

Gausdal Kommune

► Kråbølsøya

Resultater fra langtids prøvepumping og numerisk modellering

Forslag til beskyttelsessoner og restriksjoner

Oppdragsnr.: 52105944 Dokumentnr.: KRÅ-03 Versjon: J02 Dato: 2023-11-01



Oppdragsgiver: Gausdal Kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Arne Letrud
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Henrikke Børsum
Fagansvarlig: Vibeke Brandvold
Andre nøkkelpersoner: Bojana Drobac, Anja Bergersen, Joseph Allen

J02	2023-11-01	For bruk	HenBoe	ViBra	HenBoe
B01	2023-10-02	For kommentar hos oppdragsgiver	HenBoe	ViBra	HenBoe
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

Gausdal kommune planlegger å øke vannforsyningskapasiteten til kommunen. I den forbindelse kartlegges muligheter for å etablere et nytt brønnfelt på Kråbølsøya, og nytt vannbehandlingsanlegg ved Forset vannverk. Det er utført langtids prøvepumping av to produksjonsbrønner på Kråbølsøya. Prøvepumpingen har pågått fra begynnelsen av mars 2022 til 12. oktober 2022, samt fra 3. januar 2023 til 5. juli 2023.

Pumpe testen har vist at vannføringen i Jøra og det generelle grunnvannsnivået har stor betydning på kapasiteten og vannkvaliteten til produksjonsbrønnene. Brønnenes spesifikke kapasitet er ikke konstant, men avhengig av vannføringen i Jøra. I perioder uten vannføring i sideløpet er spesifikk kapasitet omkring 2-5 l/s pr. m senkning. Økt vannføring, og spesielt vann i Jøras sideløp, gir vesentlig bedre kapasitet i brønnene.

Vannkvaliteten i brønnene er god for mange av parametere. Verdier av nitrat er tilfredsstillende, til tross for nærliggende jordbruksaktivitet. Innholdet av jern og mangan er lavt. pH varierer rundt nøytralt, og vannet er bløtt. Ved høy vannføring i Jøra er det påvist mikrobiologiske parametere i flere prøver. Det er kun påvist e-coli i en prøve ved lav vannføring (26. juni 2023), og det var rett etter det hadde vært vann i Jøras sideløp. Med økt vannføring i Jøra reduseres den elektriske ledningsevnen i brønnvannet, noe som tyder på økt tilførsel av elvevann. Resultatene for mikrobiologiske parametere ved høy vannføring er likevel vesentlig lavere enn det som er påvist i Jøra. Dette viser at løsmassene renser vannet, men uten å være en fullgod barriere. Vannkvaliteten i grunnvannet ved høy vannføring i Jøra bør dermed benyttes som utgangspunkt for vurdering av nødvendig vannbehandling.

Det har vært tørt i pumpeperioden i 2022, og vannføringen i Jøra har vært lav over store deler av perioden. Gjennom denne sesongen har pumpene pumpet minimum totalt 29 l/s. Over en periode på nesten 3 måneder, hvor vannføringen var under 25%-persentilen (dag) over halvparten av dagene, ble brønnene pumpet på totalt 35 l/s. Det vurderes at dette tilsvarer en normalsesong, og uttak på ca. 35 l/s vil være realistisk over tid. Kapasiteten i BR2 er begrenset av filterkapasiteten, og kapasiteten i BR4 er begrenset av senkning i brønnen. For kapasitetsvurderinger er derfor lav vannføring i Jøra dimensjonerende.

Det er laget en numerisk modell i MODFLOW for å simulere grunnvannsstrømningen inn mot brønnene. Modellen er benyttet for å kunne fastslå influensområdet til brønnfeltet og oppholdstider i grunnvann, som grunnlag for utforming av beskyttelsessoner. Det er laget modell for ulike scenarioer med både lavvannsføring og høyvannsføring, samt simulert effekten av økt uttak ved flere brønner. Modelleringene viser at det kan tas ut totalt 45 l/s på feltet dersom det etableres en supplerende brønn ved peilebrønn Pb5 eller Pb6, ved lav vannføring i Jøra.

Rapporten presenterer beskyttelsessoner for grunnvannsuttaget. Det er presentert beskyttelsessoner og tilhørende forslag til klausuleringsbestemmelser i kapittel 8.

► Innhold

1	Innledning	6
2	Oversikt over brønner og peilerør	7
3	Geologi og grunnvannsmagasin	9
4	Klima og hydrologi	11
4.1	Avrenningsforhold og vannbalanse	11
4.2	Vannføringsdata målestasjon Aulestad	11
5	Korttids pumpetest	13
5.1	Korttids pumpetest i BR2 og BR4	13
5.2	Korttids pumpetest i Pb5 og Pb6	13
5.2.1	<i>Metode</i>	13
5.2.2	<i>Resultater</i>	13
6	Langtids pumpetest i BR2 og BR4	16
6.1	Metode	16
6.1.1	<i>Pumping og overvåkning av grunnvannsnivå</i>	16
6.1.2	<i>Uttak av vannprøver og analyser</i>	17
6.2	Målinger av grunnvannsnivå	17
6.2.1	<i>Grunnvannsnivå og -strømningsretning uten pumping</i>	17
6.2.2	<i>Senkning i produksjonsbrønner</i>	19
6.2.3	<i>Senkning på brønnefeltet</i>	22
6.2.4	<i>Senkningstrakt ved lav vannføring i Jøra (uten vann i sideløp)</i>	25
6.2.5	<i>Senkningstrakt ved høy vannføring i Jøra (vann i sideløp)</i>	26
6.3	Temperatur på brønnefeltet	29
6.4	Vannkvalitet på brønnefeltet	30
6.4.1	<i>Vannkvalitet i produksjonsbrønner</i>	30
6.4.2	<i>Vannkvalitet i Jøra</i>	36
7	Diskusjon	37
7.1	Produksjonsbrønnenes kapasitet	37
7.2	Vannbalanse og brønnefeltets kapasitet	38
7.3	Influensområde	38
7.3.1	<i>Pumpetest</i>	38
7.3.2	<i>Numerisk modellering</i>	39
7.4	Vannkvalitet	39
7.5	Oppsummering	39
8	Beskyttelsessoner og restriksjoner	41
8.1	Inndeling i beskyttelsessoner	41

8.2	Restriksjoner	44
9	Referanser	46
10	Vedlegg	47

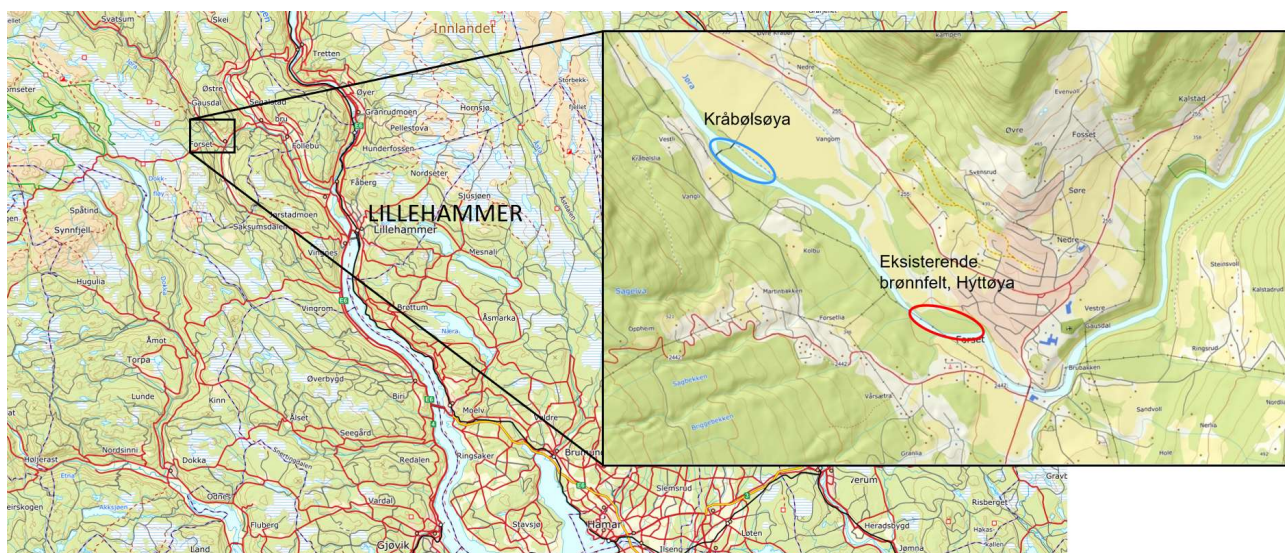
1 Innledning

Gausdal kommune har behov for å øke vannforsyningskapasiteten i kommunen. Det pågår et arbeid med vurdering av mulige vannkilder, der både overflatevann og grunnvann inngår i vurderingen. I forbindelse med dette arbeidet ble det utført langtids prøvepumping og supplerende boringer på nåværende brønnfelt på Hyttøya i 2020-2021 (se Figur 1-1), for å kartlegge om kapasiteten til Forset vannverk kunne økes [1] [2]. Grunnvannet på Hyttøya har høye konsentrasjoner av jern og mangan, som medfører at brønnene må rehabiliteres relativt ofte. Den samlede kapasiteten til brønnfeltet på Hyttøya er heller ikke tilstrekkelig stor. Det ble derfor anbefalt å kartlegge om en løsmasseavsetning ved Kråbølsøya kan være egnet som grunnvannskilde, med bygging av nytt vannbehandlingsanlegg tilknyttet Forset vannverk.

Det ble boret fire undersøkelsesbrønner på Kråbølsøya i juni 2020. Resultatene fra kornfordelingsanalyser av massene og korttids pumpe tester av brønnene viste lovende resultater for uttak av grunnvann på deler av øya (rapport 5196825_04, datert 09.03.2021). Det ble derfor besluttet å etablere to fullskala produksjonsbrønner. Det ble utført korttids pumpe test i produksjonsbrønnene i november 2021 (rapport KRÅ-01). Langtids prøvepumping ble utført perioden mars-oktober 2022, samt januar-juni 2023. I tillegg er det boret og prøvepumpet to supplerende undersøkelsesbrønner i oktober/november 2021 (rapport KRÅ-01), samt boret 4 peilebrønner nord for Kråbølsøya i april 2022. Rapporter som omhandler brønnboring og tidligere undersøkelser er vedlagt i vedlegg 5.

Hensikten med langtids prøvepumpingen på Kråbølsøya har vært å dokumentere brønnenes og brønnfeltets kapasitet og vannkvalitet. Denne rapporten oppsummerer resultater fra korttids og langtids pumpe test i de to produksjonsbrønnene på Kråbølsøya. I tillegg presenterer rapporten resultater fra korttids pumpe tester i peilebrønnene Pb5 og Pb6.

Dimensjonerende vannbehov i normale forsyningssituasjoner vil være inntil ca. 35 l/s, men i spesielle situasjoner ved forsyning av reservevann kan det bli behov for å ta ut inntil 45 l/s.



Figur 1-1. Situasjonsskart for området. Kråbølsøya befinner seg ca. 1,5 km oppstrøms eksisterende brønnfelt på Hyttøya.

2 Oversikt over brønner og peilerør

Tabell 2-1 viser plassering av produksjonsbrønner (BRx) og undersøkelses- og peilebrønner (NO3_Pbx) på Kråbølsøya. Kart over brønnfeltet er vist i Figur 2-1. Produksjonsbrønnene BR2 og BR4 befinner seg ca. 3-5 m fra hhv. NO3_Pb2 og NO3_Pb4. Peilebrønnene vil videre i rapporten omtales som PbX.

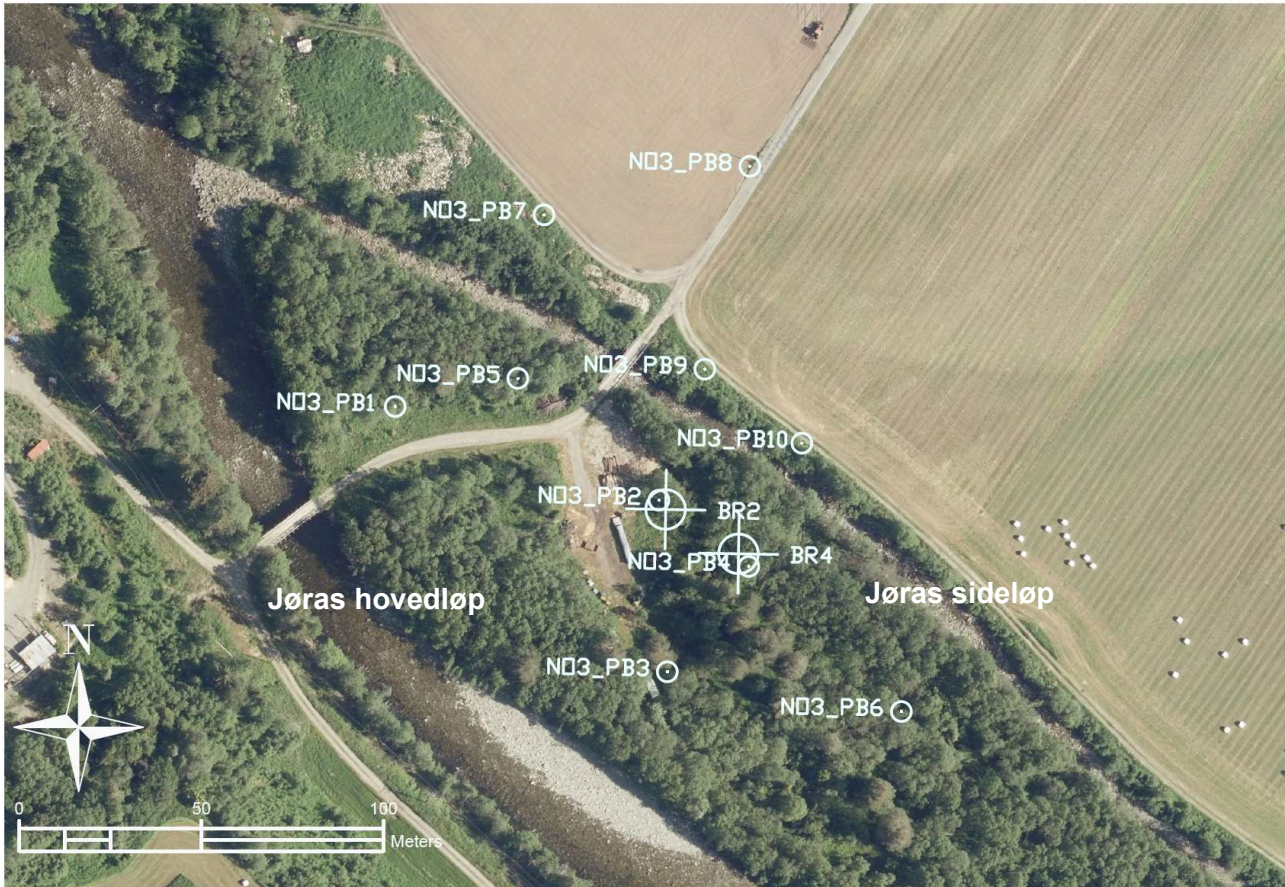
Tabell 2-1. Data for peilebrønner og produksjonsbrønner.

	X UTM32	Y UTM32	Føringsrør topp kote	Avstand terreng- føringsrør (m)	Terreng- kote	Filterdyp (m under terreng)	Dybde til berg (m under terreng)	Berg- kote
NO3_PB1	559509,9	6786756,1	314,33	1,146	313,2	5-8	15,5	297,7
NO3_PB2	559582,7	6786731,6	312,66	0,833	311,8	12-16	16	295,8
NO3_PB3	559585,8	6786684,6	313,01	0,837	312,2	6,2-8,2	9,2	303,0
NO3_PB4	559607,7	6786713,9	312,58	1,021	311,6	7,5-10,5	12,5	299,1
NO3_Pb5	559543,5	6786764,4	313,40	1,32	312,1	7-13	17	295,1
NO3_Pb6	559650,3	6786674,8	312,32	1,2	311,1	6-10	14	297,1
NO3_Pb7	559549,9	6786809,4	314,23	0,78	313,5	5-11	-	-
NO3_Pb8	559606,2	6786823,6	315,00	0,79	314,2	5-10	-	-
NO3_Pb9	559594,7	6786767,8	313,37	0,83	312,5	4-16	17	295,5
NO3_Pb10	559621,7	6786748,0	313,06	0,97	312,1	4-10	-	-
BR2	559584,6	6786729,1	312,47	0,875	311,6	9-12	-	-
BR4	559604,8	6786717,3	312,48	1,125	311,4	8-10	-	-

Filteret i produksjonsbrønnene BR2 og BR4 er plassert hhv. 9-12 og 8-10 m under terreng. Se detaljer i Tabell 2-2 og rapport KRÅ-01 (vedlegg 5).

Tabell 2-2. Detaljer for filter og pumper i pumpebrønnene.

Brønn	Filterdybde	Kote filter (moh.)	Pumpeinntak
BR2	10,0-13,0 m under topp foring (9-12 m under terreng)	+299,59-302,59	8,7 m under topp foring
BR4	9,0-11,0 m under topp foring (8-10 m under terreng)	+301,35-303,35	9,8 m under topp foring



Figur 2-1. Peilebrønner (NO3_PBx) og produksjonsbrønner (BRx) på brønnfeltet.

3 Geologi og grunnvannsmagasin

Kråbølsøya er en øy i elva Jøra, rundt 1,5 km nordvest for og oppstrøms vannverket på Forset. Ved høy vannføring går det et sideløp langs nordsiden av øya, mens det ved lave vannføringer i Jøra ikke er vann i sideløpet, og øya er da tilknyttet nordre elvebredd. Terrengtet på øya og på nordsiden av elva er forholdsvis flatt rundt kote +312, med slakt fall mot sørøst. På sørvestsiden av elva stiger terrengtet bratt, mens på nordøstsiden er det først slakt stigende terreng i rundt 450 m, før terrengtet stiger bratt mot nord.

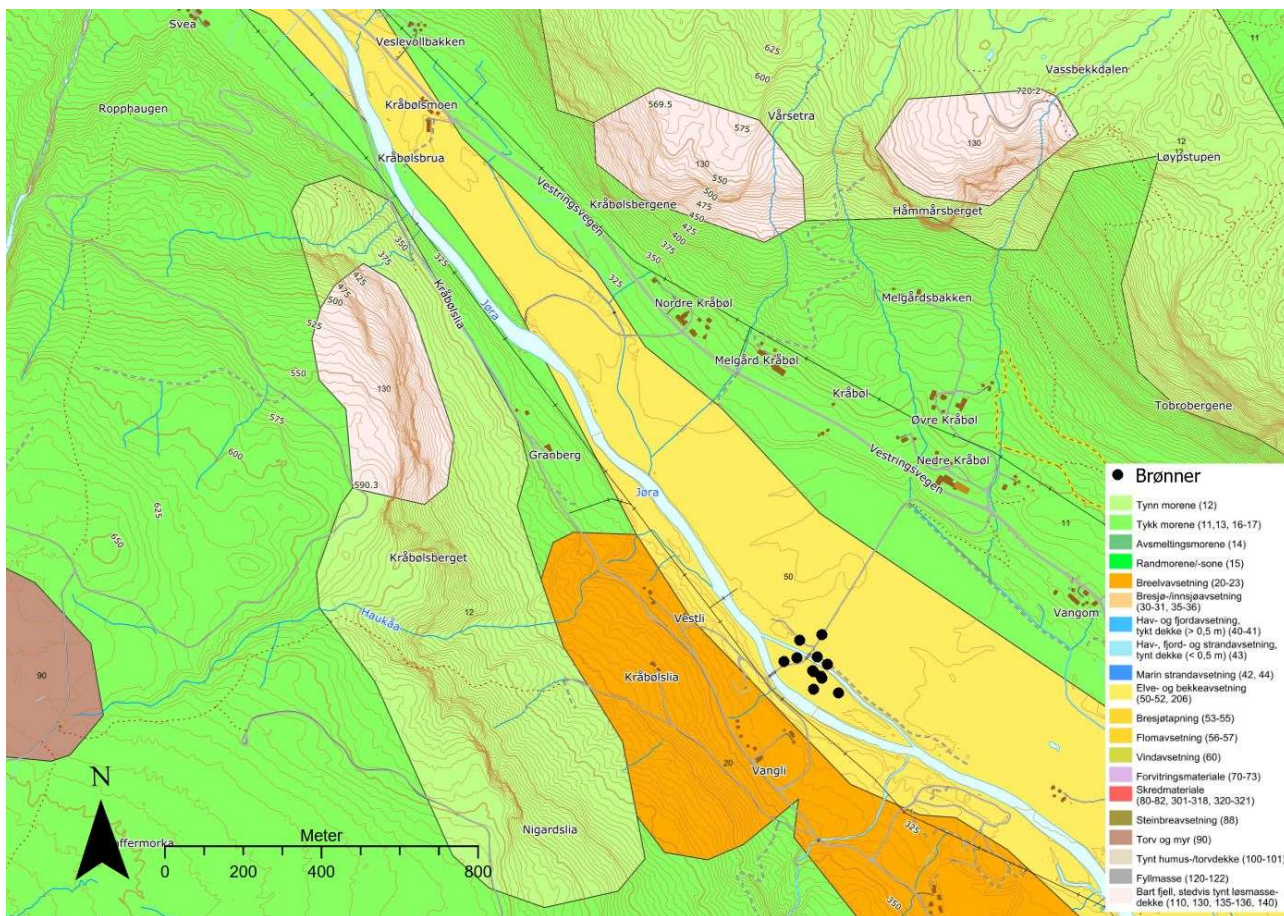
Iht. NGUs løsmassekart [3] består løsmasseavsetningene langs Jøra, ved Kråbølsøya, av elveavsetninger, med breelvavsetning og morenemateriale i terrengtet omkring (se Figur 3-1). Trolig dukker breelv- og moreneavsetningene under elveavsetningene i dalbunnen.

Boringer på Kråbølsøya og nord for sideløpet til Jøra, viser at mektigheten på løsmasseavsetningen varierer mellom ca. 9-17 m omkring brønnfeltet. Det er grunnest til berg langs sørsiden av øya (Pb3) og dypest langs nordsiden og nord for sideløpet (Pb5 og Pb7). Øvrige prøveboringer på øya viser dybde til berg på ca. 13,5-16 m under terreng.

Det antas at elve- og breelvavsetningene i dalbunnen utgjør et stort grunnvannsmagasin, med en bredde på ca. 400-500 m ved Kråbølsøya, og som strekker seg flere hundre meter i hver retning parallelt med Jøra, både oppstrøms og nedstrøms Kråbølsøya. Naturlig nydannelse av grunnvann i grunnvannsmagasinet foregår som infiltrasjon av ellevann fra Jøra og infiltrasjon av nedbør og avrenning på terreng i dalen oppstrøms Kråbølsøya, samt fjellene i nordøst og sørvest. Snøsmelting og nedbør påvirker både grunnvannsnivå i grunnvannsmagasinet og vannføringen i Jøra. Naturlige variasjoner i grunnvannsnivå er normalt rundt 1 m. Grunnvannsstrømningen går i retning V-Ø til NV-SØ, med en gradient på rundt 0,006-0,01.

Det er god hydraulisk kontakt mellom Jøra og akviferen på Kråbølsøya. Dette gjenspeiles i en tydelig sammenheng og rask respons mellom vannføring i Jøra og grunnvannsnivå, samt påvirkning fra ellevann på temperatur og ledningsevne i grunnvannet på Kråbølsøya og langs sideløpet i nord. Spesielt god kontakt er det ved høy vannføring når det går vann i sideløpet.

Prøveboring, kornfordelingsanalyser og pumpetester viser at det er noe variasjon i løsmasseavsetningens lagdeling, massesammensetning og hydrauliske konduktivitet. Det er generelt kartlagt grovere og mer permeable masser langs nordsiden av øya enn sørsiden. Langs nordsiden består massene hovedsakelig av grus og sand, med lavt innhold av silt og leire (<4 %). Effektiv porøsitet varierer mellom 15-23 %. Gjennomsnittlig hydraulisk konduktivitet i massene er estimert til hhv. $5 \cdot 10^{-3}$ m/s i Pb2 og $1,3 \cdot 10^{-3}$ m/s i Pb4, basert på kornfordelingskurver (se rapport 5196825_04 i vedlegg 5). I Pb5 og Pb6 er det kartlagt noe finere masser enn i Pb2 og Pb4. Hydraulisk konduktivitet er gjennomsnittlig ca. $6,3 \cdot 10^{-4}$ m/s i Pb5, og $6,9 \cdot 10^{-4}$ m/s i Pb6 (se rapport KRÅ-01, vedlegg 5). Vest på øya (i Pb1) er det kartlagt et lag med siltig sand fra 8-10 m under terreng. Tilsvarende lag er ikke observert tydelig i andre borepunkter.



Figur 3-1: Løsmassekart over Kråbøl. Peile- og produksjonsbrønner er vist på svarte prikker.

4 Klima og hydrologi

4.1 Avrenningsforhold og vannbalanse

Kråbølsøya ligger langs nordsiden av elva Jøra, og utgjør en øy i elva ved høye vannføringer. Jøra er en del av Gausavassdraget, som renner ut i Lågen ved Fåberg [4]. Ved Kråbølsøya er Jøras nedbørsfelt ca. 570 km². Middelavrenningen er 17,1 l/(s*km²), som gir total avrenning på 9750 l/s. Alminnelig lavvannføring, som tilsvarer 5-percentilen gjennom året, er 1,4 l/(s*km²) som gir en vannføring på 800 l/s dersom det multipliseres med størrelsen på nedbørsfeltet (ca. 570 km²). I Tabell 4-1 er relevante vannføringsdata for Jøra ved Kråbølsøya sammenstilt. For NVEs målestasjon på Aulestad er alminnelig lavvannsføring (5%-persentilen (år)) ca. 1,3 m³/s [4].

Tabell 4-1: Lavvannsindeksler ved Kråbølsøya hentet fra NEVINA [4].

Indeksler	Avrenning l/(s*km ²)	Vannføring (l/s)
Normalvannføring	17,1	9700
Alminnelig lavvannsføring	1,4	800
5-percentil (år)	1,4	800
5-percentil sommer (1/5-30/9)	3	1710
5-percentil vinter (1/10-30/4)	1,3	740

Årsnedbøren er ca. 670 mm, der ca. halvparten faller i sommerhalvåret og halvparten i vinterhalvåret. Sommertemperaturen i området har gjennomsnitt på 7,16 °C, mens vintertemperaturen har gjennomsnitt på -6,27 °C [4]. Vinternedbør faller som regel som snø, som gir lav vannføring i Jøra om vinteren og høy vannføring gjennom snøsmeltingsperioden som normalt skjer i mai.

Nedbørsfelt, nedbør- og avrenningstall er hentet fra NVEs nettside NEVINA [4].

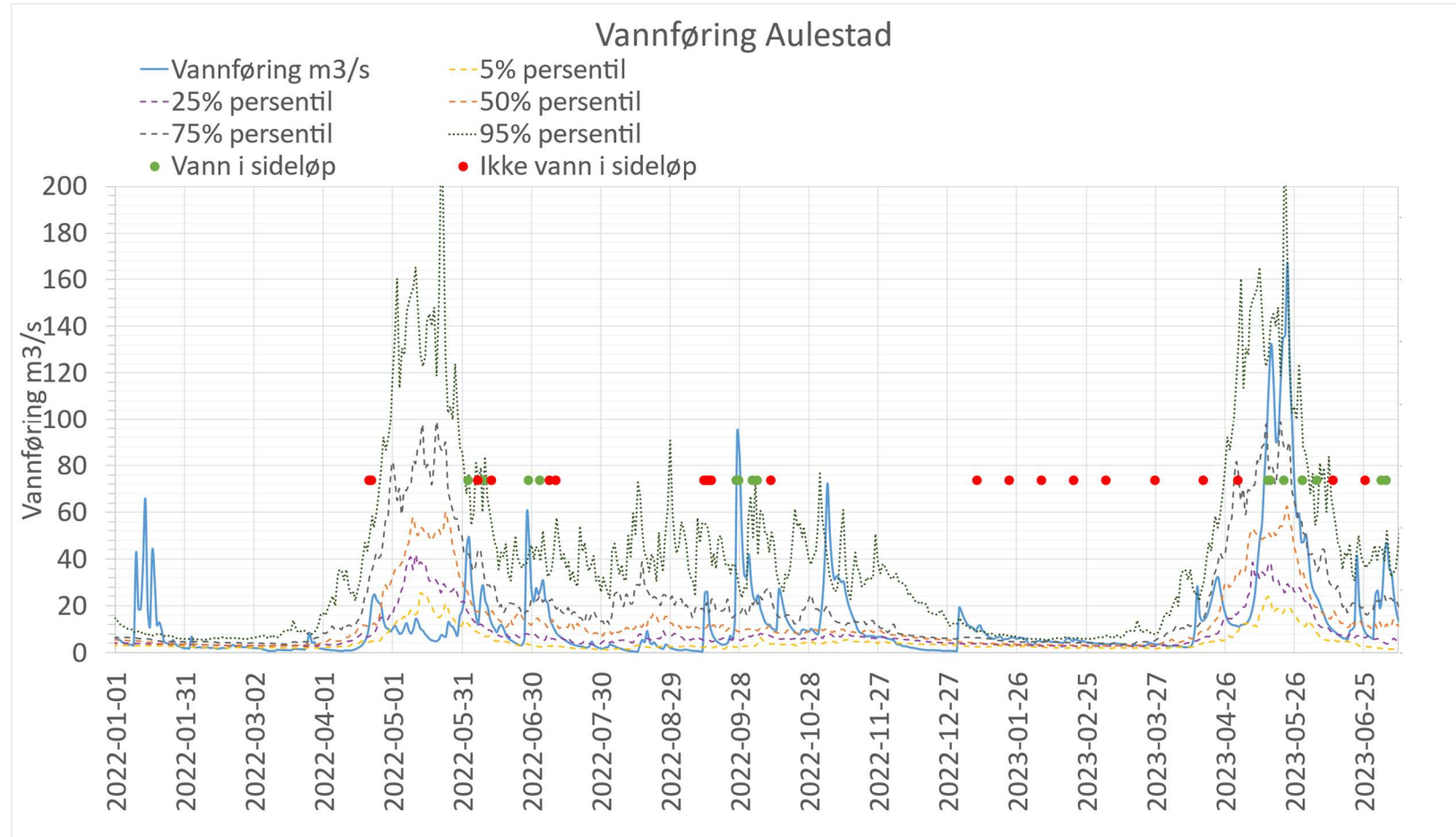
4.2 Vannføringsdata målestasjon Aulestad

Av målestasjoner som måler vannføring i elver er NVEs målestasjon på Aulestad nærmest, som befinner seg nedstrøms Kråbølsøya. Aulestad måler vannføring i elva etter at Jøra har sammenløp med Gausa. Vannføringen ved Aulestad vil dermed være høyere enn vannføringen til Jøra ved Kråbølsøya, men forholdene vurderes likevel å gjenspeile variasjonene i Jøra. Estimert middelavrenning i Jøra ved Kråbølsøya utgjør ca. 67% av vannføringen ved Aulestad.

Vannføringsmåledata fra NVEs målestasjon ved Aulestad er vist i Figur 4-1. Perioden fra mars til september 2022, altså hovedparten av prøvepumpingsperioden i 2022, har vært svært tørr. Det kom betydelige mengder nedbør først i slutten av september 2022. Vannføringen ved Aulestad har vært under 25%-persentilen (år) 45% av dagene, og under 5%-persentilen (år) 24 % av dagene i 2022. På det aller laveste den 15.08.2022 var vannføringen ved Aulestad kun 0,346 m³/s, som vil si under en fjerdedel av 5-percentilen. Til sammenligning var vannføringen på Aulestad gjennom vintersesongen 2020-2021 (november 2020 – april 2021) aldri målt lavere enn 2,89 m³/s (23. mars 2021). Gjennom langtids pumpe testen for BR2 og BR4 frem til 25. september 2022 har derimot vannføringen ved Aulestad vært under 2,89 m³/s 80 dager. Dette utgjør nær halvparten av dagene i pumpeperioden i 2022.

Perioden det har pågått pumping i 2023 har vært en mer normal sesong mtp. vannføring (Figur 4-1), med lav og gradvis avtakende vannføring utover vinteren, og økning i vannføring i april-juni. Sommeren 2023 har vært våtere enn normalen.

Pumpingen i 2022 har foregått gjennom en lengre periode med svært lav vannføring i Jøra. Jøras sideløp har vært tørt i nesten hele denne perioden, med unntak av noen få dager i juni, juli og slutten av september/begynnelsen av oktober. 2023 gjenspeiler en mer normal vinter og vår. Det var flere dager i mai 2023 hvor det var vann i Jøras sideløp forbi Kråbølsøya.



Figur 4-1. Vannføringsdata for pumpeperioden fra NVEs målestasjon på Aulestad [5]. Plutselig stigning i vannføring 1. januar 2023 skyldes at verdiene for 2023 ikke er korrigert for isoppstiving, og viser der for en overestimert av vannføringen.

5 Korttids pumpetest

5.1 Korttids pumpetest i BR2 og BR4

Resultater og feltmålinger fra korttids pumpetest av BR2 og BR4, hvor det ble pumpet i 1,5-2 uker i november 2021, er vist i vedlegg 5. Oppsummering er vist i Tabell 5-1. På dette tidspunktet var det vann i Jøras sideløp. Detaljer om metode og resultater fra pumpetesten er beskrevet i rapport KRÅ-01 (vedlegg 5).

Tabell 5-1. Senkningsdata fra pumpetester over 1,5-2 uker i produksjonsbrønnene (november 2021), BR2 og BR4.

	Grunnvannsnivå før pumpestart (m under brønntopp)	Grunnvannsnivå ved pumping (m under brønntopp)	Senkning (m)	Pumperate (l/s)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Ledningssevne (µS/cm)	Temperatur (°C)
BR2	2,76	3,26	0,5	10,87	21,7	135	5,9-6,5
BR4	2,86	4,21	1,35	10,87	8,1	94	6,5

5.2 Korttids pumpetest i Pb5 og Pb6

Pb5 og Pb6 ble pumpet over kort tid i november 2021, men resultatene fra testen var ikke entydige (se rapport KRÅ-01, vedlegg 5). Peilebrønnene ble derfor korttids pumpetestet igjen 21. april 2022. BR2 og BR4 hadde vært stoppet i to døgn før korttids pumpetesten startet.

5.2.1 Metode

Brønnene ble pumpet med sugepumpe i ca. 3 timer, med pumperate på 2 l/s. Grunnvannsnivået i brønnen ble overvåket med trykksensor underveis i pumpingen. Ledningsevne og temperatur ble målt i det utpumpede vannet underveis. Det ble tatt vannprøve på slutten av pumpeperioden.

5.2.2 Resultater

Grunnvannssenkning i brønnene

Tabell 5-2 viser senkningsdata i peilebrønnene. Spesifikk kapasitet sier noe om hvor mye senkning som kan forventes i brønnen avhengig av hvor mye vann brønnen gir. Testene er gjort ved lav vannføring i Jøra, og uten vann i Jøras sideløp.

Pumpetesten viser tilsvarende kapasitet for Pb5 som prøvepumping utført i november 2021 (da det var vannføring i sideløpet til Jøra). Kapasiteten i Pb6 er derimot noe lavere enn testen i november 2021 [6].

Resultatene indikerer at kapasiteten til Pb5 er i størrelsesorden 2-3 l/s pr. m senkning og at kapasiteten i liten grad er påvirket av vannføringen i sideløpet. Kapasiteten til Pb6 er i større grad påvirket av vannføringen i sideløpet, der spesifikk kapasitet fremstår å være omkring 2 l/s pr. m senkning ved lav vannføring, og høyere ved vannføring i sideløpet.

Feltemålinger under pumpetest viser noe lavere ledningsevne i Pb5 enn Pb6, tilsvarende som i november 2021, som tyder på noe høyere tilsig av elvevann i Pb5.

Tabell 5-2. Grunnvannssenkning i Pb5 og Pb6 under korttids pumpetest 21. april 2022.

Brønn	Pumperate	Senkning	Spesifikk kapasitet	Ledningsevne	Temperatur
Pb5	2 l/s	0,72 m	2,8 l/s pr. m senkning	4,6 mS/m	4,5 °C
Pb6	2 l/s	1 m	2 l/s pr. m senkning	7,5 mS/m	4,8 °C

Vannkvalitet i brønnene

Tabell 5-3 viser analyseresultater fra vannprøvene som ble tatt på slutten av pumpetiden. Resultatene er sammenstilt med analyseresultater fra da peilebrønnene ble prøvetatt i november 2021.

Vannet i begge peilebrønnene var svakt surt i november 2021 og svakt basisk i april 2022. Fargetall er lavt i begge brønner, og vannet er bløtt. Innhold av jern og mangan er lavt. Det er påvist lave konsentrasjoner av nitrat i vannet. Nitratkonsentrasjonen i Pb6 er noe høyere i prøven som ble tatt i april 2022 enn i prøven fra november 2021 (hhv. 1,6 mg/l og 0,91 mg/l), som kan henge sammen med at andelen tilsig av elvevann var større i november.

Resultatene for ledningsevne på lab stemmer overens med målinger i felt.

Vannkvaliteten er god i både Pb5 og Pb6. Det er ikke analysert for mikrobiologiske parametere da brønnene ikke ble desinfisert og pumpetiden for kort til å kunne gi representative resultater.

Tabell 5-3. Analyseresultater fra november 2021 og april 2022, for peilebrønnene Pb5 og Pb6.

	Enhet	Grenseverdi/ tiltaksgrense iht. drikkevanns- forskriften	NO3_Pb5	NO3_Pb5	NO3_Pb6	NO3_Pb6
pH		6,5-9,5	6,7	7,2	6,7	7,2
Turbiditet	FNU	1	0,66	0,27	0,31	0,84
Ledningsevne	mS/m	250	4,86	4,23	6,58	6,95
Fargetall	mgPt/L	20	3		3	
Jern filtrert	µg/L	200	2,32	<5	<4	<5
Mangan filtrert	µg/l	50	0,233	0,14	0,186	0,17
Ca (Kalsium)	mg/L		6,44	5,1	9,48	8,7
Mg (Magnesium)	mg/L		1,35	1,2	1,83	1,9
Natrium	mg/l	200		0,71		0,87
Kalium	mg/l			<0,5		0,6
Alkalinitet v/pH 4,5	mmol/L		0,4		0,531	

Alkalinitet v/pH 8,3	mmol/L		<0,150		<0,150	
Total nitrogen	mg/L		0,68	0,403	1,53	1,61
Nitrat + nitritt (N)	mg/L	10	0,42	0,375	0,911	1,6
Nitrat-N (NO ₃ -N)	mg/L	10	0,42		0,911	
Nitrat som NO ₃	mg/L	50	0,952		2,07	
Nitritt-N (NO ₂ -N)	mg/L		<0,004		<0,004	
Nitritt som NO ₂	mg/L	0,5	<0,013		<0,013	
KOF-Mn	mg/L		0,8		0,99	
Hardhet	°dH		1,21	0,98	1,75	1,6
P-total	mg/l			0,005		<0,005

6 Langtids pumpetest i BR2 og BR4

Kapittelet presenterer metode for langtids pumpetest og resultater for kapasitet og kvalitet i BR2 og BR4.

6.1 Metode

6.1.1 Pumping og overvåkning av grunnvannsnivå

Det ble først utført en kortere pumpetest i hver av produksjonsbrønnene i november 2021. Det var på dette tidspunktet høy vannføring i Jøra og vann i sideløpet. Brønnene ble pumpet én av gangen med en pumperate på 10,87 l/s i 1,5-2 uker (rapport KRÅ-01, vedlegg 5).

Det ble installert med fullskala pumper i produksjonsbrønnene BR2 og BR4 i begynnelsen av mars 2022. Pumpene ble startet umiddelbart. Filteret i BR2 er plassert 9-12 m under terreng. I BR4 er filteret plassert 8-10 m under terreng. Pumpene ble i utgangspunktet plassert med bunnen av pumpene 0,5 m over filtertopp. Dette tilsvarer pumpeinntak 8,7 m og 8 m under brønntopp i hhv. BR2 og BR4. Grunnet svært tørr vår og sommer i 2022 ble pumpen i BR4 senket med 1,8 m i midten av mai (pumpeinntak 9,8 m under brønntopp, dvs. i øvre del av filternivå), slik at noe større senkning kunne tillates i brønnen.

Langtids pumpetest ble i første omgang utført i perioden fra mars 2022 til 10. oktober 2022. BR2 og BR4 ble i denne perioden pumpet parallelt med en samlet pumperate på 29-35 l/s (se Tabell 6-1). Våren og sommeren 2022 var uvanlig tørr, før det i slutten av september 2022 falt betydelige mengder nedbør. Nedbøren økte vannføringen i Jøra betraktelig, og ga også vannføring i Jøras sideløp. Denne høye vannføringen medførte påvisning av mikrobiologiske parametere i råvannet. Det ble besluttet å utvide prøvepumpingstiden for å få bedre prøvegrunnlag for vannkvalitet i perioder med høy vannføring, samt å dokumentere kapasiteten til brønnene gjennom en hel vinter. Pumpene ble derfor startet opp igjen 3. januar 2023 og ble avsluttet 5. juli 2023. Det ble pumpet på totalt 30 l/s fra de to produksjonsbrønnene i hele perioden, derav 20 l/s i BR2 og 10 l/s i BR4 (se Tabell 6-1).

Pumperatene har variert noe i 2022, men har gått kontinuerlig (med unntak av ca. 3 dagers opphold i april 2022) med rater vist i Tabell 6-1. I 2023 har pumperatene vært konstante.

Tabell 6-1. Pumperater for produksjonsbrønnene i testperioden.

Brønn	7/3-14/3 2022	14/3-5/5 2022	5/5-9/5 2022	9/5-29/7 2022	29/7-10/10 2022	3/1-5/7 2023
BR2	20 l/s	20 l/s	23 l/s	23 l/s	20 l/s	20 l/s
BR4	15 l/s	10 l/s	10 l/s	11 l/s	9 l/s	10 l/s
Totalt	35 l/s	30 l/s	33 l/s	34 l/s	29 l/s	30 l/s

Utløpet til pumpebrønnene har vært til Jøras sideløp. Etter første måned med pumping ble det oppdaget at utløpet var for nærme de to pumpebrønnene og at det påvirket vannstanden i peilebrønnene omkring. Utløpet ble derfor forlenget mot sør i april 2022. Ved oppstart av ny pumpeperiode i 2023 ble utløpene forlenget ytterligere, godt forbi Pb6, for å være helt sikker på at peilebrønnene ikke ble påvirket av utpumpet vann. Pumpingen i 2022 ga indikasjoner på at Pb6 ikke var påvirket av pumpingen i BR2 og BR4, men etter utløpet ble forlenget ytterligere i 2023 ble det sett noe påvirkning fra pumpingen på Pb6. Dette vitner om at utløpene var for korte i 2022. Grunnvannsnivåene som er målt i Pb6 (og Pb10) i 2023 vurderes å være representative.

Grunnvannsnivå i peilebrønner er overvåket i hele pumpeperioden (peilebrønner på jordet nord for Kråbølsøya ble boret i april 2022, se KRÅ-07 i vedlegg 5). Det ble hengt ut trykksensorer (Diverse fra Van

Essen) i brønnene for å overvåke grunnvannsnivå og -temperatur gjennom pumpeperioden. Frem til 22. april 2022 hang det diverse i produksjonsbrønnene og i peilebrønnene Pb1, Pb3, Pb5 og Pb6. Etter boring av Pb7-Pb10 i april 2022 har det blitt logget trykk og temperatur i disse nye peilebrønnene, samt i BR2, BR4, Pb5 og Pb6. Fra januar til begynnelsen av august 2023 har det hengt trykksensorer i alle peilebrønner, men ikke i produksjonsbrønnene. Sensorene har registrert grunnvannsnivå og temperatur én gang i timen i hele pumpeperioden. Det hang trykksensorer i begge produksjonsbrønner i 2022, men disse har hengt rett over toppen av pumpen for å unngå at de skulle sette seg fast. Senkningen i brønnene har vært større enn dette store deler av pumpeperioden, og det mangler derfor data fra på trykk og temperatur i BR2 og BR4 i flere tidsrom. Grunnvannsstand i alle brønnene har vært målt manuelt jevnlig gjennom periodene.

6.1.2 Uttak av vannprøver og analyser

Det er tatt ut vannprøver fra BR2 og BR4 1-4 ganger i måneden gjennom pumpeperiodene. I gjødslingssesongen, samt dager med høy vannføring i Jøra, har det blitt tatt prøver oftere. Hovedparten av prøvene er analysert for mikrobiologiske parametere, samt utvalgte karakteriserende parametere. For 2 av prøverundene er analysert for parametere i drikkevannspakke B. Se prøvetakingsprogram KRÅ-06 i vedlegg 5.

Peilebrønnene Pb7, Pb8, Pb9 og Pb10 har blitt prøvetatt med «Gigant»-pumper gjennom gjødslingsperioden i 2022. Det har blitt benyttet én pumpe per brønn, og brønnene har blitt lenset tilsvarende tre brønnvolum før prøvetaking. Hensikten har vært å sammenlikne nitrogenkonsentrasjonene i grunnvannet på jordet med nitrogenkonsentrasjonene i produksjonsbrønnene. Peilebrønnene har blitt prøvetatt totalt syv ganger fra 16. mai til 25. juli 2022.

Det er tatt ut flere vannprøver av elvevannet i hovedløpet i Jøra i pumpeperiodene. Elvevannet er analysert for ledningsevne, fargetall, nitrat/nitrogen og mikrobiologiske parametere. Sistnevnte med hensikt å avdekke om ev. mikrobiell forurensning fra elva når brønnene.

Temperaturen i utpumpet grunnvann fra produksjonsbrønnene og i elva er målt manuelt ved prøvetaking.

Uttak av prøver er utført av Gausdal kommune. Analyser er utført av SGS Analytics Norway AS, som holder til på Hamar.

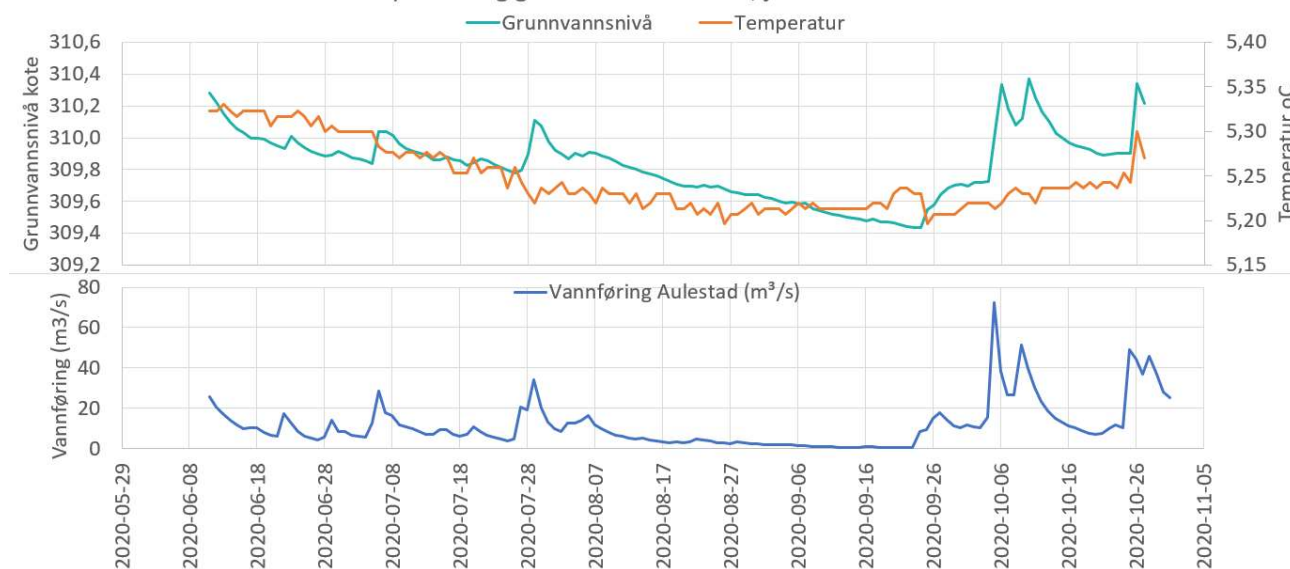
6.2 Målinger av grunnvannsnivå

Kapittelet presenterer grunnvannsnivå på brønnfeltet uten pumping, samt med pumping av produksjonsbrønner ved hhv. lav og høy vannføring i Jøra. Komplette måledata over grunnvannsnivå er lagt i vedlegg 1 og 2.

6.2.1 Grunnvannsnivå og -strømningsretning uten pumping

Grunnvannsnivået og temperaturen i Pb2 ble overvåket gjennom sommeren og tidlig høst 2020 (se rapport [7]). Figur 6-1 viser resultater fra overvåkingen. Grunnvannsnivået i Pb2 varierte den gang med 1 m, mellom ca. kote +309,4 til +310,4. Temperaturen viste mindre svingninger mellom ca. 5,2 og 5,3 °C.

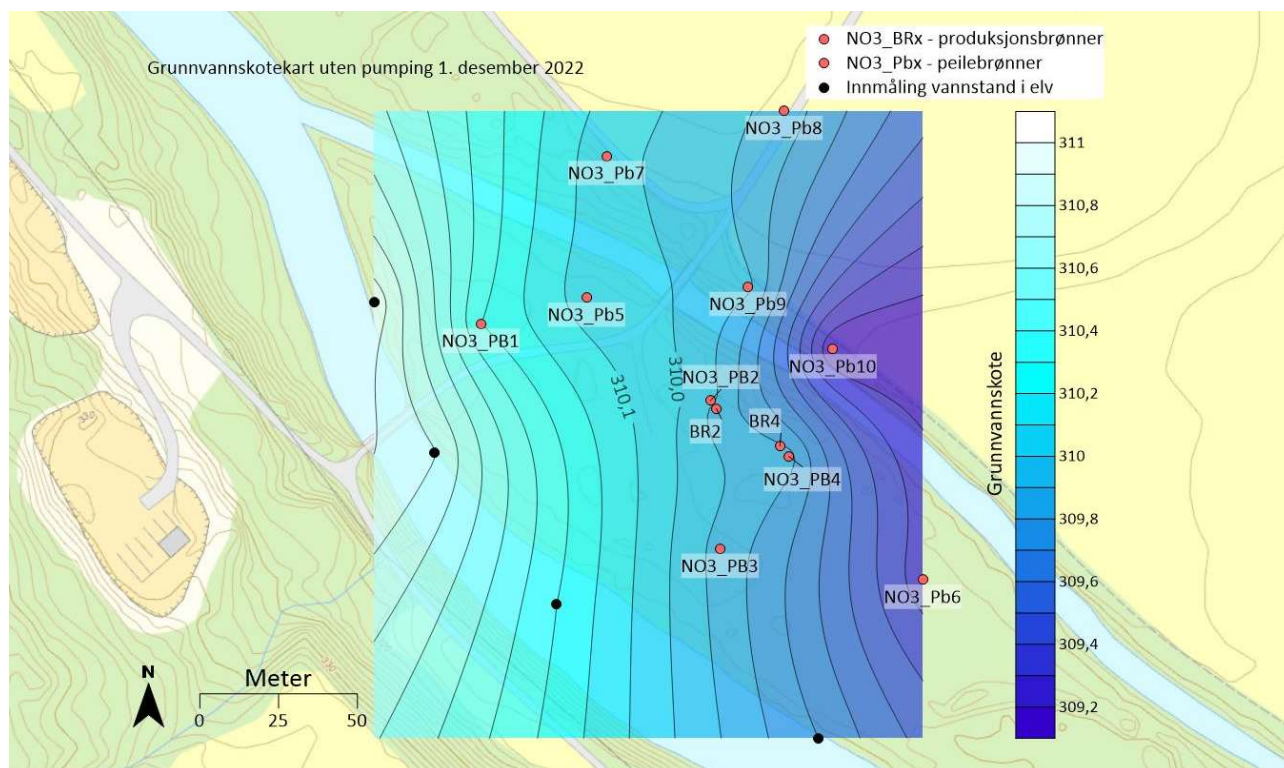
Temperatur og grunnvannsnivå i Pb2, juni-oktober 2020



Figur 6-1. Grunnvannsnivå og temperatur i Pb2 fra juni til oktober 2020, sammenstilt med vannføringsdata fra Aulestad [5].

Figur 6-2 viser grunnvannsnivå på brønnfeltet 1. desember 2022, hvor pumpene ikke var i drift. Grunnvannskotekartet er basert på manuelle målinger av grunnvannsnivå og av vannoverflaten i 4 punkter langs Jøra. Situasjonen vist i Figur 6-2 er representativ for strømningsforholdene på området når produksjonsbrønnene ikke er i drift, i en periode med relativt lav vannføring (ca. 6 m³/s på Aulestad) og uten vann i sideløpet.

Figuren viser at naturlig strømningsretning på grunnvannet på Kråbølsøya er fra V mot Ø. På nordsiden av øya dreier strømningsretningen mot VNV-ØSØ.



Figur 6-2. Grunnvannsnivå på brønnefeltet uten pumping 1. desember 2022.

6.2.2 Senkning i produksjonsbrønner

Senkning i brønnene varierer svært mye avhengig av vannføring i Jøra, og avhenger spesielt av om det er vann i Jøras sideløp på nordsiden av Kråbølsøya, samt som følge av naturlige variasjoner i grunnvannsnivå.

Figur 6-3 viser en tidsserie over grunnvannsnivå i produksjonsbrønnene sammenstilt med vannføringen i Gausa målt på Aulestad gjennom pumpeperiodene. Det var vann i Jøras sideløp i enkelte kortere perioder i juni og juli 2022, fra 27. september frem til 6. oktober 2022 (Figur 4-1), og en lengre periode i mai/juni 2023 (se Figur 6-3).

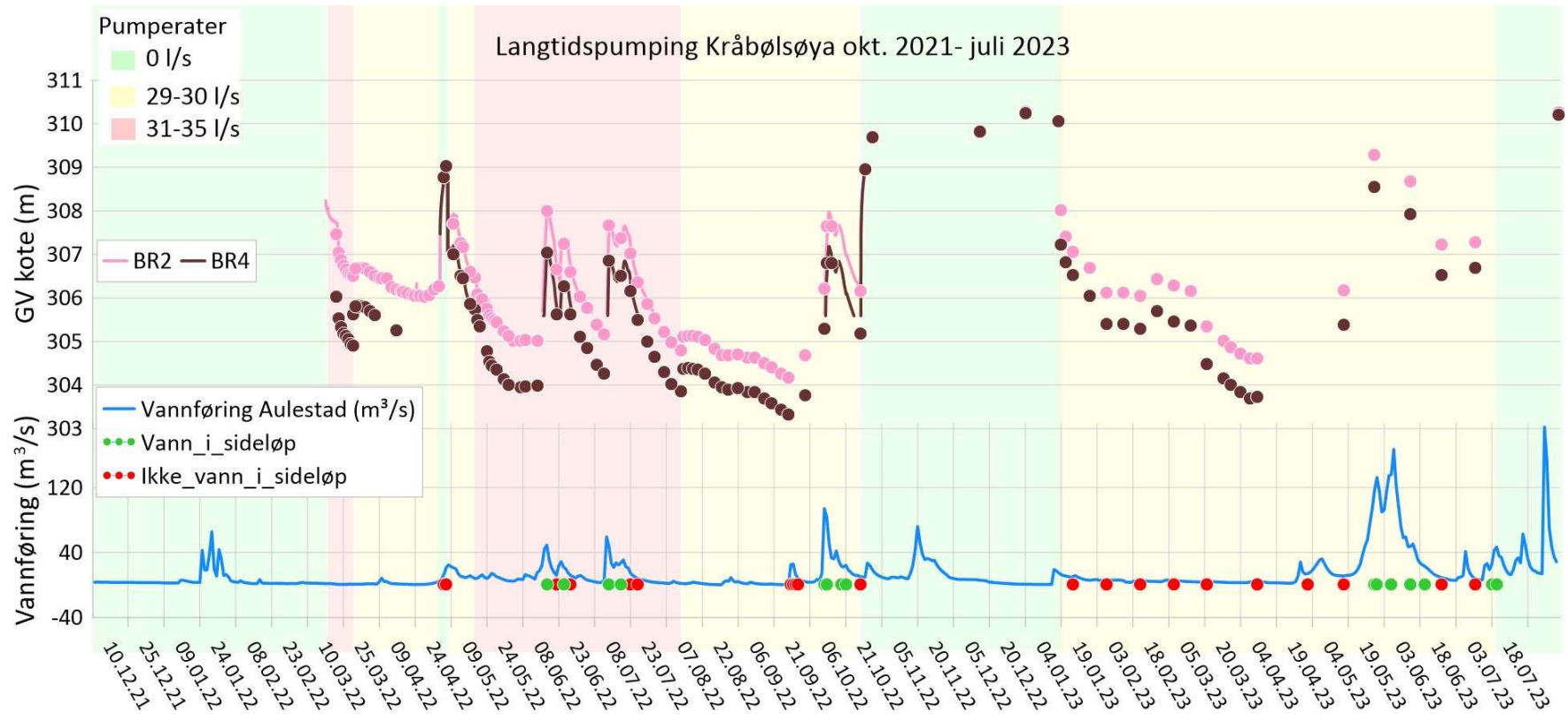
25.-27. september 2022 økte vannføringen på Aulestad markant. Dette medførte en rask økning i grunnvannsnivået. Stigningen skjedde kort tid (1-2 dager) etter at vannføringen økte, og stigningen var på ca. 3 m i hver av produksjonsbrønnene. Pumperaten i brønnene var konstant (totalt 29 l/s) på dette tidspunktet. Stigningen i grunnvannsnivå skyldes dermed kun økt tilsig. Det ser dermed ut til at tilsiget til BR2 og BR4 er vesentlig høyere når det er høy vannføring i Jøra, og spesielt når det er vann i Jøras sideløp.

Den 12. september 2022 er den dagen med lavest grunnvannsnivå i hele pumpeperioden. Grunnvannsnivå under pumping var da i nivå med topp av filter i BR4 (se Tabell 6-2). Vannføringen ved Aulestad i denne perioden var 0,45 l/s, altså vesentlig lavere enn 5%-persentilen (se kap. 4.2), og det hadde vært en tørr vinter, vår og sommer med relativt lite nydannelse av grunnvann. Dette anses å representere en spesielt tørr situasjon.

Vinteren 2023 anses å representere en mer normal tørr periode med lav vannføring og lavt grunnvannsnivå, som kan forventes å inntreffe i kalde perioder om vinteren eller på sensommeren. Vannstand i produksjonsbrønnene lå høyere enn filternivå gjennom hele vinteren 2023 (se Tabell 6-2).

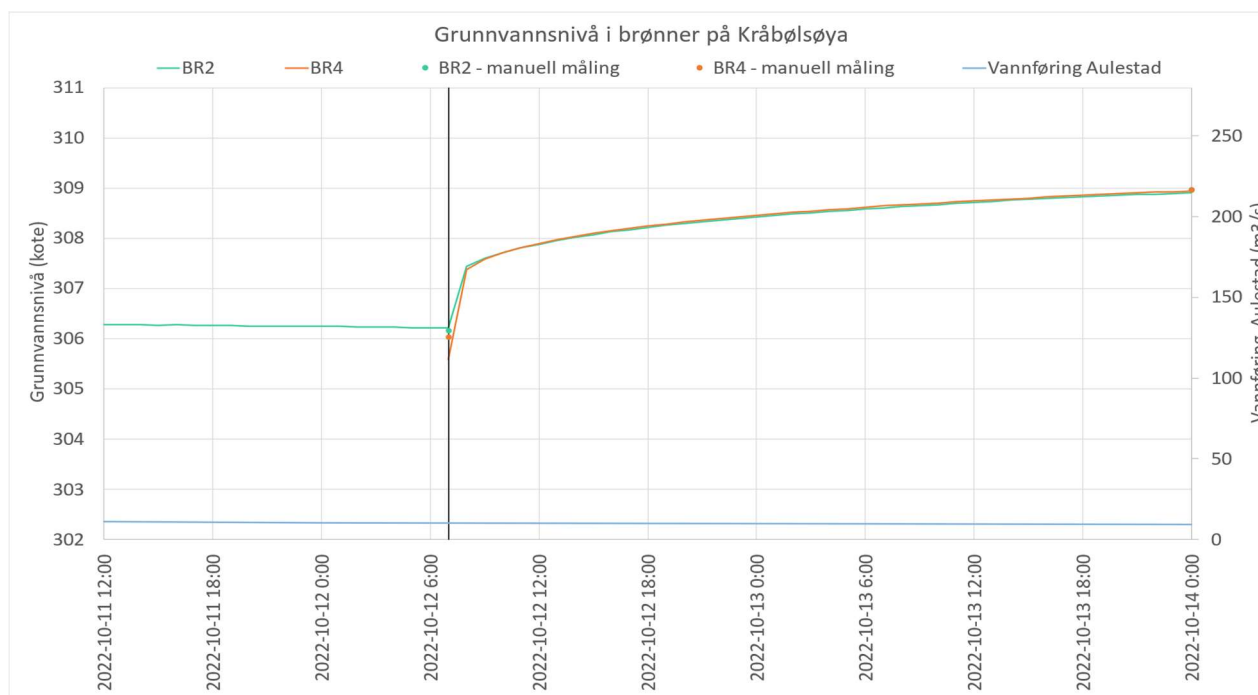
Tabell 6-2. Grunnvannsnivå i produksjonsbrønnene angitt som moh og vannstand over topp av filter ved svært lav vannføring i Jøra (12.09.2022) og normal vinter (27. mars 2023).

Brønn	Kote topp filter (moh)	Grunnvannsnivå (moh)	Vannstand m over topp filter	Grunnvannsnivå (moh)	Vannstand m over topp filter
Dato		12.09.2022		27.03.2023	
BR2	302,59	304,17	1,58 m	304,62	2,03 m
BR4	303,35	303,32	-0,03 m	303,72	0,37 m



Figur 6-3. Grunnvannsnivå i produksjonsbrønner og vannføring på Aulestad i pumpeperioden. Manuelle målinger vist med prikker, diverdata vist med linjer. Det mangler diverdata fra BR2 og BR4 fra tidsrommene når vannstanden i brønnene var under diverne. Bakgrunnsfarge viser pumperater i ulike perioder. Grønne og røde punkter på nederste linje viser om det var vann (grønt) eller ikke var vann (rødt) i Jøras sideløp.

Figur 6-4 viser grunnvannsnivået i BR2 og BR4 19 timer før til 41 timer etter pumpestopp 12. oktober 2022. Figuren viser at vannstanden i brønnene steg raskt etter pumpene ble slått av. Stigningen var på ca. 3 m i begge brønner. Vannføringen på Aulestad ser ut til å ha vært relativt stabil på denne tiden. Det antas derfor at stigningen i grunnvannsnivå som ses i figuren gjenspeiler brønnenes påvirkning på grunnvannsnivå.

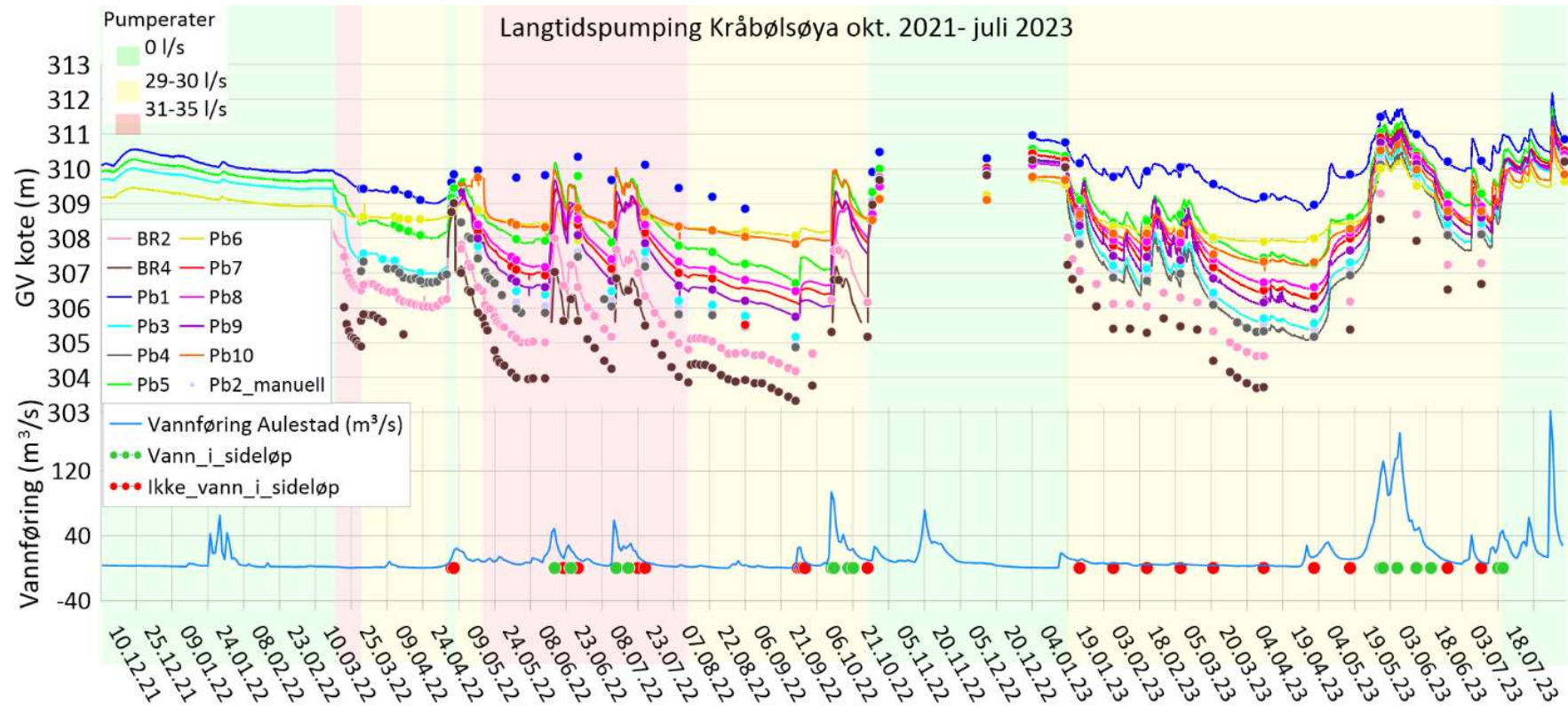


Figur 6-4. Grunnvannsnivå i produksjonsbrønnene 19 timer før til 41 timer etter pumpestopp 12. oktober 2022.

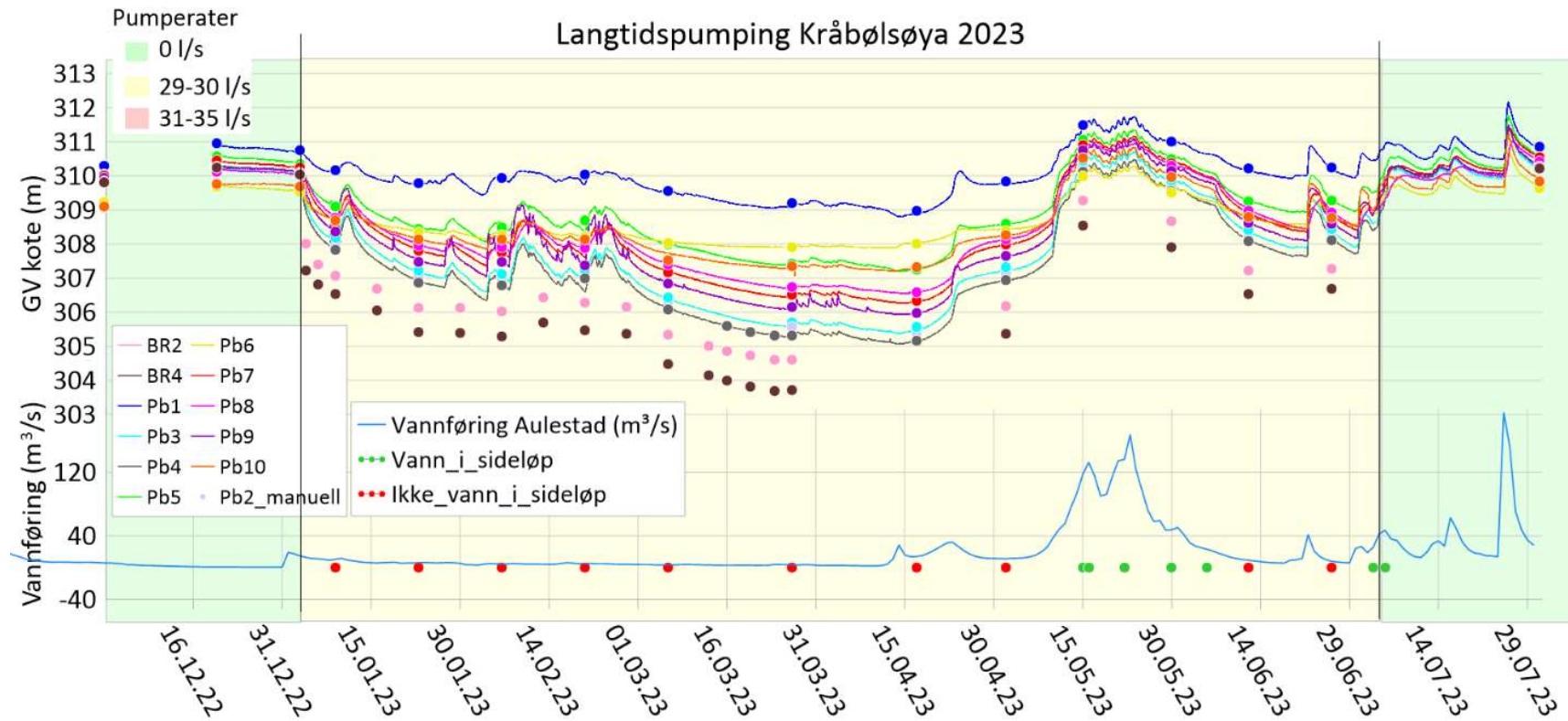
6.2.3 Senkning på brønnfeltet

Figur 6-5 viser en tidsserie av grunnvannsnivå i brønner på Kråbølsøya gjennom hele pumpeperioden. Figur 6-6 viser grunnvannsnivå kun for pumpingen i 2023. Linjer er målinger fra trykksensorer, mens prikker viser manuelle målinger. Figuren viser at vannstanden i alle brønnene stiger ved økt vannføring i elva. Lav vannføring i elva over lang tid medfører gradvis reduksjon i grunnvannsnivå i alle brønner. Det ses en liten økning i grunnvannsnivå i BR2 og BR4 når pumperatene reduseres 14. mars og 29. juli 2022, men grunnet tørt vær fortsetter grunnvannsnivået å synke etter dette. Det ses betydelig økt grunnvannsnivå på hele brønnfeltet etter nedbørhendelser og snøsmelting. Som eksempel på dette trekkes det frem snøsmeltingsperioden i april til juni 2023. Det ses økning i grunnvannsnivå i alle brønner på brønnfeltet i denne perioden, uten at pumperatene ble justert. Det ser ut til at økt vannføring i Jøra fyller opp grunnvannsmagasinet generelt. Fra 27. mars til 15. mai 2023 steg nivået i BR2 og BR4 med ca. 4,7-4,8 m, til tross for at pumperatene var konstante. Vannføringen i Jøra økte markant i denne perioden.

Da pumpene ble stoppet 5. juli 2023 (se Figur 6-9) var det vann i Jøras sideløp. Grunnet varierende vannføring i Jøra disse dagene er det vanskelig å vurdere stigningskurven til brønnene da pumpene ble slått av. Det ser imidlertid ut til at stigningen i peilebrønnene er vesentlig mindre enn stigningen som kunne ses da pumpene ble stanset i oktober 2022, og sideløpet var tørt. Dette viser hvor stor påvirkning vannføringen i Jøra og det generelle grunnvannsnivået har på kapasiteten til brønnene.



Figur 6-5. Grunnvannsnivå i brønner på Kråbølsøya i pumpeperioden, sammenstilt med pumperater og vannføring på Aulestad. Prikker viser manuelle målinger i brønnene, mens sammenhengende linjer viser diverdata.



Figur 6-6. Resultater fra langtidspumping i 2023.

6.2.4 Senkningstrakt ved lav vannføring i Jøra (uten vann i sideløp)

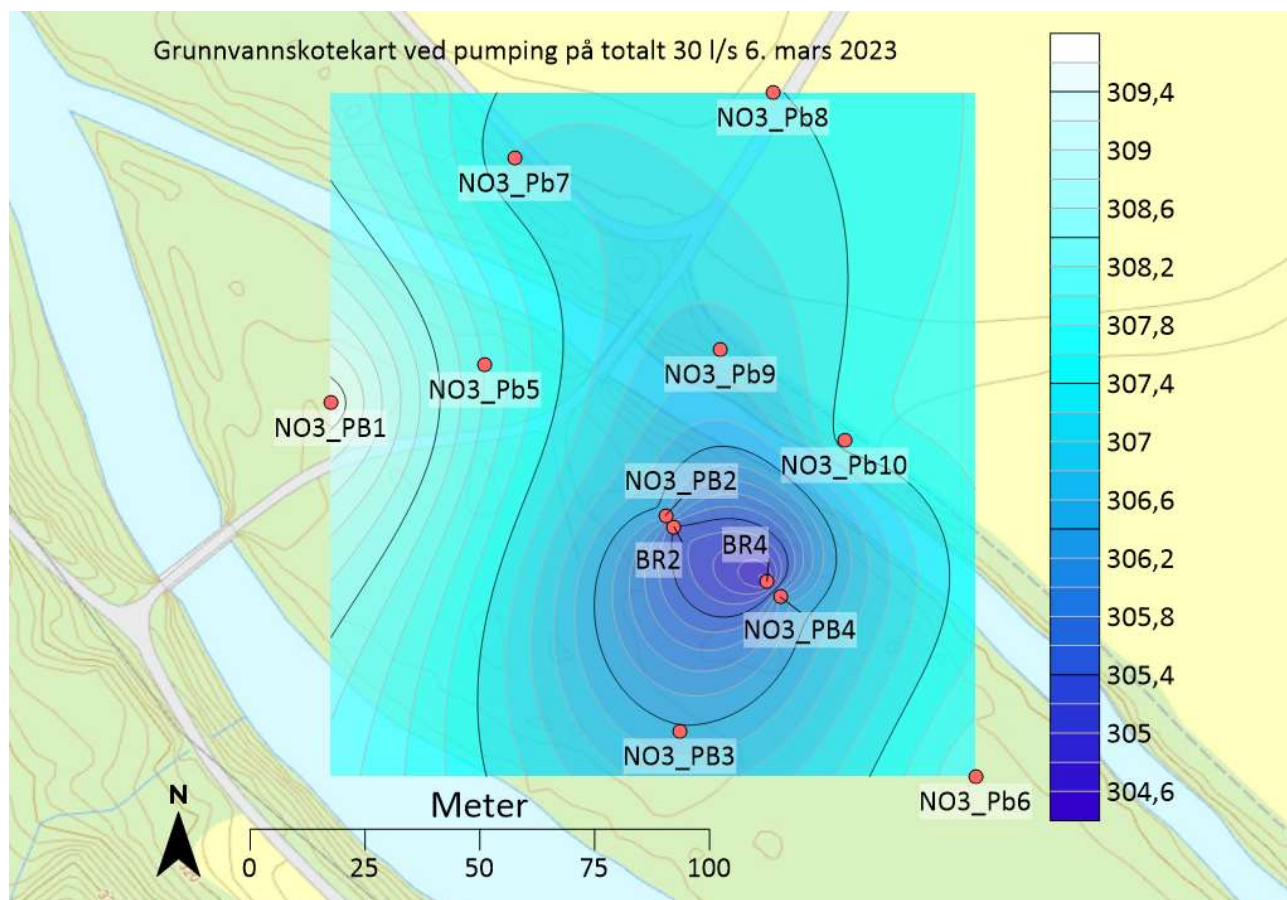
I Tabell 6-3 vises grunnvannsnivå (moh.) før oppstart av pumpene den 3. januar 2023, nivå den 6. februar 2023, samt senkning i grunnvannsnivå mellom disse datoene. Noe av senkningen kan skyldes naturlige variasjoner (anslagsvis <0,2 m). Det var lav vannføring i hele perioden, men pga. isoppstuvning kan det i perioder ha vært noe vannføring i sideløpet.

I Figur 6-7 vises et grunnvannskotekart basert på peiledata fra 6. mars 2023. Denne datoen var vannføringen på Aulestad ca. 3,5 m³/s, og det var ikke vann i sideløpet. Kotekartet representerer grunnvannsstrømming ved lav vannføring. Brønnene hadde blitt pumpet på konstant pumperate på 20 l/s i BR2 og 10 l/s siden oppstart 3. januar 2023.

Det registreres senkning i samtlige brønner på feltet i perioder med lav vannføring, som betyr at senkningstrakten rundt produksjonsbrønnene strekker seg forbi Pb1, Pb8 og Pb6. Senkningstrakten har størst utstrekning og omfang mot nord, der senkning i Pb8, rundt 100 m fra produksjonsbrønnene, er ca. 2 m.

Tabell 6-3. Grunnvannsnivå uten vann i sideløpet den 3. januar 2023 (før oppstart av pumper) og 6. februar 2023, samt senkning i brønnene. Det var pumpet på 20 l/s i BR2 og 10 l/s i BR4 fra oppstart 3. januar. Noe av senkningen kan skyldes naturlige variasjoner (anslagsvis <0,2 m).

Grunnvannsnivå og senkning uten vann i sideløpet			
Brønn	03.01.2023 (kote)	06.02.2023 (kote)	Senkning (m)
NO3_Pb1	310.75	309.94	0.81
NO3_Pb2	310.2	306.98	3.22
NO3_Pb3	310.14	307.13	3.01
NO3_Pb4	310.09	306.79	3.3
NO3_Pb5	310.36	308.5	1.86
NO3_Pb6	309.53	308.26	1.27
NO3_Pb7	310.24	307.75	2.49
NO3_Pb8	310.03	307.9	2.13
NO3_Pb9	310.1	307.47	2.63
NO3_Pb10	309.68	308.13	1.55
BR2	310.08	306.04	4.04
BR4	310.05	305.29	4.76



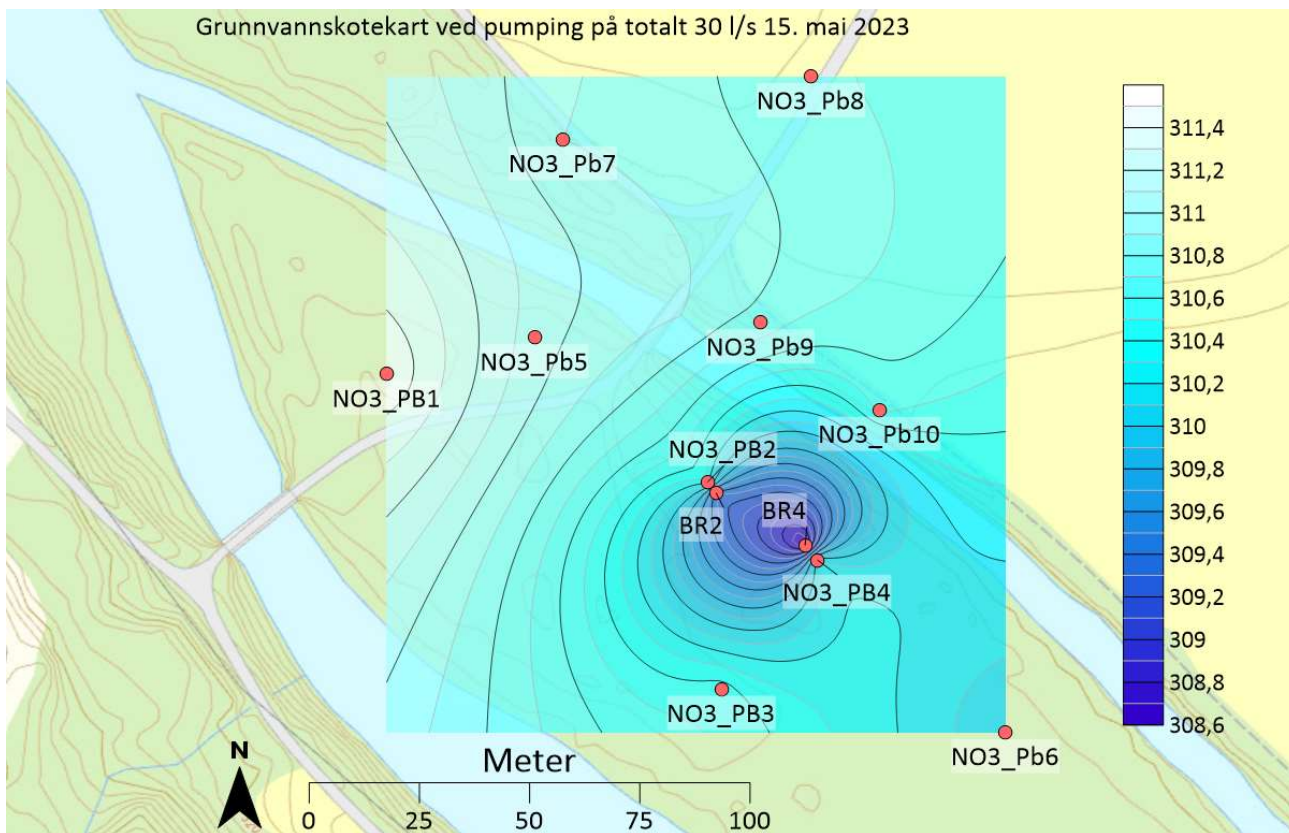
Figur 6-7. Grunnvannskotekart (moh.) ved pumping på 20 l/s i BR2 og 10 l/s i BR4, 6. mars 2023. På dette tidspunktet var det ikke vann i Jøras sideløp.

6.2.5 Senkningstrakt ved høy vannføring i Jøra (vann i sideløp)

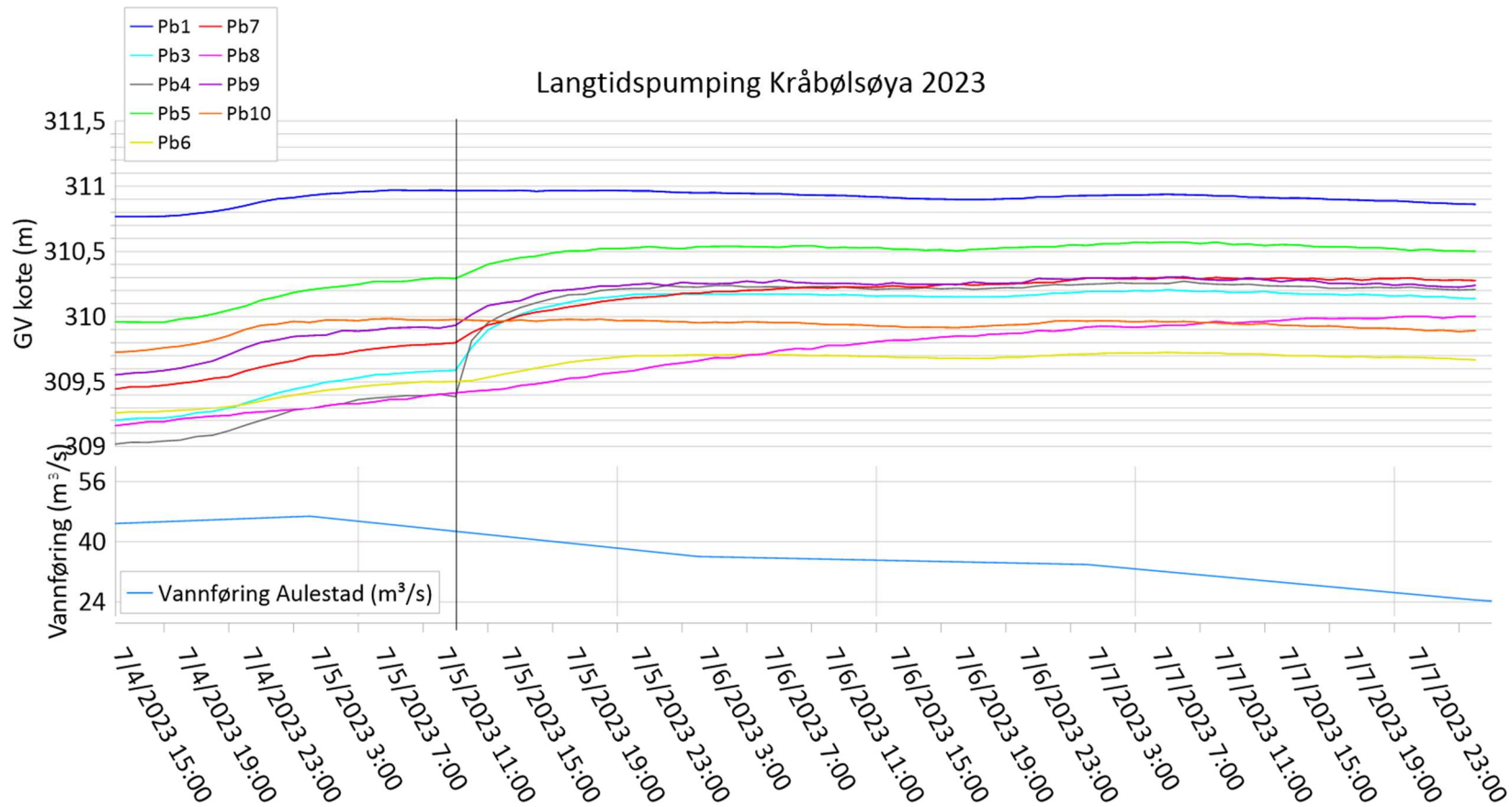
Figur 6-8 viser grunnvannskotekart den 15. mai 2023, og representerer en periode med høy vannføring i Jøra og vann i sideløpet. Ved høy vannføring viser Figur 6-8 at produksjonsbrønnene i større grad trekker på vann fra Jøras sideløp og totalt sett får høyere andel av tilsiget fra elva, sammenlignet med en periode uten vann i sideløpet. Det dannes et stagnasjonspunkt mellom BR4 og Pb6, som tyder på at Pb6 ligger utenfor influenssonen til BR2 og BR4 i perioder med vann i sideløpet.

Basert på respons i vannstand når pumpene ble stoppet i juli 2023 (se Figur 6-9), fremstår Pb1 og Pb10 som upåvirket av pumpingen ved høye vannføringer. Det er ingen markant respons i Pb6 og Pb8 heller. Grunnvannsnivå fortsetter å stige i dagene etter pumpestopp, som antas å i hovedsak skyldes en forsinkelse av økt vannføring i dagene før pumpestopp, men det kan ikke utelukkes at noe av stigningen er et resultat av påvirkning fra pumping. Brønnene Pb3, Pb5 og Pb7 viser umiddelbar stigning ved pumpestopp, som viser at grunnvannsnivå i disse er påvirket av pumpingen.

Senkningstrakten rundt produksjonsbrønnene strekker seg rundt 30 m sørøst for og nedstrøms BR4, rundt 100 m mot nord mot Pb8, og 65 m mot sydvest, avgrenset av Jøra. Mot nordvest strekker senkningstrakten seg forbi Pb7.



Figur 6-8. Grunnvannskotekart (moh.) ved pumping på 20 l/s i BR2 og 10 l/s i BR4, 15. mai 2023. Det var vann i Jøras sideløp på dette tidspunktet.

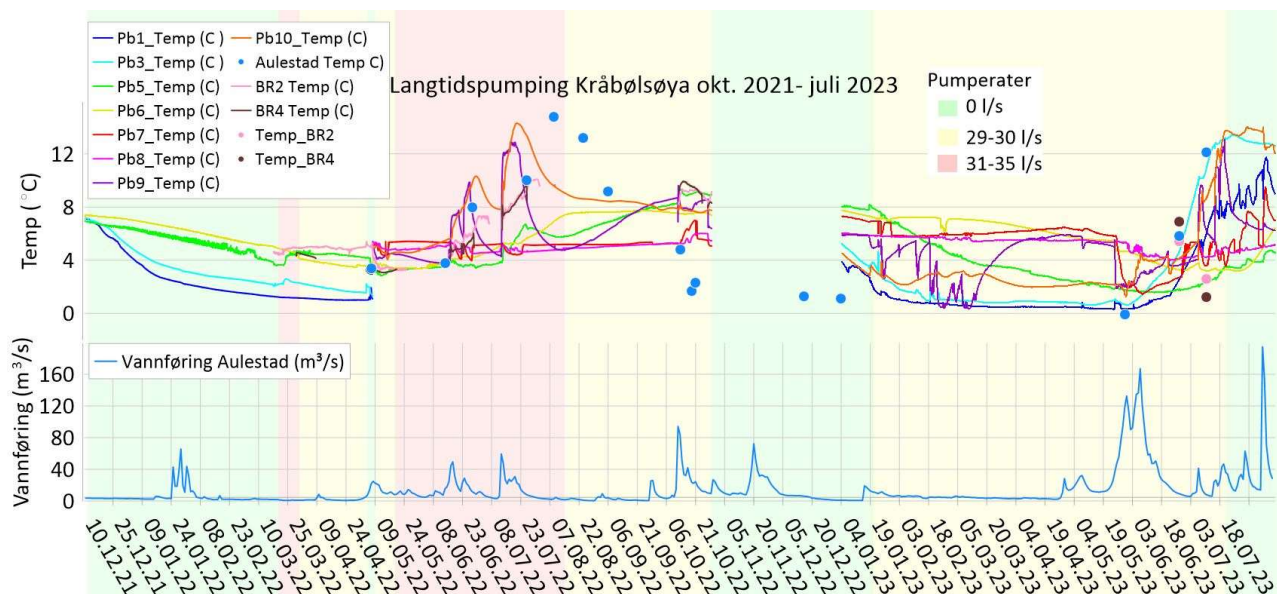


Figur 6-9. Grunnvannsnivå i brønner da pumpene ble stoppet 5. juli 2023. Sort, vertikal strek viser stopptidspunktet.

6.3 Temperatur på brønnfeltet

Figur 6-10 viser temperaturdata i brønner og Jøra i pumpeperioden. Det mangler temperaturdata i peilebrønner hvor det i perioder ikke har hengt diver, samt i produksjonsbrønnene på tidspunkter der grunnvannsnivået har vært lavere enn sensoren. Det har ikke vært mulig å gjøre temperaturmålinger i elva i perioder med is.

Merk at Diver er hengt i filternivå i peilebrønnene og over pumpe i produksjonsbrønnene. Det er noe usikkerhet i temperaturmålinger med Diver ettersom vannet innenfor filter i peilebrønner, og over pumper i produksjonsbrønnene ikke skiftes ut like raskt som grunnvannsstrømningen i avsetningen. Målingene gir likevel en indikasjon på i hvilken grad grunnvannet i ulike deler av akviferen påvirkes av infiltrasjon fra elva.



Figur 6-10. Temperatur i grunnvann og Jøra i pumpeperioden, sammenstilt med vannføring på Aulestad.

Pb8 ser ut til å være helt upåvirket av temperaturen i elva. Pb8 vurderes derfor å gjenspeile faktisk temperatur i grunnvannet.

Pb7 og Pb9 ser ut til å påvirkes i periodene med høy vannføring i Jøra, dvs. når det det har vært vann i Jøras sideløp. De store variasjonene i Pb9 vinteren 2023 antas å skyldes at det har vært noe vannføring i sideløpet gjennom vinteren pga. isoppstuvning, selv om vannføringen i elva er lav.

Pb1, Pb3, Pb5 og Pb10 er påvirket av temperaturen i elva. Kurven til de tre peilebrønnene følger en typisk utvikling for temperatur gjennom vinter-vår-sommer, med gradvis lavere temperaturer gjennom vinteren 2023, og deretter økning i temperatur utover i mai og juni. Pb3 viser nesten samme temperatur som elva i mai og juni 2023. Dette vitner om at peilebrønnen får stort tilsig av elvevann, og at responsen er rask.

Pb6 og produksjonsbrønnene ser også påvirket av vannføringen i elva, både med og uten vann i sideløpet, men med vesentlig saktere respons og mindre omfang enn de øvrige peilebrønnene på øya.

6.4 Vannkvalitet på brønnfeltet

6.4.1 Vannkvalitet i produksjonsbrønner

Kapittelet viser analyseresultater fra produksjonsbrønner og peilebrønner (Pb7-Pb10), som er tatt gjennom pumpeperioden. Analyseresultater er sammenstilt i vedlegg 3. Laboratorierapporter er ikke vedlagt, da disse er sendt direkte fra laboratoriet til Gausdal kommune. En oppsummering er vist i Tabell 6-4.

Tabell 6-4. Oppsummering av utvalgte analyseparametere.

Parameter	Antall analyser fra hver brønn	Brønn BR 2	Brønn BR 4	Elvevann Jøra	Grenseverdi eller tiltaksgrense i drikkevannsforskriften
Kimtall (kde/ml)	30	1-190 (3 prøver >100)	1-175 (2 prøver >100)	350 - 5000	100
Koliforme bakterier (kde/100 ml)	33	0-8 (10 prøver ≥ 1)	0-6 (8 prøver ≥ 1)	30 - >100	0
E.coli (kde/100 ml)	33	0-4 (6 prøver ≥ 1)	0-3 (6 prøver ≥ 1)	5 - >100	0
Intestinale enterokokker (kde/100 ml)	33	0-2 (4 prøver ≥ 1)	0-2 (2 prøver ≥ 1)	3 - >100	0
Clostridium perfringens (kde/100 ml)	33	0	0	0 - 12	0
Farge (mg Pt/l)	33	1 - 5	1 - 9	13 -39	20
UV-transmisjon (% per 5 cm)	31	55-93	43 - 87		
TOC (mg C/l)	19	<1 - 1,8	1,4 - 2,4	4 - 6	
Turbiditet (FNU)	29	<0,9	<0,1 - 0,26	0,3 - 8,6	1
pH	30	6,9-7,4	6,9-7,4	7 - 7,4	6,5-9,5
Kalsium (mg Ca/l)	21	9-15	5 - 8,1	3,8 - 4	
Alkalitet (mmol/l)	21	0,4-0,7	0,3 - 0,47		
Jern (mg Fe/l)	26	<0,014	< 0,014		0,2
Mangan (mg Mn/l)	27	<0,025	<0,035		0,05
Konduktivitet (mS/m)	36	6-12	4- 8,6	2,1 - 3,7	250
Total nitrogen (mg N/l)	28	0,9 - 6,7	0,24 - 1,7	0,2 - 0,55	

Karakteristiske parametere

Grunnvannet i både BR2 og BR4 har nøytral pH, i retning mot basisk. Turbiditet er lav og vannet er bløtt. Konsentrasjonene av jern og mangan er svært lave.

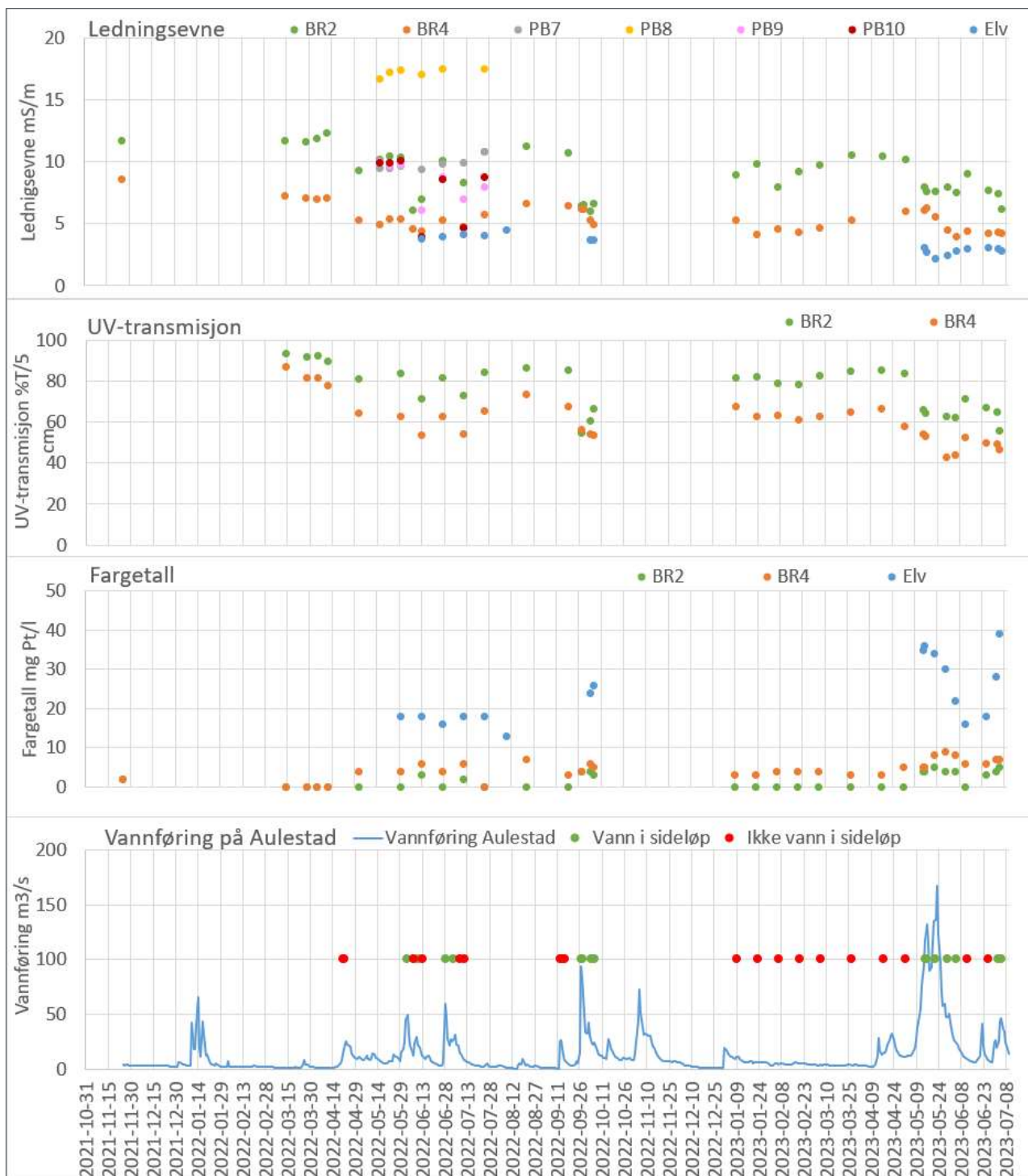
Det er noe høyere elektrisk ledningsevne i BR2, som varierer rundt ca. 6-12 mS/m, enn i BR4 hvor den er ca. 4,5-8 mS/m. Fargetallet varierer avhengig av om det er vann i sideløpet eller ikke, men alle prøver viser verder som tilfredsstillende grenseverdi i drikkevannsforskriften. Fargetallet er generelt noe høyere i BR4 enn i BR2. Fargetallet er på det meste 9 mg Pt/l i BR4, i en prøve tatt med høy vannføring og vann i sideløpet.

Figur 6-11 viser at ledningsevnen i vannet i produksjonsbrønnene varierer avhengig av vannføringen i Jøra, spesielt for BR2. Grunnvann har normalt høyere elektrisk ledningsevne enn overflatevann, som her gjenspeiles ved at Pb8 har en ledningsevne som er rundt dobbelt så høy som ellevannet i Jøra. Dette skyldes at grunnvann som har vært i kontakt med mineraler i grunnen får høyere ledningsevne, grunnet flere oppløste ioner i vannet. Ellevann har dermed som regel lav ledningsevne. Grunnvannet i Pb8 får trolig tilførsel fra grunnvann i nord-nordvest, og har vært i kontakt med grunnen i lengre tid. Ledningsevnen i Pb7, Pb9 og Pb10 er lavere enn ledningsevnen målt i Pb8. Dette skyldes trolig at grunnvannet i Pb7, Pb9 og Pb10 får noe tilførsel fra Jøra.

Den elektriske ledningsevnen i BR2 er lavere enn i Pb8, og tilsvarende de øvrige peilebrønnene nord for sideløpet. Det er en markant reduksjon i elektrisk ledningsevne i grunnvann som pumpes fra BR2 når det er vannføring i sideløpet. Dette tyder på at grunnvann som pumpes fra BR2 ved lave vannføringer hovedsakelig er grunnvann med lengre oppholdstid, men ved høye vannføringer er en større andel av vannet som pumpes vann fra elven med kortere oppholdstid i grunnen. Den elektriske ledningsevnen er gjennomgående høyere i grunnvann fra BR2 enn fra BR4, som tyder på at BR4 i større grad er påvirket av ellevann i perioder med lav vannføring.

Det ser ut til at UV-transmisjonen går ned med høyere vannføring i Jøra. Enkelte av prøvene gir indikasjoner på at fargetallet øker, men nivåene er akseptable.

Konsentrasjoner av nitrat varierer mellom rundt 1-4 mg NO₃/l i BR2, tilsvarende som konsentrasjoner i Pb7, Pb8 og Pb9 (se rapport KRÅ-07 i vedlegg 5). Dette indikerer påvirkning fra jordbruk og at grunnvannet i BR2 i perioder med lav vannføring i stor grad stammer fra nord. Det er vesentlig lavere nitratverdier i BR4, mellom 0,2-1 mg NO₃/l i BR4, mens nivåene i elva ligger stabilt rundt 0,2 mg NO₃/l.



Figur 6-11. Ledningsevne, UV-transmisjon, fargetall og vannføring på Aulestad sammenstilt.

Mikrobiologiske parametere

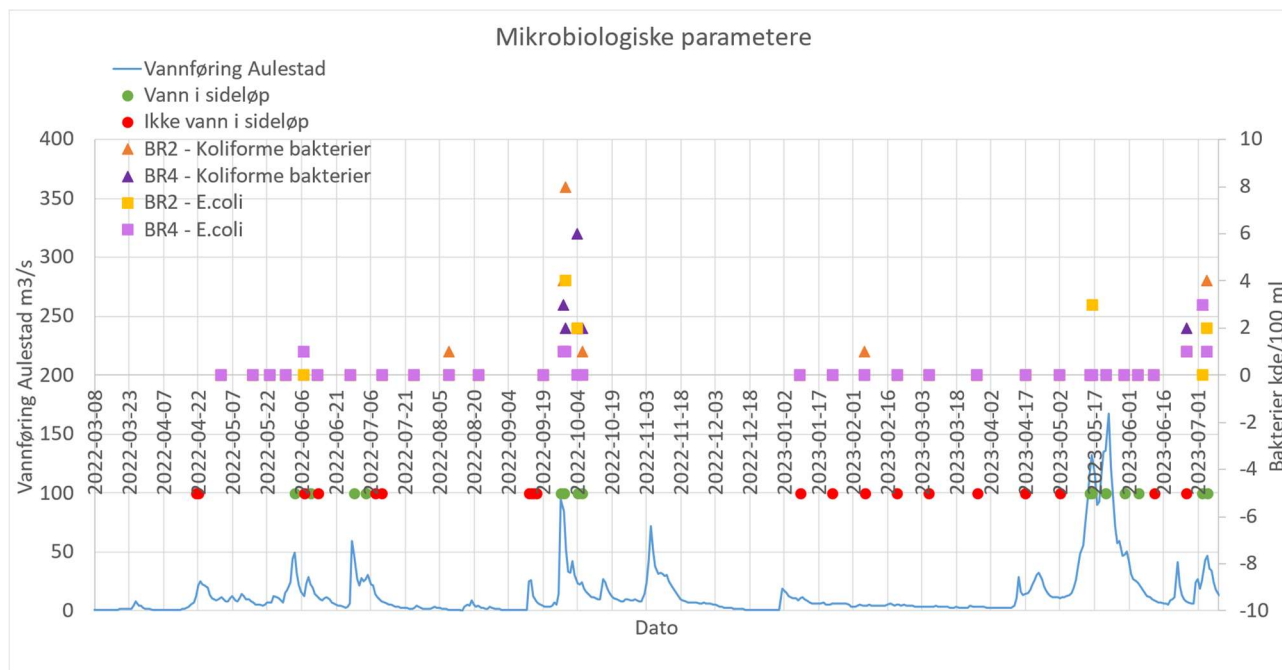
Første vannprøver som ble analysert for mikrobiologiske parametere ble tatt 2. mai 2022. Frem til 28. september var det påvist lite mikrobiologiske parametere i prøvene, med unntak av én e-coli i BR4 7. juni og én koliform bakterie i BR2 9. august. For å verifisere prøven fra 7. juni ble det tatt ny prøve seks dager senere, som ikke viste overskridelser. Det var mistanke om at utslag på e.coli i BR4 den 7. juni kunne skyldes at det var vann i Jøras sideløp kort tid før.

For å undersøke om påvist mikrobiologiske forurensning kunne ha sammenheng med vannføringen i Jøra ble det tatt flere prøver i slutten av september 2022, en periode med høy vannføring og vann i sideløpet. Prøvene fra 28. og 29. september, samt 4. og 6. oktober, viser alle påvist e-coli og/eller koliforme bakterier. Det er også påvist intestinale enterokokker i enkelte av disse prøvene. Kimtall er over grenseverdi i drikkevannsforskriften i to av prøvene fra BR2. Det er ikke påvist clostridium perfringens.

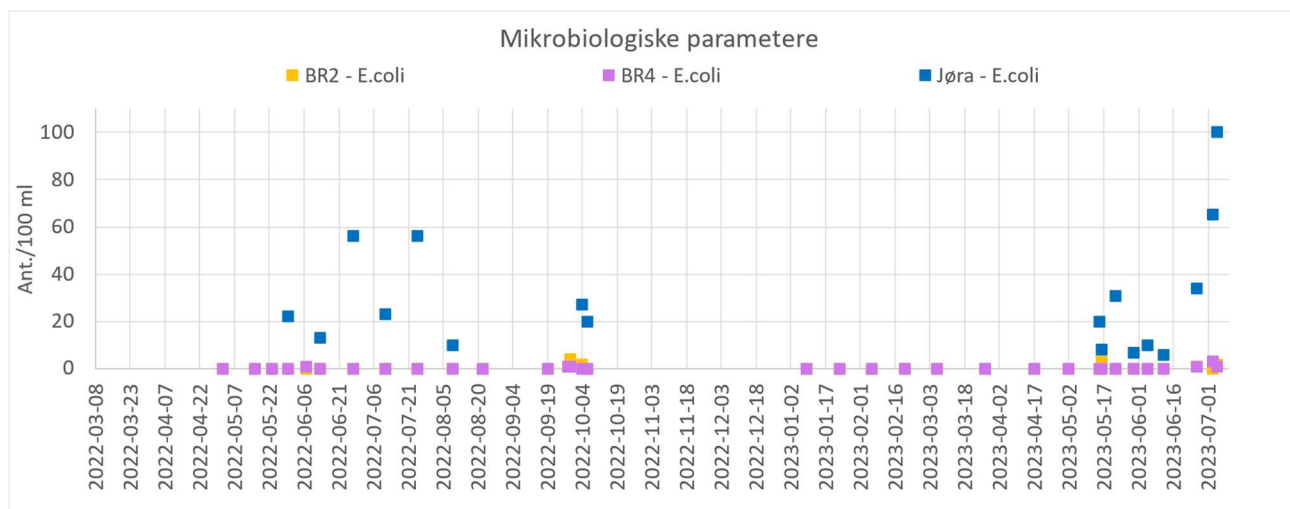
I 2023 er det tatt flere prøver ved høy vannføring i Jøra og vann i sideløpet (Figur 6-12). Enkelte av prøvene viser utslag på mikrobiologiske parametere.

Figur 6-12 viser påvist mengde av e. coli og koliforme bakterier i BR2 og BR4, sammenstilt med vannføring på Aulestad. Grønne og røde prikker indikerer observasjoner av vann i Jøras sideløp.

Figur 6-13 viser forekomst av e. coli i BR2, BR4 og Jøra. Det er vesentlig mindre e-coli i produksjonsbrønnene enn i Jøra.



Figur 6-12. Mikrobiologiske parametere vist sammen med vannføring målt på Aulestad.



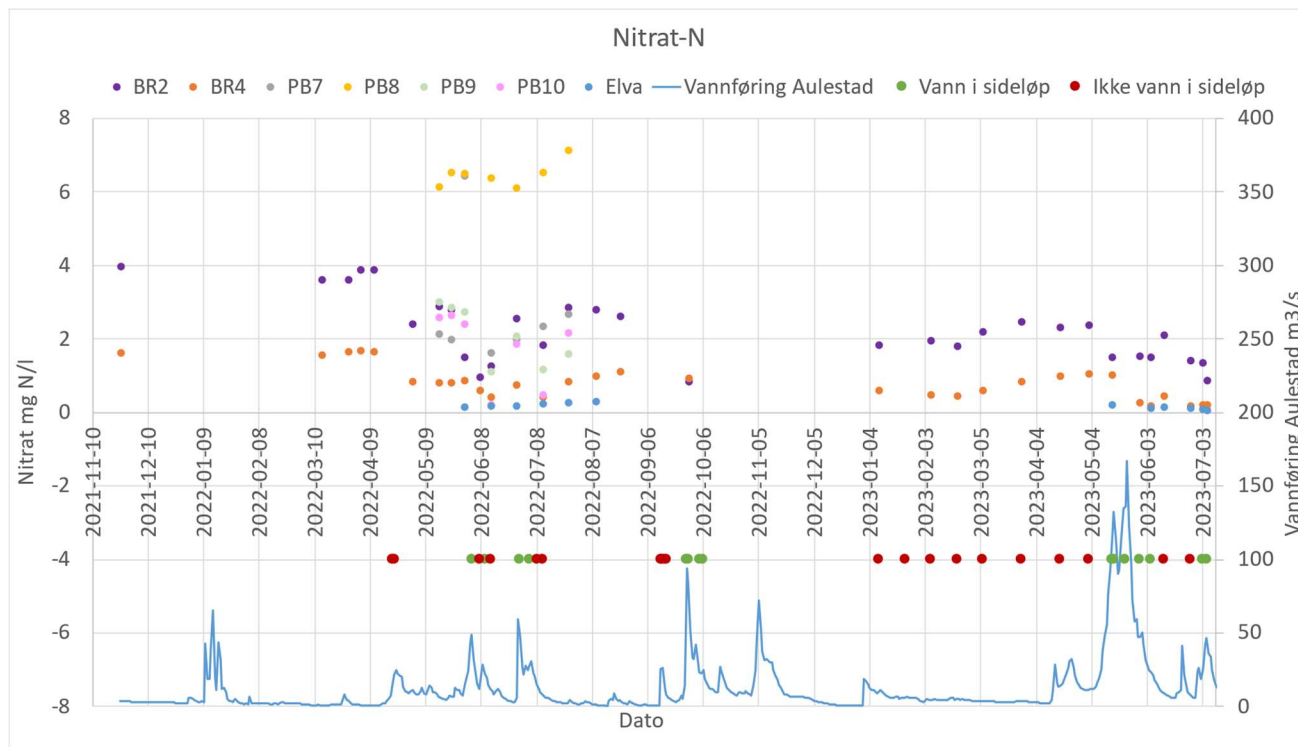
Figur 6-13. E-coli i produksjonsbrønner og elv.

Det ser ut til at det er en sammenheng mellom høy vannføring i Jøra og forekomst av mikrobiologiske parametere. Dette kan skyldes at oppholdstiden for vannet mellom Jøras sideløp og produksjonsbrønnene er kort. Tørt sideløp ser ikke ut til å medføre økt forekomst av mikrobiologiske parametere i produksjonsbrønnene. Høyeste innhold av mikrobiologiske parametere ble påvist i slutten av september/begynnelsen av oktober 2022, etter en svært tørr sommersesong. Flomsituasjonen rundt mai 2023 ga også noe økt forekomst av mikrobiologiske parametere, men i mindre grad enn det som var tilfellet høsten 2022. Det kan derfor hende at plutselige nedbørshendelser gir større forekomst av mikrobiologiske parametere enn ved vedvarende høy vannføring med vann i Jøras sideløp.

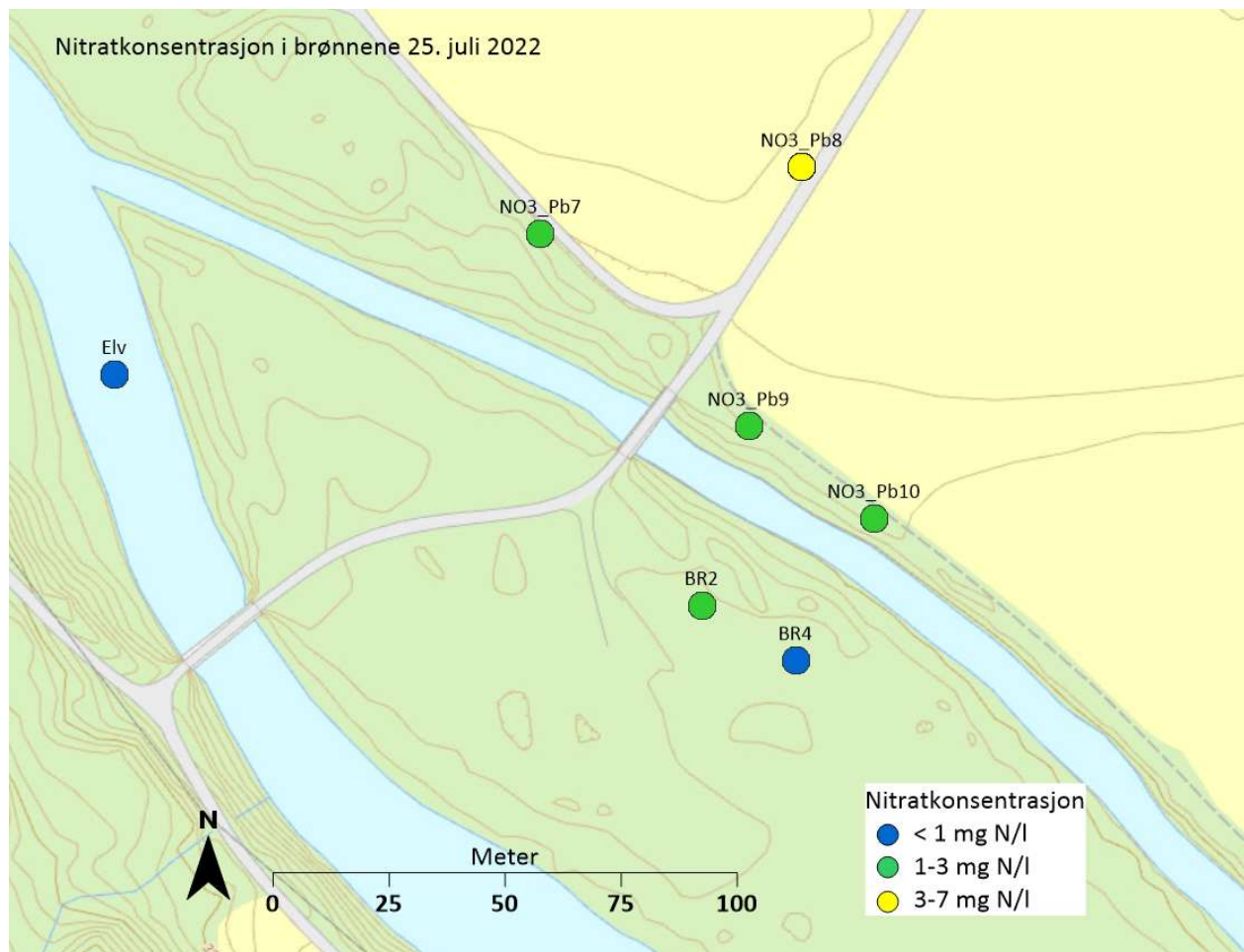
Nitrat

Figur 6-14 viser nitratkonsentrasjoner i alle vannprøver som er tatt på brønnfeltet. Det er generelt lavere nitratinnhold i BR4 enn i BR2. I BR2 varierer nitratkonsentrasjonene mellom ca. 1-4 mg N/l, mens konsentrasjonene i BR4 varierer mellom ca. 0,5-2 mg N/l. Nitrogenkonsentrasjonene i Pb7, Pb9 og Pb10 er lave (<3 mg N/l). I Pb8, som ligger lenger inn på jordet, er konsentrasjonene høyere (6-8 mg N/l). Nitratkonsentrasjonene på jordet avtar i retning mot Kråbølsøya (Figur 6-15).

Dette underbygger at brønnene i stor grad trekker på vann fra Jøra. Innholdet av nitrat er dermed tilfredsstillende, både ved høy og lav vannføring i Jøra.



Figur 6-14. Nitrat i produksjonsbrønner, peilebrønner og Jøra, sammenstilt med vannføringsdata fra Aulestad.



Figur 6-15. Nitratkonsentrasjon i produksjonsbrønner og peilebrønner, målt 25. juli 2022.

Øvrige parametere

9. august 2022 og 12. juni 2023 ble det tatt vannprøver i BR2 og BR4 med analyse for alle B-parametere i drikkevannsforskriften. Ingen parametere viser overskridelser av grenseverdier.

6.4.2 Vannkvalitet i Jøra

Ledningsevnen i elva varierer omkring 4 mS/m. Nitrogenkonsentrasjonene er lave, med 0,1-0,3 mg N/l. Det er påvist mikrobiologiske parametere i alle prøver som er tatt i Jøra. Det er tatt prøver i Jøra i perioder med høy og lav vannføring i Jøra, med og uten vann i sideløpet. Innholdet av mikrobiologiske parametere varierer, men det ses ingen klar sammenheng mellom det og vannføringen i Jøra. Innholdet av mikrobiologiske parametere i Jøra er vesentlig høyere enn det som er påvist i brønnene. Dette vitner om god rensing i løsmassene mellom elva og brønnene både ved høy og lav vannføring, til tross for at det er påvist bakterier ved høy vannføring. Analyseresultater er sammenstilt i vedlegg 3.

7 Diskusjon

7.1 Produksjonsbrønnenes kapasitet

Brønnfiltrene er dimensjonert for en maksimal kapasitet på 24 l/s i hver brønn. Ved pumperater høyere enn dette vil innstrømningshastigheten gjennom slissene bli for høy og gi turbulent strømming, noe som ikke er ønskelig.

Den spesifikke kapasiteten til både BR2 og BR4 stiger betydelig når det er høy vannføring i Jøra, og vann i Jøras sideløp. I tillegg påvirkes kapasiteten av naturlige variasjoner i grunnvannsnivå. Beregnet spesifikk kapasitet for brønnene ved ulike tider er sammenstilt i Tabell 7-1. Merk at for målingene i 2022 og 2023 er begge brønnene pumpet samtidig, som gir noe innbyrdes påvirkning og dermed lavere beregnet spesifikk kapasitet enn om brønnene hadde blitt pumpet hver for seg. November 2021 representerer en periode med høy vannføring og vann i sideløpet. April/mai 2022 representerer en svært tørr periode. Det var ikke vann i Jøras sideløp hele våren, og Jøras vannføring tilsvarte 5%-persentilen eller lavere. Da pumpene ble slått av i oktober 2022, var det ikke vann i Jøras sideløp, men det hadde vært vann i sideløpet noen dager i forveien. Jøras vannføring tilsvarte ca. 50%-persentilen ved pumpestopp. Det generelle grunnvannsnivået på området kan derfor antas å være høyere da enn i april/mai.

Det foreligger ikke måledata til å si nøyaktig hvor stor senkning det er i produksjonsbrønnene når det er vann i Jøras sideløp og begge brønnene pumpes i parallell. Korttidstesten i november 2021 er likevel representativ for en periode med vann i sideløpet. Det er uansett lavvannsnivå som er dimensjonerende for kapasitet. Spesifikk kapasitet øker med økt grunnvannsnivå/vannføring i Jøra (Tabell 7-1).

Tabell 7-1. Sammenstilling av beregnet spesifikk kapasitet i l/s pr. m senkning for produksjonsbrønnene BR2 og BR4. Alle målingene fra 2022 er ved samtidig pumping av begge brønnene.

Brønn	Nov-21 (vann i sideløp) (pumpestart)			April/mai-22 (ikke vann i sideløp)			Okt-22 (rett etter det var vann i sideløp)			Jan/feb-23 (uten vann i sideløp)		
	Senkning (m)	Pumpe- rate (l/s)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Senkning (m)	Pumpe- rate (l/s)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Senk- ning (m)	Pumpe- rate (l/s)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Senk- ning (m)	Pumpe- rate (l/s)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)
BR2	0,5 m	11 l/s	21,7	4,0	23 l/s	5,7	2,8	20	7,0	4,0	20	5,0
BR4	1,3 m	11 l/s	8,1	5,1	9 l/s	1,8	3,8	9	2,3	4,8	10	2,1
	Brønnene ble pumpet hver for seg			Brønnene ble pumpet samtidig			Brønnene ble pumpet samtidig			Brønnene ble pumpet samtidig		

Vannstanden i brønnene bør ikke senkes under toppen av filteret. Filtrene står relativt høyt, en beslutning som ble tatt for å redusere faren for utfelling av jern og mangan i brønnene. Dette gir en maksimalt tilgjengelig avsenking på ca. 6,2 m i BR2 og 5,4 m i BR4 ved generelt lavt grunnvannsnivå på brønnfeltet.

Ved oppstart av pumper i januar 2023 var det lavt grunnvannsnivå, og denne perioden vurderes å være representativ for senkning i brønnene ved slike forhold. Denne perioden kan derfor benyttes som utgangspunkt for å vurdere dimensjonerende kapasitet til brønnene. Basert på beregnet spesifikk kapasitet, blir brønnenes maksimale teoretiske kapasitet ved lav vannføring ca. 30 l/s i BR2 og 11 l/s i BR4. Merk at filterkapasiteten i BR2 er maksimalt 24 l/s. Filterkapasiteten er dermed den begrensende faktoren for kapasiteten til BR2 både ved høy og lav vannføring i Jøra. I BR4 er det senkning i brønnen som er den begrensende faktoren, med unntak av ved generelt høyt grunnvannsnivå og svært høy vannføring.

Samlet maksimal kapasitet for BR2 og BR4 er 48 l/s ved høye vannføringer, og 35 l/s ved lave vannføringer og generelt lavt grunnvannsnivå i akviferen.

7.2 Vannbalanse og brønnfeltets kapasitet

Grunnvannsstrømningen i grunnvannsmagasinet regionalt antas å følge retningen på dalen i VNV mot ØSØ retning, parallelt med Jøra. Grunnvannskotekartet for området når pumpene ikke er i drift viser at naturlig strømningsretning lokalt ved Kråbølsøya er dreid i V-Ø retning. Dette underbygges av grunnvannsmodellen og av vannkvalitet til peilebrønnene nord for sideløpet, som viser påvirkning fra elva.

Nydannelse av grunnvann ved Kråbølsøya foregår dels som infiltrasjon av elvevann fra Jøra og dels av infiltrasjon av nedbør og avrenning på terreng nord og vest for øya. Langs søndre del av øya og i grunnere deler av avsetningen er det tydelig at infiltrasjon av elvevann inn i akviferen er dominerende. Dette gir utslag i store variasjoner i temperatur og lav elektrisk ledningsevne, og tyder på kort oppholdstid på grunnvannet. Langs nordsiden av øya og i dypere deler av avsetningen har grunnvannet generelt mer stabil temperatur og høyere elektrisk ledningsevne, som tyder på lenger oppholdstid og at en større del grunnvannet har sitt opphav som infiltrasjon av nedbør og avrenning fra områdene nord og vest for Kråbølsøya. Dette gjenspeiles også i konsentrasjonene av nitrat, som viser tydelig (men akseptabel) påvirkning fra jordbruk. Til sammenligninger det lave konsentrasjoner av nitrat i elva.

Et uttak på inntil 45 l/s utgjør 5,5 % av alminnelig lavvannsføring i Jøra ved Kråbølsøya, som estimeres til 0,8 m³/s (se kap. 4.1).

Løsmasseavsetningen som brønnene tapper strekker seg både nordover mot Vestringsvegen og oppover dalen parallelt med elva. Akviferen utgjør stort magasin som kan gi tilsig til brønnene selv ved lave vannføringer i elva. Det gjør at det er mindre sårbart mot lange perioder med lite nedbør og lav vannføring. Pumpetesten har pågått gjennom en lengre periode med svært lav vannføring i Jøra i 2022. Det har likevel vært mulig å pumpe brønnene på minimum totalt 29 l/s gjennom hele denne perioden. Brønnene har blitt pumpet på totalt 35 l/s fra 9. mai til 29. juli, dvs. nesten 3 måneder. I pumpeperioden i 2023 har brønnene blitt pumpet på konstant 30 l/s. Dette har ikke gitt utfordringer mtp. kapasitet, heller ikke gjennom de tørre vintermånedene. Beregnet samlet kapasitet for BR2 og BR4 ved vannføringer tilsvarende alminnelig lavvannføring eller høyere, anslås til minimum 35 l/s. Merk at den totale kapasiteten til akviferen er vesentlig større.

Korttids testing av Pb5 og Pb6 antyder spesifikk kapasitet på 2-3 l/s pr. m senkning i hver av brønnene (se kap. 5.2.2). Ved å etablere produksjonsbrønner ved disse stedene forventes det en kapasitet på minimum 8 l/s pr. brønn (gitt en senkning på 4 m, som tar høyde for påvirkning fra pumping i BR2 og BR4).

Grunnvannmodelleringen (se notat KRÅ-08 i vedlegg 5) viser at en produksjonsbrønn i Pb5 og Pb6 vil ha noe påvirkning på vannstand i BR2 og BR4, i størrelsesorden 0,2-0,5 m for en pumpe rate på 15 l/s.

Modellen antyder også at det er teoretisk mulig å oppnå et samlet uttak på 45 l/s ved å etablere 1-2 nye brønner, selv i perioder med lav vannføring i Jøra.

7.3 Influensområde

7.3.1 Pumpetest

Som beskrevet i kap. 6.2.4 og 6.2.5 varierer senkningstrakten rundt brønnene avhengig av vannføring i elva og om det er vann i sideløpet eller ikke. Influensområdet har størst utbredelse ved lav vannføring. Basert på pumpetester er det tydelig at senkningstrakten strekker seg noe nedstrøms Pb6 og noe oppstrøms Pb1 i perioder med lav vannføring.

7.3.2 Numerisk modellering

Grunnvannsmodellen antyder at influensområdet til brønnene ved 29 l/s samlet pumperate og lav vannføring i Jøra, strekker seg nesten til Pb6 i nedstrøms retning mot ØSØ og har en maksimal bredde på 105 m på tvers av strømningsretningen, hhv. mot NNØ og SSV.

Ved et modellert samlet uttak på 45 l/s fordelt på 3 brønner er en maksimal bredde av influensområdet ca. 134 m på tvers av strømningsretningen, hhv. mot NNØ og SSV.

Det henvises til KRÅ-08 i vedlegg 5 for beskrivelse av numerisk modellering.

7.4 Vannkvalitet

Grunnvannskvaliteten er generelt god med nøytral pH, lavt fargetall og turbiditet, og lavt innhold av jern og mangan. Nitrogeninnhold viser påvirkning fra jordbruk, men konsentrasjonene av nitrat er stabile og godt innenfor grenseverdi i drikkevannsforskriften. Øvrige kjemiske parametere i drikkevannsforskriften viser resultater under grenseverdier. I store deler av året er også mikrobiologisk kvalitet svært god, uten påvisning av koliforme bakterier, e.coli eller andre mikroorganismer. Temperaturen i Jøra gjenspeiles i enkelte av brønnene. I produksjonsbrønnene er temperaturpåvirkningen fra elva forsinket i forhold til temperaturpåvirkningen i Pb3. Dette indikerer at vannet har lengre oppholdstid frem til BR2 og BR4, enn til Pb3. Dette er heldig mtp. rensegrad.

Vannkvaliteten i grunnvannet som pumpes av BR2 og BR4 blir imidlertid markant dårligere ved høyere vannføring i Jøra. Målinger av ledningsevne viser at brønnene får stor tilførsel av elvevann ved høyere vannføring. I tillegg øker fargetallet, og UV-transmisjonen avtar. Fargetallet er på det meste målt til 9 mg Pt/l og UV-transmisjon (5 cm) er på det laveste målt til 43 % T/5cm. Samtidig påvises det mikrobiologiske parametere i flere prøver som er tatt når det har vært vann i sideløpet til Jøra. Høyeste påviste e.coli er 4 kde/100 ml. Dette vitner om god kontakt mellom elva og løsmassene i produksjonsbrønnenes filtersoner og kort oppholdstid på grunnvannet i perioder med vannføring i sideløpet. Det sees likevel en viss renseseffekt ved infiltrasjon av elvevann gjennom løsmassene. Prøver tatt i både elv og grunnvann den 16. mai 2023 viser at turbiditeten reduseres fra rundt 8 FNU i elva til 0,16 FNU i grunnvannet. Fargetall reduseres fra 36 mg Pt/l til 4 mg Pt/l, og kimtall på >2000 i elva er redusert til rundt 100-200. Likevel utgjør ikke filtrering gjennom avsetningen en tilstrekkelig til å være en fullgod barriere.

7.5 Oppsummering

Det maksimale kapasiteten til BR2 er 24 l/s, begrenset av filterkapasiteten, uavhengig av vannføring i Jøra. Kapasiteten til BR4 varierer som følge av grunnvannsstand og vannføring i Jøra og ved lave vannføringer er kapasiteten begrenset av senkning i brønnen. Kapasiteten i BR4 er rundt 11 l/s ved alminnelig lavvannføring og generelt lavt grunnvannsnivå i akviferen, og øker med økende vannføring opp til 24 l/s som er filterkapasiteten. Samlet kapasitet til BR2 og BR4 er beregnet til ca. 35 l/s. Brønnfeltet på Kråbølsøya er en del av en stor akvifer som strekker seg både nordover og oppover dalen. Dette gjør at akviferen har et stort magasin av grunnvann å trekke på i tørre perioder. Kun i det som må betraktes som spesielt tørre situasjoner, slik som i september 2022, hvor en lang periode på flere måneder med lite nedbør medførte svært lavt grunnvannsnivå og lav vannføring i Jøra, vil kapasiteten til de to produksjonsbrønnene reduseres til under 35 l/s. Men selv i en slik situasjon var det mulig å opprettholde en samlet pumperate på 29 l/s. Ved å etablere flere produksjonsbrønner vil et høyere uttak være mulig også i spesielt tørre perioder.

Prøveboring og korttids kapasitetstesting av peilebrønner både oppstrøms og nedstrøms de to produksjonsbrønnene viser at det er egnede masser til å etablere flere produksjonsbrønner på feltet, med tilsvarende vannkvalitet som BR2 og BR4. Beregninger og modellering antyder at Kråbølsøya har en samlet feltkapasitet på minimum 45 l/s, selv ved lave vannføringer og generelt lavt grunnvannsnivå i akviferen.

Grunnvannskvaliteten er generelt god med nøytral pH, lavt fargetall og turbiditet, og lavt innhold av jern og mangan. Nitrogeninnhold viser påvirkning fra jordbruk, men konsentrasjonene av nitrat er stabile og godt innenfor grenseverdi i drikkevannsforskriften. Akviferen har god renseeffekt mtp. fargetall og turbiditet, selv ved høye vannføringer i Jøra. Ved lave vannføringer er det god mikrobiologisk kvalitet. Ved høye vannføringer er det derimot påvist mikrobiologisk forurensning i vannet som pumpes fra produksjonsbrønnene. Det er ikke kartlagt om dette skyldes økt og raskere tilsig fra hovedløpet i Jøra ved høyere vannføring eller om det skyldes infiltrasjon fra sideløpet når det er vannføring her og mer permeable masser som gir kortere oppholdstid på vannet før det når brønnene.

8 Beskyttelsessoner og restriksjoner

I dette kapittelet presenteres forslag til beskyttelsessoner og restriksjoner innenfor de ulike sonene for et brønnfelt med uttak av drikkevann på Kråbølsøya. Det er tatt utgangspunkt i føringer gitt i FHIs veileder «Vannforsyning og helse» [8]. Sonene er satt basert på planlagt størrelse på grunnvannsuttak, resultater fra langtids pumpetester, analytiske beregninger og numerisk modellering av grunnvannsstrømningen på området.

Det er benyttet en dimensjonerende vannmengde på 45 l/s ved utarbeidelse av sonene, som er beregnet å være maksimalt døgnforbruk i kortere perioder i forbindelse med helger og ferier. Dette er således en konservativ tilnærming, ettersom gjennomsnittet over 60 døgn vil være vesentlig lavere. Soneinndelingen tar også høyde for at det kan etableres flere produksjonsbrønner på brønnfeltet.

8.1 Inndeling i beskyttelsessoner

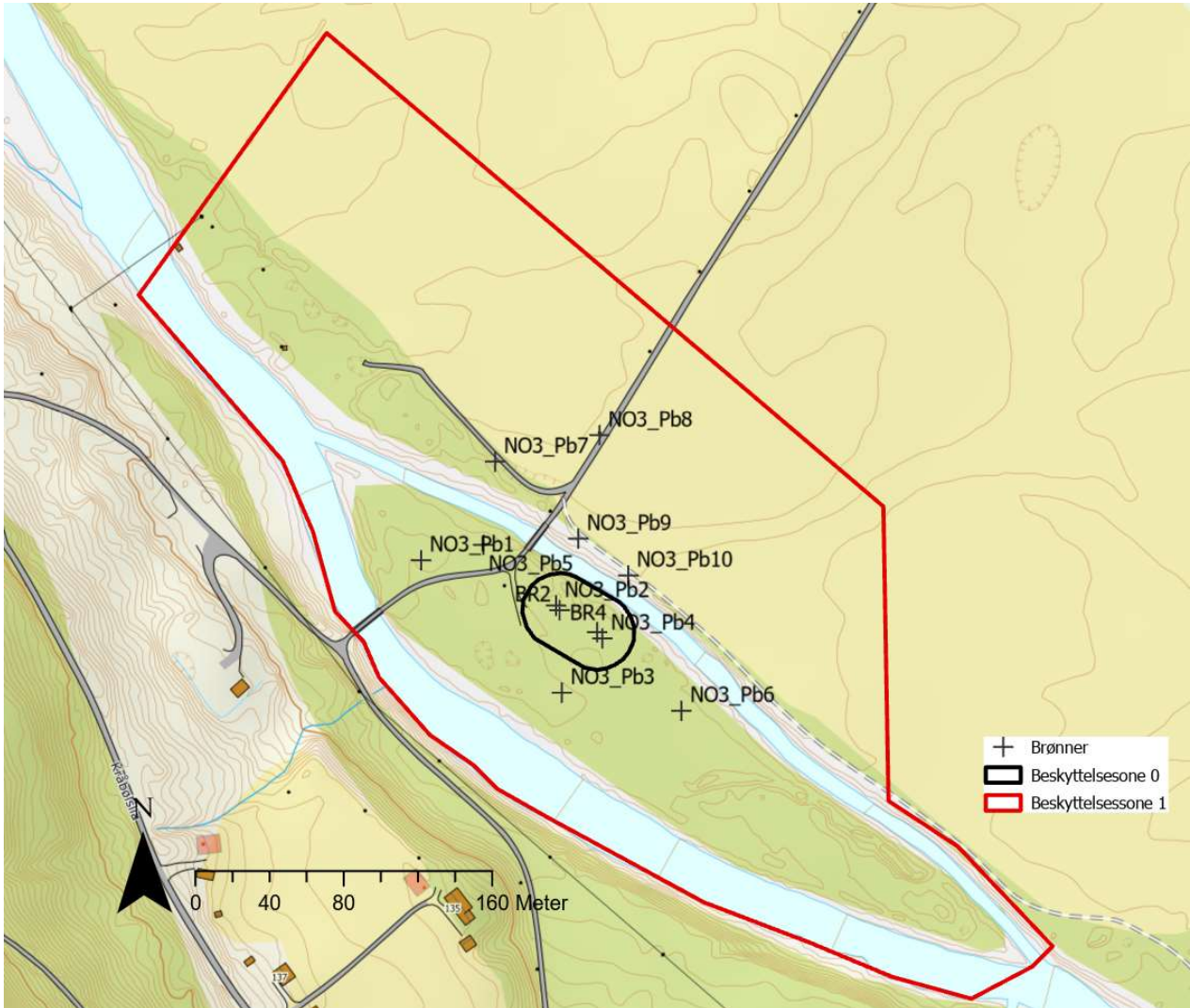
Figur 8-2, Figur 8-3 og vedlegg 4 viser forslag til beskyttelsessoner for Kråbølsøya.

Sone 0 utgjør selve brønnfeltet på Kråbølsøya. Området skal beskytte brønnene og andre tekniske installasjoner. Et område på minst 20 meter fra hver enkelt av produksjonsbrønnene skal gjerdes inn. Brønntoppene må heves og det må bygges opp med tette masser rundt brønnene for å beskytte dem mot flom.

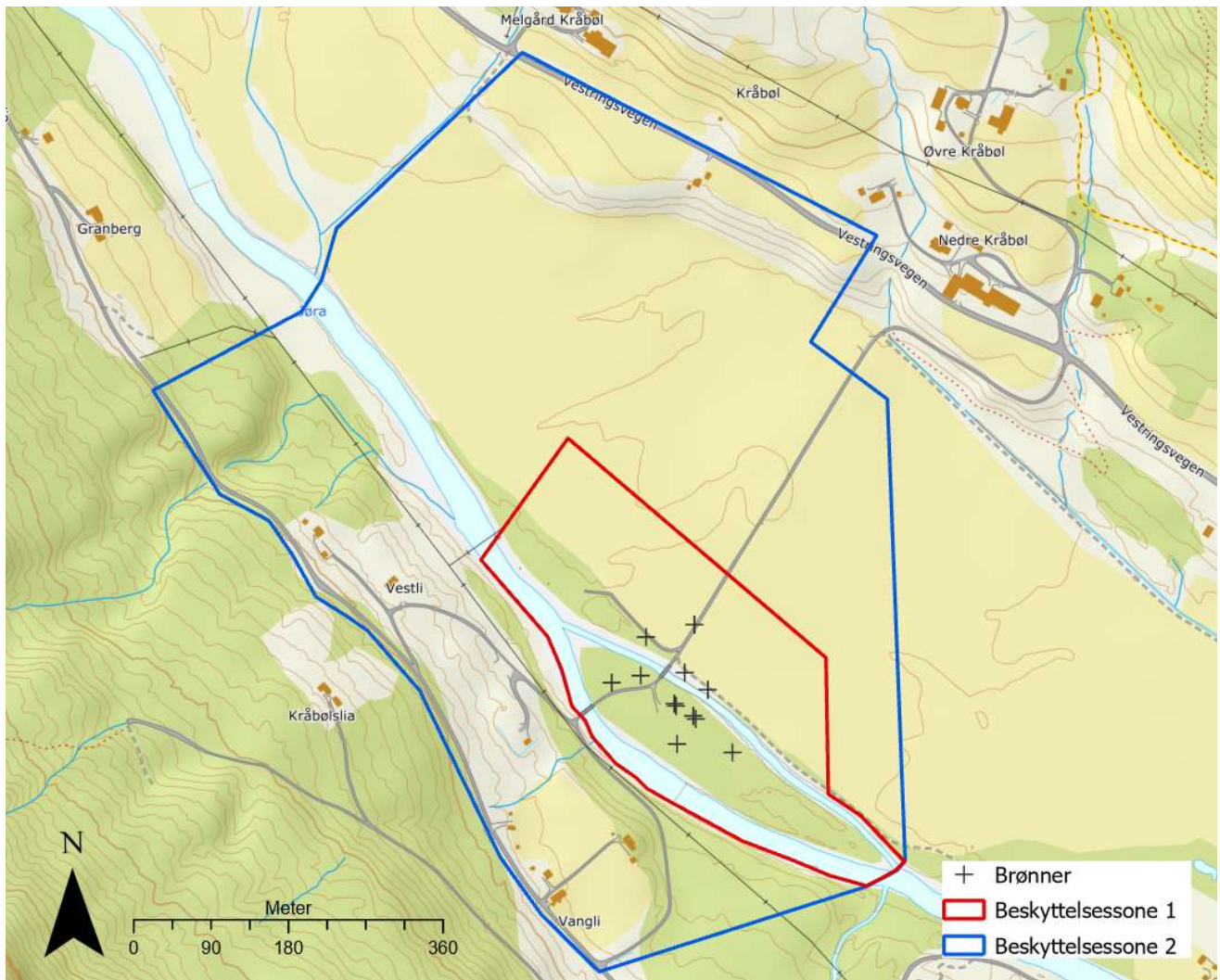
Sone 1 utgjør det nære tilsigsområdet til brønnene. Ytre grense begrenses av en oppholdstid for grunnvann i mettet sone på minst 60 døgn. Det er benyttet numerisk modellering og analytiske beregninger, i tillegg til resultater fra prøvepumping, til å avgrense sonen. Sonen er avgrenset i sør og sørøst av elven Jøra. Grensen i sørøst ligger nedstrøms beregnet stagnasjonspunkt for en eventuell fremtidig ny brønn i området rundt Pb6 og tar derfor hensyn til en mulig utvidelse av brønnfeltet. Mot nord følger ytre grense bredden av influensområdet, estimert ved bruks av numerisk modellering, tillagt en buffersone på 15 m for å ta høyde for at husdyrgjødsel sprutes noe til siden under gjødsling.

Sone 2 utgjør ytre deler av tilsigsområdet, der grunnvannet har lengre oppholdstid enn 60 dager, og er en del av det samme grunnvannsmagasinet som akviferen på Kråbølsøya. Deler av sone 2 nord for sone 1 ligger utenfor den modellerte influenssonen til brønnene. Det likevel valgt å inkludere hele jordbruksområdet nord for brønnfeltet, inkl. Vestringsveien (Fv. 255), i sone 2, for å ta høyde for eventuelle usikkerheter i beregningene, samt lokale variasjoner i grunnforhold og periodevise endringer i strømningsmønster.

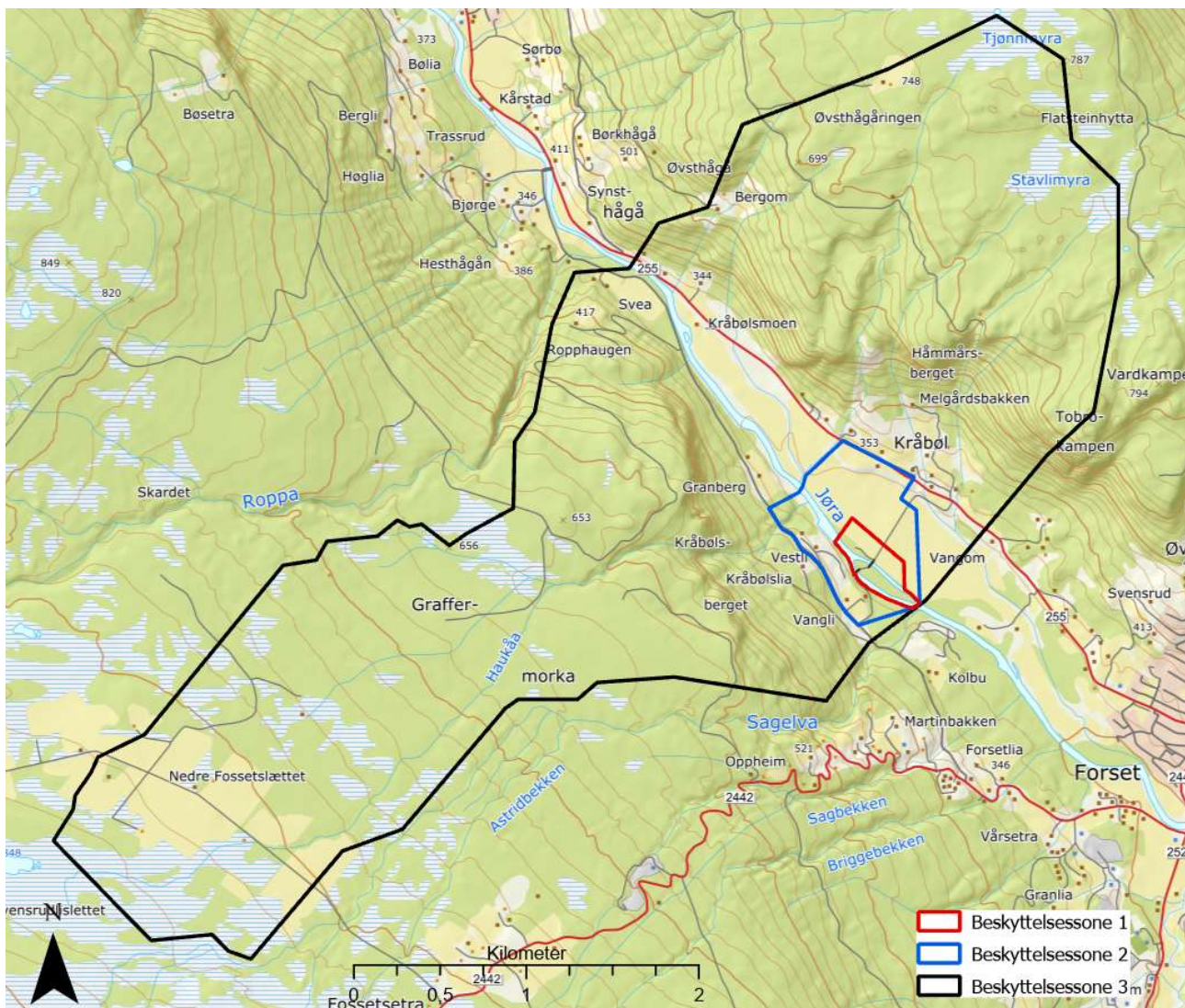
Sone 3 utgjør en sikkerhetssone som har som formål om å begrense aktiviteter med stor forurensningsfare i områder som kan ha avrenning til i sone 2 eller til Jøra i en viss avstand oppstrøms Kråbølsøya. Ytre grense mot nordvest er lagt der dalen smalner, rett nedstrøms utløpet av elven Roppa, rundt 2,3 km fra Kråbølsøya.



Figur 8-1. Forslag til beskyttelsessone 0 (som skal gjerdes inn) og beskyttelsessone 1. Eventuelle fremtidige produksjonsbrønner må også inngå som sone 0 og gjerdes inn.



Figur 8-2. Forslag til beskyttelsessone 1 (rød) og 2 (blå).



Figur 8-3. Forslag til beskyttelsessone 3.

8.2 Restriksjoner

Forslag til restriksjoner er gitt i Tabell 8-1. Alle bestemmelser i en sone gjelder også for innenforliggende sone, dvs. bestemmelser for sone 3 også gjelder i sone 2 og 1, osv.

Tabell 8-1: Forslag til restriksjoner innenfor ulike beskyttelsessoner for brønnfeltet på Kråbølsøya. Restriksjoner i en sone gjelder også for alle innenforliggende soner.

Sone 1	Sone 2	Sone 3
<p>Forbud mot:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bruk av naturgjødning og plantevernmidler. Bruk av kunstgjødning er tillatt iht. godkjent plan. 2. Forbud mot utslipp av kloakk til grunn. 3. Beitedyr. 4. Stillestående maskiner med petroleumsbaserte drivstoff. 	<p>Forbud mot:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kloakkslam. 2. Uttak av løsmasser eller annen aktivitet som kan påvirke grunnvannsnivået og/eller redusere mektigheten på og renseseffekten til umettet sone. 3. Ny veibygging (traktorveier ok). Ved utvidelse av eksisterende vei, endringer i avrenningsmønster fra vei o.l., skal risiko for påvirkning av grunnvannsakviferen vurderes av sakkyndig, og det skal rådføres med Mattilsynet. 4. Etablering av rasteplass, tømme-stasjon for bobil, eller større oppstillingsplasser for kjøretøy. 5. Nye anlegg for infiltrasjon av svartvann og gråvann. Eksisterende private avløpsanlegg på Vangli, Skoglund og Fredbo tillates. 6. Mindre byggetiltak på eksisterende boligtomter tillates. 7. Deponering av avfall. 8. Lagring av drivstoff, olje, plantevernmidler og kjemikalier på tanker >3 m³. Sikrede tanker <3 m³ tillates. Tankene skal plasseres utenfor områder med flomfare. Tankene skal ha doble vegger, stå under tak på tett underlag med opphøyde kanter som kan samle opp hele tankens volum ved eventuelle lekkasjer. 9. Lagring av gjødning, oppranging av gjødning og surfôrsiloer. 10. Forbud mot bruk av plantevernmidler med etikettmerking RSe 1¹, SPe 1² eller SPe 2² eller tilsvarende fremtidig merking for produkter med liten grad av binding til jord eller lang nedbrytningstid. 11. Nedgraving av døde dyr. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Forbud mot avfallsdeponier og større infiltrasjonsanlegg. 2. Forbud mot lagring av olje eller kjemikalier i tanker større enn 10 m³. 3. Ved ny eller endret aktivitet som ikke er i tråd med bestemmelser i kommuneplanens arealdel for LNFR, skal det gjøres en risikovurdering med hensyn til drikkevannskilden og det skal rådføres med Mattilsynet.

¹ etter Retningslinjer for klassifisering og merking av plantevernmidler samt utforming av etikett (versjon 6.0 august 2009)

² etter Forskrift om plantevernmidler §6 punkt d) (forordning (EU) nr. 547/2011 vedlegg III)

9 Referanser

- [1] Norconsult, «Forset vannverk. Prøveboring Hyttøya. Dok.nr. 5196825_05.,» 2021.
- [2] Norconsult, «Forset vannverk. Langtids prøvepumping på Hyttøya. Dok.nr. 5196825_06.,» 2021.
- [3] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» NGU, [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 9. november 2022].
- [4] NVE, «NEVINA Nedbørfelt-Vannføring-INdeks-Analyse,» NVE, [Internett]. Available: <https://nevina.nve.no/>. [Funnet 20. oktober 2022].
- [5] NVE, «Sildre,» [Internett]. Available: <https://sildre.nve.no/map>. [Funnet 21. september 2023].
- [6] Norconsult, «Forset vannverk. Boring av produksjonsbrønner og peilebrønner på Kråbølsøya. Dok.nr. KRÅ-01.,» 2022.
- [7] Norconsult, «Forset vannverk. Prøveboring Kråbølsvolla og Turrvollen. Dok.nr. 5196825_04.,» 2021.
- [8] Folkehelseinstituttet, «Vannrapport 127. Vannforsyning og helse. Veiledning i drikkevannshygiene.,» 2016.
- [9] Norconsult, «Boring av peilebrønner Pb7-Pb10 - Datarapport. KRÅ-07.,» 2023.

10 Vedlegg

Vedlegg 1 – Sammensatte målinger av grunnvannsnivå, temperatur, pumperater og vannføring

Vedlegg 2 – Manuelle målinger av grunnvannsnivå

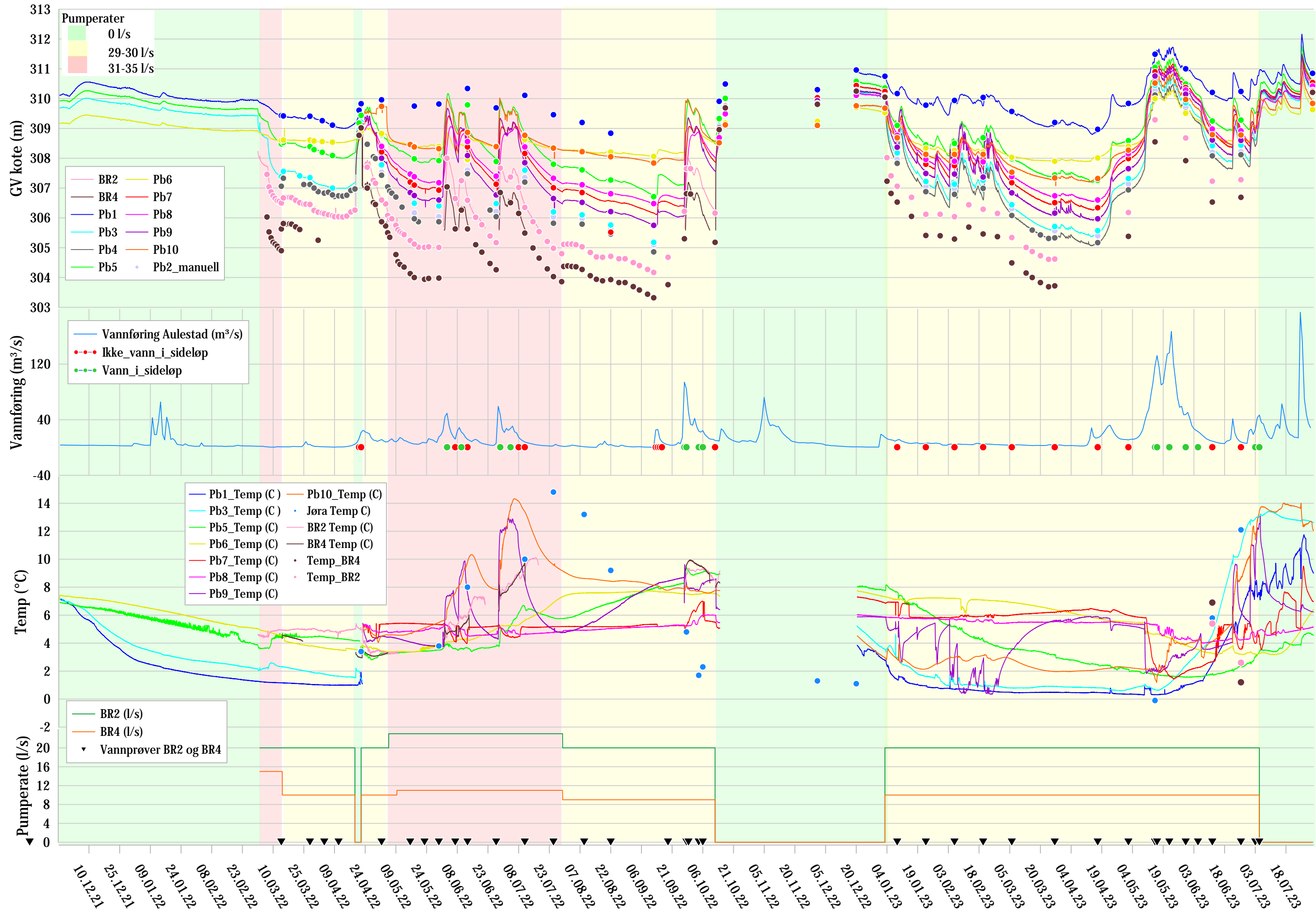
Vedlegg 3 – Sammensatte analyseresultater

Vedlegg 4 – Beskyttelsessoner

Vedlegg 5 – Grunnlagsrapporter

Vedlegg 1 - Sammensatte målinger av grunnvannsnivå, temperatur, pumperater og vannføring

Langtidspumping Kråbølsøya okt. 2021- juli 2023



Vedlegg 2 – Manuelle målinger av grunnvannsnivå

Måling av vannstand i brønner og peilerør - Kråbøl 2022/23

Målt i meter under topp foringsrør

		Pumpestopp Pumpestopp																				
		Kote topp rør:	2022-03-14	2022-03-15	2022-03-23	2022-03-25	2022-03-28	2022-03-30	2022-04-03	2022-04-08	2022-04-21	2022-04-22	2022-04-25	2022-05-02	2022-05-16	2022-05-18	2022-05-30	2022-06-13	2022-06-27	2022-07-11	2022-07-25	2022-08-08
NO3_Pb1	mubt	314,32	4,89	4,90			4,91		5,06	5,21	4,71	4,49		4,36		4,57	4,50	3,98	4,63	4,21	4,86	5,12
NO3_Pb2	mubt	312,70									3,72	3,46		5,17		6,53	6,66	5,10	6,49	5,35	6,67	6,72
NO3_Pb3	mubt	312,97	5,59	5,41	5,56		5,62			5,97	4,02	3,76		5,19		6,48	6,57	5,04	6,49	5,37	6,77	6,87
NO3_Pb4	mubt	312,50	5,44	5,17		5,38	5,38	5,50		5,73	3,63	3,38	4,03	5,07		6,53	6,63	5,02	6,46	5,30	6,68	6,71
NO3_Pb5	mubt	313,51	5,03	4,98			5,12	5,22	5,31	5,42	4,33	4,07		4,72		5,53	5,59	3,72	5,62	4,71	5,71	5,9
NO3_Pb6	mubt	312,46	3,86	3,85			3,85	3,88	3,90	3,92	3,68	3,56		3,63		4,05	4,06	4,50	4,06	3,83	4,13	4,2
NO3_Pb7	mubt	314,23												6,02	7,03	7,13	7,30	5,85	7,10	6,07	7,22	7,38
NO3_Pb8	mubt	315,00												6,60	7,53	7,62	7,82	6,44	7,60	6,62	7,67	7,89
NO3_Pb9	mubt	313,37												5,37	6,52	6,62	6,77	5,28	6,60	5,52	6,72	6,85
NO3_Pb10	mubt	313,06												3,32	4,60	4,68	4,74	4,19	4,67	4,29	4,72	4,84
BR2	mubt	312,47	5,97	5,80			6,02				3,70	3,44	4,77	5,87		7,35	7,46	5,88	7,30	6,12	7,49	7,44
BR4	mubt	312,45		6,64							3,68	3,43	5,45	6,58		8,45	8,47	6,82	8,19	6,96	8,42	8,18

		Kote topp rør:	2022-08-22	2022-09-12	2022-10-14	2022-10-17	2022-12-01	2022-12-20	2023-01-03	2023-01-09	2023-01-23	2023-02-06	2023-02-20	2023-03-06	2023-03-27	2023-04-17	2023-05-02	2023-05-15	2023-05-30	2023-06-12	2023-06-26	2023-07-31
NO3_Pb1	mubt	314,32	5,48	6,26	4,41	3,83	4,02	3,36	3,57	4,15	4,54	4,38	4,28	4,75	5,12	5,35	4,48	2,83	3,32	4,11	4,08	3,47
NO3_Pb2	mubt	312,70	7,06	7,60	3,63	2,89	2,75	2,31	2,50	4,74	5,66	5,72	5,43	6,39	7,13	7,30	5,56	2,41	3,00	4,5	4,48	2,32
NO3_Pb3	mubt	312,97	7,21	7,79	3,90	3,19	3,11	2,63	2,83	4,79	5,75	5,84	5,71	6,53	7,26	7,40	5,65	2,52	3,11	4,55	4,53	2,69
NO3_Pb4	mubt	312,50	7,04	7,64	3,50	2,77	2,66	2,22	2,41	4,67	5,62	5,71	5,51	6,42	7,17	7,33	5,56	2,38	2,95	4,42	4,38	2,25
NO3_Pb5	mubt	313,51	6,24	6,80	4,18	3,50	3,46	2,93	3,15	4,41	5,06	5,01	4,82	5,53	6,07	6,25	4,92	2,46	3,02	4,26	4,23	2,97
NO3_Pb6	mubt	312,46	4,25	4,40	3,79	3,28	3,22	2,76	2,93	3,73	4,12	4,20	4,25	4,43	4,56	4,45	4,06	2,46	2,95	3,73	3,75	2,83
NO3_Pb7	mubt	314,23	8,71		5,21	4,46	4,20	3,79	3,99	5,58	6,43	6,48	6,26	7,05	7,72	7,89	6,24	3,33	3,86	5,33	5,39	3,69
NO3_Pb8	mubt	315,00	8,19	8,52	6,31	5,51	5,14	4,89	4,97	6,23	7,04	7,10	7,12	7,61	8,26	8,40	6,85	4,29	4,71	6,02	6,08	4,58
NO3_Pb9	mubt	313,37	7,16	7,62	4,40	3,63	3,44	3,12	3,27	5,00	5,88	5,90	6,00	6,53	7,21	7,40	5,72	2,61	3,22	4,76	4,77	3,09
NO3_Pb10	mubt	313,06	5,01	5,22	4,54	3,94	3,96	3,30	3,38	4,37	4,93	4,93	4,93	5,53	5,72	5,74	4,79	2,54	3,09	4,27	4,28	3,22
BR2	mubt	312,47	7,76	8,30	3,50	2,77	2,63	2,19	2,39	5,41	6,35	6,43	6,18	7,13	7,85		6,29	3,18	3,79	5,24	5,19	2,21
BR4	mubt	312,45	8,52	9,13	3,49	2,76	2,64	2,20	2,40	5,92	7,04	7,16	6,99	7,96	8,73		7,07	3,90	4,53	5,92	5,76	2,24

Måling av vannstand i brønner og peilerør - Kråbøl 2022/23

Kotenivå

		Pumpestopp Pumpestopp																				
		Kote topp rør:	2022-03-14	2022-03-15	2022-03-23	2022-03-25	2022-03-28	2022-03-30	2022-04-03	2022-04-08	2022-04-21	2022-04-22	2022-04-25	2022-05-02	2022-05-16	2022-05-18	2022-05-30	2022-06-13	2022-06-27	2022-07-11	2022-07-25	2022-08-08
NO3_Pb1	mubt	314,32	309,43	309,42			309,41		309,26	309,11	309,61	309,83		309,96		309,75	309,82	310,34	309,69	310,11	309,46	309,2
NO3_Pb2	mubt	312,70									308,98	309,24		307,53		306,17	306,04	307,6	306,21	307,35	306,03	305,98
NO3_Pb3	mubt	312,97	307,38	307,56	307,41		307,35			307	308,95	309,21		307,78		306,49	306,4	307,93	306,48	307,6	306,2	306,1
NO3_Pb4	mubt	312,50	307,06	307,33		307,12	307,12	307		306,77	308,87	309,12	308,47	307,43		305,97	305,87	307,48	306,04	307,2	305,82	305,79
NO3_Pb5	mubt	313,51	308,48	308,53			308,39	308,29	308,2	308,09	309,18	309,44		308,79		307,98	307,92	309,79	307,89	308,8	307,8	307,61
NO3_Pb6	mubt	312,46	308,6	308,61			308,61	308,58	308,56	308,54	308,78	308,9		308,83		308,41	308,4	307,96	308,4	308,63	308,33	308,26
NO3_Pb7	mubt	314,23												308,21	307,2	307,1	306,93	308,38	307,13	308,16	307,01	306,85
NO3_Pb8	mubt	315,00												308,4	307,47	307,38	307,18	308,56	307,4	308,38	307,33	307,11
NO3_Pb9	mubt	313,37												308	306,85	306,75	306,6	308,09	306,77	307,85	306,65	306,52
NO3_Pb10	mubt	313,06												309,74	308,46	308,38	308,32	308,87	308,39	308,77	308,34	308,22
BR2	mubt	312,47	306,5	306,67			306,45				308,77	309,03	307,7	306,6		305,12	305,01	306,59	305,17	306,35	304,98	305,03
BR4	mubt	312,45		305,81							308,77	309,02	307	305,87		304	303,98	305,63	304,26	305,49	304,03	304,27

		Kote topp rør:	2022-08-22	2022-09-12	2022-10-14	2022-10-17	2022-12-01	2022-12-20	2023-01-03	2023-01-09	2023-01-23	2023-02-06	2023-02-20	2023-03-06	2023-03-27	2023-04-17	2023-05-02	2023-05-15	2023-05-30	2023-06-12	2023-06-26	2023-07-31
NO3_Pb1	mubt	314,32	308,84	308,06	309,91	310,49	310,3	310,96	310,75	310,17	309,78	309,94	310,04	309,57	309,2	308,97	309,84	311,49	311	310,21	310,24	310,85
NO3_Pb2	mubt	312,70	305,64	305,1	309,07	309,81	309,95	310,39	310,2	307,96	307,04	306,98	307,27	306,31	305,57	305,4	307,14	310,29	309,7	308,2	308,22	310,38
NO3_Pb3	mubt	312,97	305,76	305,18	309,07	309,78	309,86	310,34	310,14	308,18	307,22	307,13	307,26	306,44	305,71	305,57	307,32	310,45	309,86	308,42	308,44	310,28
NO3_Pb4	mubt	312,50	305,46	304,86	309	309,73	309,84	310,28	310,09	307,83	306,88	306,79	306,99	306,08	305,33	305,17	306,94	310,12	309,55	308,08	308,12	310,25
NO3_Pb5	mubt	313,51	307,27	306,71	309,33	310,01	310,05	310,58	310,36	309,1	308,45	308,5	308,69	307,98	307,44	307,26	308,59	311,05	310,49	309,25	309,28	310,54
NO3_Pb6	mubt	312,46	308,21	308,06	308,67	309,18	309,24	309,7	309,53	308,73	308,34	308,26	308,21	308,03	307,9	308,01	308,4	310	309,51	308,73	308,71	309,63
NO3_Pb7	mubt	314,23	305,52		309,02	309,77	310,03	310,44	310,24	308,65	307,8	307,75	307,97	307,18	306,51	306,34	307,99	310,9	310,37	308,9	308,84	310,54
NO3_Pb8	mubt	315,00	306,81	306,48	308,69	309,49	309,86	310,11	310,03	308,77	307,96	307,9	307,88	307,39	306,74	306,6	308,15	310,71	310,29	308,98	308,92	310,42
NO3_Pb9	mubt	313,37	306,21	305,75	308,97	309,74	309,93	310,25	310,1	308,37	307,49	307,47	307,37	306,84	306,16	305,97	307,65	310,76	310,15	308,61	308,6	310,28
NO3_Pb10	mubt	313,06	308,05	307,84	308,52	309,12	309,1	309,76	309,68	308,69	308,13	308,13	308,13	307,53	307,34	307,32	308,27	310,52	309,97	308,79	308,78	309,84
BR2	mubt	312,47	304,71	304,17	308,97	309,7	309,84	310,28	310,08	307,06	306,12	306,04	306,29	305,34	304,62		306,18	309,29	308,68	307,23	307,28	310,26
BR4	mubt	312,45	303,93	303,32	308,96	309,69	309,81	310,25	310,05	306,53	305,41	305,29	305,46	304,49	303,72		305,38	308,55	307,92	306,53	306,69	310,21

Manuelle målinger i BR2

Dato:	Kl:	Kote bt BR2	Målerstand:	Pumpet mengde:	Timer:	Ltr/sek:	GV muht BR2*	GV kote BR2	Kommentar
2022-03-07	13:40	312,47	316670				5,01	307,46	
2022-03-08	12:40	312,47	318275	1605	23,00	19,4	5,43	307,04	
2022-03-09	10:10	312,47	319761	1486	21,50	19,2	5,60	306,87	
2022-03-10	12:00	312,47	321547	1786	25,67	19,3	5,73	306,74	
2022-03-11	09:00	312,47	322996	1449	21,00	19,2	5,82	306,65	
2022-03-12		312,47					5,90	306,57	
2022-03-13		312,47					5,92	306,55	
2022-03-14	10:00	312,47	328021	5025	73,00	19,1	5,97	306,50	
2022-03-15	12:30	312,47	329854	1833	26,50	19,2	5,80	306,67	
2022-03-16	11:30	312,47	331440	1586	23,00	19,2	5,78	306,69	
2022-03-17	10:00	312,47	332989	1549	22,50	19,1	5,78	306,69	
2022-03-18	12:30	312,47	334828	1839	26,50	19,3	5,78	306,69	
2022-03-19	12:00	312,47					5,79	306,68	
2022-03-21	12:30	312,47	339779	4951	72,00	19,1	5,88	306,59	
2022-03-23	12:20	312,47	343081	3302	47,66	19,2	5,96	306,51	
2022-03-25	10:00	312,47	346221	3140	45,33	19,2	6,01	306,46	
2022-03-26		312,47					6,01	306,46	
2022-03-28	12:30	312,47	351272	5051	74,50	18,8	6,02	306,45	
2022-03-30	08:30	312,47					6,22	306,25	
2022-04-01	12:15	312,47	358044	6772	95,75	19,6	6,28	306,19	
2022-04-03	09:30	312,47					6,31	306,16	
2022-04-04	13:30	312,47	363233	5189	73,25	19,7	6,33	306,14	
2022-04-06	12:15	312,47	366538	3305	46,75	19,6	6,37	306,10	
2022-04-08	08:30	312,47	369667	3129	44,25	19,6	6,40	306,07	
2022-04-09		312,47					6,43	306,04	
2022-04-11		312,47					6,43	306,04	
2022-04-13		312,47					6,44	306,03	
2022-04-15	09:00	312,47	381659	11992	168,5	19,8	6,41	306,06	
2022-04-17		312,47					6,27	306,20	
2022-04-19		312,47					6,21	306,26	
2022-04-25	13:00	312,47					4,77	307,70	
2022-04-28	12:30	312,47	398610				5,21	307,26	
2022-04-29	13:30	312,47	400357				5,31	307,16	
2022-05-02	08:30	312,47	405185	4828	67,00	20,0	5,87	306,60	
2022-05-04		312,47		-405185			6,00	306,47	
2022-05-05	08:45	312,47	410520				6,39	306,08	Økt pumperate til 23 l/s
2022-05-06	09:00	312,47	412503	1983	24,25	22,7	6,52	305,95	
2022-05-07		312,47					6,50	305,97	
2022-05-09		312,47					6,72	305,75	
2022-05-10	08:45	312,47	420261				6,87	305,60	
2022-05-11	10:30	312,47	422334	2073	25,75	22,4	6,94	305,53	
2022-05-12		312,47					6,99	305,48	
2022-05-13	09:30	312,47	426145	3811	47,00	22,5	7,03	305,44	
2022-05-16	12:15	312,47	432182	6037	74,75	22,4	7,23	305,24	
2022-05-18	09:00	312,47	435791	3609	44,75	22,4	7,35	305,12	
2022-05-20		312,47					7,45	305,02	
2022-05-23	08:15	312,47	445417	9626	119,25	22,4	7,46	305,01	
2022-05-25	09:00	312,47	449339	3922	48,75	22,3	7,44	305,03	
2022-05-30	08:15	312,47	458954	9615	119,25	22,4	7,46	305,01	
2022-06-03		312,47					4,47	308,00	Mye vann i kanal
2022-06-07	08:45	312,47	474763	15809	192,50	22,8	5,82	306,65	Ikke vann i kanal
2022-06-10		312,47					5,22	307,25	Litt vann i kanal
2022-06-13	08:30	312,47	486601	11838	143,75	22,9	5,88	306,59	Ikke vann i kanal
2022-06-17		312,47					6,45	306,02	
2022-06-20	09:00	312,47	500354	13753	168,50	22,7	6,70	305,77	
2022-06-24		312,47					7,08	305,39	
2022-06-27	08:30	312,47	513947	13593	167,50	22,5	7,30	305,17	
2022-06-29		312,47					4,80	307,67	Mye vann i kanal
2022-07-04	09:45	312,47	527894	13947	169,25	22,9	5,10	307,37	Litt vann i kanal
2022-07-08	09:00	312,47	535761	7867	95,25	22,9	5,45	307,02	Ikke vann i kanal
2022-07-11		312,47					6,12	306,35	Ikke vann i kanal
2022-07-15	09:00	312,47	549513	13752	168,00	22,7	6,60	305,87	
2022-07-18		312,47					6,93	305,54	
2022-07-22		312,47					7,26	305,21	
2022-07-25		312,47					7,49	304,98	
2022-07-29		312,47					7,67	304,80	Pumpe redusert til 20 l/s og 9 l/s
2022-07-30		312,47					7,36	305,11	
2022-08-01		312,47					7,35	305,12	
2022-08-03		312,47					7,35	305,12	
2022-08-05		312,47					7,37	305,10	
2022-08-08		312,47					7,44	305,03	
2022-08-12		312,47					7,63	304,84	
2022-08-15	13:00	312,47	606692				7,78	304,69	
2022-08-18	12:45	312,47	611895	5203	71,75	20,1	7,79	304,68	
2022-08-22	13:00	312,47	618874	6979	96,25	20,1	7,76	304,71	
2022-08-26	12:30	312,47	625778	6904	95,50	20,1	7,84	304,63	
2022-08-29		312,47					7,84	304,63	
2022-09-02		312,47					7,97	304,50	
2022-09-05		312,47					8,07	304,40	
2022-09-09		312,47					8,20	304,27	
2022-09-12		312,47					8,30	304,17	
2022-09-19	13:00	312,47	667473	41695	576,50	20,1	7,79	304,68	
2022-09-27		312,47					6,25	306,22	Flom
2022-09-28		312,47					4,82	307,65	Flom
2022-09-30		312,47					4,82	307,65	Flom
2022-10-12	08:30	312,47	707691	40218	571,50	19,5	6,31	306,16	Stopp av pumper, ikke vann i kanal
		312,47							
2023-01-04	09:30	312,47	709311				4,45	308,02	
2023-01-06	12:30	312,47	712994	3683	51,00	20,1	5,06	307,41	
2023-01-09		312,47					5,41	307,06	
2023-01-16	10:15	312,47	729823	16829	237,75	19,7	5,78	306,69	
2023-01-30	09:45	312,47	753642	23819	335,50	19,7	6,35	306,12	
2023-02-13	10:00	312,47	777535	23893	336,25	19,7	6,03	306,44	
2023-02-27	10:00	312,47	801377	23842	336,00	19,7	6,32	306,15	
2023-03-13		312,47					7,46	305,01	
2023-03-16	13:00	312,47	830220	28843	411,00	19,5	7,60	304,87	
2023-03-20		312,47					7,74	304,73	
2023-03-24		312,47					7,86	304,61	
2023-03-27		312,47					7,85	304,62	

* muht = meter under brønntopp

Manuelle målinger i BR4

Dato:	Kl:	Kote bt BR4	Kote bt Pb4	Målerstand:	Pumpet mengde:	Timer:	Ltr/sek:	GV muft BR4	GV kote BR4	GV muft Pb4	GV kote Pb4	Kommentar
2022-03-07	13:40	312,45	312,50	165712				6,42	306,03			
2022-03-08	12:40	312,45	312,50	166826	1114	23,00	13,5	6,92	305,53			
2022-03-09	10:10	312,45	312,50	167862	1036	21,50	13,4	7,12	305,33			
2022-03-10	12:00	312,45	312,50	169107	1245	25,67	13,5	7,27	305,18			
2022-03-11	09:00	312,45	312,50	170100	993	21,00	13,1	7,33	305,12			
2022-03-12		312,45	312,50					7,40	305,05			
2022-03-13		312,45	312,50					7,50	304,95			
2022-03-14	10:00	312,45	312,50	173542	3442	73,00	13,1	7,55	304,90			
2022-03-14	10:00	312,45	312,50	173542				6,82	305,63	5,44	307,06	
2022-03-15	12:30	312,45	312,50	174482	940	26,50	9,9	6,64	305,81	5,17	307,33	
2022-03-16	11:30	312,45	312,50	175287	805	23,00	9,7	6,63	305,82			
2022-03-17	10:00	312,45	312,50	176071	784	22,50	9,7	6,66	305,79			
2022-03-18	12:30	312,45	312,50	177001	930	26,50	9,7	6,65	305,80			
2022-03-19	12:00	312,45	312,50	177823	822	23,50	9,7	6,66	305,79			
2022-03-21	12:30	312,45	312,50	179504	1681	48,00	9,7	6,75	305,70			
2022-03-23	12:20	312,45	312,50	181070	1566	47,66	9,1	6,84	305,61			
2022-03-25	10:00	312,45	312,50	182753	1683	45,33	10,3			5,38	307,12	
2022-03-28	12:30	312,45	312,50	185301	2548	74,50	9,5			5,38	307,12	
2022-03-30	08:30	312,45	312,50							5,50	307,00	
2022-04-01	12:15	312,45	312,50	188603	3302	95,75	9,6	7,20	305,25	5,62	306,88	
2022-04-04	13:30	312,45	312,50	191124	2521	73,25	9,6			5,67	306,83	
2022-04-06	12:15	312,45	312,50	192732	1608	46,75	9,6			5,64	306,86	
2022-04-08	08:30	312,45	312,50	194251	1519	44,25	9,5			5,73	306,77	
2022-04-09		312,45	312,50							5,78	306,72	
2022-04-11		312,45	312,50							5,76	306,74	
2022-04-13		312,45	312,50							5,77	306,73	
2022-04-15	09:00	312,45	312,50	200083	5832	168,50	9,6			5,74	306,76	
2022-04-17		312,45	312,50							5,58	306,92	
2022-04-19		312,45	312,50							5,53	306,97	
2022-04-25	13:00	312,45	312,50					5,45	307,00	4,03	308,47	
2022-04-28	12:30	312,45	312,50	207744				5,94	306,51	4,45	308,05	
2022-04-29	13:30	312,45	312,50	208496				6,00	306,45	4,51	307,99	
2022-05-02	08:30	312,45	312,50	210554	2058	67,00	8,5	6,58	305,87	5,07	307,43	
2022-05-04		312,45	312,50					6,72	305,73			
2022-05-05	8:45	312,45	312,50	212743				6,95	305,50	5,46	307,04	Pumperate i BR2 økt til 23 l/s
2022-05-06	09:00	312,45	312,50	213484	741	24,25	8,5	7,10	305,35	5,60	306,90	
2022-05-07		312,45	312,50							5,67	306,83	
2022-05-09		312,45	312,50							5,80	306,70	
2022-05-09	15:00	312,45	312,50					7,68	304,77			
2022-05-10	08:45	312,45	312,50	216465				7,92	304,53			
2022-05-11	10:30	312,45	312,50	217462	997	25,75	10,8	8,01	304,44			
2022-05-12		312,45	312,50							6,14	306,36	
2022-05-13	09:30	312,45	312,50	219292	1830	47,00	10,8	8,10	304,35			
2022-05-16	12:15	312,45	312,50	222187	2895	74,75	10,8	8,32	304,13			
2022-05-18	09:00	312,45	312,50	223918	1731	44,75	10,7	8,45	304,00			
2022-05-20		312,45	312,50							6,63	305,87	
2022-05-23	08:15	312,45	312,50	228526	4608	119,25	10,7	8,51	303,94			
2022-05-25	09:00	312,45	312,50	230402	1876	48,75	10,7	8,48	303,97			
2022-05-30	08:15	312,45	312,50	234977	4575	119,25	10,7	8,47	303,98			
2022-06-03		312,45	312,50					5,41	307,04			Mye vann i kanal
2022-06-07	08:45	312,45	312,50	242451	7474	192,50	10,8	6,82	305,63			Ikke vann i kanal
2022-06-10		312,45	312,50					6,19	306,26			Litt vann i kanal
2022-06-13	08:30	312,45	312,50	248017	5566	143,75	10,8	6,82	305,63			Ikke vann i kanal
2022-06-17		312,45	312,50					7,35	305,10			
2022-06-20	09:00	312,45	312,50	254468	6451	168,50	10,6	7,60	304,85			
2022-06-24		312,45	312,50					7,98	304,47	6,24	306,26	
2022-06-27	08:30	312,45	312,50	260832	6364	167,50	10,6	8,19	304,26	6,46	306,04	
2022-06-29		312,45	312,50					5,60	306,85			Mye vann i kanal
2022-07-04	09:45	312,45	312,50	267309	6477	169,25	10,6	5,94	306,51			Litt vann i kanal
2022-07-08	09:00	312,45	312,50	270951	3642	95,25	10,6	6,30	306,15			Ikke vann i kanal
2022-07-11		312,45	312,50					6,96	305,49			Ikke vann i kanal
2022-07-15	09:00	312,45	312,50	277334	6383	168,00	10,6	7,46	304,99			
2022-07-18		312,45	312,50					7,80	304,65			
2022-07-22		312,45	312,50					8,16	304,29			
2022-07-25		312,45	312,50					8,42	304,03			
2022-07-29		312,45	312,50					8,59	303,86			Pumpe redusert til 20 l/s og 9 l/s
2022-07-30		312,45	312,50					8,08	304,37			
2022-08-01		312,45	312,50					8,06	304,39			
2022-08-03		312,45	312,50					8,08	304,37			
2022-08-05		312,45	312,50					8,09	304,36			
2022-08-08		312,45	312,50					8,18	304,27			
2022-08-12		312,45	312,50					8,39	304,06			
2022-08-15	13:00	312,45	312,50	303243				8,51	303,94			
2022-08-18	12:45	312,45	312,50	305541	2298	71,75	8,9	8,56	303,89			
2022-08-22	13:00	312,45	312,50	308633	3092	96,25	8,9	8,52	303,93			
2022-08-26	12:30	312,45	312,50	311697	3064	95,50	8,9	8,62	303,83			
2022-08-29		312,45	312,50					8,62	303,83			
2022-09-02		312,45	312,50					8,76	303,69			
2022-09-05		312,45	312,50					8,87	303,58			
2022-09-09		312,45	312,50					9,01	303,44			
2022-09-12		312,45	312,50					9,13	303,32			
2022-09-19	13:00	312,45	312,50	330334	18637	576,50	9,0	8,69	303,76			
2022-09-27		312,45	312,50					7,15	305,30			Flom
2022-09-28		312,45	312,50					5,64	306,81			Flom
2022-09-30		312,45	312,50					5,65	306,80			Flom
2022-10-12	08:30	312,45	312,50	348823	18489	571,50	9,0	7,27	305,18			Stopp av pumper, ikke vann i kanal
2023-01-04	09:30	312,45	312,50	349598				5,22	307,23			
2023-01-06	12:30	312,45	312,50	351319	1721	51,00	9,4	5,63	306,82			
2023-01-09		312,45	312,50					5,92	306,53			
2023-01-16	10:15	312,45	312,50	359061	7742	237,75	9,0	6,40	306,05			
2023-01-30	09:45	312,45	312,50	369918	10857	335,50	9,0	7,05	305,40			
2023-02-13	10:00	312,45	312,50	380785	10867	336,25	9,0	6,76	305,69			
2023-02-27	10:00	312,45	312,50	391611	10826	336,00	9,0	7,08	305,37			
2023-03-13		312,45	312,50					8,30	304,15			
2023-03-16	13:00	312,45	312,50	404723	13112	411,00	8,9	8,45	304,00	6,91	305,59	
2023-03-20		312,45	312,50					8,62	303,83	7,07	305,43	
2023-03-24		312,45	312,50					8,76	303,69	7,19	305,31	
2023-03-27		312,45	312,50					8,73	303,72	7,17	305,33	

* muft = meter under brønntopp

Vedlegg 3 – Sammensatte analyseresultater

BR2	Enhet	Drikkevanns- forskriften	2022-08-09	2022-08-22	2022-09-19	2022-09-28	2022-09-29	2022-10-04	2022-10-06	2023-01-09	2023-01-23	2023-02-06	2023-02-20	2023-03-06	2023-03-27	2023-04-17
pH		6,5-9,5		7,3	7,1	6,9				7,2	7	7,3	7,1	7,1	7,1	7,1
Konduktivitet	mS/m	250		11,3	10,7	6,48	6,52	6,05	6,62	8,92	9,81	7,95	9,26	9,72	10,6	10,5
Turbiditet	FNU			<0,1	<0,1					<0,1	0,11	<0,1	0,45	0,12	<0,1	<0,1
Fargetall	mg Pt/l	20		<2	<2	4		4	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
TOC, total organisk karbon	mg/l		<1		<1					<1	<1	1,1	1	0,9	0,8	0,8
Alkalitet	mmol/l			0,698	0,644					0,569		0,563	0,531	0,605	0,681	0,691
UV-transmisjon	% T / 5 cm			86,5	85,4	55		60,8	66,9	81,6	82,5	79,3	78,6	83,1	85,2	85,7
Jern	µg/l	200		<5	<5					1,1		2,3	4,6	0,9	1,4	0,6
Mangan	µg/l	50	<0,1	<0,1	<0,1					<1		<1	<1	<1	<1	<1
Kalsium, Ca	mg/l			14	13					13		12	13	13	15	14
Magnesium	mg/l									2,2		2,2	2,3	2,4	2,5	2,5
Kalium	mg/l									1,1		0,96	1	1,1	1,2	1,1
Nitrat+nitritt	mgN/l	10		2,62	2,46	0,828				1,83		1,95	1,8	2,2	2,47	2,31
Nitrat, NO3-N	mg/l	10	2,8													
Nitritt, NO2-N	mg/l	0,5	<0,001		<0,0001											
Total nitrogen	mgN/l			2,81	2,49					1,84		1,89		2,38	2,46	2,25
Ammonium	mgN/l	0,4			<0,0025											
Ammonium, NH4	mg/l	0,5	<0,01													
Total fosfor	µg P/l			<2	<2											
Kimtall 22C	kde/ml	100	6	6	i.p.	141	190	49	28	2	17	2	7	2	2	3
Koliforme bakterier	kde/100 ml	0	1	<1	<1	4	8	2	1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1
E.coli	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	1	4	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Clostridium perfringens	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	2	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen	µg/l	10	0,031													
Fluorid	mg/l	1,5	<0,05													
Klorid	mg/l	250	2							1,4		1,4	1,6	1,6	1,8	1,6
KOF-Mn	mg/l															
Natrium	mg/l	200	1,5							1,4		1,4	1,5	1,6	1,7	1,6

BR2	Enhet	Drikkevanns- forskriften										
			2023-05-02	2023-05-15	2023-05-16	2023-05-22	2023-05-30	2023-06-05	2023-06-12	2023-06-26	2023-07-03	2023-07-05
pH		6,5-9,5	7,1	7	6,9	7,4	7,3	7,1	7	7,1	7,3	6,9
Konduktivitet	mS/m	250	10,2	7,98	7,65	7,63	8	7,51	9,01	7,72	7,41	6,21
Turbiditet	FNU		<0,1	<0,1	0,16	0,15	<1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,13
Fargetall	mg Pt/l	20	<2	4	4	5	4	4	<2	3	4	5
TOC, total organisk karbon	mg/l		1	1,7	1,7		1,6	1,7	1,4	1,5	1,6	1,8
Alkalitet	mmol/l		0,636	0,543			0,402	0,525	0,543	0,484	0,462	0,424
UV-transmisjon	% T / 5 cm		83,7	66,3	64,6		63	62,3	71,7	67	64,8	55,9
Jern	µg/l	200	0,9	5,4			5,2	5,2	2,2	2,8	3,6	7,5
Mangan	µg/l	50	<1	<1			<1	<1	<1	0,11	0,17	0,25
Kalsium, Ca	mg/l		14	11			10	10	12	10	11	8,9
Magnesium	mg/l		2,4	1,8			1,7	1,7	2,2	1,7	1,9	1,5
Kalium	mg/l		1,1	0,9			0,83	0,87	0,95	0,89	1	0,89
Nitrat+nitritt	mgN/l	10	2,36	1,51			1,52	1,51	2,11	1,4	1,34	0,866
Nitrat, NO3-N	mg/l	10							2,2			
Nitritt, NO2-N	mg/l	0,5							<0,001			
Total nitrogen	mgN/l		2,26	1,61			1,45	1,4	1,91	1,51	1,49	0,881
Ammonium	mgN/l	0,4							<0,01			
Ammonium, NH4	mg/l	0,5										
Total fosfor	µg P/l											
Kimtall 22C	kde/ml	100	1	96	90	48	19	4	3	1	10	20
Koliforme bakterier	kde/100 ml	0	<1	<1	3	<1	<1	<1	<1	1	3	4
E.coli	kde/100 ml	0	<1	<1	3	<1	<1	<1	<1	1	<1	2
Clostridium perfringens	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	2
Arsen	µg/l	10							0,041			
Fluorid	mg/l	1,5							<0,05			
Klorid	mg/l	250	1,6	1,2			1,1	1,1	1,5	1,9	1,1	<1
KOF-Mn	mg/l											
Natrium	mg/l	200	1,6	1,4			1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,2

BR4	Enhet	Drikkevanns- forskriften	2022-08-09	2022-08-22	2022-09-19	2022-09-28	2022-09-29	2022-10-04	2022-10-06	2023-01-09	2023-01-23	2023-02-06	2023-02-20	2023-03-06	2023-03-27	2023-04-17
pH		6,5-9,5		7,4	7,2	6,9				7,2	7,1	7,3	7,2	7,2	7,2	7,1
Konduktivitet	mS/m	250		6,6	6,46	6,17	6,23	5,27	4,93	5,26	4,17	4,58	4,33	4,72	5,33	
Turbiditet	FNU			<0,1	<0,1					<0,1	<0,1	0,13	0,26	0,14	0,1	<0,1
Fargetall	mg Pt/l	20		7	3	4		6	5	3	3	4	4	4	3	3
TOC, total organisk karbon	mg/l		1,4		1,8					1,5	1,8	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
Alkalitet	mmol/l			0,468	0,411					0,35		0,315	0,276	0,313	0,385	0,368
UV-transmisjon	% T / 5 cm			73,4	67,8	56,4		54,2	53,9	67,5	63	63,3	61,3	63,1	64,9	66,7
Jern	µg/l	200		<5	<5					3,8		4,2	6,5	4	4,4	3,8
Mangan	µg/l	50	0,12	0,11	0,14					<1		<1	<1	<1	<1	<1
Kalsium, Ca	mg/l			7,7	7,9					7,1		5,9	5,7	6,2	7,2	7,5
Magnesium	mg/l									1,4		1,2	1,1	1,3	1,4	1,5
Kalium	mg/l									0,68		0,51	0,49	0,51	0,59	0,6
Nitrat+nitritt	mgN/l	10		1,11	1,05	0,915				0,59		0,484	0,453	0,604	0,83	0,986
Nitrat, NO3-N	mg/l	10	0,99													
Nitritt, NO2-N	mg/l	0,5	<0,001		<0,001											
Total nitrogen	mgN/l			1,12	1,36					0,61		0,617		0,612	0,869	1,05
Ammonium	mgN/l	0,4			<0,0025											
Ammonium, NH4	mg/l	0,5	<0,01													
Total fosfor	µg P/l			<2	<2											
Kimtall 22C	kde/ml	100	3	i.p.	1	86	89	29	33	4	4	6	ip	1	1	6
Koliforme bakterier	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	3	2	6	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
E.coli	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Clostridium perfringens	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen	µg/l	10	0,044													
Fluorid	mg/l	1,5	<0,05													
Klorid	mg/l	250	<1							<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
KOF-Mn	mg/l															
Natrium	mg/l	200	0,98							0,8		0,75	0,76	0,84	0,97	1

BR4	Enhet	Drikkevanns- forskriften	2023-05-02	2023-05-15	2023-05-16	2023-05-22	2023-05-30	2023-06-05	2023-06-12	2023-06-26	2023-07-03	2023-07-05
pH		6,5-9,5	7,1	7	6,9	7,4	7,3	7,2	7,1	7,2	7,3	7
Konduktivitet	mS/m	250	5,99	6,13	6,24	5,58	4,48	3,95	4,45	4,27	4,34	4,24
Turbiditet	FNU		<0,1	<0,1	0,18	0,21	<1	<0,1	<0,1	0,14	0,13	0,14
Fargetall	mg Pt/l	20	5	5	5	8	9	8	6	6	7	7
TOC, total organisk karbon	mg/l		1,9	2,3	2,2		2,4	2,4	2,1	2	2,1	2,2
Alkalitet	mmol/l		0,362	0,413			0,33	0,268	0,309	0,309	0,31	0,285
UV-transmisjon	% T / 5 cm		57,8	54,5	53,1		43	44	52,5	50	49,4	46,8
Jern	µg/l	200	5,2	5,7			9,6	14	6,7	7,3	8	11,4
Mangan	µg/l	50	<1	<1			<1	<1	<1	0,28	0,35	0,35
Kalsium, Ca	mg/l		7,7	8,1			5,6	5		5,6	6	5,9
Magnesium	mg/l		1,6	1,7			1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2
Kalium	mg/l		0,57	0,58			0,46	0,48	0,54	0,6	0,68	0,7
Nitrat+nitritt	mgN/l	10	1,04	1,02			0,247	0,179	0,436	0,17	0,198	0,207
Nitrat, NO3-N	mg/l	10							<0,001			
Nitritt, NO2-N	mg/l	0,5							0,45			
Total nitrogen	mgN/l		1,16	1,11			0,324	0,238	0,477	0,29	0,383	0,27
Ammonium	mgN/l	0,4										
Ammonium, NH4	mg/l	0,5										
Total fosfor	µg P/l											
Kimtall 22C	kde/ml	100	7	121	175	56	38	17	11	13	5	21
Koliforme bakterier	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	3	1
E.coli	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	3	1
Clostridium perfringens	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Arsen	µg/l	10							0,049			
Fluorid	mg/l	1,5							<0,05			
Klorid	mg/l	250	1,1	<1			<1	<1	<1	<1	<1	<1
KOF-Mn	mg/l											
Natrium	mg/l	200	1,1	0,98			0,64	0,65	0,74	0,82	0,9	0,93

Øvrige parametere i drikkevannspakke B			2022-08-09		2023-06-12	
	Enhet	Drikkevanns- forskriften	BR2	BR4	BR2	BR4
Aluminium	µg/l	200	3,7	8,2	8,4	19
Antimon	µg/l	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzen	µg/l	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(a)pyren	µg/l	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bly	µg/l	10	<0,02	<0,02	0,022	<0,02
Bor	µg/l	1000	3,6	<2,5	6,1	<2,5
Bromat-BrO3	µg/l	10	<3	<3	<3	<3
Cyanid, total	mg/l	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Kadmium	µg/l	5	<0,01	<5	<0,01	<0,01
Kobber	µg/l	2000	0,29	0,53	0,65	0,85
Krom	µg/l	50	0,15	0,11	0,13	0,11
Kvikksølv	ng/l	1000	<2	<2	<2	2
Nikkel	µg/l	20	<0,2	<0,2	<0,2	0,22
Selen	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
Sulfat	mg/l	250	5	2,8	4,7	2,2
1,2,-dikloretan	µg/l	3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2,4,5-Triklorfenoksyre, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
2,4-Diklorfenoksyre, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Atrazin, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
BAM (2,6-diklorbensamid), pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bentazon, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bitertanol, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cyanazin, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Desetylatrazin, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Desisopropylatrazin, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diklorprop, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dimetoat, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diuron, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Etofumesat, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenoxaprop, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hexazinon, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Isoproturon, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Kloridazon, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Klorsulfuron, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Kvinmerak, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
MCPA, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mecoprop, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Metamitron, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Metazaklor, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Metribuzin, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Metsulfuronmetyl, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Propyzamid, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Simazin, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Terbutylazin, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Thifensulfuronmetyl, pesticid	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sum pesticider	µg/l	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b+k)fluoranten, PAH	µg/l		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(ghi)perylene, PAH	µg/l		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren, PAH	µg/l		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sum PAH ihht drikkevannsforskrift	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Tetrakloreten	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
Trikloretan	µg/l	10	<1	<1	<1	<1
Sum kloretenner	µg/l		<1	<1	<1	<1
Kloroform	µg/l		<1	<1	<1	<1
Bromoform	µg/l		<1	<1	<1	<1
Dibromklormetan	µg/l		<1	<1	<1	<1
Bromdeklormetan	µg/l		<1	<1	<1	<1
Sum trihalometaner	µg/l	100	<1	<1	<1	<1

ANALYSERESULTATER FRA VANNPRØVER I JØRA												
Elv	Enhet	2022-05-30	2022-06-13	2022-06-27	2022-07-11	2022-07-25	2022-08-09	2022-08-22	2022-09-28	2022-10-04	2022-10-06	Elv Sideløp 2023-05-15
Kimtall 22C	kde/ml	1130	5000	1800	730	460	350			1230	>300	2180 2760
Koliforme bakterier	MPN/100 ml	35	46	76	38	>100	26			47	70	20 26
E.coli	MPN/100 ml	22	13	56	23	56	10			27	20	15 20
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	13	1	>100	6	30	5			6	17	6 5
Clostridium perfringens	kde/100 ml	4	1	1	<1	4				<1	1	12 12
Konduktivitet 25C	mS/m	3,62	3,78	3,99	4,12	4,06	4,48			3,68	3,69	3,1 3,08
Fargetall (etter filtrering)	mg Pt/l	18	18	16	18	18	13			24	26	35 35
Nitrat+nitritt	mg N/l	0,128	0,161	0,185	0,219	0,276	0,289					0,207
Total nitrogen	mg N/l	0,286	0,277	0,329	0,405	0,427	0,387					0,559
pH												7,2 7,2
Turbiditet	FNU											5,1 5,5
TOC	mg/l											5,6
UV-transmisjon	%T/5 cm											8
Klorid	mg/l											<1
Alkalitet	mmol/l											0,21
Magnesium	mg/l											1
Kalsium	mg/l											4
Natrium	mg/l											0,62
Kalium	mg/l											0,58
Jern	ug/l											372
Mangan	ug/l											32,3
Temperatur i elva	°C	3,8	8		10	14,8	13,2	9,2	4,8	1,7	2,3	-0,1
Vann i sideløp									Mye vann i sideløp	Litt vann i sideløp	Litt vann i sideløp	Mye vann i sideløp

Elv	Enhet	Elv Sideløp 2023-05-16	Elv Sideløp 2023-05-22	Elv Sideløp 2023-05-30	Sideløp 2023-06-05	Elv 2023-06-12	2023-06-26	Elv Sideløp 2023-07-03	Elv Sideløp 2023-07-05
Kimtall 22C	kde/ml	2350 2090	870 680	630 460	224	>300	700	470 570	1000 690
Koliforme bakterier	MPN/100 ml	8 11	22 31	18 18	20	33	47	361 461	>100 >100
E.coli	MPN/100 ml	7 8	22 31	6 7	10	6	34	62 65	>100 >100
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	4 6	4 5	6 10	6	3	72	14 33	26 29
Clostridium perfringens	kde/100 ml	3 8	1 1	1 2	2	6	<1	4 4	10 3
Konduktivitet 25C	mS/m	2,76 2,82	2,17 2,19	2,41 2,41	2,77	2,97	3,11	2,95 2,99	2,74 2,77
Fargetall (etter filtrering)	mg Pt/l	36 36	34 34	30 30	22	16	18	28 28	39 39
Nitrat+nitritt	mg N/l				0,101	0,145	0,117	0,087 0,074	0,062 0,059
Total nitrogen	mg N/l				0,242	0,205	<1	0,272 0,239	0,262 0,236
pH		7,1 7,1	7,2 7,2	7,2 7,2	7,4	7,4	7,4	7,4 7,4	7 7,2
Turbiditet	FNU	7,3 8,6	2,8 2,9	0,5 0,69	0,4	0,31	0,29	0,48 0,44	0,88 1,2
TOC	mg/l			4,7 4,6	4	2,9	3,3	5 4,9	6 6
UV-transmisjon	%T/5 cm			15,2 15	23,2				
Klorid	mg/l				<1	<1	<1	<1 1,8	<1 <1
Alkalitet	mmol/l				0,172	0,208	0,235	0,214 0,264	0,175 0,204
Magnesium	mg/l				0,74	0,83	0,86	0,94 0,94	0,92 0,91
Kalsium	mg/l				3,2	3,7	3,8	4,1 4,1	3,9 3,9
Natrium	mg/l				0,54	0,61	0,62	0,66 0,65	0,6 0,59
Kalium	mg/l				0,43	0,54	0,49	0,42 0,42	0,34 0,34
Jern	ug/l				68,6				
Mangan	ug/l				3,2				
Temperatur i elva	°C			2,5	8,1	5,8	12,1		
Vann i sideløp		Mye vann i sideløp	Mye vann i sideløp	Vann i sideløp	Veldig lite vann i sideløp	Ikke vann i sideløp		Kun litt vann i sideløp. Nesten stillestående	

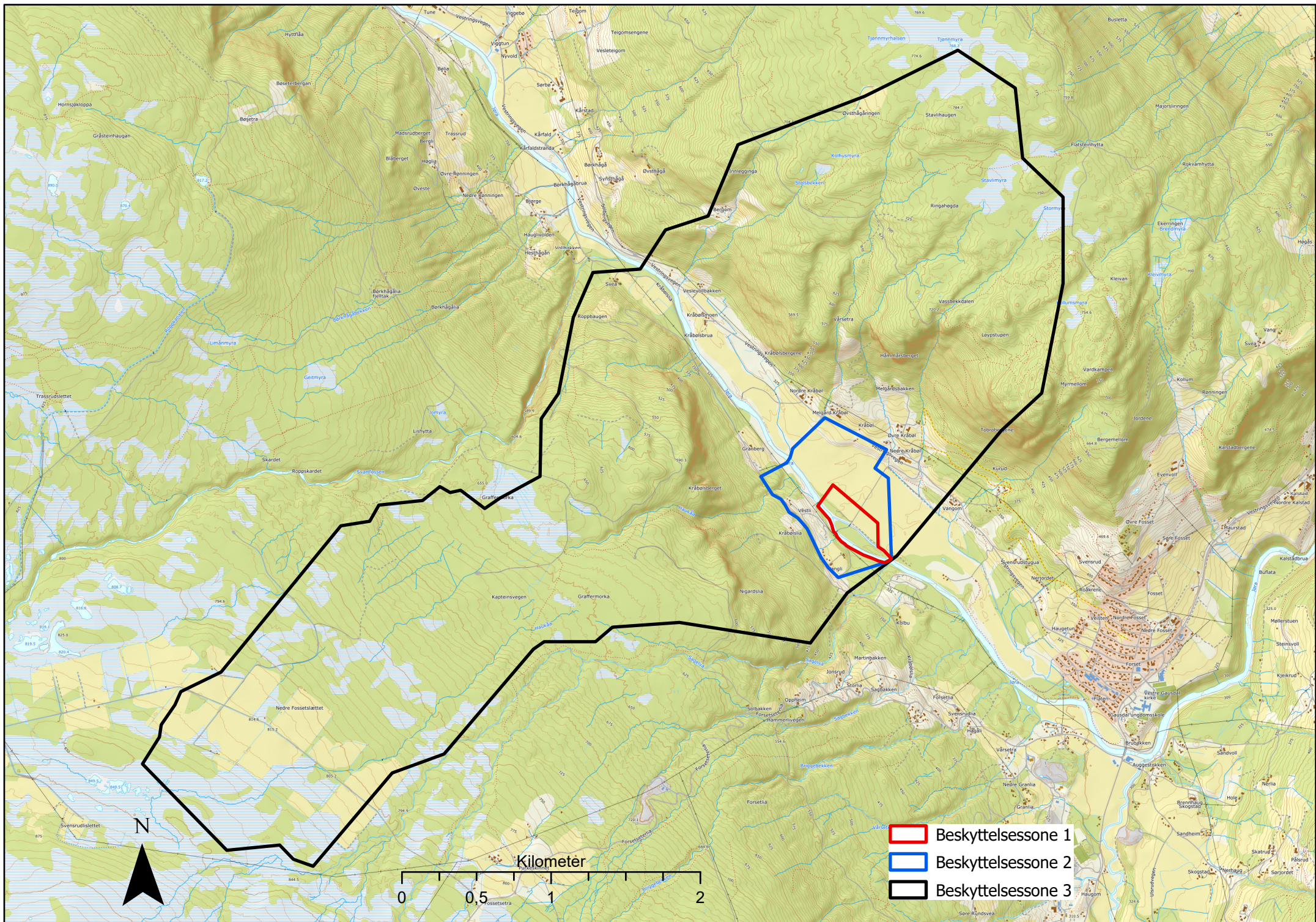
PB7	Enhet	2022-05-16	2022-05-23	2022-05-30	2022-06-13	2022-06-27	2022-07-11	2022-07-25
pH		6,7		7,5	6,8	7,1	6,9	6,9
Konduktivitet	mS/m	9,47	9,49	9,64	9,44	9,84	9,9	10,8
Nitrat+nitritt	mgN/l	2,12	1,98	6,44	1,63	1,98	2,34	2,66
Total nitrogen	mgN/l	2,14	1,96	6,7	1,52	2,23	2,21	2,53
Kimtall 22C	kde/ml	4						
Koliforme bakterier	kde/100 ml	<1						
E.coli	kde/100 ml	<1						
Clostridium perfringens	kde/100 ml	<1						
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	<1						
TOC	mg/l	1,1		<1	<1	<1	<1	<1
Alkalitet	mmol/l	0,663						
Klorid	mg/l	1,6						
Sulfat	mg/l	3,6						
Natrium, Na	mg/l	4,3						
Calsium, Ca	mg/l	13						
Magnesium, Mg	mg/l	2,5						




PB8	Enhet	2022-05-16	2022-05-23	2022-05-30	2022-06-13	2022-06-27	2022-07-11	2022-07-25
pH		6,7		7,6	6,9	7,2	6,9	7
Konduktivitet	mS/m	16,7	17,2	17,4	17,1	17,5		17,5
Nitrat+nitritt	mgN/l	6,14	6,53	6,48	6,37	6,09	6,53	7,13
Total nitrogen	mgN/l	7,86	6,39	6,6	5,99	6,89	6,06	6,42
Kimtall 22C	kde/ml	>3000						
Koliforme bakterier	kde/100 ml	<1						
E.coli	kde/100 ml	<1						
Clostridium perfringens	kde/100 ml	<1						
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	<1						
TOC	mg/l	<1		<1	<1	<1	<1	<1
Alkalitet	mmol/l	0,825						
Klorid	mg/l	4,1						
Sulfat	mg/l	7,5						
Natrium, Na	mg/l	2,1						
Calsium, Ca	mg/l	22						
Magnesium, Mg	mg/l	3,4						

PB9	Enhet	2022-05-16	2022-05-23	2022-05-30	2022-06-13	2022-06-27	2022-07-11	2022-07-25
pH		6,8		7,4	7,1	7,3	7	7
Konduktivitet	mS/m	10	9,65	9,72	6,1	8,77	6,95	7,97
Nitrat+nitritt	mgN/l	3,01	2,84	2,72	1,11	2,07	1,15	1,59
Total nitrogen	mgN/l	3,2	2,77	2,65	1,03	2,32	1,25	1,52
Kimtall 22C	kde/ml	9						
Koliforme bakterier	kde/100 ml	<1						
E.coli	kde/100 ml	<1						
Clostridium perfringens	kde/100 ml	<1						
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	<1						
TOC	mg/l	<1		<1	5,8	<1	1,7	<1
Alkalitet	mmol/l	0,574						
Klorid	mg/l	2,1						
Sulfat	mg/l	4,6						
Natrium, Na	mg/l	1,3						
Calsium, Ca	mg/l	12						
Magnesium, Mg	mg/l	2,2						

PB10	Enhet	2022-05-16	2022-05-23	2022-05-30	2022-06-13	2022-06-27	2022-07-11	2022-07-25
pH		6,8		7,7	7,1	7,3	7,1	7,1
Konduktivitet	mS/m	9,95	9,96	10,1	4	8,58	4,67	8,75
Nitrat+nitritt	mgN/l	2,58	2,65	2,41	0,216	1,87	0,46	2,17
Total nitrogen	mgN/l	2,47	2,53	2,52	0,27	2,05	0,54	2,01
Kimtall 22C	kde/ml	73						
Koliforme bakterier	kde/100 ml	<1						
E.coli	kde/100 ml	<1						
Clostridium perfringens	kde/100 ml	<1						
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	<1						
TOC	mg/l	1		<1	2,6	1,1	2,3	1,2
Alkalitet	mmol/l	0,619						
Klorid	mg/l	1,9						
Sulfat	mg/l	4,3						
Natrium, Na	mg/l	1,3						
Calsium, Ca	mg/l	12						
Magnesium, Mg	mg/l	2,4						

Vedlegg 4 – Beskyttelsessoner



-  Beskyttelsesone 1
-  Beskyttelsesone 2
-  Beskyttelsesone 3

Vedlegg 5 – Grunnlagsrapporter

Oppdragsnr.: 52105944 Dokumentnr. KRÅ-08

Til: Gausdal kommune v/Arne Letrud
Fra: Norconsult v/ Bojana Drobac
Sted, dato: Sandvika, 2023-10-02
Kopi til:

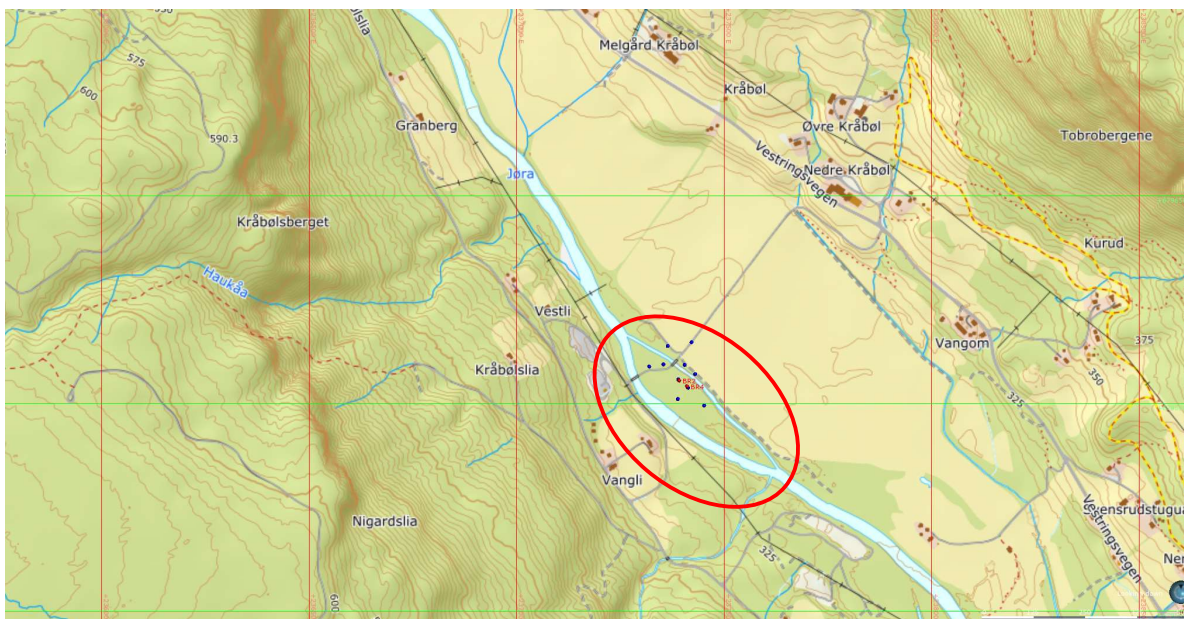
► Forset vannverk – Modellering av grunnvannstrømning ved brønnfelt på Kråbølsøya

1 Bakgrunn

Norconsult er engasjert av Gausdal kommune for å bistå med hydrogeologisk kartlegging av en ny vannkilde på Kråbølsøya, ved Forset i Gausdal kommune. Dimensjonerende vannbehov i normale forsyningssituasjoner er inntil ca. 35 l/s, men i spesielle situasjoner, som ved forsyning av reservevann, kan det bli behov for å ta ut inntil 45 l/s. Det har blitt utført langtids prøvepumping av to produksjonsbrønner som viser at kapasiteten til brønnfeltet er minimum 35 l/s. Det er utført numerisk modellering av grunnvannsstrømningen ved brønnfeltet, for å ha bedre grunnlag for fastsettelse av beskyttelsessoner. Modellen benyttes også for å vurdere om det er mulig med et større uttak fra akviferen dersom det bores flere produksjonsbrønner.

Plassering av brønnfeltet på Kråbølsøya er vist på oversiktskart i Figur 1 og detaljkart i Figur 2. Brønnfeltet består i dag av to produksjonsbrønner, BR2 (pumperate på 20 l/s) og BR4 (pumperate på 10 l/s). I tillegg til de to produksjonsbrønnene, er det også boret ti overvåkingsbrønner (Figur 2). Brønnene er kapasitetstestet og viser at det er gode muligheter for etablering av flere produksjonsbrønner, spesielt ved brønner NO3_Pb5 og NO3_Pb6.

Denne rapporten presenterer resultater fra utført numerisk modellering av grunnvannstrømning i prosjektområdet, hvilke forutsetninger som er lagt til grunn, samt testing for økt uttak i brønnfeltet på Kråbølsøya.



Figur 1 Oversiktskart med plassering av overvåkingsbrønner og brønnfelt på Kråbølsøya (området markert med rød ring). Blå punkter viser plassering av overvåkingsbrønner (NO3_Pb1 – NO3_Pb10), og røde punkter viser plassering av produksjonsbrønner (BR2 og BR4).



Figur 2 Detaljkart over overvåkingsbrønner (NO3_Pb1 – NO3_Pb10) og produksjonsbrønner (BR2 og BR4) på Kråbølsøya.

2 Oppsett av modell

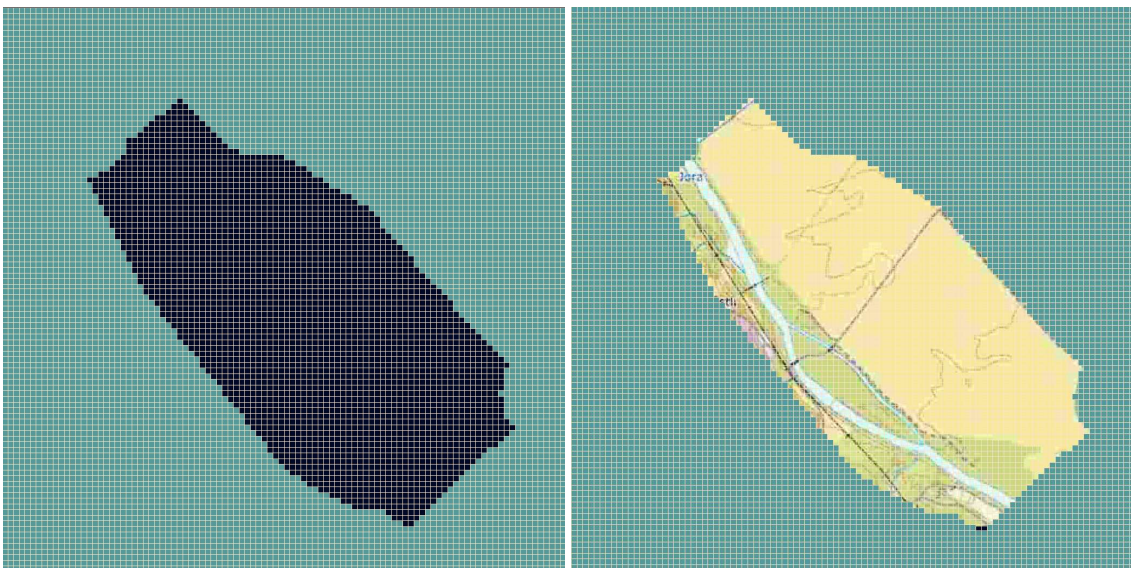
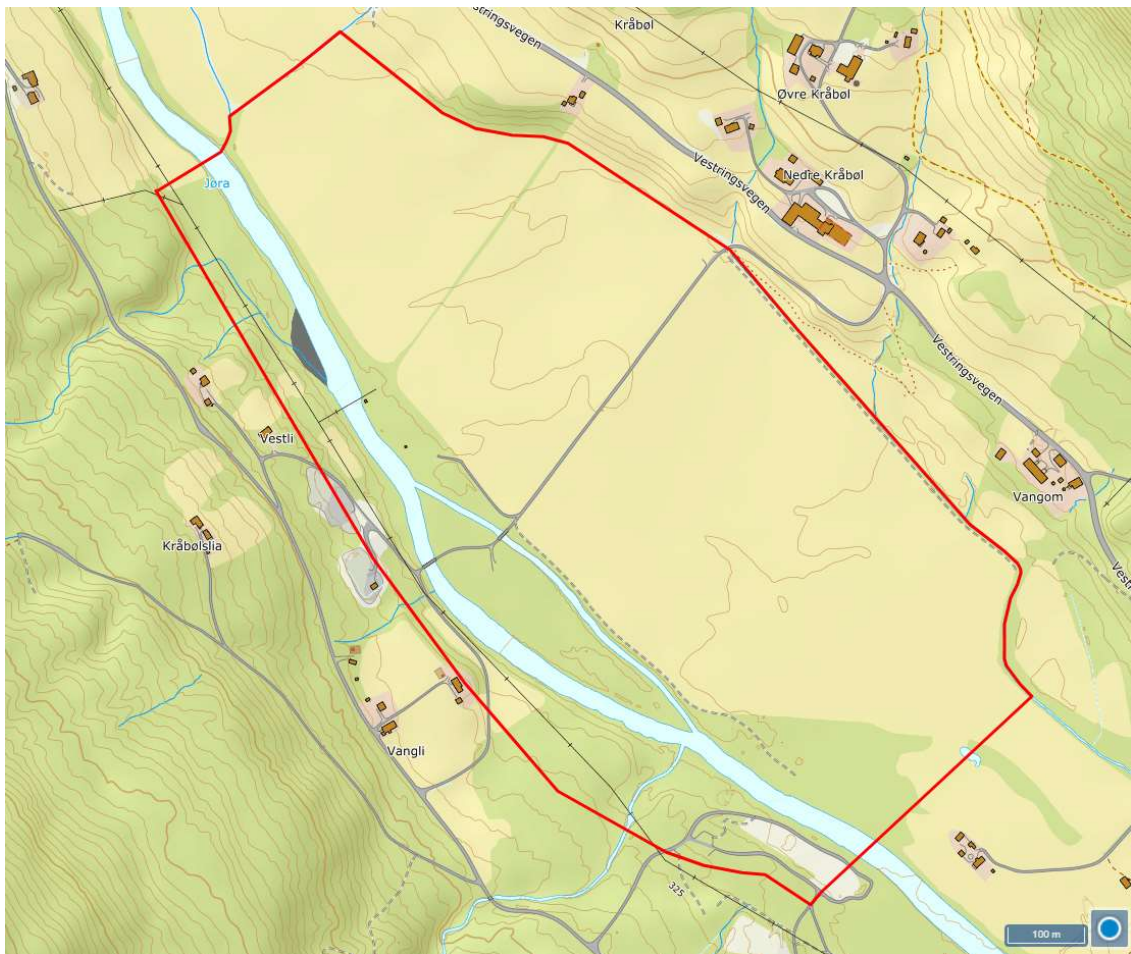
2.1 Programvare

En geologisk modell, som er utgangspunktet for numerisk modellering av grunnvannsstrømning, er utført i programvaren LEAPFROG. Den geologiske LEAPFROG-modellen er basert på data fra blåseprøver som ble tatt under boring av overvåkingsbrønner for hver meter. For 3D numerisk modellering av grunnvannsstrømning er det brukt Visual MODFLOW Flex 7.0, en 3D numerisk finite difference programvare. Numerisk beregnings-motor *USGS MODFLOW 2005 from Waterloo Hydrogeologic* er brukt for simulering av grunnvannsstrømning.

2.2 Modelldesign

Modellen simulerer grunnvannssenkning og -strømning rundt tiltenkt brønnfelt på Kråbølsøya, og brukes for utarbeidelse av sikringssoner. Dette gjøres ved å se på forholdet mellom en overordnet vannbalanse og produksjonsbrønnenes effekt.

Utstrekningen på modellert område er valgt ut fra strekningen til brønnfeltet, lokale overflatevannforekomster, og sannsynlig utstrekning av influensområde. Modellens grid er delt inn i 15 m² rutenett. Modellen omfatter lagdeling mellom terrengoverflate på maks. kote +336.5, kontaktoverflate mellom løsmasser og berg, og berg ned til kote 0. Modellens utstrekning og celleinndeling vises i Figur 3.



Figur 3 Topografisk kart med modellens utstrekning (øverst) og modelldiskretisering (nederst) som viser rutenett inndelt i celler på 15 m². Svarte celler er aktive celler og representerer modellert område.

2.3 Modellens konsept

Det modelleres mettet strømning i en kontinuummodell. Modellen inkluderer simulering av grunnvannsstrømning for tre forskjellige scenarier. Den simulerer stasjonære forhold («steady state») for å etterligne dagens forhold (uttak på 30 l/s), og for modellering av uttak økt på totalt 45 l/s.

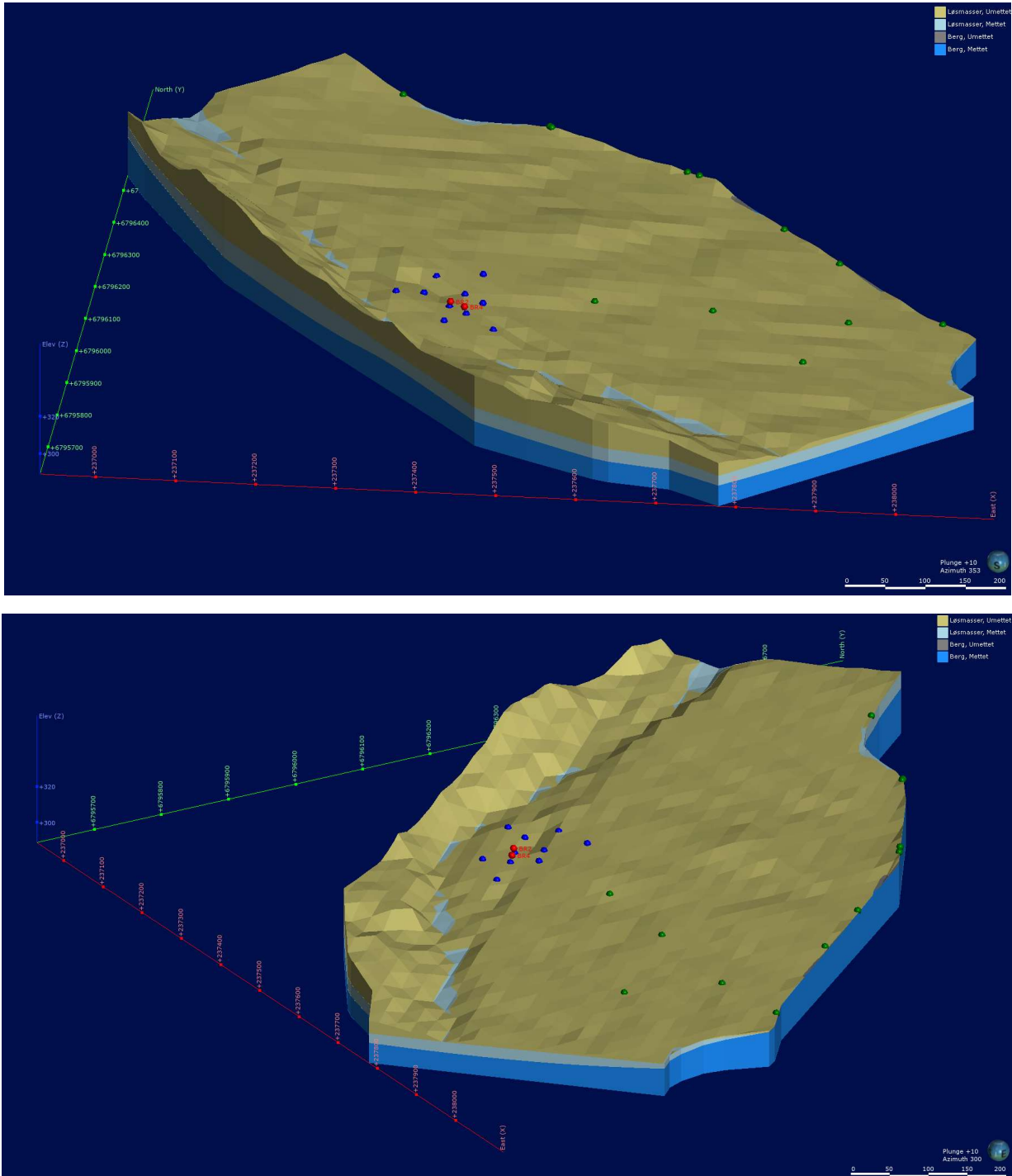
Scenario 1 simulerer grunnvannsforhold og strømning i prosjektområdet ved dagens pumperate (30 l/s), for tilfelle av lav vannstand. Modellen er kalibrert slik at det oppnås best mulig samsvar med målte verdier i peilebrønner (se kap. 3). Den kalibrerte modellen er videre benyttet som utgangspunkt for simulering av grunnvannsforhold ved økt pumpekapasitet til 45 l/s med både en ekstra produksjonsbrønn BR5 (Scenario 2a) og en ekstra produksjonsbrønn BR6 (Scenario 2b) (Tabell 1).

Tabell 1 Oversikt over modellerte scenarier.

Scenario	Produksjonsbrønn	Vannstand	Pumperate totalt (l/s)
Scenario 1	BR2 og BR4	Lav	30
Scenario 2a	BR2, BR4 og BR5	Lav	45
Scenario 2b	BR2, BR4 og BR6	Lav	45

Grunnforhold på prosjektområdet er vist i den geologiske LEAPFROG-modellen (Figur 4) som senere er eksportert til en MODFLOW-modell for numerisk modellering.

Bergoverflaten er hovedsakelig basert på data fra blåseprøver som ble tatt under boring av overvåkingsbrønner for hver meter som er lokalisert sentralt på Kråbøl. For at modellen skal ha en utstrekning som dekker et større prosjektområde er det lagt inn hjelp punkter fra Kråbølsøya mot og langs randsonen av modellen. Dybde til berg er dypest ved overvåkingsbrønner NO3_Pb7 – NO3_Pb9, og er antatt å avta mot den nordøstlige grensen av modellen. Dybde til berg i hjelp punktene langs den nordøstlige grensen av modellen (grønne kuler på Figur 4) er satt til 0.5 m under terreng.



Figur 4 LEAPFROG-modell som viser grunn- og grunnvannsforhold i prosjektområdet. Modellen i figuren er 2.5 ganger overdrevet i z-retning. Røde punkter er produksjonsbrønner (BR2 og BR4); blå punkter er overvåkingsbrønner (NO3_Pb1 – NO3_Pb10), samt punkter hvor data fra blåseprøver er tatt fra for hver meter under boring; grønne punkter er hjelpepunkter som er brukt for å lage en mer nøyaktig overflate mellom løsmasser og berg som antas å avta mot den nordøstlige grensen hvor dybde til berg er satt til 0.5 m under terreng.

2.4 Materialelegenskaper i modellen

Basert på kornfordelingsanalyser gjort på utvalgte prøver består massene på områdene generelt av lagdelte elve-/breeelvavsetninger av sand og grus, med stedvis noe innhold av silt/leir. Massenes sorteringsgrad er varierende.

Modellen har homogene enheter ved at det er lagt til grunn sannsynlige gjennomsnittsverdier for hydraulisk ledningsevne (K) for løsmasser og berg (REV-Representative Elementary Volume) (Tabell 2). K-verdi for løsmasser er basert på kornfordelingskurver og pumpetester og er justert under kalibreringsprosessen, mens K-verdi for berg er basert på erfaringstall.

Tabell 2 Strømningssegenskaper tildelt ulike lag i modellen før kalibrering.

Lag	Strømningssegenskaper		
	K (m/s)	Porøsitet (%)	
		Total	Effektiv
Løsmasser	3.00E-03	30	15
Berg	1.00E-07	2	1.5

2.5 Grensebetingelser

Recharge (Infiltrasjon): 247.5 mm/år tildelt det første laget over hele modellens overflate. Infiltrasjon er antatt å være 90% av gjennomsnittlig overflateavrenning (275 mm/år; NEVINA) ettersom det er forholdsvis flatt terreng og løsmasser med høy hydraulisk ledningsevne. Dette tilsvarer at omtrent 32,5 % av nedbør i området infiltrerer og bidrar til nydanning av grunnvann.

Constant Head (Konstant Potensialnivå): Tildelt langs elva Jøra og langs tverrgående modellgrenser (NV og SØ) for å simulere positive hydrauliske grenser (elv/bekk) med pålagt konstant trykkpotensial. Konstant potensialnivå er ikke tildelt langs sideløpet til Jøra ved Kråbølsøya, da alle scenarioene simulerer en situasjon med lav vannstand uten vannføring i sideløpet (Tabell 3).

Modellens grenser som ikke er tildelt grensebetingelse er simulert som 'no flux' grenser og representerer negative hydrauliske grenser (berg). Lokasjon for grensebetingelser i modellen er vist i Figur 5.

Tabell 3 Grensebetingelse Constant Head tildelt i modellen før kalibrering.

	Konstant potensialnivå
Øvre tverrgående modellgrense (NV)	Konstant kote +313
Elva Jøra	Fra kote +313 (NV) til +304 (SØ)
Nedre tverrgående modellgrense (SØ)	Konstant kote +304

Wells (Pumpebrønner): Wells grensebetingelser lagt inn i modellen er vist i Tabell 4, og brønnfilterdata er vist i Tabell 5.

Tabell 4 Grensebetingelse Wells tildelt i modellen.

Produksjonsbrønner	Pumperate (l/s)		
	Scenario		
	1	2a	2b
BR2	20	20	20
BR4	10	10	10
BR5	/	15	/
BR6	/	/	15
Totalt	30	45	45

Tabell 5 Brønnfilterdata lagt inn i modellen.

Pumpebrønner	Terrengkote (moh)	Kote filter topp (moh)	Kote filter bunn (moh)	Filterdybde (mut)
BR2	311.59	302.59	299.59	9 – 12
BR4	311.35	303.35	301.35	8 – 10
BR5	312.4	304.4	300.4	8 – 12
BR6	311.23	303.23	299.23	8 – 12



Figur 5 Lag-visning av modellen som viser grensebetingelser tildelt modellen i forskjellige scenarier; røde linjer – Constant Head grensebetingelse, røde punkter – Wells grensebetingelse.

3 Kalibrering av modellen

Modellert grunnvannstrykk er kalibrert mot observert grunnvannstrykk. Dette er gjort ved å justere på K i løsmasser og berg, samt på tildelt Constant Head grensebetingelse langs elva Jøra og tverrgående modellgrenser. Nye verdier (Tabell 6 og Tabell 7) for hydraulisk ledningsevne og Constant Head grensebetingelse er oppnådd som et resultat av kalibrering, der formålet var å oppnå så liten differanse som mulig mellom modellert og observert grunnvannstrykk (Tabell 8 og Figur 6).

Tabell 6 Initielle og kalibrerte verdier for hydraulisk ledningsevne.

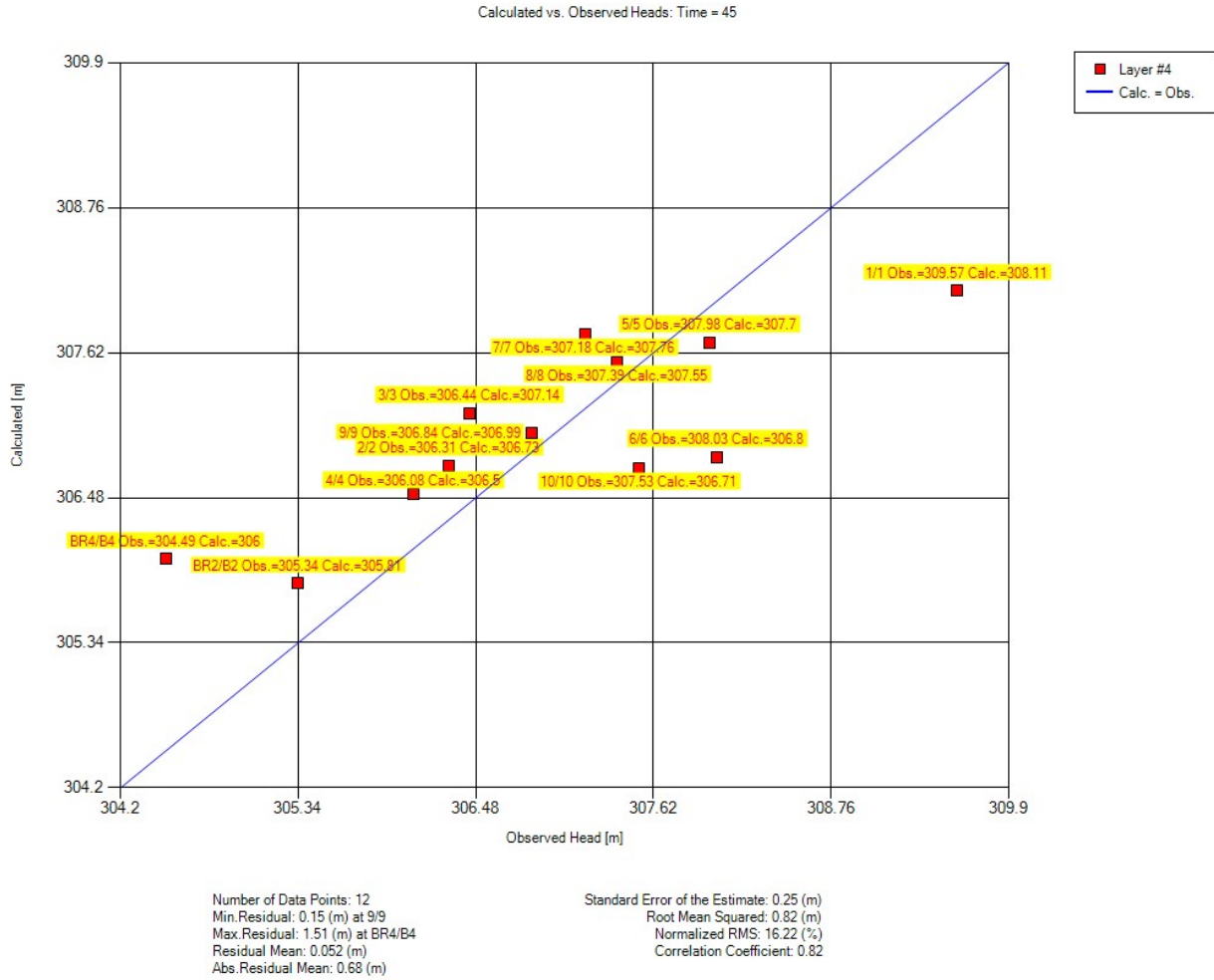
Lag	Initiell K (m/s)	Kalibrert K (m/s)
Løsmasser	3.00E-03	8.50E-04
Berg	1.00E-07	1.00E-07

Tabell 7 Initielle og kalibrerte verdier for konstant potensialnivå (moh).

Grensebetingelse	Konstant potensialnivå	
	Scenario 1	
	Initiell	Kalibrert
Øvre tverrgående modellgrense (NV)	Konstant +313	Fra +316.5 til +312.5
Elva Jøra	Fra 313 til 304	Fra +312.5 til +302.5
Nedre tverrgående modellgrense (SØ)	Konstant 304	Fra +304.5 til +302.5

Tabell 8 Observert og modellert potensialnivåer (moh) for lav vannstand (06.03.2023).

Overvåkningsbrønner	Scenario 1		
	Observert	Modellert	Differanse
NO3_Pb1	309.57	308.11	1.46
NO3_Pb2	306.31	306.73	-0.42
NO3_Pb3	306.44	307.14	-0.7
NO3_Pb4	306.08	306.5	-0.42
NO3_Pb5	307.98	307.7	0.28
NO3_Pb6	308.03	306.8	1.23
NO3_Pb7	307.18	307.76	-0.58
NO3_Pb8	307.39	307.55	-0.16
NO3_Pb9	306.84	306.99	-0.15
NO3_Pb10	307.53	306.71	0.82
BR2	305.34	305.81	-0.47
BR4	304.49	306	-1.51

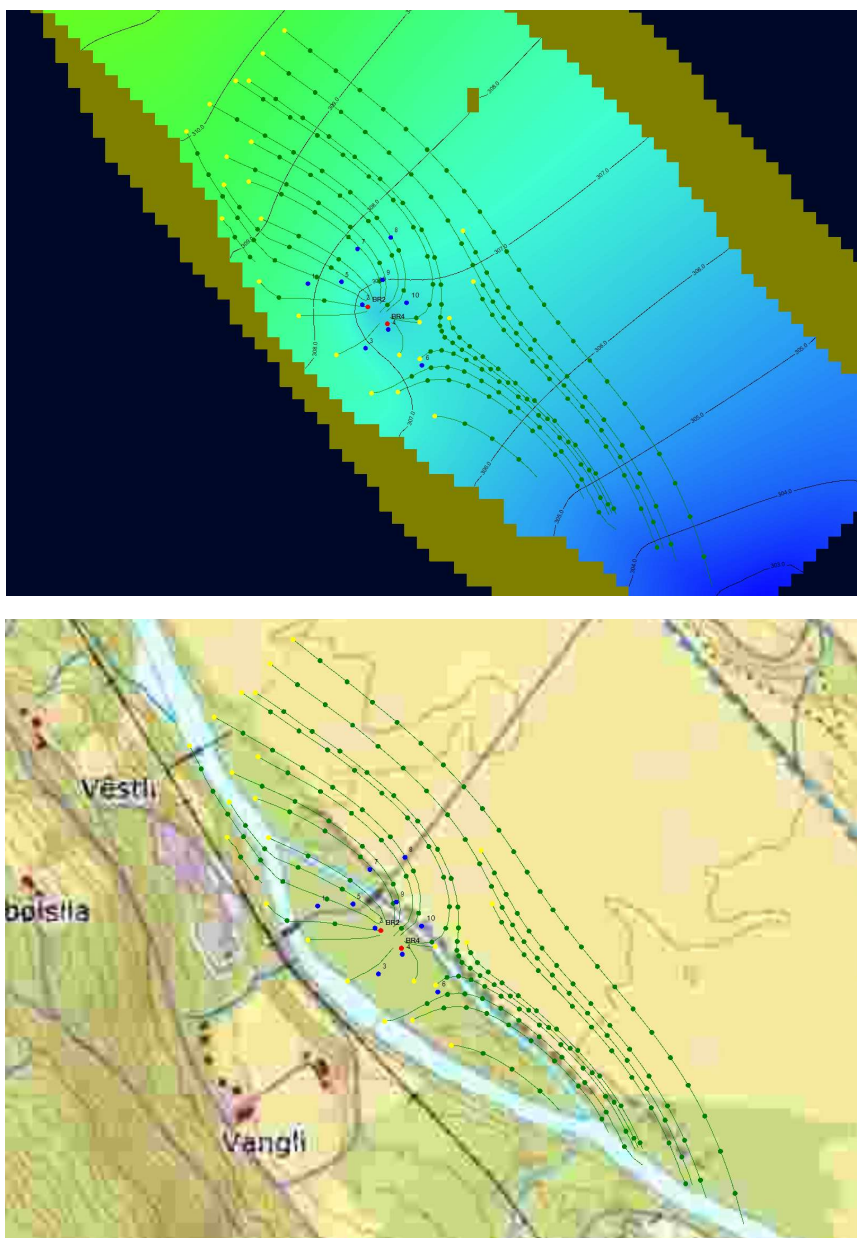


Figur 6 Modellert potensialnivåer (moh) sammenlignet med observert potensialnivåer (moh) for scenario 1 etter kalibreringsprosessen.

4 Resultater

4.1 Scenario 1

Figur 7 viser resultater av strømningssimulasjon ved lav vannstand med pumperate på 30 l/s (scenario 1), samt path-linjer som er brukt for fastsettelse av beskyttelsessoner.



Figur 7 Kotekart som viser potensialnivå for scenario 1 (30 l/s; BR2 og BR4; øverst), og arealkart (nederst). Blå punkter er overvåkingsbrønner og røde punkter er produksjonsbrønner. Grønne path-linjer viser hvordan vannpartikler beveger seg. Grønne punkter representerer tracking markers som viser tilbakelagt distanse på 10 dager. Gule punkter viser partiklenes startposisjon.

Figur 7 viser observert potensialnivå i observasjonsbrønner (PB1 – PB10) og produksjonsbrønner (BR2 og BR4) ved lav vannstand og pumperate på 0 l/s (03.01.2023 – uten pumping), samt observert og modellert potensialnivå i observasjonsbrønner (PB1 – PB10) og produksjonsbrønner (BR2 og BR4) ved lav vannstand og pumperate på 30 l/s (06.03.2023 – Scenario 1). Tabellen viser også antall meter som grunnvannsnivået er blitt senket ned i alle brønnene ved Scenario 1, samt differanse mellom observert og modellert potensialnivå ved Scenario 1.

Maksimum observert grunnvannssenkning i observasjonsbrønner og produksjonsbrønner er på 4.01 m og 5.56 m, og gjelder henholdsvis PB4 og BR4. Maksimum modellert grunnvannssenkning i observasjonsbrønner og produksjonsbrønner er på 3.56 m og 4.27 m og gjelder henholdsvis PB4 og BR2. Differanse i hvilken produksjonsbrønn som viser maksimum observert og modellert grunnvannssenkning kan skyldes såpass stort avvik mellom observert (06.03.2023) og modellert potensialnivå i BR4.

Tabell 9 Potensialnivå og grunnvannssenkning i observasjonsbrønner og produksjonsbrønner ved lav vannstand og ved pumperate økt fra 0 l/s (uten pumping) til 30 l/s (Scenario 1).

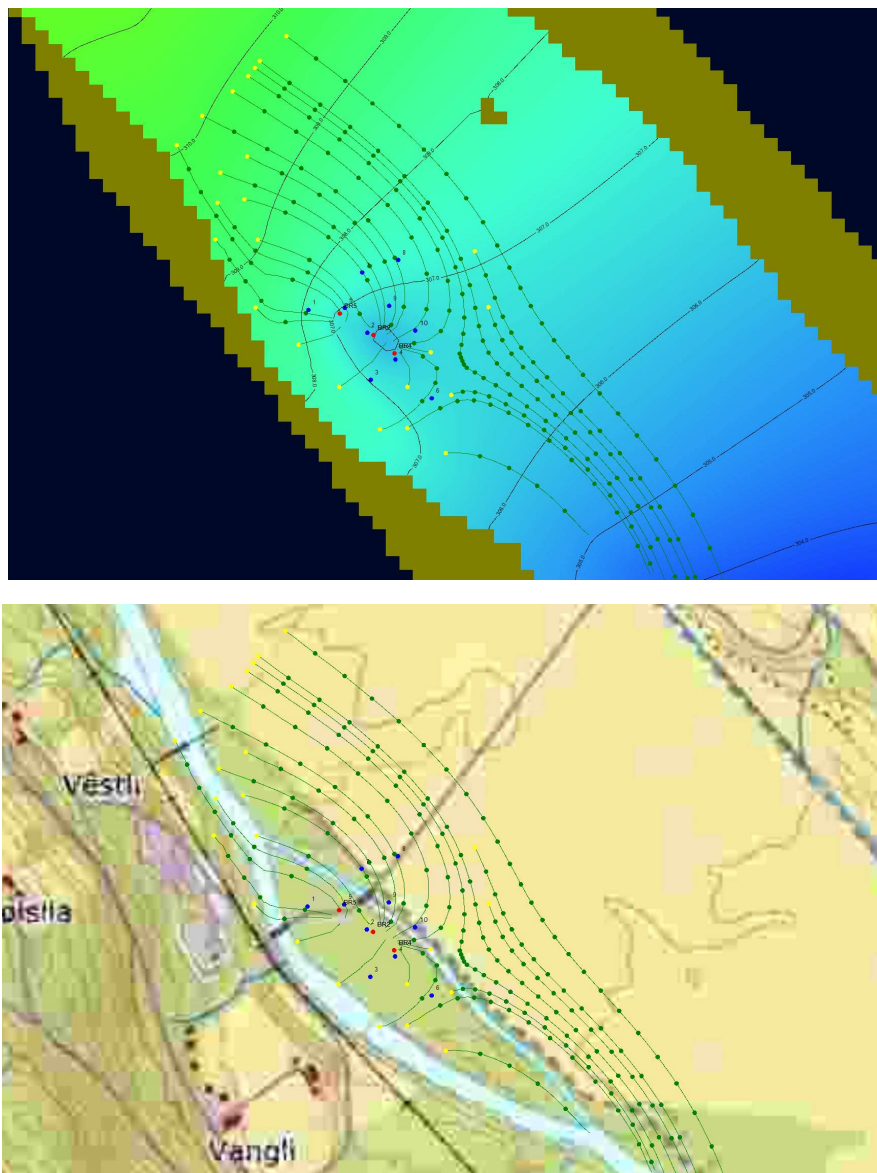
Produksjonsbrønner	Pumperate totalt (l/s)	Potensialnivå i produksjonsbrønner (moh)											
		PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6	PB7	PB8	PB9	PB10	BR2	BR4
Uten pumping	0	Observert (03.01.2023)											
		310.75	310.2	310.14	310.09	310.36	309.53	310.24	310.03	310.1	309.68	310.08	310.05
Scenario 1	30	Observert (06.03.2023)											
		309.57	306.31	306.44	306.08	307.98	308.03	307.18	307.39	306.84	307.53	305.34	304.49
		Observert grunnvannssenkning											
		1.18	3.89	3.7	4.01	2.38	1.5	3.06	2.64	3.26	2.15	4.74	5.56
		Modellert											
		308.11	306.73	307.14	306.5	307.7	306.8	307.76	307.55	306.99	306.71	305.81	306
		Modellert grunnvannssenkning											
		2.64	3.47	3	3.59	2.66	2.73	2.48	2.48	3.11	2.97	4.27	4.05
Differanse mellom observert (06.03.2023) og modellert potensialnivå													
1.46	-0.42	-0.7	-0.42	0.28	1.23	-0.58	-0.16	-0.15	0.82	-0.47	-1.51		

4.2 Scenario 2

Figur 8 og Figur 9 viser resultater av strømningssimulasjon ved lav vannstand og pumperate på 30 l/s (Scenario 2a og Scenario 2b henholdsvis), samt path-linjer som er brukt for fastsettelse av beskyttelsessoner.

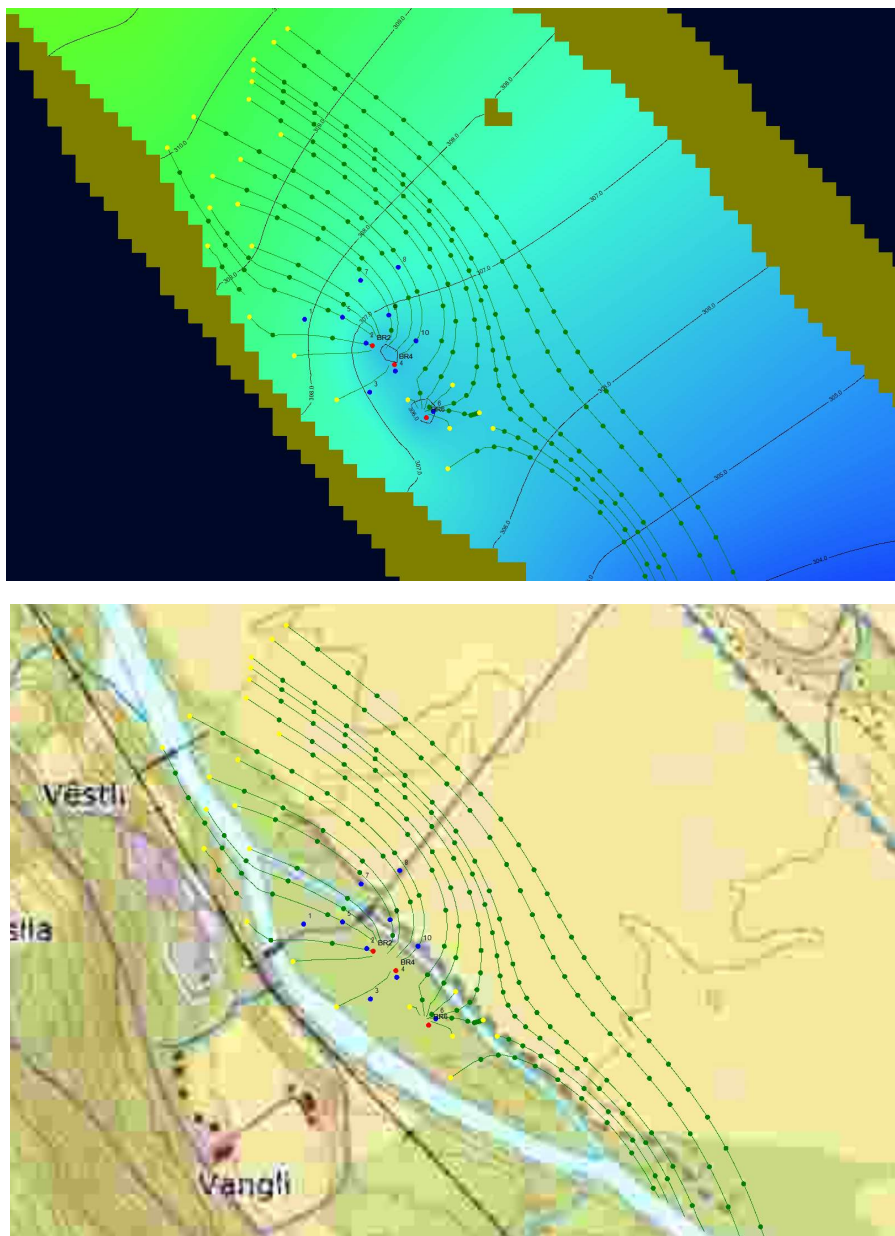
Tabell 10 viser observert potensialnivå i observasjonsbrønner (PB1 – PB10) og produksjonsbrønner (BR2 og BR4) ved lav vannstand og pumperate på 30 l/s (06.03.2023 – Scenario 1), samt modellert potensialnivå i observasjonsbrønner (PB1 – PB10) og produksjonsbrønner (BR2 og BR4) ved lav vannstand og pumperate økt til 45 l/s (Scenario 2). I tillegg til antall meter som grunnvannsnivået er blitt senket ned i alle brønnene ved Scenario 1, viser Tabell 10 også ytterligere grunnvannssenkning i alle brønnene ved Scenario 2, altså ved økt pumperate til 45 l/s, som er differanse mellom modellert potensialnivå ved Scenario 1 og modellert potensialnivå ved Scenario 2.

Maksimum ytterligere grunnvannssenkning i observasjonsbrønner og produksjonsbrønner ved Scenario 2a er på 0.65 m og 0.45 m og gjelder henholdsvis PB5 og BR2.



Figur 8 Kotekart som viser potensialnivå for scenario 2a (45 l/s; BR2, BR4 og BR5; øverst), og arealkart (nederst). Blå punkter er overvåkingsbrønner og røde punkter er produksjonsbrønner. Grønne path-linjer viser hvordan vannpartikler beveger seg. Grønne punkter representerer tracking markers som viser tilbakelagt distanse på 10 dager. Gule punkter viser partiklenes startposisjon.

Maksimum ytterligere grunnvannssenkning i observasjonsbrønner og produksjonsbrønner ved Scenario 2b er på 0.83 m og 0.33 m og gjelder henholdsvis PB6 og BR4.



Figur 9 Kotekart som viser potensialnivå for scenario 2b (45 l/s; BR2, BR4 og BR6; øverst), og arealkart (nederst). Blå punkter er overvåkingsbrønner og røde punkter er produksjonsbrønner. Grønne path-linjer viser hvordan vannpartikler beveger seg. Grønne punkter representerer tracking markere som viser tilbakelagt distanse på 10 dager. Gule punkter viser partiklenes startposisjon.

Tabell 10 Potensialnivå og grunnvannsenkning i observasjonsbrønner og produksjonsbrønner ved lav vannstand og ved pumperate økt fra 30 l/s (Scenario 1) til 45 l/s (Scenario 2).

Produksjonsbrønner	Pumperate totalt (l/s)	Potensialnivå i produksjonsbrønner (moh)											
		PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6	PB7	PB8	PB9	PB10	BR2	BR4
Scenario 1	30	Observert (06.03.2023)											
		309.57	306.31	306.44	306.08	307.98	308.03	307.18	307.39	306.84	307.53	305.34	304.49
		Modellert											
		308.11	306.73	307.14	306.5	307.7	306.8	307.76	307.55	306.99	306.71	305.81	306
		Modellert grunnvannsenkning											
		2.64	3.47	3	3.59	2.66	2.73	2.48	2.48	3.11	2.97	4.27	4.05
Differanse mellom observert (06.03.2023) og modellert potensialnivå													
		1.46	-0.42	-0.7	-0.42	0.28	1.23	-0.58	-0.16	-0.15	0.82	-0.47	-1.51
Scenario 2a	45	Modellert											
		307.77	306.24	306.91	306.23	307.05	306.68	307.46	307.27	306.63	306.44	305.36	305.66
		Grunnvannsenkning i forhold til scenario 1 (30 l/s)											
		0.34	0.49	0.23	0.27	0.65	0.12	0.3	0.28	0.36	0.27	0.45	0.34
Scenario 2b	45	Modellert											
		308.05	306.54	306.93	306.14	307.59	305.97	307.64	307.39	306.78	306.39	305.56	305.67
		Grunnvannsenkning i forhold til scenario 1 (30 l/s)											
		0.06	0.19	0.21	0.36	0.11	0.83	0.12	0.16	0.21	0.32	0.25	0.33

Modellen viser at spesifikk kapasitet til produksjonsbrønnene BR2 og BR4 er på 4-5 l/s/m.

Det understrekes at modellen er en forenkling av de reelle forhold. Det er relativt store usikkerheter rundt romslig fordeling av hydrauliske egenskaper da massenes sorteringsgrad er varierende som ikke modellen tar høyde for. Den hydrauliske ledningsevnen i løsmasser har effekt på modellens vannbalanse og grunnvannsstrømning, og dette innebærer at det er risiko for at grunnvannsenkning kan stedvis være høyere eller lavere enn antatt.

B01	2023-10-02	For kommentar hos oppdragsgiver	BojDro	ViBra	HenBoe
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **52105944** Dokumentnr.: **KRÅ-02**

Til: Gausdal kommune v/Arne Letrud

Fra: Norconsult AS v/Henrikke Børsum

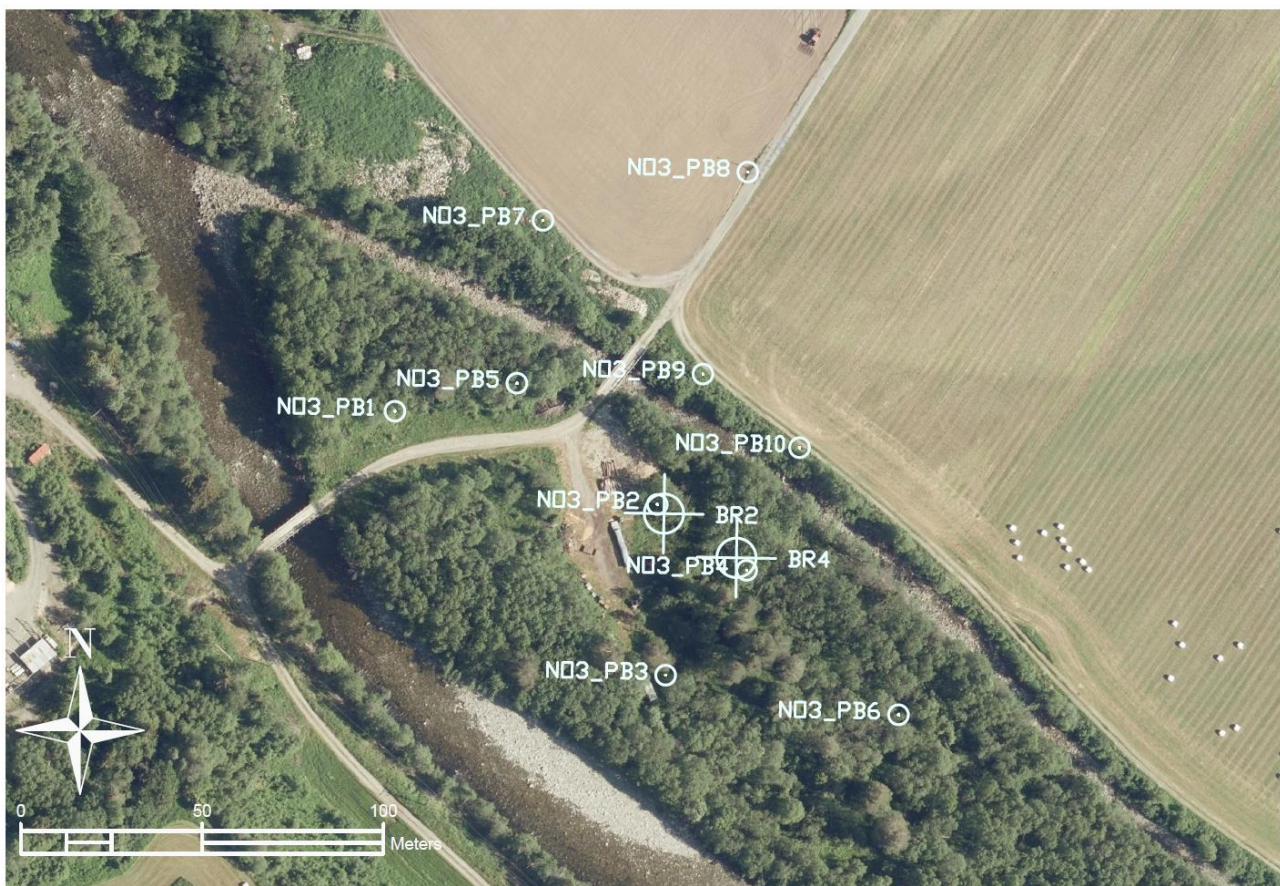
Dato 2022-05-27

► Overvåking av brønner på Kråbølsøya, 2022

I forbindelse med langtids testpumping av brønner på Kråbølsøya, tilknyttet Forset vannverk, er det satt opp et overvåkingsprogram for vannstand og vannkvalitet. Det er hengt ut automatiske sensorer som logger trykk og temperatur i seks av ti peilebrønner på øya (NO3_Pb5, NO3_Pb6, NO3_Pb7, NO3_Pb8, NO3_Pb9 og NO3_Pb10), samt i produksjonsbrønnene BR2 og BR4.

Videre foreslås det å ta vannprøver av råvann fra produksjonsbrønnene, enkelte peilebrønner og elv, samt måle vannstand manuelt i produksjonsbrønner og peilebrønner, på følgende tidspunkter:

- Mandag 30. mai
- Deretter i henhold til Tabell 1, så lenge langtids prøvepumping foregår, antatt tom. september 2022.



Figur 1. Oversikt over brønner og peilerør på Kråbølsøya.

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **52105944** Dokumentnr.: **KRÅ-02**

Alle brønner og peilerør (se liste og Figur 1) skal peiles manuelt hver 4. uke. Avstanden fra toppen av brønnrøret til grunnvannsnivået registreres.

- NO3_Pb1
- NO3_Pb2
- NO3_Pb3
- NO3_Pb4
- NO3_Pb5
- NO3_Pb6
- NO3_Pb7
- NO3_Pb8
- NO3_Pb9
- NO3_Pb10
- BR2
- BR4

Prøvetaking av produksjonsbrønner, peilebrønner og elv

Det skal tas vannprøve av råvann fra begge produksjonsbrønner, som skal analyseres for parametere gitt i Tabell 1. Elva prøvetas i henhold til Tabell 1.

Det anbefales å gjøre supplerende prøvetaking av NO3_Pb7, NO3_Pb8, NO3_Pb9, NO3_Pb10 i gjødslingsperioden (Tabell 1). Peilebrønnene prøvetas med gigant-pumper, og pumpes minimum 15 minutter før prøvene tas.

Vannprøver fylles på flasker, typer og mengder avklares med laboratoriet. Prøvene sendes direkte til laboratoriet.

Tabell 1. Prøvetakingsparametere og hyppighet.

	Parameter	30. mai	7. juni	13. juni 27. juni 11. juli 25. juli	8. august	22. august 19. sept
BR2, BR4	pH	X		X		X
	Konduktivitet	X	X	X		X
	Turbiditet	X		X		X
	Fargetall	X		X		X
	TOC	X				
	Jern	X		X		X
	Mangan	X		X		X
	Nitrat+nitritt	X	X	X		X
	Tot-N	X	X	X		X
	NH ₄	X				
	UV-transmisjon	X		X		X
	Alkalitet	X		X		X
	Kalsium	X		X		X
	Fosfor	X		X		X
Bakteriologiske parametere:	X	X	X		X	
o E-coli						
o Koliforme bakterier						
o Kimtall						
o Intestinale enterokokker						
o Clostridium perfringens						
Alle parametere i drikkevannsforskriften					X	
NO3_Pb7, NO3_Pb8, NO3_Pb9, NO3_Pb10	Konduktivitet		X	X		
	pH		X	X		
	Nitrat+nitritt		X	X		
	Tot-N		X	X		
	TOC		X	X		
Elv	Konduktivitet	X		X	X	
	Tot-N	X		X	X	
	Nitrat+nitritt	X		X	X	
	Fargetall	X		X	X	
	Bakteriologiske parametere:	X		X	X	
	o E-coli					
	o Koliforme bakterier					
o Kimtall						
o Intestinale enterokokker						
Clostridium perfringens						
Temperatur (måles manuelt)	X	X	X	X	X	X

Notat

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **52105944** Dokumentnr.: **KRÅ-02**

J04	2022-05-27	Oppdatert skjema for intervaller på prøvetaking, samt lagt til plan for prøvetaking av elv	HenBoe	ViBra	HenBoe
J03	2022-05-04	Oppdatert hyppighet og analyseparametere på prøvetaking, samt prøvetaking av peilebrønner	HenBoe	ViBra	HenBoe
J02	2022-04-28	Oppdatert etter boring av nye peilebrønner	HenBoe	ViBra	HenBoe
J01	2022-03-07	For bruk	HenBoe	JA	HenBoe
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **52105944** Dokumentnr.: **KRA-06**

Til: Gausdal kommune v/Arne Letrud

Fra: Norconsult AS v/Henrikke Børsum og Vibeke Brandvold

Dato: 2022-12-22

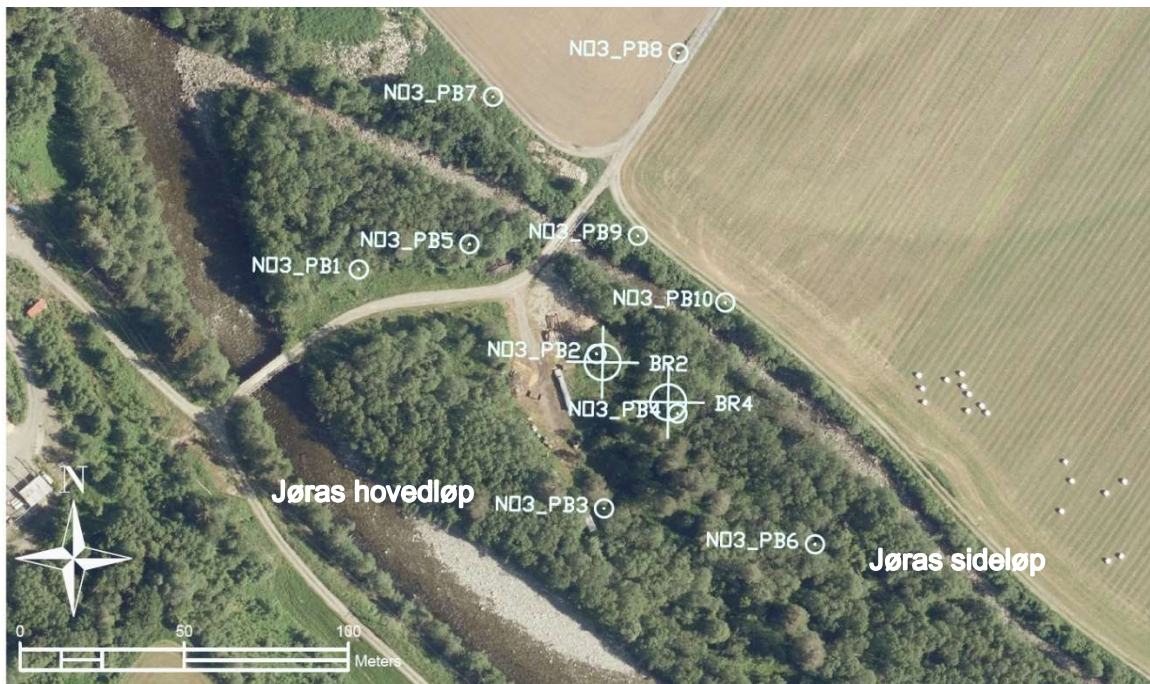
► Overvåkingsprogram supplerende prøvepumping på Kråbølsøya, 2023

Innledning

I forbindelse med vannkildevurdering for ny vannkilde i Gausdal kommune, utføres det kartlegging av en grunnvannsføremst på Kråbølsøya. Brønnfeltet ligger langs elva Jøra ca. 1,5 km vest for Forset. Det er 2 produksjonsbrønner (Br2 og Br4) og 10 peilebrønner (NO3_Pb1-NO3_Pb10) på brønnfeltet (se Figur 1). I perioden mars-oktober 2022 ble det utført langtids prøvepumping av de to produksjonsbrønnene. Samlet kapasitet i tørre perioder ble funnet å være >29 l/s. I perioder med høy vannføring i Jøra er kapasiteten vesentlig høyere.

Det var svært få og korte perioder med vannføring i sideløpet til Jøra (som går på nordsiden av produksjonsbrønnene), men analyser viser at vannkvaliteten reduseres både mtp. mikrobiologiske parametere, samt turbiditet og UV-transmisjon når det er vannføring i sideløpet.

Det er besluttet å starte opp igjen prøvepumpingen for å kartlegge brønnenes kapasitet og vannkvalitet gjennom en vintersesong og for å få bedre dokumentasjon på vannkvaliteten i perioder med vannføring i sideløpet. Prøvepumping skal starte opp i januar 2023. Det forventes behov for å fortsette prøvepumping i 4-6 måneder. Avslutning av prøvepumping gjøres i samråd med hydrogeolog.



Figur 1: Oversikt over brønner på Kråbølsøya.

Pumperater og overvåkning av vannstand i brønner

Ved oppstart av prøvepumping i januar 2023 settes pumperatene til 20 l/s i Br2 og 10 l/s i Br4. Vannstand i samtlige produksjons- og peilebrønner skal måles før pumpene skrur på.

Vannstand i Br2 og Br4 måles manuelt ved hver prøvetaking, eller hyppigere ved behov, f. eks. ved justering av pumperater.

Dersom nivået i produksjonsbrønnene synker under dybder gitt i Tabell 1 skal pumperatene reduseres. Nye pumperater avklares med hydrogeolog.

Tabell 1: Maksimal dybde til vannstand i produksjonsbrønner før pumperate må reduseres.

Brønn	Maks. dybde til vannstand fra topp foring (m)	Kommentar
Br2	8,5	Topp filter er 10,025 m under topp foring. Inntak på pumpe er 8,7 m under brønntopp.
Br4	9 m	Topp filter er 9,025 m under topp foring. Inntak på pumpe er 9,8 m under brønntopp.

Overvåkning i peilebrønner

Den 20.12.2022 ble det hengt ut automatiske trykk- og temperatursensorer (Diver) i samtlige peilebrønner, samt én som måler lufttrykk. Diverne henger i filternivå i brønnene (se dybde i Tabell 2).

I tillegg skal vannstand i peilebrønnene måles manuelt 1 gang pr. måned. Ved avslutning av prøvepumpingen skal vannstand i peilebrønnene måles manuelt rett før pumpene skrur av.

Tabell 2: Liste over peilebrønner og plassering av Diver.

Peilebrønn	Plassering Diver i m under brønntopp	Diver-ID
NO3_Pb1	7 m	BG569
NO3_Pb2	15 m	CTD-Diver R6303
NO3_Pb3	8 m	BW865
NO3_Pb4	10 m	DV230
NO3_Pb5	10 m	DM664
NO3_Pb6	9 m	CC296
NO3_Pb7	9 m	EE219
NO3_Pb8	9,5 m	EE288
NO3_Pb9	10 m	H6084
NO3_Pb10	8 m	U1120

Prøvetaking av produksjonsbrønner og elv

Det skal tas vannprøve av råvann fra begge produksjonsbrønnene og fra elva, som skal analyseres for parametere gitt i Tabell 3. Prøvene sendes direkte til laboratoriet.

Temperatur på utpumpet vann og i elv skal måles manuelt ved hver prøvetaking. Det skal registreres om det er vann i sideløpet.

Tabell 3. Prøvetakingsparametere og hyppighet.

Sted	Parameter	Jan 9. 23.	Feb. 6. 20.	Mar. 6. 20.	Apr. 3. 17.	Mai.* 2. 15. 29.	Jun.* 12. 26.	Ved vann i sideløpet	
								Første prøve	Supplerende prøver*
BR2, BR4	pH				X			X	X
	Konduktivitet				X			X	X
	Turbiditet				X			X	X
	Fargetall				X			X	X
	TOC				X			X	X
	UV-transmisjon 5 cm				X			X	X
	Jern				X			X	
	Mangan				X			X	
	Tot-N				X			X	
	Nitrat				X			X	
	Klorid				X			X	
	Alkalitet				X			X	
	Kalsium				X			X	
	Magnesium				X			X	
	Natrium				X			X	
	Kalium				X			X	
	Bakteriologiske parametere: - E-coli - Koliforme bakterier - Kimtall - Intestinale enterokokker - Clostridium perfringens				X				X
Drikkevannspakke B								X	
Temperatur (måles manuelt)				X				X	X
Elv	pH				X			X	X
	Konduktivitet				X			X	X
	Turbiditet				X			X	X
	Fargetall				X			X	X
	TOC							X	
	Tot-N							X	
	Nitrat							X	
	Klorid							X	
	Alkalitet							X	
	Kalsium							X	
	Magnesium							X	
	Natrium							X	
	Kalium							X	
Bakteriologiske parametere: - E-coli - Koliforme bakterier - Kimtall - Intestinale enterokokker - Clostridium perfringens				X				X	X
Temperatur (måles manuelt)				X				X	X
* bestemmes i samråd med hydrogeolog									
J01	2022-12-22	For bruk			ViBra	HenBoe	HenBoe		
Versjon	Dato	Beskrivelse			Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent		

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Gausdal kommune

► Forset vannverk

Prøveboring Kråbølsvollan og Turrvollen

Oppdragsnr.: 5196825 Dokumentnr.: 5196825_04 Versjon: D01 Dato: 2021-03-09



Oppdragsgiver: Gausdal kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Arne Letrud
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Vibeke Brandvold
Fagansvarlig: Vibeke Brandvold
Andre nøkkelpersoner: Henrikke Børsum, Joseph Allen

D01	2021-03-09	For kommentar hos oppdragsgiver	HenBoe	ViBra	ViBra
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Vannkilden til Forset vannverk befinner seg på Hyttøya, vest for Forset sentrum, i en løsmasseakvifer i tilknytning til elva Jøra. Vannbehandlingsanlegget har i dag en kapasitet på maksimalt 18 l/s, med konsesjon til et grunnvannsuttak på 23 l/s. Gausdal kommune ønsker å utvide kapasiteten til vannverket til 40-50 l/s, enten ved å øke uttaket på eksisterende brønnfelt og/eller etablere et nytt brønnfelt. Det er derfor gjort undersøkelser med boring av prøvebrønner på to nye områder. Det kreves en kapasitet på minimum 15-20 l/s for at utvikling av nytt brønnfelt vil være aktuelt.

Tilskuddsområde 1 ligger på et område kalt Turrvollen, på motsatt side av Jøra fra Hyttøya. Området består av elve- og breelvvassutsetninger. 10. juni 2020 ble det boret og testet tre prøvebrønner, NO1_Pb1, NO1_Pb2 og NO1_Pb3.

Tilskuddsområde 3 befinner seg ca. 1,5 km vest for og oppstrøms Hyttøya og tilskuddsområde 1. Området kalles Kråbøsvollan, og er en øy bestående av elve-/breelvvassutsetninger i Jøra. Det ble boret fire prøvebrønner på området 8. og 9. juni 2020, NO3_Pb1, NO3_Pb2, NO3_Pb3 og NO3_Pb4.

Det er gjort kornfordelingsanalyser på utvalgte prøver fra alle brønnene. Generelt består massene på områdene av lagdelte elve-/breelvvassutsetninger av sand og grus, med stedvis noe innhold av silt/leir. Massenes sorteringsgrad er varierende.

På tilskuddsområde 1 er løsmassenes tykkelse 7-8,5 m, men tykkelsen på permeable lag er begrenset til 2-3 m. Korttids pumpeprøver i prøvebrønnene viser spesifikk kapasitet på 2,4-4,4 l/s pr. m senkning. Det er ingen større variasjoner i vannkvaliteten i de tre prøvebrønnene og analyserte parametere er innenfor grenseverdier i drikkevannsforskriften. Tilskuddsområde 1 vurderes imidlertid som uaktuelt på grunn av begrenset mektighet av vannførende masser, samt at grunne brønner vil være mer sårbare for inntrengning av forurensninger ved flom i Jøra.

Tilskuddsområde 3 vurderes som godt egnet for å etablere et brønnfelt for grunnvannsuttak. Sentralt på øya langs den nordre bredden er det funnet at mektighet på akviferen er 10-14 m, med permeable masser i hele dybet. Spesifikk kapasitet til prøvebrønnene er beregnet til 2,2-4 l/s pr. m senkning. Innledende vannprøver antyder generelt god vannkvalitet. Det sees noe påvirkning fra jordbruk mtp. verdier av nitrogenforbindelser, men verdiene er godt under grenseverdier i drikkevannsforskriften. Det anslås at en produksjonsbrønn vil kunne gi mellom 10-20 l/s og at den samlede kapasiteten til feltet er større enn 20 l/s. I dag foregår det kløyving og håndtering av ved på selve øya, men med unntak av jordbruk i nord det er ingen øvrige kilder til forurensning i tilsigsfeltet til akviferen. Det anbefales at tilskuddsområde ved Kråbøsvollan klausuleres mot aktiviteter som kan medføre forurensning eller andre inngrep som kan medføre forringing av området som grunnvannsressurs.

Innhold

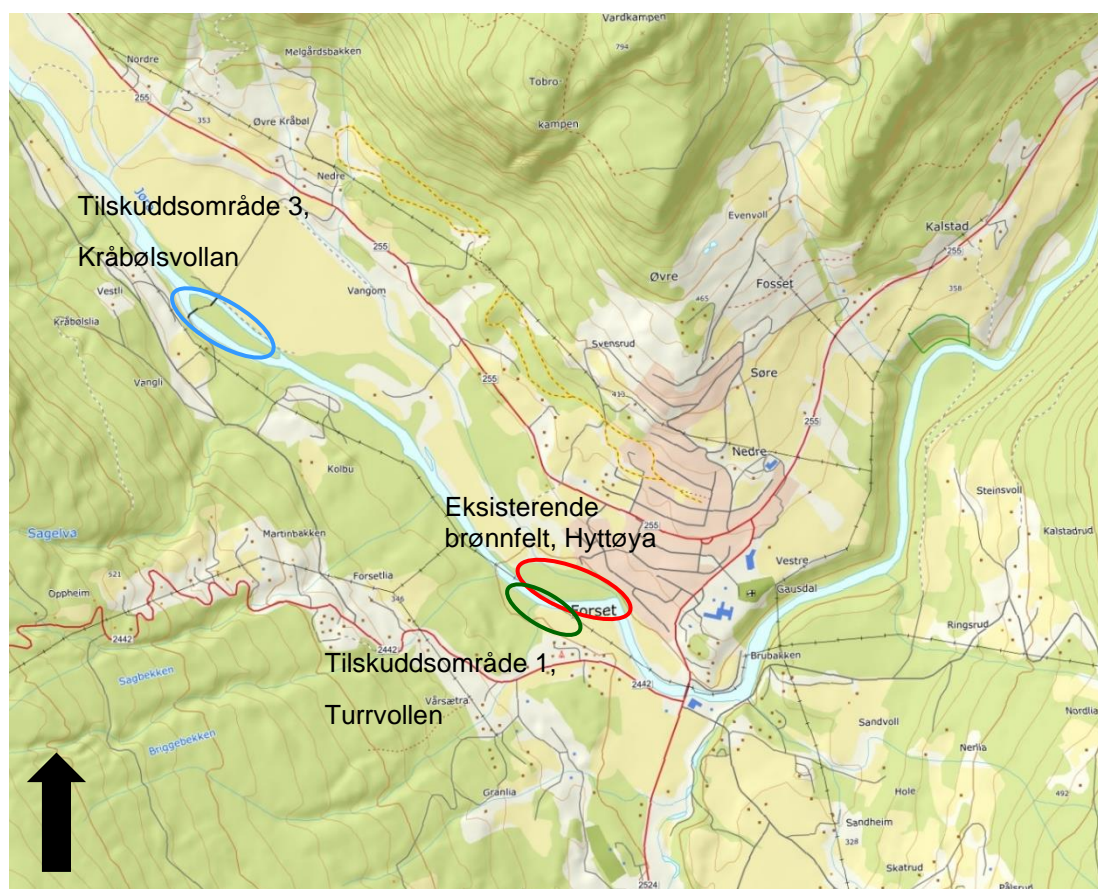
1	Innledning	5
2	Metode	8
2.1	Prøveboring	8
2.2	Pumpetest og vannprøver	8
2.3	Langtidsovervåking av grunnvannsnivå	8
3	Resultater fra tilskuddsområde 1 – Turrvollen	9
3.1	Prøveboring	9
3.1.1	<i>Boring og brønnutforming</i>	9
3.1.2	<i>Kornfordeling</i>	9
3.2	Pumpetest	10
3.3	Vannkvalitet	10
3.4	Vurdering av tilskuddsområde 1 – Turrvollen	11
4	Resultater fra tilskuddsområde 3 – Kråbølsvollan	12
4.1	Prøveboring	12
4.1.1	<i>Boring og brønnutforming</i>	12
4.1.2	<i>Kornfordeling</i>	12
4.2	Pumpetest	14
4.3	Vannkvalitet	14
4.4	Langtidsovervåking av grunnvannsnivå i NO ₃ _Pb ₂	15
4.5	Oppsummering tilskuddsområde 3, Kråbølsvollan	16
5	Konklusjon	17
6	Referanser	18
7	Vedlegg	19

1 Innledning

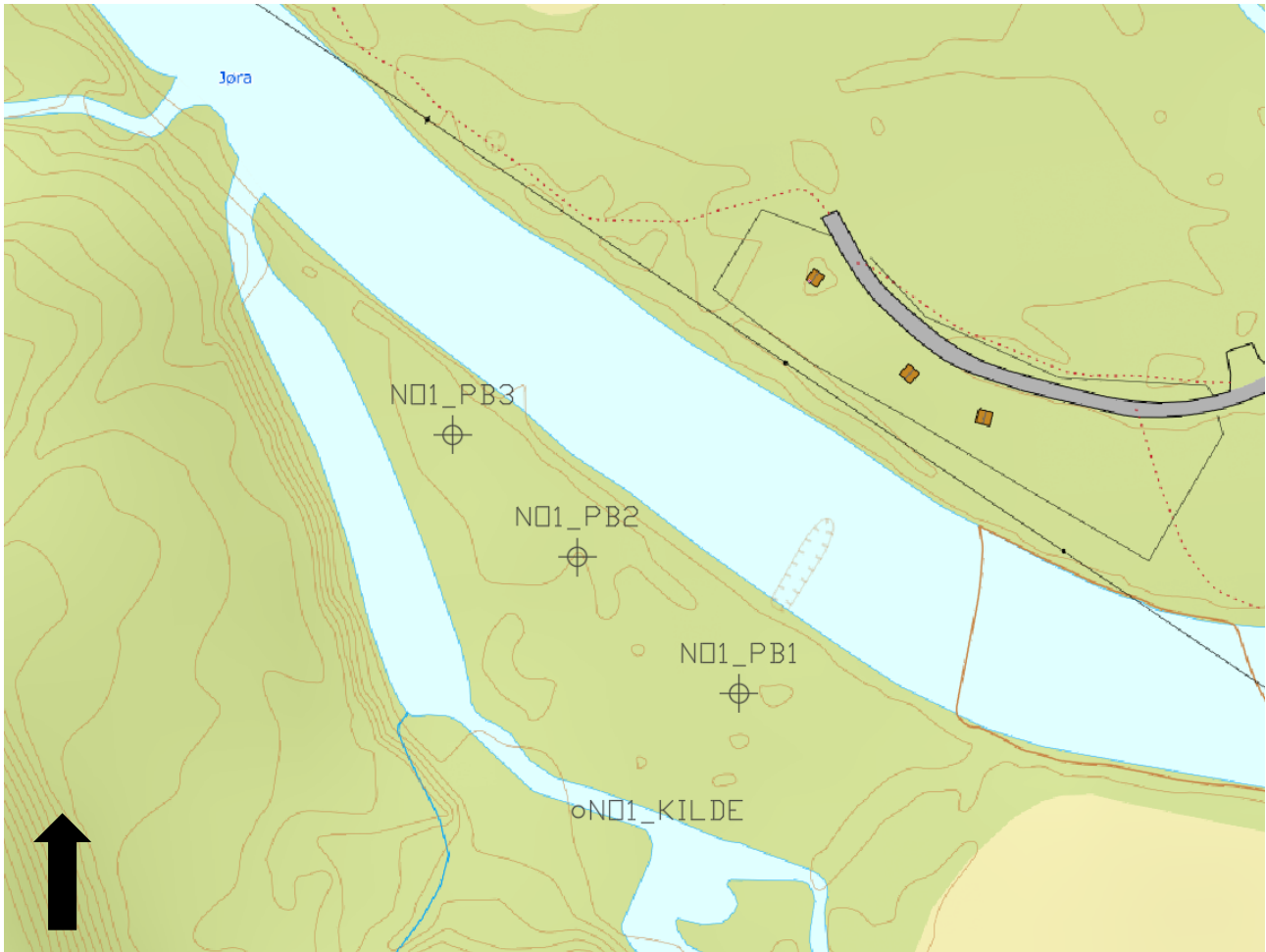
Vannkilden til Forset vannverk i Gausdal kommune er i dag en løsmasseakvifer avsatt langs nordsiden av Jøra sydvest for Forset sentrum, på et område kalt Hyttøya. Det er gitt konsesjon for et uttak på 23 l/s fra 3 rørbrønner. Vannbehandlingsanlegget har i dag en kapasitet på maksimalt 18 l/s. Gausdal kommune ønsker å utvide kapasiteten på vannforsyningen til 40-50 l/s. Det kreves en kapasitet på minimum 15-20 l/s for at utvikling av nytt brønnfelt vil være aktuelt.

Norconsult er engasjert av Gausdal kommune for å vurdere om det er muligheter for å øke grunnvannsuttaget fra Hyttøya og/eller finne en ny grunnvannskilde/tilskuddsområde som kan levere vann til Forset vannverk. Muligheter for å øke grunnvannsuttaget ved Hyttøya er beskrevet i Norconsult-rapport 5196825-01. I rapporten er det også foreslått prøveboring på 3 mulige nye tilskuddsområder. Det er utført prøveboring på 2 av disse; tilskuddsområde 1 ved Turrvollen og tilskuddsområde 3 ved Kråbølvollan. Plassering av vannverket og de to mulige nye tilskuddsområdene er vist på oversiktskart i Figur 1 og detaljkart i Figur 2 og Figur 3.

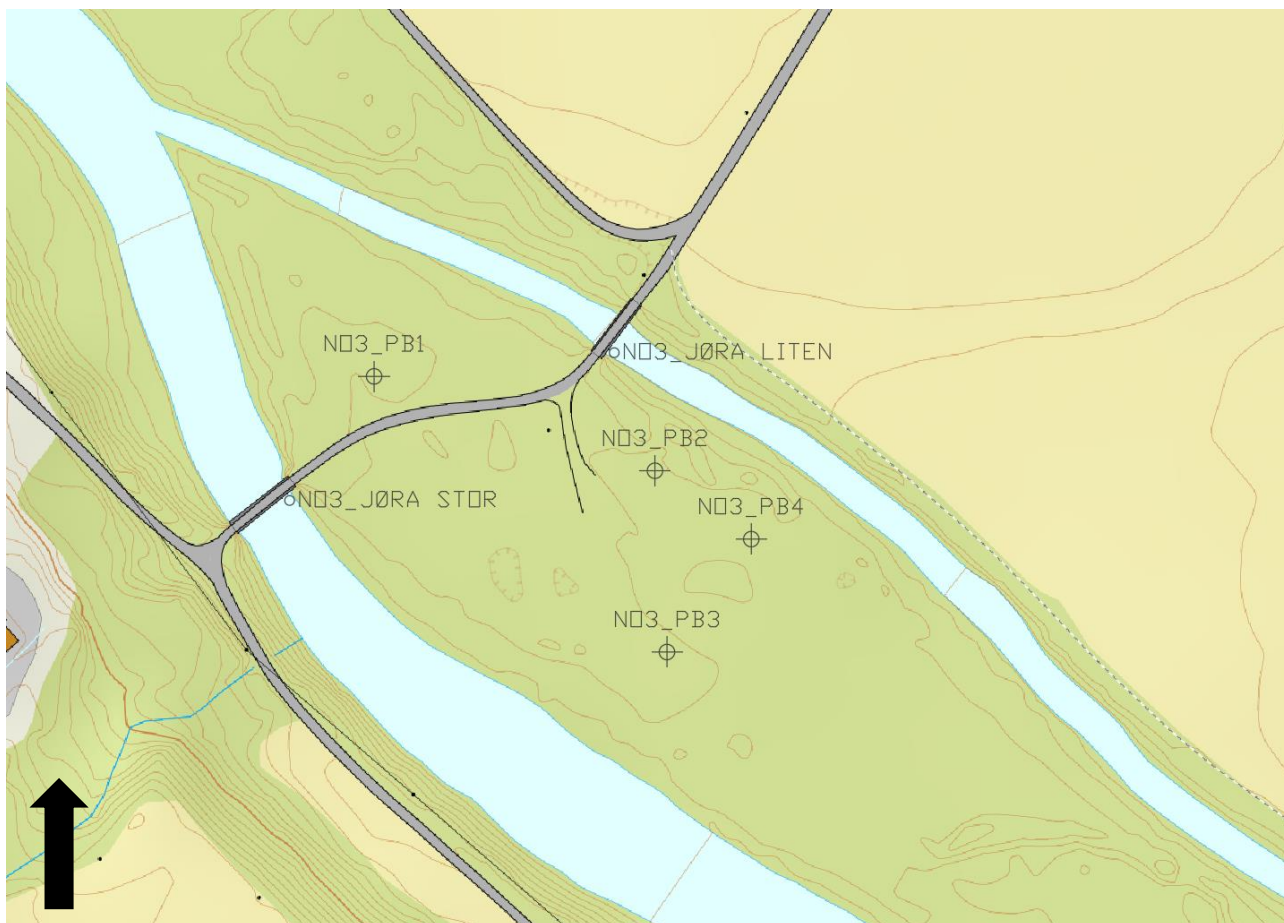
Denne rapporten presenterer resultater fra utført prøveboring og pumpetesting på de to alternative tilskuddsområdene, med vurdering av vannkildens kapasitet og vannkvalitet. Det er også utført prøveboring på eksisterende brønnfelt, samt at det pågår testing for økt uttak i eksisterende produksjonsbrønner på Hyttøya. Resultater fra prøveboring og testing på Hyttøya vil presenteres i egne rapporter.



Figur 1. Oversiktskart med plassering av eksisterende brønnfelt på Hyttøya (rød ring), Turrvollen (tilskuddsområde 1, grønn ring) og Kråbølvollan (tilskuddsområde 3, blå ring).



Figur 2. Detaljkart over tilskuddsområde 1 ved Turrvollen, samt omtrentlig prøvetakingspunkt for NO1_kilde. Hyttøya på nordsiden av elva.



Figur 3. Detaljkart over prøvebrønner på tilskuddsområde 3, Kråbølsvollan, samt prøvetakingspunkter for NO3_Jøra stor og NO3_Jøra liten.

2 Metode

2.1 Prøveboring

På tilskuddsområde 3, Kråbølvollan, ble det prøveboret i fire punkter 8. og 9. juni 2020. Det ble prøveboret i tre punkter på tilskuddsområde 1, Turrvollen, 10. juni 2020. Brønnenes plassering er vist i Figur 2 og Figur 3.

Brønnboring ble utført av Gudbrandsdal brønnboring AS. Hydrogeolog fra Norconsult var til stede under boring. Det ble satt ned 63 mm brønnrør i plast i alle prøvehullene som kan fungere som peilerør. Brønnene ble avsluttet med brønnrør ca. 1 m over terreng. Foringsrøret ble trukket opp til over filternivå.

Under boring ble det tatt ut blåseprøver av massene for hver meter. Etter boring ble grunnvannsnivå målt i alle brønnene.

Utvalgte prøver fra prøvehullene ble tørrsiktet for fraksjoner $>0,063$ mm for å bestemme kornfordeling. Parameterne d_{10} , d_{60} og graderingstallet er bestemt basert på kornfordelingsanalysene, i tillegg til at det er estimert hydraulisk konduktivitet (basert på Gustafsons formel [1]).

Brønnrapporter som viser alle prøvebrønnenes utforming er gitt i vedlegg 1. Kornfordelingskurver med tilhørende parametere er gitt i vedlegg 2.

2.2 Pumpetest og vannprøver

Det ble utført en korttids pumpe-test i alle prøvebrønnene etter boring. Pumperatene varierer noe mellom brønnene, avhengig av lengde på filter i hver brønn. Det ble pumpet i ca. 1 time. Prøvepumping på lave rater gir en viss indikasjon på brønnenes spesifikke kapasitet og massenes hydrauliske kapasitet.

Under pumpe-testen ble vannstand i brønnen målt, samt ledningsevne og temperatur på det utpumpede vannet. Det ble i tillegg tatt vannprøver på slutten av pumpe-testen for å kunne vurdere vannkvalitet. Det ble i tillegg tatt prøver av Jøra ved tilskuddsområde 3, og ved en mindre bekk/kildeutspring ved tilskuddsområde 1.

Vannprøvene ble analysert for et utvalg karakteriserende parametere. Prøvene ble analysert av SYNLAB Analytics & Services Norway AS på Hamar. Analyserapporter fra laboratoriet er gitt i vedlegg 3.

2.3 Langtidsovervåking av grunnvannsnivå

Det ble hengt ut en trykksensor (Diver fra VanEssen) i prøvebrønn NO3_Pb2 på Kråbølvollan etter feltarbeidene i juni 2020 for automatisk overvåking av grunnvannsnivå og temperatur i prøvebrønnen gjennom sommeren. Sensoren logget data en gang i døgnet fra 11. juni 2020 til 27. oktober 2020.

3 Resultater fra tilskuddsområde 1 – Turrvollen

3.1 Prøveboring

3.1.1 Boring og brønnutforming

Området Turrvollen ligger langs sydsiden av Jøra midt imot brønnfeltet på Hyttøya. Vårsæterbekken renner ut i Jøra øst for feltet. I tillegg er det flere mindre bekker/grunnvannsoppkommer langs sydsiden, som er demmet opp og danner et lite vann syd for feltet. Øst for Vårsæterbekken er det jordbruksmark. Området er ellers skogdekt. Koordinater for brønnene er gitt i Tabell 1.

Massene bestod av lagdelt elve-/breelavsetning. Ned til 6 m dybde var det vekselvis lag av ensgradert sand og grus og velgradert sandig, grusig materiale. I NO1_Pb1 og NO1_Pb3 ble det funnet et lag med betydelig høyere innhold av silt/leir på 6-7 m. Berg ble påtruffet mellom 7-8,5 m under terreng.

Grunnvannsnivå ble målt til ca. 1,4 m under terreng den 10. juni 2020.

Prøvebrønnene ble etablert med 2 m filter mellom 3-7 m dybde. Brønnlogg med detaljer om løsmassene og utforming av prøvebrønnene er lagt i vedlegg 1.

Tabell 1. Koordinater til prøvebrønner ved tilskuddsområde 1/Turrvollen angitt i ETRS89, UTM sone 32N. Grunnvannsnivå er målt 10. juni 2020.

Brønn	X (UTM32)	Y (UTM32)	Z (terreng)	Z (brønntopp)	Grunnvannsnivå (m under brønntopp)	Grunnvannsnivå (moh.)
NO1_Pb1	560779,43	6785589	302,18*	302,46	1,61	300,85
NO1_Pb2	560745,2	6785618	301,89	302,98	2,53	300,45
NO1_Pb3	560718,9	6785644	301,66*	302,66**	2,22	300,44**

* Terreng høyde fra høydedata.no

** Brønntopp antatt 1 m over terreng

3.1.2 Kornfordeling

Kornfordelingskurver fra utvalgte prøver er vist i vedlegg 2. Verdier for d_{10} , d_{60} , graderingstallet og estimert hydraulisk konduktivitet (basert på Gustafsons formel [1]) er presentert i Tabell 2.

Kornfordelingsanalysene viser stor variasjon i kornstørrelser og sorteringsgrad. Beregnet hydraulisk ledningsevne i de siktede prøvene av sand og grus fra tilskuddsområde 1 varierer fra $4,5 \times 10^{-5}$ m/s til $3,9 \times 10^{-3}$ m/s, med et gjennomsnitt på $1,6 \times 10^{-3}$ m/s. Fra 6-7 m i NO1_Pb1 er det over 30% silt/leire.

Tabell 2. Resultater fra kornfordelingsanalyse av prøve NO1_Pb1, NO1_Pb2 og NO1_Pb3. Linjer markert med grått representerer filternivå i prøvebrønnene.

Prøve-ID	Dybde	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	Jordartstype
NO1_Pb1	4-5	0,41	1,8	4,39	2,45E-03	Grusig sand
NO1_Pb1	5-6	0,35	1,3	3,71	1,89E-03	Grusig sand
NO1_Pb1	6-7		0,21			Ukjent fordeling leir/silt
NO1_Pb2	4-5	0,18	4	22,22	1,89E-04	Sandig, grusig materiale
NO1_Pb2	5-6	0,31	1,1	3,55	1,50E-03	Grusig sand
NO1_Pb2	6-7	0,11	5	45,45	4,50E-05	Sandig grus
NO1_Pb3	3-4	0,63	5,9	9,37	3,94E-03	Sandig grus
NO1_Pb3	4-5	0,43	4,3	10,00	1,77E-03	Sandig, grusig materiale
NO1_Pb3	5-6	0,21	0,72	3,43	6,97E-04	Grusig sand

3.2 Pumpetest

Etter boring ble det pumpet på 0,22 l/s i ca. en time. Prøvebrønnen NO1_Pb3 viser høyest spesifikk kapasitet, som stemmer overens med at det var noe grovere masser i filtersonen til denne brønnen.

Måledata er sammenstilt i Tabell 3.

Tabell 3. Senkning og beregnet spesifikk kapasitet, samt elektrisk ledningsevne og temperatur på grunnvannet i prøvebrønner ved Turrvollen med pumpe rate 0,22 l/s.

Brønn	Senkning (cm)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Ledningsevne (µS/cm)	Temperatur (°C)
NO1_Pb1	8	2,75	102-105	6,9
NO1_Pb2	9	2,44	110-113	7,4-6,5
NO1_Pb3	5	4,4	105	7,9-8

3.3 Vannkvalitet

Det ble tatt ut vannprøve fra brønnene etter endt pumpetest den 10. juni 2020. Det ble i tillegg tatt en prøve av en av de små bekkene/kildeutspringene syd for feltet (prøve NO1_kilde).

Analyseresultater er sammenstilt i Tabell 4. Ledningsevne målt av utpumpet vann stemmer overens med analyseresultatene fra lab. Vannet er bløtt og har nøytral pH. Det er ingen vesentlig forskjell i vannkjemi mellom de ulike brønnene.

Tabell 4. Analyseresultater av vannprøver fra prøvebrønner ved Turrvollen tatt 10. juni 2020.

Parameter	Enhet	Grenser i drikkevannsforskriften	NO1_Pb1	NO1_Pb2	NO1_Pb3	NO1_kilde
pH	-	6,5-9,5	7,1	7,5	7,6	7,8
Konduktivitet	µS/cm	2500	104	111	105	104
Turbiditet	FNU		12	13	22	<0,1
Fargetall (etter filtrering)	mg Pt/l		8	<2	<2	2
Alkalitet	mmol/l		0,31	0,898	0,855	0,677
KOF Mn	mg O/l		0,93	0,54	0,59	0,8
Jern	µg/l	200	570	510	970	
Jern (filtrert)	µg/l		160	84	87	
Mangan	µg/l	50	32	47	49	
Mangan (filtrert)	µg/l		29	6,7	13	
Nitrat+nitritt	µg N/l	10000	541	374	287	120
Kalsium	mg/l		15	16	16	
Magnesium	mg/l		2,6	2,8	2,6	
Hardhet	°dH		2,7	2,9	2,8	

3.4 Vurdering av tilskuddsområde 1 – Turrvollen

Løsmassetykkelsen på tilskuddsområde 1 er 7-8,5 m, der massene ned til 6 m dybde har forholdsvis god vannføringsevne. Grunnvannsnivå ligger ca. 1,4 m under terreng, og antas å variere noe som følge av variasjoner i vannstand i Jøra. Det var forholdsvis høy vannføring i Jøra på måletidspunktet og det må antas at grunnvannsnivå kan synke til 2,5 m under terreng eller enda lavere i tørre perioder (se resultater fra langtidsovervåkning på tilskuddsområde 3 i kap. 4.4). Vannkvaliteten er generelt god, og det er liten forskjell mellom de tre prøvebrønnene.

Spesifikk kapasitet i prøvebrønnene er estimert til 2,44-4,4 l/s pr. m senkning. De mest permeable massene er funnet fra 3-6 m dybde. Ved å plassere filter på 4-5 m må senkningen begrenses til 1-2 m, som vil si at pumperate maksimalt kan være 2-4 l/s per brønn.

Det er liten umettet sone og feltet er utsatt for flom i Jøra (Rapport *Flomsonekartlegging Forset vannverk* [2]). Grunne brønner med liten umettet sone er mer sårbare for inntrengning av forurensning ved flom. I spesielt tørre perioder vil kapasiteten til eventuelle brønner kunne bli betydelig redusert som følge av lavt grunnvannsnivå.

Turrvollen fremstår som uegnet som nytt tilskuddsområde til Forset vannverk både på grunn av liten mektighet på vannførende masser, samt sårbarhet mtp. tilsig av forurensning ved flom.

4 Resultater fra tilskuddsområde 3 – Kråbølvollan

4.1 Prøveboring

4.1.1 Boring og brønnutforming

Kråbølvollan befinner seg på en øy i Jøra, ca. 1,5 km oppstrøms Hyttøya og tilskuddsområde 1. Jøras hovedløp går sør for øya, mens løpet i nord er noe smalere og har lavere vannføring. I følge lokalkjente går det nordre løpet tørt i perioder. Øya består hovedsakelig av skog og kratt, i tillegg til at deler av området benyttes til kløyving og håndtering av ved. Nord for Jøra er det jordbruksområder, mens terrenget på sørsiden består av skogdekt areal samt gårder og mindre jordbruksarealer.

Massene bestod av lagdelt elve-/breelavsetning. I NO3_Pb2 og NO3_Pb4 var massene ensgradert til middels gradert sand og grus, mens i NO3_Pb1 og NO3_Pb3 var det større variasjoner i massesammensetning og sorteringsgrad. Berg ble påtruffet mellom 9,5 og 16 m under terreng.

Grunnvannsnivå ble målt ca. 1,1-2,2 m under terreng 8. og 9. juni 2020.

Tabell 5 viser prøvehullenes koordinater og målt grunnvannsnivå. Brønnlogg med detaljer om løsmassene og utforming av prøvebrønnene er gitt i vedlegg 1.

Tabell 5. Koordinater til prøvebrønner ved tilskuddsområde 3/Kråbølvollan angitt i ETRS89, UTM sone 32N. Grunnvannsnivå er målt 8. og 9. juni 2020.

Brønn	X (UTM32)	Y (UTM32)	Z (terreng)	Z (brønntopp)	Grunnvannsnivå (m under brønntopp)	Grunnvannsnivå (moh.)
NO3_Pb1	559509,9	6786756,09	313,26	314,33	3,28	311,05
NO3_Pb2	559582,73	6786731,63	311,93	312,66	2,14	310,52
NO3_Pb3	559585,84	6786684,63	312,27	313,01	2,47	310,54
NO3_Pb4	559607,7	6786713,9	311,62	312,58	2,07	310,51

4.1.2 Kornfordeling

Utvalgte prøver fra prøvehullene ble tørrsiktet for fraksjoner >0,063 mm. Vedlegg 2 viser kornfordelingskurver fra prøvehullene på Kråbølvollan. Verdier for d_{10} d_{60} , graderingstallet og estimert hydraulisk konduktivitet (basert på Gustafsons formel [1]) er presentert i Tabell 6 og vedlegg 2.

Kornfordelingsanalysene viser stor variasjon i kornstørrelser og sorteringsgrad. Prøven fra 8-10 m i NO3_Pb1 består hovedsakelig av finsand, mens øvrige dybder viser grovere masser. 11-12 m og 15-16 m i NO3_Pb2 består av over 70% grus. Beregnet hydraulisk konduktivitet i prøvene av sand og grus er i snitt $3,1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Det er beregnet høyest hydraulisk konduktivitet i NO3_Pb2.

Tabell 6. Resultater fra kornfordelingsanalyse av prøve NO3_Pb1, NO3_Pb2, NO3_Pb3 og NO3_Pb4. Linjer markert med grått representerer filternivå i prøvebrønnene.

Prøve-ID	Dybde	d10	d60	Cu (d60/d10)	K, Gustafson (m/s)	Jordartstype
NO3_Pb1	2,5-4	0,25	5	20,00	3,89E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb1	5-6	0,43	1,8	4,19	2,74E-03	Grusig sand
NO3_Pb1	6-7	0,31	4,4	14,19	7,42E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb1	7-8	0,6	4,1	6,83	4,26E-03	Sandig grus
NO3_Pb1	8-10		0,15			Sand. Ukj. fordeling leir/silt
NO3_Pb1	10-11	0,07	2,8	40,00	1,97E-05	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb1	13-14	0,16	4	25,00	1,38E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	3-4	0,83	5,4	6,51	8,37E-03	Grus
NO3_Pb2	6-7	0,23	0,49	2,13	8,92E-04	Sand
NO3_Pb2	7-8	0,38	3,2	8,42	1,52E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	8-9	0,7	3,1	4,43	7,10E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	9-10	0,48	1,7	3,54	3,61E-03	Grusig sand
NO3_Pb2	10-11	0,6	3	5	4,96E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	11-12	0,84	5,4	6,43	8,63E-03	Sandig grus
NO3_Pb2	12-13	0,53	1,5	2,83	4,64E-03	Grusig sand
NO3_Pb2	13-14	0,31	1,1	3,55	1,50E-03	Sand
NO3_Pb2	14-15	0,4	2,1	5,25	2,16E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	15-16	1	5,5	5,5	1,32E-02	Sandig grus
NO3_Pb3	4-5	0,34	4,4	12,94	9,45E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb3	6-7	0,5	1,8	3,6	3,90E-03	Grusig sand
NO3_Pb3	7-8	0,35	1,3	3,71	1,89E-03	Grusig sand
NO3_Pb4	4-5	0,22	3,1	14,09	3,76E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb4	7-8	0,3	2,5	8,33	9,56E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb4	8-9	0,5	3,3	6,6	3,01E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb4	9-10	0,38	4,3	11,32	1,28E-03	Sandig grus
NO3_Pb4	10-11	0,3	4,9	16,33	6,37E-04	Sandig grus

4.2 Pumpetest

Avhengig av brønn ble det pumpet fra 0,22-0,36 l/s i ca. en time.

Tabell 7 viser måledata fra pumpetestene. NO3_Pb2 viser høyeste spesifikke kapasitet av de fire brønnene med 4 l/s pr. m senkning. NO3_Pb3 viser laveste med 2,2 l/s pr. m senkning.

Tabell 7. Senkning og beregnet spesifikk kapasitet, samt elektrisk ledningsevne og temperatur på grunnvannet i prøvebrønner ved Kråbøsvollan.

Brønn	Senkning (cm)	Pumperate (l/s)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
NO3_Pb1	9	0,33	3,67	40-46	4,9-5,2
NO3_Pb2	9	0,36	4	92-105	8-8,6
NO3_Pb3	10	0,22	2,2	47-56	4,8-5,2
NO3_Pb4	10	0,34	3,4	105-109	8-8,5

4.3 Vannkvalitet

Det ble tatt ut vannprøver etter endt pumpetest i alle prøvebrønner 8. og 9. juni 2020. Det ble i tillegg tatt prøve av de to løpene av Jøra, som renner på hver side av Kråbøsvollan. NO3_Jøra stor representerer vann fra sørsiden av øya, mens NO3_Jøra liten er tatt fra det mindre løpet på nordsiden av øya.

Resultater er gitt i Tabell 8. Det er generelt større variasjoner mellom brønnene på tilskuddsområde 3 enn tilskuddsområde 1. Verdiene for elektrisk ledningsevne sammenfaller godt med målinger fra felt (Tabell 7), og indikerer at grunnvannet i NO3_Pb1 og NO3_Pb3, som har filter på grunnere nivå, har kortere oppholdstid og er mer påvirket av tilsig fra Jøra enn de to andre brønnene. Alle brønnene viser nøytral pH. Vannet karakteriseres som svært bløtt-bløtt. NO3_Pb3 har de høyeste verdiene av jern og mangan.

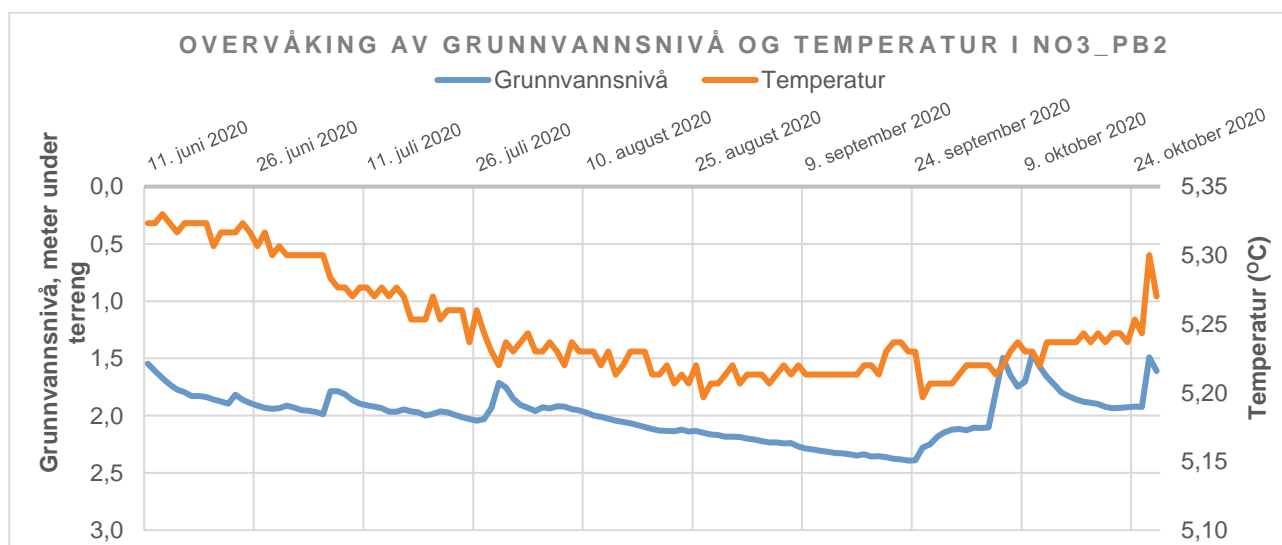
NO3_Pb2 og NO3_Pb4 har tilnærmet lik vannkjemi. Vannkvaliteten er generelt god, med forholdsvis lave konsentrasjoner av jern og mangan. Det er imidlertid noe forhøyede verdier av nitrogen (nitrat+nitritt), som indikerer påvirkning fra jordbruksaktiviteter i nord. Nitrogenverdiene er godt innenfor grenseverdi i drikkevannsforskriften og på nivå med enkelte av brønnene ved det eksisterende brønnfeltet på Hyttøya.

Tabell 8. Resultater fra vannprøver på tilskuddsområde 3, samt Jøra. Tatt 8. og 9. juni 2020.

Parameter	Enhet	Grenser i drikkevannsforskriften	NO3_Pb1	NO3_Pb2	NO3_Pb3	NO3_Pb4	NO3_Jøra stor	NO3_Jøra liten
pH	-	6,5-9,5	7,1	7,3	7,3	7,5	7,3	7,3
Konduktivitet	µS/cm	2500	45,7	104	50,5	110	26,3	27
Turbiditet	FNU		14	17	38	1,1	0,63	0,54
Fargetall (etter filtrering)	mg Pt/l		5	<2	15	<2	24	23
Alkalitet	mmol/l		0,345	0,693	0,322	0,454	0,179	0,116
KOF Mn	mg O/l		1	<0,5	1,2	<0,5	3,2	3,1
Jern	µg/l	200	440	330	1400	13		
Jern (filtrert)	µg/l		41	<5,0	160	<0,5		
Mangan	µg/l	50	99	11	140	1,4		
Mangan (filtrert)	µg/l		6,4	2,6	17	0,89		
Nitrat+nitritt	µg N/l	10000	338	2150	393	2750	536	101
Kalsium	mg/l		5,8	14	6,7	15		
Magnesium	mg/l		1,5	2,7	1,7	2,8		
Hardhet	°dH		1,1	2,6	1,3	2,7		

4.4 Langtidsovervåking av grunnvannsnivå i NO3_Pb2

Grunnvannsnivået og temperaturen i NO3_Pb2 ble overvåket gjennom sommeren og tidlig høst 2020. Figur 4 viser resultater fra overvåkingen. Grunnvannsnivået har variert mellom ca. 1,5 m og 2,4 m under brønntopp, som tilsvarer ca. 0,7-1,6 m under terreng. Temperaturen viser mindre svingninger mellom ca. 5,2 og 5,3 °C gjennom måleperioden.



Figur 4. Grunnvannsnivå (angitt som meter under terreng) og temperatur i NO3_Pb2 juni-oktober 2020.

4.5 Oppsummering tilskuddsområde 3, Kråbølsvollan

Kråbølsvollan vurderes som et egnet område for grunnvannsuttag. De beste massene for drikkevannsproduksjon er nord på øya, ved NO3_Pb2 og dels ved NO3_Pb4. Prøvebrønnene her viser også relativt god spesifikk kapasitet. Løsmassenes tykkelse er hhv. 16 m i NO3_Pb2 og 12,5 m i NO3_Pb4, med masser med høy hydraulisk konduktivitet i hele dybden. I NO3_Pb1 har massene ned til 8 m dybde relativt høy hydraulisk konduktivitet, men er avgrenset av et lag med høyt finstoffinnhold på 8 m. Ved NO3_Pb3 er løsmassetykkelsen tynnere (9,5 m), og det er kun et lag fra 5-8 m dybde som har god hydraulisk konduktivitet.

Vannkvaliteten i de fire brønnene er noe varierende, men analyserte parametere er under tiltaksgrenser og grenseverdier i drikkevannsforskriften. Verdier for nitrogen i NO3_Pb2 og NO3_Pb4 indikerer at grunnvannet nord på øya er noe påvirket av jordbruket nord for Jøra, men verdiene er godt innenfor grenseverdi i drikkevannsforskriften.

Eventuelle produksjonsbrønner bør plasseres nær NO3_Pb2 og NO3_Pb4. Kapasiteten til produksjonsbrønnene forventes å bli begrenset av senkning i brønnene. Generelt er det ønskelig å unngå mange meter senkning, og heller benytte flere brønner som pumpes på en lavere rate. En senkning i produksjonsbrønner på inntil 5 m vurderes å være akseptabelt for dette feltet. Det forventes at produksjonsbrønner vil kunne gi 10-20 l/s pr. brønn ved 5 m avsenkning og at avsetningen har kapasitet til et høyere uttak enn 20 l/s ved å benytte flere brønner. Kornfordelingskurvene viser at det kan benyttes slisseåpning på 1,5-3 mm. Med slik slisseåpning er det tilstrekkelig med filterlengder på 2-3 m for å kunne ha pumperate på 20 l/s.

Grunnvannsnivå er målt til å variere mellom 1,5-2,4 m under terreng i NO3_Pb2. Det bør tas høyde for at grunnvannsnivå i perioder kan ligge enda lavere. Filter bør ikke plasseres grunnere enn 8 m for å ha rom for avsenkning under pumping, og heller ikke plasseres helt ned mot berg hvor det erfaringsmessig er større sjanse for å få høyere innhold av jern og mangan. Intervallet 8-11 m under terreng, evt. noe dypere i NO3_Pb2, fremstår som best egnet for å sette filter.

5 Konklusjon

Tilskuddsområde 1 vurderes som uegnet for etablering av nytt brønnefelt på grunn av at vannførende masser kun opptrer i tynne lag ned til 6 m dybde. Det vil kreve et større antall grunne brønner for å oppnå ønskelig uttakskapasitet. Samtidig er grunnvannet mer sårbart for inntrengning av forurensninger ved flom i Jøra.

Tilskuddsområde 3 vurderes som godt egnet for å etablere et brønnefelt for grunnvannsuttag. Sentralt på øya langs den nordre bredden er det funnet at mektighet på akviferen er 10-14 m, med permeable masser i hele dypet. Innledende vannprøver antyder generelt god vannkvalitet. Det ses noe påvirkning fra jordbruk mtp. verdier av nitrogenforbindelser, men verdiene er godt under grenseverdier i drikkevannsforskriften. Det anslås at en produksjonsbrønn vil kunne gi mellom 10-20 l/s og at den samlede kapasiteten til feltet er større enn 20 l/s. I dag foregår det kløyving og håndtering av ved på selve øya, men med unntak av jordbruk i nord er det ingen øvrige kilder til forurensning i tilsigsfeltet til akviferen. Det anbefales at tilskuddsområdet ved Kråbølsvollan klausuleres mot aktiviteter som kan medføre forurensning eller andre inngrep som kan medføre forringing av området som grunnvannsressurs.

6 Referanser

- [1] G. Gustafson, «Brunnssystem för värmelagring och värmeutvinning i akviferer,» Byggeforskningsrådet, 1983.
- [2] Norconsult AS, «Flomsonekartlegging, Forset vannverk, dokument 5196825-03,» Sandvika, 2020.

7 Vedlegg

Vedlegg 1. Brønnlogg prøvebrønner tilskuddsområde 1 og 3.

Vedlegg 2. Kornfordelingskurver tilskuddsområde 1 og 3.

Vedlegg 3. Analyserapporter fra SYNLAB Analytics & Services Norway AS.

Gausdal kommune

► Forset vannverk

Boring av produksjonsbrønner og peilebrønner på Kråbølsøya

Oppdragsnr.: 52105944 Dokumentnr.: KRÅ-01 Versjon: D01 Dato: 2022-02-28



Forset vannverk

Boring av produksjonsbrønner og peilebrønner på Kråbølsøya
Oppdragsnr.: 52105944 Dokumentnr.: KRÅ-01 Versjon: D01

Oppdragsgiver: Gausdal kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Arne Letrud
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Henrikke Børsum
Fagansvarlig: Joseph Allen
Andre nøkkelpersoner: Anja Bergersen

D01	2022-02-28	For kommentar hos oppdragsgiver	HenBoe	JA	HenBoe
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Gausdal kommune ønsker å øke kapasiteten til Forset vannverk. Dagens vannverk befinner seg på Hyttøya, ved Forset sentrum. I juni 2020 ble det prøveboret på Kråbølsøya, ca. 1,5 km oppstrøms Hyttøya. Da resultatene fra prøveboringen var lovende, ble det i november 2021 boret to fullskala produksjonsbrønner nær to av peilebrønnene, i tillegg til ytterligere to peilebrønner for kartlegging. Denne rapporten presenterer resultatene fra boring og korttids pumping av brønnene.

Både produksjonsbrønner (BR2 og BR4) og peilebrønner (NO3_Pb5 og NO3_Pb6) ble boret av Brødrene Myhre 26. oktober-1. november 2021.

Spesifikasjoner for produksjonsbrønnene er vist i Tabell 1. Etter boring ble produksjonsbrønnene pumpet med pumperate 10,87 l/s over 1,5-2 uker. For vurdering av vannkvalitet ble det tatt vannprøver etter noen timers pumping, samt på slutten av pumpeperioden.

Tabell 1. Spesifikasjoner for produksjonsbrønnene.

Brønn	Diameter	Filter (under terreng)	Slisseåpning filter	Grunnvannsnivå (1/11-21)	Pumperate	Spesifikk kapasitet
BR2	323 mm	9-12 m	1 mm	309,96	10,87 l/s	21,7 l/s pr. m
BR4	323 mm	8-10 m	2 mm	309,97	10,87 l/s	8,1 l/s pr. m

Brønnenes kapasitet er bra. Det forventes at det kan tas ut 20-24 l/s fra hver brønn. Dette uttaket forventes å føre til ca. 1 m senkning i BR2 og ca. 3 m senkning i BR4.

Grunnvannskvaliteten er tilfredsstillende. Vannet er klart, og bløtt med kalsiumkonsentrasjoner på 11-16 mg/l. pH er nøytral. Både BR2 og BR4 har nitratverdier som viser noe menneskelig påvirkning, angivelig fra jordbruk, men verdiene er godt under grenseverdier i drikkevannsforskriften. Konsentrasjoner av jern og mangan er lave og tilfredsstillende.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Områdebeskrivelse	5
1.3	Bakgrunn for valg av produksjonsbrønner	6
2	Metoder	7
2.1	Boring av produksjonsbrønner	7
2.2	Korttids pumpetest og vannprøver i produksjonsbrønner	7
2.3	Boring av peilebrønner og sikteanalyse	7
2.4	Pumpetest og vannprøver i peilebrønner	7
3	Resultater	9
3.1	Produksjonsbrønner	9
3.1.1	<i>Boring og brønnutforming</i>	9
3.1.2	<i>Korttids pumpetest</i>	9
3.1.3	<i>Senkning i omkringliggende brønner ved pumping av BR2 og BR4</i>	11
3.1.4	<i>Vannkvalitet</i>	13
3.2	Peilebrønner	14
3.2.1	<i>Boring</i>	14
3.2.2	<i>Kornfordeling</i>	14
3.2.3	<i>Korttids pumpetest</i>	15
3.2.4	<i>Vannkvalitet</i>	16
4	Vurdering	17
5	Videre arbeid	18
6	Referanser	19
7	Vedlegg	20

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Vannkilden til Forset vannverk i Gausdal kommune er i dag en løsmasseakvifer avsatt langs nordsiden av Jøra sydvest for Forset sentrum, på et område kalt Hyttøya. Det er gitt konsesjon for et grunnvannsuttak på 23 l/s fra tre løsmassebrønner. Vannbehandlingsanlegget har i dag en kapasitet på maksimalt 18 l/s. Gausdal kommune ønsker å utvide kapasiteten på vannforsyningen til 40-50 l/s.

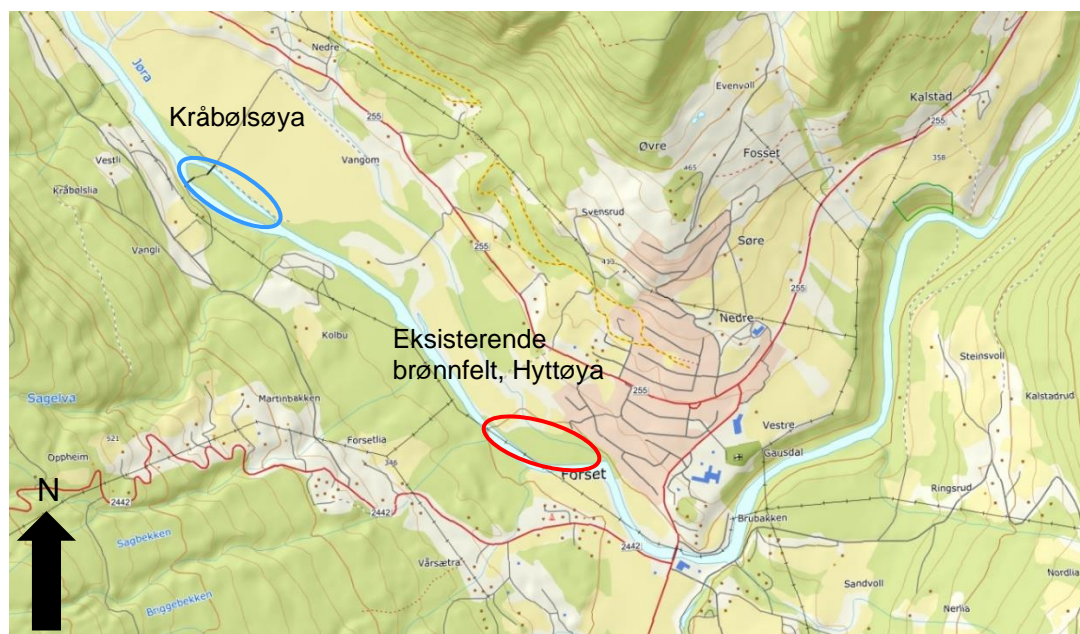
I denne forbindelse ble det i juni 2020 utført prøveboringer og satt test- eller peilebrønner på to nye områder langs Jøra. Resultater fra dette er gitt i rapport 5196825_04 (vedlegg 4). Prøveboringene på Kråbølsøya, ca. 1,5 km oppstrøms Hyttøya, viste gode resultater, både med tanke på vannkvalitet og kapasitet. Derfor ble det i oktober/november 2021 boret to fullskala produksjonsbrønner nær to av de eksisterende peilebrønnene. Brønnene har vært pumpet i ca. 1-2 uker for å få innledende resultater av vannkvalitet og kapasitet. I tillegg ble det boret to peilebrønner for å kartlegge grunnvann på øya grundigere.

Rapporten presenterer resultater fra boring og pumping av produksjonsbrønner og peilebrønner på Kråbølsøya i oktober og november 2021.

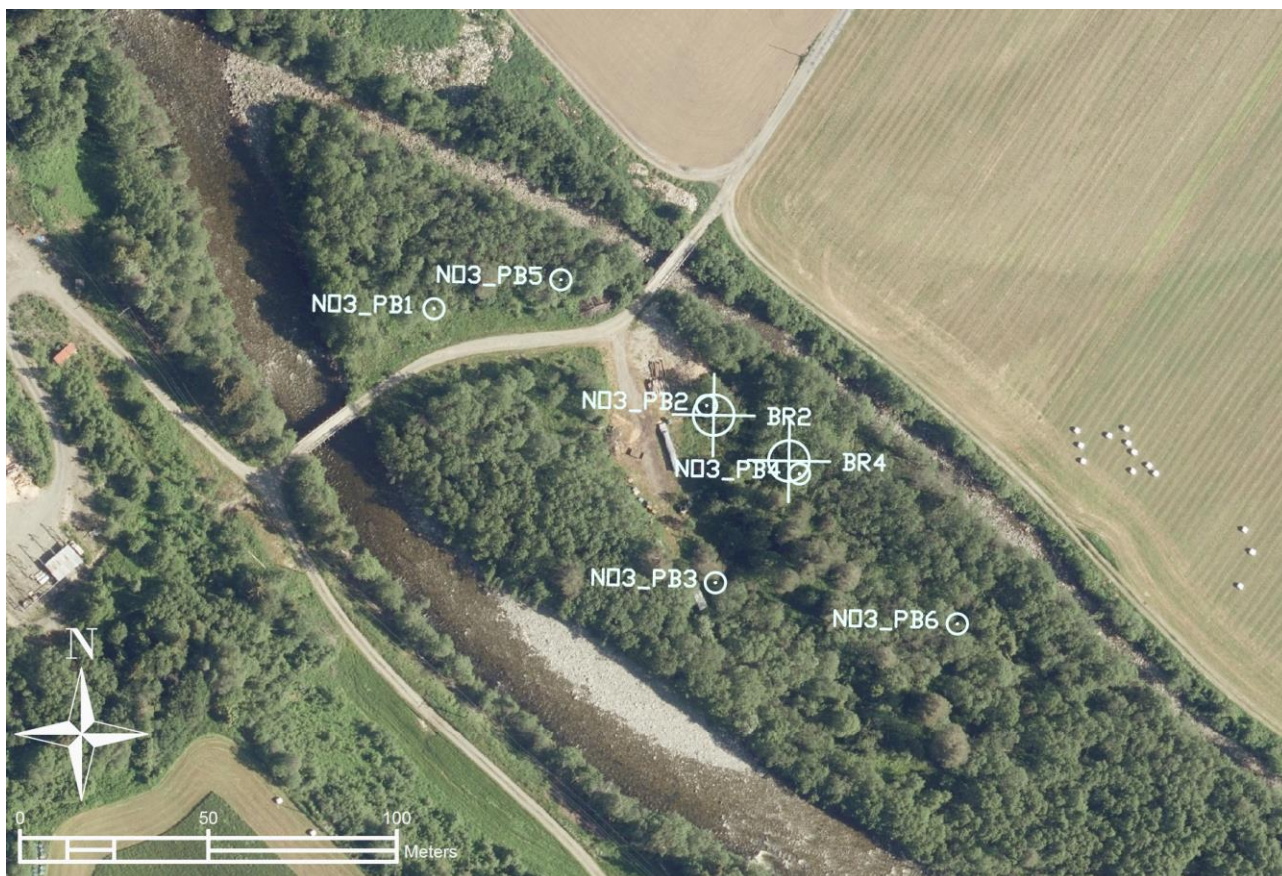
1.2 Områdebeskrivelse

Plassering av eksisterende vannverk og Kråbølsøya er vist på oversiktskart i Figur 1. I Figur 2 vises borepunkter og etablerte peile- og produksjonsbrønner.

Basert på prøveboringene og korttids pumpetester i juni 2020, ble det boret to produksjonsbrønner nær peilebrønnene NO3_Pb2 og NO3_Pb4 (Figur 2). Brønnene har fått navn BR2 og BR4. I tillegg ble det boret to peilebrønner, NO3_Pb5 og NO3_Pb6.



Figur 1. Oversiktskart med plassering av Kråbølsøya (blå ring) og eksisterende brønnfelt på Hyttøya (rød ring).



Figur 2. Kråbølsøya med peilebrønner (NO₃_PbX) og produksjonsbrønner (BRx).

1.3 Bakgrunn for valg av produksjonsbrønner

BR2 og BR4 er plassert nær peilebrønnene NO₃_Pb2 og NO₃_Pb4, som ble boret i juni 2020. Kornfordelingsanalysene av de to peilebrønnene viste sandige, grusige masser. I NO₃_Pb2 ble de mest permeable massene kartlagt ved ca. 8-15 m dybde, med hydraulisk konduktivitet på ca. $1-8 \cdot 10^{-3}$ m/s. I NO₃_Pb4 ble det kartlagt masser med hydraulisk konduktivitet på $6 \cdot 10^{-4}$ til $3 \cdot 10^{-3}$ m/s fra 7-11 m dybde. Vannprøvene, tatt etter ca. 1 time pumping med pumperate 0,5 l/s, viste god kvalitet. I begge peilebrønnene ble det påvist lave verdier av jern og mangan og nøytral pH. Ledningsevnen var ca. 100-110 μ S/cm, som er høyere enn det som ble påvist i elva Jøra (26-27 μ S/cm). Nitrogenanalysene viste noe påvirkning fra jordbruk (nitrogen+nitritt 2150 μ g N/l i NO₃_Pb2 og 2750 μ g N/l i NO₃_Pb4), men lavere enn grenseverdien i drikkevannsforskriften (10 000 μ g N/l).

Problemer med jern og mangan i brønner øker ofte med økende dyp i brønnen. Filterdybder i BR2 og BR4 ble derfor valgt dypt nok til at noe senkning i brønnene kan tillates, men samtidig så grunt at problemer med jern og mangan minimeres. Filterdybde ble valgt fra 9-12 m under terreng i BR2, og 8-10 m under terreng i BR4. Kornfordelingsanalysene viste at 1 mm slisseåpning var passende i BR2, mens slisseåpning på 2 mm ble valgt i BR4.

2 Metoder

2.1 Boring av produksjonsbrønner

Det ble boret to fullskala produksjonsbrønner på Kråbølsøya 26.-28. oktober 2021. Brønnene, BR2 og BR4, ble boret av Brødrene Myhre AS. Brønnerapporter fra NO3_Pb2 og NO3_Pb4 er gitt i vedlegg 4.

Brønnene ble boret med ODEX. Brønnerørene har diameter 323 mm. Brønnerapporter som viser brønnenes utforming er gitt i vedlegg 1.

2.2 Korttids pumpetest og vannprøver i produksjonsbrønner

BR2 og BR4 er pumpet med rater på 10,8 l/s over 1,5-2 uker pr. brønn. Pumpene ble plassert 6 m under brønntopp. Grunnvannsnivået i brønnene har blitt målt manuelt ved oppstart og avslutning, i tillegg til at det har hengt trykksensorer (divere fra Van Essen) i brønnene under pumpingen. Pumping har pågått relativt kontinuerlig, men med enkelte stopp over kortere perioder. Målet med pumpetesten er å bestemme spesifikk kapasitet for hver brønn, som er et mål på hvor mye vann brønnen kan gi per meter senkning av vannspeilet i brønnen.

Det ble tatt vannprøve i hver brønn ved slutten av samme dag som pumpene ble startet, og på slutten av pumpingen (dvs. etter 1,5-2 uker). Vannprøvene ble analysert for et utvalg nøkkelparametere. For jern og mangan ble prøvene filtrert i felt. Prøvene ble analysert av SYNLAB Analytics & Services Norway AS på Hamar, eller ALS Laboratory Group.

2.3 Boring av peilebrønner og sikteanalyse

To peilebrønner (NO3_Pb5 og NO3_Pb6) ble boret på Kråbølsøya 1. november 2021. Peilebrønnenes plassering er vist i Figur 2.

Boringen ble utført av Brødrene Myhre AS. Hydrogeolog fra Norconsult deltok under boringen. Det ble satt 90 mm brønnerør i plast. Foringsrøret ble trukket opp til over filternivå.

Under boring ble det tatt ut blåseprøver av massene for hver meter. Filterdybde ble bestemt på bakgrunn av observasjoner av massene under boring.

Utvalgte prøver fra prøvehullene ble tørrsiktet for fraksjoner >0,063 mm for å bestemme kornfordeling. Parameterne d_{10} , d_{60} og graderingstallet er bestemt basert på kornfordelingsanalysene, i tillegg til at det er estimert hydraulisk konduktivitet (basert på Gustafsons formel [1]).

Brønnerapporter som viser alle prøvebrønnenes utforming er gitt i vedlegg 1. Kornfordelingskurver med tilhørende parametere er gitt i vedlegg 2.

2.4 Pumpetest og vannprøver i peilebrønner

Det er utført pumpetester i NO3_Pb5 og NO3_Pb6. Det ble pumpet med rate ca. 1,4 l/s og ca. 0,35 l/s i hver brønn, totalt i overkant av en time i hver brønn.

Forset vannverk

Boring av produksjonsbrønner og peilebrønner på Kråbølsøya
Oppdragsnr.: **52105944** Dokumentnr.: **KRÅ-01** Versjon: **D01**

Under pumpetesten ble vannstand i brønnen målt, samt ledningsevne og temperatur på det utpumpede vannet. Det ble i tillegg tatt vannprøver på slutten av pumpetesten for vurdering av vannkvalitet.

Vannprøvene ble analysert for et utvalg nøkkelparametere. Prøvene ble analysert av ALS Laboratory Group. Analyserapporter fra laboratoriet er gitt i vedlegg 3.

3 Resultater

3.1 Produksjonsbrønner

3.1.1 Boring og brønnutforming

Brønnene er boret ca. 2-3 m unna eksisterende peilebrønner, som ble boret i juni 2020. Siden det ble tatt opp representative masseprøver fra peilebrønnene ble det ikke tatt ut prøver fra boring av produksjonsbrønnene. Resultater fra dette er vist i vedlegg 4.

Brønnene har diameter 323 mm, og det benyttes formasjonsfilter. Dette innebærer at de brønnfilteret står i kontakt med de stedege massene som danner et naturlig filter rundt brønnen, som grunnvannet strømmer inn gjennom. Finstoff fra massene på utsiden av brønnen pumpes ut, og det blir værende igjen masser som er grovere enn slisseåpningen.

I BR2 er filteret plassert 9-12 m under terreng, og filteret har 1 mm slisseåpning. I BR4 er filteret plassert 8-10 m under terreng, med slisseåpning 2 mm. Filtrene er rustfrie av type ConSlot. Det er satt 2 m sump i begge brønner. Foringsrør er trukket opp, slik at det står igjen ca. 2 m under terreng. Det er fylt bentonitt mellom gjenstående foringsrør og brønnrør.

Uttaksmengde i hver brønn avhenger av innstrømningsarealet inn i brønnen. For å unngå turbulent strømming inn mot filteret må strømningshastigheten til vannet begrenses til maksimalt 0,03 m/s inn i filteret. Filteret med 1 mm slisseåpning tillater uttak på 8,1 l/s pr. meter filter. Filteret med slisseåpning 2 mm tillater uttak på 12,1 l/s pr. meter filter. Brønnene har dermed potensiell mulighet for uttak på 24 l/s pr. brønn, dersom uttaket ikke begrenses av senkning i brønnene.

Etter boring ble det utført filtertiltrekking. Brønnene ble tilsatt en klørløsning for desinfisering, som ble stående i ca. 3 døgn før utpumping.

Tabell 2 viser koordinater og grunnvannsnivå i brønnene. Brønnlogg som viser utforming av brønnene er lagt i vedlegg 1.

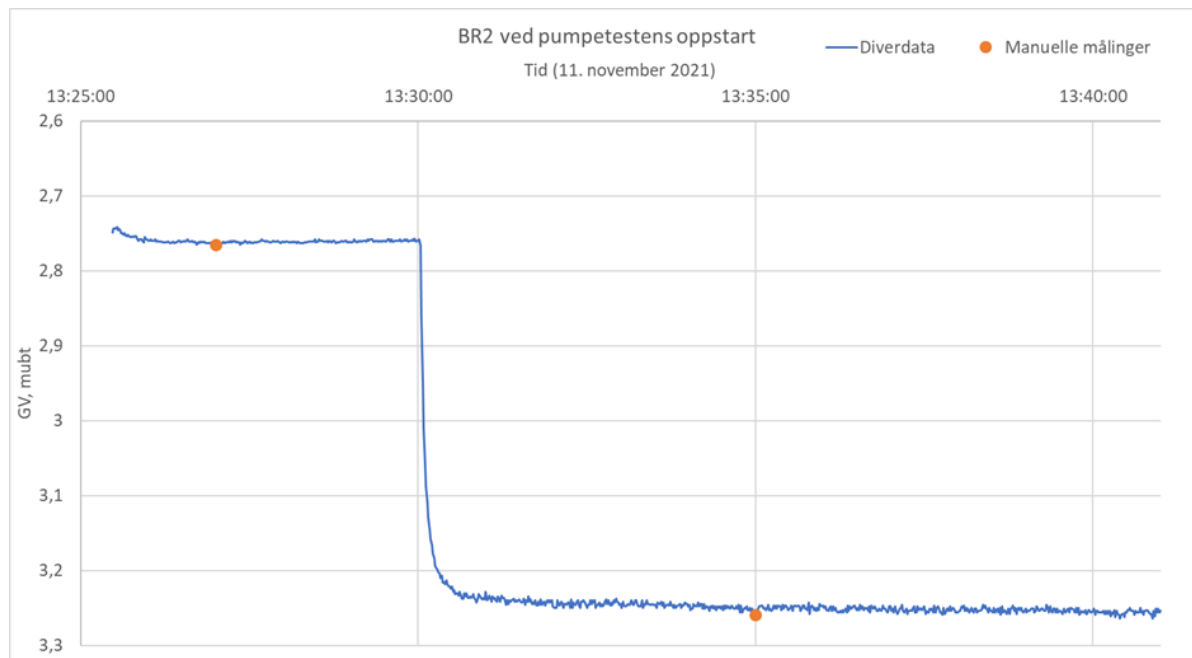
Tabell 2. Koordinater til produksjonsbrønner på Kråbølsøya angitt i ETRS89, UTM sone 32N. Grunnvannsnivå er målt 1. november 2021, før oppstart pumping.

Brønn	X (UTM32)	Y (UTM32)	Z (terreng)	Z (brønntopp)	Grunnvannsnivå (m under brønntopp)	Grunnvannsnivå (moh.)
BR2	559584,62	6786729,13	311,59	312,44	2,48	309,96
BR4	559604,82	6786717,3	311,35	312,45	2,48	309,97

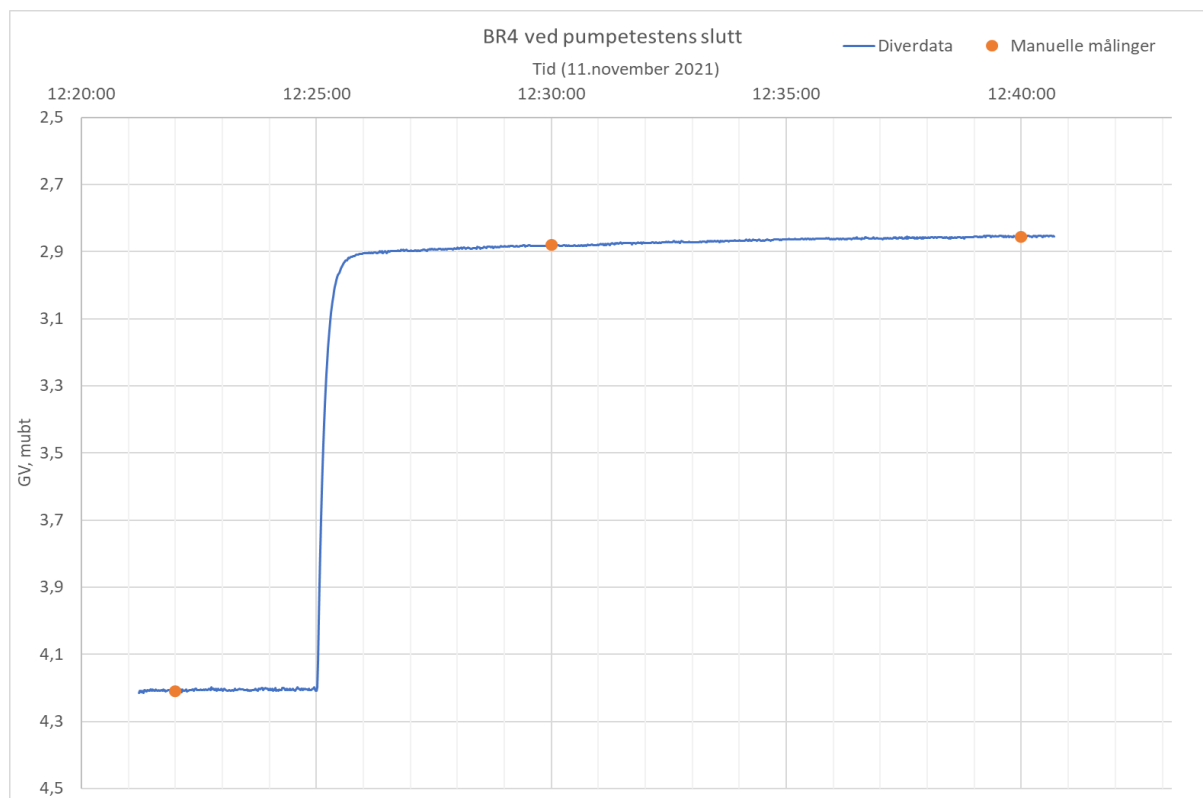
3.1.2 Korttids pumpetest

BR4 ble pumpet med rate 10,87 l/s fra 1. til 11. november 2021. BR2 ble pumpet med rate 10,87 l/s fra 11. til 25. november 2021. Pumpen har stoppet av og til, uten at dette har hatt konsekvenser for pumpetesten eller resultatene.

Figur 3 viser utvikling i grunnvannsnivå i BR2 ved oppstart. Figur 4 viser utvikling i grunnvannsnivå i BR4 ved stans av pumpe i BR4. Stigningen i vannivå når pumpen stanser er lik avsenkning i brønnen når pumpen starter opp. Tabell 3 viser sammenstilte pumpedata i de to brønnene, med beregnet spesifikk kapasitet.



Figur 3. Senkning i grunnvannsnivå i BR2 ved start av pumpe i BR2 (pumperate 10,87 l/s). Senkningen er ca. 0,5 m.



Figur 4. Stigning i grunnvannsnivå i BR4 ved stopp av pumpe i BR4 (pumperate 10,87 l/s). Stigningen er ca. 1,35 m.

Tabell 3. Senkningsdata ved pumpe tester i BR2 og BR4.

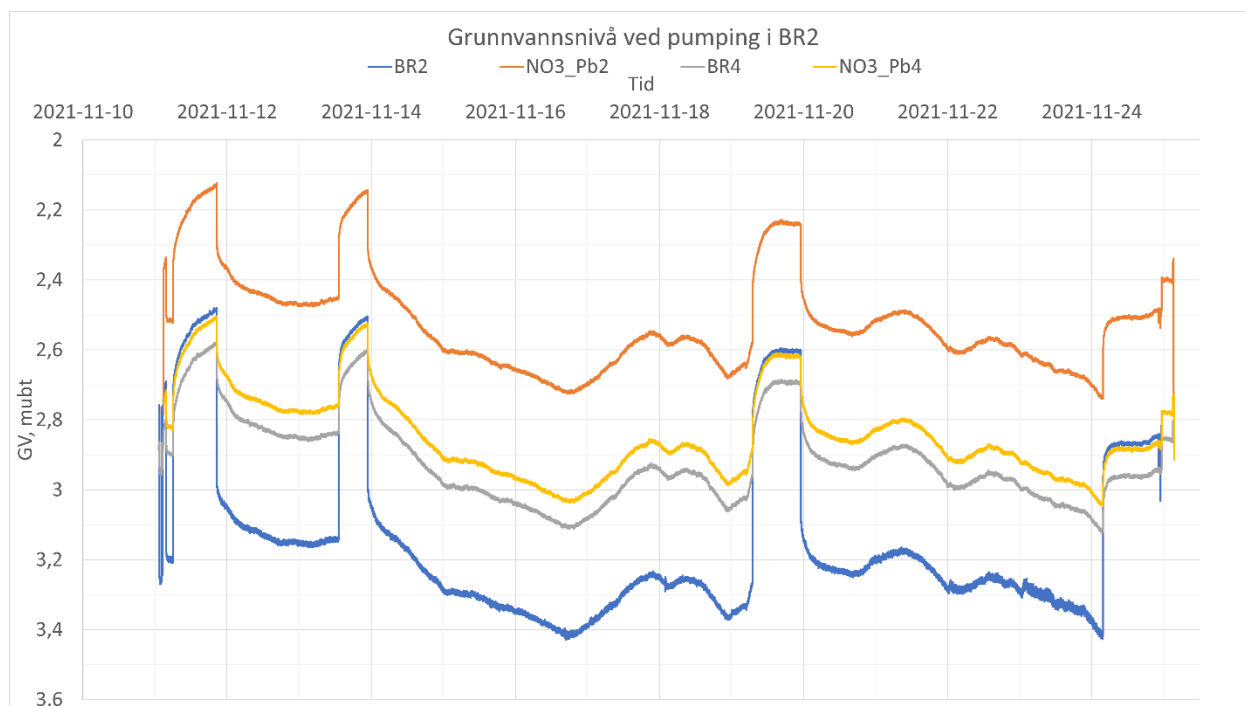
	Grunnvannsnivå før pumpestart (m under brønntopp)	Grunnvannsnivå ved pumping (m under brønntopp)	Senkning (m)	Pumperate (l/s)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Lednings- evne (µS/cm)	Temperatur (°C)
BR2	2,76	3,26	0,5	10,87	21,7	135	5,9-6,5
BR4	2,86	4,21	1,35	10,87	8,1	94	6,5

BR2 har bedre spesifikk kapasitet enn BR4. Filtrene i begge brønnene kan tillate pumping på maksimalt 24 l/s. Med en slik pumperate kan senkningen i BR2 forventes å bli i overkant av 1 m, mens senkningen i BR4 kan forventes å bli ca. 3 m.

3.1.3 Senkning i omkringliggende brønner ved pumping av BR2 og BR4

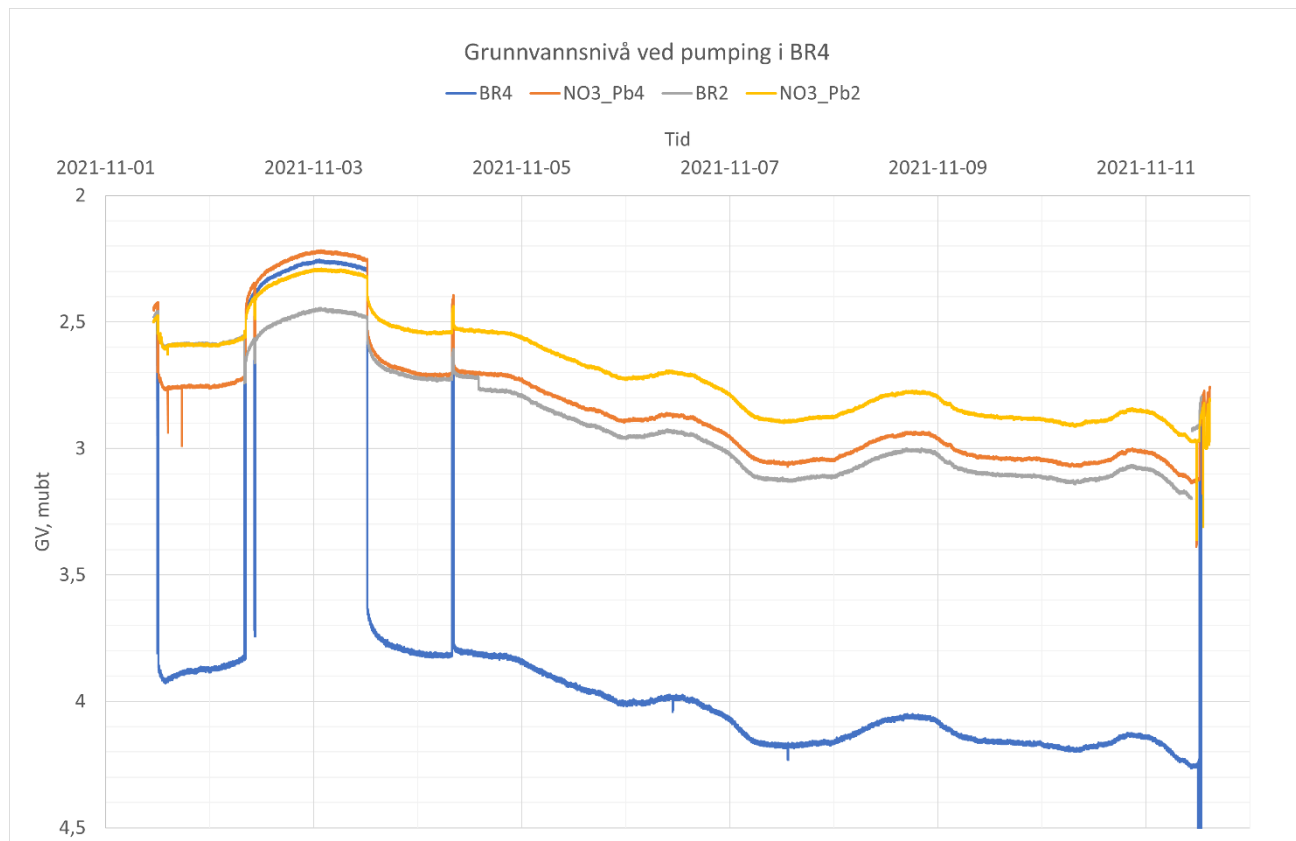
Grunnvannsnivået har vært overvåket i BR2, NO3_Pb2, BR4 og NO3_Pb4 gjennom pumpe testene (se Figur 2 for plassering av brønner).

Figur 5 viser grunnvannsnivå i BR2, BR4, NO3_Pb2 og NO3_Pb4 da BR2 ble pumpet 11.-25. november 2021. Pumping på 10,87 l/s i BR2 fører til ca. 25 cm senkning i BR4, dvs. beskjeden avsenkning.



Figur 5. Grunnvannsnivå, målt i meter under brønntopp, i BR2 og omkringliggende brønner, ved pumping i BR2. Pumpen stoppet etter start 11. november og ble startet igjen 12. november. Den stoppet også 13. november og startet igjen 14. november. Den hadde også et stopp 19. november og 24. november. Ellers har pumpen gått med rate 10,87 l/s.

Figur 6 viser grunnvannsnivå i BR4, BR2, NO3_Pb4 og NO3_Pb2 da BR4 ble pumpet 1.-11. november 2021. Pumping på 10,87 l/s i BR4 fører til ca. 20 cm senkning i BR2.



Figur 6. Grunnvannsnivå, målt i meter under brønntopp, i BR4 og omkringliggende brønner, ved pumping i BR4. Pumpen stoppet 2. november og ble startet igjen 3. november, men har ellers gått jevnt med rate 10,87 l/s.

3.1.4 Vannkvalitet

Det ble tatt to vannprøver av hver brønn. En prøve ved slutten av dagen da pumping ble igangsatt, og en prøve ved avslutning av pumpetestene (etter ca. 1,5-2 uker). Resultater er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Analyseresultater fra pumping av BR2 og BR4, etter en dags pumping og etter 1,5-2 uker.

	Enhet	Grenseverdi iht. drikkevannsforskriften	BR4	BR4	BR2	BR2
Parameter / dato			01.11.21	11.11.21	11.11.21	25.11.21
pH		6,5-9,5	7,1	7	7	7
Temp	°C		21,8	22	21	19
Turbiditet	FNU	1	<0,1	0,12	0,32	0,9
Ledningsevne	µS/cm	250	92,7	86,4	106	117
Fargetall	mgPt/L	20		2		2
Jern filtrert	µg/L	200		<20	<20	13,7
Mangan filtrert	µg/l	50		<3	<3	0,861
Ca (Kalsium)	mg/L			11,5		16
Mg (Magnesium)	mg/L			2,06		2,78
Alkalinitet v/pH 4,5	mmol/L			0,63		0,72
Alkalinitet v/pH 8,3	mmol/L					<0,150
Total nitrogen	mg/L		1,82	1,7	2,4	6,7
Nitrat + nitritt (N)	mg/L		0,922			3,96
Nitrat-N (NO ₃ -N)	mg/L	10		1,61	2,41	3,96
Nitrat som NO ₃	mg/L	50		3,65	5,47	8,98
Nitritt-N (NO ₂ -N)	mg/L			<0,004	<0,004	<0,004
Nitritt som NO ₂	mg/L	0,5		<0,013	<0,013	<0,013
KOF-Mn	mg/L			0,75		0,54
Hardhet	°dH					2,88

Vannet i brønnene er klart, med lave fargetall og turbiditet innenfor grenser i drikkevannsforskriften. pH er nøytral, og vannet er bløtt, med kalsiumkonsentrasjoner på 11-16 mg/l.

I BR2 er det påvist noe mer nitrat i prøven som ble tatt etter 2 uker pumping, enn i prøven som ble tatt samme dag som pumpingen startet. Konsentrasjonene viser at brønnen er noe påvirket av jordbruk, men verdiene er godt under grenseverdier i drikkevannsforskriften. BR4 ser ut til å være påvirket av jordbruk i noen grad, men verdiene er lavere enn i BR2 og grenseverdiene i drikkevannsforskriften. Konsentrasjoner av jern og mangan er lave og tilfredsstillende i begge brønner.

Ledningsevne målt i felt sammenfaller med ledningsevne som er målt på laboratoriet.

3.2 Peilebrønner

3.2.1 Boring

To peilebrønner ble boret på Kråbølsøya 1. november 2021. Den ene peilebrønningen, NO3_Pb5, er plassert oppstrøms produksjonsbrønnene. NO3_Pb6 er plassert ca. 100 m lenger nedstrøms på øya, for å kartlegge massetyper i dette området.

Peilebrønnene ble boret med foringsrør på 139 mm. Brønnrør og filterrør er av HPE plast, med diameter 90 mm.

Det ble tatt ut masseprøver for hver meter boring. I NO3_Pb5 er det hovedsakelig dårlig sortert grus og sand. Finstoffinnholdet er relativt lavt. I NO3_Pb6 fremstår massene finere, med fingrus og sand.

I NO3_Pb5 ble berg påtruffet 17 m under terreng. Filter ble satt fra 7-13 m under terreng, med en meter sump. I NO3_Pb6 ble berg påtruffet 14 m under terreng. Filter ble satt 6-10 m under terreng, og det ble satt to meter sump. Vedlegg 1 viser brønntutforming.

Koordinater og grunnvannsnivå målt i de to peilebrønnene er vist i Tabell 5.

Tabell 5. Koordinater og grunnvannsnivå for peilebrønner. Grunnvannsnivå er målt 25. november 2021.

Brønn	X (UTM32)	Y (UTM32)	Z (terreng)	Z (brønntopp)	Grunnvannsnivå (m under brønntopp)	Grunnvannsnivå (moh.)
NO3_Pb5	559543,45	6786764,37	312,2	313,4	3,48	308,72
NO3_Pb6	559650,27	6786674,8	311,27	312,32	3,145	308,125

3.2.2 Kornfordeling

Kornfordelingskurver fra utvalgte prøver er vist i vedlegg 2. Verdier for d_{10} , d_{60} , graderingstall og estimert hydraulisk konduktivitet (basert på Gustafsons formel [1]) er presentert i Tabell 6 og Tabell 7.

Kornfordelingsanalysene viser at massene fra ca. 6-16 m under terreng i NO3_Pb5 har relativt lik kornfordeling. Massene består hovedsakelig av middels gradert, grusig sand. Det er lite finstoff i prøvene, med under 3% silt og leire (med unntak av prøven fra 4-5 m under terreng, som har noe høyere finstoffinnhold (5%)).

I NO3_Pb6 er massene fra 4-8 m under terreng grusig, sandig materiale og grusig sand, mens prøvene fra 9-13 m viser noe finere kornstørrelser med sand som dominerer. Det er lite finstoff i prøvene, maksimalt 5%.

Hydraulisk konduktivitet i de siktede prøvene varierer mellom $2,3 \cdot 10^{-4}$ m/s til $1,3 \cdot 10^{-3}$ m/s, med gjennomsnitt på $6,3 \cdot 10^{-4}$ m/s i NO3_Pb5 og $6,9 \cdot 10^{-4}$ m/s i NO3_Pb6.

Tabell 6. Resultater fra kornfordelingsanalyser i NO3_Pb5.

Prøve-ID	Dybde (m)	d ₁₀ (mm)	d ₆₀ (mm)	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	Gradering	Jordartstype
NO3_Pb5	4-5 m	0,13	0,65	5,00	2,33E-04	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	6-7 m	0,26	1,75	6,73	8,07E-04	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	8-9 m	0,33	4,0	12,31	8,91E-04	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	9-10 m	0,33	3,1	9,54	1,04E-03	Middels	Grusig, sandig materiale
NO3_Pb5	11-12 m	0,26	1,8	6,92	7,95E-04	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	13-14 m	0,16	1,25	7,81	2,82E-04	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	15-16 m	0,25	5	20,00	3,89E-04	Velgradert	Grusig, sandig materiale

Tabell 7. Resultater fra kornfordelingsanalyser i NO3_Pb6.

Prøve-ID	Dybde (m)	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	Gradering	Jordartstype
NO3_Pb6	4-5 m	0,2	3,8	19,00	2,57E-04	Velgradert	Grusig, sandig materiale
NO3_Pb6	5-6 m	0,16	1,4	8,75	2,64E-04	Middels	Grusig sand
NO3_Pb6	7-8 m	0,28	2,1	7,50	8,83E-04	Middels	Grusig, sandig materiale
NO3_Pb6	9-10 m	0,28	0,78	2,82	1,25E-03	Ensgradert	Sand
NO3_Pb6	11,5-13 m	0,24	1,2	5,00	7,94E-04	Middels	Grusig sand

3.2.3 Korttids pumpetest

Etter boring ble NO3_Pb5 og NO3_Pb6 pumpet i litt over en time. Begge peilebrønnene ble først pumpet med rate ca. 1,4 l/s, og deretter med en mindre pumpe med pumperate ca. 0,35-0,37 l/s.

Måledata er sammenstilt i Tabell 8.

Tabell 8. Senkning og beregnet spesifikk kapasitet, samt ledningsevne og temperatur på utpumpet grunnvann i prøvebrønner på Hyttøya.

Brønn	Pumperate (l/s)	Senkning (m)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Ledningsevne (µS/cm)	Temperatur (°C)
NO3_Pb5	0,35	0,13	2,7	53	7,4
	1,4	0,71	2,0		
NO3_Pb6	0,37	0,05	7,4	73	7
	1,4	0,44	3,2		

Spesifikk kapasitet i NO3_Pb6 ser ut til å variere mye avhengig av pumperate. Dette kan skyldes at pumperaten på 1,4 l/s har ført til turbulent strømning i brønnen. Dette kan føre til større senkning enn dersom pumperaten begrenses til laminær strømning.

3.2.4 Vannkvalitet

Det ble tatt ut vannprøve etter endt pumpetest i NO₃_Pb5 og NO₃_Pb6 25. november 2021. Analyseresultater er gitt i Tabell 9.

Det er påvist svært lite jern og mangan prøvene, med verdier godt under grenseverdier i drikkevannsforskriften. Det er lave konsentrasjoner av nitrat i brønnene.

Ledningsevne fra laboratorieanalysen stemmer overens med målinger i felt.

Tabell 9. Analyseresultater fra vannprøver tatt etter endt korttids pumpetest (ca. 1 time) 25. november 2021.

Parameter	Enhet	Grenseverdi iht. drikkevannsforskriften	NO ₃ _Pb5	NO ₃ _Pb6
pH		6,5-9,5	6,7	6,7
Temp	°C		19	20
Turbiditet	FNU	1	0,66	0,31
Ledningsevne	µS/cm	2500	48,6	65,8
Fargetall	mgPt/L	20	3	3
Jern filtrert	µg/L	200	2,32	<4
Mangan filtrert	µg/L	50	0,233	0,186
Ca (Kalsium)	mg/L		6,44	9,48
Mg (Magnesium)	mg/L		1,35	1,83
Alkalinitet v/pH 4,5	mmol/L		0,4	0,531
Alkalinitet v/pH 8,3	mmol/L		<0,150	<0,150
Total nitrogen	mg/L		0,68	1,53
Nitrat + nitritt (N)	mg/L		0,42	0,911
Nitrat-N (NO ₃ -N)	mg/L	10	0,42	0,911
Nitrat som NO ₃	mg/L	50	0,952	2,07
Nitritt-N (NO ₂ -N)	mg/L		<0,004	<0,004
Nitritt som NO ₂	mg/L	0,5	<0,013	<0,013
KOF-Mn	mg/L		0,8	0,99
Hardhet	°dH		1,21	1,75

4 Vurdering

Begge produksjonsbrønner har høy kapasitet og vil kunne brukes i et fremtidig forsyningsopplegg, gitt at vannkvaliteten fortsetter å være tilfredsstillende.

BR2 har svært god spesifikk kapasitet, og filteret vil være begrensende faktor for pumpingen. Filteret tillater pumping på maksimalt 24 l/s uten at det oppstår turbulent strømning, noe som vil føre til senkning i brønnen på i overkant av 1 m.

BR4 har spesifikk kapasitet på 8,1 l/s pr. m senkning, mens filteret kan tillate maksimalt 24 l/s. Dersom brønnen pumpes med pumpehastighet 24 l/s kan det forventes ca. 3 m senkning i brønnen. Med filterdybde 8 m under terreng, og pumpen plassert rett ovenfor filterdybde, er 3 m senkning akseptabelt.

Brønnene påvirker hverandre noe innbyrdes mtp. senkning. Dette vil trolig ikke bli en stor utfordring mtp. kapasitet i brønnene. Begge brønner har lave innhold av jern og mangan. Det ses noe påvirkning fra jordbruk, men under grenseverdier i drikkevannsforskriften.

Langtids prøvepumping i BR2 og BR4 vil gi bedre grunnlag for å bestemme eventuell fremtidig produksjon. Foreløpige resultater indikerer at brønnene kan pumpes på maksimalt 20-24 l/s per brønn, noe som vil gi vannmengder på ca. 40-50 l/s samlet fra de to brønnene. Vannkvalitet må overvåkes videre.

Av peilebrønnene ser NO3_Pb6 ut til å ha best kapasitet mhp. senkning. Kornfordelingsanalysene i begge peilebrønner viser relativt god hydraulisk permeabilitet i massene. Vannkvaliteten er god i begge peilebrønnene.

Foreløpige grunnvannsundersøkelser på Kråbølsøya viser at det er potensiale for å etablere flere brønner. NO3_Pb5 og NO3_Pb6 kan være egnede lokasjoner for brønnetablering. Med flere brønner kan det totale uttaket på øya økes.

5 Videre arbeid

BR2 og BR4 skal installeres med pumper, og det planlegges langtids prøvepumping gjennom våren og sommeren 2022. Det er planlagt at brønnene skal pumpes med pumperater ca. 20 l/s per brønn, og vannet skal pumpes til elva Jøra. Det må tas vannprøver jevnlig for å overvåke utvikling av parametere som jern, mangan og nitrat i brønnene. Det er hengt ut trykksensorer i NO3_Pb1, NO3_Pb3, NO3_Pb5 og NO3_Pb6, som skal benyttes til å overvåke brønnenes påvirkning på øvrige deler av Kråbølsøya. I tillegg skal grunnvannsnivået i BR2 og BR4 overvåkes i pumpeperioden. Prøvetakingsprogram utarbeides.

6 Referanser

- [1] G. Gustafson, «Brunnssystem för värmelagring och värmeutvinning i akviferer,» Byggeforskningsrådet, 1983.

7 Vedlegg

Vedlegg 1. Brønnlogg BR2, BR4, NO3_Pb2 og NO3_Pb4

Vedlegg 2. Kornfordelingskurver NO3_Pb2 og NO3_Pb4

Vedlegg 3. Analyserapporter fra SYNLAB Analytics & Services Norway AS og ALS Laboratory Group

Vedlegg 4. Rapport for prøveboring Kråbølvollen og Turrvollen, Norconsult 2021

Vedlegg 1. Brønnlogger fra BR2, BR4, NO3_Pb2 og NO3_Pb4

OPPDRAG:

Forset Vannverk

BR2

DYBDE (m): 14 HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m): 0,85

LOKASJON: Kråbølsøya

DYBDE TIL BERG (m): 16

DATO: 1. nov -21

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM: UTM32

FILTERDYP 9-12

BOREENTREPRENØR: Brødrene Myhre

KOORDINATER

ØST: 559584.62

NORD: 6786729.13

KOTE: 312.44

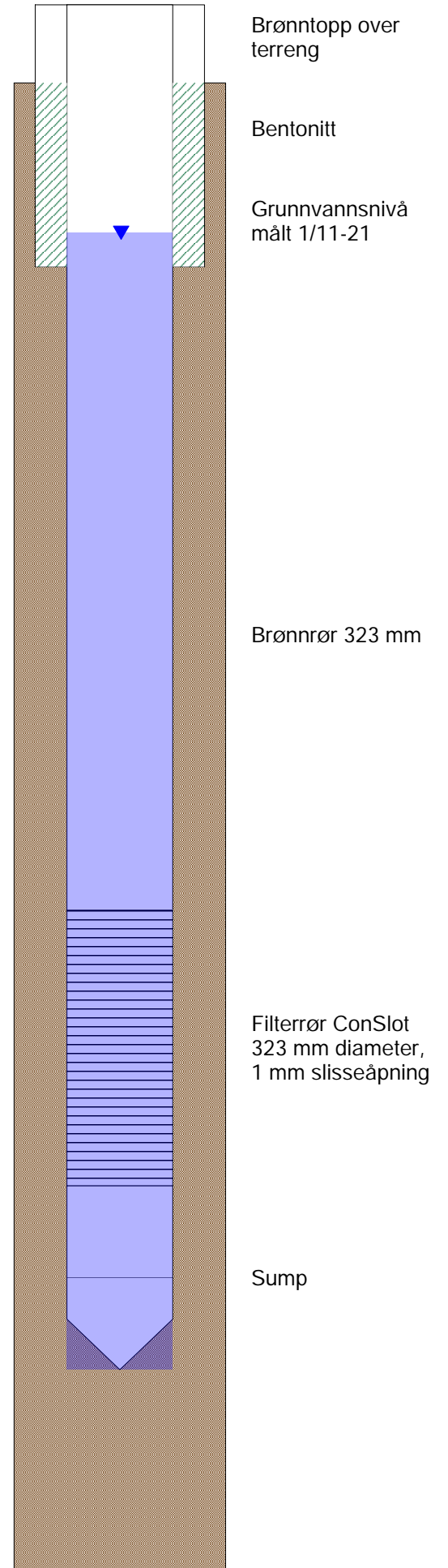
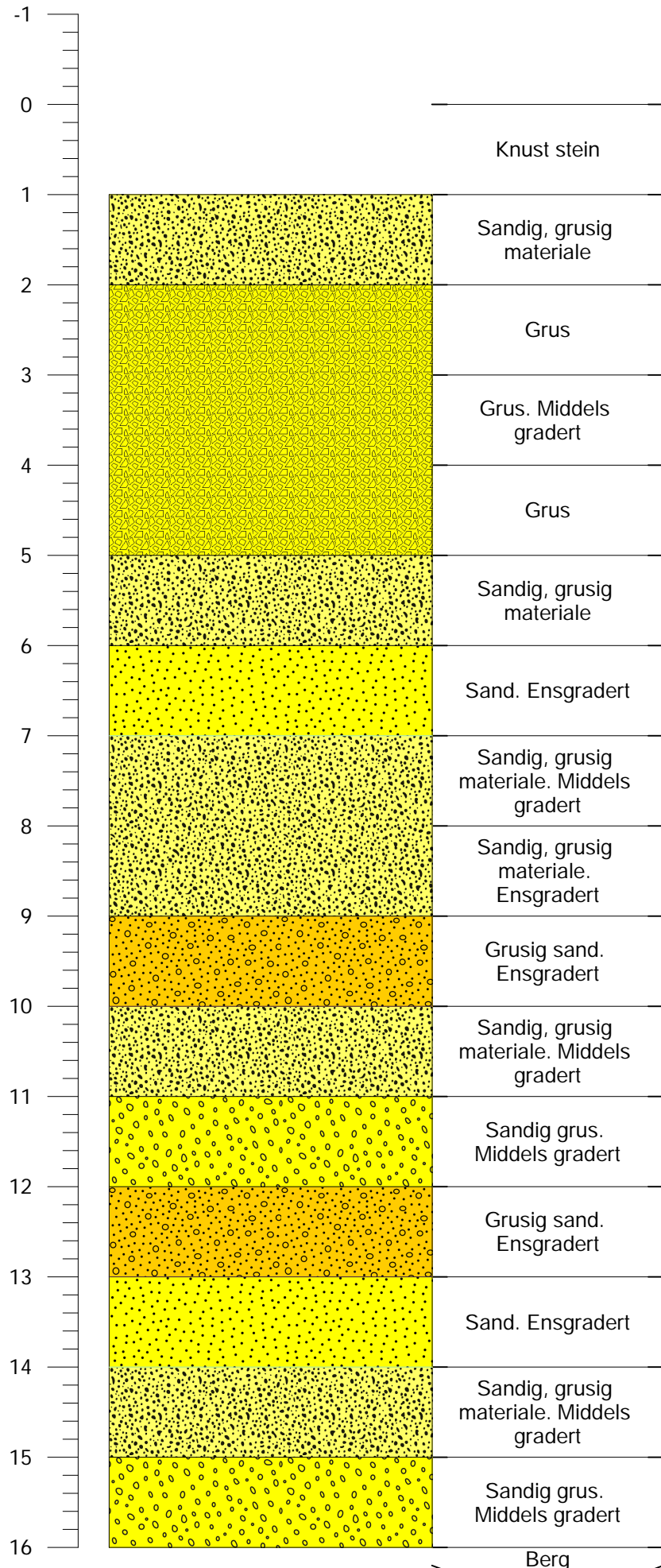
BEHANDLING: Filtertrekking, desinfisering

LOGGED BY: Norconsult

DYBDE (meter)

LØSMASSEFORHOLD
(basert på masseprøver fra peilebrønn NO3_Pb2)

BRØNNILLUSTRASJON



OPPDRAG:

Forset Vannverk

BR4

DYBDE (m):

12

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m):

1,1

LOKASJON: Kråbølsøya

DYBDE TIL BERG (m): 13

DATO: 1. nov -21

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM: UTM32

FILTERDYP 8-10

BORENTREPRENØR: Brødrene Myhre

KOORDINATER

ØST: 559604.82

NORD: 6786717.30

KOTE: 311.35

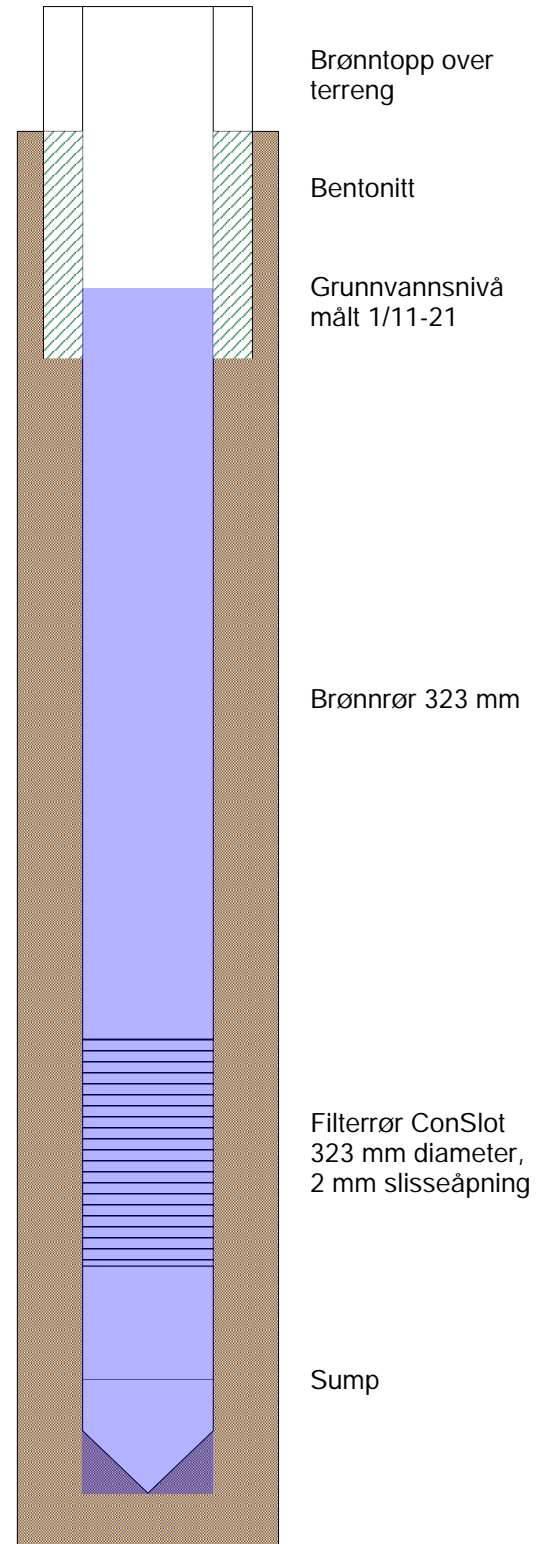
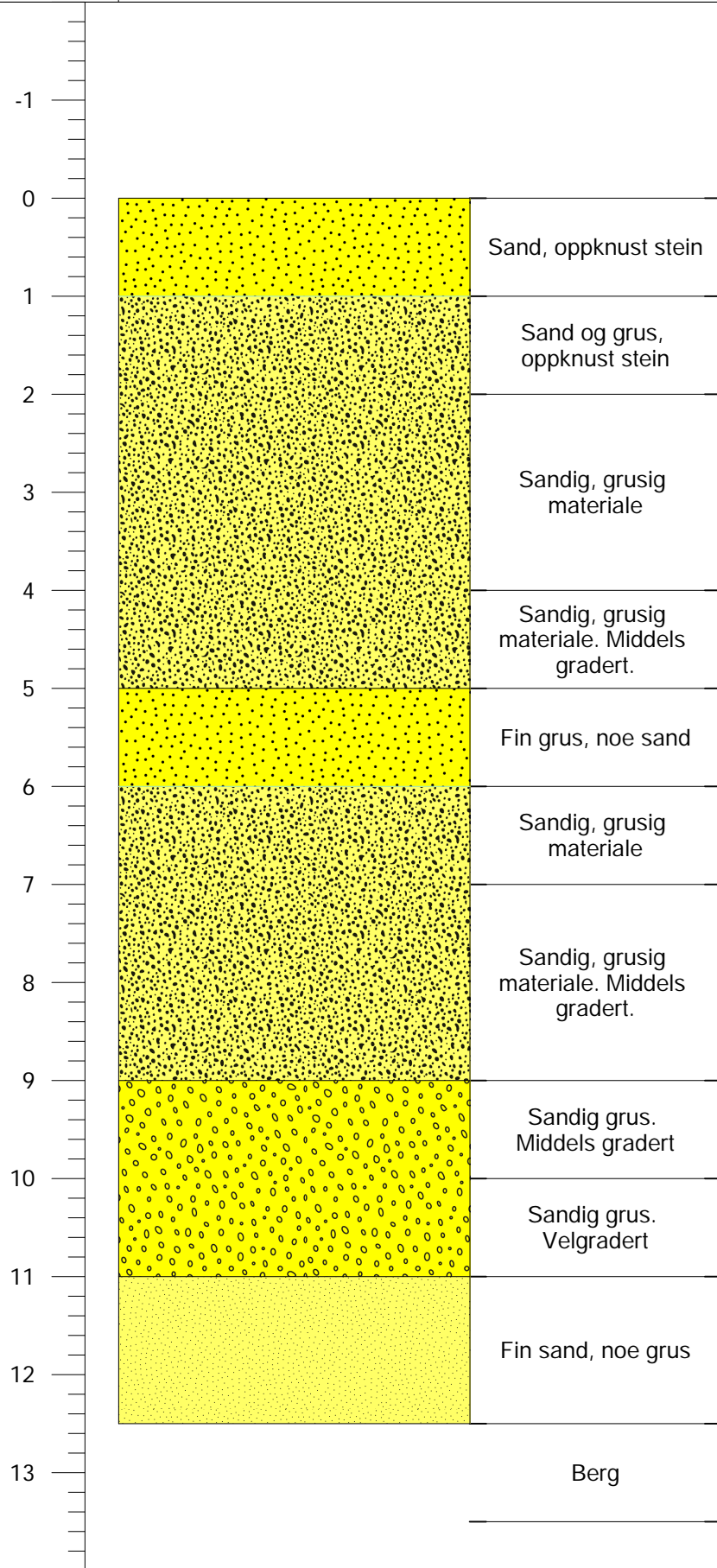
BEHANDLING: Filtertrekking, desinfisering

LOGGED BY: Norconsult

DYBDE (meter)

LØSMASSEFORHOLD
(basert på masseprøver fra peilebrønn NO3_Pb4)

BRØNNILLUSTRASJON



OPPDRAG:

Forset Vannverk

NO3_Pb5

DYBDE (m): 17

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m): 1,2

LOKASJON: Kråbølsøya

DYBDE TIL BERG (m): 17.0

BOREDATO: 1. november 2021

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM: UTM 32

FILTERDYPP: 7-13 m

BOREENTREPRENØR: Brødrene Myhre

KOORDINATER

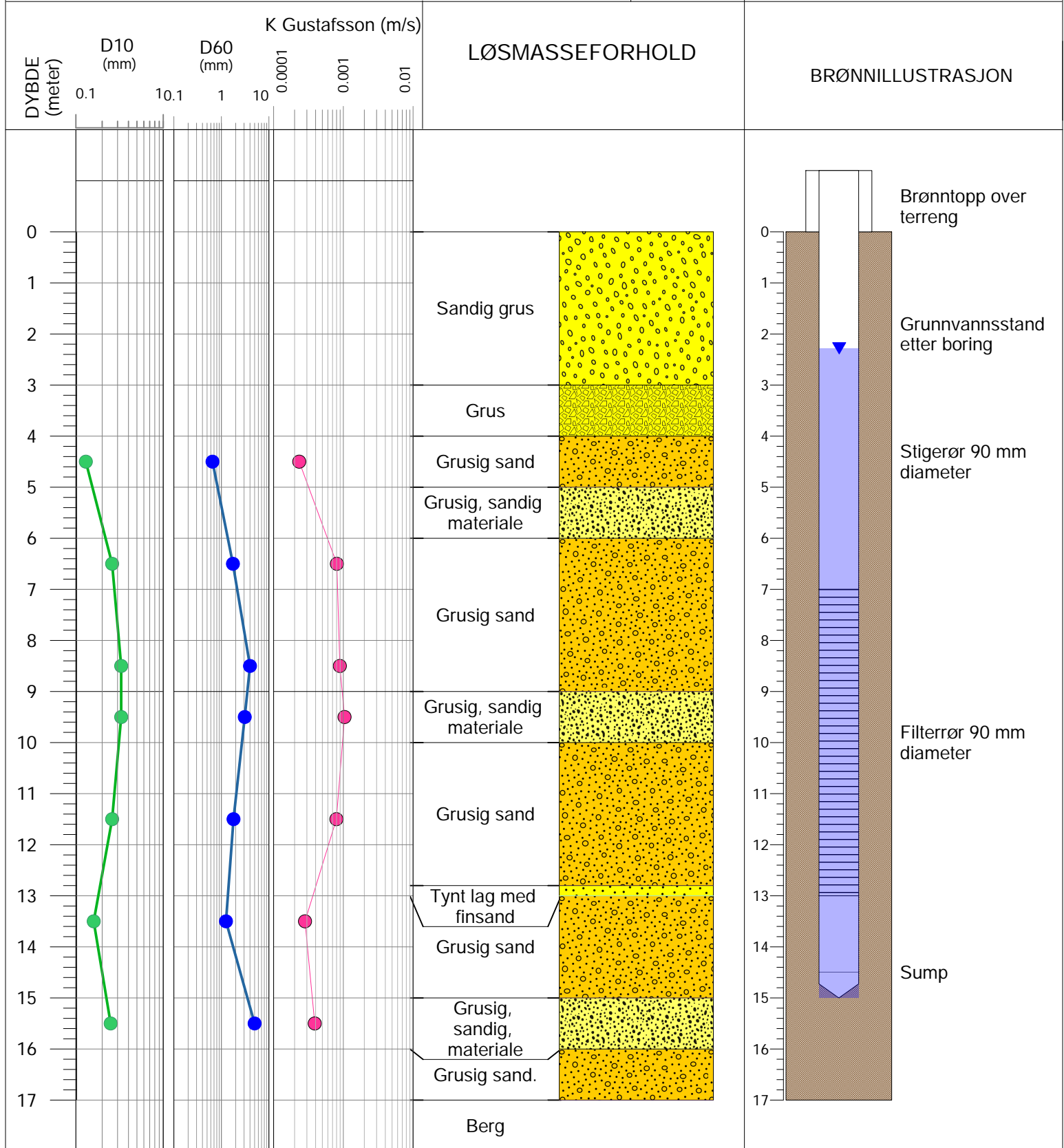
ØST: 559543.45

NORD: 6786764.37

KOTE: 313.20

BEHANDLING: -

LOGGED BY: Norconsult



OPPDRAG:

Forset Vannverk

NO3_Pb6

DYBDE (m):

14

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m):

1,05

LOKASJON:

Kråbølsøya

DYBDE TIL BERG (m):

14

BOREDATO:

1. november 2021

BOREMETODE:

Odex

KOORDINATSYSTEM:

UTM32

FILTERDYP

6-10 m

BOREENTREPRENØR:

Brødrene Myhre

KOORDINATER

ØST: 559650.27

NORD: 6786674.80

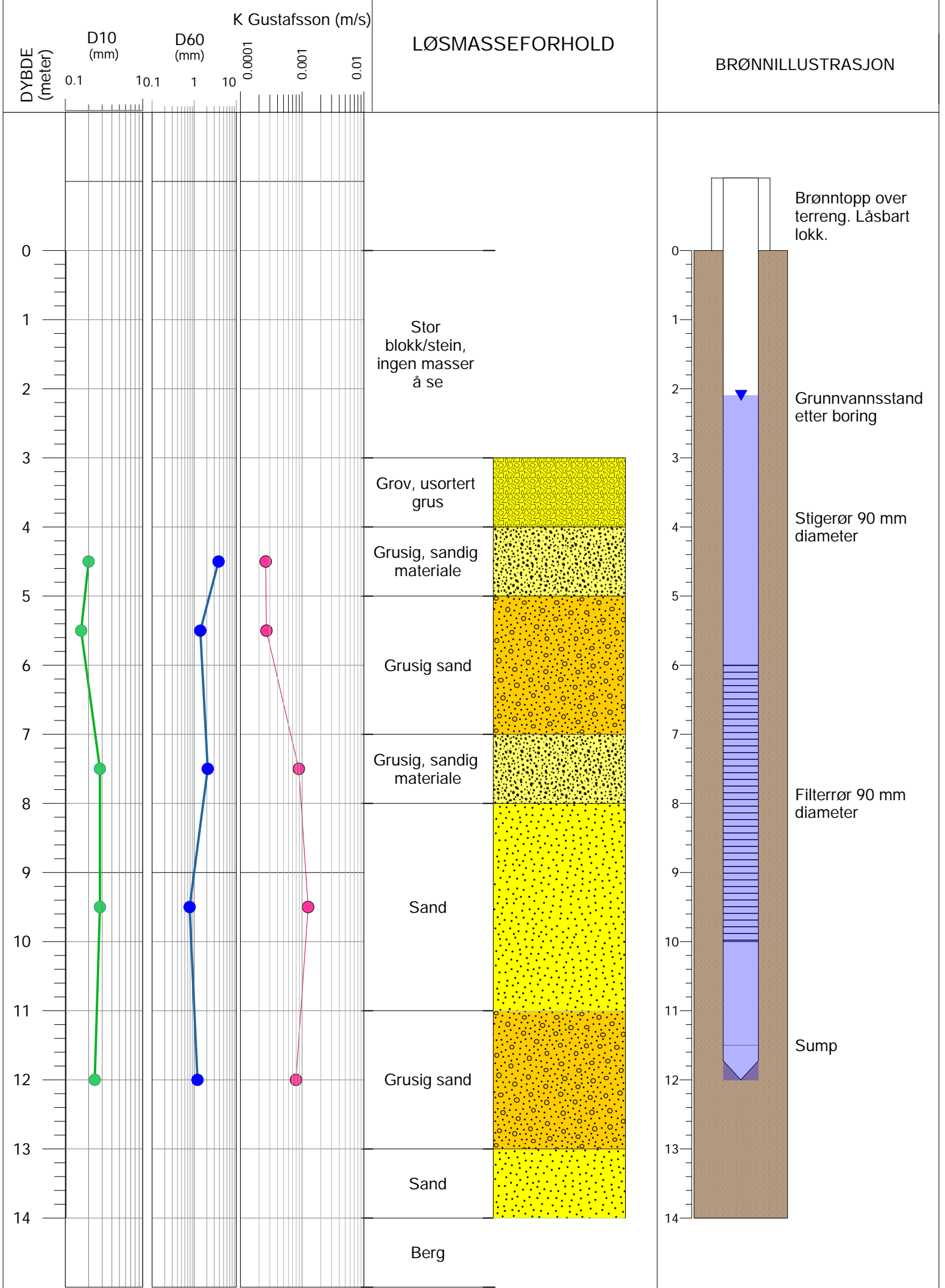
KOTE: 311.32

BEHANDLING:

-

LOGGED BY:

Norconsult

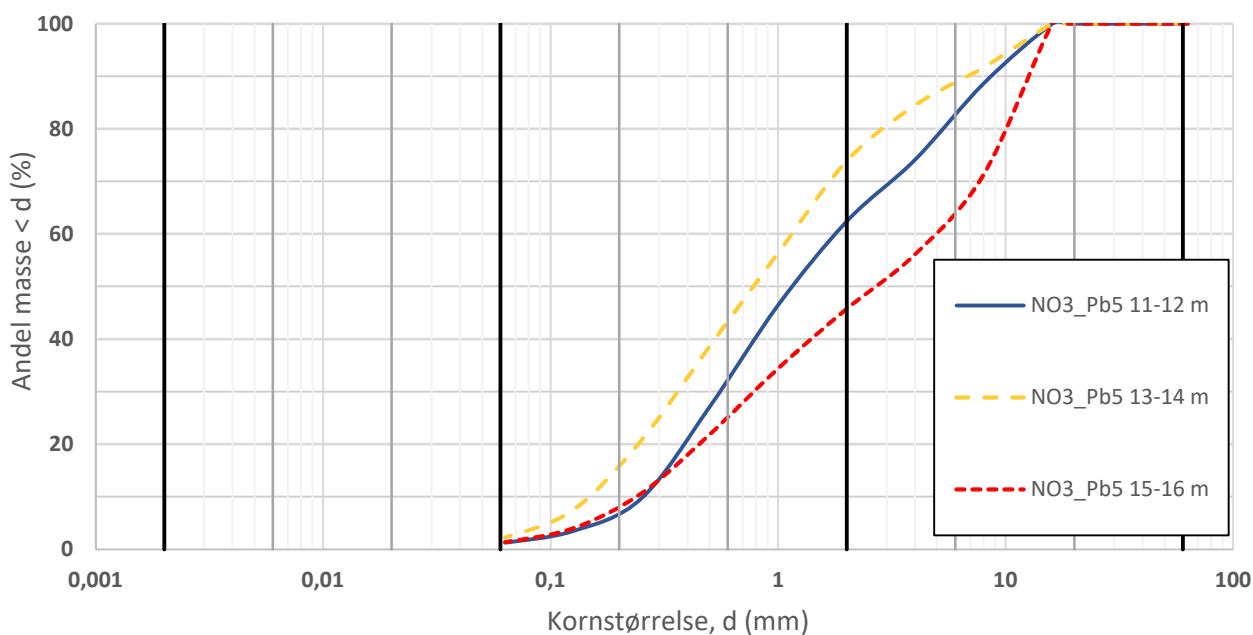
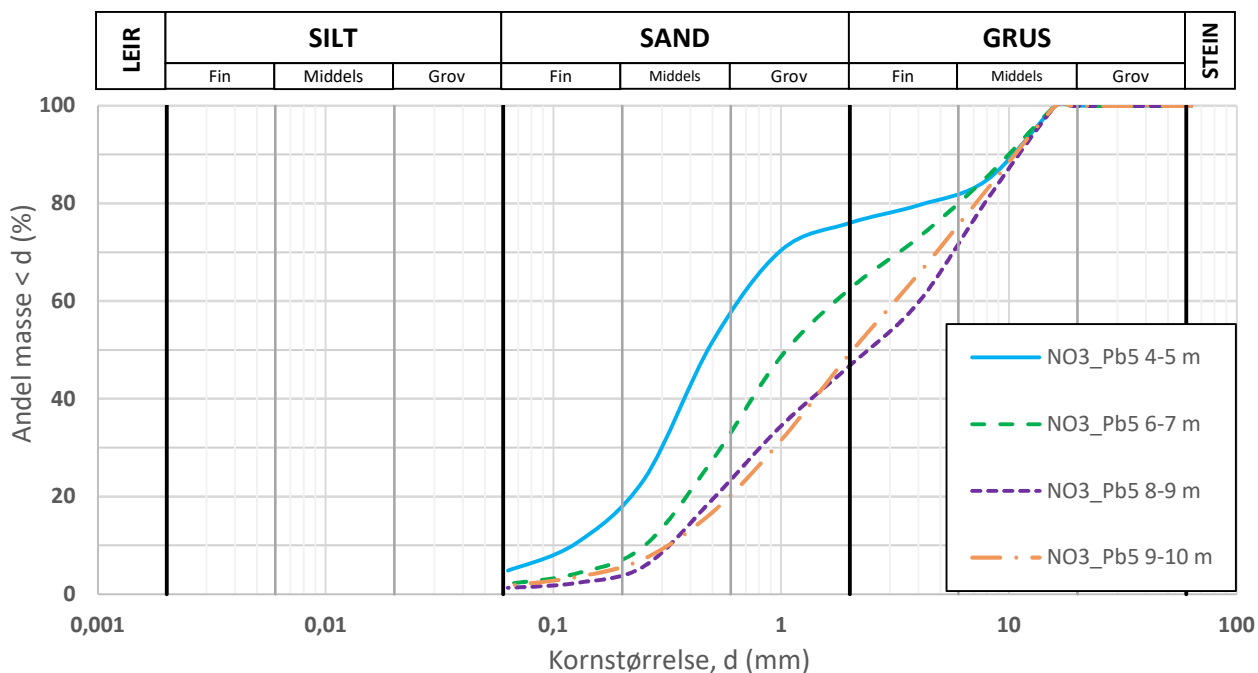


Vedlegg 2. Kornfordelingskurver NO3_Pb2 og NO3_Pb4

Dato: 2021-12-03

Metode: Tørrsikting

Oppdrag: 52105944 Forset vannverk - utvikling av Kråbølsvollan

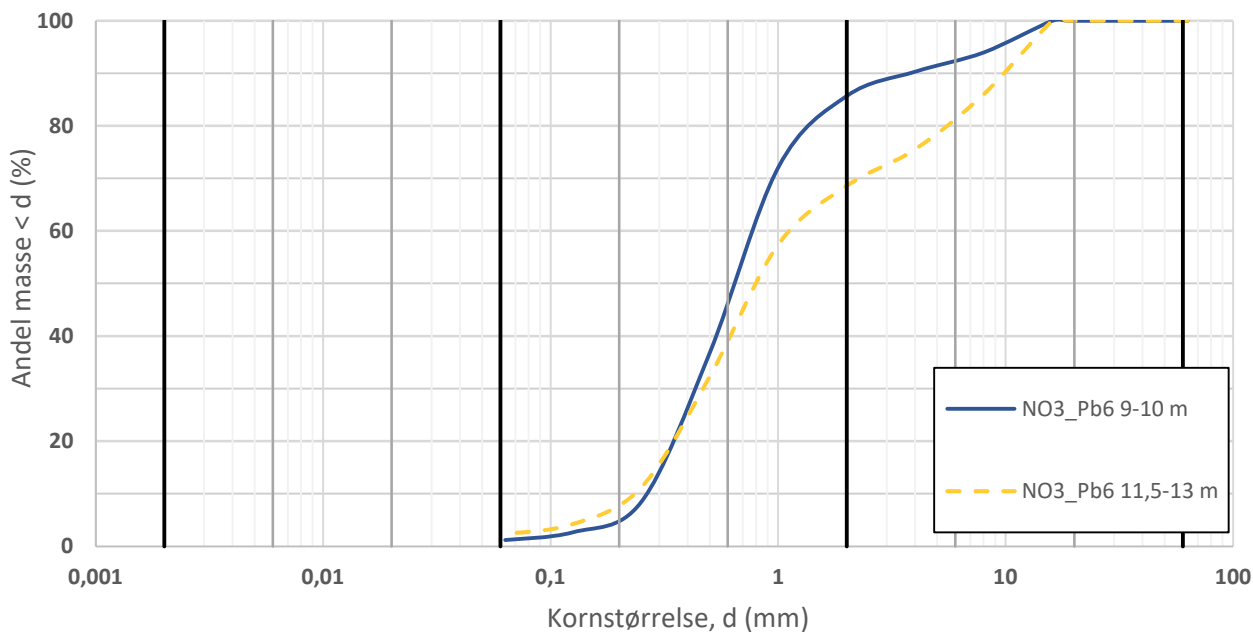
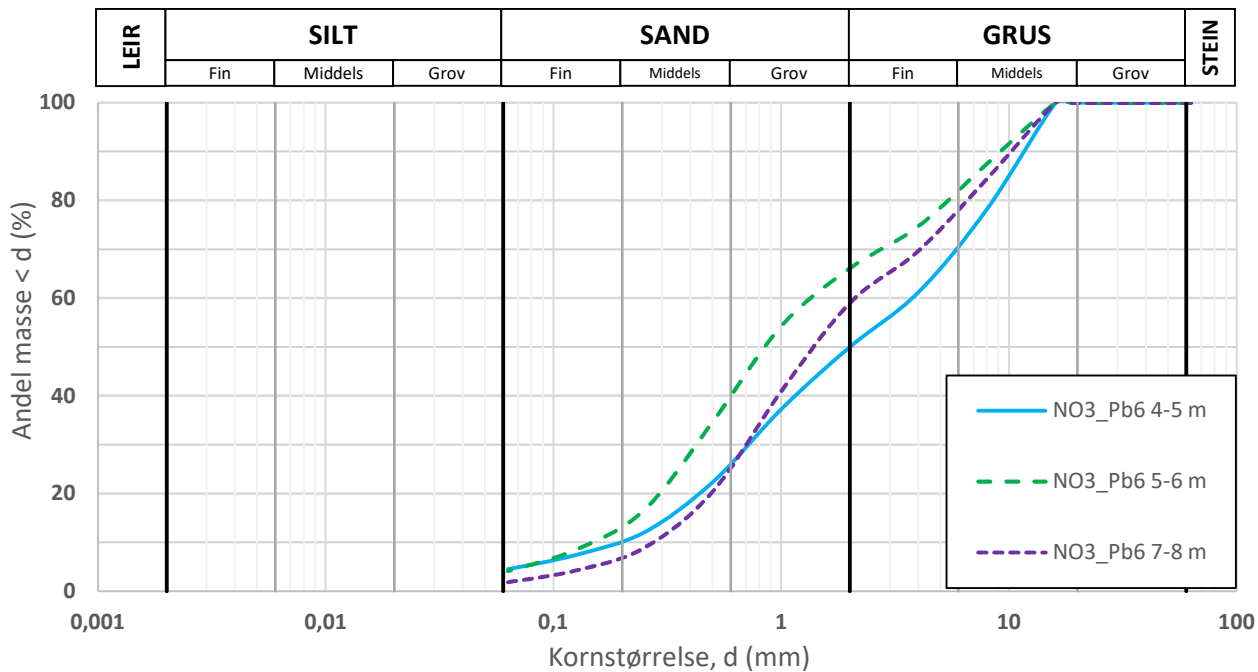


Prøve-ID	Dybde (m)	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	K, Hazen (m/s)	Porøsitet	Gradering	Jordartstype
NO3_Pb5	4-5 m	0,13	0,65	5,00	2,33E-04	-----	17,7 %	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	6-7 m	0,26	1,75	6,73	8,07E-04	-----	16,1 %	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	8-9 m	0,325	4,0	12,31	8,91E-04	-----	13,3 %	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	9-10 m	0,325	3,1	9,54	1,04E-03	-----	14,4 %	Middels	Grusig, sandig materiale
NO3_Pb5	11-12 m	0,26	1,8	6,92	7,95E-04	-----	15,9 %	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	13-14 m	0,16	1,25	7,81	2,82E-04	-----	15,3 %	Middels	Grusig sand
NO3_Pb5	15-16 m	0,25	5	20,00	3,89E-04	-----	11,6 %	Velgradert	Grusig, sandig materiale

Dato: 2021-12-03

Metode: Tørrsikting

Oppdrag: 52105944 Forset vannverk - utvikling av Kråbølsvollan



Prøve-ID	Dybde (m)	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	K, Hazen (m/s)	Porøsitet	Gradering	Jordartstype
NO3_Pb6	4-5 m	0,2	3,8	19,00	2,57E-04	-----	11,8 %	Velgradert	Grusig, sandig materiale
NO3_Pb6	5-6 m	0,16	1,4	8,75	2,64E-04	-----	14,8 %	Middels	Grusig sand
NO3_Pb6	7-8 m	0,28	2,1	7,50	8,83E-04	-----	15,5 %	Middels	Grusig, sandig materiale
NO3_Pb6	9-10 m	0,275	0,775	2,82	1,25E-03	8,75E-04	21,3 %	Ensgradert	Sand
NO3_Pb6	11,5-13 m	0,24	1,2	5,00	7,94E-04	-----	17,7 %	Middels	Grusig sand

Vedlegg 3. Analyserapporter fra SYNLAB Analytics Norway AS og ALS Laboratory Group

Gausdal kommune
Driftstasjon, Sletmoen 1
2651 ØSTRE GAUSDAL
NO

Att: Arne Letrud

Dato: 11.11.2021
Prøve ID: 2021-24105
ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 03.11.21

Analyseperiode: 03.11.21 - 11.11.21

2021-24105-1

Råvann (drikkevann)

Tatt ut: 01.11.21 Kl. 17:30 - 01.11.21

Merket: BR4

Referanse: Kråbølvollan

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) pH	HA) 7.1		NS-EN-ISO 10523	±0,2
*) Temperatur ved pH-måling	HA) 21.8	°C		
*) Turbiditet	HA) <0.10	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±0.012
*) Konduktivitet 25 °C	HA) 9.27	mS/m	NS-ISO 7888	±0.93
*) Jern, Fe	119) 2.7	µg/l	NS-EN ISO 17294-2	
*) Mangan, Mn	119) <2.0	µg/l	NS-EN ISO 17294-2	
Total nitrogen	HA) 1820	µg N/l	NS 4743	±273
Nitrat + nitritt	HA) 922	µg N/l	NS 4745	±92

*) SGS Norway er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

HA) Analysen er utført av SGS Hamar

119) Levert av Hardanger Miljøsenster AS TEST 052

Med hilsen

Fe og Mn er analysert ufiltrert

Ingeborg Tønseth
Kunderådgiver

Kopi til
Arne Lerud (E-post)
Henrikke Borsum (E-post)



Dette analysertifikatet erstatter tidligere sertifikat med samme nummer

ANALYSERAPPORT

Ordrenummer	: NO2120179	Side	: 1 av 4
Endring	: 1		
Kunde	: Norconsult AS	Prosjekt	: Forset vannverk
Kontakt	: 105821 Henrikke Børsum	Prosjektnummer	: 521 05 944
Adresse	: Postboks 8984	Prøvetaker	: ---
	: 7439 Trondheim	Sted	: ---
	: Norge	Dato prøvemottak	: 2021-11-12 13:18
Epost	: henrikke.borsum@norconsult.com	Analysedato	: 2021-11-12
Telefon	: ---	Dokumentdato	: 2021-11-29 15:49
COC nummer	: ---	Antall prøver mottatt	: 4
Tilbuds- nummer	: OF170333	Antall prøver til analyse	: 4

Om rapporten

Forklaring til resultatene er gitt på slutten av rapporten.

Denne rapporten erstatter enhver foreløpig rapport med denne referansen. Resultater gjelder innleverte prøver slik de var ved innleveringstidspunktet. Alle sider på rapporten har blitt kontrollert og godkjent før utsendelse.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultater gjelder bare de analyserte prøvene.

Hvis prøvetakingstidspunktet ikke er angitt, prøvetakingstidspunktet vil bli default 00:00 på prøvetakingsdatoen. Hvis datoen ikke er angitt, blir default dato satt til dato for prøvemottak angitt i klammer uten tidspunkt.

Underskrivere

Posisjon

Torgeir Rødsand

DAGLIG LEDER



Laboratorium	: ALS Laboratory Group avd. Oslo	Nettside	: www.alsglobal.no
Adresse	: Drammensveien 264	Epost	: info.on@alsglobal.com
	: 0283 Oslo	Telefon	: ---
	: Norge		

Dokumentdato : 2021-11-29 15:49
 Side : 2 av 4
 Ordrenummer : NO2120179 Endring 1
 Kunde : Norconsult AS



Analyseresultater

Parameter	Resultat	MU	Enhet	BR2		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
				Kundes prøvenavn Prøvenummer lab Kundes prøvetakingsdato				
Submatriks: GRUNNVANN								
Kundes prøvenavn Prøvenummer lab Kundes prøvetakingsdato								
NO2120179001 2021-11-11 00:00								
Oppløste elementer/metaller								
Fe (Jern)	<0.02	----	mg/L	0.02	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	<3	----	µg/L	3	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev
Fysikalsk								
Ledningsevne (konduktivitet)	10.6	± 0.54	mS/m	0.100	2021-11-12	W-CON-PCT	NO	a
pH-verdi	7.0	± 0.20	-	0.1	2021-11-12	W-PH-PCT	NO	a
Temperatur	21	----	°C	1	2021-11-12	W-PH-PCT	NO	*
Turbiditet	0.32	± 0.05	FNU	0.020	2021-11-12	W-TUR-PCT	NO	a
Næringsstoffer								
Nitritt-N (NO2-N)	<0.004	----	mg/L	0.004	2021-11-12	W-NO2N-DA	NO	a
Nitritt som NO2	<0.013	----	mg/L	0.013	2021-11-12	W-NO2N-DA	NO	a
Nitrat-N (NO3-N)	2.41	----	mg/L	0.006	2021-11-17	W-NO3N-DA-CALC	NO	a
Nitrat som NO3	5.47	----	mg/L	0.027	2021-11-17	W-NO3N-DA-CALC	NO	a
Total nitrogen (Tot-N)	2.4	± 0.36	mg/L	0.02	2021-11-12	W-NTOT (7080.30)	DK	a ulev

Parameter	Resultat	MU	Enhet	BR2 - filtrert flaske		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
				Kundes prøvenavn Prøvenummer lab Kundes prøvetakingsdato				
Submatriks: GRUNNVANN								
Kundes prøvenavn Prøvenummer lab Kundes prøvetakingsdato								
NO2120179002 2021-11-11 00:00								
Oppløste elementer/metaller								
Fe (Jern)	<0.02	----	mg/L	0.02	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	<3	----	µg/L	3	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev

Parameter	Resultat	MU	Enhet	BR4		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
				Kundes prøvenavn Prøvenummer lab Kundes prøvetakingsdato				
Submatriks: GRUNNVANN								
Kundes prøvenavn Prøvenummer lab Kundes prøvetakingsdato								
NO2120179003 2021-11-11 00:00								
Oppløste elementer/metaller								
Ca (Kalsium)	11.5	± 1.20	mg/L	0.1	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev
Fe (Jern)	<0.02	----	mg/L	0.02	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev
Mg (Magnesium)	2.06	± 0.21	mg/L	0.09	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	<3	----	µg/L	3	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev
Fysikalsk								
Ledningsevne (konduktivitet)	8.64	± 0.44	mS/m	0.100	2021-11-12	W-CON-PCT	NO	a
Alkalinitet pH 4.5	0.63	± 0.10	mmol/L	0.05	2021-11-12	W-ALKAL (7150.30)	DK	a ulev
Fargetall	2	± 0.40	mgPVI	2	2021-11-12	W-COL-PCT	NO	a
pH-verdi	7.0	± 0.20	-	0.1	2021-11-12	W-PH-PCT	NO	a
Temperatur	22	----	°C	1	2021-11-12	W-PH-PCT	NO	*
Turbiditet	0.12	± 0.02	FNU	0.020	2021-11-12	W-TUR-PCT	NO	a
Næringsstoffer								

Dokumentdato : 2021-11-29 15:49
 Side : 3 av 4
 Ordrenummer : NO2120179 Endring 1
 Kunde : Norconsult AS



Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn

BR4

Prøvenummer lab

NO2120179003

Kundes prøvetakingsdato

2021-11-11 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Næringsstoffer - Fortsetter								
Nitritt-N (NO ₂ -N)	<0.004	----	mg/L	0.004	2021-11-12	W-NO ₂ N-DA	NO	a
Nitritt som NO ₂	<0.013	----	mg/L	0.013	2021-11-12	W-NO ₂ N-DA	NO	a
Nitrat-N (NO ₃ -N)	1.61	----	mg/L	0.006	2021-11-17	W-NO ₃ N-DA-CALC	NO	a
Nitrat som NO ₃	3.65	----	mg/L	0.027	2021-11-17	W-NO ₃ N-DA-CALC	NO	a
Total nitrogen (Tot-N)	1.7	± 0.26	mg/L	0.02	2021-11-12	W-NTOT (7080.30)	DK	a ulev
Andre analyser								
KOF-Mn	0.75	± 0.22	mg/L	0.50	2021-11-17	W-CODMN-SPC	PR	a ulev

Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn

BR4 - filtrert flaske

Prøvenummer lab

NO2120179004

Kundes prøvetakingsdato

2021-11-11 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Oppløste elementer/metaller								
Fe (Jern)	<0.02	----	mg/L	0.02	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	<3	----	µg/L	3	2021-11-16	W-AES-1A	LE	a ulev

Dette er slutten av analyseresultatdelen av analysesertifikatet

Kort oppsummering av metoder

Analysemetoder	Metodebeskrivelser
W-AES-1A	Bestemmelse av metaller i ferskvann, bassengvann og drikkevann ved ICP-AES iht SS-EN ISO 11885:2009 and US EPA Method 200.7:1994. Prøvene er surgjort med 1ml høyren salpetersyre per 100 ml prøve før analyse, dersom prøven ikke er surgjort ved ankomst lab. Ingen oppslutning.
W-ALKAL (7150.30)	Bestemmelse av alkalinitet i vann ved potensiometrisk titrering, metode: DS/EN ISO 9963-1:1994
W-NTOT (7080.30)	Bestemmelse av totalt nitrogen, metode DS/ISO 11905-1:1998 Måleusikkerhet: 10%
W-COL-PCT	Bestemmelse av sann farge i rentvann, badebassengvann og sjøvann, som absorberes ved λ=410nm, ihht NS-EN ISO 7887.
W-CON-PCT	Bestemmelse av konduktivitet (ledningsevne) i rentvann, sjøvann og avløpsvann ihht. NS ISO 7888.
W-NO ₂ N-DA	Discrete analyzer, fotometrisk deteksjon iht ISO 15923-1.
W-NO ₃ N-DA-CALC	Discrete analyzer, fotometrisk deteksjon iht ISO 15923-1. Beregnede verdier basert på andre analyser.
W-PH-PCT	Bestemmelse av pH i rentvann, bassengvann og avløpsvann ihht. NS-EN ISO 10523:2012. Sjøvann basert på NS-EN ISO 10523.
W-TUR-PCT	Bestemmelse av turbiditet i rentvann, badebassengvann og avløpsvann ihht NS-EN ISO 7027-1.
W-CODMN-SPC	CZ_SOP_D06_02_092 (CSN EN ISO 8467, Z1) Bestemmelse av kjemisk oksygenforbruk (KOF) ved bruk av permanganat (KOFMn) ved titrering.

Dokumentdato : 2021-11-29 15:49
 Side : 4 av 4
 Ordrenummer : NO2120179 Endring 1
 Kunde : Norconsult AS



Noter: **LOR** = Rapporteringsgrenser representerer standard rapporteringsgrenser for de respektive parametrene for hver metode. Merk at rapporteringsgrensen kan bli påvirket av f.eks nødvendig fortykning grunnet matriksinterferens eller ved for lite prøvemateriale

MU = Målesikkerhet

a = A etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av ALS Laboratory Norway AS

a ulev = A ulev etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av underleverandør

* = Stjerne før resultat angir ikke-akkreditert analyse.

< betyr mindre enn

> betyr mer enn

n.a. – ikke aktuelt

n.d. – Ikke påvist

Målesikkerhet:

Målesikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Utførende lab

	Utførende lab
DK	Analysene er utført av: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A Humlebæk
LE	Analysene er utført av: ALS Scandinavia AB Luleå, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75
NO	Analysene er utført av: ALS Laboratory Group avd. Oslo, Drammensveien 264 Oslo Norge 0283
PR	Analysene er utført av: ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00



ANALYSERAPPORT

Ordrenummer	: NO2121335	Side	: 1 av 5
Kunde	: Norconsult AS	Prosjekt	: Forset vannverk
Kontakt	: 105821 Henrikke Børsum	Prosjektnummer	: 52105944
Adresse	: Klæbuveien 127 B 7031 Trondheim Norge	Prøvetaker	: ----
Epost	: henrikke.borsum@norconsult.com	Sted	: ----
Telefon	: ----	Dato prøvemottak	: 2021-11-26 10:22
COC nummer	: ----	Analysedato	: 2021-11-26
Tilbuds- nummer	: OF170333	Dokumentdato	: 2021-12-03 15:07
		Antall prøver mottatt	: 6
		Antall prøver til analyse	: 6

Om rapporten

Forklaring til resultatene er gitt på slutten av rapporten.

Denne rapporten erstatter enhver foreløpig rapport med denne referansen. Resultater gjelder innleverte prøver slik de var ved innleveringstidspunktet. Alle sider på rapporten har blitt kontrollert og godkjent før utsendelse.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultater gjelder bare de analyserte prøvene.

Hvis prøvetakingstidspunktet ikke er angitt, prøvetakingstidspunktet vil bli default 00:00 på prøvetakingsdatoen. Hvis datoen ikke er angitt, blir default dato satt til dato for prøvemottak angitt i klammer uten tidspunkt.

Underskrivere	Posisjon
Torgeir Rødsand	DAGLIG LEDER



Laboratorium	: ALS Laboratory Group avd. Oslo	Nettside	: www.alsglobal.no
Adresse	: Drammensveien 264 0283 Oslo Norge	Epost	: info.on@alsglobal.com
		Telefon	: ----



Analyseresultater

Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

BR2 (rød kork)

NO2121335001

2021-11-25 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Oppløste elementer/metaller								
Ca (Kalsium)	16.0	± 1.60	mg/L	0.1	2021-11-30	W-AES-1A	LE	a ulev
Mg (Magnesium)	2.78	± 0.28	mg/L	0.09	2021-11-30	W-AES-1A	LE	a ulev
Fe (Jern)	0.0798	± 0.0080	mg/L	0.0004	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	1.81	± 0.18	µg/L	0.03	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev
Fysikalsk								
Ledningsevne (konduktivitet)	11.7	± 0.59	mS/m	0.100	2021-11-26	W-CON-PCT	NO	a
Alkalinitet pH 4.5	0.720	± 0.09	mmol/L	0.150	2021-11-30	W-ALK-PCT	PR	a ulev
Alkalinitet pH 8.3	<0.150	----	mmol/L	0.150	2021-11-30	W-ALK-PCT	PR	a ulev
Fargetall	2	± 0.50	mgPt/l	2	2021-11-26	W-COL-PCT	NO	a
Hardhet	2.88	----	°dH	0.05	2021-12-02	W-HARDNESS	LE	*
pH-verdi	7.0	± 0.20	-	0.1	2021-11-26	W-PH-PCT	NO	a
Temperatur	19	----	°C	1	2021-11-26	W-PH-PCT	NO	*
Turbiditet	0.90	± 0.13	FNU	0.020	2021-11-26	W-TUR-PCT	NO	a
Næringsstoffer								
Nitritt-N (NO2-N)	<0.004	----	mg/L	0.004	2021-11-26	W-NO2N-DA	NO	a
Nitritt som NO2	<0.013	----	mg/L	0.013	2021-11-26	W-NO2N-DA	NO	a
Nitrat og nitritt-N	3.96	± 0.38	mg/L	0.006	2021-11-26	W-NO2NO3N-DA	NO	a
Nitrat-N (NO3-N)	3.96	----	mg/L	0.006	2021-12-01	W-NO3N-DA-CALC	NO	a
Nitrat som NO3	8.98	----	mg/L	0.027	2021-12-01	W-NO3N-DA-CALC	NO	a
Total nitrogen (Tot-N)	6.70	± 2.01	mg/L	0.10	2021-12-01	W-NTOT-IR	PR	a ulev
Andre analyser								
KOF-Mn	0.54	± 0.16	mg/L	0.50	2021-11-30	W-CODMN-SPC	PR	a ulev

Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

BR2 (blå kork)

NO2121335002

2021-11-25 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Oppløste elementer/metaller								
Fe (Jern)	0.0137	± 0.0014	mg/L	0.0004	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	0.861	± 0.09	µg/L	0.03	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev

Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

NO3_pb5 (rød kork)

NO2121335003

2021-11-25 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Oppløste elementer/metaller								
Ca (Kalsium)	6.44	± 0.65	mg/L	0.1	2021-11-30	W-AES-1A	LE	a ulev
Mg (Magnesium)	1.35	± 0.14	mg/L	0.09	2021-11-30	W-AES-1A	LE	a ulev



Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn

NO3_pb5 (rød kork)

NO2121335003

2021-11-25 00:00

Prøvenummer lab

Kundes prøvetakingsdato

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Oppløste elementer/metaller - Fortsetter								
Fe (Jern)	0.0246	± 0.0025	mg/L	0.0004	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	1.23	± 0.12	µg/L	0.03	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev
Fysikalsk								
Ledningsevne (konduktivitet)	4.86	± 0.25	mS/m	0.100	2021-11-26	W-CON-PCT	NO	a
Alkalinitet pH 4.5	0.400	± 0.05	mmol/L	0.150	2021-11-30	W-ALK-PCT	PR	a ulev
Alkalinitet pH 8.3	<0.150	----	mmol/L	0.150	2021-11-30	W-ALK-PCT	PR	a ulev
Fargetall	3	± 0.50	mgPt/l	2	2021-11-26	W-COL-PCT	NO	a
Hardhet	1.21	----	°dH	0.05	2021-12-02	W-HARDNESS	LE	*
pH-verdi	6.7	± 0.20	-	0.1	2021-11-26	W-PH-PCT	NO	a
Temperatur	19	----	°C	1	2021-11-26	W-PH-PCT	NO	*
Turbiditet	0.66	± 0.10	FNU	0.020	2021-11-26	W-TUR-PCT	NO	a
Næringsstoffer								
Nitritt-N (NO2-N)	<0.004	----	mg/L	0.004	2021-11-26	W-NO2N-DA	NO	a
Nitritt som NO2	<0.013	----	mg/L	0.013	2021-11-26	W-NO2N-DA	NO	a
Nitrat og nitritt-N	0.420	± 0.04	mg/L	0.006	2021-11-26	W-NO2NO3N-DA	NO	a
Nitrat-N (NO3-N)	0.420	----	mg/L	0.006	2021-12-01	W-NO3N-DA-CALC	NO	a
Nitrat som NO3	0.952	----	mg/L	0.027	2021-12-01	W-NO3N-DA-CALC	NO	a
Total nitrogen (Tot-N)	0.68	± 0.20	mg/L	0.10	2021-12-01	W-NTOT-IR	PR	a ulev
Andre analyser								
KOF-Mn	0.80	± 0.24	mg/L	0.50	2021-11-30	W-CODMN-SPC	PR	a ulev

Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn

NO3_pb5 (blå kork)

NO2121335004

2021-11-25 00:00

Prøvenummer lab

Kundes prøvetakingsdato

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Oppløste elementer/metaller								
Fe (Jern)	0.00232	± 0.00050	mg/L	0.0004	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	0.233	± 0.03	µg/L	0.03	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev

Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn

NO3_pb6 (rød kork)

NO2121335005

2021-11-25 00:00

Prøvenummer lab

Kundes prøvetakingsdato

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Oppløste elementer/metaller								
Ca (Kalsium)	9.48	± 0.95	mg/L	0.1	2021-11-30	W-AES-1A	LE	a ulev
Mg (Magnesium)	1.83	± 0.18	mg/L	0.09	2021-11-30	W-AES-1A	LE	a ulev
Fe (Jern)	0.00643	± 0.00078	mg/L	0.0004	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	0.367	± 0.04	µg/L	0.03	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev
Fysikalsk								



Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn

NO3_pb6 (rød kork)

Prøvenummer lab

NO2121335005

Kundes prøvetakingsdato

2021-11-25 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Fysikalsk - Fortsetter								
Ledningsevne (konduktivitet)	6.58	± 0.33	mS/m	0.100	2021-11-26	W-CON-PCT	NO	a
Alkalinitet pH 4.5	0.531	± 0.06	mmol/L	0.150	2021-11-30	W-ALK-PCT	PR	a ulev
Alkalinitet pH 8.3	<0.150	----	mmol/L	0.150	2021-11-30	W-ALK-PCT	PR	a ulev
Fargetall	3	± 0.50	mgPt/l	2	2021-11-26	W-COL-PCT	NO	a
Hardhet	1.75	----	°dH	0.05	2021-12-02	W-HARDNESS	LE	*
pH-verdi	6.7	± 0.20	-	0.1	2021-11-26	W-PH-PCT	NO	a
Temperatur	20	----	°C	1	2021-11-26	W-PH-PCT	NO	*
Turbiditet	0.31	± 0.05	FNU	0.020	2021-11-26	W-TUR-PCT	NO	a
Næringsstoffer								
Nitritt-N (NO2-N)	<0.004	----	mg/L	0.004	2021-11-26	W-NO2N-DA	NO	a
Nitritt som NO2	<0.013	----	mg/L	0.013	2021-11-26	W-NO2N-DA	NO	a
Nitrat og nitritt-N	0.911	± 0.09	mg/L	0.006	2021-11-26	W-NO2NO3N-DA	NO	a
Nitrat-N (NO3-N)	0.911	----	mg/L	0.006	2021-12-01	W-NO3N-DA-CALC	NO	a
Nitrat som NO3	2.07	----	mg/L	0.027	2021-12-01	W-NO3N-DA-CALC	NO	a
Total nitrogen (Tot-N)	1.53	± 0.46	mg/L	0.10	2021-12-01	W-NTOT-IR	PR	a ulev
Andre analyser								
KOF-Mn	0.99	± 0.30	mg/L	0.50	2021-11-30	W-CODMN-SPC	PR	a ulev

Submatriks: GRUNNVANN

Kundes prøvenavn

NO3_pb6 (blå kork)

Prøvenummer lab

NO2121335006

Kundes prøvetakingsdato

2021-11-25 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Oppløste elementer/metaller								
Fe (Jern)	<0.004	----	mg/L	0.0004	2021-12-02	W-SFMS-5A	LE	a ulev
Mn (Mangan)	0.186	± 0.02	µg/L	0.03	2021-11-30	W-SFMS-5A	LE	a ulev

Dette er slutten av analyseresultatdelen av analysesertifikatet



Kort oppsummering av metoder

Analysemetoder	Metodebeskrivelser
W-AES-1A	Bestemmelse av metaller i ferskvann, bassengvann og drikkevann ved ICP-AES iht SS-EN ISO 11885:2009 and US EPA Method 200.7:1994. Prøvene er surgjort med 1ml høyren salpetersyre per 100 ml prøve før analyse, dersom prøven ikke er surgjort ved ankomst lab. Ingen oppslutning.
*W-HARDNESS	Hardhet kalkulert fra mengde Mg og Ca.
W-SFMS-5A	Bestemmelse av metaller i ferskvann, bassengvann og drikkevann ved ICP-SFMS iht SS-EN ISO 17294-2:2016 og US EPA Method 200.8:1994. Prøvene er surgjort med 1ml høyren salpetersyre per 100 ml prøve før analyse, dersom prøven ikke er surgjort ved ankomst lab. Ingen oppslutning.
W-COL-PCT	Bestemmelse av sann farge i rentvann, badebassengvann og sjøvann, som absorbans ved $\lambda=410\text{nm}$, ihht NS-EN ISO 7887.
W-CON-PCT	Bestemmelse av konduktivitet (ledningsevne) i rentvann, sjøvann og avløpsvann ihht. NS ISO 7888.
W-NO2N-DA	Discrete analyser, fotometrisk deteksjon iht ISO 15923-1.
W-NO2NO3N-DA	Discrete analyser, fotometrisk deteksjon iht ISO 15923-1
W-NO3N-DA-CALC	Discrete analyser, fotometrisk deteksjon iht ISO 15923-1. Beregnede verdier basert på andre analyser.
W-PH-PCT	Bestemmelse av pH i rentvann, bassengvann og avløpsvann ihht. NS-EN ISO 10523:2012. Sjøvann basert på NS-EN ISO 10523.
W-TUR-PCT	Bestemmelse av turbiditet i rentvann, badebassengvann og avløpsvann ihht NS-EN ISO 7027-1.
W-ALK-PCT	CZ_SOP_D06_02_072 (CSN EN ISO 9963-1, CSN EN ISO 9963-2, CSN 75 7373, SM2320) Bestemmelse av syrenøytraliserende evne (alkalinitet) ved potensiometrisk titrering og bestemmelse av karbonathardhet og bestemmelse av CO ₂ -varianter ved utregning fra målte verdier inkludert utregning av total mineralisering.
W-CODMN-SPC	CZ_SOP_D06_02_092 (CSN EN ISO 8467, Z1) Bestemmelse av kjemisk oksygenforbruk (KOF) ved bruk av permanganat (KOFMn) ved titrering.
W-NTOT-IR	CZ_SOP_D06_02_094 (CSN EN 12260) Bestemmelse av bundet nitrogen (TNb) following oksidering to nitrogenoksider ved EC eller IR-deteksjon.

Noter: LOR = Rapporteringsgrenser representerer standard rapporteringsgrenser for de respektive parameterne for hver metode. Merk at rapporteringsgrensen kan bli påvirket av f.eks nødvendig fortykning grunnet matrisinterferens eller ved for lite prøvemateriale

MU = Målesikkerhet

a = A etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av ALS Laboratory Norway AS

a ulev = A ulev etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av underleverandør

* = Stjerne før resultat angir ikke-akkreditert analyse.

< betyr mindre enn

> betyr mer enn

n.a. – ikke aktuelt

n.d. – Ikke påvist

Målesikkerhet:

Målesikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Utførende lab

	Utførende lab
LE	Analysene er utført av: ALS Scandinavia AB Luleå, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75
NO	Analysene er utført av: ALS Laboratory Group avd. Oslo, Drammensveien 264 Oslo Norge 0283
PR	Analysene er utført av: ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00

Vedlegg 4. Rapport for prøveboring Kråbøsvollan og Turrvollen, Norconsult 2021

Gausdal kommune

► Forset vannverk

Prøveboring Kråbølsvollan og Turrvollen

Oppdragsnr.: 5196825 Dokumentnr.: 5196825_04 Versjon: D01 Dato: 2021-03-09



Oppdragsgiver: Gausdal kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Arne Letrud
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Vibeke Brandvold
Fagansvarlig: Vibeke Brandvold
Andre nøkkelpersoner: Henrikke Børsum, Joseph Allen

D01	2021-03-09	For kommentar hos oppdragsgiver	HenBoe	ViBra	ViBra
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

Vannkilden til Forset vannverk befinner seg på Hyttøya, vest for Forset sentrum, i en løsmasseakvifer i tilknytning til elva Jøra. Vannbehandlingsanlegget har i dag en kapasitet på maksimalt 18 l/s, med konsesjon til et grunnvannsuttak på 23 l/s. Gausdal kommune ønsker å utvide kapasiteten til vannverket til 40-50 l/s, enten ved å øke uttaket på eksisterende brønnfelt og/eller etablere et nytt brønnfelt. Det er derfor gjort undersøkelser med boring av prøvebrønner på to nye områder. Det kreves en kapasitet på minimum 15-20 l/s for at utvikling av nytt brønnfelt vil være aktuelt.

Tilskuddsområde 1 ligger på et område kalt Turrvollen, på motsatt side av Jøra fra Hyttøya. Området består av elve- og breelvvassutsetninger. 10. juni 2020 ble det boret og testet tre prøvebrønner, NO1_Pb1, NO1_Pb2 og NO1_Pb3.

Tilskuddsområde 3 befinner seg ca. 1,5 km vest for og oppstrøms Hyttøya og tilskuddsområde 1. Området kalles Kråbøsvollan, og er en øy bestående av elve-/breelvvassutsetninger i Jøra. Det ble boret fire prøvebrønner på området 8. og 9. juni 2020, NO3_Pb1, NO3_Pb2, NO3_Pb3 og NO3_Pb4.

Det er gjort kornfordelingsanalyser på utvalgte prøver fra alle brønnene. Generelt består massene på områdene av lagdelte elve-/breelvvassutsetninger av sand og grus, med stedvis noe innhold av silt/leir. Massenes sorteringsgrad er varierende.

På tilskuddsområde 1 er løsmassenes tykkelse 7-8,5 m, men tykkelsen på permeable lag er begrenset til 2-3 m. Korttids pumpeprøver i prøvebrønnene viser spesifikk kapasitet på 2,4-4,4 l/s pr. m senkning. Det er ingen større variasjoner i vannkvaliteten i de tre prøvebrønnene og analyserte parametere er innenfor grenseverdier i drikkevannsforskriften. Tilskuddsområde 1 vurderes imidlertid som uaktuelt på grunn av begrenset mektighet av vannførende masser, samt at grunne brønner vil være mer sårbare for inntrengning av forurensninger ved flom i Jøra.

Tilskuddsområde 3 vurderes som godt egnet for å etablere et brønnfelt for grunnvannsuttak. Sentralt på øya langs den nordre bredden er det funnet at mektighet på akviferen er 10-14 m, med permeable masser i hele dybet. Spesifikk kapasitet til prøvebrønnene er beregnet til 2,2-4 l/s pr. m senkning. Innledende vannprøver antyder generelt god vannkvalitet. Det sees noe påvirkning fra jordbruk mtp. verdier av nitrogenforbindelser, men verdiene er godt under grenseverdier i drikkevannsforskriften. Det anslås at en produksjonsbrønn vil kunne gi mellom 10-20 l/s og at den samlede kapasiteten til feltet er større enn 20 l/s. I dag foregår det kløyving og håndtering av ved på selve øya, men med unntak av jordbruk i nord det er ingen øvrige kilder til forurensning i tilsigsfeltet til akviferen. Det anbefales at tilskuddsområde ved Kråbøsvollan klausuleres mot aktiviteter som kan medføre forurensning eller andre inngrep som kan medføre forringing av området som grunnvannsressurs.

Innhold

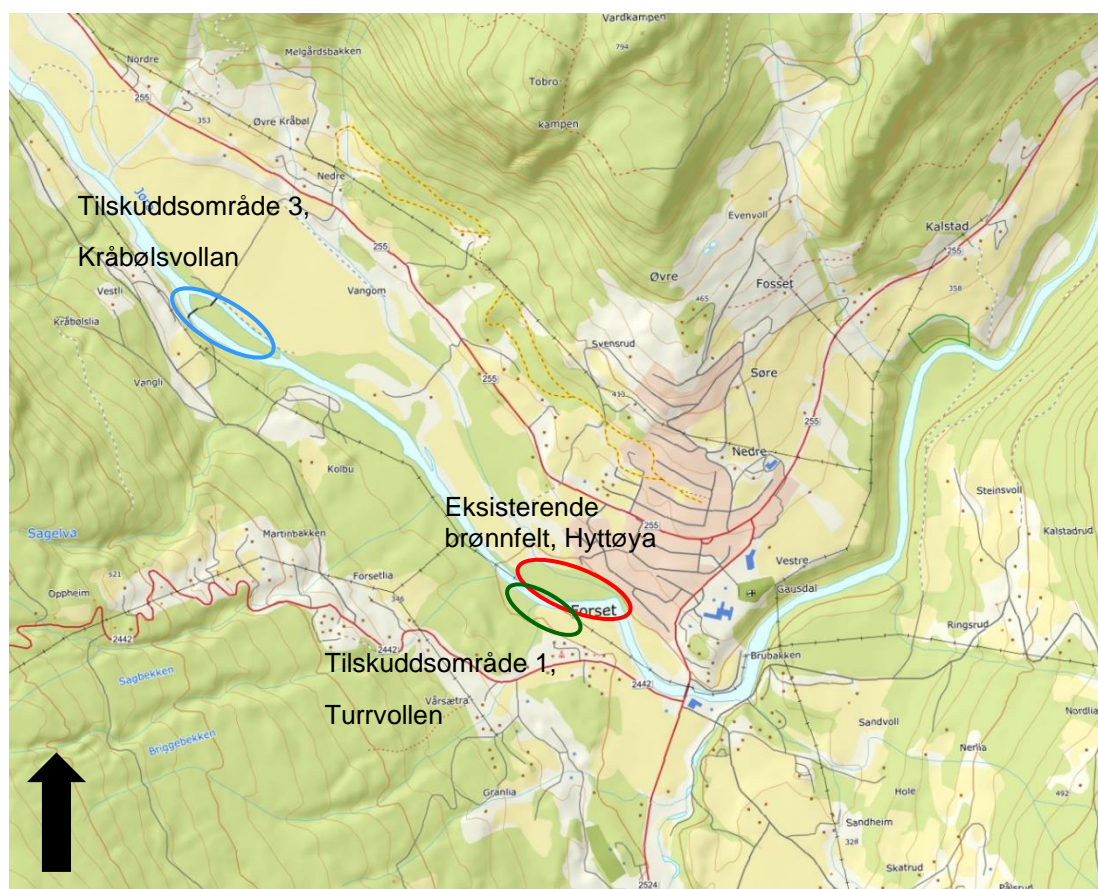
1	Innledning	5
2	Metode	8
2.1	Prøveboring	8
2.2	Pumpetest og vannprøver	8
2.3	Langtidsovervåking av grunnvannsnivå	8
3	Resultater fra tilskuddsområde 1 – Turrvollen	9
3.1	Prøveboring	9
3.1.1	<i>Boring og brønnutforming</i>	9
3.1.2	<i>Kornfordeling</i>	9
3.2	Pumpetest	10
3.3	Vannkvalitet	10
3.4	Vurdering av tilskuddsområde 1 – Turrvollen	11
4	Resultater fra tilskuddsområde 3 – Kråbølsvollan	12
4.1	Prøveboring	12
4.1.1	<i>Boring og brønnutforming</i>	12
4.1.2	<i>Kornfordeling</i>	12
4.2	Pumpetest	14
4.3	Vannkvalitet	14
4.4	Langtidsovervåking av grunnvannsnivå i NO ₃ _Pb ₂	15
4.5	Oppsummering tilskuddsområde 3, Kråbølsvollan	16
5	Konklusjon	17
6	Referanser	18
7	Vedlegg	19

1 Innledning

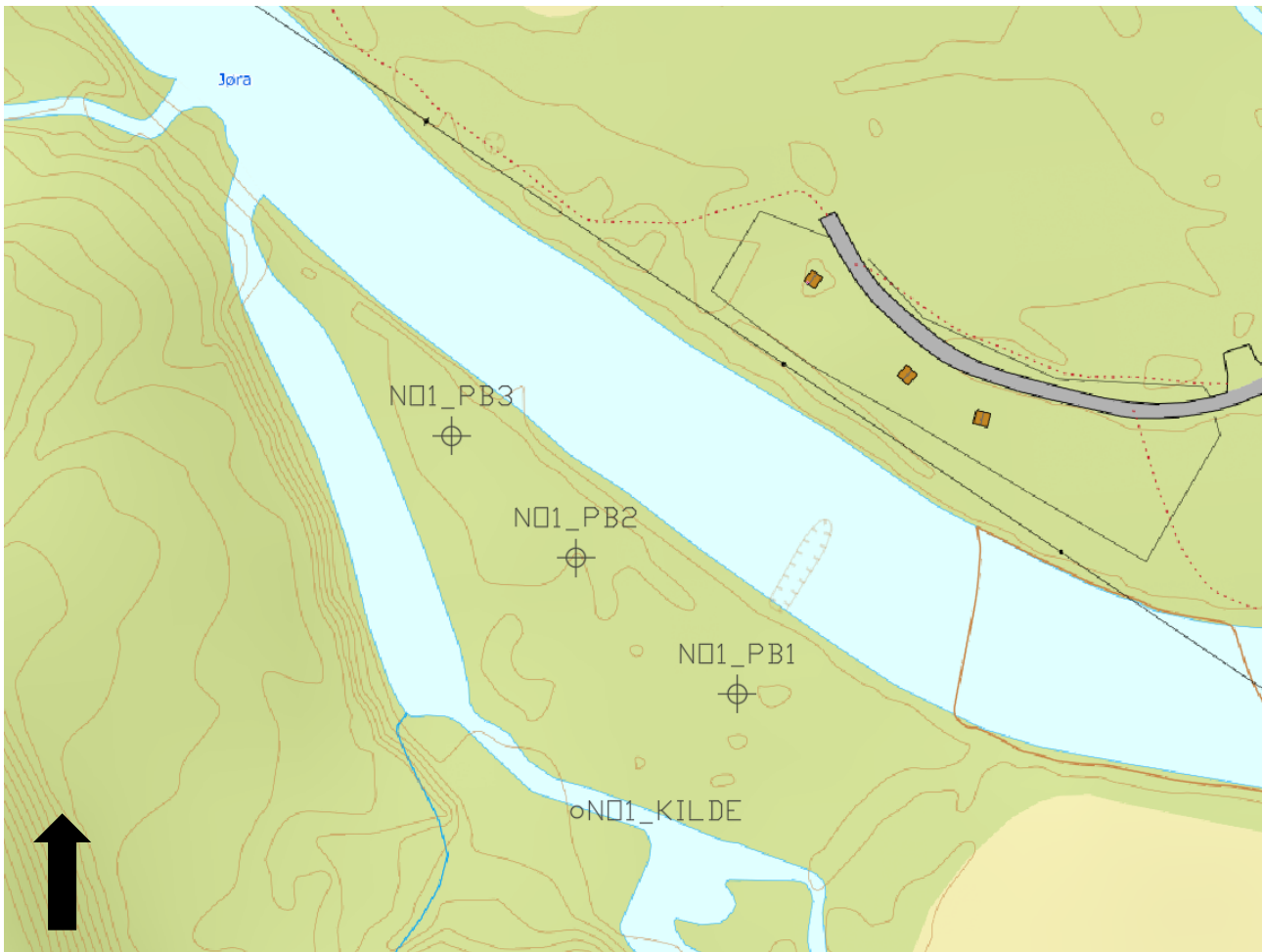
Vannkilden til Forset vannverk i Gausdal kommune er i dag en løsmasseakvifer avsatt langs nordsiden av Jøra sydvest for Forset sentrum, på et område kalt Hyttøya. Det er gitt konsesjon for et uttak på 23 l/s fra 3 rørbrønner. Vannbehandlingsanlegget har i dag en kapasitet på maksimalt 18 l/s. Gausdal kommune ønsker å utvide kapasiteten på vannforsyningen til 40-50 l/s. Det kreves en kapasitet på minimum 15-20 l/s for at utvikling av nytt brønnfelt vil være aktuelt.

Norconsult er engasjert av Gausdal kommune for å vurdere om det er muligheter for å øke grunnvannsuttaget fra Hyttøya og/eller finne en ny grunnvannskilde/tilskuddsområde som kan levere vann til Forset vannverk. Muligheter for å øke grunnvannsuttaget ved Hyttøya er beskrevet i Norconsult-rapport 5196825-01. I rapporten er det også foreslått prøveboring på 3 mulige nye tilskuddsområder. Det er utført prøveboring på 2 av disse; tilskuddsområde 1 ved Turrvollen og tilskuddsområde 3 ved Kråbølvollan. Plassering av vannverket og de to mulige nye tilskuddsområdene er vist på oversiktskart i Figur 1 og detaljkart i Figur 2 og Figur 3.

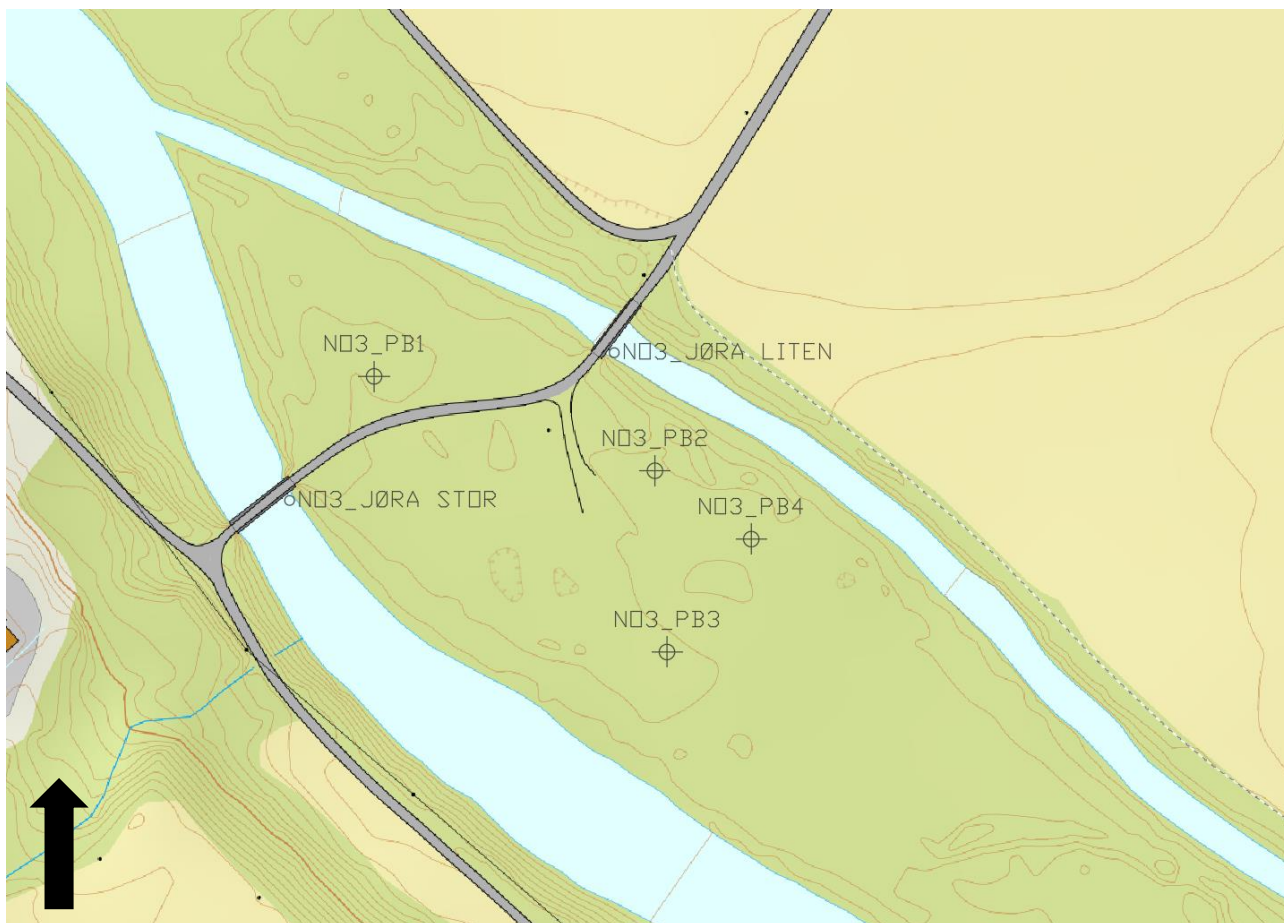
Denne rapporten presenterer resultater fra utført prøveboring og pumpetesting på de to alternative tilskuddsområdene, med vurdering av vannkildens kapasitet og vannkvalitet. Det er også utført prøveboring på eksisterende brønnfelt, samt at det pågår testing for økt uttak i eksisterende produksjonsbrønner på Hyttøya. Resultater fra prøveboring og testing på Hyttøya vil presenteres i egne rapporter.



Figur 1. Oversiktskart med plassering av eksisterende brønnfelt på Hyttøya (rød ring), Turrvollen (tilskuddsområde 1, grønn ring) og Kråbølvollan (tilskuddsområde 3, blå ring).



Figur 2. Detaljkart over tilskuddsområde 1 ved Turrvollen, samt omtrentlig prøvetakingspunkt for NO1_kilde. Hyttøya på nordsiden av elva.



Figur 3. Detaljkart over prøvebrønner på tilskuddsområde 3, Kråbølsvollan, samt prøvetakingspunkter for NO3_Jøra stor og NO3_Jøra liten.

2 Metode

2.1 Prøveboring

På tilskuddsområde 3, Kråbølsvollan, ble det prøveboret i fire punkter 8. og 9. juni 2020. Det ble prøveboret i tre punkter på tilskuddsområde 1, Turrvollen, 10. juni 2020. Brønnenes plassering er vist i Figur 2 og Figur 3.

Brønnboring ble utført av Gudbrandsdal brønnboring AS. Hydrogeolog fra Norconsult var til stede under boring. Det ble satt ned 63 mm brønnrør i plast i alle prøvehullene som kan fungere som peilerør. Brønnene ble avsluttet med brønnrør ca. 1 m over terreng. Foringsrøret ble trukket opp til over filternivå.

Under boring ble det tatt ut blåseprøver av massene for hver meter. Etter boring ble grunnvannsnivå målt i alle brønnene.

Utvalgte prøver fra prøvehullene ble tørrsiktet for fraksjoner $>0,063$ mm for å bestemme kornfordeling. Parameterne d_{10} , d_{60} og graderingstallet er bestemt basert på kornfordelingsanalysene, i tillegg til at det er estimert hydraulisk konduktivitet (basert på Gustafsons formel [1]).

Brønnrapporter som viser alle prøvebrønnenes utforming er gitt i vedlegg 1. Kornfordelingskurver med tilhørende parametere er gitt i vedlegg 2.

2.2 Pumpetest og vannprøver

Det ble utført en korttids pumpetest i alle prøvebrønnene etter boring. Pumperatene varierer noe mellom brønnene, avhengig av lengde på filter i hver brønn. Det ble pumpet i ca. 1 time. Prøvepumping på lave rater gir en viss indikasjon på brønnenes spesifikke kapasitet og massenes hydrauliske kapasitet.

Under pumpetesten ble vannstand i brønnen målt, samt ledningsevne og temperatur på det utpumpede vannet. Det ble i tillegg tatt vannprøver på slutten av pumpetesten for å kunne vurdere vannkvalitet. Det ble i tillegg tatt prøver av Jøra ved tilskuddsområde 3, og ved en mindre bekk/kildeutspring ved tilskuddsområde 1.

Vannprøvene ble analysert for et utvalg karakteriserende parametere. Prøvene ble analysert av SYNLAB Analytics & Services Norway AS på Hamar. Analyserapporter fra laboratoriet er gitt i vedlegg 3.

2.3 Langtidsovervåking av grunnvannsnivå

Det ble hengt ut en trykksensor (Diver fra VanEssen) i prøvebrønn NO3_Pb2 på Kråbølsvollan etter feltarbeidene i juni 2020 for automatisk overvåking av grunnvannsnivå og temperatur i prøvebrønnen gjennom sommeren. Sensoren logget data en gang i døgnet fra 11. juni 2020 til 27. oktober 2020.

3 Resultater fra tilskuddsområde 1 – Turrvollen

3.1 Prøveboring

3.1.1 Boring og brønnutforming

Området Turrvollen ligger langs sydsiden av Jøra midt imot brønnfeltet på Hyttøya. Vårsæterbekken renner ut i Jøra øst for feltet. I tillegg er det flere mindre bekker/grunnvannsoppkommer langs sydsiden, som er demmet opp og danner et lite vann syd for feltet. Øst for Vårsæterbekken er det jordbruksmark. Området er ellers skogdekt. Koordinater for brønnene er gitt i Tabell 1.

Massene bestod av lagdelt elve-/breelavsetning. Ned til 6 m dybde var det vekselvis lag av ensgradert sand og grus og velgradert sandig, grusig materiale. I NO1_Pb1 og NO1_Pb3 ble det funnet et lag med betydelig høyere innhold av silt/leir på 6-7 m. Berg ble påtruffet mellom 7-8,5 m under terreng.

Grunnvannsnivå ble målt til ca. 1,4 m under terreng den 10. juni 2020.

Prøvebrønnene ble etablert med 2 m filter mellom 3-7 m dybde. Brønnlogg med detaljer om løsmassene og utforming av prøvebrønnene er lagt i vedlegg 1.

Tabell 1. Koordinater til prøvebrønner ved tilskuddsområde 1/Turrvollen angitt i ETRS89, UTM sone 32N. Grunnvannsnivå er målt 10. juni 2020.

Brønn	X (UTM32)	Y (UTM32)	Z (terreng)	Z (brønntopp)	Grunnvannsnivå (m under brønntopp)	Grunnvannsnivå (moh.)
NO1_Pb1	560779,43	6785589	302,18*	302,46	1,61	300,85
NO1_Pb2	560745,2	6785618	301,89	302,98	2,53	300,45
NO1_Pb3	560718,9	6785644	301,66*	302,66**	2,22	300,44**

* Terreng høyde fra høydedata.no

** Brønntopp antatt 1 m over terreng

3.1.2 Kornfordeling

Kornfordelingskurver fra utvalgte prøver er vist i vedlegg 2. Verdier for d_{10} , d_{60} , graderingstallet og estimert hydraulisk konduktivitet (basert på Gustafsons formel [1]) er presentert i Tabell 2.

Kornfordelingsanalysene viser stor variasjon i kornstørrelser og sorteringsgrad. Beregnet hydraulisk ledningsevne i de siktede prøvene av sand og grus fra tilskuddsområde 1 varierer fra $4,5 \times 10^{-5}$ m/s til $3,9 \times 10^{-3}$ m/s, med et gjennomsnitt på $1,6 \times 10^{-3}$ m/s. Fra 6-7 m i NO1_Pb1 er det over 30% silt/leire.

Tabell 2. Resultater fra kornfordelingsanalyse av prøve NO1_Pb1, NO1_Pb2 og NO1_Pb3. Linjer markert med grått representerer filternivå i prøvebrønnene.

Prøve-ID	Dybde	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	Jordartstype
NO1_Pb1	4-5	0,41	1,8	4,39	2,45E-03	Grusig sand
NO1_Pb1	5-6	0,35	1,3	3,71	1,89E-03	Grusig sand
NO1_Pb1	6-7		0,21			Ukjent fordeling leir/silt
NO1_Pb2	4-5	0,18	4	22,22	1,89E-04	Sandig, grusig materiale
NO1_Pb2	5-6	0,31	1,1	3,55	1,50E-03	Grusig sand
NO1_Pb2	6-7	0,11	5	45,45	4,50E-05	Sandig grus
NO1_Pb3	3-4	0,63	5,9	9,37	3,94E-03	Sandig grus
NO1_Pb3	4-5	0,43	4,3	10,00	1,77E-03	Sandig, grusig materiale
NO1_Pb3	5-6	0,21	0,72	3,43	6,97E-04	Grusig sand

3.2 Pumpetest

Etter boring ble det pumpet på 0,22 l/s i ca. en time. Prøvebrønnen NO1_Pb3 viser høyest spesifikk kapasitet, som stemmer overens med at det var noe grovere masser i filtersonen til denne brønnen.

Måledata er sammenstilt i Tabell 3.

Tabell 3. Senkning og beregnet spesifikk kapasitet, samt elektrisk ledningsevne og temperatur på grunnvannet i prøvebrønner ved Turrvollen med pumpe rate 0,22 l/s.

Brønn	Senkning (cm)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Ledningsevne (µS/cm)	Temperatur (°C)
NO1_Pb1	8	2,75	102-105	6,9
NO1_Pb2	9	2,44	110-113	7,4-6,5
NO1_Pb3	5	4,4	105	7,9-8

3.3 Vannkvalitet

Det ble tatt ut vannprøve fra brønnene etter endt pumpetest den 10. juni 2020. Det ble i tillegg tatt en prøve av en av de små bekkene/kildeutspringene syd for feltet (prøve NO1_kilde).

Analyseresultater er sammenstilt i Tabell 4. Ledningsevne målt av utpumpet vann stemmer overens med analyseresultatene fra lab. Vannet er bløtt og har nøytral pH. Det er ingen vesentlig forskjell i vannkjemi mellom de ulike brønnene.

Tabell 4. Analyseresultater av vannprøver fra prøvebrønner ved Turrvollen tatt 10. juni 2020.

Parameter	Enhet	Grenser i drikkevannsforskriften	NO1_Pb1	NO1_Pb2	NO1_Pb3	NO1_kilde
pH	-	6,5-9,5	7,1	7,5	7,6	7,8
Konduktivitet	µS/cm	2500	104	111	105	104
Turbiditet	FNU		12	13	22	<0,1
Fargetall (etter filtrering)	mg Pt/l		8	<2	<2	2
Alkalitet	mmol/l		0,31	0,898	0,855	0,677
KOF Mn	mg O/l		0,93	0,54	0,59	0,8
Jern	µg/l	200	570	510	970	
Jern (filtrert)	µg/l		160	84	87	
Mangan	µg/l	50	32	47	49	
Mangan (filtrert)	µg/l		29	6,7	13	
Nitrat+nitritt	µg N/l	10000	541	374	287	120
Kalsium	mg/l		15	16	16	
Magnesium	mg/l		2,6	2,8	2,6	
Hardhet	°dH		2,7	2,9	2,8	

3.4 Vurdering av tilskuddsområde 1 – Turrvollen

Løsmassetykkelsen på tilskuddsområde 1 er 7-8,5 m, der massene ned til 6 m dybde har forholdsvis god vannføringsevne. Grunnvannsnivå ligger ca. 1,4 m under terreng, og antas å variere noe som følge av variasjoner i vannstand i Jøra. Det var forholdsvis høy vannføring i Jøra på måletidspunktet og det må antas at grunnvannsnivå kan synke til 2,5 m under terreng eller enda lavere i tørre perioder (se resultater fra langtidsovervåkning på tilskuddsområde 3 i kap. 4.4). Vannkvaliteten er generelt god, og det er liten forskjell mellom de tre prøvebrønnene.

Spesifikk kapasitet i prøvebrønnene er estimert til 2,44-4,4 l/s pr. m senkning. De mest permeable massene er funnet fra 3-6 m dybde. Ved å plassere filter på 4-5 m må senkningen begrenses til 1-2 m, som vil si at pumperate maksimalt kan være 2-4 l/s per brønn.

Det er liten umettet sone og feltet er utsatt for flom i Jøra (Rapport *Flomsonekartlegging Forset vannverk* [2]). Grunne brønner med liten umettet sone er mer sårbare for inntrengning av forurensning ved flom. I spesielt tørre perioder vil kapasiteten til eventuelle brønner kunne bli betydelig redusert som følge av lavt grunnvannsnivå.

Turrvollen fremstår som uegnet som nytt tilskuddsområde til Forset vannverk både på grunn av liten mektighet på vannførende masser, samt sårbarhet mtp. tilsig av forurensning ved flom.

4 Resultater fra tilskuddsområde 3 – Kråbølvollan

4.1 Prøveboring

4.1.1 Boring og brønnutforming

Kråbølvollan befinner seg på en øy i Jøra, ca. 1,5 km oppstrøms Hyttøya og tilskuddsområde 1. Jøras hovedløp går sør for øya, mens løpet i nord er noe smalere og har lavere vannføring. I følge lokalkjente går det nordre løpet tørt i perioder. Øya består hovedsakelig av skog og kratt, i tillegg til at deler av området benyttes til kløyving og håndtering av ved. Nord for Jøra er det jordbruksområder, mens terrenget på sørsiden består av skogdekt areal samt gårder og mindre jordbruksarealer.

Massene bestod av lagdelt elve-/breelavsetning. I NO3_Pb2 og NO3_Pb4 var massene ensgradert til middels gradert sand og grus, mens i NO3_Pb1 og NO3_Pb3 var det større variasjoner i massesammensetning og sorteringsgrad. Berg ble påtruffet mellom 9,5 og 16 m under terreng.

Grunnvannsnivå ble målt ca. 1,1-2,2 m under terreng 8. og 9. juni 2020.

Tabell 5 viser prøvehullenes koordinater og målt grunnvannsnivå. Brønnlogg med detaljer om løsmassene og utforming av prøvebrønnene er gitt i vedlegg 1.

Tabell 5. Koordinater til prøvebrønner ved tilskuddsområde 3/Kråbølvollan angitt i ETRS89, UTM sone 32N. Grunnvannsnivå er målt 8. og 9. juni 2020.

Brønn	X (UTM32)	Y (UTM32)	Z (terreng)	Z (brønntopp)	Grunnvannsnivå (m under brønntopp)	Grunnvannsnivå (moh.)
NO3_Pb1	559509,9	6786756,09	313,26	314,33	3,28	311,05
NO3_Pb2	559582,73	6786731,63	311,93	312,66	2,14	310,52
NO3_Pb3	559585,84	6786684,63	312,27	313,01	2,47	310,54
NO3_Pb4	559607,7	6786713,9	311,62	312,58	2,07	310,51

4.1.2 Kornfordeling

Utvalgte prøver fra prøvehullene ble tørrsiktet for fraksjoner >0,063 mm. Vedlegg 2 viser kornfordelingskurver fra prøvehullene på Kråbølvollan. Verdier for d_{10} d_{60} , graderingstallet og estimert hydraulisk konduktivitet (basert på Gustafsons formel [1]) er presentert i Tabell 6 og vedlegg 2.

Kornfordelingsanalysene viser stor variasjon i kornstørrelser og sorteringsgrad. Prøven fra 8-10 m i NO3_Pb1 består hovedsakelig av finsand, mens øvrige dybder viser grovere masser. 11-12 m og 15-16 m i NO3_Pb2 består av over 70% grus. Beregnet hydraulisk konduktivitet i prøvene av sand og grus er i snitt $3,1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Det er beregnet høyest hydraulisk konduktivitet i NO3_Pb2.

Tabell 6. Resultater fra kornfordelingsanalyse av prøve NO3_Pb1, NO3_Pb2, NO3_Pb3 og NO3_Pb4. Linjer markert med grått representerer filternivå i prøvebrønnene.

Prøve-ID	Dybde	d10	d60	Cu (d60/d10)	K, Gustafson (m/s)	Jordartstype
NO3_Pb1	2,5-4	0,25	5	20,00	3,89E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb1	5-6	0,43	1,8	4,19	2,74E-03	Grusig sand
NO3_Pb1	6-7	0,31	4,4	14,19	7,42E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb1	7-8	0,6	4,1	6,83	4,26E-03	Sandig grus
NO3_Pb1	8-10		0,15			Sand. Ukj. fordeling leir/silt
NO3_Pb1	10-11	0,07	2,8	40,00	1,97E-05	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb1	13-14	0,16	4	25,00	1,38E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	3-4	0,83	5,4	6,51	8,37E-03	Grus
NO3_Pb2	6-7	0,23	0,49	2,13	8,92E-04	Sand
NO3_Pb2	7-8	0,38	3,2	8,42	1,52E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	8-9	0,7	3,1	4,43	7,10E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	9-10	0,48	1,7	3,54	3,61E-03	Grusig sand
NO3_Pb2	10-11	0,6	3	5	4,96E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	11-12	0,84	5,4	6,43	8,63E-03	Sandig grus
NO3_Pb2	12-13	0,53	1,5	2,83	4,64E-03	Grusig sand
NO3_Pb2	13-14	0,31	1,1	3,55	1,50E-03	Sand
NO3_Pb2	14-15	0,4	2,1	5,25	2,16E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb2	15-16	1	5,5	5,5	1,32E-02	Sandig grus
NO3_Pb3	4-5	0,34	4,4	12,94	9,45E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb3	6-7	0,5	1,8	3,6	3,90E-03	Grusig sand
NO3_Pb3	7-8	0,35	1,3	3,71	1,89E-03	Grusig sand
NO3_Pb4	4-5	0,22	3,1	14,09	3,76E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb4	7-8	0,3	2,5	8,33	9,56E-04	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb4	8-9	0,5	3,3	6,6	3,01E-03	Sandig, grusig materiale
NO3_Pb4	9-10	0,38	4,3	11,32	1,28E-03	Sandig grus
NO3_Pb4	10-11	0,3	4,9	16,33	6,37E-04	Sandig grus

4.2 Pumpetest

Avhengig av brønn ble det pumpet fra 0,22-0,36 l/s i ca. en time.

Tabell 7 viser måledata fra pumpetestene. NO3_Pb2 viser høyeste spesifikke kapasitet av de fire brønnene med 4 l/s pr. m senkning. NO3_Pb3 viser laveste med 2,2 l/s pr. m senkning.

Tabell 7. Senkning og beregnet spesifikke kapasitet, samt elektrisk ledningsevne og temperatur på grunnvannet i prøvebrønner ved Kråbølsvollan.

Brønn	Senkning (cm)	Pumperate (l/s)	Spesifikk kapasitet (l/s pr. m senkning)	Ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
NO3_Pb1	9	0,33	3,67	40-46	4,9-5,2
NO3_Pb2	9	0,36	4	92-105	8-8,6
NO3_Pb3	10	0,22	2,2	47-56	4,8-5,2
NO3_Pb4	10	0,34	3,4	105-109	8-8,5

4.3 Vannkvalitet

Det ble tatt ut vannprøver etter endt pumpetest i alle prøvebrønner 8. og 9. juni 2020. Det ble i tillegg tatt prøve av de to løpene av Jøra, som renner på hver side av Kråbølsvollan. NO3_Jøra stor representerer vann fra sørsiden av øya, mens NO3_Jøra liten er tatt fra det mindre løpet på nordsiden av øya.

Resultater er gitt i Tabell 8. Det er generelt større variasjoner mellom brønnene på tilskuddsområde 3 enn tilskuddsområde 1. Verdiene for elektrisk ledningsevne sammenfaller godt med målinger fra felt (Tabell 7), og indikerer at grunnvannet i NO3_Pb1 og NO3_Pb3, som har filter på grunnere nivå, har kortere oppholdstid og er mer påvirket av tilsig fra Jøra enn de to andre brønnene. Alle brønnene viser nøytral pH. Vannet karakteriseres som svært bløtt-bløtt. NO3_Pb3 har de høyeste verdiene av jern og mangan.

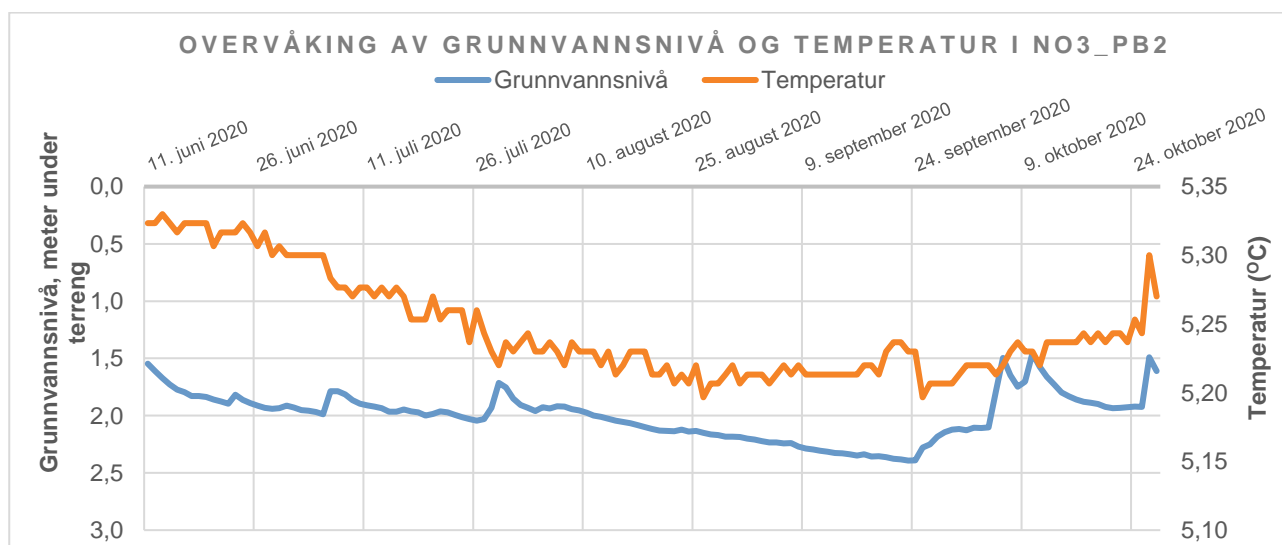
NO3_Pb2 og NO3_Pb4 har tilnærmet lik vannkjemi. Vannkvaliteten er generelt god, med forholdsvis lave konsentrasjoner av jern og mangan. Det er imidlertid noe forhøyede verdier av nitrogen (nitrat+nitritt), som indikerer påvirkning fra jordbruksaktiviteter i nord. Nitrogenverdiene er godt innenfor grenseverdi i drikkevannsforskriften og på nivå med enkelte av brønnene ved det eksisterende brønnfeltet på Hyttøya.

Tabell 8. Resultater fra vannprøver på tilskuddsområde 3, samt Jøra. Tatt 8. og 9. juni 2020.

Parameter	Enhet	Grenser i drikkevannsforskriften	NO3_Pb1	NO3_Pb2	NO3_Pb3	NO3_Pb4	NO3_Jøra stor	NO3_Jøra liten
pH	-	6,5-9,5	7,1	7,3	7,3	7,5	7,3	7,3
Konduktivitet	µS/cm	2500	45,7	104	50,5	110	26,3	27
Turbiditet	FNU		14	17	38	1,1	0,63	0,54
Fargetall (etter filtrering)	mg Pt/l		5	<2	15	<2	24	23
Alkalitet	mmol/l		0,345	0,693	0,322	0,454	0,179	0,116
KOF Mn	mg O/l		1	<0,5	1,2	<0,5	3,2	3,1
Jern	µg/l	200	440	330	1400	13		
Jern (filtrert)	µg/l		41	<5,0	160	<0,5		
Mangan	µg/l	50	99	11	140	1,4		
Mangan (filtrert)	µg/l		6,4	2,6	17	0,89		
Nitrat+nitritt	µg N/l	10000	338	2150	393	2750	536	101
Kalsium	mg/l		5,8	14	6,7	15		
Magnesium	mg/l		1,5	2,7	1,7	2,8		
Hardhet	°dH		1,1	2,6	1,3	2,7		

4.4 Langtidsovervåking av grunnvannsnivå i NO3_Pb2

Grunnvannsnivået og temperaturen i NO3_Pb2 ble overvåket gjennom sommeren og tidlig høst 2020. Figur 4 viser resultater fra overvåkingen. Grunnvannsnivået har variert mellom ca. 1,5 m og 2,4 m under brønntopp, som tilsvarer ca. 0,7-1,6 m under terreng. Temperaturen viser mindre svingninger mellom ca. 5,2 og 5,3 °C gjennom måleperioden.



Figur 4. Grunnvannsnivå (angitt som meter under terreng) og temperatur i NO3_Pb2 juni-oktober 2020.

4.5 Oppsummering tilskuddsområde 3, Kråbølsvollan

Kråbølsvollan vurderes som et egnet område for grunnvannsuttag. De beste massene for drikkevannsproduksjon er nord på øya, ved NO3_Pb2 og dels ved NO3_Pb4. Prøvebrønnene her viser også relativt god spesifikk kapasitet. Løsmassenes tykkelse er hhv. 16 m i NO3_Pb2 og 12,5 m i NO3_Pb4, med masser med høy hydraulisk konduktivitet i hele dybden. I NO3_Pb1 har massene ned til 8 m dybde relativt høy hydraulisk konduktivitet, men er avgrenset av et lag med høyt finstoffinnhold på 8 m. Ved NO3_Pb3 er løsmassetykkelsen tynnere (9,5 m), og det er kun et lag fra 5-8 m dybde som har god hydraulisk konduktivitet.

Vannkvaliteten i de fire brønnene er noe varierende, men analyserte parametere er under tiltaksgrenser og grenseverdier i drikkevannsforskriften. Verdier for nitrogen i NO3_Pb2 og NO3_Pb4 indikerer at grunnvannet nord på øya er noe påvirket av jordbruket nord for Jøra, men verdiene er godt innenfor grenseverdi i drikkevannsforskriften.

Eventuelle produksjonsbrønner bør plasseres nær NO3_Pb2 og NO3_Pb4. Kapasiteten til produksjonsbrønnene forventes å bli begrenset av senkning i brønnene. Generelt er det ønskelig å unngå mange meter senkning, og heller benytte flere brønner som pumpes på en lavere rate. En senkning i produksjonsbrønner på inntil 5 m vurderes å være akseptabelt for dette feltet. Det forventes at produksjonsbrønner vil kunne gi 10-20 l/s pr. brønn ved 5 m avsenkning og at avsetningen har kapasitet til et høyere uttak enn 20 l/s ved å benytte flere brønner. Kornfordelingskurvene viser at det kan benyttes slisseåpning på 1,5-3 mm. Med slik slisseåpning er det tilstrekkelig med filterlengder på 2-3 m for å kunne ha pumperate på 20 l/s.

Grunnvannsnivå er målt til å variere mellom 1,5-2,4 m under terreng i NO3_Pb2. Det bør tas høyde for at grunnvannsnivå i perioder kan ligge enda lavere. Filter bør ikke plasseres grunnere enn 8 m for å ha rom for avsenkning under pumping, og heller ikke plasseres helt ned mot berg hvor det erfaringsmessig er større sjanse for å få høyere innhold av jern og mangan. Intervallet 8-11 m under terreng, evt. noe dypere i NO3_Pb2, fremstår som best egnet for å sette filter.

5 Konklusjon

Tilskuddsområde 1 vurderes som uegnet for etablering av nytt brønnefelt på grunn av at vannførende masser kun opptrer i tynne lag ned til 6 m dybde. Det vil kreve et større antall grunne brønner for å oppnå ønskelig uttakskapasitet. Samtidig er grunnvannet mer sårbart for inntrengning av forurensninger ved flom i Jøra.

Tilskuddsområde 3 vurderes som godt egnet for å etablere et brønnefelt for grunnvannsuttak. Sentralt på øya langs den nordre bredden er det funnet at mektighet på akviferen er 10-14 m, med permeable masser i hele dypet. Innledende vannprøver antyder generelt god vannkvalitet. Det ses noe påvirkning fra jordbruk mtp. verdier av nitrogenforbindelser, men verdiene er godt under grenseverdier i drikkevannsforskriften. Det anslås at en produksjonsbrønn vil kunne gi mellom 10-20 l/s og at den samlede kapasiteten til feltet er større enn 20 l/s. I dag foregår det kløyving og håndtering av ved på selve øya, men med unntak av jordbruk i nord er det ingen øvrige kilder til forurensning i tilsigsfeltet til akviferen. Det anbefales at tilskuddsområdet ved Kråbølsvollan klausuleres mot aktiviteter som kan medføre forurensning eller andre inngrep som kan medføre forringing av området som grunnvannsressurs.

6 Referanser

- [1] G. Gustafson, «Brunnssystem för värmelagring och värmeutvinning i akviferer,» Byggeforskningsrådet, 1983.
- [2] Norconsult AS, «Flomsonekartlegging, Forset vannverk, dokument 5196825-03,» Sandvika, 2020.

7 Vedlegg

Vedlegg 1. Brønnlogg prøvebrønner tilskuddsområde 1 og 3.

Vedlegg 2. Kornfordelingskurver tilskuddsområde 1 og 3.

Vedlegg 3. Analyserapporter fra SYNLAB Analytics & Services Norway AS.

Vedlegg 1

Brønnlogg prøvebrønner tilskuddsområde 1 og 3

OPPDRAK:

Forset Vannverk

NO1_PB1

DYBDE (m):

9

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m):

Ca. 1 m

LOKASJON: Tilskuddsområde 1

DYBDE TIL BERG (m):

8.5

DATO:

10. juni 2020

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM:

UTM32

FILTERDYP

4-6 m

BORENTREPRENØR: Gudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER

ØST: 560779.43

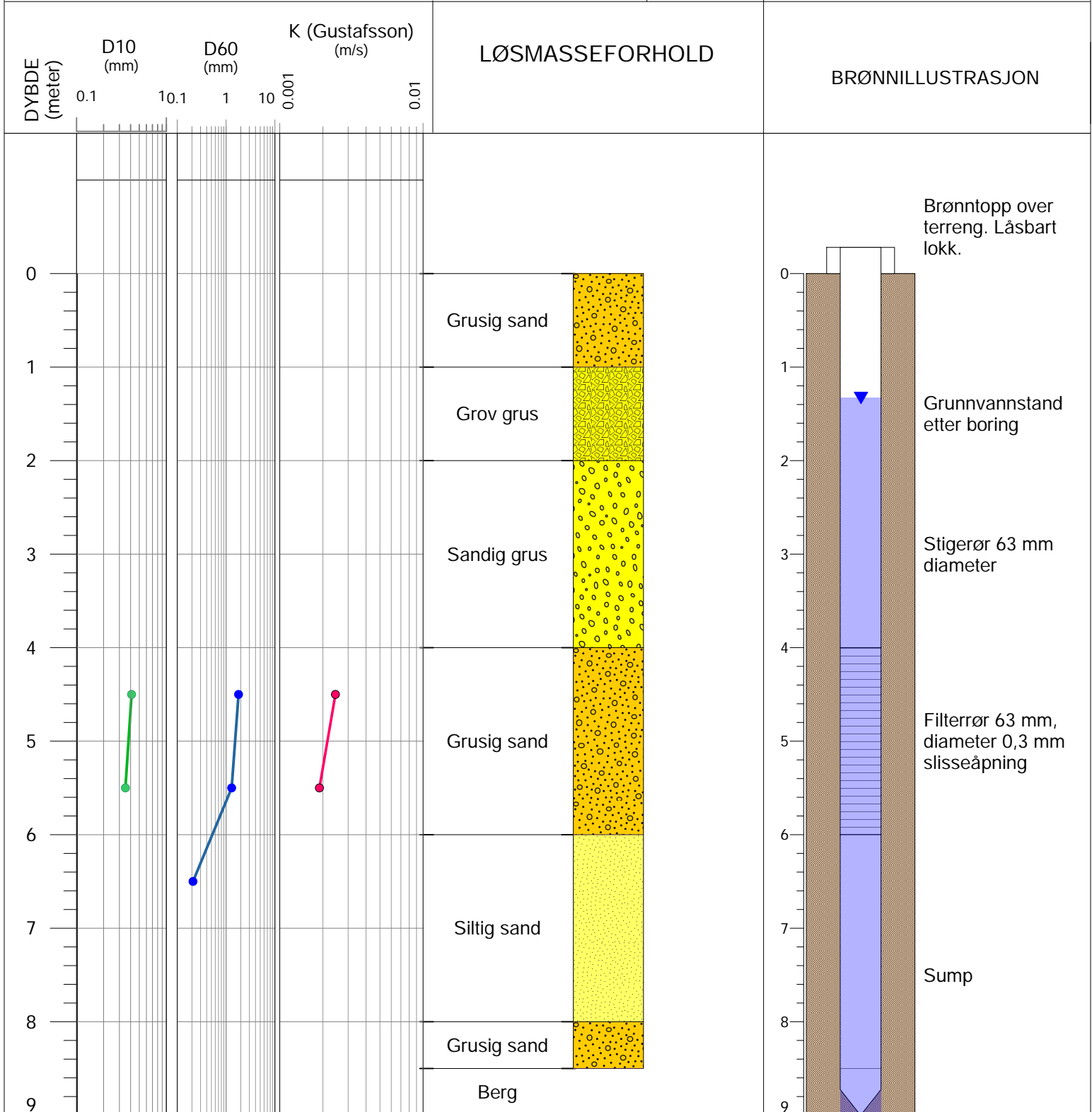
NORD: 6785589.11

KOTE: 302.46

BEHANDLING: -

LOGGED BY:

Henrikke Børsum/Vibeke Brandvold



OPPDRAG:

Forset Vannverk

NO1_PB2

DYBDE (m):

9

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m):

1,095

LOKASJON:

Tilskuddsområde 1

DYBDE TIL BERG (m):

8

DATO:

10. juni 2020

BOREMETODE:

Odex

KOORDINATSYSTEM:

UTM32

FILTERDYPP

5-7 m

BOREENTREPRENØR:

Gudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER

ØST: 560745.24

NORD: 6785617.94

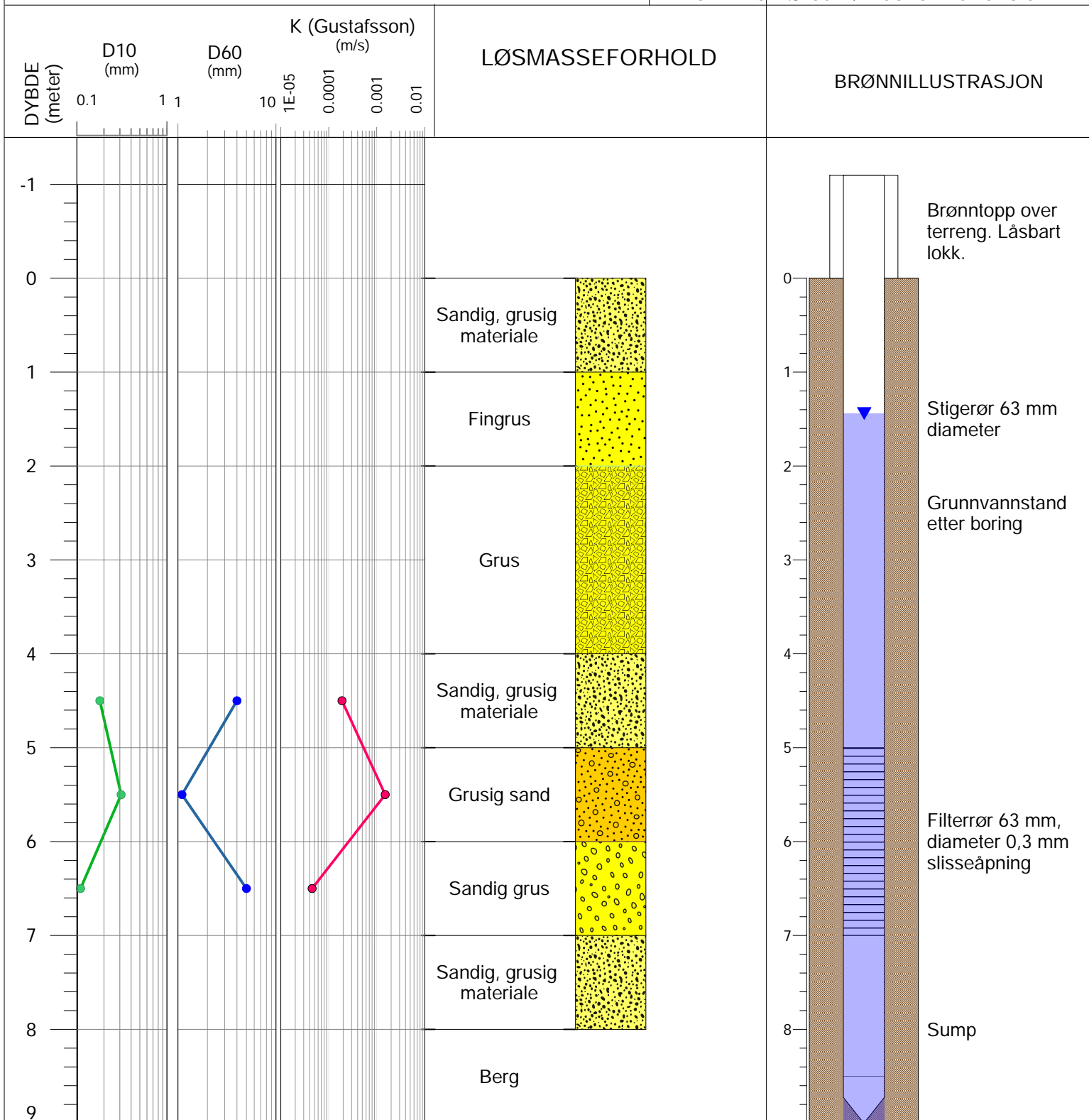
KOTE: 302.98

BEHANDLING:

-

LOGGED BY:

Henrikke Børsum/Vibeke Brandvold



OPPDRAG:

Forset Vannverk

NO1_PB3

DYBDE (m):

8,2

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m):

Ca. 1 m

LOKASJON: Tilskuddsområde 1

DYBDE TIL BERG (m):

8

DATO:

10. juni 2020

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM:

UTM32

FILTERDYP

3,2-5,2 m

BOREENTREPRENØR: Gudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER

ØST:

560718.91

NORD:

6785643.65

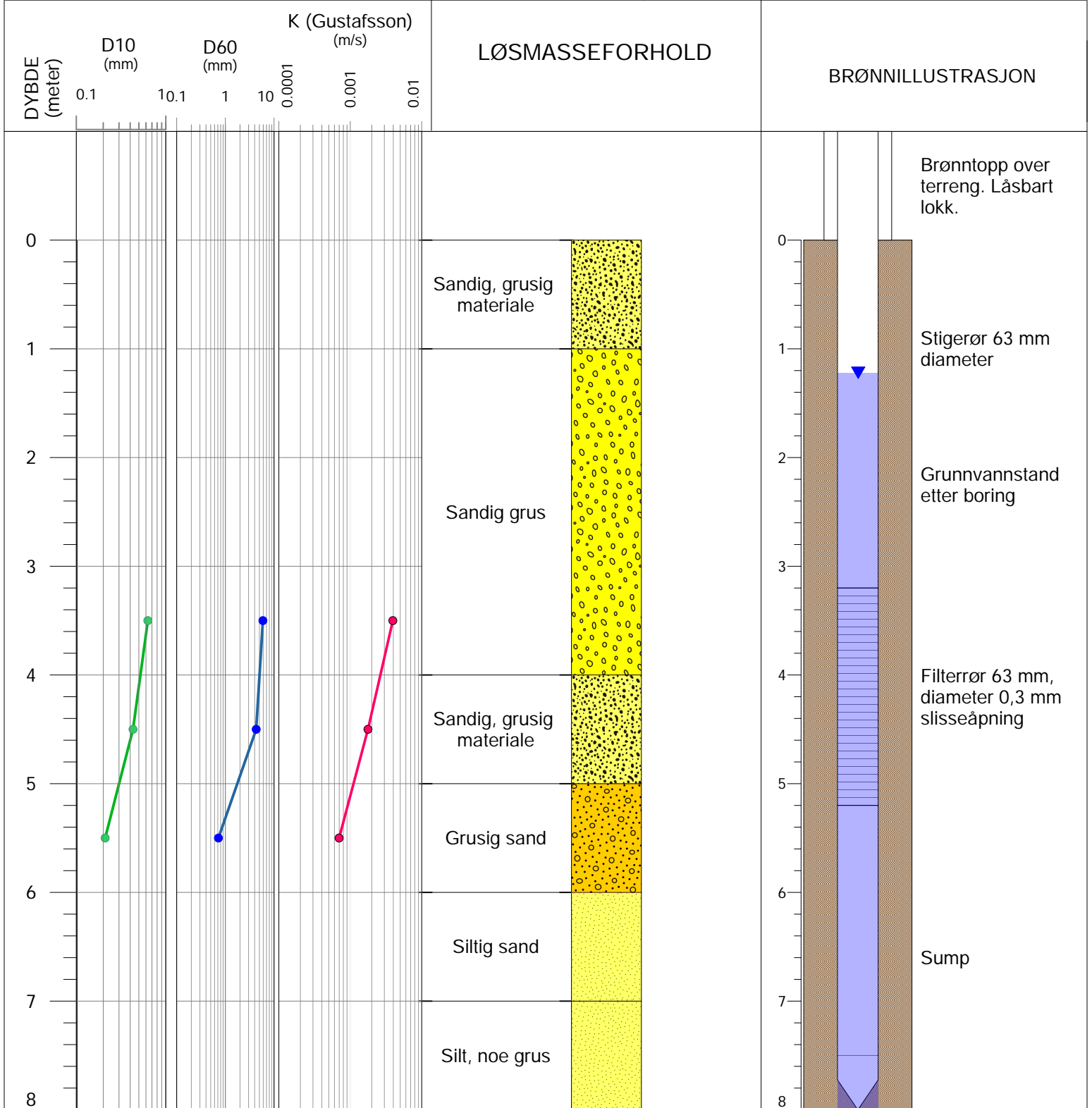
KOTE:

307.23

BEHANDLING: -

LOGGED BY:

Henrikke Børsum/Vibeke Brandvold



OPPDRAG:

Forset Vannverk

NO3_PB1

DYBDE (m): 16 m

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m): 1,071

LOKASJON: Tilskuddsområde 3 (Kråbølvollan)

DYBDE TIL BERG (m): 15.5

DATO: 8. juni 2020

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM: UTM 32

FILTERDYP: 5-8 m

BORENTREPRENØR: Gudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER

ØST: 559509.90

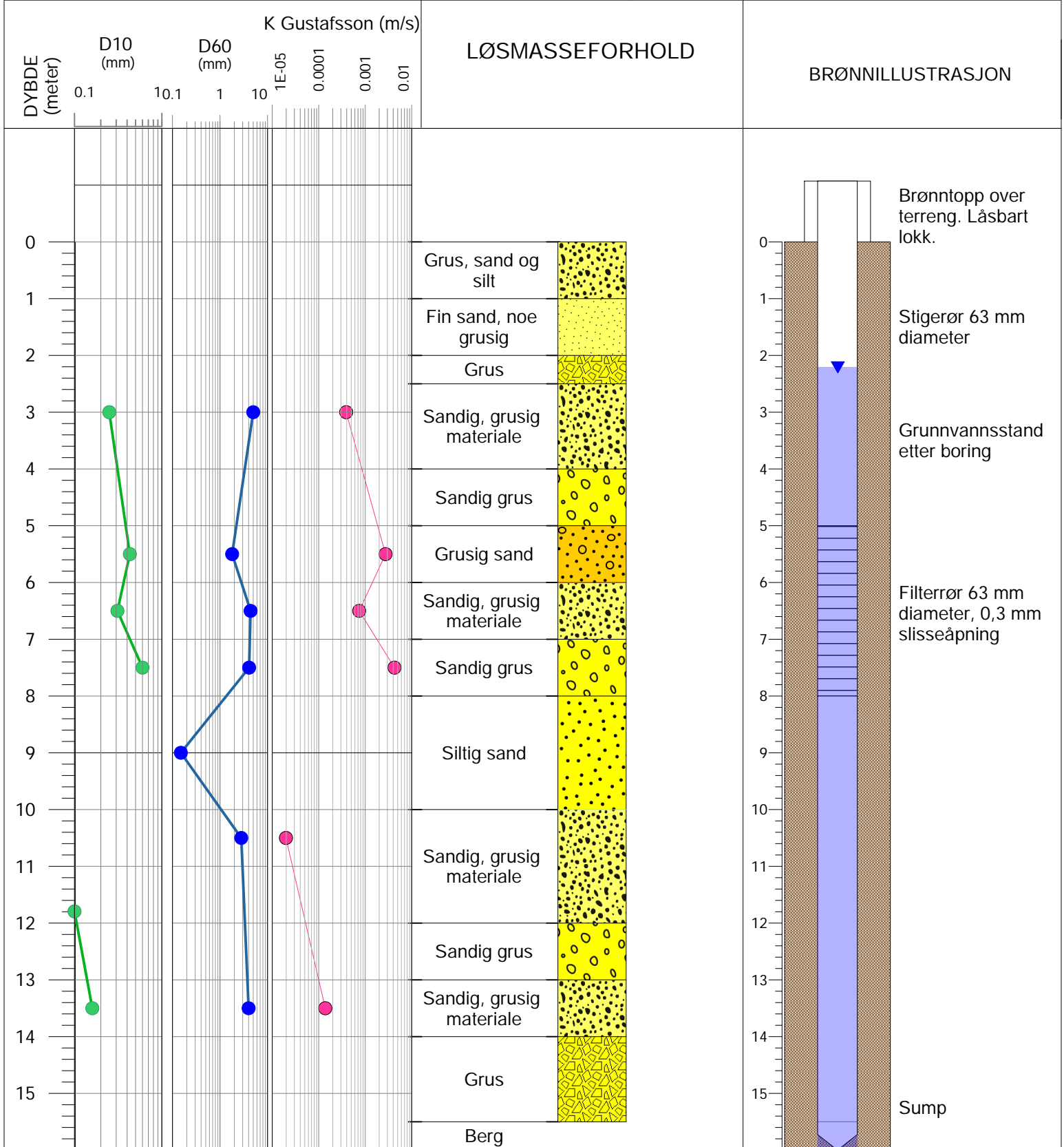
NORD: 6786756.09

KOTE: 314.33

BEHANDLING: -

LOGGED BY:

Henrikke Børsum/Vibeke Brandvold



OPPDRAG:

Forset Vannverk

NO3_PB2

DYBDE (m):

16,2 m

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m):

0,728

LOKASJON: Tilskuddsområde 3 (Kråbølvollan)

DYBDE TIL BERG (m): 16

DATO: 9. juni 2020

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM: UTM32

FILTERDYPP 12-16 m

BORENTREPRENØR: Gudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER

ØST: 559582.73

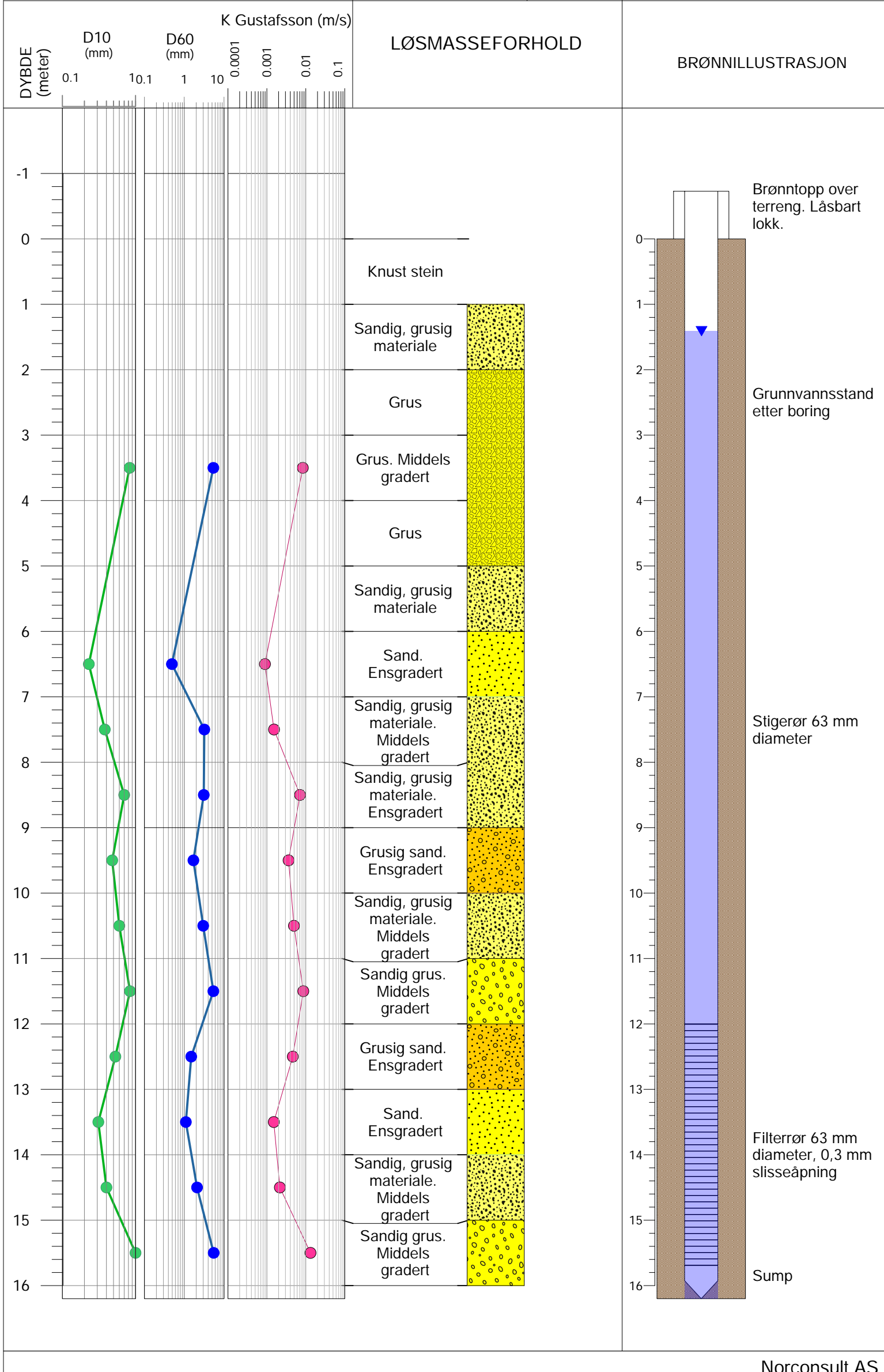
NORD: 6786731.63

KOTE: 312.66

BEHANDLING: -

LOGGED BY:

Henrikke Børsum/Vibeke Brandvold



OPPDRAG:

Forset Vannverk

NO3_PB3

DYBDE (m): 10,2 m HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m): 0,737

LOKASJON: Tilskuddsområde 3 (Kråbølvollan)

DYBDE TIL BERG (m): 9,2 DATO: 9. juni 2020

BOREMETODE: Odex

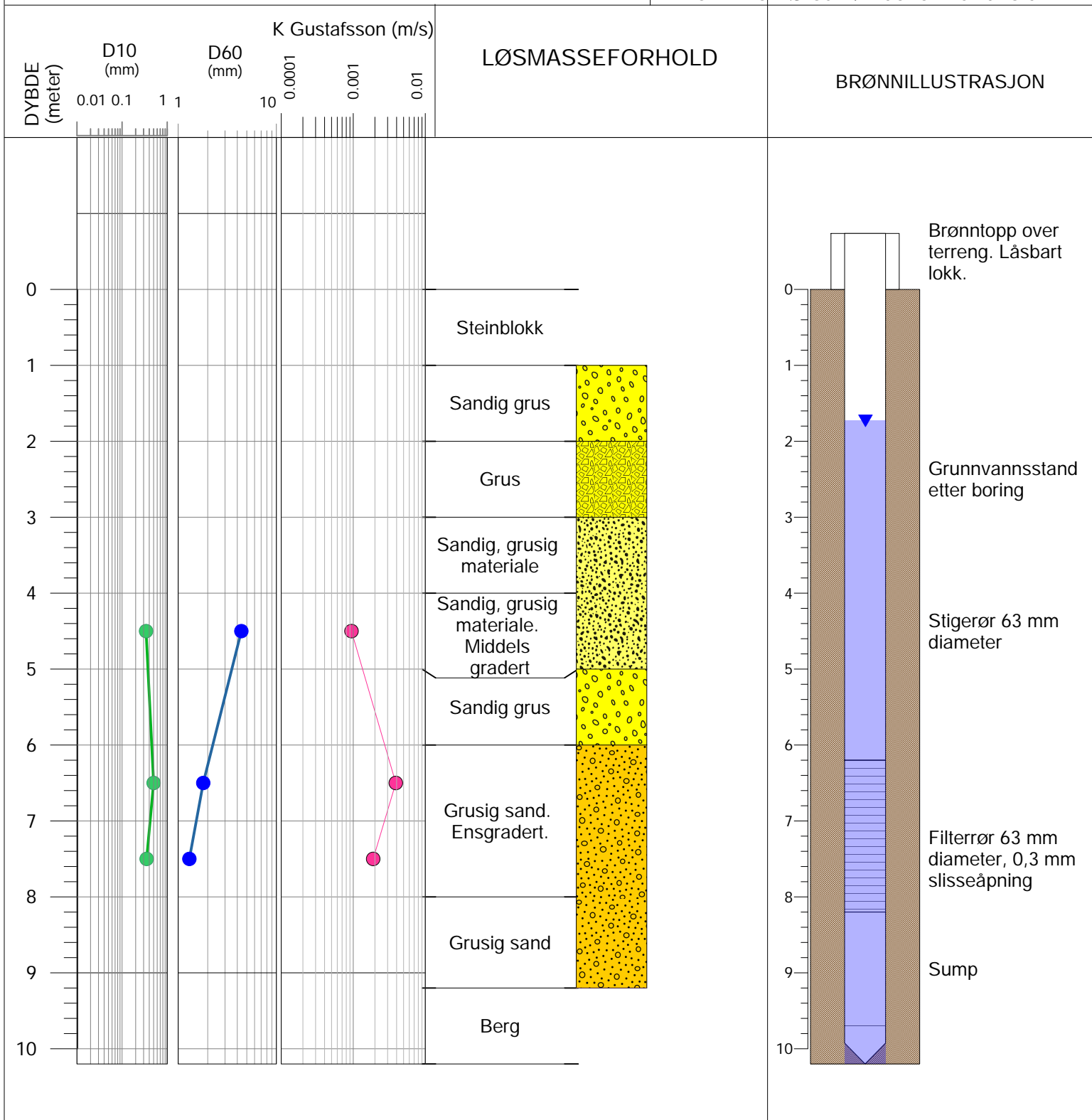
KOORDINATSYSTEM: UTM32 FILTERDYP 6,2-8,2 m

BORENTREPRENØR: Gudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER ØST: 559585.84 NORD: 6786684.63 KOTE: 313.01

BEHANDLING: -

LOGGED BY: Henrikke Børsum/Vibeke Brandvold



OPPDRAG:

Forset Vannverk

NO3_PB4

DYBDE (m):

13,5 m

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m):

0,961

LOKASJON: Tilskuddsområde 3 (Kråbølvollan)

DYBDE TIL BERG (m):

12

DATO:

8. juni 2020

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM: UTM32

FILTERDYP

7,5-10,5 m

BORENTREPRENØR: Gudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER

ØST: 559607.70

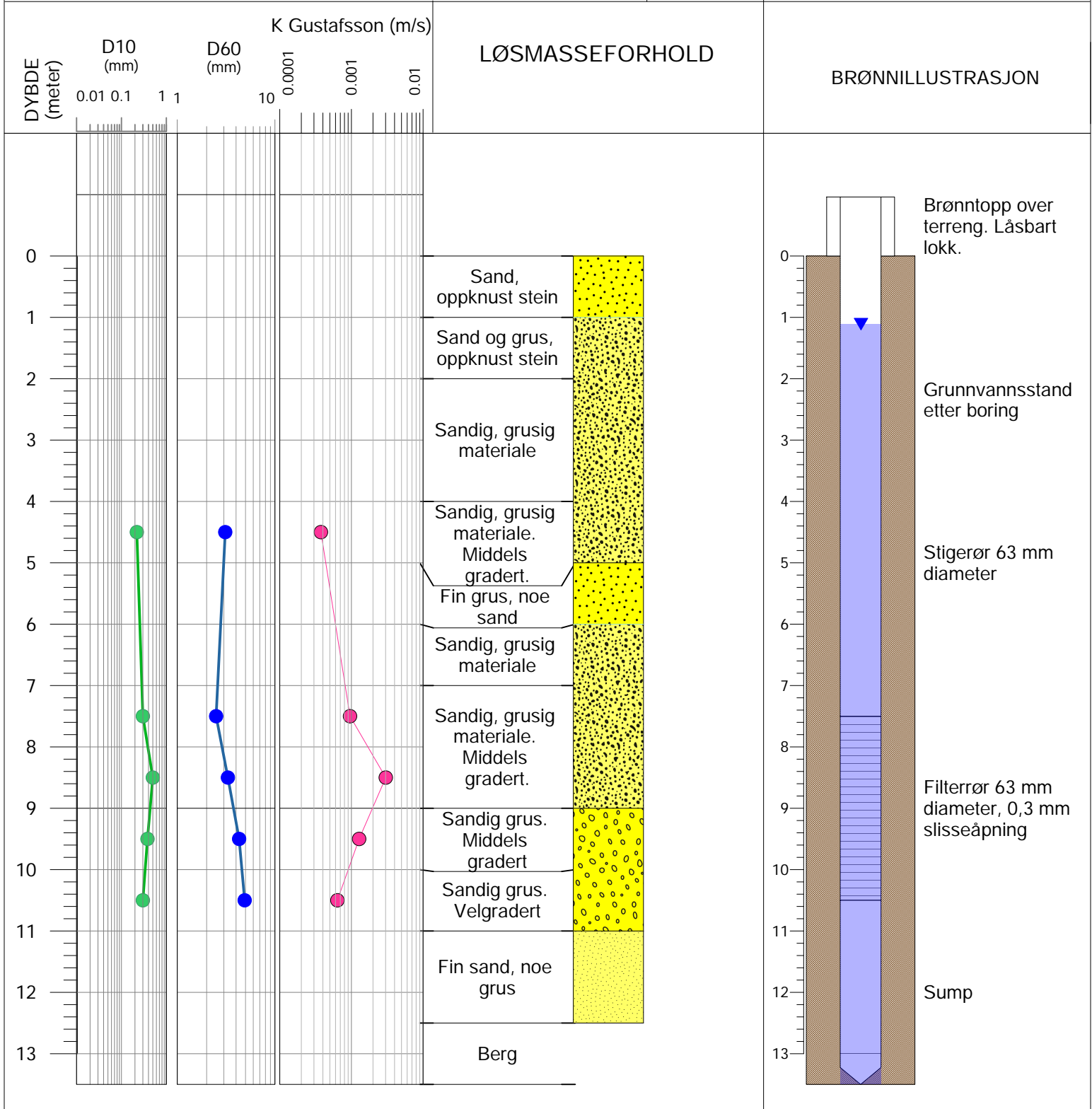
NORD: 6786713.90

KOTE: 312.58

BEHANDLING: -

LOGGED BY:

Henrikke Børsum/Vibeke Brandvold



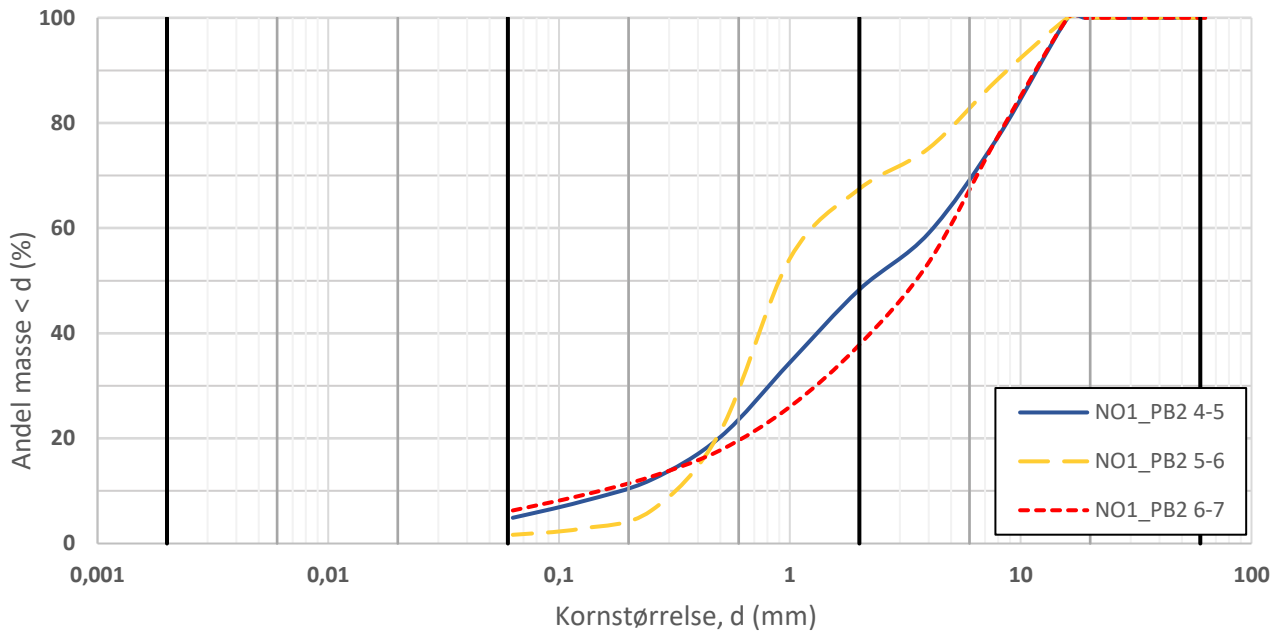
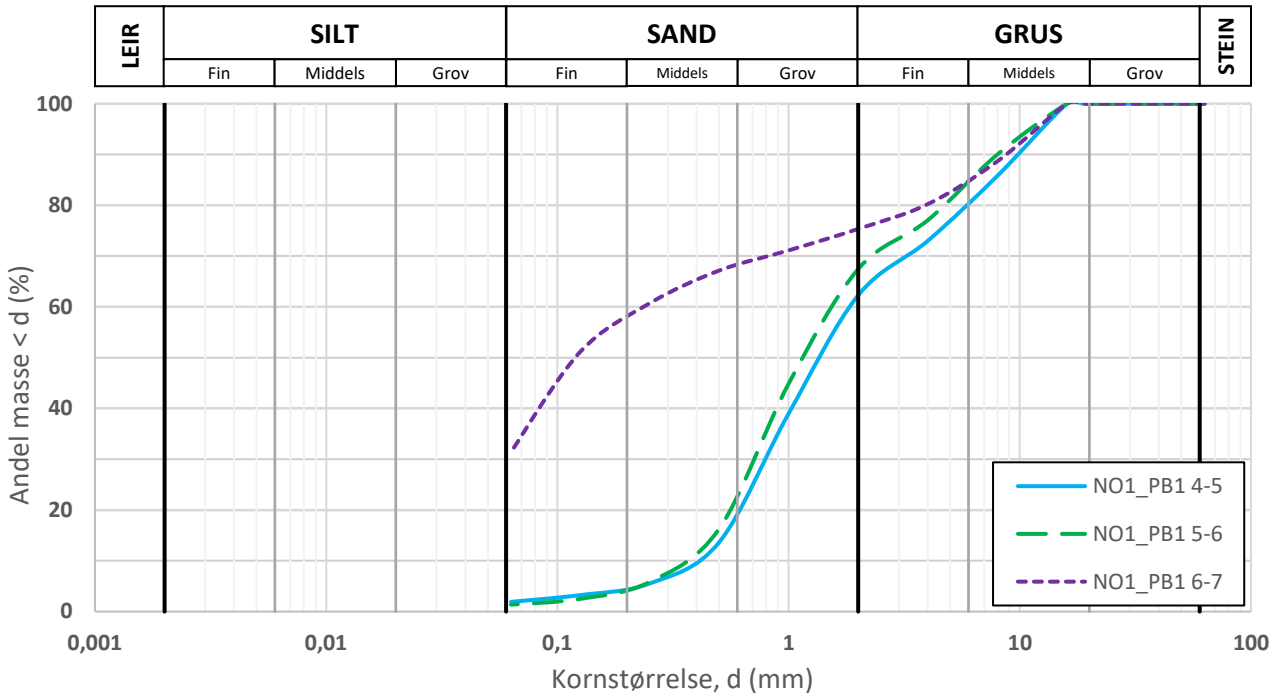
Vedlegg 2

Kornfordelingskurver tilskuddsområde 1 og 3

Dato: 08.02.2021

Metode: Tørrsikting

Oppdrag: 5196825 Hydrogeol. vurd. av Forset vannverk

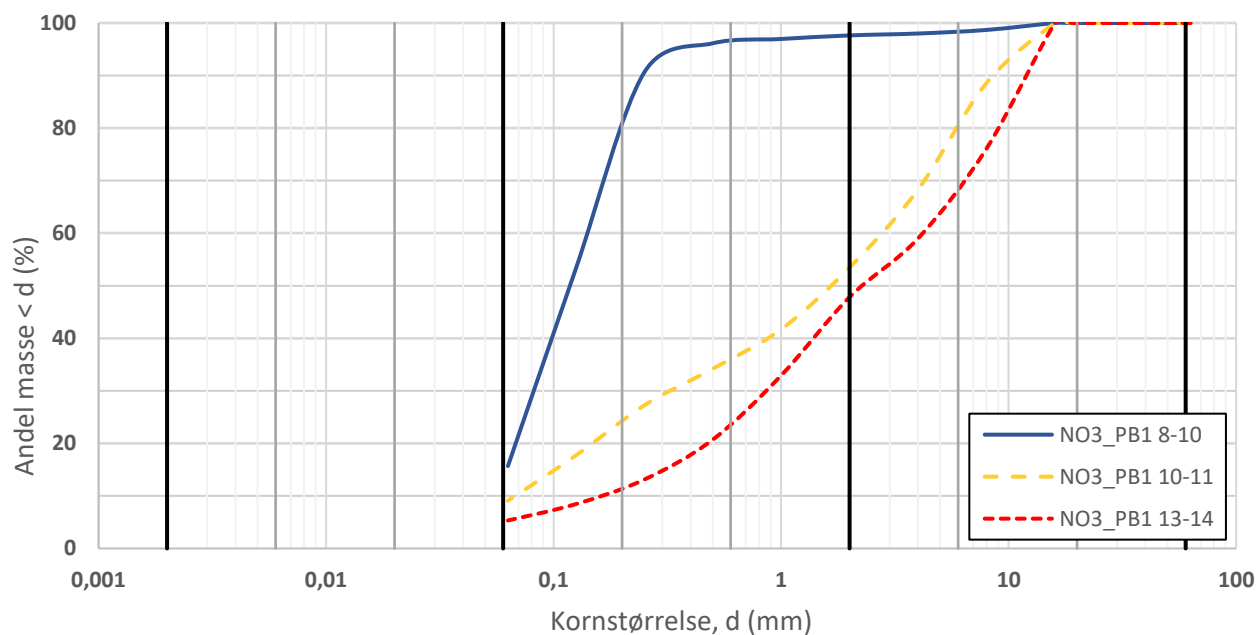
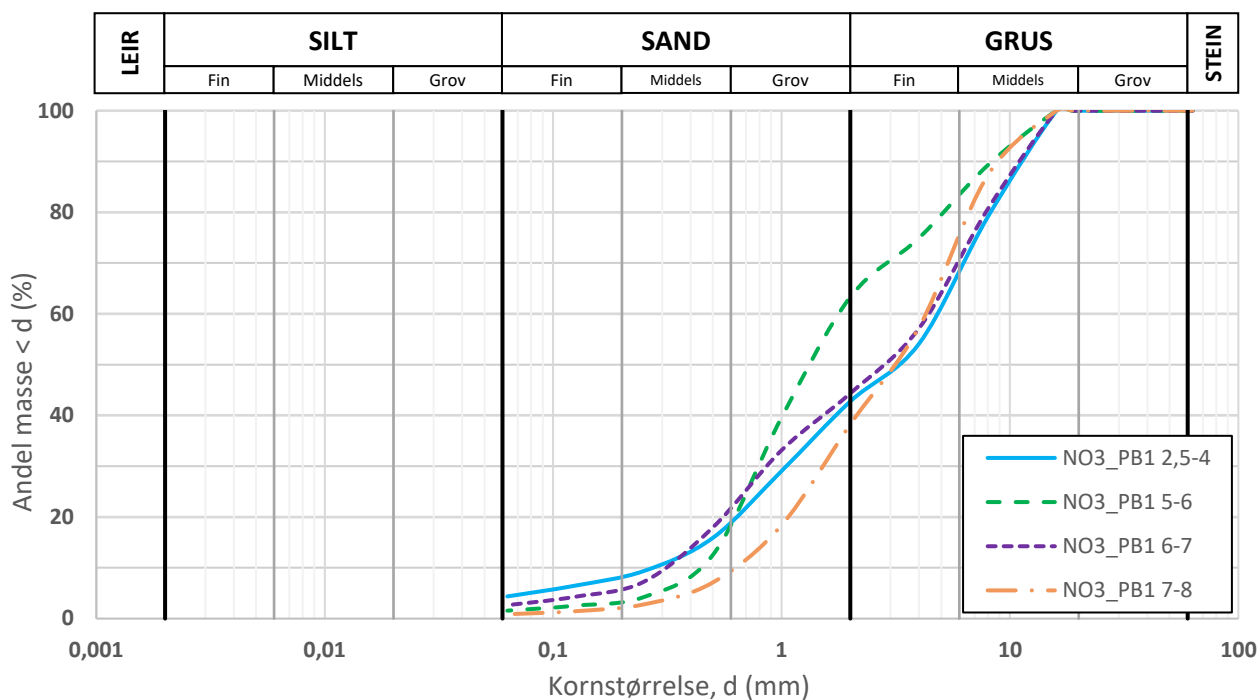


Prøve-ID	Dybde (m)	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	K, Hazen (m/s)	Porøsitet	Gradering	Jordartstype
NO1_PB1	4-5	0,41	1,8	4,39	2,45E-03	1,94E-03	18,5 %	Ensgadert	Grusig sand
NO1_PB1	5-6	0,35	1,3	3,71	1,89E-03	1,42E-03	19,5 %	Ensgadert	Grusig sand
NO1_PB1	6-7		0,21						Ukjent fordeling leir/silt
NO1_PB2	4-5	0,18	4	22,22	1,89E-04	-----	11,3 %	Velgradert	Sandig, grusig materiale
NO1_PB2	5-6	0,31	1,1	3,55	1,50E-03	1,11E-03	19,8 %	Ensgadert	Grusig sand
NO1_PB2	6-7	0,11	5	45,45	4,50E-05	-----	9,5 %	Velgradert	Sandig grus

Dato: 08.02.2021

Metode: Tørrsiktning

Oppdrag: 5196825 Hydrogeol. vurd. av Forset vannverk

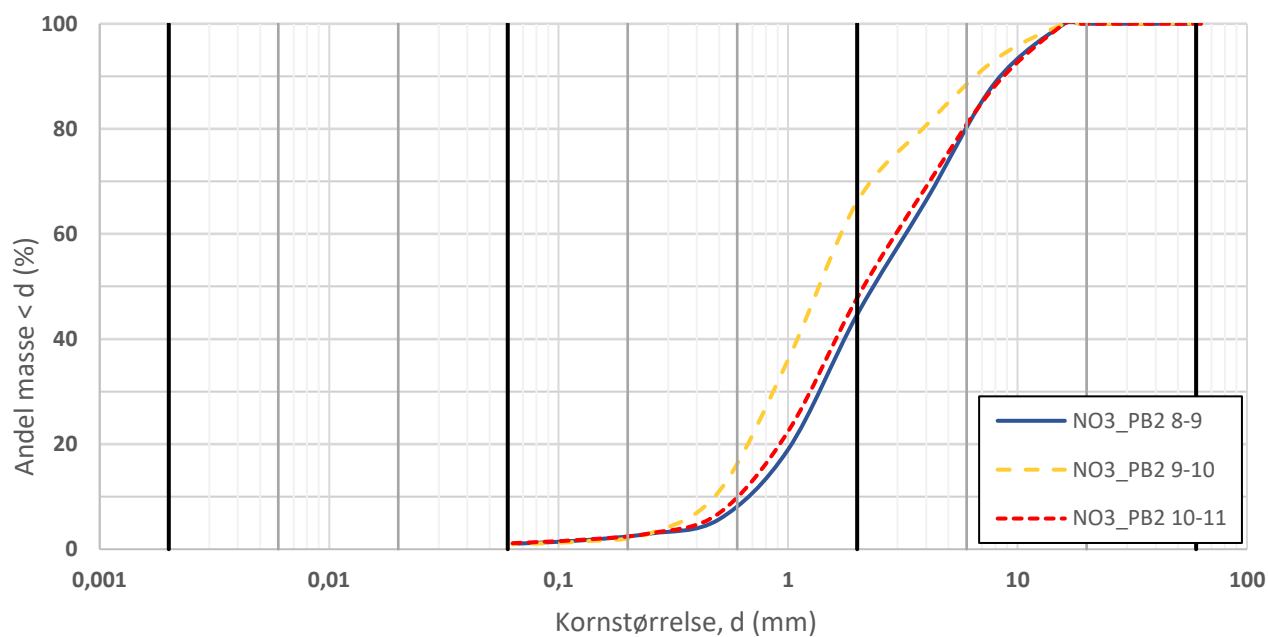
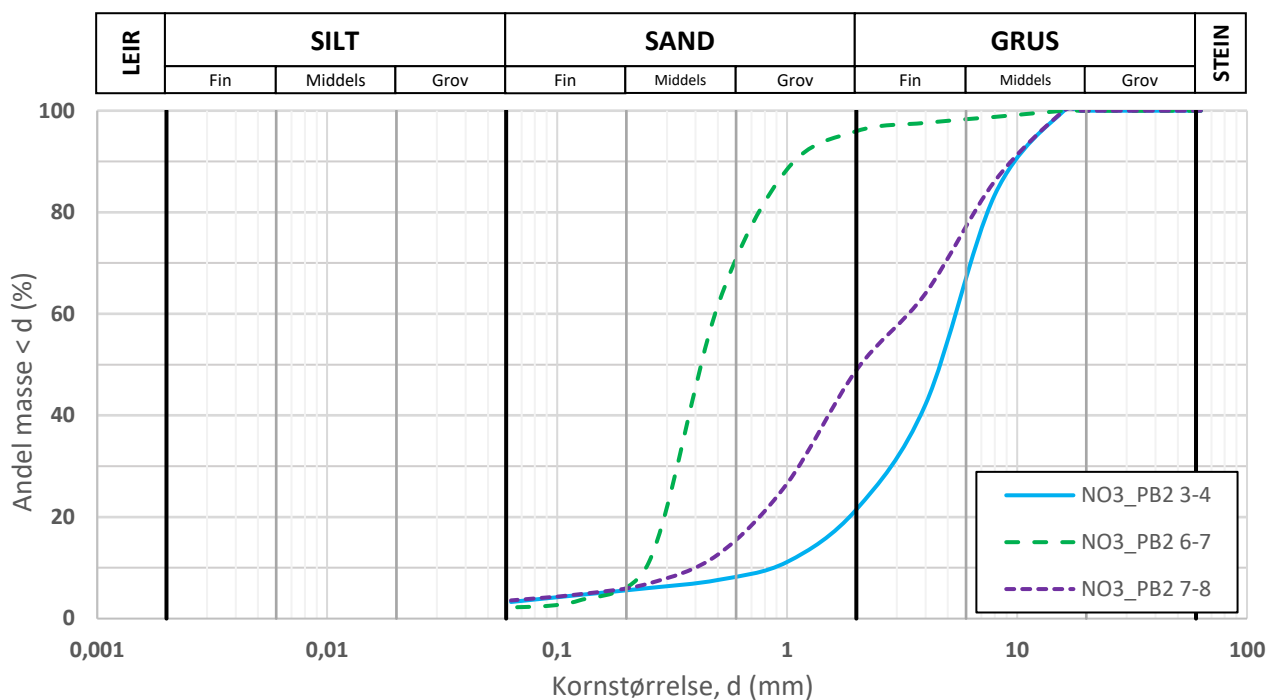


Prøve-ID	Dybde (m)	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	K, Hazen (m/s)	Porøsitet	Gradering	Jordartstype
NO3_PB1	2,5-4	0,25	5	20,00	3,89E-04	-----	11,6 %	Velgradert	Sandig, grusig materiale
NO3_PB1	5-6	0,43	1,8	4,19	2,74E-03	2,14E-03	18,8 %	Ensgradert	Grusig sand
NO3_PB1	6-7	0,31	4,4	14,19	7,42E-04	-----	12,8 %	Middels	Sandig, grusig materiale
NO3_PB1	7-8	0,6	4,1	6,83	4,26E-03	-----	16,0 %	Middels	Sandig grus
NO3_PB1	8-10		0,15						Sand. Ukj. ford. leir/silt
NO3_PB1	10-11	0,07	2,8	40,00	1,97E-05	-----	9,7 %	Velgradert	Sandig, grusig materiale
NO3_PB1	13-14	0,16	4	25,00	1,38E-04	-----	11,0 %	Velgradert	Sandig, grusig materiale

Dato: 08.02.2021

Metode: Tørrsikting

Oppdrag: 5196825 Hydrogeol. vurd. av Forset vannverk

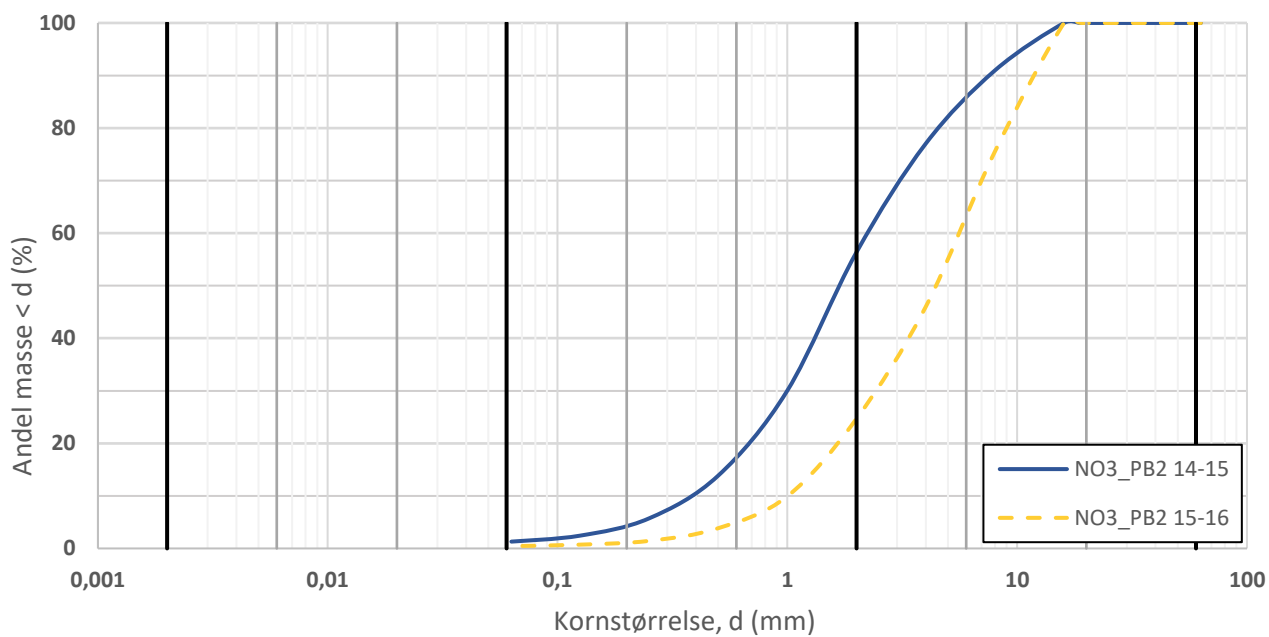
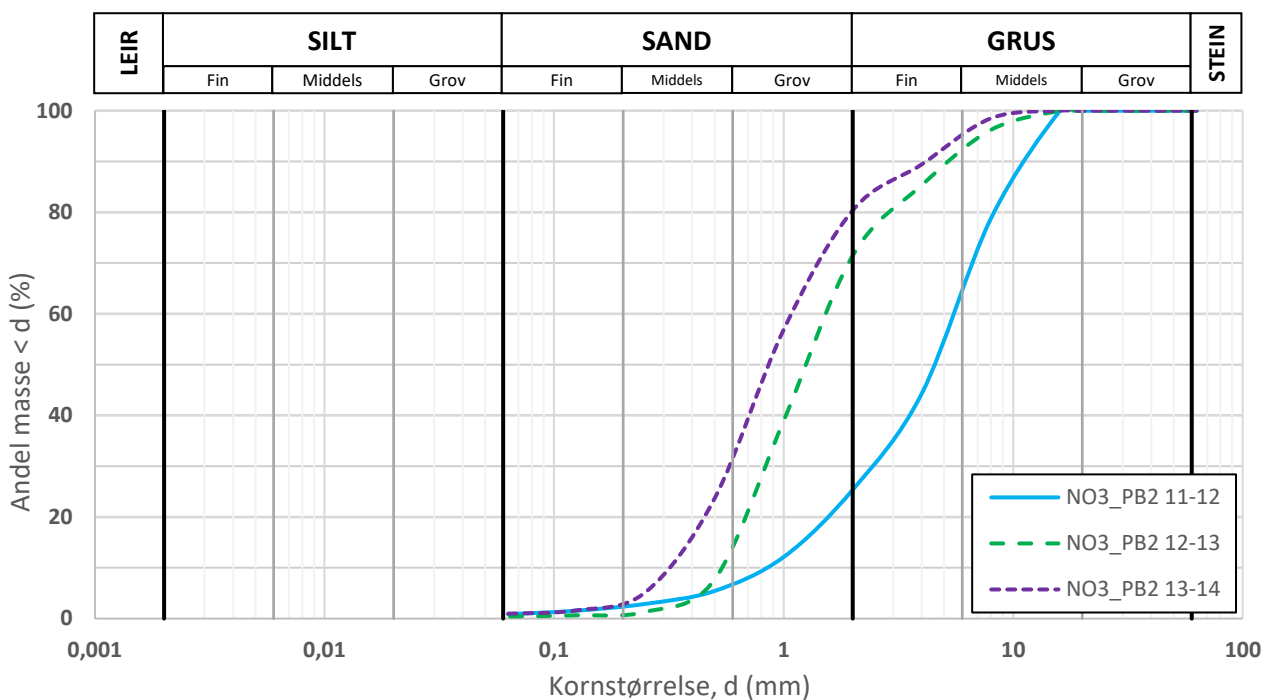


Prøve-ID	Dybde (m)	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	K, Hazen (m/s)	Porøsitet	Gradering	Jordartstype
NO3_PB2	3-4	0,83	5,4	6,51	8,37E-03	-----	16,3 %	Middels	Grus
NO3_PB2	6-7	0,23	0,49	2,13	8,92E-04	6,12E-04	23,2 %	Ensgradert	Sand
NO3_PB2	7-8	0,38	3,2	8,42	1,52E-03	-----	15,0 %	Middels	Sandig, grusig materiale
NO3_PB2	8-9	0,7	3,1	4,43	7,10E-03	5,67E-03	18,4 %	Ensgradert	Sandig, grusig materiale
NO3_PB2	9-10	0,48	1,7	3,54	3,61E-03	2,67E-03	19,8 %	Ensgradert	Grusig sand
NO3_PB2	10-11	0,6	3	5,00	4,96E-03	-----	17,7 %	Middels	Sandig, grusig materiale

Dato: 08.02.2021

Metode: Tørrsiktning

Oppdrag: 5196825 Hydrogeol. vurd. av Forset vannverk

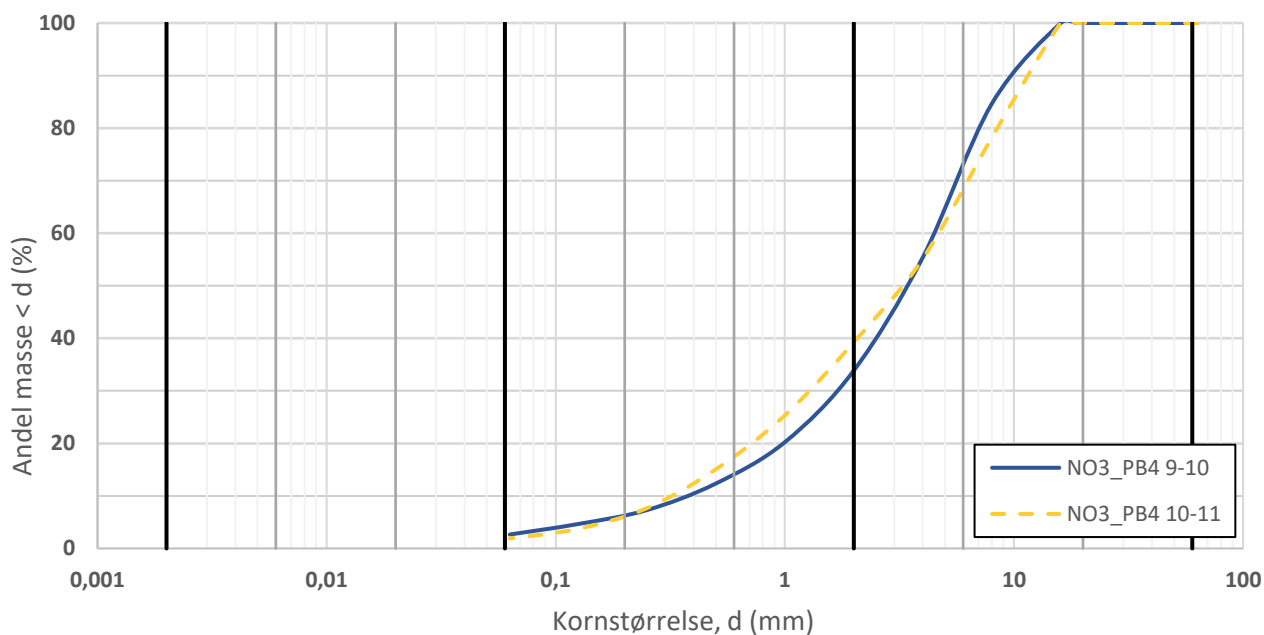
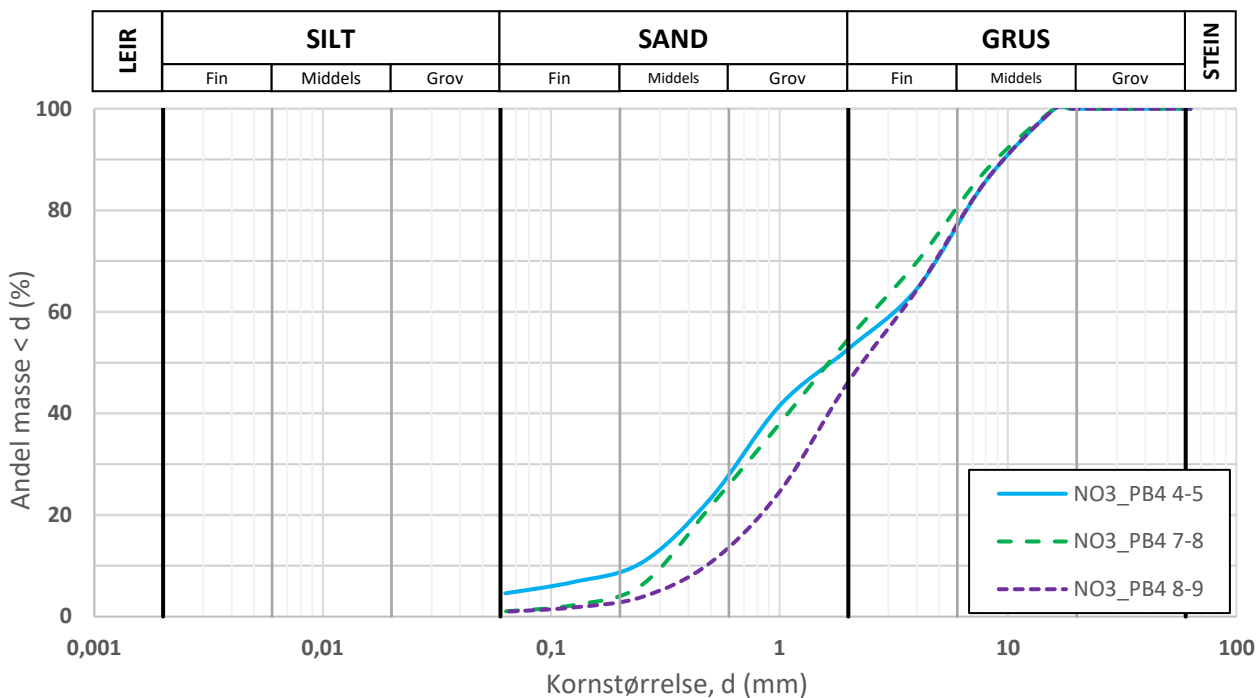


Prøve-ID	Dybde (m)	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	K, Hazen (m/s)	Porøsitet	Gradering	Jordartstype
NO3_PB2	11-12	0,84	5,4	6,43	8,63E-03	-----	16,3 %	Middels	Sandig grus
NO3_PB2	12-13	0,53	1,5	2,83	4,64E-03	3,25E-03	21,3 %	Ensgradert	Grusig sand
NO3_PB2	13-14	0,31	1,1	3,55	1,50E-03	1,11E-03	19,8 %	Ensgradert	Sand
NO3_PB2	14-15	0,4	2,1	5,25	2,16E-03	-----	17,4 %	Middels	Sandig, grusig materiale
NO3_PB2	15-16	1	5,5	5,50	1,32E-02	-----	17,2 %	Middels	Sandig grus

Dato: 08.02.2021

Metode: Tørrsikting

Oppdrag: 5196825 Hydrogeol. vurd. av Forset vannverk



Prøve-ID	Dybde (m)	d ₁₀	d ₆₀	C _u (d ₆₀ /d ₁₀)	K, Gustafson (m/s)	K, Hazen (m/s)	Porøsitet	Gradering	Jordartstype
NO3_PB4	4-5	0,22	3,1	14,09	3,76E-04	-----	12,8 %	Middels	Sandig, grusig materiale
NO3_PB4	7-8	0,3	2,5	8,33	9,56E-04	-----	15,0 %	Middels	Sandig, grusig materiale
NO3_PB4	8-9	0,5	3,3	6,60	3,01E-03	-----	16,2 %	Middels	Sandig, grusig materiale
NO3_PB4	9-10	0,38	4,3	11,32	1,28E-03	-----	13,7 %	Middels	Sandig grus
NO3_PB4	10-11	0,3	4,9	16,33	6,37E-04	-----	12,3 %	Velgradert	Sandig grus

Vedlegg 3

Analyserapporter fra SYNLAB Analytics & Services Norway AS

Gausdal kommune
 Teknisk enhet - Vannverk
 Driftstasjon, Sletmoen 1
 2651 ØSTRE GAUSDAL

Att: Arne Letrud

Dato: 22.06.2020
 Prøve ID: 2020-10105
 ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 11.06.20

Analyseperiode: 11.06.20 - 18.06.20

2020-10105-1

Grunnvann

Tatt ut: 10.06.20 - 10.06.20

Referanse: NO3 - PB1

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	24.5	°C		
pH ved 19-25°C	7.1		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	4.57	mS/m	NS-ISO 7888	±0.46
Turbiditet	14	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±1.700
Fargetall (etter filtrering)	5	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	±0.5
Alkalitet	0.345	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0173
KOF Mn	⁸³⁾ 1.0	mg O/l	SS 028118-1	
Jern, Fe	⁸³⁾ 440	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Jern, Fe, filtrert	⁸³⁾ 41	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	⁸³⁾ 99	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Mangan, Mn, filtrert	⁸³⁾ 6.4	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Nitrat + nitritt	338	µg N/l	NS 4745	±51
Kalsium, Ca	⁸³⁾ 5.8	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Magnesium, Mg	⁸³⁾ 1.5	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
*) Hardhet i Tyske grader	⁸³⁾ 1.10	°dH	Beregnet	

2020-10105-2

Grunnvann

Tatt ut: 10.06.20 - 10.06.20

Referanse: NO1 - PB1

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	24.9	°C		
pH ved 19-25°C	7.1		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	10.4	mS/m	NS-ISO 7888	±1.04
Turbiditet	12	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±1.400
Fargetall (etter filtrering)	8	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	±0.8
Alkalitet	0.310	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0155
KOF Mn	⁸³⁾ 0.93	mg/l	fd SS028118-1	±0.25
Jern, Fe	⁸³⁾ 570	µg/l	SS-EN ISO 17294-2:201	±86
Jern, Fe, filtrert	⁸³⁾ 160	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	⁸³⁾ 32	µg/l	ISO 17294, syrauppslu	±4.8
Mangan, Mn, filtrert	⁸³⁾ 29	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Nitrat + nitritt	541	µg N/l	NS 4745	±81
Kalsium, Ca	⁸³⁾ 15	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	±2.3
Magnesium, Mg	⁸³⁾ 2.6	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	±0.39
*) Hardhet i Tyske grader	⁸³⁾ 2.7	°dH	Beräknad	±0.41

2020-10105-3

Grunnvann

Tatt ut: 10.06.20 - 10.06.20

Referanse: NO1 - PB2

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	23.9	°C		
pH ved 19-25°C	7.5		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	11.1	mS/m	NS-ISO 7888	±1.11
Turbiditet	13	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±1.600
Fargetall (etter filtrering)	<2	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	±0.2
Alkalitet	0.898	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0449
KOF Mn	⁸³⁾ 0.54	mg/l	fd SS028118-1	±0.25
Jern, Fe	⁸³⁾ 510	µg/l	SS-EN ISO 17294-2:201	±77
Jern, Fe, filtrert	⁸³⁾ 84	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	⁸³⁾ 47	µg/l	ISO 17294, syrauppslu	±7.1
Mangan, Mn, filtrert	⁸³⁾ 6.7	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Nitrat + nitritt	374	µg N/l	NS 4745	±56
Kalsium, Ca	⁸³⁾ 16	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	±2.4
Magnesium, Mg	⁸³⁾ 2.8	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	±0.42
*) Hardhet i Tyske grader	⁸³⁾ 2.9	°dH	Beräkнад	±0.44

2020-10105-4

Grunnvann

Tatt ut: 10.06.20 - 10.06.20

Referanse: NO1 - PB3

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	23.7	°C		
pH ved 19-25°C	7.6		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	10.5	mS/m	NS-ISO 7888	±1.05
Turbiditet	22	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±2.600
Fargetall (etter filtrering)	<2	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	
Alkalitet	0.855	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0428
KOF Mn	⁸³⁾ 0.59	mg/l	fd SS028118-1	±0.25
Jern, Fe	⁸³⁾ 970	µg/l	SS-EN ISO 17294-2:201	±150
Jern, Fe, filtrert	⁸³⁾ 87	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	⁸³⁾ 49	µg/l	ISO 17294, syrauppslu	±7.4
Mangan, Mn, filtrert	⁸³⁾ 13	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Nitrat + nitritt	287	µg N/l	NS 4745	±43
Kalsium, Ca	⁸³⁾ 16	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	±2.4
Magnesium, Mg	⁸³⁾ 2.6	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	±0.39
*) Hardhet i Tyske grader	⁸³⁾ 2.8	°dH	Beräkнад	±0.42

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

83) Utført av Synlab AB - Linköping ISO17025:2005 SWEDAC 1006

Med hilsen

Ingeborg Tønseth

Ingeborg Tønseth
 Laboratorieleder

Kopi til

Marius Bartnes (E-post)

Roger Smelien (E-post)

John Holstad Slaen (E-post)

Bjørn Rundsveen (E-post)

Tore Børresen (E-post)

Angitt måleusikkerhet er beregnet med en dekningsfaktor k=2.

For opplysninger om måleusikkerheten for akkrediterte mikrobiologiske analyser av næringsmidler og fôr ta kontakt med laboratoriet.

Måleusikkerhet for kjemiske analyser fra undeleverandør oppgis ved forespørsel.

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvene slik mottatt. Rapportene må ikke offentliggjøres annet enn i sin helhet uten skriftlig tillatelse.

Informasjon om hvilken avdeling som har utført de enkelte analysene oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Gausdal kommune
 Teknisk enhet - Vannverk
 Driftstasjon, Sletmoen 1
 2651 ØSTRE GAUSDAL

Att: Arne Letrud

Dato: 18.06.2020
 Prøve ID: 2020-10086
 ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøveuttak: Norconsult v/ Henrikke Børsum

Prøvemottak: 11.06.20

Analyseperiode: 11.06.20 - 18.06.20

2020-10086-1

Grunnvann

Tatt ut: 09.06.20 - 09.06.20

Referanse: NO3_PB2

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	24.6	°C		
pH ved 19-25°C	7.3		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	10.4	mS/m	NS-ISO 7888	±1.04
Turbiditet	17	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±2.000
Fargetall (etter filtrering)	<2	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	
Alkalitet	0.693	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0347
KOF Mn	⁸³⁾ <0.50	mg O/l	SS 028118-1	
Jern, Fe	⁸³⁾ 330	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Jern, Fe, filtrert	⁸³⁾ <5.0	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	⁸³⁾ 11	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Mangan, Mn, filtrert	⁸³⁾ 2.6	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Nitrat + nitritt	2150	µg N/l	NS 4745	±322
Kalsium, Ca	⁸³⁾ 14	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Magnesium, Mg	⁸³⁾ 2.7	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
*) Hardhet i Tyske grader	⁸³⁾ 2.60	°dH	Beregnet	

2020-10086-2

Grunnvann

Tatt ut: 09.06.20 - 09.06.20

Referanse: NO3_PB3

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	23.8	°C		
pH ved 19-25°C	7.3		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	5.05	mS/m	NS-ISO 7888	±0.51
Turbiditet	38	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±4.600
Fargetall (etter filtrering)	15	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	±1.5
Alkalitet	0.322	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0161
KOF Mn	⁸³⁾ 1.2	mg O/l	SS 028118-1	
Jern, Fe	⁸³⁾ 1400	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Jern, Fe, filtrert	⁸³⁾ 160	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	⁸³⁾ 140	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Mangan, Mn, filtrert	⁸³⁾ 17	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Nitrat + nitritt	393	µg N/l	NS 4745	±59
Kalsium, Ca	⁸³⁾ 6.7	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Magnesium, Mg	⁸³⁾ 1.7	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Hardhet i Tyske grader	83) 1.30	°dH	Beregnet	

2020-10086-3

Grunnvann

Tatt ut: 09.06.20 - 09.06.20

Referanse: NO3_PB4

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	24.1	°C		
pH ved 19-25°C	7.5		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	11.0	mS/m	NS-ISO 7888	±1.10
Turbiditet	1.1	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±0.130
Fargetall (etter filtrering)	<2	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	
Alkalitet	0.454	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0227
KOF Mn	83) <0.50	mg O/l	SS 028118-1	
Jern, Fe	83) 13	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Jern, Fe, filtrert	83) <5.0	µg/l	SS-EN ISO 17294-2	
Mangan, Mn	83) 1.4	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Mangan, Mn, filtrert	83) 0.89	µg/l	SS-EN ISO 17294	
Nitrat + nitritt	2750	µg N/l	NS 4745	±413
Kalsium, Ca	83) 15	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
Magnesium, Mg	83) 2.8	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009	
*) Hardhet i Tyske grader	83) 2.70	°dH	Beregnet	

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

83) Utført av Synlab AB - Linköping ISO17025:2005 SWEDAC 1006

Med hilsen

Ingeborg Tønseth
Laboratorieleder

Kopi til

Marius Bartnes (E-post)

Roger Smelien (E-post)

John Holstad Slaen (E-post)

Bjørn Rundsveen (E-post)

Tore Børresen (E-post)

Gausdal kommune
Teknisk enhet - Vannverk
Driftstasjon, Sletmoen 1
2651 ØSTRE GAUSDAL

Att: Arne Letrud

Dato: 29.06.2020
Prøve ID: 2020-10111
ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøveuttak: Vibeke Brandvold

Prøvemottak: 11.06.20

Analyseperiode: 11.06.20 - 29.06.20

2020-10111-1 Vann, overflate

Tatt ut: 09.06.20 - 09.06.20

Referanse: NO3_Jøra stor

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	24.5	°C		
pH ved 19-25°C	7.3		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	2.63	mS/m	NS-ISO 7888	±0.26
Turbiditet	0.63	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±0.076
Fargetall (etter filtrering)	24	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	±2.4
Alkalitet	0.179	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0090
KOF Mn ⁸³⁾	3.2	mg O/l	SS 028118-1	
Nitrat + nitritt	536	µg N/l	NS 4745	±80

2020-10111-2 Vann, overflate

Tatt ut: 10.06.20 - 10.06.20

Referanse: NO3_Jøra liten

Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	24.6	°C		
pH ved 19-25°C	7.3		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	2.70	mS/m	NS-ISO 7888	±0.27
Turbiditet	0.54	FNU	NS-EN ISO 7027-1	±0.065
Fargetall (etter filtrering)	23	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	±2.3
Alkalitet	0.116	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0058
KOF Mn ⁸³⁾	3.1	mg O/l	SS 028118-1	
Nitrat + nitritt	101	µg N/l	NS 4745	±15

Referanse: NO1_Kilde

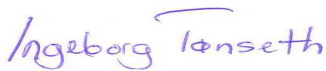
Parameter	Resultat	Enhet	Metode	Måleusikkerhet
*) Temperatur ved pH-måling	24.4	°C		
pH ved 19-25°C	7.8		NS-EN ISO 10523	±0,2
Konduktivitet 25 °C	10.4	mS/m	NS-ISO 7888	±1.04
Turbiditet	<0.10	FNU	NS-EN ISO 7027-1	
Fargetall (etter filtrering)	2	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C	±0.2
Alkalitet	0.677	mmol/l	ISO 9963-2	±0.0339
KOF Mn ⁸³⁾	0.80	mg O/l	SS 028118-1	
Nitrat + nitritt	120	µg N/l	NS 4745	±18

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

83) Utført av Synlab AB - Linköping ISO17025:2005 SWEDAC 1006

Med hilsen



Ingeborg Tønseth
Laboratorieleder

Kopi til

Marius Bartnes (E-post)
Roger Smelien (E-post)
John Holstad Slaen (E-post)
Bjørn Rundsveen (E-post)
Tore Børresen (E-post)
Henrikke Børsum (E-post)
Arne Letrud (E-post)

Oppdragsgiver: **Gausdal kommune**

Oppdragsnr.: **52105944** Dokumentnr.: **KRÅ-07**

Til: Gausdal kommune

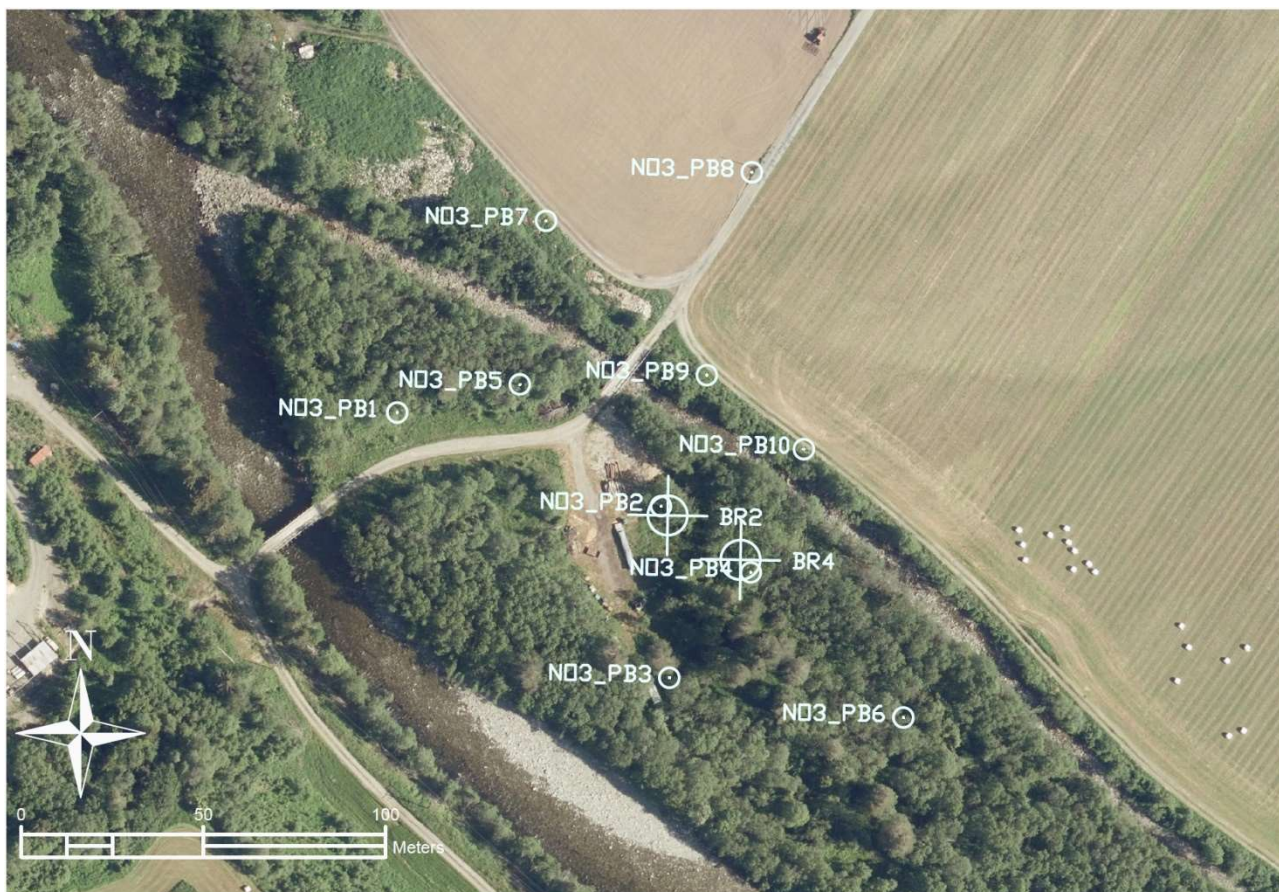
Fra: Norconsult AS

Dato 2023-09-29

► Boring av peilebrønner Pb7-Pb10 - datarapport

Innledning

I forbindelse med kartlegging og prøvepumping av en grunnvannsforekomst ved Kråbøl i Gausdal kommune, er det satt fire peilebrønner (Pb7-Pb10) på jordet nord for Kråbølsøya (Figur 1). Peilebrønnene ble boret og prøvetatt den 21. og 22. april 2022. Hensikten med peilebrønnene var å kartlegge senkningstrakt i retning jordet nord for produksjonsbrønnene, ved pumping av produksjonsbrønner BR2 og BR4. Dette for lettere å vurdere tilsigsområdet til produksjonsbrønnene. I tillegg var det ønskelig å sammenlikne nitrogen-innholdet i grunnvannet på jordet med nitrogeninnholdet i produksjonsbrønnene.



Figur 1. Peilebrønner (NO3_PBx) og produksjonsbrønner (BRx) på brønnfeltet.

Boring og massesammensetning

Tabell 1 viser spesifikasjoner for brønnene. I tillegg er brønnlogger gitt i vedlegg 1. Det ble ikke utført kornfordelingsanalyse på masseprøver, men massesammensetning ble vurdert visuelt i felt. Det ble hovedsakelig påtruffet sandig grus i alle de fire peilebrønnene. Massene fremstod noe usortert, men med lite innhold av finstoff. Det ble kun boret ned til berg i Pb9. Øvrige peilebrønner ble avsluttet ved 10-11 m dybde.

Tabell 1. Boredata for Pb7-Pb10.

Peilebrønn	X UTM32	Y UTM32	Foringsrør topp kote (referanse)	Terreng- kote	Brønn- dyp (m under terreng)	Filterdyp (m under terreng)	Dybde til berg (m under terreng)	Bergkote
NO3_Pb7	559550	6786809	314,23	313,45	11	5-11		
NO3_Pb8	559606	6786824	315	314,21	10	5-10		
NO3_Pb9	559595	6786768	313,37	312,54	17	4-16	17	295,54
NO3_Pb10	559622	6786748	313,06	312,09	10	4-10		

Pumping

Rett etter brønnetablering, ble peilebrønnene Pb7-Pb10 pumpet i ca. 2,5-3 timer med 2"-pumpe. Hensikten med pumpingen var å prøveta grunnvannet i peilebrønnene. Det var ikke vann i sideløpet til Jøra under prøvepumping.

Tabell 2: Detaljer om pumping, samt resultater fra feltmålinger av elektrisk ledningsevne og temperatur i grunnvannet.

Peilebrønn	Pumpe- tid	Pumpe- rate	Senk- ning	Ledning- sevne	Temper- atur
NO3_Pb7	2 t 40 min	0,48 l/s	0,16 m	10,5 mS/m	6,8 °C
NO3_Pb8	2 t 25 min	0,48 l/s	0,18 m	17,3 mS/m	6,4 °C
NO3_Pb9	2 t 20 min	0,49 l/s	0,09 m	12,8 mS/m	6,5 °C
NO3_Pb10	3 t	0,45 l/s	0,19 m	10,0 mS/m	5,7 °C

Analyseresultater

Tabell 3 viser analyseresultater fra vannprøvene som ble tatt etter 2,5-3 timers pumping i Pb7-Pb10, den 21. og 22. april 2022.

Ledningsevnen målt på laboratoriet stemmer overens med målinger i felt. Generelt er ledningsevnen i peilebrønnene høyere enn ledningsevnen i produksjonsbrønnene. Noe lavere ledningsevne og temperatur i Pb10 enn i de øvrige peilebrønnene tyder på relativt mer påvirkning fra elva i denne peilebrønnen. Pb8 har høyest ledningsevne, som tyder på mindre påvirkning fra elv.

Vannet i Pb7 og Pb8 er svakt surt, mens det er noe alkalisk i Pb9 og nøytralt i Pb10. Turbiditeten i Pb9 skiller seg ut som høyere enn i Pb7, Pb8 og Pb10. Jern og mangan-konsentrasjonene er lave i alle brønnene (prøvene ble filtrert i felt). Nitrogenkonsentrasjonene er vesentlig høyere i Pb8 enn øvrige peilebrønner. Dette skyldes trolig brønnens plassering lenger inn på jordet enn de andre brønnene. Høyere elektrisk ledningsevne og innhold av nitrogen i Pb8 enn i de andre peilebrønnene tyder på at det er infiltrasjon av ellevann, som mater grunnvannsforekomsten, langs nordsiden av elva.

Tabell 3. Analyseresultater fra vannprøver tatt etter korttids pumping i Pb7-Pb10, 21. og 22. april 2022.

	Enhet	NO3_Pb7	NO3_Pb8	NO3_Pb9	NO3_Pb10
Parameter / dato		2022-04-22	2022-04-22	2022-04-21	2022-04-22
pH		6,7	6,7	7,5	7
Turbiditet	FNU	3,8	2,8	56	5,9
Ledningsevne	mS/m	9,98	16,4	11,9	9,36
Jern filtrert	µg/L	<20	<20	7,3	<20
Mangan filtrert	µg/l	<3	<3	5,1	<3
Total nitrogen	mg/L	2,7	6,4	3,87	2,9
Nitrat + nitritt (N)	mg/L	2,6	6,3	3,74	2,8
P-total	mg/l	0,012	0,0077	0,067	0,016

Vedlegg

Vedlegg 1 – brønnlogger Pb7-Pb10

J01	2023-09-29	For bruk	HenBoe	ViBra	HenBoe
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Vedlegg 1 – brønnlogger Pb7-Pb10

OPPDRAK:

Forset Vannverk - Kråbølsøya

NO3_Pb7

DYBDE (m): 11

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m): 0,78

LOKASJON: Kråbølsøya

DYBDE TIL BERG (m): Ukjent

BOREDATO: 22. april 2022

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM: UTM32

FILTERDYP 5-11 m

BOREENTREPRENØR: Grudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER

ØST: 559549.87

NORD: 6786809.35

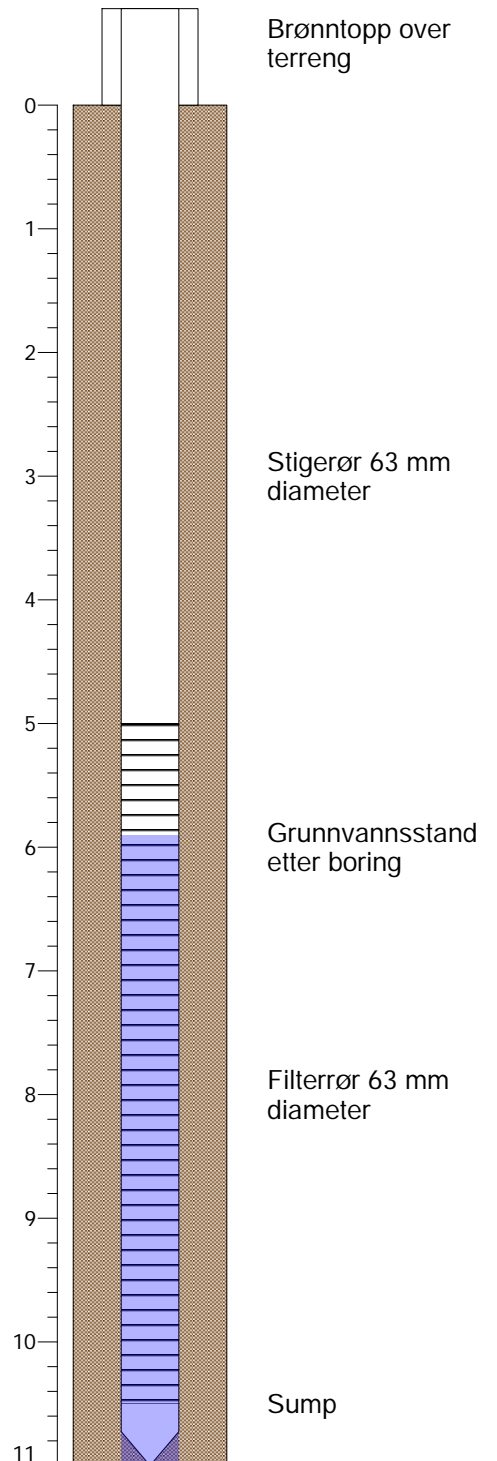
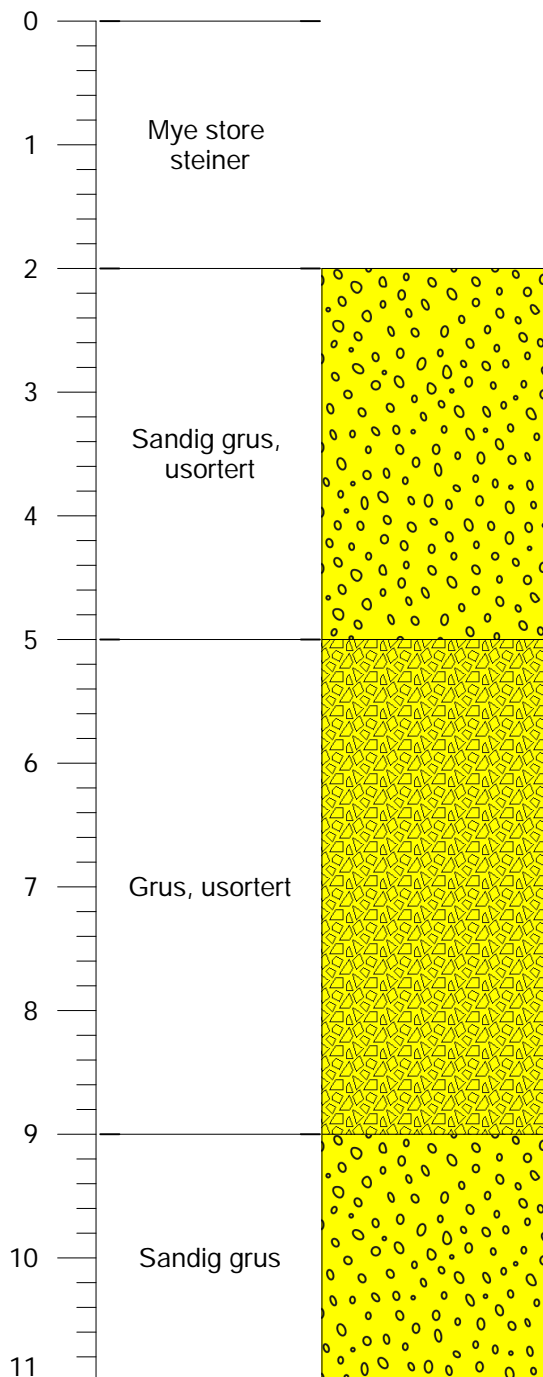
KOTE: 314.23

BEHANDLING: -

LOGGED BY: Norconsult

LØSMASSEFORHOLD

BRØNNILLUSTRASJON



OPPDRAG:

Forset Vannverk - Kråbølsøya

NO3_Pb8

DYBDE (m):

10

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m):

0,79

LOKASJON: Kråbølsøya

DYBDE TIL BERG (m): Ukjent

BOREDATO: 22. april 2022

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM: UTM32

FILTERDYP 5-10 m

BOREENTREPRENØR: Grudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER

ØST: 559606.15

NORD: 6786823.63

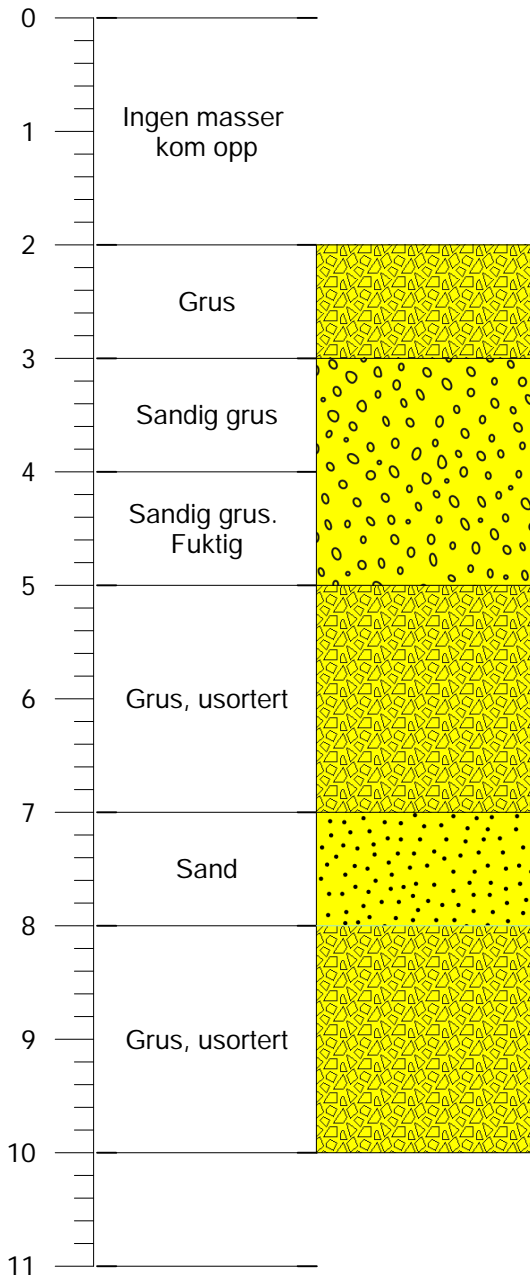
KOTE: 315.00

BEHANDLING: -

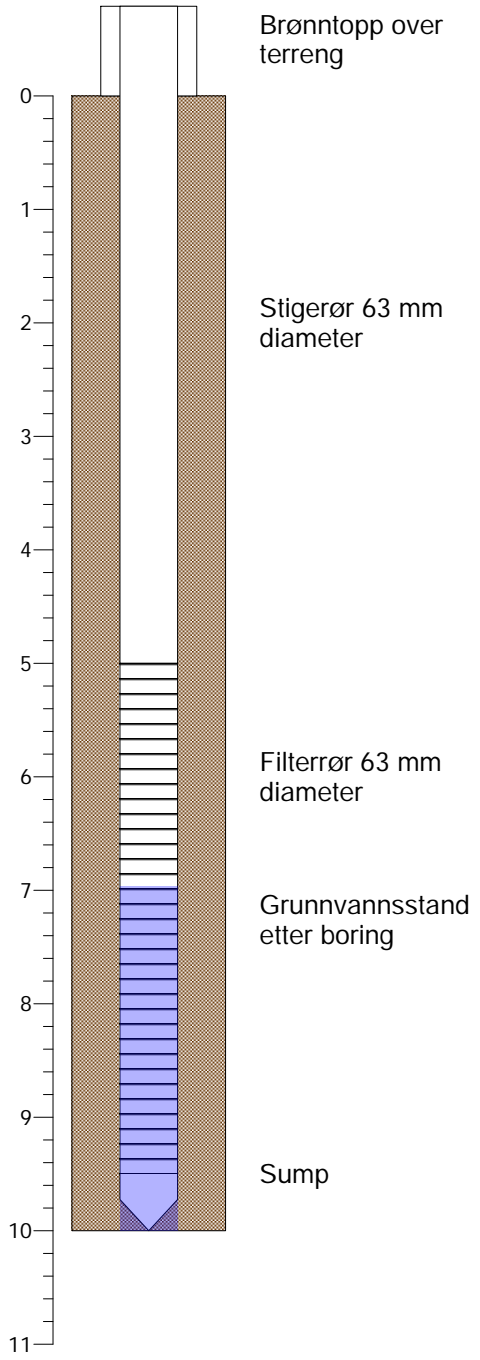
LOGGED BY: Norconsult

DYBDE (meter)

LØSMASSEFORHOLD

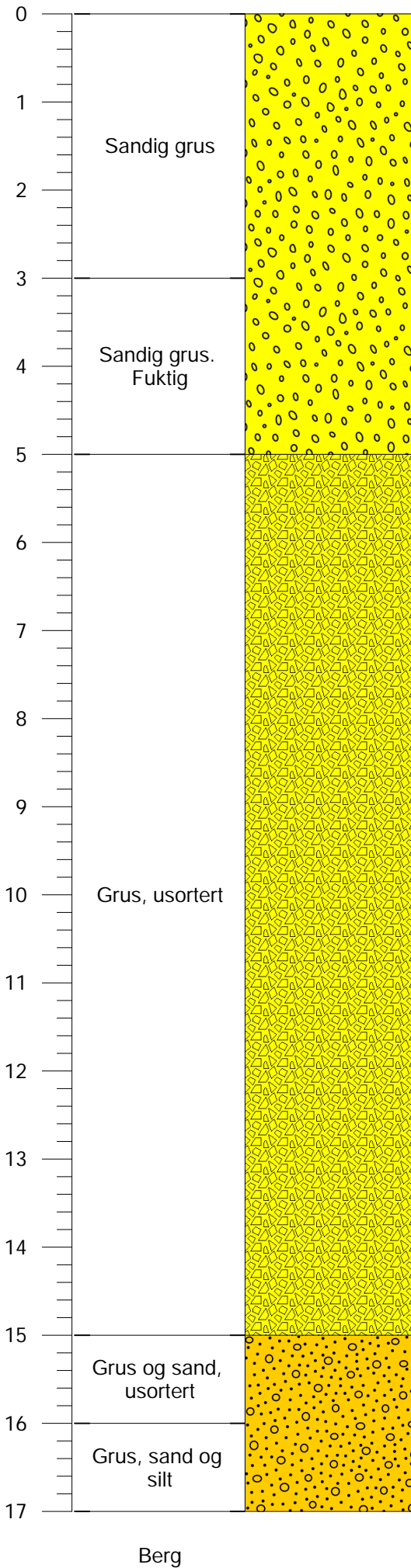


BRØNNILLUSTRASJON

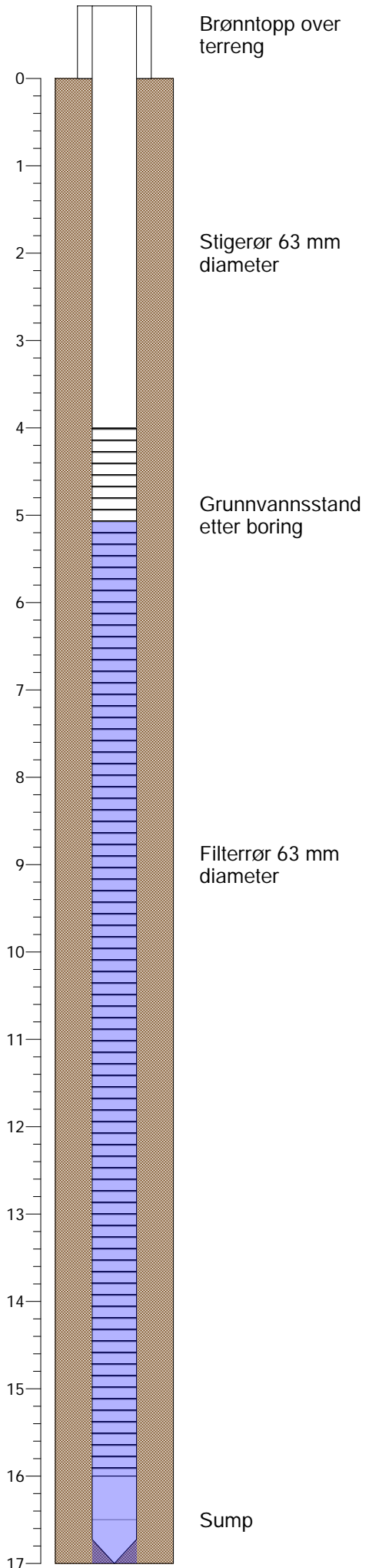


DYBDE (meter)

LØSMASSEFORHOLD



BRØNNILLUSTRASJON



OPPDRAG:

Forset Vannverk - Kråbølsøya

NO3_Pb10

DYBDE (m):

10

HØYDE BRØNNTOPP OVER TERRENG (m):

0,97

LOKASJON: Kråbølsøya

DYBDE TIL BERG (m): Ukjent

BOREDATO: 21. april 2022

BOREMETODE: Odex

KOORDINATSYSTEM: UTM32

FILTERDYP 4-10 m

BOREENTREPRENØR: Grudbrandsdal brønnboring

KOORDINATER

ØST: 559621.70

NORD: 6786747.95

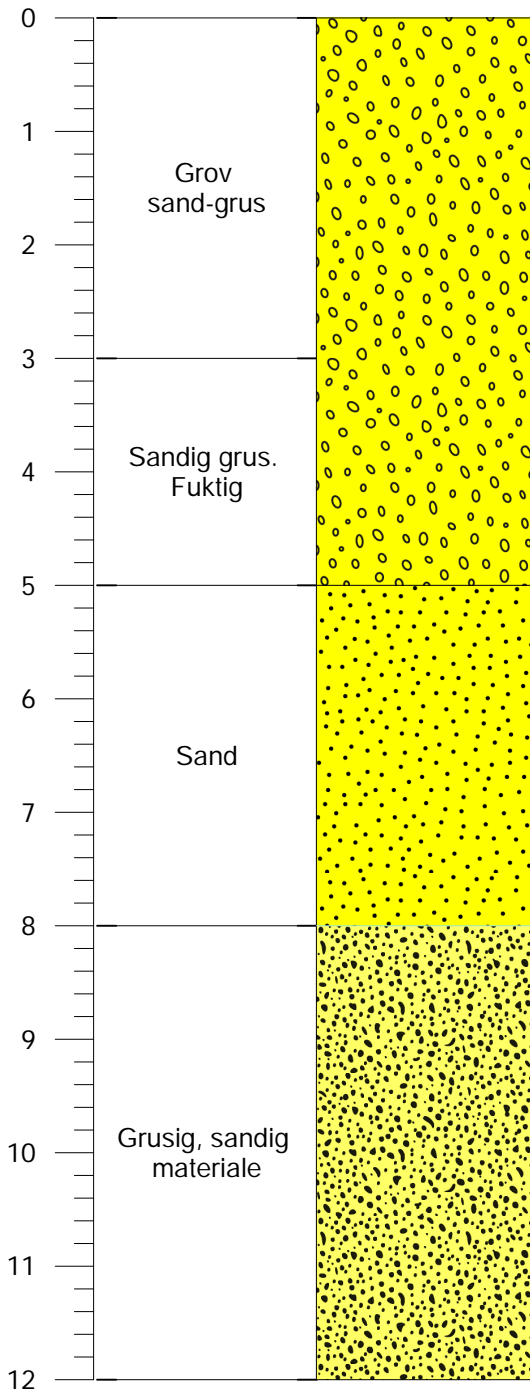
KOTE: 313.06

BEHANDLING: -

LOGGED BY: Norconsult

DYBDE (meter)

LØSMASSEFORHOLD



BRØNNILLUSTRASJON

