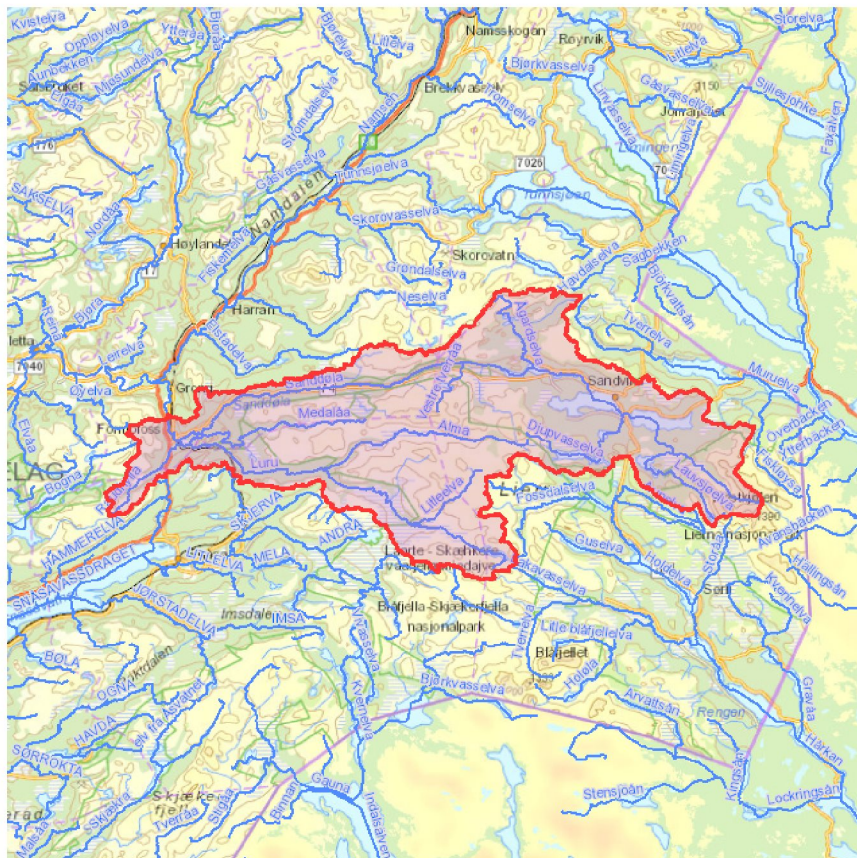

VEDLEGG 4:

Rapport for Sanddøla fra NEVINA Nedbørfelt-
Vannføring-INdeks-Analyse



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 371372 E
7146832 N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og lavvannsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannindekser

Vassdragsnr.: 139.BA0
Kommune.: Grong
Fylke.: Trøndelag
Vassdrag.: Sanddøla

Feltparametere

Areal (A)	1540	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.64	%
Elvleengde (E _L)	107.0	km
Elvegradient (E _G)	8.7	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	4.7	m/km
Helning	8.6	°
Dreneringstetthet (D _T)	2.4	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	82.0	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Myr (A _{MYR})	12.4	%
Leire (A _{LEIRE})	0.3	%
Skog (A _{SKOG})	35.2	%
Sjø (A _{SJO})	6.5	%
Snaufjell (A _{SF})	39.7	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	64	m
Høyde _{MAX}	1384	m

Lavvannsindekser

Alminnelig lavvannføring	4.4	l/s*km ²
5-persentil (år)	4.2	l/s*km ²
5-persentil sommer (1/5-30/9)	8.9	l/s*km ²
5-persentil vinter (1/10-30/4)	3.6	l/s*km ²
Base flow	13.16	l/s*km ²
Base flow index (BFI)	0.31	-

Klima- /hydrologiske parametere

Klimaregion	Midt	-
Lavvannsperiode	Vinter	-
Avrenning 1961-90 (Q _N)	42.5	l/s*km ²
Sommernedbør	419	mm
Vinternedbør	558	mm
Årstemperatur	0.5	°C
Sommertemperatur	7.7	°C
Vintertemperatur	-4.7	°C
Temperatur juli	10.1	°C
Temperatur august	10.2	°C

Det er generelt stor usikkerhet i beregning av lavvannsindekser. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (Base flow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

VEDLEGG 5:

Resultater fra prøvepumping av B3, juli-november 2020

VEDLEGG 2 REGISTRERING AV VANNSTAND I BRØNNER

Vannstandsmålinger (meter under brønntopp)							
Dato	Kl.	B3	B1	B2	Pb1	Pb2	Pb3
18.08	16.30	8,47		4,03	4,69	1,27	2,58
31/08	10:00	8,15	9,11	4,18	4,71	1,08	2,59
7/9	09:00	8,25	8,67	4,13	4,80	1,21	2,60
21/9	09:00	7,60	9,18	3,51	4,17	0,36	1,91
12/10	09:00	8,08	8,80	4,41	4,66	1,11	2,54
19/10	09:00	7,92	8,93	3,46	4,52	0,93	2,39
26/10	09:00	7,79	9,03	3,72	4,48	0,46	2,03
2/11	09:00	7,84	8,75	3,81	4,53	0,82	2,25
9/11	08:30	7,49	9,74	3,42	4,11	0,65	2,07
16/11	08:30	8,60	8,76	4,54	4,50	1,09	2,45
23/11	09:30	7,67	9,29	3,49	4,28	^{0,13} 1,45	1,75
30/11	08:30	8,03	8,90	3,89	4,50	1,12	2,48

Høyt elvernivå.

[illegible]

VEDLEGG 4 LOGGBOK

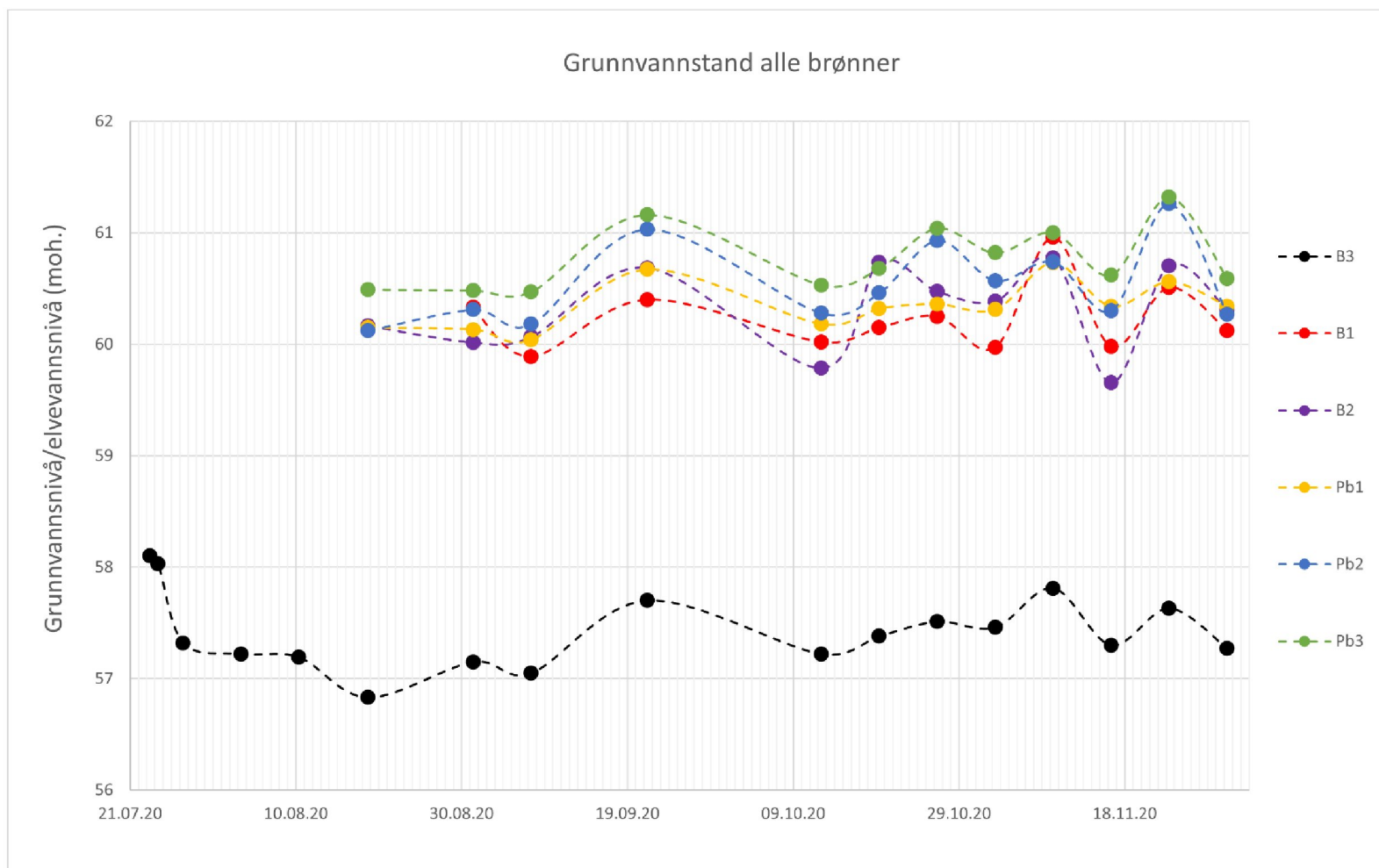
Momenter som skal loggføres:

- Nedbør
- Lufttemperatur
- Forurensningsepisoder
- Strømbrydd/pumpestans og oppstart etter pumpestand
- Avvik i henhold til plan

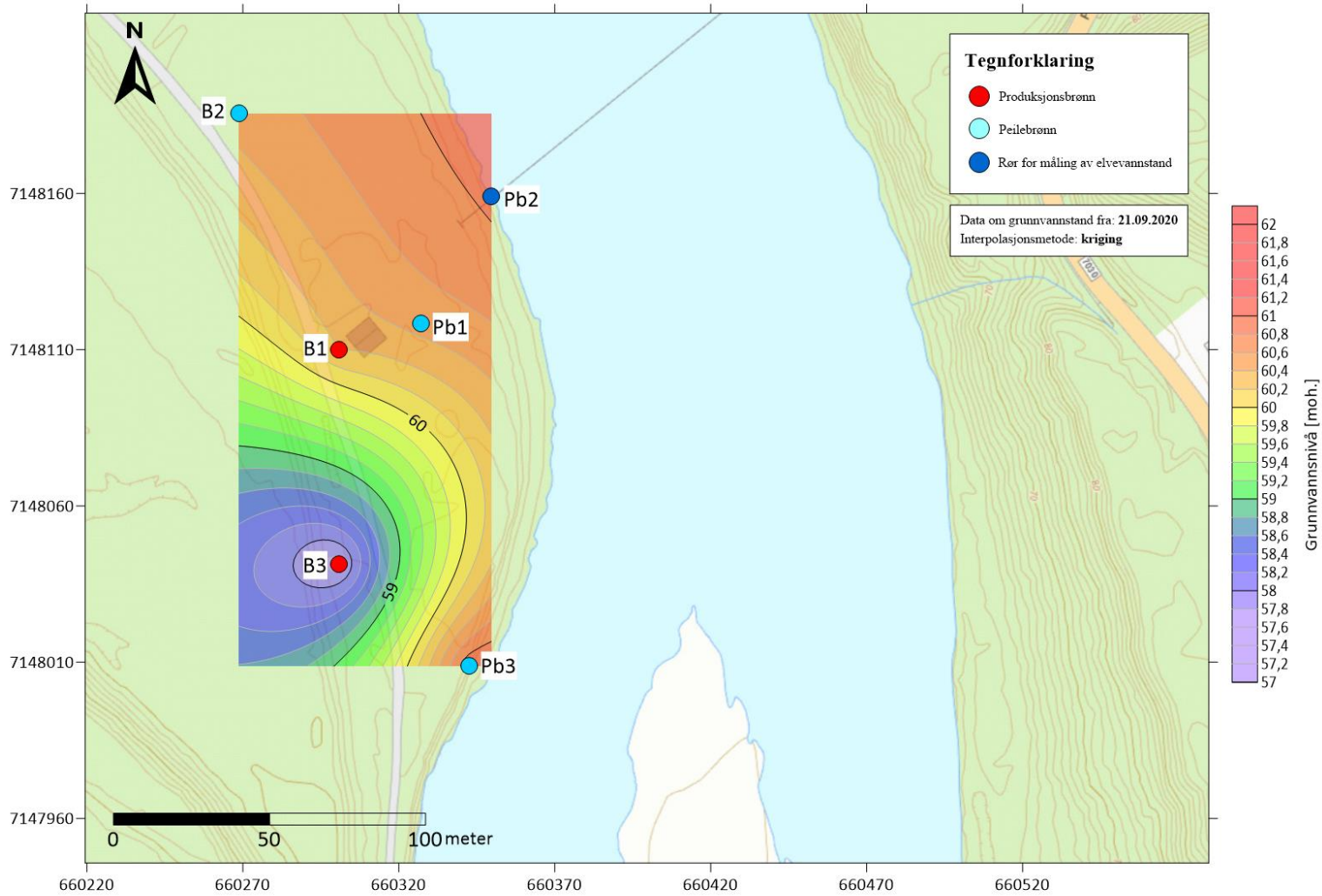
Tabell 4 Loggbok

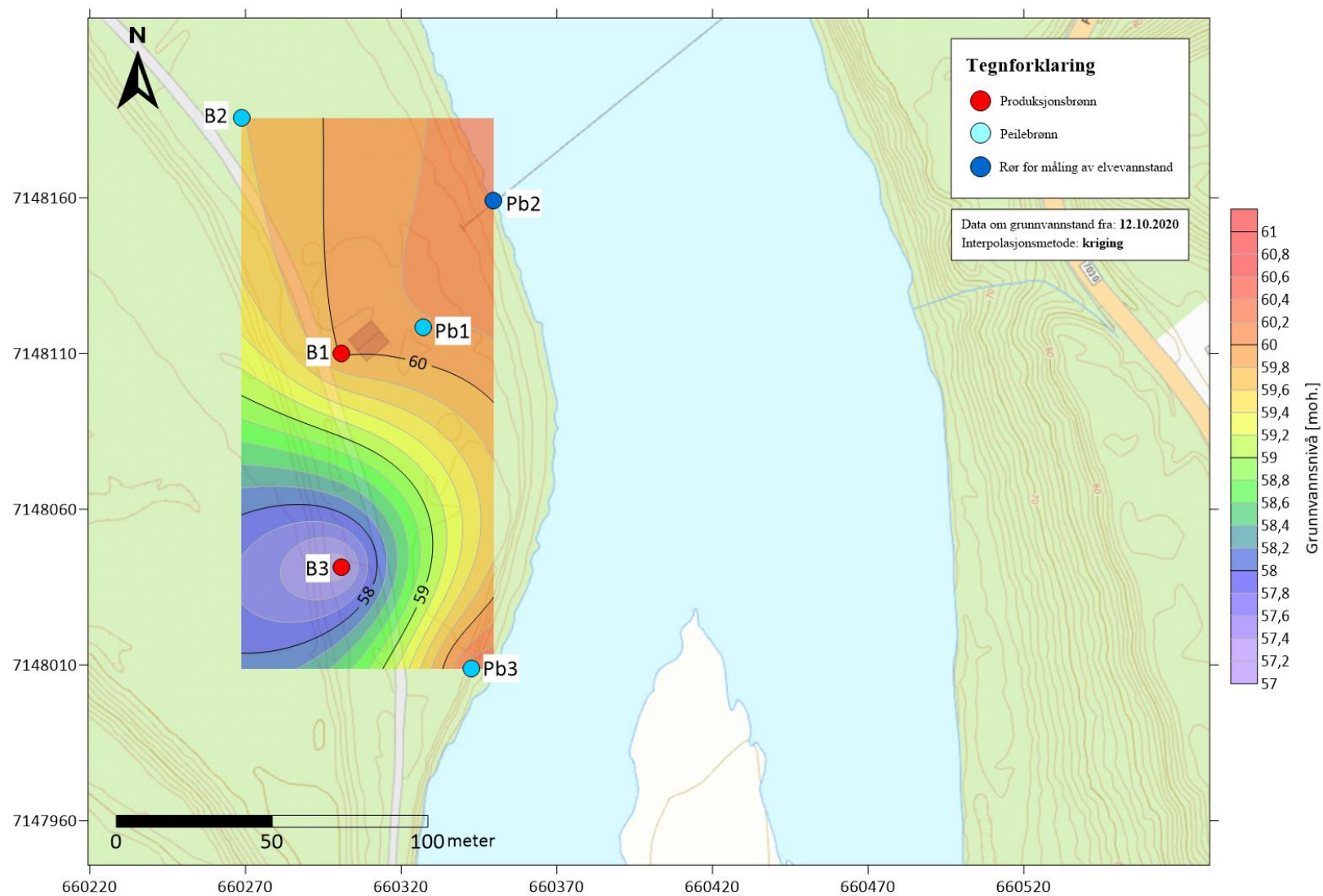
Dato	Kommentar
31/8 10:00	Opphold, 9°C
7/9 09:00	Opphold overskyet, 8°C
2/9 09:00	Regn 10°C, høyt vannnivå.
17/10 09:00	Opphold, 6°C
19/10 09:00	Overskyet, opphold, -3°C
26/10 09:00	Sol -1°C
2/11 09:00	Regn, 7°C
9/11 08:30	Regn, 2°C
16/11 08:30	Opphold, 9°C
23/11 09:30	Regn, 2°C
30/11 08:30	Overskyet, opphold -2,5°C

Grunnvannsnivå for alle brønner gjennom prøvepumpingen



Strømningskart





Analyseresultater fra grunnvannsprøver tatt fra B3 gjennom prøvepumpingsperioden

Parameter	Enhet	Grenseverdi	04.08.2020	08.09.2020	13.12.2020	03.11.2020
Kimtall 22°C	cfu/ml	100	Ikke påvist	7	2	1
Koliforme bakterier	MPN/100 ml	0	<1	<1	<1	<1
E.coli	MPN/100 ml	0	<1	<1	<1	<1
Intestinale enterokokker	cfu/100 ml	0	<1	<1	<1	<1
Clostridium perfringens	cfu/100 ml	0		<1		
Lukt		Akseptabel	Akseptabel	Akseptabel	Akseptabel	Akseptabel
Smak			Akseptabel	Akseptabel	Akseptabel	Akseptabel
pH		6,5-9,5	6,2	6,4	6,2	6,4
Temp. ved pH-måling	°C		25,2	25,1	24,1	25,8
Konduktivitet	mS/m	250	7,55	7,49	7,16	7,09
Turbiditet	NTU		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Farge	mg Pt/l		<2	<2	<2	<2

Parameter	Enhet	Grenseverdi	04.08.2020	08.09.2020	13.12.2020	03.11.2020
Benzen	µg/l	1		<0,20		
Totalt organsik karbon (TOC)	mg/l			0,77		
1,2-dikloretan	µg/l	3		<0,750		
Benzo(a)pyren	µg/l	0,01		<0,0030		
Bromat	µg/l	10		<5,0		
Cyanid	µg/l	50		<5		
PAH-4, sum	µg/l	0,1		<0,030		
Tetrakloreten	µg/l	10		<0,20		
Trihalometaner, sum	µg/l	100		0,64		
Trikloreten	µg/l	10		<0,20		
Benzo(b)fluoranten	µg/l			<0,0075		
Benzo(k)fluoranten	µg/l			<0,0075		
Benzo(ghi)perylene	µg/l			<0,0075		
Indeno(123cd)pyren	µg/l			<0,0075		

Parameter	Enhet	Grenseverdi	04.08.2020	08.09.2020	13.12.2020	03.11.2020
Fluorid	mgF/l	1,5		0,12	0,12	<0,12
Klorid	mgCl/l	250		9	8,6	8,3
Nitritt	mgN/l	0,5		<0,025	<0,025	<0,025
Bromid	mgBr/l			0,56	<0,15	<0,15
Nitrat	mgN/l	50		0,19	0,17	0,16
Sulfat	mgSO ₄ /l	250		3,2	3,3	3,3
Ammoniumnitrogen	mg/l			<0,050		
Bor	mg/l	1		<0,050	<0,050	<0,050
Natrium	mg/l	200		5,4	5,4	5,6
Magnesium	mg/l			1,8	1,8	1,9
Aluminium	µg/l	200		25	24	25
Silisium	mg/l				5	4
Kalium	mg/l				0,87	0,93
Kalsium	mg/l			5	4,9	5,2
Krom	µg/l	50		<0,050	<0,050	0,26
Mangan	mg/l	0,05		0,018	0,018	0,017
Jern	mg/l	0,2		<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kobolt	µg/l				0,28	0,27
Nikkel	µg/l	20		4	4,1	<4,0
Kobber	µg/l	2000		<0,50	0,86	<0,50
Sink	µg/l				<5,0	<5,0
Arsen	µg/l	10		<0,40	<0,40	<0,40
Selen	µg/l	10		0,18	0,21	0,18
Strontium	µg/l				23	21
Molybden	µg/l				0,22	0,22
Sølv	µg/l				<0,050	<0,050
Kadmium	µg/l	5		0,012	0,013	0,021
Tinn	µg/l				<0,050	<0,050
Antimon	µg/l	5		<0,050	<0,050	<0,050
Barium	µg/l				22	21
Samarium	µg/l				0,2	0,2
Gadolinium	µg/l				0,26	0,27
Wolfram	µg/l				<0,050	<0,050
Kvikksølv	µg/l	1		<0,020	<0,020	<0,020
Bly	µg/l	10		0,097	0,13	0,11
Uran	µg/l			0,14	0,15	0,15
Neodym	µg/l				1,2	1,1

VEDLEGG 6:

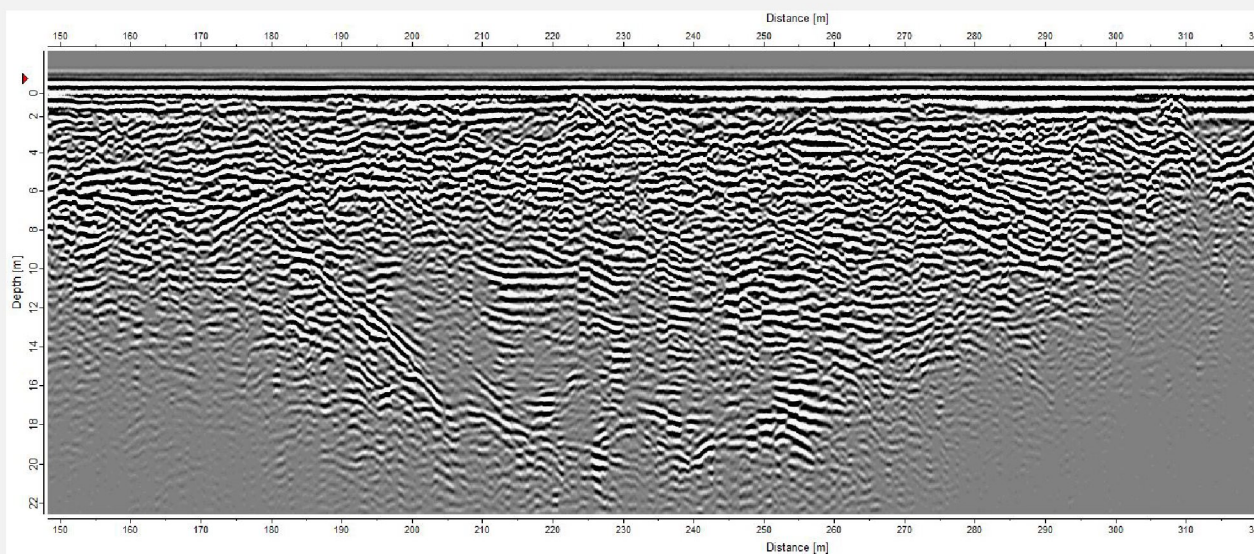
Rapport: Asplan Viak, 2019. *Grunnvannsundersøkelser ved Formofoss*

Grong kommune

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER VED FORMOFOSS

Undersøkelser av potensielle grunnvannsforekomster
i området Bjørgan-Farstøa for vurdering av ny
vannkilde til Formofoss vannverk

Dato: 22.11.2019
Versjon: 01



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Grong kommune
Tittel på rapport:	Grunnvannsundersøkelser ved Formofoss
Oppdragsnavn:	Vannforsyning Bjørgan Grunnvannsundersøkelser ved Formofoss
Oppdragsnummer:	625103-01
Utarbeidet av:	Bernt Olav Hilmo
Oppdragsleder:	Bernt Olav Hilmo
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

For å vurdere ny vannkilde til Bjørgan vannverk har Asplan Viak på oppdrag fra Grong kommune utført grunnvannsundersøkelser ved Formofoss. Det er utført hydrogeologiske forundersøkelser i form av georadarmålinger og undersøkelsesboringer ved Bjørgsætra, samt georadarmålinger og testpumping av to eksisterende brønner ved Farstømoen.

Georadarmålinger viser at grunnvannsforekomsten ved Farstøa er mye større enn før antatt, og at det dermed kan tas ut mye mer grunnvann enn dagens uttak til Grong vannverk. Ved Bjørgsetra er det påvist to grunnvannsforekomster med tilstrekkelig kapasitet til å kunne forsyne Formofoss vannverk. Grunnvannskvaliteten på disse forekomsten er preget av høyt innhold av jern og mangan. Disse forekomstene kan derfor ikke benyttes til drikkevannsforsyning uten en omfattende vannbehandling, og dette anses som lite aktuelt for et såpass lite vannverk.

Vi anbefaler at Formofoss vannverk knyttes sammen med Grong vannverk og at grunnvannsanlegget på Farstømoen utvikles videre med å ta i bruk brønn 3 til vannforsyning. Dette krever en rehabilitering av brønnen etterfulgt av en prøvepumping for sikker dokumentasjon på kapasitet og vannkvalitet.

Etter vårt syn er denne grunnvannsforekomsten en vannressurs av stor regional betydning i og med at den har potensiale til å forsyne både Grong og Overhalla. Vi vil derfor påpeke viktigheten av å sikre denne grunnvannsforekomsten slik at kapasitet og vannkvalitet bevares for framtiden.

01	22.11.19	Nytt dokument	BOH	REF
VERSION	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS

Forord



Asplan Viak er engasjert av Grong kommune for å vurdere alternative grunnvannsforekomster til Bjørgan vannverk. Knut Melvin Myklebust har vært kommens kontaktperson for oppdraget. Bernt Olav Hilmo er oppdragsleder for Asplan Viak. Han har også skrevet denne rapporten. Rolf E. Forbord har deltatt under feltarbeidet og er også ansvarlig for kvalitetssikringen.

Trondheim den 22.11.2019

Bernt Olav Hilmo
Oppdragsleder

Rolf E. Forbord
Kvalitetssikrer

Innhold

1. INNLEDNING	4
2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG UTREDNINGER	4
2.1. Undersøkelser av NGU	4
2.2. Brønnboring	4
2.3. Forprosjekt utført av Norconsult	4
2.4. Prøvepumping av brønner ved Farstøa (Grong kommune 1993)	5
3. UTFØRTE UNDERSØKELSER	7
3.1. Utvelgelse av undersøkelsesområder	7
3.2. Feltundersøkelser	8
3.2.1. Georadarmålinger og sonderboringer	8
3.2.2. Undersøkelsesbrønner	8
4. RESULTATER.....	9
4.1. Georadarmålinger	9
4.2. Sonderboringer Bjørgsætra	11
4.3. Undersøkelsesbrønner ved Bjørgsætra	13
4.4. Grunnvannets fysisk-kjemiske kvalitet	15
4.5. Testpumping av brønner Farstømoen	16
4.5.1. Brønncapaciteter	16
4.5.2. Vannkvalitet	18
5. ANBEFALINGER OG VIDERE UNDERSØKELSER.....	20
5.1. Alternativer for utbygging	20
5.2. Anbefalinger	20
5.3. Videre arbeid	20
5.3.1. Oppgradering av B1	20
5.3.2. Oppgradering av B3	20
5.3.3. Utbygging	21
6. KONKLUSJON	22
KILDER	23

Vedlegg:

- 1 Georadarmålinger
- 2 Kornfordelingskurver
- 3 Testpumping av B2 og B3

1. INNLEDNING

Asplan Viak har fått en forespørsel fra Grong kommune om bistand til grunnvannsundersøkelser ved Formofoss for økt uttak av grunnvann til Formofoss vannverk som forsyner bebyggelsen ved Formofoss og turist- og fritidsbebyggelse på Bjørgan. Vannverket forsynes i dag fra grunnvannsbrønner i løsmasser like nord for Formofoss stasjon. I perioder med maksimalt forbruk er brønncapabilitetene fullt utnyttet. Med bakgrunn i økt utbygging på Bjørgan forventes en økning i vannbehovet. Norconsult har i et forprosjekt utført i 2018 stipulert at vannverket bør ha en framtidig kapasitet på ca. 500 m³/døgn (5,8 l/s). Dette er en økning på mellom 3,5 og 4,0 l/s i forhold til dagens forbruk.

Grong kommune ønsker å utrede mulighetene for økt uttak av grunnvann i løsmasser i nærheten av dagens grunnvannsanlegg, men vil også få kartlagt potensielle grunnvannsforekomster mellom Formofoss og kommunens hovedvannkilde ved Farstøa hvor det er etablert løsmassebrønner. Påvisning av egnede grunnvannsforekomster i dette området kan gjøre det mer aktuelt med en sammenkobling mellom kommunens grunnvannsanlegg ved Farstøa og Formofoss vannverk.

2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG UTREDNINGER

2.1. Undersøkelser av NGU

Vannforsyningen i Formofossområdet har tidligere vært basert på uttak fra oppkommer i foten av de store breelvterrassene i området. På starten av 1990-tallet utførte NGU grunnvannsundersøkelser i området i forbindelse med prosjektet «Grunnvann i Norge» (Hilmo, 1992). Ved Lauvlisetran like sør for Formofoss ble det vurdert to breelvavsetninger for grunnvannsuttak, og det ble konkludert med at det er mulig å forsyne minst 1 l/s fra gravde brønner eller rørbrønner i løsmasser. Det ble i denne omgang ikke gjort oppfølgende undersøkelser i form av geofysikk eller boringer.

I 2000 utførte NGU grunnvannsundersøkelser ved Formofoss for å undersøke mulighetene for å etablere grunnvannsbrønner i løsmasser i området i nærheten av vannverkets daværende vannkilde som besto av en gravd brønn basert på et oppkomme (Storrø 2009). Området fra Formofoss stasjon og nordover langs gammel E6 trasé ble prioritert for undersøkelser. Undersøkelsene besto av georadarmålinger, 6 sonderboringer og etablering av prøvebrønner for nivåvis prøvetaking av løsmasser og grunnvann. Det ble konkludert med muligheter for grunnvannsuttak fra sand- og grusmasser ned til maksimalt 10 meters dyp i de fleste borehullene. På større dyp ble løsmassene (finsand/silt) for finkornige til uttak av grunnvann. Grunnvannet var av god fysisk-kjemisk kvalitet. Ut fra resultatene ble det anbefalt å bore en skråstilt løsmassebrønn, og det ble antatt en brønncapabilitet på 2-6 l/s.

2.2. Brønnboring

I 2002 ble det boret en produksjonsbrønn ved dagens vannverk. I et forsøk på å øke kapasiteten ble det i 2008 boret ytterligere en skråstilt produksjonsbrønn. I følge kommunen påvirker brønnene hverandre slik at det samlede uttaket ikke ble så stort som forventet. Dagens produksjonsbrønn har en kapasitet på 192 m³/døgn (2,2 l/s), og det er ikke sannsynlig at kapasiteten kan økes (Norconsult, 2018).

2.3. Forprosjekt utført av Norconsult

Norconsult har gjennomført et forprosjekt for å utrede en økning av kapasiteten på Formofoss vannverk (Norconsult, 2018). For å øke kapasiteten foreslås blant annet å etablere en ny grunnvannsbrønn med en kapasitet på minst 310 m³/døgn (3,6 l/s) ved nedlagt flystripe på Formofoss. I forkant skal det etableres prøvebrønn og gjennomføres prøvepumping.

I rapporten blir det også påpekt to andre mulige brønnlokaliteter:

1. I nærheten av tidligere benyttede grunnvannskilde for Formofoss vannverk, like sør for dagens grunnvannsbrønn. På et eget løsmassekart tilsendt fra Grong kommune er denne lokaliteten flyttet til samme område som lokalitet 2 (se under).
2. Ved tidligere benyttede vannkilde ved bebyggelsen vest for Sandøla, i skråningsfoten øst for nordre ende av nedlagt flystripe.

I tillegg vurderer Norconsult å ta vann fra kommunens grunnvannsanlegg ved Farstøa, men dette blir ikke anbefalt da det blir antatt at kapasiteten på brønner ved Farstøa ikke vil være tilstrekkelig til å dekke hele det framtidige vannbehovet til Formofoss vannverk. Det blir også påpekt at det vil være små muligheter for å etablere flere brønner nær dagens grunnvannsbrønn.

Vi har følgende kommentarer til Norconsult sine grunnvannsvurderinger:

- Etablering av en løsmassebrønn ved nedlagt flystripe er meget usikkert. Flystripa ligger på ca. 170 moh, mens grunnvannsnivået forventes å ligge på ca. 120 m. Det må altså bores gjennom 50 m tørre løsmasser før man når grunnvann. Det er også mulig at man vil treffe leire like under vannspeilet slik at det ikke er mulig å sette brønnfilter. Brønnens kapasitet er en annen usikkerhet i og med at brønnen vil trekke på et selvmatende grunnvannsmagasin som trolig ikke står i hydraulisk kontakt med Sanddøla.
- Også de to andre foreslåtte brønnlokalitetene er meget usikre med tanke på brønncapasitet. Dette begrunnes både ut fra usikker løsmasstype og for liten tilrenning fordi grunnvannsmagasinet ikke står i hydraulisk kontakt med Sanddøla.
- Vi mener potensialet for økt uttak av grunnvann ved Farstøa bør undersøkes nærmere (se kap. 2.4 og 3). Dette vil ha verdi både for Grong vannverk og for videre vurdering av mulighetene for sammenkobling mellom Formofoss vv. og Grong vv.

I følge kommunen er det blitt boret på 2 lokaliteter med negativt resultat, men vi har ikke fått opplyst nøyaktig plassering eller mottatt kopi av borelogger

2.4. Prøvepumping av brønner ved Farstøa (Grong kommune 1993)

I 1991 ble det boret en 20 m dyp Ø250 mm løsmassebrønn ved Farstøa for vurdering av vannforsyning til Grong vannverk. Prøvepumpingen viste god kapasitet og god vannkvalitet, og i 1993 ble det boret ytterligere to fullskala løsmassebrønner for å utrede mulighetene for vannforsyning til både Grong vannverk og Konovatnet fellesvannverk som forsyner nedre deler av Grong og Overhalla. Målet var at de to nye brønnene til sammen skulle levere 90 m³/time (25 l/s).

Ut fra prøvepumpingen ble samlet kapasitet for brønn 2 og 3 beregnet til 79 m³/time (21,9 l/s) som var litt mindre enn ønsket vannmengde. Brønn 1 har større kapasitet i det et uttak på 70 m³/time (19,4 l/s) ga en senkning av vannspeilet på kun 1,5 m.

I rapporten frarådes utbygging av brønn 2 og 3 på grunn av høye konsentrasjoner av ammonium (brønn 3) og jern og mangan (brønn 2). Nedenfor er det klippet ut konklusjonen av grunnvannsrapporten.

6. KONKLUSJON.

Brønn 2 : en kan ikke tilråde at denne bygges ut, da det er påvist for høyt innhold av jern og mangan. Vedr. ammoniuminnholdet er dette noe for høyt og her kan det forekomme svingninger med høyere og lavere verdier som ikke er fanget opp ved denne prøvepumpingen. **Utbygging ikke tilrådelig.**

Brønn 3 : Da det er påvist for høyt ammoniuminnhold kan en ikke tilråde at denne bygges ut, uten videre prøvepumping. Dette da ammoniuminnholdet kan ha svingninger med høyere og lavere verdier som ikke er oppfanget ved denne prøvepumpingen. Vannkilden kan brukes som en reservevannkilde, hvis vannet blandes med vannet fra brønn 1. **Utbygging som egen kilde ikke tilrådelig uten videre prøvepumping.**

Prøvepumpingsresultat viser at utbygging av grunnvannskilde på Farstøa som hovedvannkilde for Konovatnet fellesvannverk , ikke er fornuftig ut fra de resultater som er oppnådd.

Dette da grunnvannet i brønn 2 og 3 ikke er av tilfredsstillende kvalitet for et vannverk av denne størrelse, og de oppnådde kapasiteter dekker heller ikke et fremtidig beregnet vannbehov.

Ut fra de vurderinger som er utførte kan likevel vann fra Farstøa kunne supplere vann fra Konovatnet ved behov, såfremt det legges tilrette for dette. Dette enten ved bruk av bare brønn 1 , eller ved bruk av brønn 1 og 2 i parallell.

Alle vannprøver fra prøvepumpingen hadde lavere ammoniuminnhold enn tiltaksgrensen i dagens Drikkevannsforskrift på 0,5 mg/l. Innholdet av ammonium vil også trolig avta etter pH-heving. Det er vanskelig å forklare hva som kan være kilden til ammonium i og med at det ikke finnes nærliggende dyrket mark eller bebyggelse med avløp. I rapporten antydes det at ammoniuminnholdet kan skyldes utmarksbeite (sau), men vår erfaring er at dette sjelden vil gi så høye verdier av ammonium uten at det også påvises høye verdier av nitrat. En vannprøve fra B2 hadde høyere manganinnhold (0,08 mg/l) enn datidens norm for god vannkvalitet, ellers lå verdiene for jern og mangan under grenseverdien.

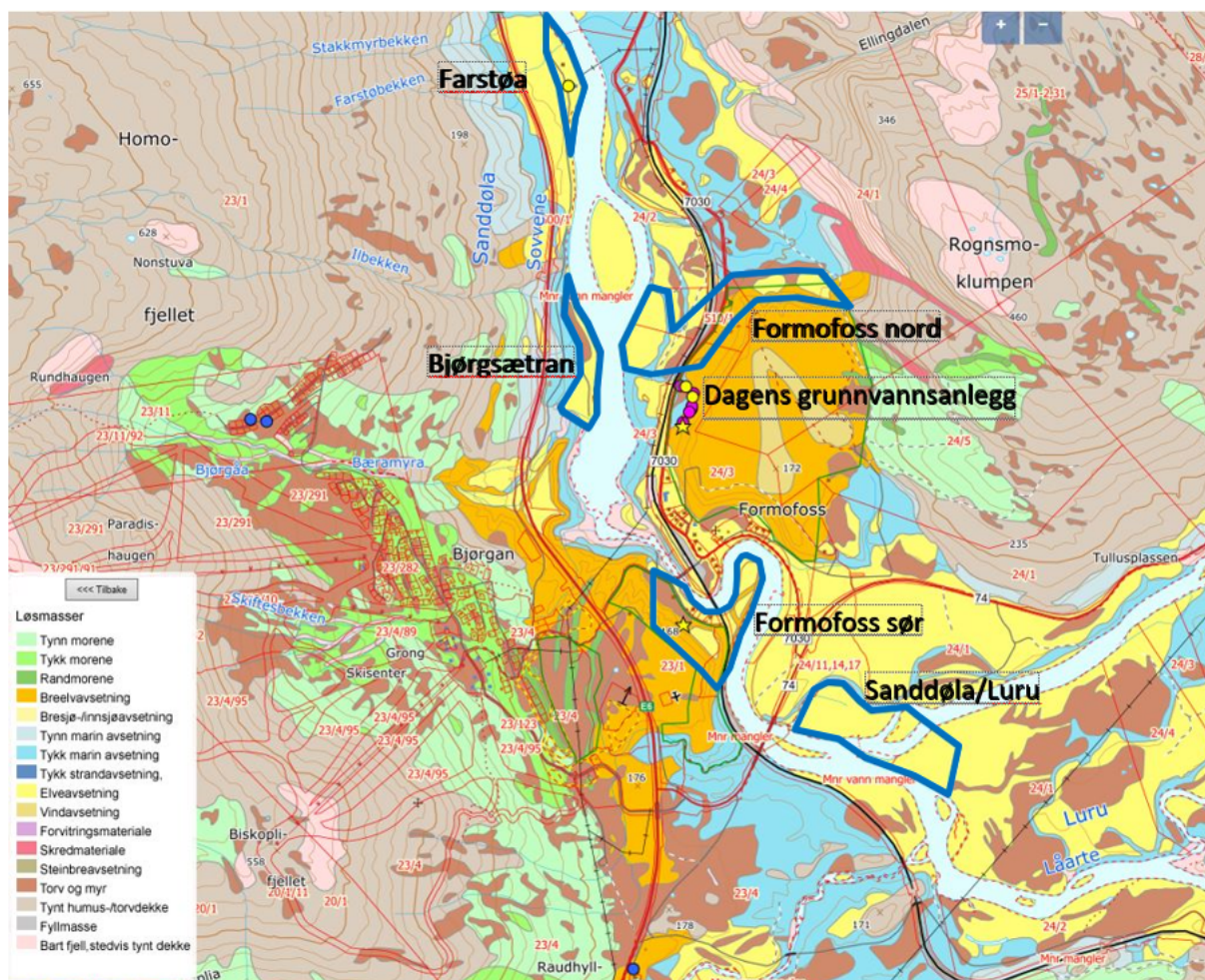
Resultatene fra prøvepumpingen av brønnene ved Farstøa er viktige for vurderinger av økt uttak av grunnvann her. Vi mener prøvepumpingsresultatene ikke gir grunnlag for å avskrive muligheter for økt uttak av grunnvann. I 1990-årene var det en oppfatning av at grunnvann måtte ha så bra kvalitet at det ikke skulle være nødvendig med vannbehandling. Dette har forandret seg til i dag. Nå er det vanlig med til dels omfattende vannbehandling også i grunnvannsanlegg der lufting, UV for desinfisering, pH-justering og alkalisering er mest vanlig. I store grunnvannsanlegg som eksempel Lillehammer vv. og Ringerike vv., benyttes også vannbehandling for fjerning av jern og mangan. Men fortsatt er det meget viktig (og lønnsomt) å finne grunnvann som krever minst mulig vannbehandling.

3. UTFØRTE UNDERSØKELSER

3.1. Utvelgelse av undersøkelsesområder

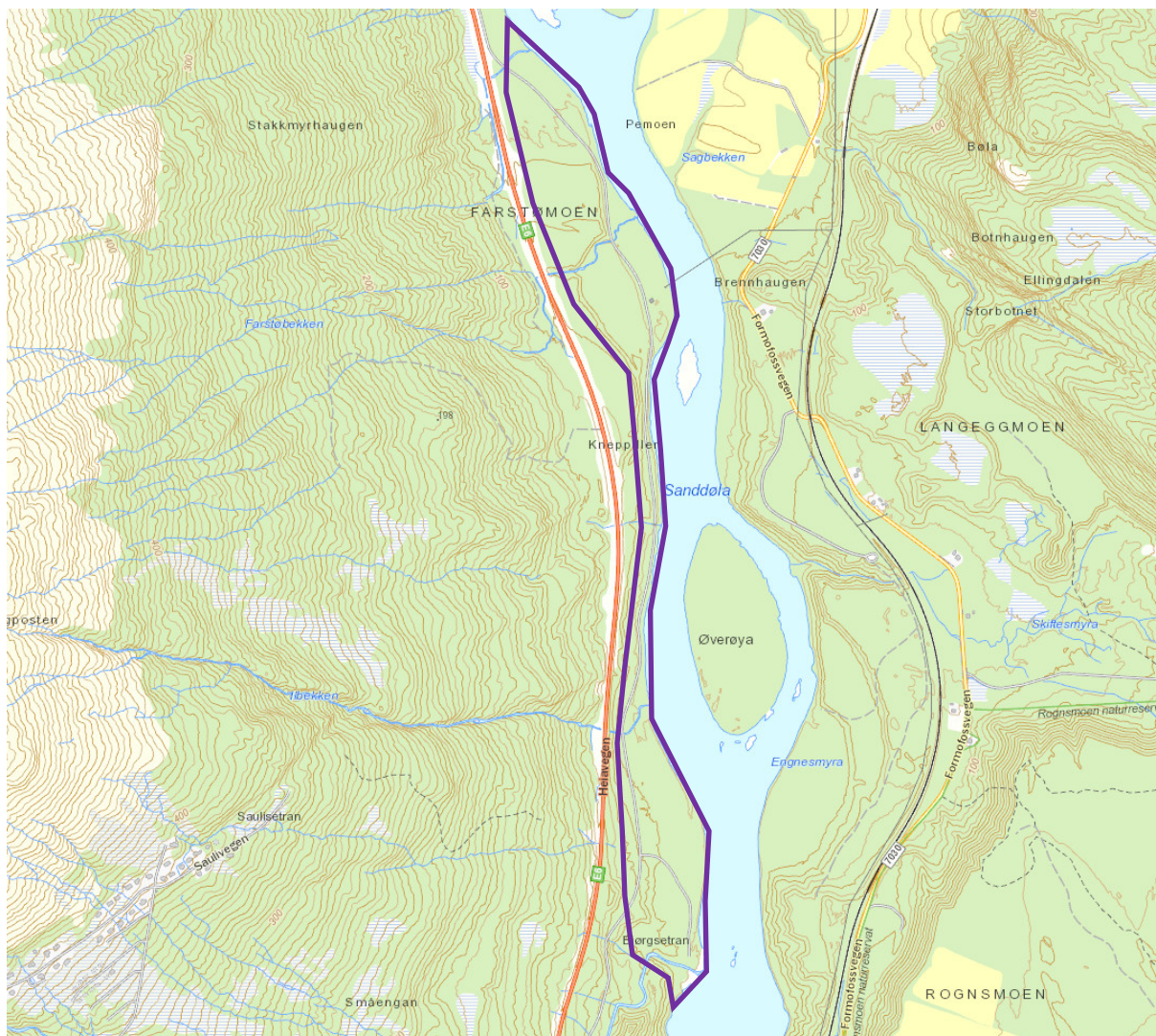
I vårt notat datert 19.08.2019 plukket vi ut 5 aktuelle områder for grunnvannsundersøkelser (se figur 1). Notatet beskriver en trinnvis grunnvannsundersøkelse. Områdene ble diskutert i møte med Grong kommune den 2. september og det ble vedtatt å utføre grunnvannsundersøkelser ved Bjørgsætra (se figur 2), samt å foreta en testpumping av eksisterende brønner B2 og B3 ved Farstøa.

I tillegg til dette ble det utført georadarmålinger også på strekningen fra Bjørgsætra og nordover forbi brønnområdet ved Farstøa. Dette ble gjort for å få en helhetlig kartlegging av løsmassene på hele strekningen, samt for å få en sikrere avgrensning av grunnvannsforekomsten ved Farstømoen.



Figur 1 Løsmassekart med inntegning av aktuelle områder for grunnvannsundersøkelser.

Undersøkelsesområdet består av skogbevokste elvesletter langs Sanddøla. Det er ingen potensielt alvorlige forurensningskilder i selve undersøkelsesområdet, men avrenning fra E6 som går like ovenfor området utgjør en forurensningstrussel.



Figur 2 Kart som viser undersøkelsesområdet ved Bjørgsætra og Farstømoen.

3.2. Feltundersøkelser

3.2.1. Georadarmålinger og sonderboringer

For å kunne vurdere forholdene for etablering av løsmassebrønner ble det gjort en tredimensjonal kartlegging med georadar og sonderboringer. Georadarmålinger er en geofysisk målemetode basert på refleksjon av elektromagnetiske bølger, og målingene gir indikasjon på løsmassemektighet, løsmasstype og grunnvannsnivå. Et stort fortrinn med denne metoden er at den er svært rask og rimelig. Man kan måle flere kilometer med georadar i løpet av en dag.

En sikker tolkning av georadarmålingene krever sonderboringer for verifisering av løsmasstype og mektighet. Sonderboringene ble utført med håndholdt boreutstyr (pionjär slagbormaskin) og bruk av 25 mm sonderstenger påmontert en 40 mm sonderspiss. Løsmassetypen ble tolket på grunnlag av borsynk, friksjon ved dreining av sonderspissen og motstand ved oppjekking av borestrengen.

3.2.2. Undersøkelsesbrønner

Der georadarmålingene og sonderboringene indikerer gode forhold for grunnvannsuttak ble det etablert 5/4-tomms undersøkelsesbrønner/sandspisser for nivåvis testpumping og prøvetaking av løsmasser og grunnvann. Brønnene ble boret ned med samme boreutstyr som for sonderboringene.

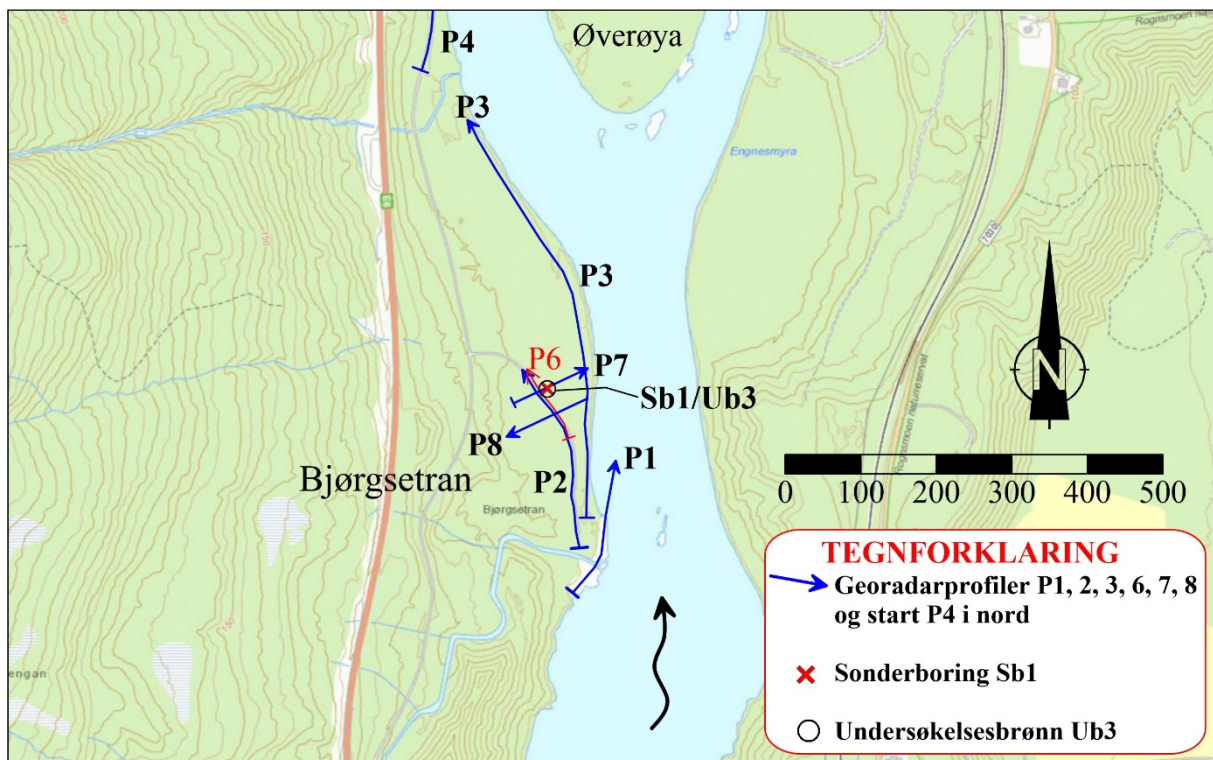
Det ble tatt løsmasseprøver på forskjellige nivå nedover i boreprofilet, og prøvene ble analysert for kornfordeling. I tillegg ble det tatt ut grunnvannsprøver som er analysert for fysisk-kjemiske parametere og sammenlignet med kravene i Drikkevannsforskriften. Dersom det blir etablert fullskala brønner for prøvepumping, vil undersøkelsesbrønnene bli benyttet som peilebrønner under prøvepumpingsperioden.

Resultatene av disse undersøkelsene gir opplysninger om potensialet for grunnvannsuttak og grunnvannskvalitet, samt grunnlag for plassering og dimensjonering av fullskala produksjonsbrønn(er). En sikker dokumentasjon av brønncapaciteter og grunnvannskvalitet krever etablering av produksjonsbrønner og langtidsprøvepumping.

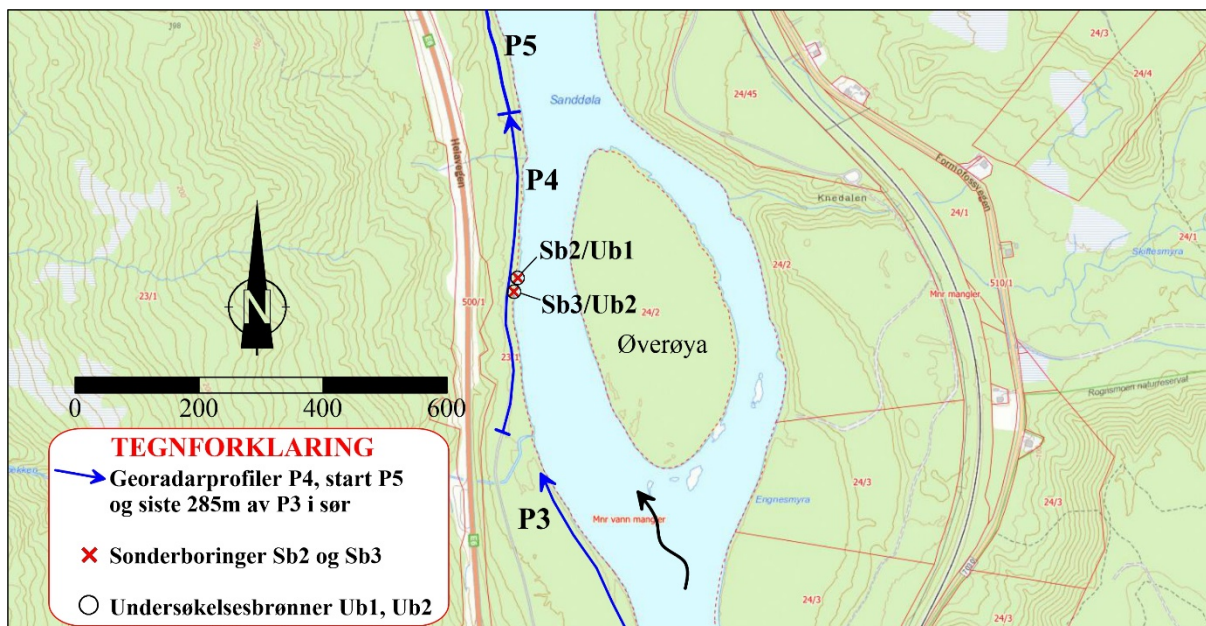
4. RESULTATER

4.1. Georadarmålinger

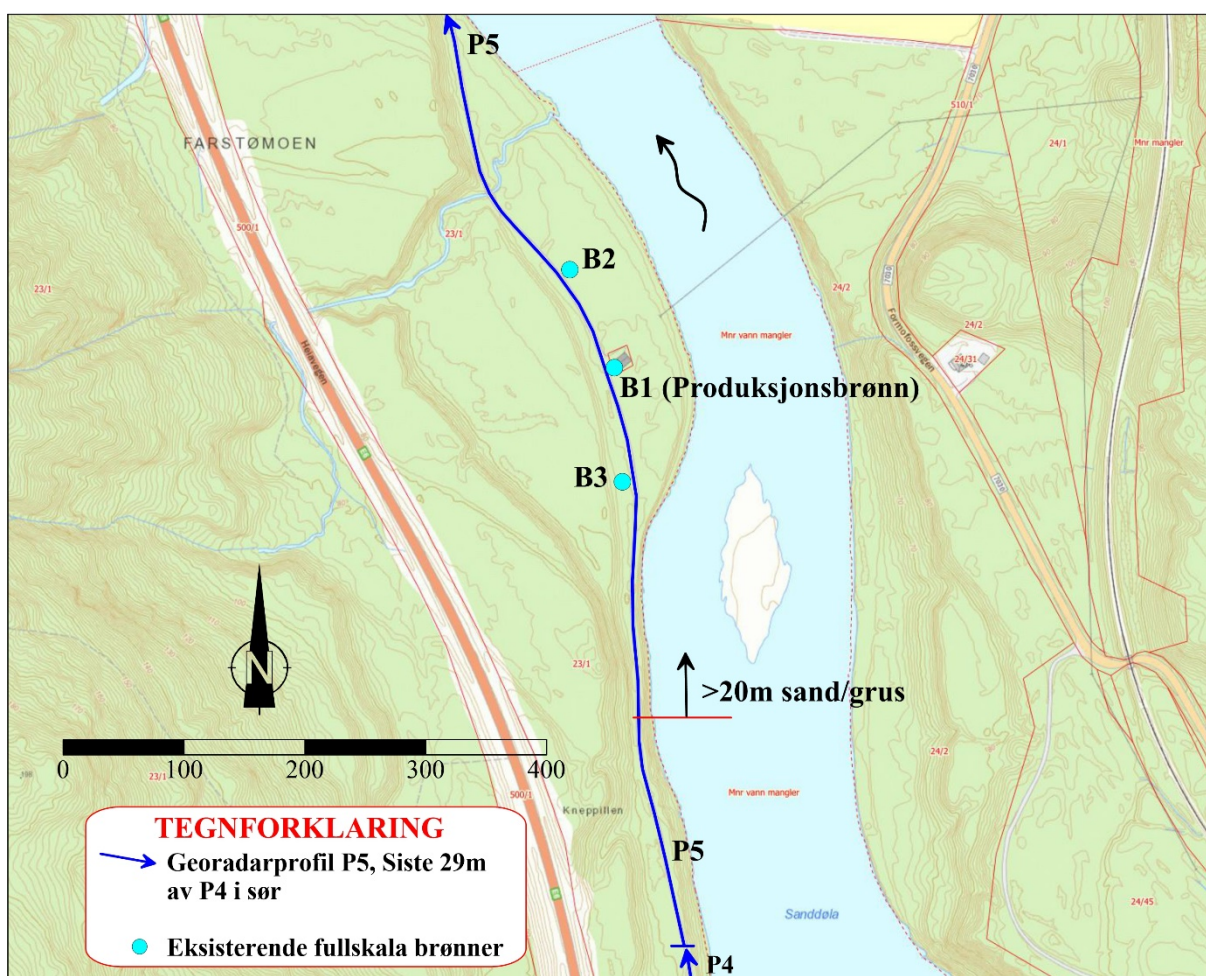
Målte georadarprofiler er vist på kartene i figur 3-5, mens utskrift av profilene med tolkning er gitt i vedlegg 1.



Figur 3 Kart som viser georadarprofiler og borer ved Bjørgsætra.



Figur 4 Kart som viser georadarprofiler og boringer vest for Øverøya.



Figur 5 Kart som viser georadarprofiler og brønner ved Farstømoen.

Georadarprofilene ved Bjørgsætra (P1, P2, P3, P6, P7 og P8) indikerer opptil 11 m sand og grus over mer finkornige sedimenter av finsand, silt og leire. Målingene indikerer at det er størst tykkelse av vannmettet sand og grus i P2, P6, P7 og P8. I P1 og P3 som ble målt langs elva er trolig tykkelsen av vannførende sand og grus mindre enn 8 m.

I P4 som ble målt langs skogsbilvei vest for Øverøya varierer tykkelsen på løsmasser med god refleksivitet (sand og grus) mellom 5 og 18 m og med størst mektighet mellom 200 og 260 m ut i profilet.

For bedre kartlegging av grunnvannsforekomsten ved Farstømoen ble det kjørt et langt georadarprofil (P5) langs skogsbilveien som går over hele området. I starten av profilet (0-130 m) indikerer målingene 4-7 m grus og sand over silt/leire eller morene. Videre mot nord (130-200 m) øker trolig tykkelsen av sand og grus til over 20 m og dette fortsetter i minst 500 m. Profilet passerer B3, B1 og B2 etter hhv. 400, 490, 570 m. Profilet viser at sand- og grusmassene stedvis er avsatt i skrålag. Det er noe dårligere refleksivitet mot slutten av profilet (720-811 m). Løsmassene tolkes her som 14-21 m grus og sand over finsand, silt og leire, men det kan også være sand og grus til over 20 m på hele strekningen i og med at dårligere refleksivitet kan skyldes høyere ledningsevne på grunnvannet og/eller overflateforhold.

Oppsummert indikerer georadarmålingene best forhold for grunnvannsuttak langs P5 på Farstømoen. Her er det påvist over 20 m vannmettet sand og grus over en strekning på over 500 m.

I et begrenset parti langs P4 vest for Øverøya kan det være opptil 18 m sand og grus med muligheter for grunnvannsuttak.

Georadarmålingene ved Bjørgsætra indikerer også muligheter for grunnvannsuttak fra opptil 11 m tykke avsetninger av sand og grus, men forholdene for store uttak av grunnvann synes her klart dårligere enn lenger nord.

4.2. Sonderboringer Bjørgsætra

Plasseringen av sonderboringene er vist på kartet i figur 3 og 4, mens resultatet av boringene er vist i tabell 1.

Det ble først utført en sonderboring ved P2/P6 ved Bjørgsætra (Sb1,Ub-3). Boringen viste et topplag av torv og så stein/grus til 3 m. Videre nedover til 9 m ble det påvist grusig sand og sand, og finsand/silt til boringen ble avsluttet på 13,7 meters dyp.

Så ble det utført to sonderboringer ca. 220 m ut i P4 vest for Øverøya. Sb 2 stoppet i stein på mindre enn 3 meters dyp tross 4 forsøk. Det ble forsøkt å drive 5/4-tomms rør, men røret røk på 6 meters dyp. Sonderboring 3 ble så foretatt like sør for Sb-2. Det ble her boret til 15 m i løsmasser som vekslet mellom sand og grus med 2 m steinige masser i toppen. Boringen stoppet i et steinig gruslag på 15 m.

Tabell 1 Resultatet av sonderboringer

Dyp (m)	Sonderboring 1		Sonderboring 2		Sonderboring 3	
	Løsmassetype	Boretid/m	Løsmassetype	Boretid/m	Løsmassetype	Boretid/m
0-1	Torv		Sand og stein		Stein og grus	100 s
1-2	Torv og grus		Stein, stopp		Stein og grus	60 s
2-3	Grus				Grusig sand	35 s
3-4	Grusig sand	58 s			Sand	40 s
4-5	Grusig sand	30 s			Grusig sand	29 s
5-6	Grusig sand	28 s			Sand	35 s
6-7	Grusig sand	18 s			Sand	33 s
7-8	Grusig sand	36 s			Grusig sand	38 s
8-9	Sand	20 s			Grusig sand	40 s
9-10	Finsand	25 s			Grusig sand og sand	47 s
10-11	Silt/leire	22			Sand	42 s
11-12	Silt/leire	38			Grusig sand	45 s
12-13	Silt/leire	40			Grusig sand	48 s
13-14	Silt/leire, stopp på 13,7	40			Grus	53 s
14-15					Grus m/ stein	60 s

Sonderboringene indikerer løsmasser egnet for grunnvannsutttak ned til 9 m i Sb-1 og ned til minst 15 m i Sb-3

4.3. Undersøkelsesbrønner ved Bjørgsætra

Det ble først satt ned en undersøkelsesbrønn i Sb-2. Røret røk av på 6 m. Etter at Sb-3 ble boret ble det etablert en undersøkelsesbrønn i dette borehullet (Ub-2). Resultatet av denne er vist i tabell 2.

Tabell 2. Resultater fra undersøkelsesbrønn-2 i sonderboring-3

Tabell 2: Resultater fra undersøkelsesbrønn 2 (Sonderboring 3)

Sted: Bjørgsætra, vest for Øverøya			Undersøkelsesbrønn 2(Sonderboring 3)			Dato: 09.10.2019	
Koordinater:		Sone: 33	N:7145822			Ø: 371317	
Brønntype: Ø32 mm rør med 1,5 m sandspiss med slisset filter							
Grunnvannsnivå: ca. 1 m under terreng.							
Merknad: Rørbrudd etter 9,5 meters boring.							
Dyp (m)	Løsmasstype	Slam farge	Kapasitet l/s	Prøver	Temp °C	Lednings Evne µS/cm	Merknad
3,0-4,5	Grusig sand	Brun					middels synk
4,5-6,0	Grusig sand	Brun	1,0	VP + SP	6,5	50,7	Klart vann på 2 min.
6,0-7,5	Grusig sand	Brun	1,0	SP	5,6	64,0	Klart på 1 min.
7,5-9	Grusig sand	Brun	2,0	VP + SP	4,8	72,3	Spylevann forsvinner nesten
9-10,5							Rørbrudd på 9,5 m

VP = vannprøve, SP = spylt sedimentprøve



Figur 6. Testpumping av 5/4" undersøkelsesbrønn-1 (venstre) og uttatte sediment- og grunnvannsprøver.

Dessverre rør røret etter 9,5 m boring. Sb-3 og georadarprofil 4 indikerer løsmasser egnet for grunnvannsuttak ned til minst 15 meters dyp. Det er dermed meget sannsynlig at det er mulig å dekke hele Formofoss vannverk sitt vannbehov fra en produksjonsbrønn her.

For nærmere avklaring av mulighetene for grunnvannsutttak lenger sør, dvs. nærmere Bjørgan ble det satt ned en undersøkelsesbrønn i Sb-1 hvor sonderboringen viste sand- og grus ned til minst 9 meters dyp.

Tabell 3 Resultater fra undersøkelsesbrønn-3 i sonderboring-1

Sted: Bjørgsætra, vest for Øverøya				Undersøkelsesbrønn 3(Sonderboring 1)		Dato: 10.10.2019	
Koordinater:		Sone: 33		N: 7145204		Ø: 371400	
Brønntype: Ø32 mm rør med 1,5 m sandspiss med slisset filter							
Grunnvannsnivå: 0,75 m under terreng.							
Merknad:							
Dyp (m)	Løsmassetype	Slam farge	Kapasitet l/s	Prøver	Temp °C	Lednings Evne µS/cm	Merknad
3,0-4,5	Grusig sand	Brun	1,2		6,3	120,3	Lukter litt H2S.
4,5-6,0	Grusig sand	Brun	2,5	VP + SP	5,6	123,5	Klart vann på 5 min.
6,0-7,5	Grusig sand		3,0	SP + VP	5,1	145,5	Spylevannet forsvinner
7,5-9	Grusig sand	Grå	2,5	VP + SP	4,9	153,1	Spylevann forsvinner nesten
9-10,5	Silt fra 9,5 m	Grå					Helt tett ved spyling

VP = vannprøve, SP = spylt sedimentprøve

Undersøkelsesbrønn-3 ga vannmengder fra 1,2 til 3,0 l/s fra 3 til 9 meters dyp (se tabell 3). Dette indikerer at det er mulig å dekke hele vannverkets vannbehov med etablering av 1-2 brønner i dette området. Lukt av hydrogensulfid og grått spylevann mot dypet indikerer at grunnvannet kan ha høye konsentrasjoner av jern og mangan. Dette blir nærmere vurdert i kapittel 4.5.

Kornfordelingskurver for oppspylte masseprøver fra undersøkelsesbrønn-2 og 3 fremgår av vedlegg 2 og sedimentologiske data av tabell 4.

Tabell 4 Sorterings- og permeabilitetsverdier, angivelse av %-andel >0,75 og 1,0mm i sedimentprøver fra Ub-1.

Dyp i m under terreng	Ub	* d ₁₀	* d ₆₀	Sortering d ₆₀ /d ₁₀	Perme- abilitet K (m/d)	% >1,0mm	% >0,75mm	l/s ved pumping
6,0-7,5	2	0,20	1,04	5,2	40	40	53	1,0
7,5-9,0	2	0,165	0,90	5,46	27	36	48	2,0
6,0-7,5	3	0,435	1,12	3,11	190	56	70	3,0
7,5-9,0	3	0,46	1,51	3,28	212	64	76	2,5

* d₆₀ betyr 60 % finere enn og 40 % grovere enn, jevnfør korngraderingskurvene i vedlegg 1.

Permeabiliteten er beregnet etter Hazens formel $K = 0,0016 \times (d_{10})^2$

Kornfordelingsanalysene på sedimentprøver fra Ub-2 viser en godt sortert middels-grov sand og i tabell 4 er permeabiliteten K beregnet ved hjelp av Hazens formel, hvor parameteren d₁₀ representerer diameteren der 10 % av prøvemassen er mindre enn d₁₀. Permeabiliteten for to løsmasseprøver er beregnet til hhv. 40 og 27 m/døgn.

Kornfordelingsanalysene på to sedimentprøver fra Ub-3 viser en godt sortert grusig sand med beregnet permeabilitet på hhv. 190 og 212 m/døgn.

K-verdiene og tykkelsen av vannførende masser er tilstrekkelig til at en produksjonsbrønn plassert ved Ub-2 eller Ub-3 vil kunne levere angitt vannbehov på 5,8 l/s

4.4. Grunnvannets fysisk-kjemiske kvalitet

Grunnvannets elektriske ledningsevne og temperatur ble registrert under pumping i de forskjellige nivåer, jevnfør tabell 2 og 3. Vannets elektriske ledningsevne er direkte proporsjonal med innholdet av løste bestanddeler (ioner i form av løste mineraler og salter).

I utpumpet grunnvann fra Ub-2 varierer grunnvannets temperatur mellom 4,8 og 6,5°C, mens den i Ub-3 varierer mellom 4,9 og 6,3°C i Ub-2. Temperaturen reduseres mot dypet i begge brønnene. I Sanddøla ved Ub-2 ble vanntemperaturen den 09.10.2019 målt til 4,2° C.

Grunnvannets elektriske ledningsevne er noe høyere i Ub-3 enn i Ub-2. Dette skyldes forskjeller i mineralsammensetningen på løsmassene i grunnvannsmagasinet.

Det ble tatt 2 grunnvannsprøver fra hver av brønnene Ub-2 og Ub-3 som er analysert mht. fysisk-kjemiske parametere, se tabell 6. Analysebevis fremgår av vedlegg 3.

Tabell 5 Analyseresultater av to grunnvannsprøver fra Ub-2 og to prøver fra Ub-3.

Parameter	Enhet	Ub2 6-7,5m	Ub2 7,5-9m	Ub3 6-7,5m	Ub3 7,5-9m	Grenseverdi
pH		6	6	6,8	6,4	6,5-9,5
Konduktivitet	mS/m	4,71	6,79	12,8	7,85	
Turbiditet	FNU	5,2	0,47	25	29	1
Alkalitet til pH 4,5	mmol/l		0,24		0,54	
Fargetall	mg Pt/l	30	3	14	24	20
Fluorid (F)	mg/l		<0,05		0,2	1,5
Klorid (Cl)	mg/l	6	10	5,4	6,9	250
Sulfat (SO4)	mg/l	2,31	4,33	2,99	4,57	250
Ammonium (NH4-N)	µg/l		<5		85	500
Nitrat (NO3-N)	µg/l	<5	230	5,2	37	50000
Nitritt (NO2-N)	µg/l		<2		<2	500
Bly (Pb)	µg/l		0,061		0,94	10
Kobber (Cu)	µg/l		1,2		2,5	2000
Krom (Cr)	µg/l		0,14		0,89	50
Nikkel (Ni)	µg/l		0,43		0,91	20
Aluminium (Al)	µg/l		72		450	200
Jern (Fe)	µg/l	1400	100	8100	6700	200
Mangan (Mn)	µg/l	990	390	810	740	50
Kalium (K), direkte	mg/l		0,68		1,1	
Kalsium (Ca)	mg/l	2,1	5,2	14	8,5	
Magnesium (Mg)	mg/l	1,1	1,9	3,8	2,7	
Natrium (Na)	mg/l	4,2	7,4	5,8	5,8	200
Silisium (Si)	mg/l		2,5		5	
Aciditet	mekv/l		0,08		0,42	

Alle fire grunnvannsprøvene reagerer svakt surt, med pH på 6,0-6,8. Høy turbiditet og høyt fargetall i prøven fra 6-7,5 m i Ub-2 og i begge prøvene fra Ub-3 skyldes høyt jerninnhold i grunnvannet. Når det jernholdige grunnvannet får kontakt med luft felles det ut jernhydroksid (rust) som gir partikkelinnhold og farge på vannet. Dette kommer også tydelig fram på innholdet av jern som er meget høyt i de samme prøvene. I tillegg ligger innholdet av mangan langt over grenseverdien i Drikkevannsforskriften. Et påvist høyt innhold av aluminium i prøven fra 7,5-9,0 m i Ub-3 skyldes trolig partikkelinnhold selv om prøvene ble filtrert ved prøvetaking.

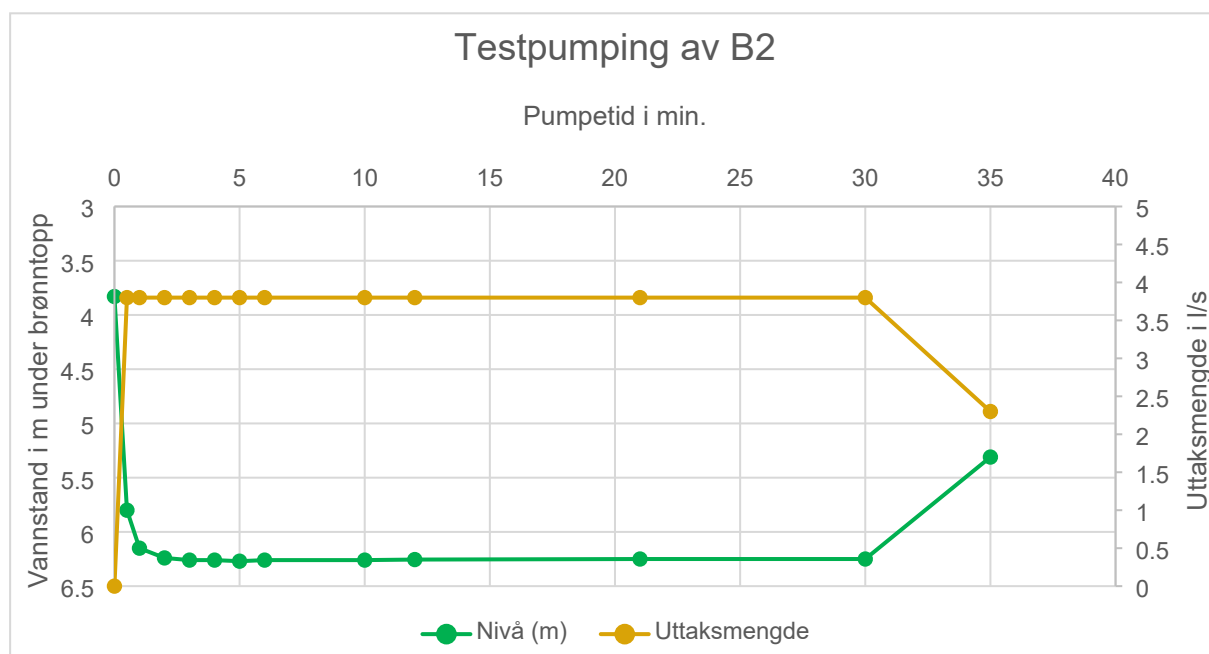
De øvrige parametere tilfredsstiller kravene i Drikkevannsforskriften.

Ut fra grunnvannskvaliteten anbefaler vi derfor at det ikke etableres fullskala grunnvannsbrønner hverken ved Ub-2 eller Ub-3. Det er teknisk mulig å fjerne jern og mangan i en vannbehandlingsprosess, men dette blir relativt kostbart for et såpass lite grunnvannsanlegg.

4.5. Testpumping av brønner Farstømoen

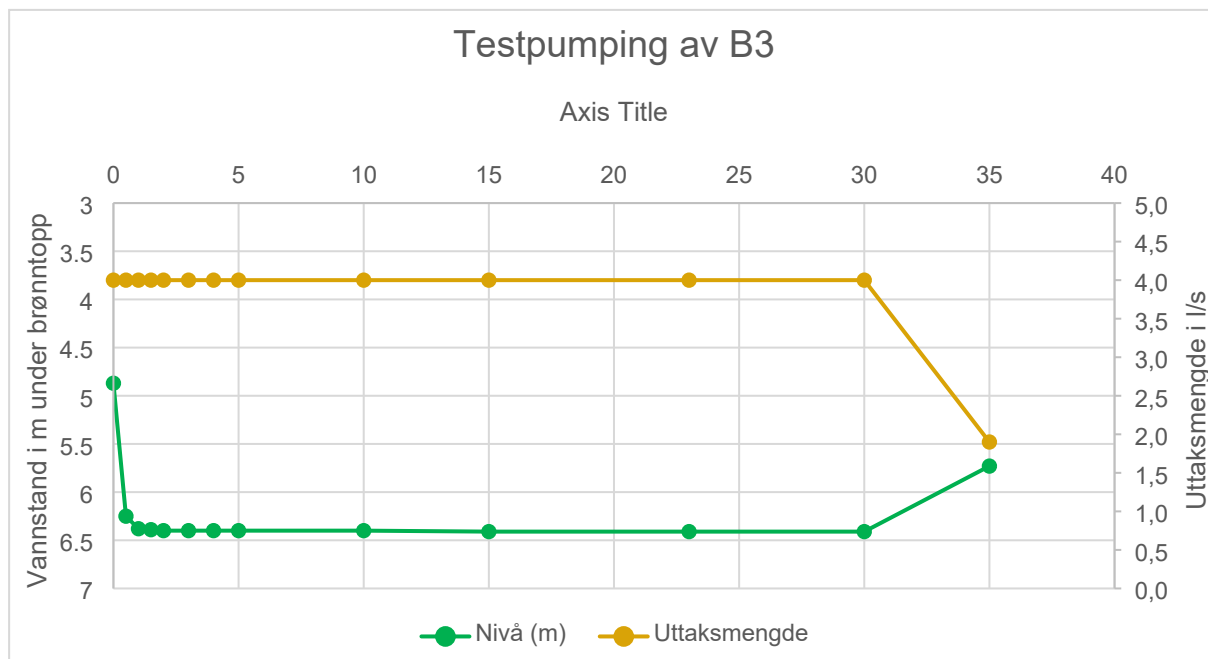
4.5.1. Brønncapaciteter

Det ble utført korttids pumpetester av brønnene B2 og B3 ved Farstømoen (se figur 5) ved bruk av bensindrevet sugepumpe med maksimal kapasitet på ca. 4 l/s. Alle data fra testpumpingene er vist i vedlegg 3. Figur 7 og 8 viser vannstand i brønn og utpumpet vannmengde plottet mot pumpetid.



Figur 7 Testpumping av B2.

Ut fra pumpedataene er spesifikk kapasitet (uttaksmenge/senkning av vannstand i brønn) beregnet til 1,57 l/s pr. m.



Figur 8 Testpumping av B3

Spesifikk kapasitet for B3 er beregnet til 2,60 l/s pr. meter senkning.

Ved testpumpingen ble dybden på B2 målt til 23,5 m, mens vi ikke fikk sikker måling av dybden til B3. Det har ikke lyktes å fremskaffe tegninger av B2 eller B3. I tidligere rapport fra prøvepumping går det fram at vannstanden i B2 og B3 kan senkes hhv. 8,5 og 6,5 m. Dette gir da følgende maksimale brønncapaciteter:

B2: 1,57 l/s pr. m x 8,5 m = 13,3 l/s

B3: 2,60 l/s pr. m x 6,5 m = 16,9 l/s.

Ved en eventuell rehabilitering av brønnene med ny filtertil trekking forventes det at kapasiteten vil øke som følge av mindre innstrømningsmotstand gjennom brønnfiltrene.

Under prøvepumping i 1993 ble det tatt ut hhv. 10,8 og 11,2 l/s fra B2 og B3. Det går ikke fram av rapporten om dette er maksimale kapasiteter.

Resultatene av våre testpumper og tidligere prøvepumping viser at både B2 og B3 har mer enn tilstrekkelig kapasitet til å forsyne Formofoss vannverk.

Det kan også nevnes at ved tidligere prøvepumping av B1 ble det pumpet ut 19,4 l/s noe som resulterte i en senkning på 1,5 m, altså en spesifikk kapasitet på ca. 13 l/s pr. m senkning. B1 har dermed vesentlig høyere vannnivåer enn B2 og B3.

Vi vil påpeke at grunnvannsmagasinet ved Farstømoen har et meget stort uttakspotensial. Georadarmålingene og tidligere borer indikerer et over 600 m langt, 100-200 m bredt og over 20 m mektig grunnvannsmagasin i sand- og grusmasser. Grunnvannsmagasinet står i hydraulisk kontakt med Sanddøla og mates i tillegg ved infiltrasjon av overflateavrenning fra dalsiden i vest og fra nedbør på selve avsetningen. Etter vårt syn kan det tas ut mye mer grunnvann enn før antatt. Dette kan illustreres med følgende:

Det kan etableres minst 8 brønner med 70 meters mellomrom. Gjennomsnittlig uttaksmenge pr. brønn kan settes til 20 l/s. Dette gir en potensiell uttaksmenge på 160 l/s som er mer enn nok til å forsyne hele Grong og Overhalla med grunnvann. Hvis dette skulle bli aktuelt med en betydelig økning i uttaksmengden må dette dokumenteres ved prøvepumping.

4.5.2. Vannkvalitet

Under prøvepumpingen av B2 og B3 i 1993 ble det tatt flere vannprøver av både B2 og B3. Tabell 6 gir en oppsummering av resultatene av vannanalysene.

Tabell 6 Oppsummering av vannkvalitetsdata fra prøvepumping i 1993.

Resultat brønn 2 :

Tabell 1.

ANALYSE	høyeste og laveste resultat	norm for god vann kvalitet	norm for mindre god kvalitet	ikke tilrådelig uten videre behandl.
pH-surhetsgrad	6.10 – 6.45	7.5 – 8.5	6.5 – 7.4	< 6.5
Alkalitet mmol/l	0.26 – 0.49	0.6–1.0	–	–
Kalsium mg ca/l	5.50 – 9.63	15 – 25	–	–
Jern mg Fe/l	0.10 – 0.14	< 0.1	0.1 – 0.2	> 0.2
Mangan mg mn/l	0.03 – 0.08	< 0.05	0.05 –0.1	> 0.1
Ammonium mg NH ₄ -N/l	<0.01–0.19	< 0.08	0.08 –0.5	> 0.5
Oksygen omregnet til % metning	27.4% – 37.0%	> 70 % metning	–	–

Resultat brønn 3 :

Tabell 2.

ANALYSE	høyeste og laveste resultat	norm for god vann kvalitet	norm for mindre god kvalitet	ikke tilrådelig uten videre behandl.
pH-surhetsgrad	5.78 – 6.04	7.5 – 8.5	6.5 – 7.4	< 6.5
Alkalitet mmol/l	0.15 – 0.20	0.6–1.0	–	–
Kalsium mg ca/l	2.65 – 3.32	15 – 25	–	–
Ammonium mg NH ₄ -N/l	<0.01–0.43	< 0.08	0.08 –0.5	> 0.5

Resultatene er sammenlignet med datidens kvalitetskrav til drikkevann. Vi ser at brønn 2 har litt lav pH og noe høyt innhold av jern og mangan i forhold til datidens normer. I B3 ble det påvist noe lav pH. I enkelte prøver ble det analysert et innhold av ammonium som lå høyere enn norm for god vannkvalitet.

På slutten av våre pumpetester av B2 og B3 ble det tatt vannprøver for analyser av fysisk-kjemiske parametere. Samtidig ble det også tatt en vannprøve fra B1 for å kunne sammenligne vannkvaliteten i B2 og B3 med råvannskvaliteten til Grong vannverk (B1).

Tabell 7 Vannanalyser fra testpumping av B2 og B3, samt av B1

Parameter	Enhet	B1	B2	B3	Grenseverdi
pH		6,5	7,3	6,0	6,5-9,5
Konduktivitet	mS/m	9,04	13,7	6,77	
Turbiditet	FNU	<0,1	2,5	<0,1	1
Alkalitet til pH 4,5	mmol/l	0,48	1,1	0,25	
Fargetall	mg Pt/l	<2	<2	<2	20
Fluorid (F)	mg/l	0,18	0,17	0,088	1,5
Klorid (Cl)	mg/l	9,3	5,4	6,7	250
Sulfat (SO4)	mg/l	5,26	9,18	2,19	250
Ammonium (NH4-N)	µg/l	<5	7,1	<5	500
Nitrat (NO3-N)	µg/l	180	17	370	50000
Nitritt (NO2-N)	µg/l	<2	<2	<2	500
Bly (Pb)	µg/l	0,53	0,02	< 0,010	10
Kobber (Cu)	µg/l	2,3	0,86	0,96	2000
Krom (Cr)	µg/l	< 0,050	0,073	0,11	50
Nikkel (Ni)	µg/l	3,2	0,33	3,2	20
Aluminium (Al)	µg/l	40	19	28	200
Jern (Fe)	µg/l	2	180	9,9	200
Mangan (Mn)	µg/l	7,7	26	10	50
Kalium (K), direkte	mg/l	1,6	1,8	1,3	
Kalsium (Ca)	mg/l	9,2	18	4,8	
Magnesium (Mg)	mg/l	2,4	3	2,4	
Natrium (Na)	mg/l	7,9	4,7	7,8	200
Silisium (Si)	mg/l	4,4	3,1	6,5	
Aciditet	mekv/l		0,08	0,09	

Med unntak av for lav pH i B3 og for høy turbiditet i B2 tilfredsstiller alle målte verdier kravene og grenseverdiene i Drikkevannsforskriften. Turbiditeten i B2 ville blitt lavere ved lengre tids pumping før vannprøvetaking. Det må bemerkes at B2 har noe høyt jerninnhold. Dette har ført til utfelling av jern i brønnfilter og brønnrør og det tok derfor noe tid før utpumpet grunnvann ble klart. Noe høyt jerninnhold ble også målt under prøvepumpingen i 1993.

Ellers kan følgende bemerkes:

- Alle brønnene har lavt fargetall og et lavt innhold av metaller og løste salter, men innholdet av løste salter (Ca, Mg, K, sulfat og bikarbonat/alkalinitet) øker mot nord.
- B1 og B3 har lavt innhold av jern og mangan.
- Alle brønner har lavt innhold av nitrat og ammonium (langt under grenseverdien i Drikkevannsforskriften). Innholdet av ammonium er lavere enn påvist under prøvepumping i 1993.

Det kan dermed konkluderes med at både B2 og B3 kan benyttes til vannforsyning, men B3 har noe høyere kapasitet og bedre råvannskvalitet (lavere jerninnhold) enn B2. Kapasiteten til både B2 og B3 kan trolig økes ved å foreta en ny brønnrehabilitering (se kap. 5).

5. ANBEFALINGER OG VIDERE UNDERSØKELSER

5.1. Alternativer for utbygging

I vårt forarbeid ble det skissert følgende alternativer til utbygging:

- Utvidelse av dagens anlegg.
- Nytt grunnvannsanlegg ved Bjørgsætra eller andre egnede grunnvannsforekomster.
- Tilkobling til kommunens grunnvannsanlegg ved Farstøa.

5.2. Anbefalinger

Utvidelse av dagens anlegg med boring av flere brønner er prøvd med dårlig resultat da nye brønner i stor grad påvirker resultatet av dagens brønner. Nytt grunnvannsanlegg ved Bjørgsætra (dvs. ved Ub-2 eller Ub-3) anbefales ikke på grunn av påvist høyt innhold av jern og mangan i grunnvannet. Det er teknisk mulig å fjerne jern og mangan i en vannbehandlingsprosess, men dette blir relativt kostbart både med hensyn til investerings- og driftskostnader for et såpass lite grunnvannsanlegg. Det er ikke i denne omgang gjort grunnvannsundersøkelser på andre lokaliteter. Vi mener dette er lite aktuelt da det uansett resultat vil medføre en utbygging av et nytt grunnvannsanlegg med tilhørende kostnader til undersøkelser for sikker dokumentasjon av kapasitet og vannkvalitet, samt til utbygging og drift av et nytt grunnvannsanlegg. I tillegg til kostnadene vil også en slik utbygging ta lang tid.

Vi står da igjen med tilkobling til grunnvannsanlegget ved Farstøa som det klart beste alternativet for utbygging.

5.3. Videre arbeid

5.3.1. Oppgradering av B1

Ved inspeksjon av brønnen til Grong vv. ble det påvist mangler ved brønntoppen. Det er særlig behov for bedre sikring mot forurensing av overflatevann via brønntoppen ved storflom (krav i TEK10 og videre). Det må monteres et nytt tett brønnlokk med tette gjennomføringer og lufting over toppen, og det må kontrolleres at flomvann ikke kan trenge inn i brønnkummen.

Det beste vil være å forlenge brønnrør og pumpestigerør til over bakkenivå og så fjerne hele brønnkummen. Det bør da plasseres et enkelt avtakbart brønnhus over brønntoppen. Dette gir en bedre sikring mot tilsig av overflatevann og bedre forhold for drifting av brønnen (se figur 9).

5.3.2. Oppgradering av B3

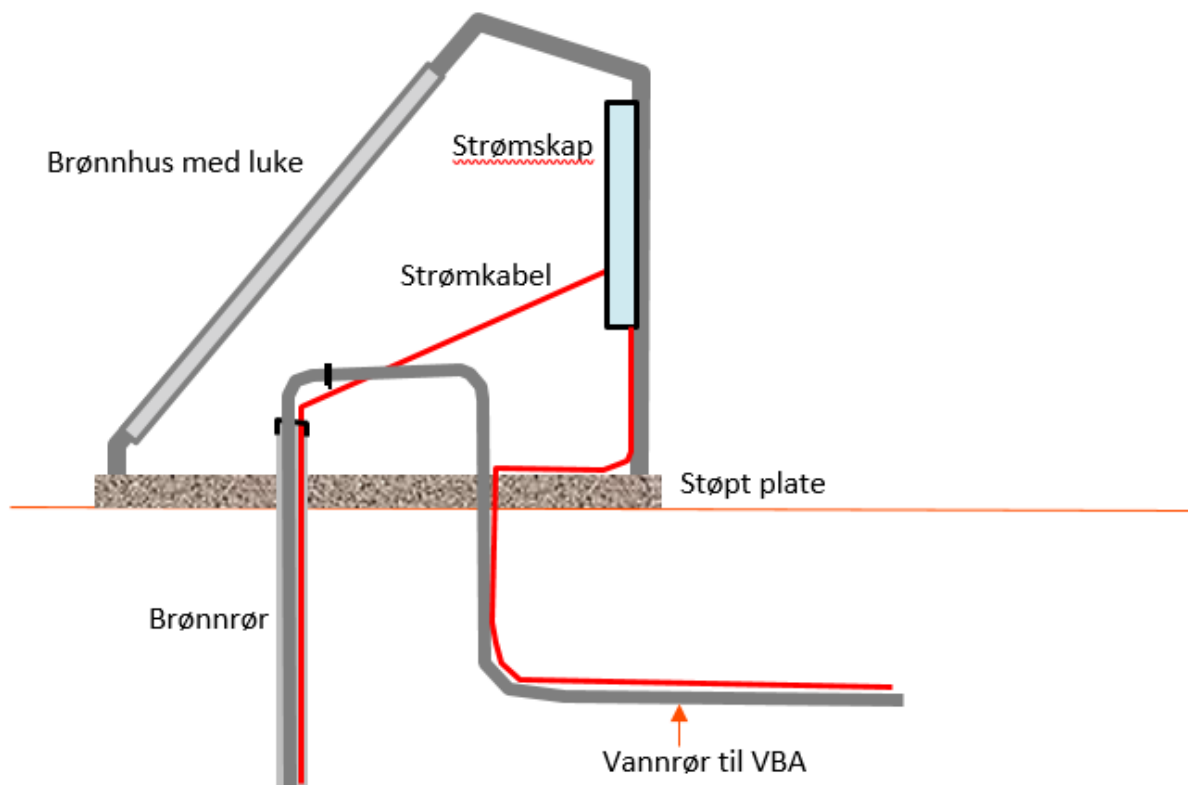
Grunnvannsanlegget ved Farstøa må oppgraderes med en brønn i tillegg til dagens produksjonsbrønn B1. Vi anbefaler i første omgang nærmere undersøkelser av brønn 3. Brønnen har stått i over 25 år siden den ble prøvepumpet, og selv om kapasitet og vannkvalitet virker lovende vil vi foreslå følgende undersøkelser av brønnen:

- Kamerainspeksjon av brønnrør og brønnfilter for nøyaktig bestemmelse av totalt brønndyp, filterplassering og filterlengde. Brønninspeksjonen vil også avdekke eventuelle skader på brønnrør og brønnfilter, samt eventuell gjentetting av brønnfilteret (utfelling av jern og mangan, begroing, tæring/korrosjon etc.).
- Brønnrensk/filtertil trekking. Metode bestemmes ut fra kamerainspeksjonen. Aktuelle metoder er luftspyling/sjokking med borestreng og kompressor, seksjonsvis filtertil trekking med mammutpumping og evt. steaming, samt jetspyling/høytrykksspyling.
- Montering av brønnpumpe med pumpestigerør og tett brønnhatt med tette gjennomføringer av pumpestigerør, strømkabel og målesonde/trykktransmitter.
- Desinfeksjon av brønn og brønninstallasjoner med kloring.

- Ny prøvepumping for sikker dokumentasjon av kapasitet og vannkvalitet, samt som grunnlag for søknad om konsesjon for utvidet uttak av grunnvann (NVE), søknad om bruk av ny vannkilde til Mattilsynet, samt revisjon av klausuleringsplan for å regulere arealbruk som kan gi negativ innvirkning på uttaket av grunnvann. Faren for at avrenning fra E6 skal kunne forurense grunnvannsmagasinet bør utredes.

5.3.3. Utbygging

Vannkvaliteten i B3 er sammenlignbar med vannkvaliteten i B1. Det vil derfor ikke være behov for økt vannbehandling, men vi vil anbefale at vannverket på sikt installerer UV som en ekstra barriere mot mikrobiell forurensning. Det må lages en brønntopp for B3. Vi foreslår at brønnen plasseres i et enkelt brønnhus der strømledning, signalkabel og vannledning går ut gjennom gulvet i brønnhuset. Brønnhuset eller tak/luke på brønnhuset må kunne løftes av ved behov for opptrekking av brønnpumpe eller rehabilitering av brønn.



Figur 9 Skisse av enkelt brønnhus med luke for god tilgang til brønntopp.

Når det gjelder tilkobling til Formofoss vannverk foreligger to alternativer:

- Rentvannsledningen fra grunnvannsanlegget ved Farstømoen legges på vestsiden av Sanddøla, langs eksisterende skogsbilvei opp til Bjørgan for tilkobling til dagens nett, avstand ca. 2,7 km.
- Rentvannsledningen krysser Sanddøla og legges på østsida av Sanddøla langs Formofossvegen fram til eksisterende grunnvannsanlegg, avstand ca. 2,1 km.

Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å vurdere hva som er beste løsning, men vi vil bemerke at en tilkobling til eksisterende nett oppe på Bjørgen gir bedre leveringssikkerhet enn tilkobling ved dagens grunnvannsanlegg på Formofoss.

For den videre utbyggingen på Bjørgan kan resultatene i forprosjekt utført av Norconsult benyttes som grunnlag for videre prosjektering.

Vi anbefaler at eksisterende grunnvannsanlegg ved Formofoss beholdes som supplerende vannkilde/reservevannkilde. Dette kan også gi muligheter for å forsyne Grong vv. fra Formofoss.

Som nevnt kan uttaket av grunnvann fra grunnvannsforekomsten ved Farstømoen økes betraktelig. Hvis det før eller senere blir aktuelt med økt uttak av grunnvann utover Formofoss vannverk sitt behov, vil vi anbefale etablering av enda en brønn. Denne kan plasseres mellom elva og skogsbilveien mellom B1 og B3 eller ved veien ca. 60 m sør for B3.

6. KONKLUSJON

Asplan Viak har fått i oppdrag fra Grong kommune å utrede en ny vannkilde til Formofoss vannverk. I utgangspunktet ville kommunen undersøke mulighetene for økt uttak av grunnvann i området Formofoss-Bjørgan, men sammenkobling med Grong vannverk sitt grunnvannsanlegg på Farstømoen ble også vurdert som et aktuelt alternativ. Her ble det i starten av 1990-årene etablert en fullskala brønn (B1) som i dag forsyner Grong vv., samt to løsmassebrønner (B2 og B3) som ble prøvepumpet med tanke på vannforsyning til nedre deler av Grong og Overhalla.

Etter en gjennomgang av aktuelle grunnvannsforekomster ble det bestemt å undersøke grunnvannspotensialet på elveslettene ved Bjørgsætra, samt foreta en nærmere vurdering av grunnvannsforekomsten på Farstømoen.

I området ved Bjørgsætra er det utført grunnvannsundersøkelser i form av georadarmålinger, 3 sonderboringer og etablering av 2 undersøkelsesbrønner for testpumping og prøvetaking, mens undersøkelsene ved Farstøa har bestått i georadarmålinger, testpumping av B2 og B3 og prøvetaking av B1, B2 og B3.

Det er mulig å dekke det framtidige vannbehovet til Formofoss vannverk fra brønner ved Bjørgsætra. I begge undersøkelsesbrønnene er det påvist gode forhold for grunnvannsuttak. Den fysisk-kjemiske grunnvannskvaliteten er imidlertid dårlig da det er påvist alt for høye konsentrasjoner av jern og mangan i forhold til kravene til drikkevann. Høyt jerninnhold gir også jernutfellinger i vannfasen og dermed høyt fargetall og høy turbiditet. Med bakgrunn i påvist vannkvalitet anbefales ikke utbygging av grunnvannsanlegg i dette området.

Grunnvannsforekomsten på Farstømoen er mye større enn før antatt. Georadarmålinger indikerer mer enn 20 m med sand og grus over en strekning på minst 600 m. Testpumping av B2 og B3 viste at det er mulig å ta ut hhv. 13 og 17 l/s fra disse brønnene. Uttaksmengden kan trolig økes ved å foreta en brønnrehabilitering.

Vi anbefaler at Formofoss vannverk knyttes sammen med Grong vannverk. I første omgang utredes Brønn 3 videre med tanke på økt leveringssikkerhet. Økt uttak av grunnvann vil kreve konsesjon i hht. Vannressursloven. Vi anbefaler også en revisjon av dagens klausulering av grunnvannsforekomsten på Farstømoen. En inspeksjon av brønnen til Grong vannverk avdekket behov for utbedring av brønntoppen i form av bedre sikring mot innrenning av overflatevann, særlig i flomperioder.

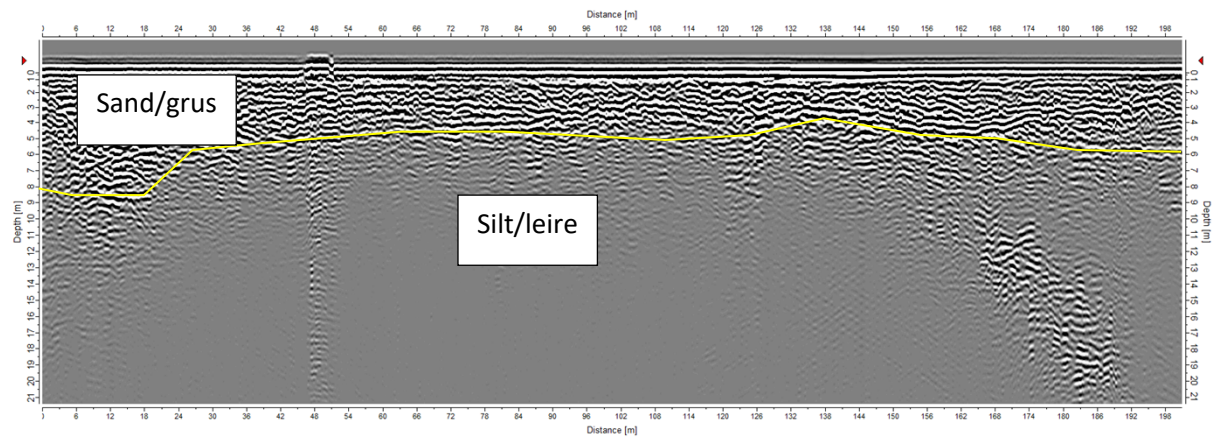
Trase for ny rentvannsledning og tilkoblingspunkt til Formofoss vv. må bestemmes i samråd med kommunen. For øvrig kan resultatene fra Norconsult sitt forprosjekt benyttes ved videre planlegging av vannforsyningen på Bjørgan.

KILDER

- Grong kommune, 2019: Diverse dokumentasjon vedrørende Formofoss vannverk.
- Grong kommune, 1994: Rapport fra grunnvannsundersøkelse, Farstøa, 1993.
- Norconsult, 2018: Formofoss vannverk – Kapasitetsøkning. Forprosjekt.
- Norges geologiske undersøkelse v/ G. Storrø, 2009: Grunnvannsundersøkelser på Formofoss i Grong kommune, Nord-Trøndelag. NGU Rapport 2000.112.
- Norges geologiske undersøkelse v/ B.O. Hilmo, 1992: Grunnvann i Grong kommune.
- Norges geologiske undersøkelse, grunnvannsdatabase:
https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/

Vedlegg 1 Georadarmålinger

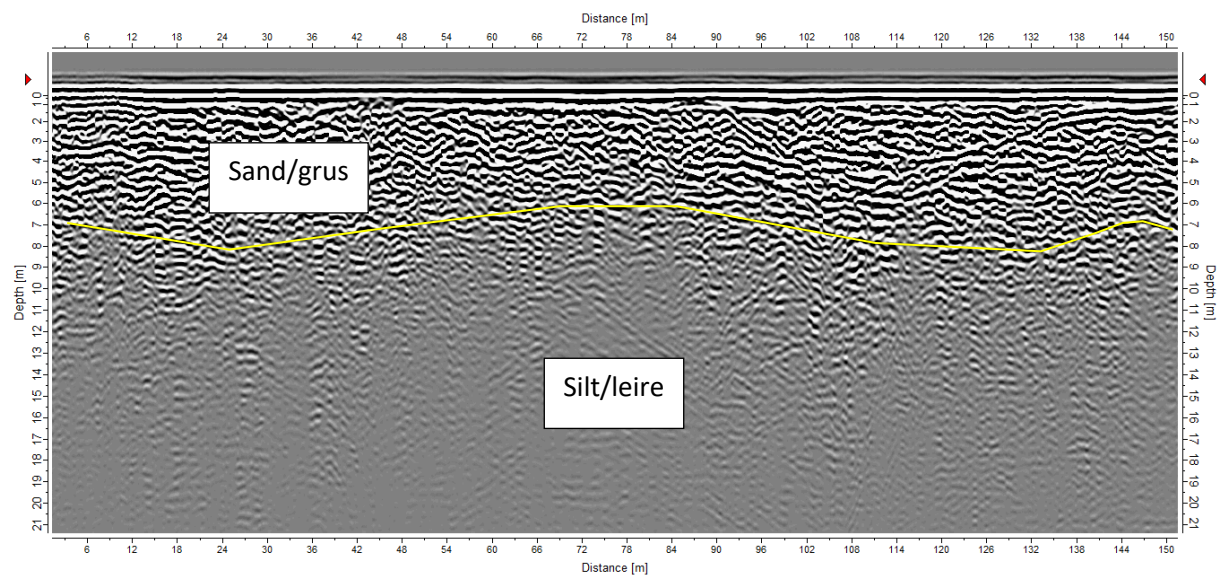
P1

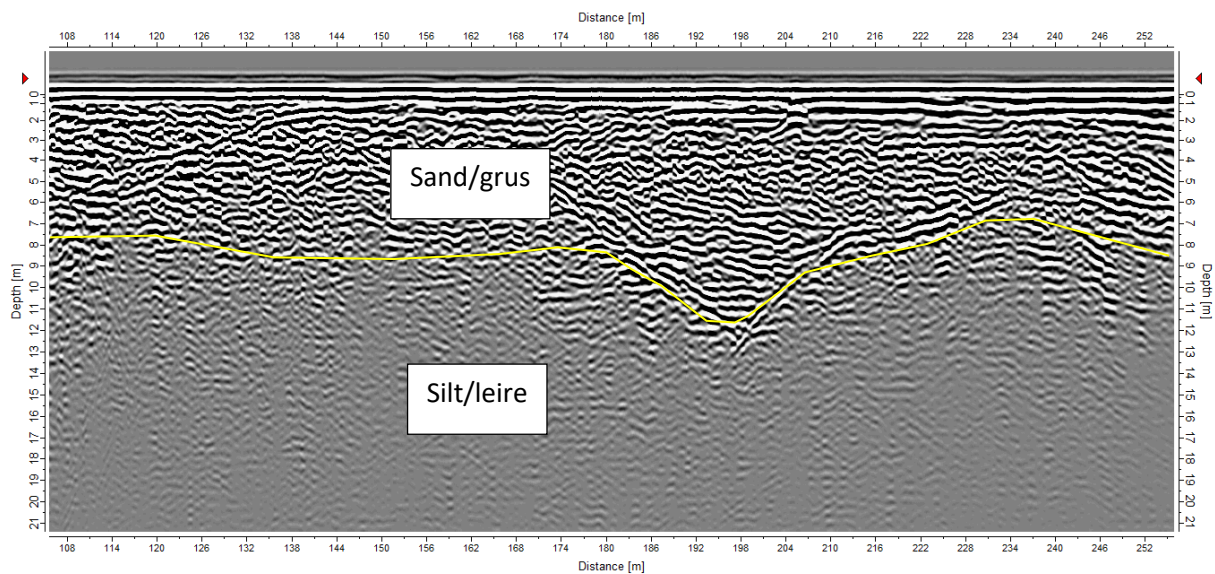


Tolkning

Profilen starter nær fjellblotning. Stort sett 4-6 m elvegrus og sand over marine finkornige sedimenter.

P2

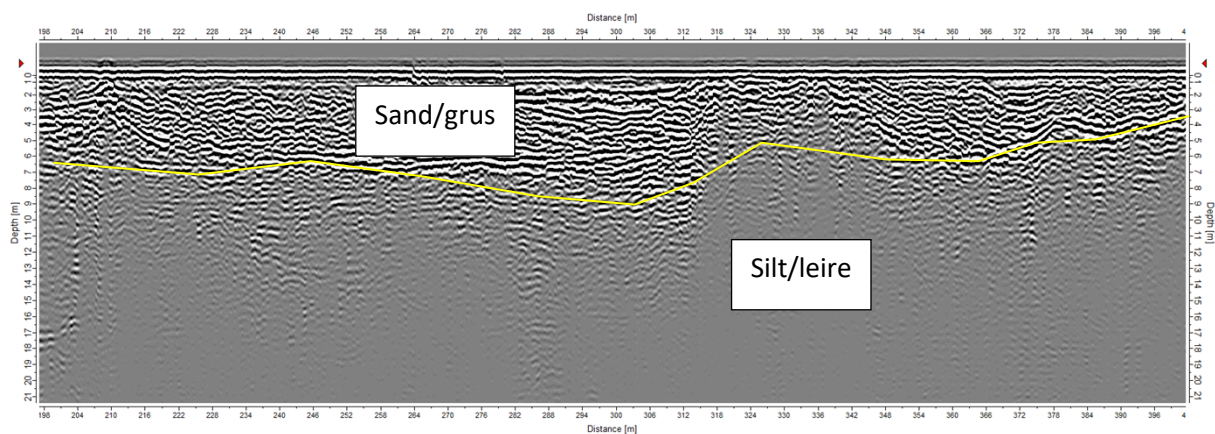
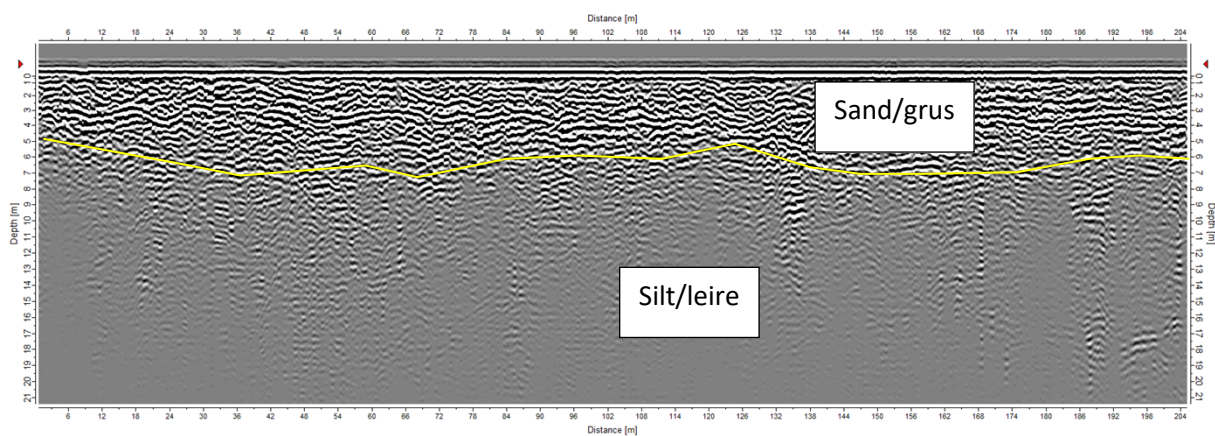


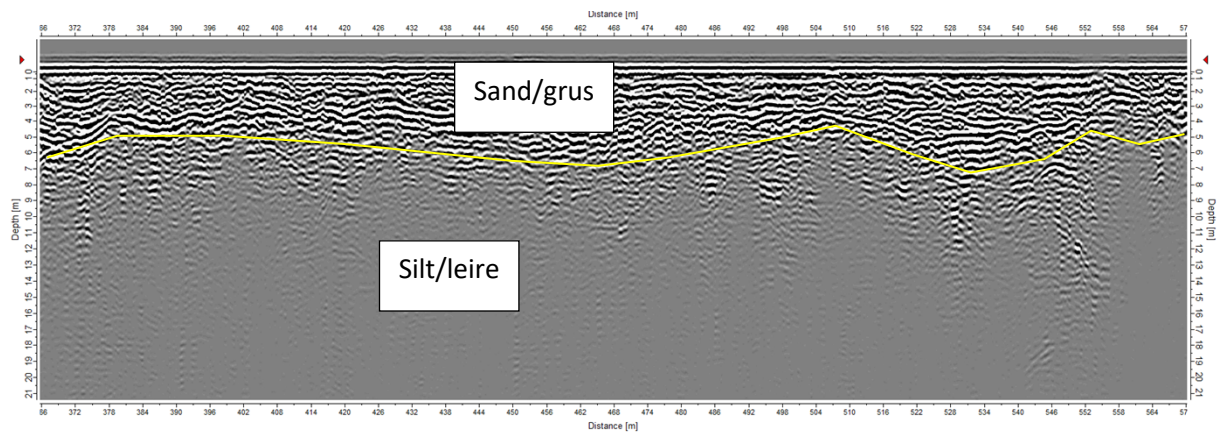


Tolkning

6-11 m grus og sand over silt/leire. Fra 170-195 m er det god refleksivitet ned til 9-11 m. Dette tolkes som grus og sand.

P3

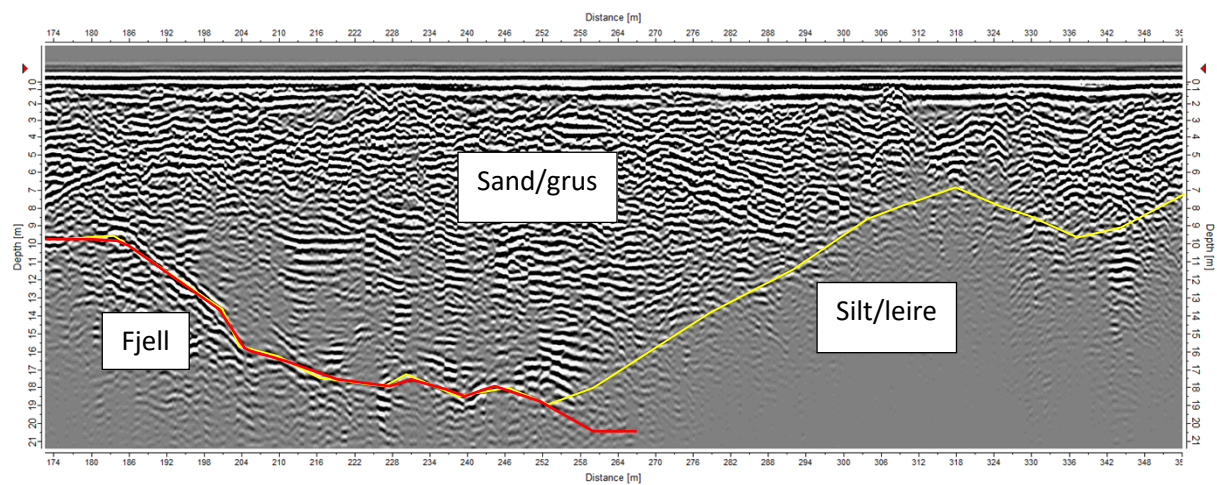
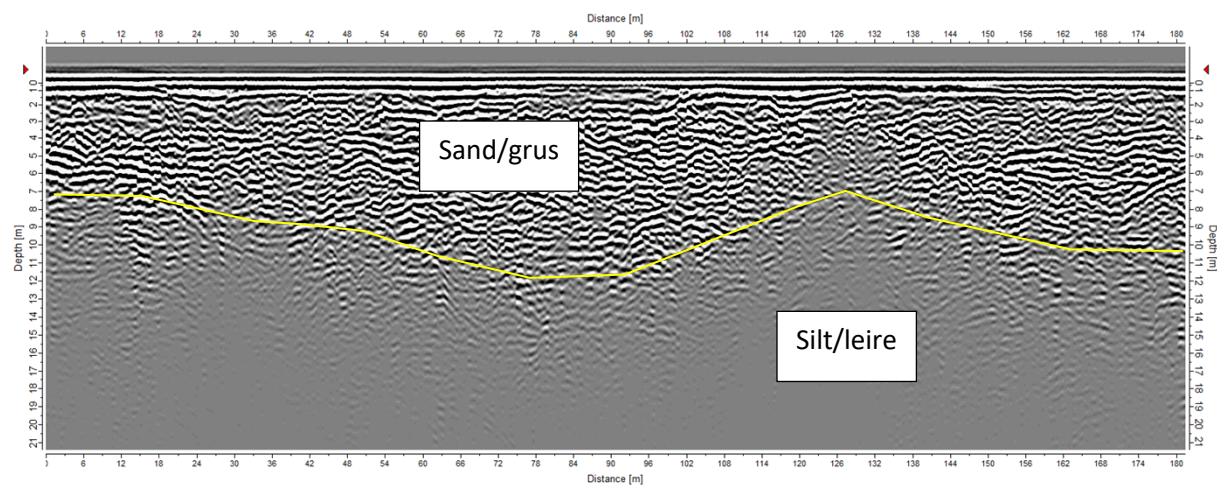


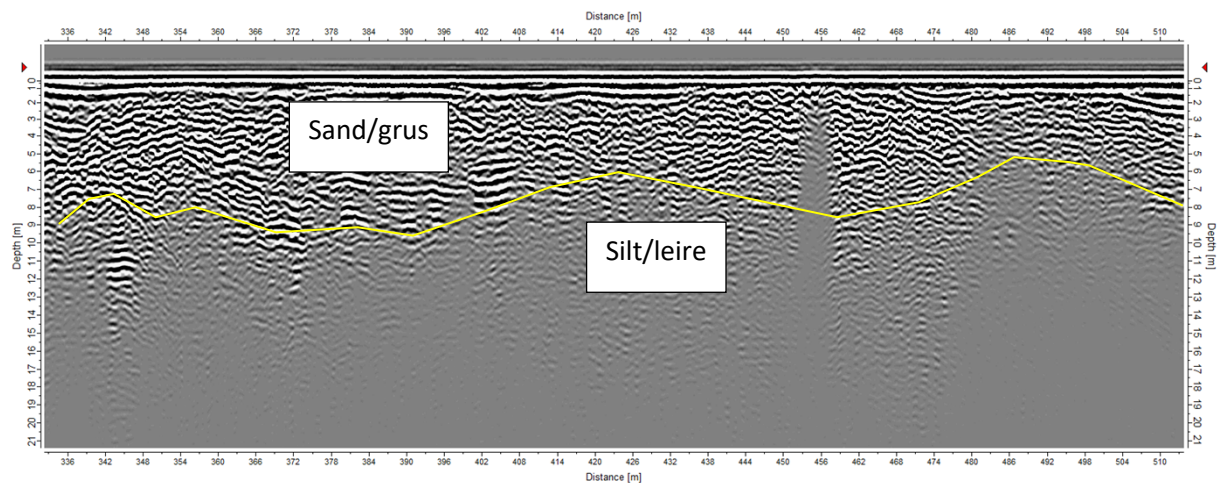


Tolkning

4-7 m elvegrus og sand over silt/leire. Tydelig reflektor som viser denne overgangen i store deler av profilet.

P4





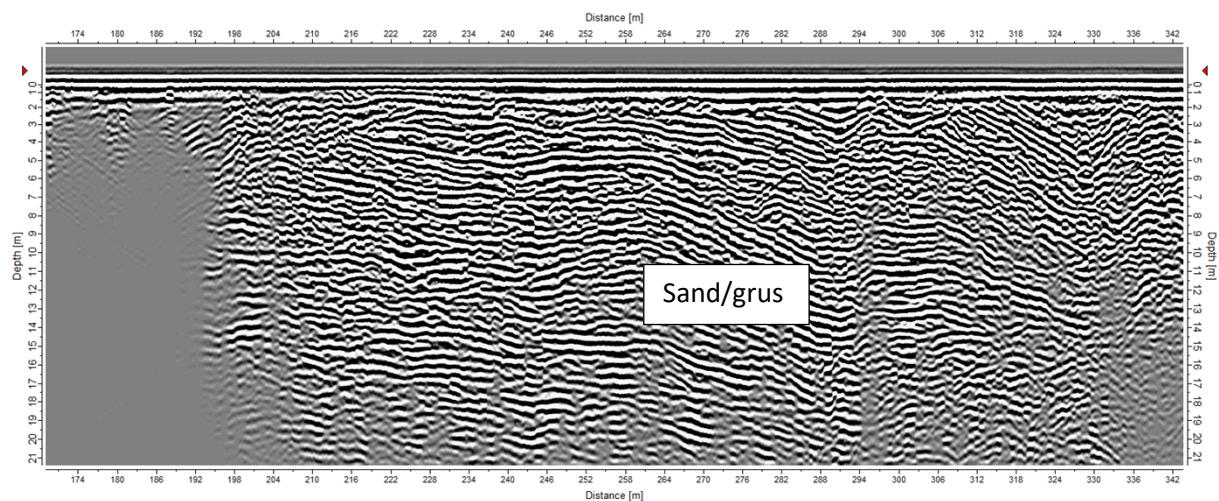
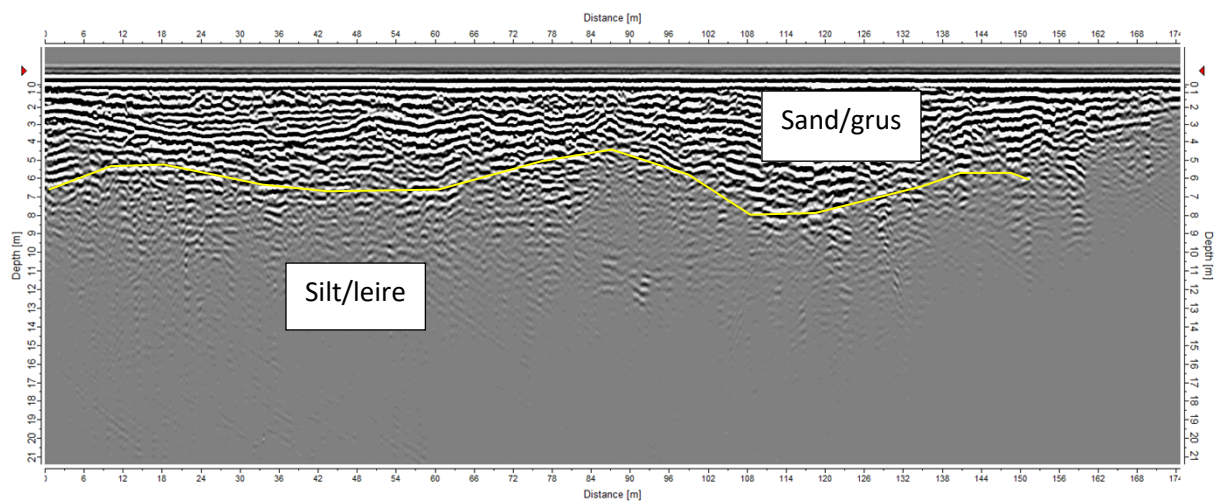
Tolkning

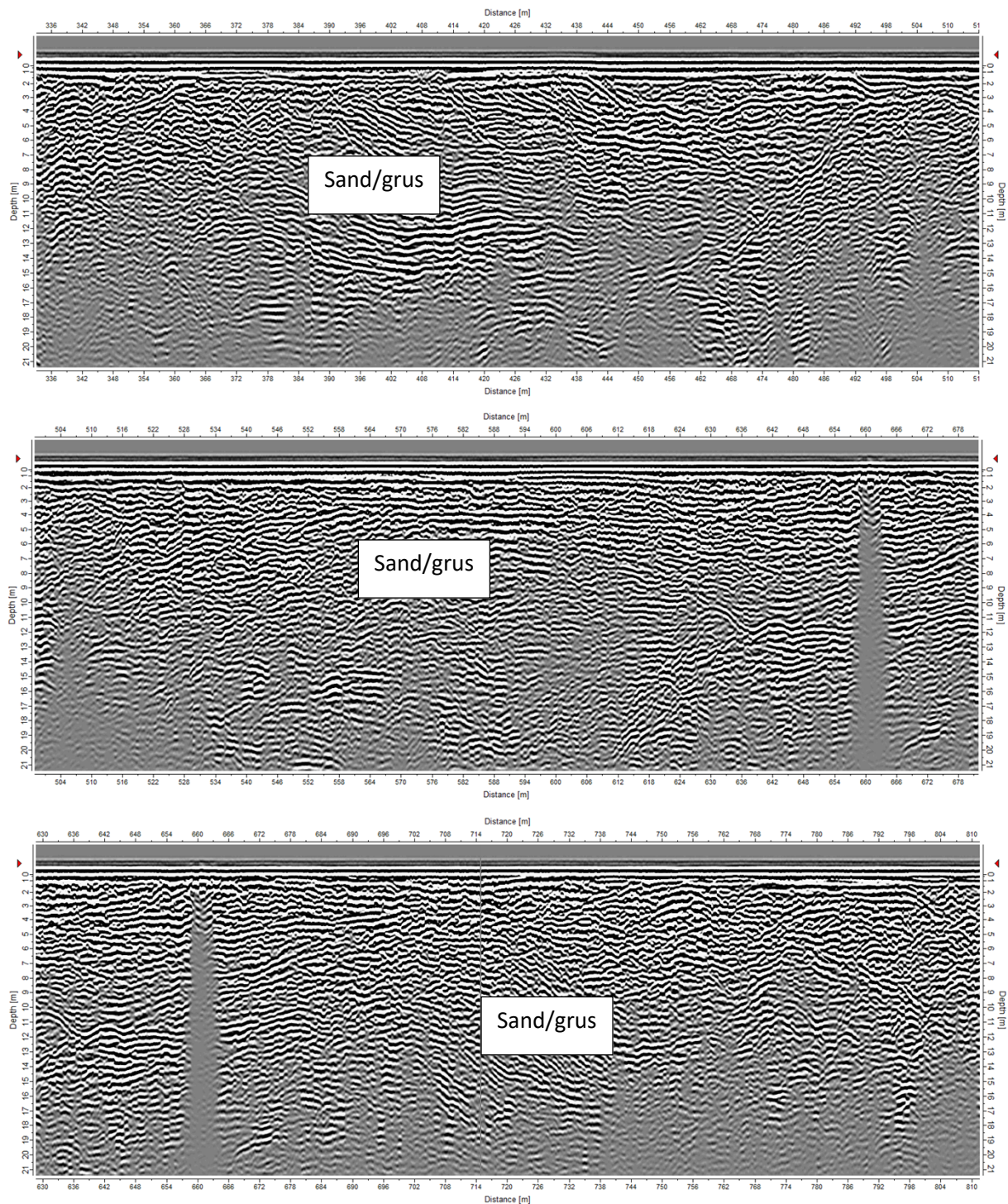
Fra 0-160 m: 6-11 m grus og sand over silt/leire. Dypest med sand og grus mellom 50 og 100 m.

Fra 160-280 m: 10-18 m grus og sand over fjell eller silt/leire.: Dypest med sand og grus mellom 200-260 m. Boring ca. 230 m ut i profilet.

Fra 280-514 m: 5-10 m grus og sand over silt/leire eller fjell. Bru over bekk etter 454 m.

P5





Tolkning:

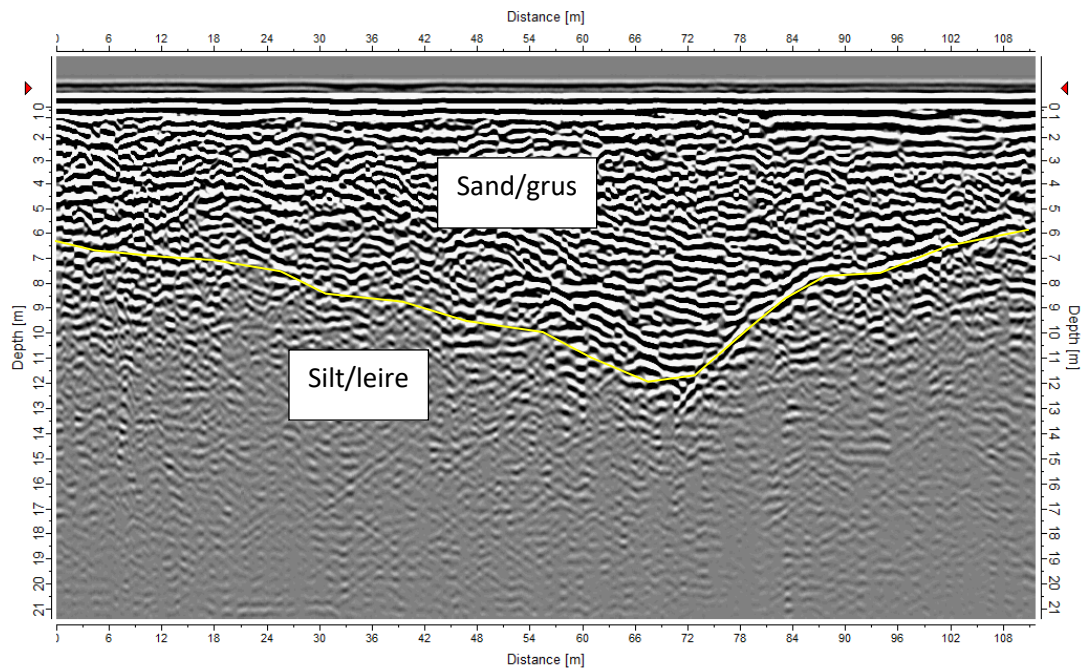
0-130 m: 4-7 m grus og sand over silt/leire eller morene.

130-195 m: Dårlig refleksivitet grunnet overflatefenomen. Trolig økende tykkelse av sand/grus.

195-720 m: Over 20 m grus og sand med stedvis skrålag. Passerer B2, B1 og B3 etter hhv. +++ m.

720-811 m: Noe dårligere refleksivitet mot slutten. 14-21 m grus og sand over finsand, silt og leire, men det kan også være sand og grus til over 20 m på hele strekningen i og md at dårligere refleksivitet kan skyldes høyere ledningsevne på grunnvannet og/eller overflateforhold.

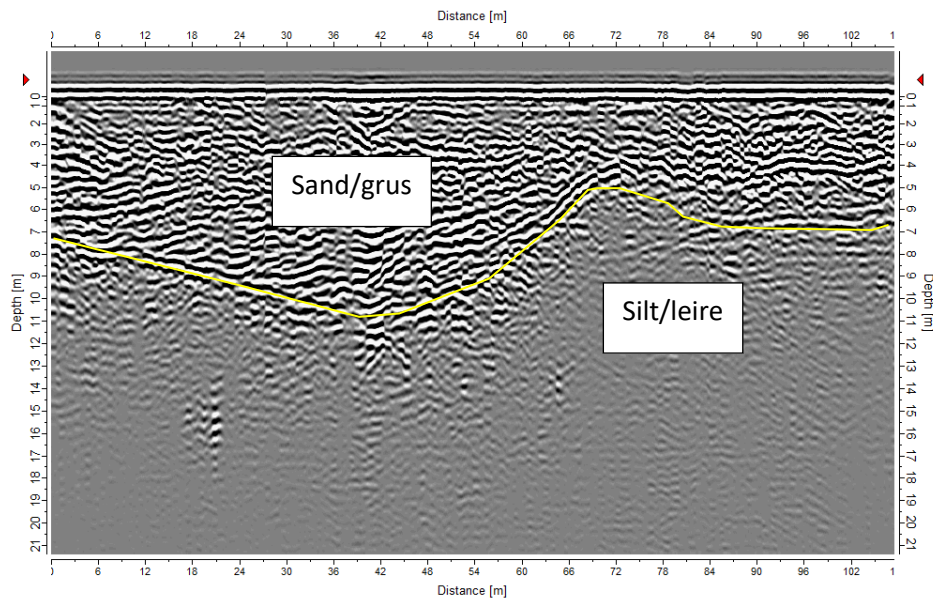
P6 (målt langs P2)



Tolkning

6-11 m grus og sand over silt/leire. Størst tykkelse av grus og sand mellom 50 og 80 m.

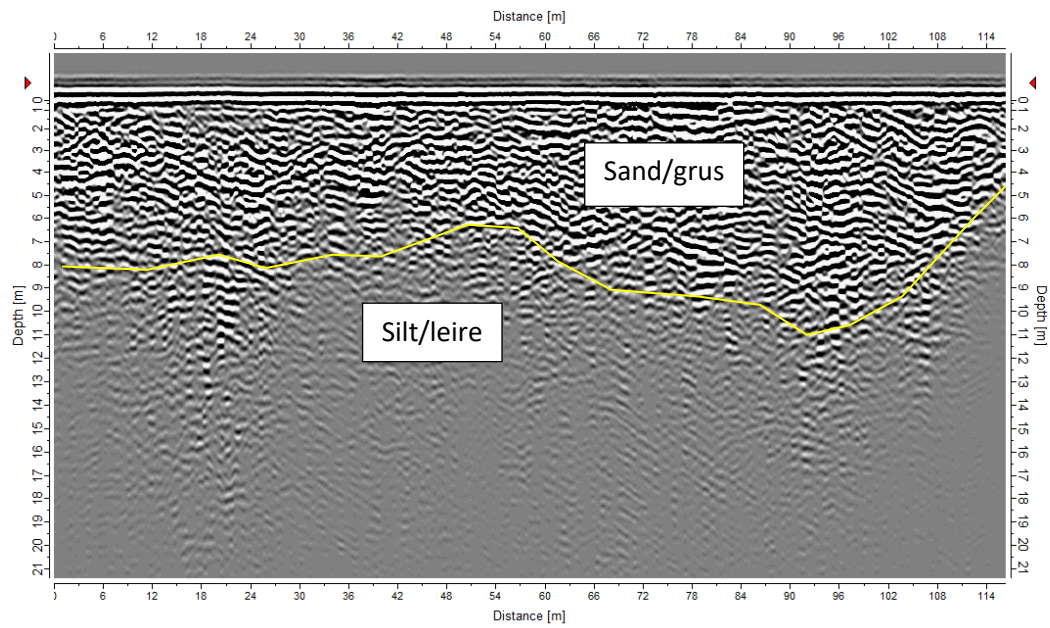
P7



Tolkning

5-10 m grus og sand over silt/leire. Meget tydelig overgang. Størst tykkelse av sand og grus mellom 20 og 50 m.

P8

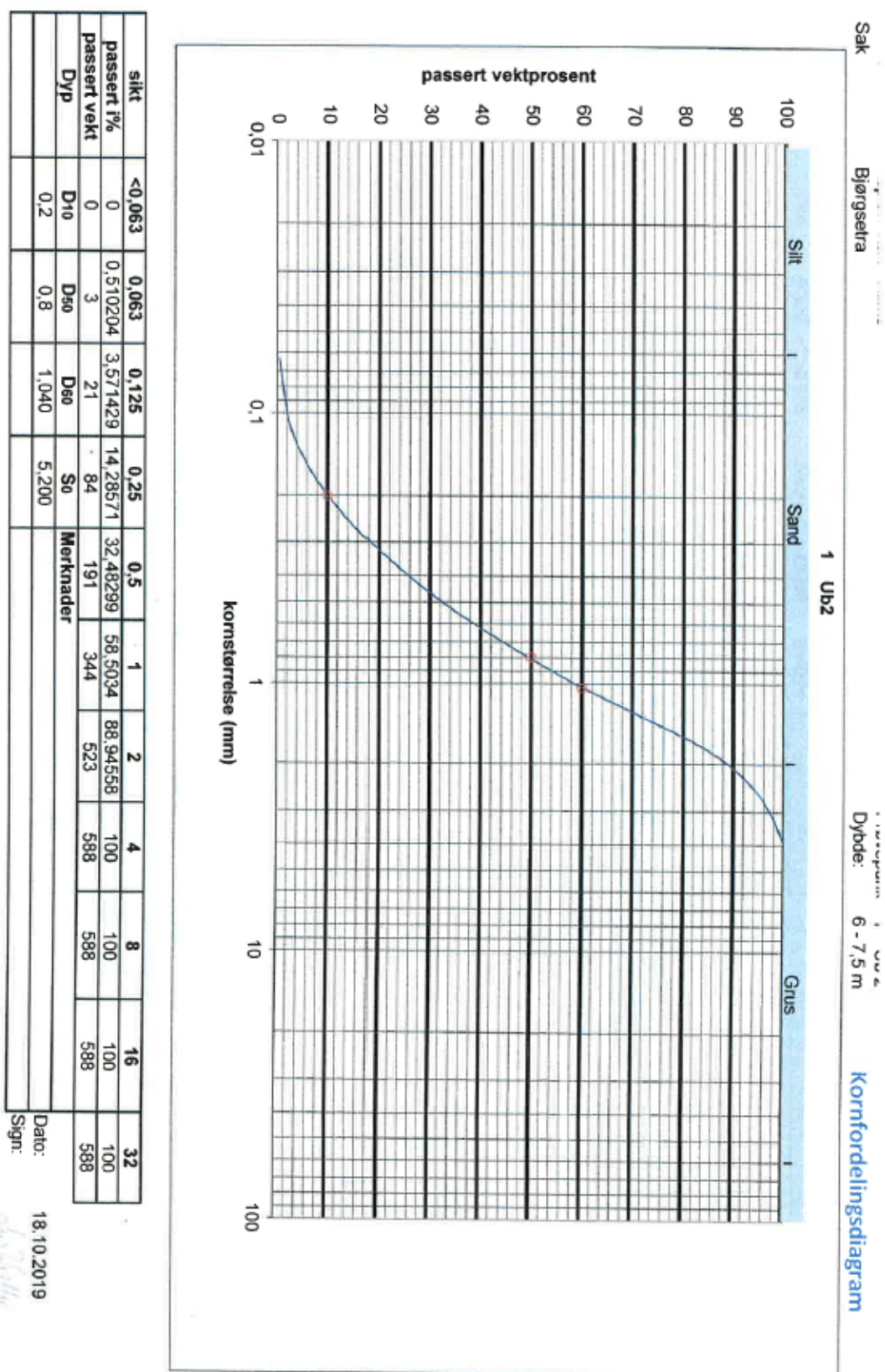


Tolkning

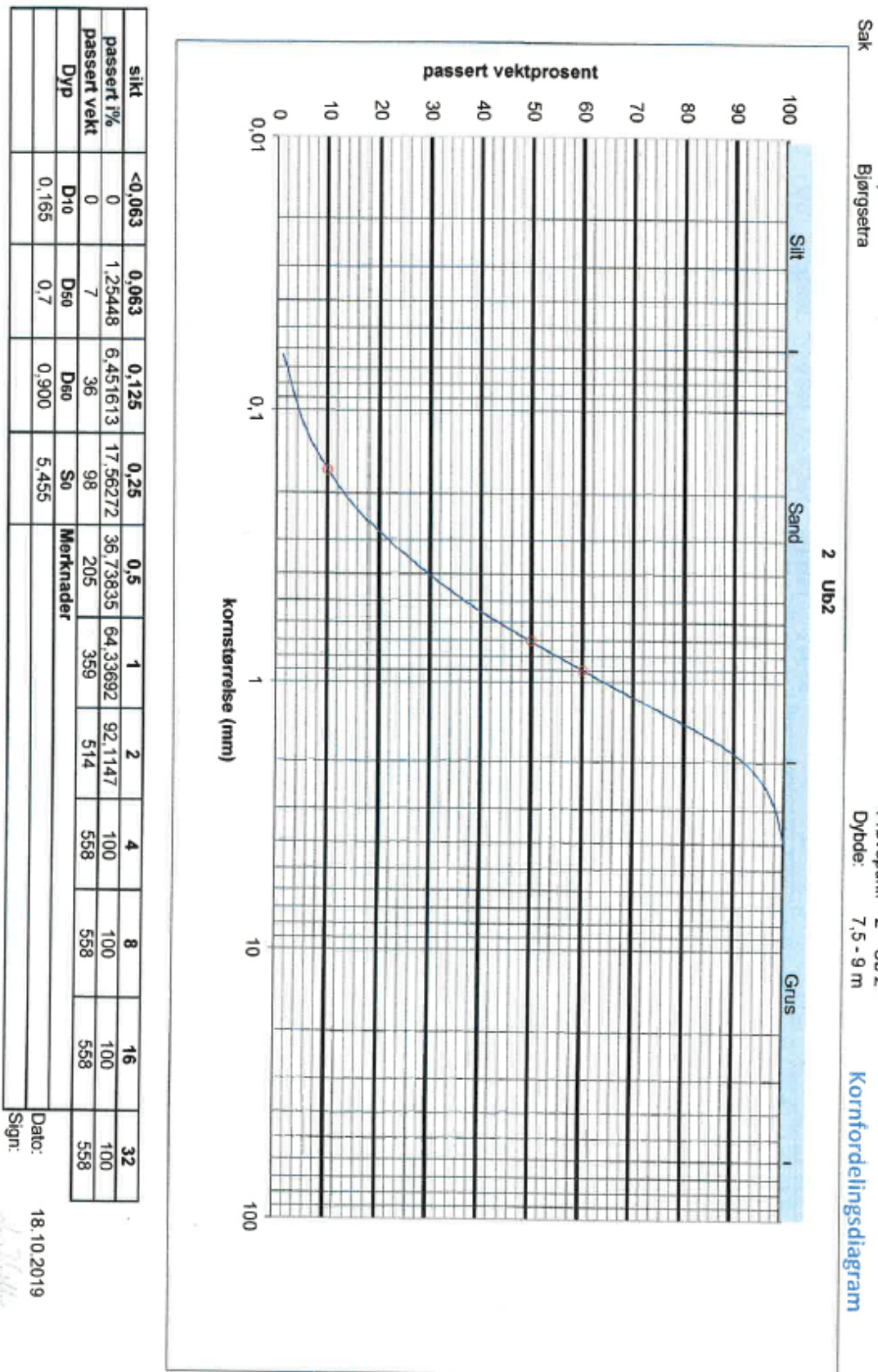
5-10 m grus og sand over silt/leire. Størst tykkelse av sand og grus mellom 75 og 105 m.

Vedlegg 2 Kornfordelingskurver

Ub-2 6-7,5 m



Ub-2 7,5-9,0 m



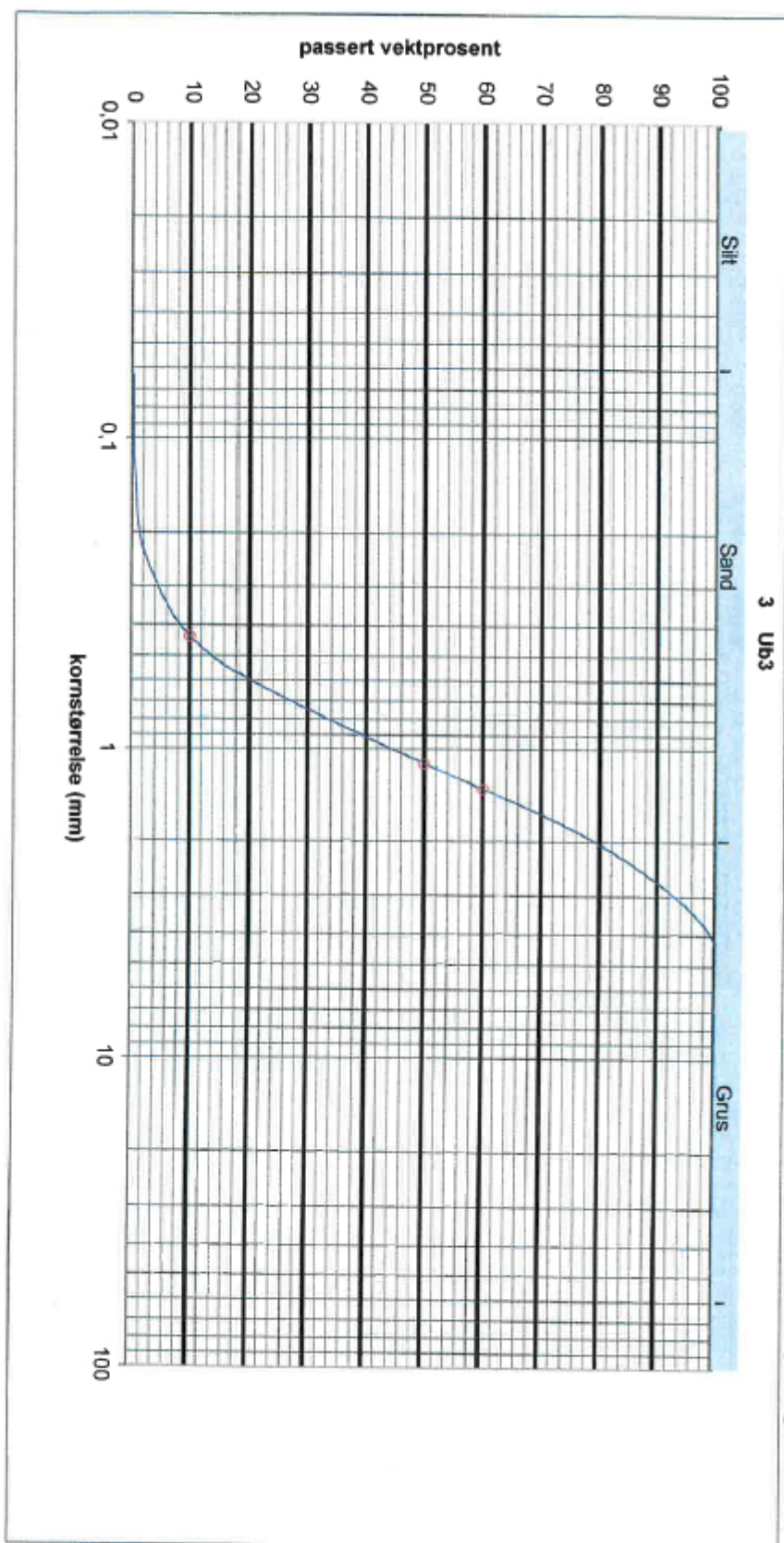
Ub-3, 6,0-7,5 m

Sak

Bjørgetra

Dybde: 6 - 7,5 m

Kornfordelingsdiagram



silt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert %	0	0,252525	0,505051	2,777778	13,63636	44,44444	79,29293	99,24242	100	100	100
passert vekt	0	2	4	22	108	352	628	786	792	792	792
Dyp	D10	D50	D60	S0	Merknader						
	0,435	1,12	1,352	3,108							

Dato: 18.10.2019
Sign:

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Vedlegg 3 Testpumping av B2 og B3

Tid (min)	Nivå (m)	Uttaksmengde	Temp (°C)	Kond (µS/cm)	Meknad
0	3,83	0			
0,5	5,8	3,8			Noe brunt slam
1	6,15	3,8			Noe brunt slam
2	6,24	3,8			Noe brunt slam
3	6,26	3,8			Noe brunt slam
4	6,26	3,8			Noe brunt slam
5	6,27	3,8			Noe brunt slam
6	6,26	3,8	5,2	159,2	Litt slam
10	6,26	3,8			Litt slam
12	6,255	3,8	5,0	154,2	Rent vann
21	6,25	3,8	5,0	149,2	Rent vann
30	6,25	3,8	5,0	143,9	Rent vann
35	5,31	2,3			

Spesifikk kapasitet: 1,57 l/s pr. m senkning

B3 Lengst sør

Tid (min)	Nivå (m)	Uttaksmengde	Temp (°C)	Kond (µS/cm)	Merknad
0	4,87	4,0			
0,5	6,25	4,0			Lukt av H2S
1	6,38	4,0			Litt slam
1,5	6,39	4,0			Litt slam
2	6,4	4,0			Litt slam
3	6,4	4,0			rent vann
4	6,4	4,0			rent vann
5	6,4	4,0	4,7	70,9	
10	6,4	4,0			Ingen lukt
15	6,41	4,0	4,7	72,0	
23	6,41	4,0	4,7	72,5	
30	6,41	4,0			
35	5,73	1,9			

Spesifikk kapasitet: 2,60 l/s pr. m senkning

VEDLEGG 7:

Asplan Viak, 2020. *Prøvepumpingsplan for B3 ved
Farstøa*

Oppdragsnavn: Vannforsyning Bjørgan Grunnvannsundersøkelser ved Formofoss
Oppdragsnummer: 625103-01
Utarbeidet av: Bernt Olav Hilmo
Dato: 21.08.2020
Tilgjengelighet: Åpen

NOTAT Prøvepumpingsplan for B3 ved Farstøa

1. INNLEDNING	1
2. BRØNNBESKRIVELSE	1
3. PUMPETESTER	3
3.1. Pumpetest 2019	3
3.2. Ny pumpetest.....	3
4. GJENNOMFØRING AV PRØVEPUMPING	5
5. UTSTYR TIL PRØVEPUMPING	6

Vedlegg:

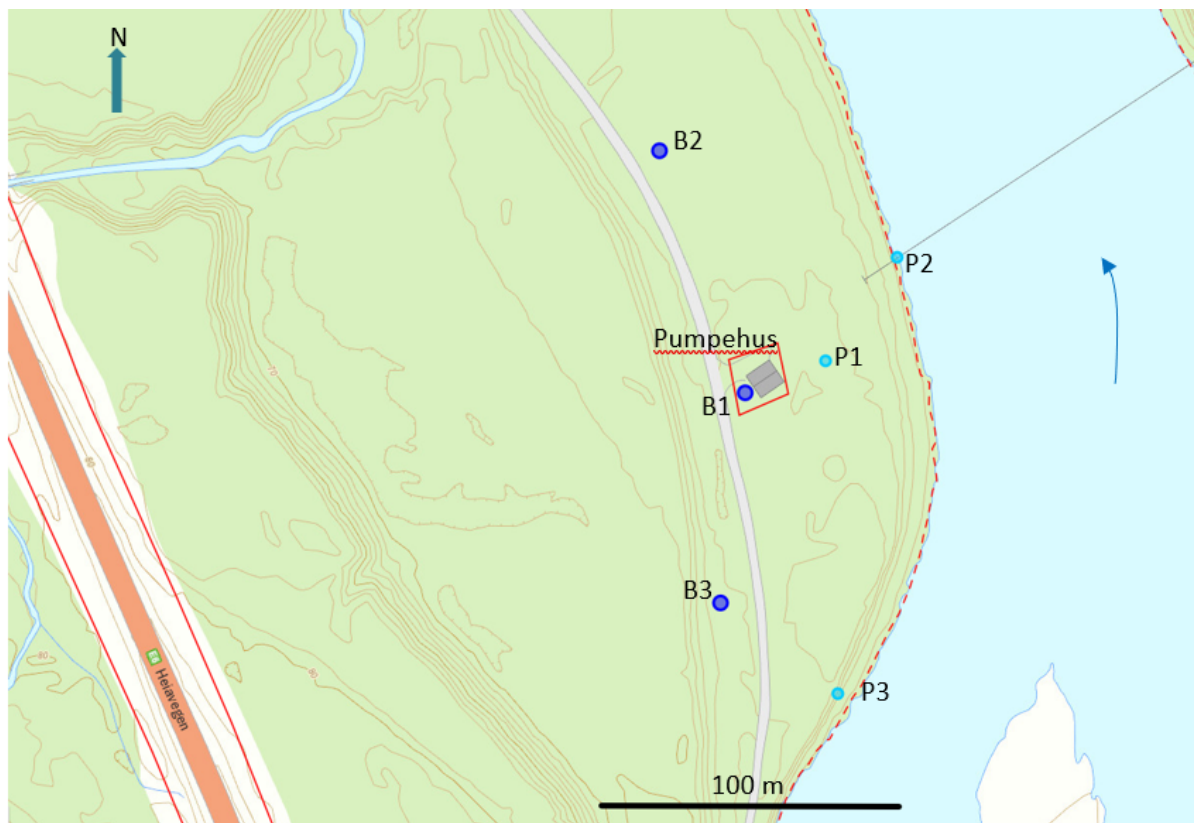
1. Prøvepumpingsprogram
2. Registrering av vannstand i brønner
3. Registreringer brønn
4. Loggbok

1. INNLEDNING

Med bakgrunn i grunnvannsundersøkelser utført høsten 2019 anbefalte Asplan Viak at brønn 3 ved Farstøa utredes videre for ny vannkilde til Bjørgan vannverk. Dette notatet gir en enkel beskrivelse av prøvepumping av brønnen. Resultatene av prøvepumpingen vil gi sikker dokumentasjon av kapasitet og vannkvalitet, samt grunnlag for søknad om konsesjon for utvidet uttak av grunnvann (NVE), søknad om bruk av ny vannkilde til Mattilsynet, samt revisjon av klausuleringsplan for å regulere arealbruk som kan gi negativ innvirkning på uttaket av grunnvann.

2. BRØNNBESKRIVELSE

I perioden 1991-1993 ble det boret tre fullskala løsmassebrønner i området, hvorav brønn 1 ble tatt i bruk som produksjonsbrønn til Grong vannverk. Brønn 2 og 3 ble boret for vurdering av mulighetene for vannforsyning til Konovatnet vannverk. Det ble frarådet utbygging av brønn 2 og 3 grunnet høye konsentrasjoner av ammonium i brønn 3 og jern og mangan i brønn 2. Brønnene har derfor ikke vært i bruk siden 1993.



Figur 1 Kart som viser brønner ved Farstømoen. B1 er eksisterende produksjonsbrønn. B2 er gammel filterbrønn, B3 er gammel filterbrønn som prøvepumpes. P1 og P3 er peilebrønner, mens P2 er rør for måling av elvevannstand.

I rapporten fra november 2019 ble det anbefalt å foreta en kamerainspeksjon og evt. rense brønn 3. Kamerainspeksjon som ble foretatt av Midt Norsk rørinspeksjon viste at brønn inkl. brønnfilter ikke har synlige skader. Alle sveiseskjøter og overganger mellom brønnrør og brønnfilter er tette og uten skade (se tidligere notat). Det ble observert noe belegg på filterets nedre del. Ut fra inspeksjonen og manuelle målinger har brønnen følgende dimensjoner:

Tabell 1 Brønndimensjoner B3

Total brønnlengde	22,8 m
Diameter brønnrør (innvendig)	Ca. 200 mm
Diameter brønnfilter (innvendig)	Ca. 200 mm
Grunnvannsnivå	4,45 m
Lengde brønnrør over øvre filterkant	14,0 m
Øvre brønnfilter	14,0-16,9 m
Blindrør (Ø200 mm)	16,9-17,8 m
Nedre brønnfilter	17,8-22,8 m
Lysåpning filter	0,7-1,0 mm
Brønnpumpe	Grundfos SP 60-4.
Pumpeplassering	16,8-18.1 m

Brønnen er utformet med delt brønnfilter med et ca. 0,9 m langt blindrør imellom. Utvendig brønn diameter er målt til 206 mm. Lysåpningen på brønnfiltrene er målt ut fra bilder tatt under kamerainspeksjonen og er derfor noe usikker.

I juni 2020 ble brønnen rensket av Hallingdal Brønn- og Graveservice med seksjonsvis filtertil trekking (mammutpumping). Det ble dokumentert parti med noe finsand som kan ha gitt noe redusert kapasitet, samt fare for sandproduksjon ved drift.

Filtertil trekkingen pågikk til det ble så å si rent vann uten sand. Ny frekvensstyrt brønnpumpe ble plassert i blindrøret på ca. 17 meters dyp.

3. PUMPETESTER

3.1. Pumpetest 2019

Ut fra prøvepumping i 1993 ble samlet kapasitet i brønn 2 og 3 anslått til 21,9 l/s med ganske lik fordeling mellom brønnene.

En ny testpumping i høsten 2019 viste følgende kapasiteter:

Tabell 2 Kapasiteter i brønn 2 og 3 målt ut fra pumpetester i 2019.

Brønn	Spesifikk kap.	Tillatt senkning	Maks. kapasitet
B2	1,57 l/s pr. m senkning	8,5 m	13,3 l/s
B3	2,60 l/s pr. m senkning	8 m	20,8 l/s

Det må bemerkes at det ble pumpet med en sugepumpe med maks. kapasitet på 4 l/s. Det er mulig at maksimal beregnet kapasitet er noe mindre enn oppgitt da spesifikk kapasitet ofte blir mindre ved store uttak på grunn av økt innstrømningsmotstand gjennom brønnfilteret.

Under testpumpingen ble det tatt vannprøver for fysisk-kjemiske analyser fra B1, B2 og B3. Med unntak av for lav pH i B3 og for høy turbiditet i B2 tilfredsstiller alle målte verdier kravene og grenseverdiene i Drikkevannsforskriften. Det må bemerkes at B2 har noe høyt jerninnhold. Dette har ført til utfelling av jern i brønnfilter og brønnrør og det tok derfor noe tid før utpumpet grunnvann ble klart. Noe høyt jerninnhold ble også målt under prøvepumpingen i 1993.

Ellers kan følgende bemerkes:

- Alle brønnene har lavt fargetall og et lavt innhold av metaller og løste salter, men innholdet av løste salter (Ca, Mg, K, sulfat og bikarbonat/alkalinitet) øker mot nord.
- B1 og B3 har lavt innhold av jern og mangan.
- Alle brønner har lavt innhold av nitrat og ammonium (langt under grenseverdien i Drikkevannsforskriften). Innholdet av ammonium er lavere enn påvist under prøvepumping i 1993.

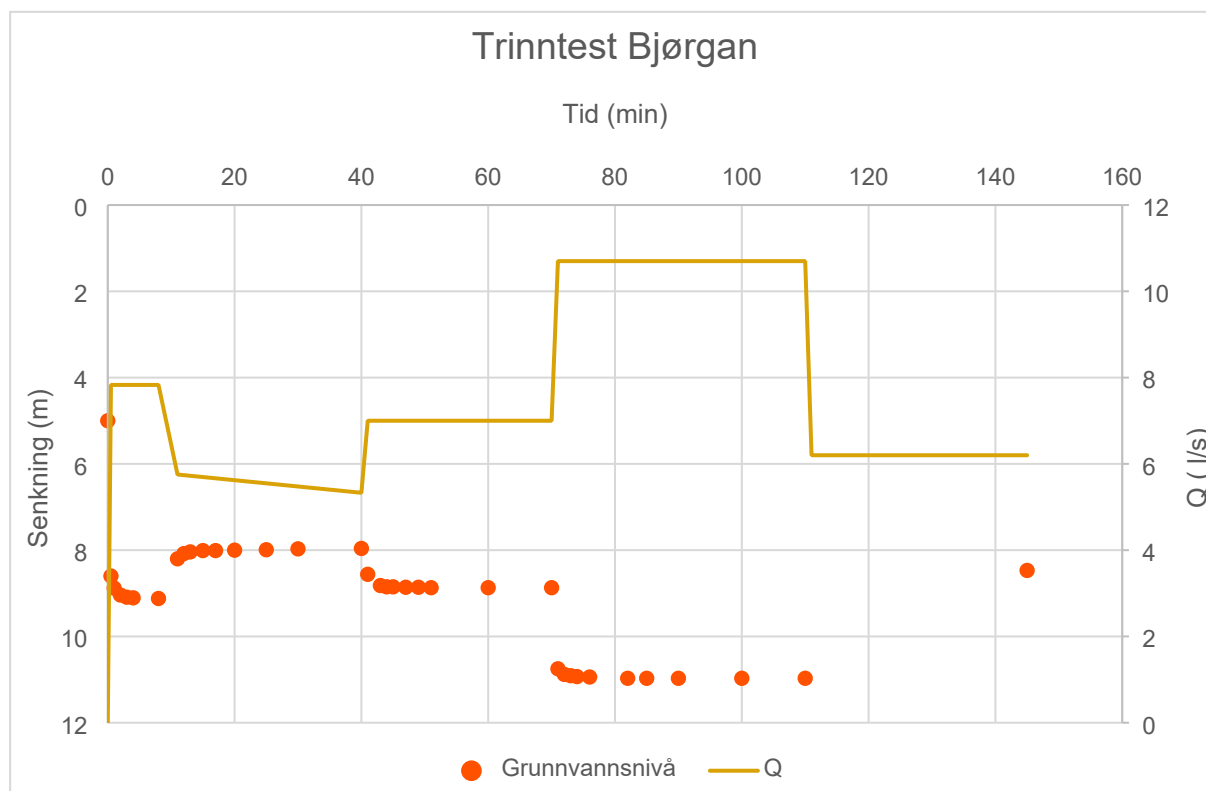
Det kan dermed konkluderes med at både B2 og B3 kan benyttes til vannforsyning, men B3 har noe høyere kapasitet og bedre råvannskvalitet (lavere jerninnhold) enn B2.

3.2. Ny pumpetest

Den 18.08.2020 ble det utført en ny pumpetest med montert brønnpumpe. Før testpumpingen ble det etablert en ny peilebrønn P3, samt et rør for måling av elvevannstand (P2). Prøvepumping av brønnen ble startet i begynnelsen juli like etter at pumpa var montert. Brønnen er prøvepumpet med

et uttak på ca. 6 l/s i denne perioden. Før ny testpumping ble pumpa stoppet i ca. ett døgn, mens B1 har vært i normal drift i hele perioden.

Testpumpingen ble utført som en trinntest med 4 forskjellige uttaksmengder. Under trinntesten ble det gjort hyppige vannstandsmålinger i B3, mens vannstanden i de andre brønnene ble målt 3 ganger. I tillegg ble grunnvannets temperatur og konduktivitet målt for hvert trinn. Resultatene av pumpetesten er vist i figur 2.



Figur 2 Resultatet av testpumping av B3 foretatt 18.08.2020. Grunnvannsnivå i brønn og uttaksmengde Q er plottet mot pumpetid.

Testpumpingen er oppsummert i tabell 3 der uttaksmengde, senkning og spesifikk kapasitet er beregnet for hvert trinn. I tillegg viser tabellen resultater av målinger av grunnvannets temperatur og konduktivitet for hvert trinn.

Tabell 3 Oppsummering av resultatene av trinntest for B3

Uttaksmengde (l/s)	Senkning (m)	Spesifikk Kapasitet (l/s pr. m senkning)	Temperatur (°C)	Konduktivitet (μS/cm)
7,83	4,12	1,90		
5,33	2,96	1,80	6,9	70,2
7,00	3,87	1,81	5,7	72,1
10,7	5,97	1,79	5,9	72,5

Beregnet spesifikk kapasitet er noe mindre enn det man fikk ved testpumping i 2019 hvor det ble testpumpet med sugepumpe med maksimal kapasitet på 4 l/s. Dette skyldes at man får mye mindre filtermotstand ved pumping med mindre pumperate og følgelig relativt mindre senkning. Resultatet av pumpetestene viser likevel at utført brønnrehabilitering har hatt liten effekt på brønnens kapasitet. Målt temperatur på 5,7-6,9 °C indikerer et grunnvann med relativt lang oppholdstid i grunnen ettersom temperaturen i elvevannet ble målt til 15,5 °C.

Med en tillatt senkning på 8 m og en spesifikk kapasitet på 1,8 l/s pr. m senkning blir brønnens maksimale kapasitet 14,4 l/s.

Ved slutten av pumpetesten ble det tatt en vannprøve for analyse av fysisk-kjemiske parametere. Resultatet av denne vil bli rapportert sammen med resultatene av prøvepumpingen.

4. GJENNOMFØRING AV PRØVEPUMPING

Nedenfor er det gitt en punktvis beskrivelse av hvordan prøvepumpingen skal foregå.

- **Oppstart av prøvepumping.** Prøvepumpingen har allerede pågått noen uker siden starten av juli med et uttak på ca. 6 l/s l/s som tilsvarer maks. dimensjonerende vannmengde. Vi anbefaler derfor at det ved videre prøvepumping pumpes med samme uttaksmengde fra brønnen, men uttaksmengden kan gjerne økes mot slutten av pumpeperioden for å kunne vurdere tilsiget til brønnen og hvordan vannkvaliteten påvirkes av et større uttak. Vannmengden reguleres ved bruk av påmontert slusekran. Utpumpet vann blir ført til Sandøla via nedgravd vannledning. Ansvarlig: Grong kommune.
- **Måling av uttaksmengde og grunnvannsnivå.** I resten av pumpeperioden overvåkes prøvepumpingen min. en gang pr uke med registrering av uttaksmengde og vannstand i uttaksbrønn, brønn B1 (Grong vv), B2 og nærliggende peilebrønner. Vannstandsmålinger i B1 kan tas ut fra vannverkets brønnovervåkning. Ansvarlig: Grong kommune.
- **Måling av grunnvannets temperatur og elektrisk ledningsevne.** Samtidig med måling av kapasitet bør temperatur og ledningsevne på grunnvannet måles. Målingene foretas ved å fylle utpumpet grunnvann i en flaske, måle med instrumentet i flasken og registrere temperatur og ledningsevne når verdiene er stabile. Ansvarlig: Grong kommune. **NB!** Hvis kommunen ikke har utstyr for dette kan målingene sløyfes i og med at vi allerede har noen feltmålinger av temperatur og konduktivitet som viser stabile verdier.
- **Vannanalyser.** Vannprøver tas på prøveflasker utlevert av laboratoriet for fysisk-kjemisk analyse og for mikrobiologisk analyse. Prøvene analyseres for parametere oppgitt i tabell 1. Det er svært viktig at prøvetakingen utføres i henhold til gitte retningslinjer for prøvetaking av mikrobiologiske parametere. Hvis brønnen viser seg å være aktuell for vannforsyning skal det i tillegg til dette analyseprogrammet tas en vannprøve for analyse av UV-transmisjon, oksygeninnhold og innhold av CO₂. Hvorvidt det er nødvendig med vannprøvetaking for analyser i hht. til tabell 3.1 i Drikkevannsforskriften avtales med Mattilsynet. Ansvarlig: Grong kommune.
- **Avslutning av prøvepumping.** Dersom kapasitet og vannkvalitet er stabil kan prøvepumpingen avsluttes etter 4-5 måneder. Hvis ikke dette er tilfelle må pumpingen fortsette til det oppnås stabile forhold. En såpass kort prøvepumpingsperiode begrunnes med at brønn 1 har vært i bruk i over 25 år uten problemer med kapasitet eller vannkvalitet. Hvis prøvepumpingen forlenges utover vinteren må det gjøres tiltak for å hindre frost både ved brønntopp og i vannrør fra brønn til elv. Ansvarlig: Grong kommune og Asplan Viak.

5. UTSTYR TIL PRØVEPUMPING

Nedenfor er det gitt en punktvis beskrivelse av nødvendig utstyr under prøvepumpingen.

1. Vannmåler for måling av utpumpet vannmengde (montert).
2. Målebånd/lyslodd for måling av grunnvannsnivå i pumpebrønn og peilebrønner.
3. Feltinstrument for måling av grunnvannstemperatur og konduktivitet (kan sløyfes).
4. Prøveemballasje i henhold til analyseplanen. Laboratoriet leverer normalt ut nødvendig prøveemballasje.

VEDLEGG 1 PRØVEPUMPINGSPROGRAM

Plan for vannprøvetaking og feltmålinger i prøvepumpingsperioden.

	August 2020					September 2020				Oktober 2020				November 2020					Desember 2020				Januar 2021			
Uke	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4
Bakteriologisk prøve							x				x				x				x							
Fysisk-kjemisk prøve			x				x				x				x				x							
Grunnvannsnivå (meter under brønntopp)	Hver uke																									
Temperatur (°C) og ledningsevne (µS/cm)	Hver uke																									
Utpumpet vannmengde (l/s)	Hver uke																									

Oversikt over parametere som skal analyseres*

Fysiske parametere	Kjemiske parametere		Mikrobiologiske parametere
pH	Kalsium	Aluminium	Kimtall 22°C
Fargetall	Magnesium	Klorid	Koliforme bakterier 37°C
Turbiditet	Jern	Sulfat	E.coli
Konduktivitet	Mangan	Nitrat	Intestinale enterokokker
UV-transmisjon (måles minst en gang)	Natrium	Ammonium	

NB ! Prøvetakingen kan gjerne samordnes med kommunens ordinære prøvetaking av vannverk. Tidspunktet for prøvetaking kan derfor avvike fra tabellen.

VEDLEGG 2 REGISTRERING AV VANNSTAND I BRØNNER

[illegible]

[illegible]

- Nedbør
- Lufttemperatur
- Forurensningsepisoder
- Strømbrudd/pumpestans og oppstart etter pumpestand
- Avvik i henhold til plan

[illegible]