472	
		Pejling (m)	kote (m)	Pejling (m)	kote (m)	Pejling (m)	kote (m)
30-06-2021	09:18	14,16	26,12				
	10:30			2,44	37,82		
16-07-2021	13:50					9,77	29,94
19-07-2021	09:30					10,22	29,49
21-07-2021	09:30					10,35	29,36
22-07-2021	11:30					10,38	29,33
25-07-2021	08:15					10,45	29,26
29-07-2021	10:45					10,42	29,29
11-08-2021	17:00			2,51	37,75		
	18:05	13,95	26,33				

Tabel 2-1 Manuelle kontrolpejlinger ved opsætning af loggere i observationsboringer, samt under tilsyn af pumpeboringen.

Sænkning d. 15/7 2021			Tilbagepejling d. 29/7 2021		
Tid	Pejling (m)	kote (m)	Tid	Pejling (m)	kote (m)
12:17:00	2,05	37,7	10:58:00	10,42	29,3
12:17:30	7,98	31,7	10:58:30	5,94	33,8
12:18:00	9,00	30,7	10:59:00	4,88	34,8
12:18:30	9,11	30,6	10:59:30	4,44	35,3
12:19:00	9,14	30,6	11:00:00	4,23	35,5
12:19:30	8,99	30,7	11:00:30	4,12	35,6
12:20:00	8,95	30,8	11:01:00	4,06	35,7
12:20:30	8,87	30,8	11:01:30	4,02	35,7
12:21:00	8,83	30,9	11:02:00	3,98	35,7
12:21:30	8,82	30,9	11:02:30	3,94	35,8
12:22:00	8,79	30,9	11:03:00	3,91	35,8
12:23:00	8,74	31,0	11:04:00	3,87	35,8
12:24:00	8,71	31,0	11:05:00	3,83	35,9
12:25:00	8,72	31,0	11:06:00	3,80	35,9
12:26:00	8,73	31,0	11:07:00	3,77	35,9
12:27:00	8,74	31,0	11:08:00	3,75	36,0
12:29:00	8,77	30,9	11:10:00	3,71	36,0
12:31:00	8,80	30,9	11:12:00	3,68	36,0
12:33:00	8,82	30,9	11:14:00	3,66	36,1

12:35:00	8,84	30,9	11:16:00	3,64	36,1
12:37:00	8,85	30,9	11:18:00	3,63	36,1
12:42:00	8,88	30,8	11:23:00	3,59	36,1
12:47:00	8,90	30,8	11:28:00	3,57	36,1
12:52:00	8,94	30,8	11:33:00	3,55	36,2
12:57:00	8,98	30,7	11:38:00	3,53	36,2
13:07:00	8,97	30,7	11:48:00	3,49	36,2
13:17:00	8,98	30,7	11:58:00	3,46	36,3
13:27:00	8,99	30,7			
13:37:00	9,03	30,7			

Tabel 2-2 manuelle pejledata i forbindelse med pumpestart og pumpestop i boring DGU nr. 88.3472



Figur 2-1. Loggerdata og pumpeydelse fra boringen DGU nr. 88.3472.

Prøvepumpningen kan opdeles i følgende perioder:

15/7-21 – 29/7-21

Der er udført prøvepumpning med en konstant ydelse på ca. 30 m³/t. Ydelsesdata er ikke logget automatisk den første uge af forsøget grundet tekniske fejl.

29/7-21

Pumpen slukkes – reetableringsperiode.

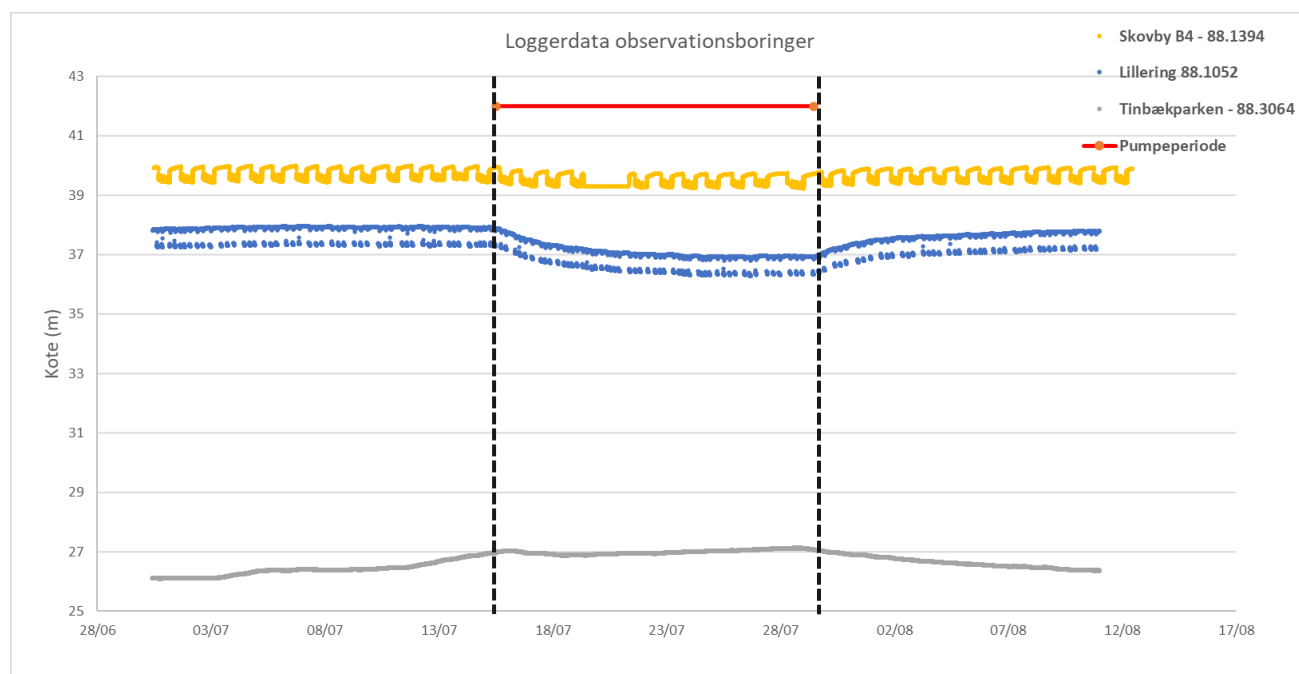
I forbindelse med pumpeforsøget blev grundvandsstanden monitoreret i boringer som er vist i Tabel 2-3. Det ses, at boring DGU nr. 88.1394 bliver påvirket med 30 cm under prøvepumpningsperioden, mens boring DGU nr. 88.1052 ved Lillering Vandværk bliver påvirket med 1 m. Grafen for begge boringer ses i Figur 2-2. For begge boringer ses det, at der indtræffer et stabilt vandspejl efter de første 7-9 dage af prøvepumpningen. Der skal bemærkes, at der ses to niveauer af loggerdata for observationsboring 88.1052 og 88.1394, hvilket er på grund af den daglige indvinding i hver boring.

Boring DGU nr. 88.3064, blive ikke påvirket af prøvepumpningen, og vandspejlet ses at stige fra før prøvepumpningen igangsættes og er falder igen da prøvepumpningen stoppes. Det dybde grundvandsmagasin er tidligere bestemt til at være i hydraulisk kontakt indvindingsboringerne ved Harlev-Framlev og ændringerne formodes at være på baggrund af dette. Det stabile vandspejl i kote 27 m under prøvepumpningsperioden, antages at være rolandspejlet, mens vandspejlet før og efter prøvepumpningen er påvirket af indvinding. Data fra boringen benyttes ikke tolkningen af prøvepumpningen.

Harlev-Framlev Vandværk har ikke fremsendt pejledata efter aftale, trods flere forsøg på at indhente data. Vandværket oplyser dog, at de ikke har målt nogen ændring i vandspejlet i deres borer, mens forsøget stod på. Den observerede påvirkning er derfor sat til 0 m for de to borer.

Ejer	DGU	Filterdybde kote (m)	Magasin	Afstand til pumpeboring (km)	observeret påvirkning af vandspejlet (m)
Skovby Vandværk	88.3472 Pumpeboring	-5,5 til 0,5	Spændt	-	
Skovby Vandværk	88.1394 Pejleboring	4,0 til 16,2	Spændt	Ca. 475 m	0,3
Lillering Vandværk	88. 1052 Pejleboring	9,57 til 15,57	Spændt	Ca. 720 m	1,0
Skovby Vandværk	88.3064 Pejleboring	-75,5 til -87,5	Spændt	Ca. 15 m	0
Harlev-Framlev Vandværk	88.1097 Pejleboring	-18,5 til -30,5	Spændt	Ca. 1200 m	0
Harlev-Framlev Vandværk	88.1261 Pejleboring	-22 til -40	Spændt	Ca. 1200 m	0

Tabel 2-3 Afstande fra pumpeboring til observationsboringer samt angivelse af den registrerede påvirkningsgrad



Figur 2-2 Loggerdata for observationsboringer

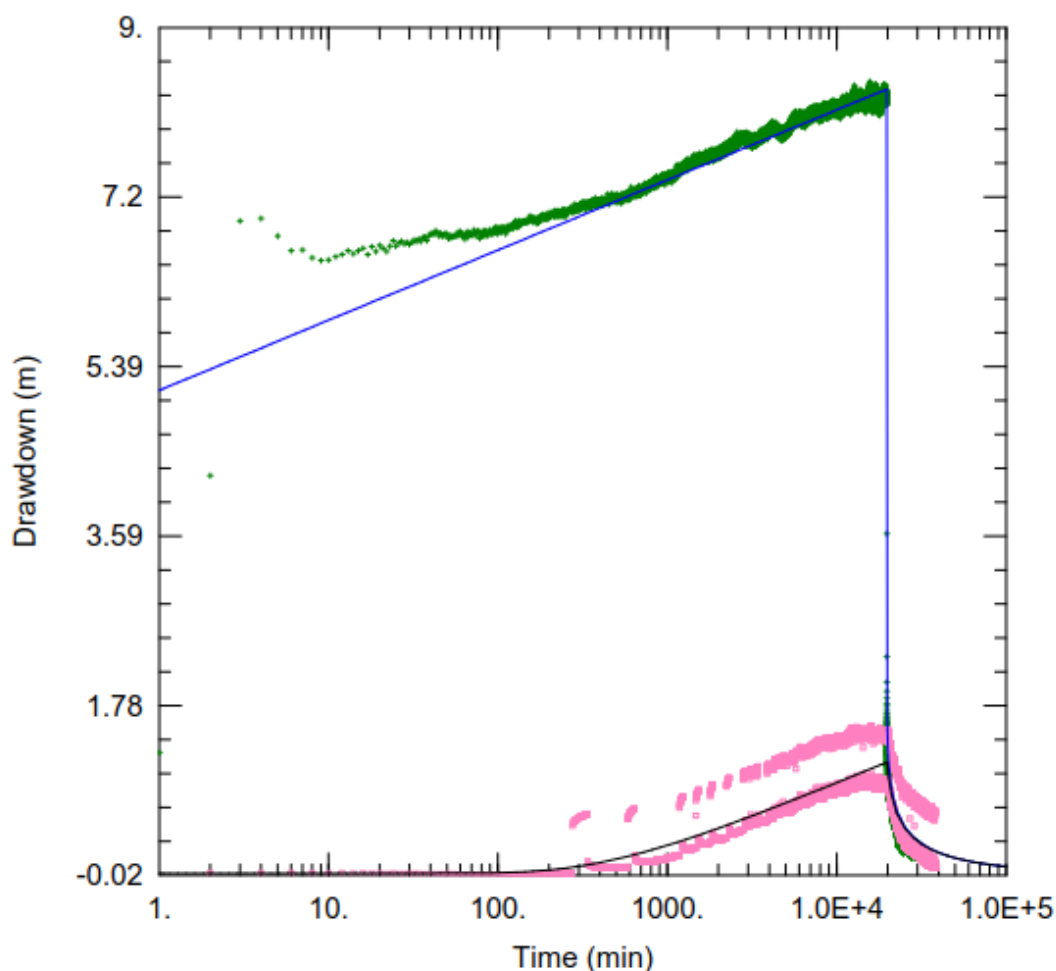
Der er anvendt udluftede loggere i både pumpeboringen og boring DGU nr. 88.1394, og en indledende analyse af loggerdata og barometerdata fra viser, at loggerdata ikke er væsentlige påvirkede af lufttryksændringer i pumpeperioden. Der er på denne baggrund ikke foretaget barometerkorrektur af data forud for tolkningen.

Der er ikke anvendt udluftet logger i boring DGU nr. 88. 1052, og loggerdata er derfor korrigeret 100% med barometerdata.

2.1 Tolkning

Analyse af de hydrauliske parametre er udført ved kurvetilpasning i programmet AqteSolv. Theis-løsningen er anvendt til bestemmelse af transmissiviteten. Der er tolket på data fra både pumpeboringen samt monitoringsboring 88.1052, hvor der ses en tydelig påvirkning fra prøvepumpningen. Boring DGU nr. 88.1394 er også påvirket af prøvepumpningen, men er ikke medtolket, på grund af egenindvinding og det at påvirkningen fra prøvepumpning er lille.

Den anvendte tolkningsmodel er baseret på forudsætningen om et homogent magasin med uendelig udstrækning. Der er ved tolkningen anvendt en magasintykkelse på 7 m. Tid-sænkingsplot for pumpeforsøget er vist på Figur 2-3 samt bilag 1.

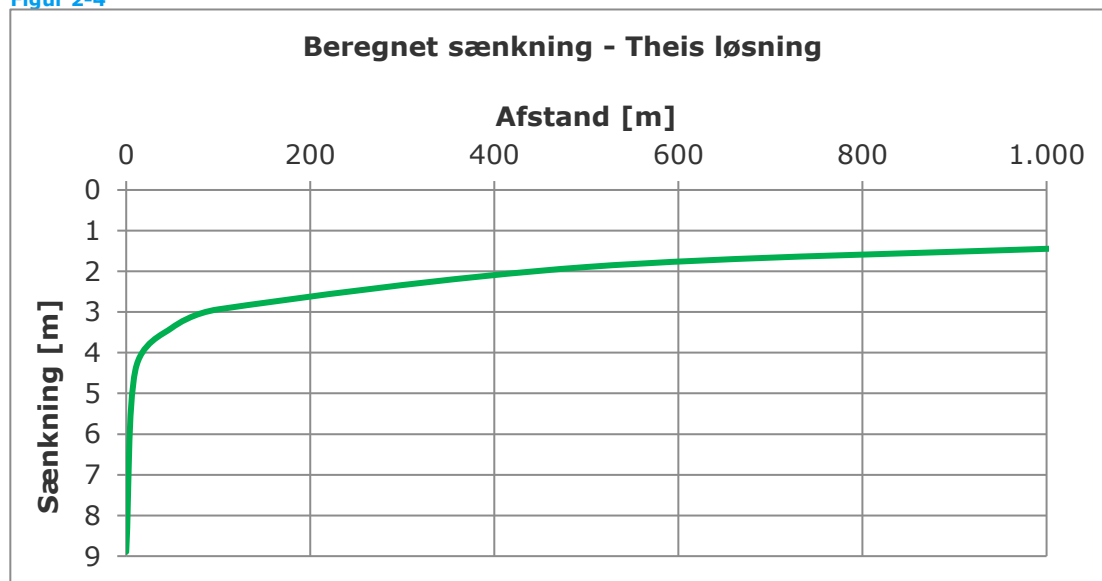


Figur 2-3. Data og tilpasning for pumpeforsøget i boringen DGU nr. 88.3472 og 88.1052.

Transmissiviteten fra denne prøvepumpning er tolket til $2,05 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. For en påvirket zone på 6 m, svarer det til en hydraulisk ledningsevne på $3,42 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$, hvilket stemmer godt overens med det mellemkornet sand i filterintervallet.

For at belyse sænkingspåvirkningen er de beregnede hydrauliske parametre anvendt til at beregne sænkningen i indvindingsmagasinet i forskellige afstande fra pumpeboringen ved $30 \text{ m}^3/\text{t}$. Den beregnede sænkning viser situationen efter 30 dages oppumpning, jf. Figur 2-4, da systemet forventes at være stabiliseret efter 30 dages, så sænkningstragten ikke udvides yderligere. De estimerede sænkninger er vist i Tabel 2-4.

Figur 2-4



Beregnet sænkning efter 30 dage ved en ydelse på $30 \text{ m}^3/\text{t}$ og en hydraulisk ledningsevne på $2,92 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

Afstand til pumpeboring (m)	Sænkning (m) ved $30 \text{ m}^3/\text{t}$
0,01	8,9
50	3,4
100	2,9
500	1,9
1000	1,4

Tabel 2-4. Beregnede sænkninger.

Det skal bemærkes, at de beregnede sænkninger sker i forhold til et stationært vandspejl i et homogent magasin, og forudsætter, at der ikke forekommer infiltration fra overfladen, hvilket i praksis vil betyde at den reelle sænkning vil være mindre. I loggerdata observeres en sænkning, ved Lillering som er 0,5 m mindre den beregnede sænkning. Derudover ændrer magasinet karakter vest for pumpeboringen, hvor magasinet udvider sig og derfor ikke er homogent, og beregningen passer derfor ikke i forhold til boring DGU nr. 88.1394.

3. GRUNDVANDSKEMI

I forbindelse med prøvepumpningen er der udtaget 2 vandprøver.

- Én vandprøve udtaget umiddelbart efter renpumpning, den 03/06-2021. Vandprøven er analyseret med en fuld boringskontrol inklusiv en pakke for pesticider.
- Én vandprøve udtaget den 26.07.2021 i forbindelse med prøvepumpningen. Vandprøven er analyseret med en fuld boringskontrol inklusiv en pakke for pesticider, PFAS, PAH, VOC.

Vandprøver er udtaget og analyseret af Analytech. Analyseresultaterne fra de udtagne vandprøver er vedlagt i bilag 2.

I nedenstående Tabel 3-1 er angivet nogle af de vigtige parametre fra de to boringskontroller. De komplette analyser er vedhæftet i Bilag 8.1. Der er beregnet ionbalance (IB) for de to vandanalyser, hvor afvigelser på +/- 5% indikerer god kvalitet af data, mens større afvigelser indikerer et problem i analysen. Afvigelsen i ionbalancen er beregnet til mindre end 5 % for begge boringskontroller.

Grundvandet i boring DGU nr. 88.3472 er reduceret vandtype C, hvilket indikerer ældre vand, som ofte ikke er overfladepåvirket og af den grund ikke indeholder pesticider. Vandtypen er uændret mellem de to boringskontroller.

Der er ikke fundet pesticider eller andre naturfremmede stoffer i vandet.

De naturlige uorganiske forbindelse i grundvandet, som f.eks. jern, mangan og arsen, er fundet i lave koncentrationer, uproblematisk kan håndteres i vandbehandling.

Boring	88.3472			
Filterdybde	37,5-46 m u.t.			
Dato	26-11-2020	28-01-2021	Drikkevands kriterie	Enhed
Komponent	Resultat	Resultat		
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,05	0,05	0,05	mg/l
Nitrat (NO ₃ ⁻)	<0,5	< 0.5	50	mg/l
Total Fosfor (P)	0,04	0,07		mg/l
Klorid (Cl ⁻)	24	23	250	mg/l
Fluorid	0,14	0,3	1,5	mg/l
Sulfat (SO ₄ ⁻)	44	44	250	mg/l
Hydrogenkarbonat (HCO ₃ ⁻)	226	225		mg/l
Arsen (As)	2,31	2,46	5	µg/l
Calcium (Ca ⁺⁺)	77,2	77,2		mg/l
Jern (Fe ⁺⁺)	0,51	0,46	0,2	mg/l
Kalium (K ⁺)	2,67	2,63		mg/l
Magnesium (Mg ⁺⁺)	8,29	8,33		mg/l
Natrium (Na ⁺)	14,8	13,9	175	mg/l
Mangan (Mn ⁺)	0,37	0,38	0,05	mg/l
sum anioner	5,30	5,21		meq/l
sum kationer	5,25	5,26		meq/l
Ionbalance	0,5	0,5		%
Vandtype	C	C		

Tabel 3-1. Kort gennemgang af analyseresultater fra vandprøver i boring DGU nr. 88.3472. Felter markeret med lys blå farve markerer de anioner, som er beregnet med i summen af anioner i udregning af ionbalancen. Det samme gør sig gældende med kationer, som er markeret med grøn farve.

4. KONKLUSION

Prøvepumpningen viser, at der ved en oppumpning med 30 m³/t ses en sænkning af vandspejlet på 8,2 m, og vandspejlet når at stabilisere sig, i forbindelse med prøvepumpningen på 14 dage.

Sænkningstragten ses at påvirke Lillering Vandværks øst for pumpeboringen mere ca. 1 m, mens Skovbys B4, vest for pumpeboringen, kun påvirkes med 30 cm, til trods for, at den er beliggende nærmere.

Grundvandskemien i boring DGU nr. 88.3472 indikerer vand af god kvalitet, som vurderes at kunne indgå i produktionen hos Skovby Vandværk uden problemer. Vandkvaliteten er sammenlignelig med vandværkets øvrige borer, med undtagelse af indhold af pesticider. Vandet kan derfor behandles med de eksisterende metoder på vandværket.

For at optimere indvindingen, i forhold til påvirkningen på øvrige borer i området, anbefaler Rambøll, at der indvindes med 20 m³/t fra boringen. Generelt anbefales en skånsom indvindingsstrategi, hvor indvindingen sker jævnt over døgnet, så udsving i grundvandsspejlet minimeres. Hvis boringen driftes skånsomt med 20 m³/t, forventes det, at sænkningpåvirkningen kan nedsættes med 30 %, for at undgå at trække pesticider til den nye boring på lang sigt.