

Sognekraft AS

Leikanger vassverk

Konsesjonssøknad for midlertidig uttak av
grunnvann etter vannressurslova



Oppdragsnr.: 5175802 Dokumentnr.: N47 Versjon: E03
2018-06-12

Oppdragsgiver:

Sognekraft AS

Oppdragsgivers kontaktperson:

Ragnhild Melheim

Rådgiver:

Norconsult AS, Vikemyra 1, NO-6065 Ulsteinvik

Oppdragsleder:

Fredrik Fougner

Fagansvarlig:

Oline Kleppe

Andre nøkkelpersoner:

Ola-Mattis Dragset, Lars Jørgen Rostad, Joseph Allan, Olav Snildal

E03	2018-06-12	For innsending til NVE	OIDra LajRo	OISni JA	FrFou
C02	2018-05-09	For gjennomgang hos Sognekraft og Leikanger kommune	OIDra LajRo	OISni JA	FrFou
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS 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.



NVE – Konsesjonsavdelinga

Postboks 5091 Majorstua

0301 Oslo

12.06.2018

Søknad om konsesjon for midlertidig uttak av grunnvatn til Leikanger vassverk

Leikanger kommune ønsker å etablere uttak av 35 l/s grunnvatn frå grunnvassbrønner ved Hermannsverk i Leikanger kommune i Sogn og Fjordane, og søker med dette om følgjande løyve:

I Etter vassressurslova, jf. § 8, om midlertidig løyve til:

- uttak av 35 l/s grunnvatn til drikkevatt
- Etablering av naudsynt infrastruktur som vassleidning og pumpestasjon i tilknytning til vassuttaket

II Etter oreigningslova, jf. § 2, punkt 19 om løyve til ekspropriasjon av bruksrett for naudsynt grunn og rettar for å etablere vassuttaket og tilhøyrande midlertidig infrastruktur i samband med dette.

III Etter oreigningslova, jf. § 25 om førehandstiltreding slik at arbeidet med anlegget kan starte opp før eventuelt skjønn er halde.

Vedlagde dokument gjev alle naudsynte opplysningar om tiltaket.

Med vennleg helsing

Odd Arve Rakstad

Rådmann

Leikanger kommune



Sammendrag

Leikanger vassverk har i dag råvannsinntak i Henajelvi på kote 168. I forbindelse med Sognekrafts utbygging av Leikanger kraftverk skal inntaket til vannverket legges om, og nytt inntak etableres på kote 611 i Traståna i forbindelse med kraftverksinntaket i Traståna.

Anleggsarbeid i Henjadalen i forbindelse med ny vei og vannledning til det nye drikkevannsinntaket, samt etablering av flere kraftverksinntak i Henjadalen, vil medføre fare for forurensing av dagens råvannskilde til Leikanger vassverk. Det er derfor planlagt etablering av grunnvannsuttak som skal benyttes som midlertidig drikkevannsforsyning for Leikanger vassverk i anleggsperioden inntil nytt drikkevannsinntak og kraftverksinntak er etablert. Det er forventet at den midlertidige vannforsyningen vil ha en varighet på inntil 3 år.

Grunnvannet vil bli tatt ut fra fem grunnvannsbrønner i Riverdalen i Hermansverk sentrum. Det vil bli lagt en midlertidig vannledning hovedsakelig oppe på bakken fra grunnvannsbrønnene, via et pumpehus, til eksisterende pumpestasjon og vannbehandlingsanlegg. Herfra vil eksisterende infrastruktur benyttes.

Det har blitt foretatt prøvepumping fra grunnvannsbrønnene siden oktober 2016. Resultater fra prøvepumpingen tilsier at grunnvannsbrønnene vil gi stabil vannforsyning av god kvalitet og med tilstrekkelig kapasitet. Konsekvensene for miljø, naturressurser og samfunn er vurdert som små.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Om søkeren	6
1.2	Begrunnelse for tiltaket	6
1.3	Geografisk plassering av tiltaket	7
1.4	Øvrige søknader	8
1.5	Geologi og løsmasser	8
2	Beskrivelse av tiltaket	10
2.1	Hoveddata	10
2.2	Beskrivelse av tiltaket	10
2.3	Fordeler og ulemper ved tiltaket	17
2.4	Arealbruk og eiendomsforhold	18
3	Virkninger for miljø, naturressurser og samfunn	21
3.1	Naturmangfold	21
3.2	Landskap	24
3.3	Kulturminner	26
3.4	Landbruk	28
3.5	Brukerinteresser	30
4	Avbøtende tiltak	31
5	Vedlegg	32

1 Innledning

1.1 Om søkeren

Leikanger vassverk er et kommunalt vannverk eid og driftet av Leikanger kommune. Siden flyttingen av drikkevannsinntaket, og dermed behovet for en midlertidig drikkevannsforsyning i anleggsperioden, er utløst av Sognekrafts utbygging av Leikanger kraftverk, er det Sognekraft som står for den praktiske gjennomføringen av tiltaket. Leikanger kommune står likevel som formell søker av tiltaket.

Søkers kontaktinformasjon:

Leikanger kommune

Skrivarvegen 7

6863 Leikanger

Tlf. 57 65 56 00

E-post: postmottak@leikanger.kommune.no

Kontaktperson: Odd Arve Rakstad

1.2 Begrunnelse for tiltaket

Leikanger vassverk har i dag råvannsinntak i Henajelvi på kote 168. Herfra ledes i dag vannet i ledning ned til ventilhus på kote ca. 135 og blir videre fordelt til vannbehandlingsanlegg på kote 147 eller blir ledet videre til vanningsverk for gårdsvanning.

I forbindelse med bygging av Leikanger kraftverk skal inntaket til vannverket legges om, og nytt inntak etableres på kote 611 i Traståna i forbindelse med inntak til kraftverket. Anleggsarbeid i Henjadalen i forbindelse med ny vei og vannledning til det nye drikkevannsinntaket vil medføre fare for at vannkvaliteten i Henjaelvi vil bli redusert. Det er derfor planlagt etablering av et midlertidig grunnvannsuttak som skal benyttes som midlertidig drikkevannsforsyning for Leikanger vassverk i anleggsperioden for kraftverket.

Anleggsarbeidene i tilknytning til det nye, permanente drikkevannsinntaket på kote 611 i Henjadalen har planlagt oppstart i april 2019. Innen dette må den midlertidige drikkevannsløsningen være i drift. Nytt, permanent drikkevannsinntak er planlagt satt i drift ved årsskiftet 2021/2022. Når det nye inntaket er klart kan den midlertidige løsningen fases ut. Fremdriftsplan for bygging, idriftsettelse og utfasing av den midlertidige drikkevannsforsyningen er vist i Tabell 1-1.

Noen måneder vinteren 2019/2020 vil det trolig ikke være behov for provisorisk vannforsyning da det ikke vil foregå anleggsvirksomhet i Henjadalen. Det vil i denne perioden trolig være driftsøkonomisk lønnsomt å benytte vann fra eksisterende vanninntak ved kote 168.

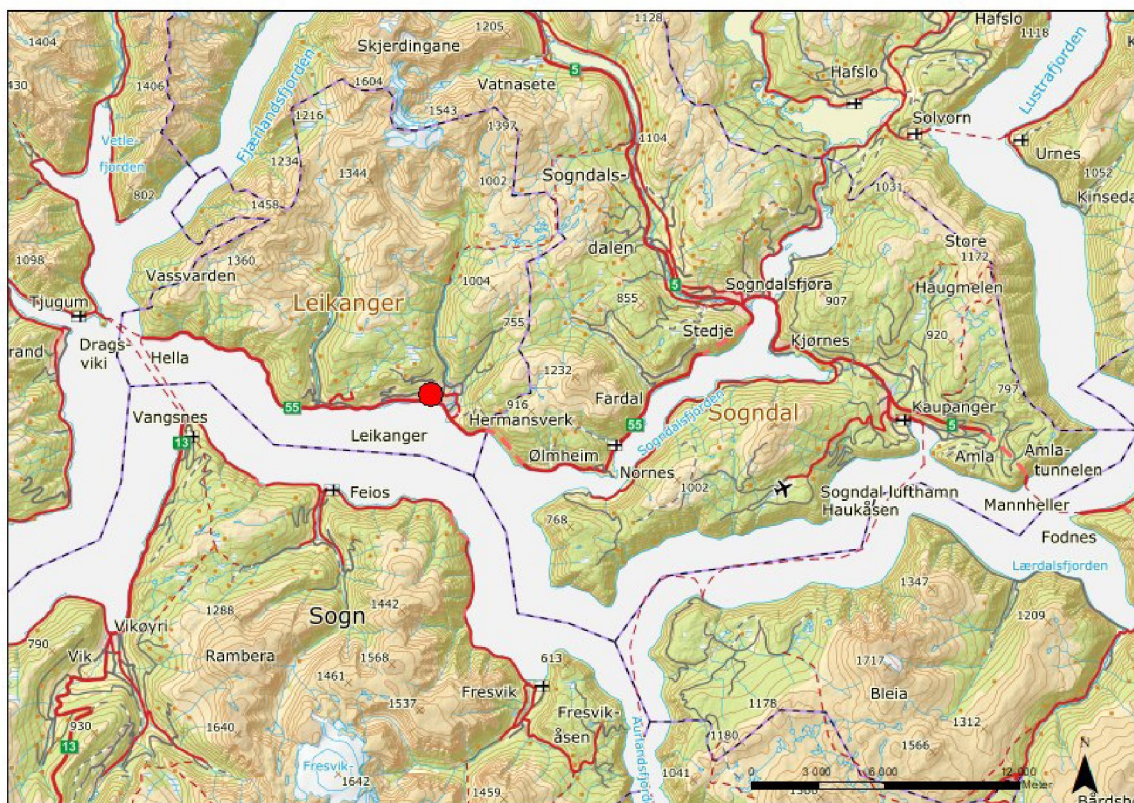
Tabell 1-1 Fremdriftsplan for bygging, idriftsettelse og utfasing av midlertidig vannforsyning ved Leikanger vassverk.

	2018	2019	2020	2021	2022
Søknadsbehandling Mattilsynet	■				
Konsesjonsbehandling NVE	■	■			
Anleggsarbeid omsøkt tiltak		■			
Drift midertidig vannforsyning*			■	■	■
Ny vannforsyning kote 611					■

*Eksisterende råvannsinntak kote 168 i Henjaelvi kan bli benyttet noen måneder vinteren 2019/2020.

1.3 Geografisk plassering av tiltaket

Tiltaksområdet ligger i Riverdalen i Hermansverk i Leikanger kommune, Sogn og Fjordane. Detaljert plassering av grunnvannsbrønner og ledningstrase er vist i avsnitt 2.2.2.



Figur 1-1 Geografisk plassering av tiltaksområdet i Leikanger kommune, Sogn og Fjordane. Tiltaksområdet er vist med rød prikk.



Figur 1-2 Grunnvannsbrønner er plassert i Riverdalen i Hermansverk.



1.4 Øvrige søknader

1.4.1 Mattilsynet

Det er sendt egen søknad om plangodkjenning til Mattilsynet for den midlertidige drikkevannsforsyningen.

1.4.2 Vegloven

Det vil bli søkt Statens vegvesen om tillatelse til å legge rør under brua på fv. 185 Njøsavegen.

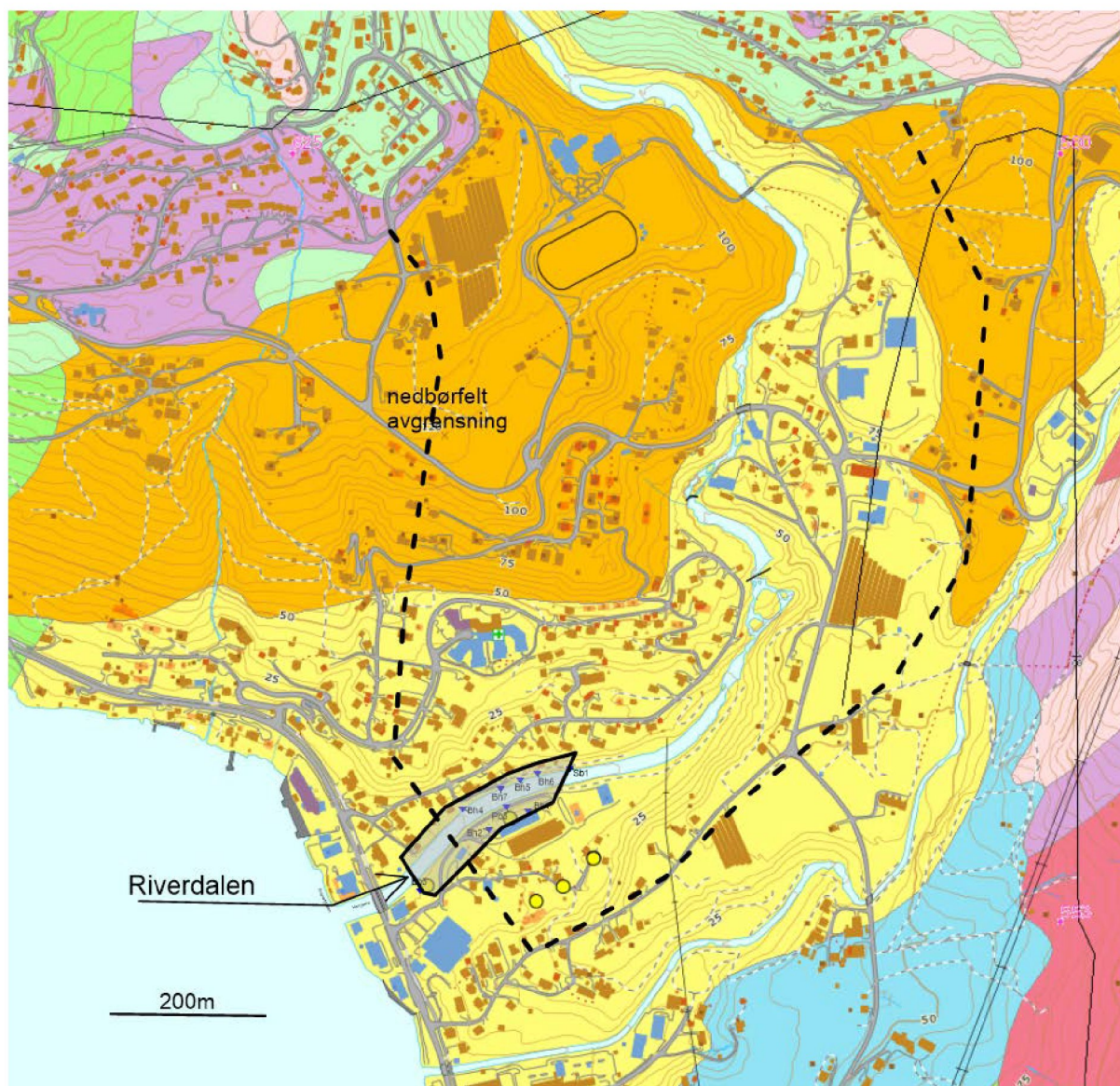
1.4.3 Plan- og bygningsloven

Det er ikke nødvendig med byggetillatelse etter plan- og bygningsloven for tiltak med konsesjon etter vannressursloven. Tiltaket må likevel være i tråd med gjeldende arealplaner, og kommunen må gi dispensasjon til midlertidig bruksendring fra gjeldende arealplaner.

1.5 Geologi og løsmasser

Berggrunnen i nedbørfeltet består for det meste av gneis og granitt og en sone med fylitt noe nord for området med grunnvannsbrønnene.

Avsetningen som er prøveboret og testet er en tykk sand/grus deltaavsetning, opp mot 50 m mektig, med høy vanngiverevne. Magasinet er tykkest ut mot fjorden og minkende oppstrøms langs elven. Det er påvist i leire grunt i borehull Sb1 (sonderingshull). Dette tyder på at tilsigsmønsteret i sand/grus til brønnfeltet er mer usikker i østlig, oppstrøms retning. Løsmassekart for området er vist i Figur 1-3.



Figur 1-3 Riverdalen vist på løsmassekart med brønnområdet (innringet) og avgrensning til nedbørfelt. Oransje angir breelvavsetning mens gul angir elveavsetning som dekker breelvavsetningen ved brønnområdet og elven.

2 Beskrivelse av tiltaket

2.1 Hoveddata

Det vil pumpes grunnvann fra fem grunnvannsbrønner i Riverdalen sentralt i Hermansverk. Vannet overføres gjennom en ca. 1600 m lang rørledning på bakken langs vestsida av Henjaelvi, via nytt pumpehus på kote 50 til eksisterende pumpestasjon på ca. kote 135. Herfra går vannet videre til eksisterende vannbehandlingsanlegg og høydebasseng/rentvannsbasseng på kote 147 før det fordeles ut til forbrukerne.

Tabell 2-1 Hoveddata for omsøkt vannuttak.

	Bh5	Bh6	Bh7	Bh8	Bh9
Koordinater (UTM32)	384643/ 6785280	384664/ 6785291	384620/ 6785268	384572/ 6785232	384592/ 6785250
Filterdybde	13-28	9,5-23,5	11,5-28,5	15 -30	15-30
Grunnvannsspeil (m under overflaten, ev. også kote)	5,5 muo.	5,5 muo.	5 muo.	5 muo.	5 muo.
Ev. dybde til fjell (m)	27	23	28	35	29
Brønn i løsmasse eller fjell	løsmasse	løsmasse	løsmasse	løsmasse	løsmasse
Maks. uttak (l/s el. m ³ /døgn)	5 l/s*	5 l/s*	5 l/s*	15 l/s**	12 l/s**
Normalt uttak (l/s el. m ³ /døgn)	2 l/s	2 l/s	2 l/s	7,5l/s	7,5l/s

*Begrenset av brønndiameter

**Begrenset av maksimum avsenkning på 5 meter

2.2 Beskrivelse av tiltaket

2.2.1 Dagens vannforbruk og dimensjonering av provisorisk løsning

For perioden 2014-2016 har Leikanger kommune oppgitt følgende vannforbruk:

- Gjennomsnittlig døgnforbruk: ca 1400 m³/d (16 l/s)
- Maks døgnforbruk sommer: ca 3700 m³/d (43 l/s)
- Normalt vinterforbruk: ca 1200-1600 m³/d (14-19 l/s)

I forbindelse med oppgradering av eksisterende vannbehandlingsanlegg i 2009-2013 ble det gjort vurderinger av historisk vannbehov for perioden 2005-2011. Konklusjon av vurderingene ble at vannbehovet sjeldent lå over 40 l/s, mens noen få døgn kunne ligge opp mot 50 l/s.



Etter 2012/2013 er vannlekkasjer redusert med omtrent 10 l/s, og historiske data samsvarer da godt med perioden 2014-2016 som gir et maksimalt døgnforbruk på 43 l/s.

Kommunalt vannverk leverer drikkevann for vanning til et fåtall gårder, samt at det benyttes drikkevann for vanning av private hager. I perioder med tørke er det stipulert at behov for drikkevann til vanning har ligget i området 20-30 l/s fra det kommunale ledningsnettet.

Kommunestyret i Leikanger kommune har i juni 2017 akseptert at grunnvann fra Hermansverk benyttes som provisorisk vannforsyning, og gjennom tilbakemelding fra rådmannen 08.12.2017 er det lagt som forutsetning at provisorisk vannforsyning dimensjoneres for 30-35 l/s for å ha tilstrekkelig med vann selv om det legges opp til vanningsrestriksjoner.

Basert på ovenstående er det lagt opp til en provisorisk vannforsyning fra grunnvannsbrønner ved Hermansverk på 35 l/s.

Så lenge det pågår anleggsvirksomhet i Henjadalen er provisorisk vannforsyning fra grunnvannsbrønner eneste vannkilde til Leikanger vannverk. Eksisterende høydebasseng/rentvannsbasseng vil være reserve for kortere driftsstans.

Volum av høydebasseng/rentvannsbasseng ligger i størrelsesorden 1400 m³. Dette tilsvarer i overkant av 10 timers drift ved dimensjonerende vannrate på 35 l/s.

For akutte feilsituasjoner som ledningsbrudd, feil på pumper eller strømbrudd må det lages en beredskapsplan for rask evaluering og utbedring av feil/skader som kan ha oppstått rundt anlegg for provisorisk vannforsyning.

I tilfeller der skader eller feil ikke kan utbedres innen nødvendig responstid må eksisterende bekkeinntak ved kote 168 i Henjaelvi settes i drift. Dette krever at anleggsvirksomhet i Henjadalen må stoppes for en periode.

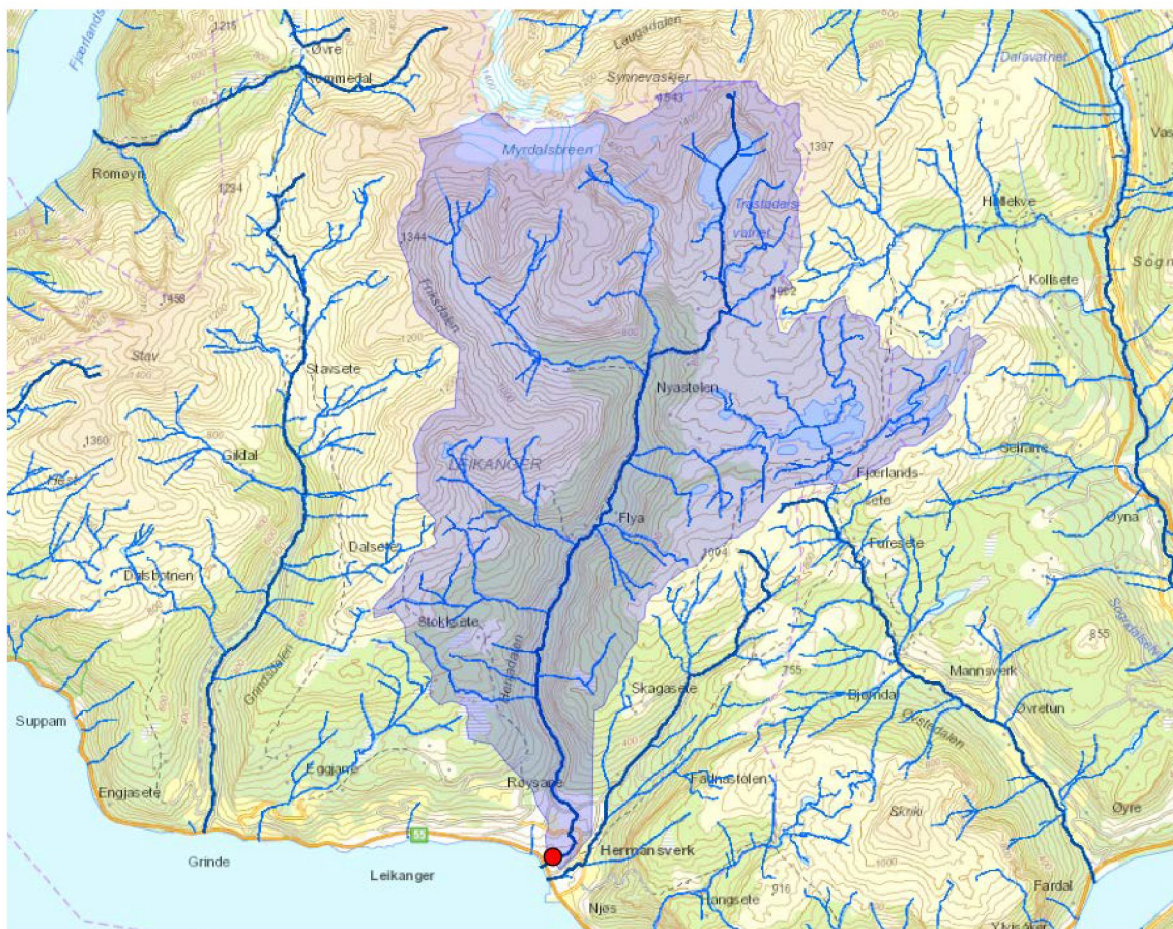
I denne sammenheng er det viktig at anleggsarbeider i Henjadalen planlegges i forhold til at eksisterende inntak ved kote 168 skal kunne fungere som reservekilde i løpet av en 10 timers periode. Dette vil spesielt påvirke tilknytninger og nye kummer i forbindelse med eksisterende inntak, samt rutiner for håndtering av drivstoff til kjøretøy.

2.2.2 Grunnvannsmagasin og brønner

Provisoriske grunnvannsbrønner ved Hermansverk ligger på kote 10. Lokasjon, utforming og kapasitet for grunnvannsbrønnene er vist i Figur 2-2 og vedlegg 1. Grunnvannsmagasinet ved brønnene er en tykk sand/grus deltaavsetning og mektig, opp mot 50 m tykk.

Nedbørfeltet utgjør 65,4 km² og strekker seg flere kilometer nordover (se Figur 2-1). På løsmassekartet i Figur 1-3 vises orientering av dette nedbørfeltet til ytre grensen av sand/grus avsetningen. Sand/grusavsetningen i de nedre delene av nedbørfeltet, og som vises Figur 1-3 er estimert til 675 000 m². Hydrologiske parameter er vist i Tabell 2-2.

Tilslutning til brønnene kommer fra en kombinasjon av infiltrerende nedbør og lekkasje fra Henjaelvi. Det er vanskelig å anslå eksakt hvor mye som kommer fra hver kilde, da lekkasje kan komme fra oppstrømsstrekning av Henjaelva.



Figur 2-1 Utstrekning av grunnvannsbrønnenes nedbørfelt. Kilde: NVE, NEVINA.

Tabell 2-2 Hydrologiske parameter.

Parameter	
Nedbørfelt, areal	65,4 km ²
Magasinets størrelse	Antatt 1,5 – 2,0 mill. m ³
Antatt infiltrasjon	50 % nedbør
Middelvannføring, Henjaelvi kote 10 (61 – 90)	59,1 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring, Henjaelvi kote 10	4,8 l/(s*km ²)

Borehull 1 og 2 (Bh1 og Bh2) er planlagt benyttet for leveranse av vann til Marine Harvest (MH). Maksimalt uttak av vann fra denne siden skal begrenses til 15 l/s. Leveranse av vann til MH inngår ikke som del av provisorisk vannforsyning til Leikanger vannbehandlingsanlegg, men er hensyntatt i de hydrogeologiske vurderingene da de benytter samme grunnvannskilde som de de midlertidige brønnene til Leikanger vassverk. Bh3 og Bh4 er peilebrønner.

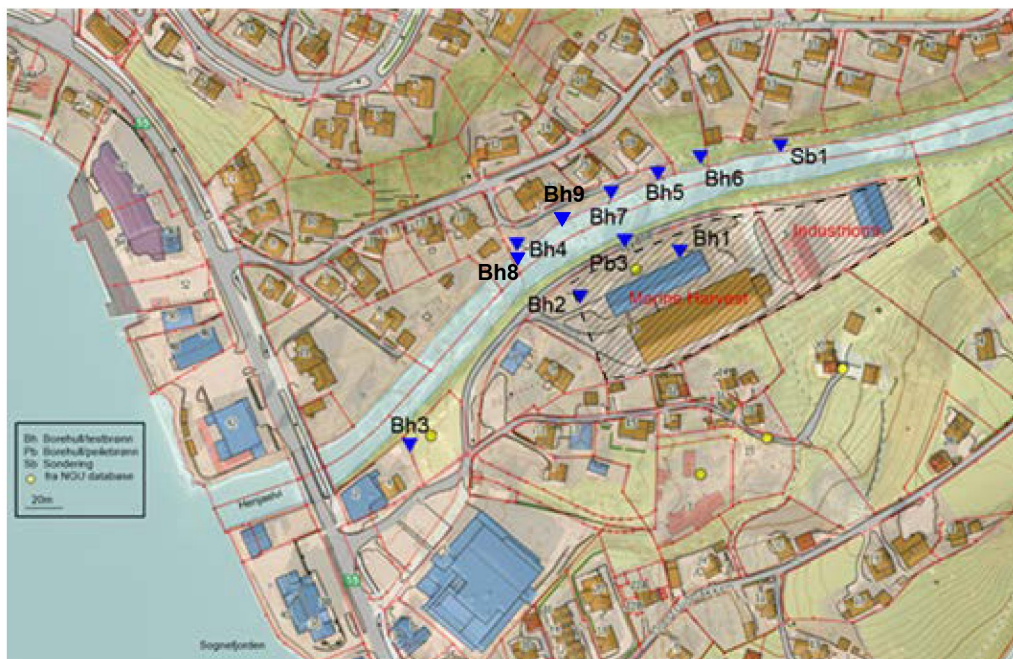
Brønner Bh5- Bh9 er tiltenkt provisorisk/midlertidig vannforsyning. Det er noe usikkerhet rundt retning på tilsiget til brønnene, men det antas å komme primært lateralt nordvest og nordøst for Henjaelvi og som lekkasje fra elva. Det er pr. i dag ikke satt peilebrønner mot vest og nord, grunnet vanskelighet med å finne egnet plassering og skaffe tillatelse fra grunneiere.

Strømningsmønsteret er fremstilt på kart under (Figur 2-3 og Figur 2-4). Det er pumpet fra fire brønner (Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7) v/ ca. 32 l/s (Figur 2-3), noe som representerer et tilnærmet maksimum uttak, og fra to brønner (Bh4 og Bh6) v/ ca. 16 l/s (Figur 2-4), som tilsvarer et gjennomsnittsuttak.



Det høyeste uttaket (32 l/s) gir en sterkere avbøyning mot Bh4 og Bh5, sammenlignet med normal strømningsretning, enn ved det laveste uttaket (16 l/s).

Det er påvist 2 - 4 m avsenkning i pumpende brønner avhengig av uttak. Senkningstraktenes utbredelse antas til å være 20-30 m. Utover dette blir senkning beskjedent, dvs. < 0,2m. Det er økende avsenkning i oppstrøms retning der akviferen minker i tykkelse og tilsiget er avkortet og dårligere.



Figur 2-2 Lokalisering av borehullene. De er også vist i vedlegg 1. Bh1 og Bh2 vil forsyne Marine Harvest sitt anlegg. Bh5 – Bh9 vil benyttes til provisorisk vannforsyning. Bh3 og Bh4 er benyttet til peilebrønner. Sb1 har vært en sonderingsbrønn.

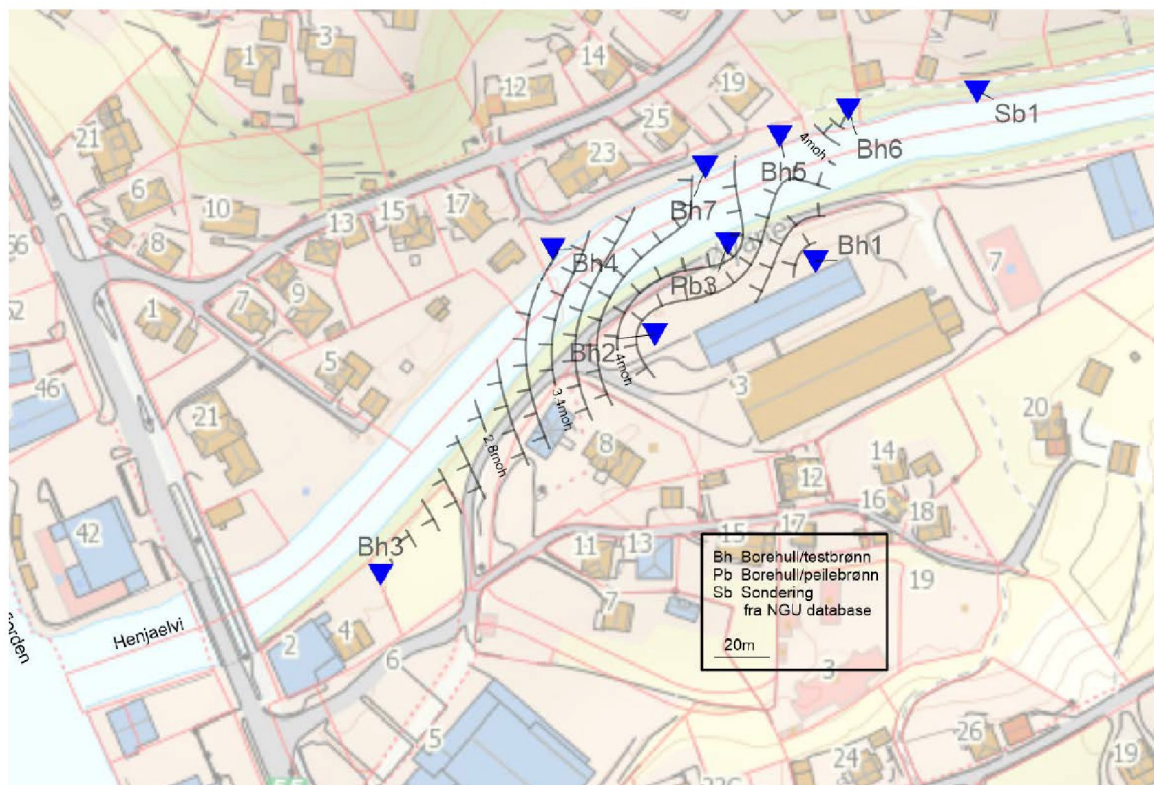
Oppsummert indikerer kartleggingen at det vil foregå strømming under elva mot de pumpende brønnene når ratene er på 7 l/s pr. brønn eller høyere.

Prøvepumping av alle brønner har foregått siden november 2016 (se Tabell 2-3). Grunnvannstand og vannkvalitet har vært stabile i hele perioden. Ut fra hva det er mulig å ta ut fra grunnvannet, vurderes magasinets tåleevne til å være en del høyere enn det planlagte uttaket. Men det velges å holde uttak på et lavere nivå fordi det er en viss risiko for saltvannsinntrengning. I tillegg er det viktig at trekking av grunnvann fra Marine Harvest side av elva holdes til en minimum. Det betyr at grunnvannstand i de provisoriske brønnene ikke bør være særlig lavere enn grunnvannstand i de to brønnene på Marine Harvest siden.

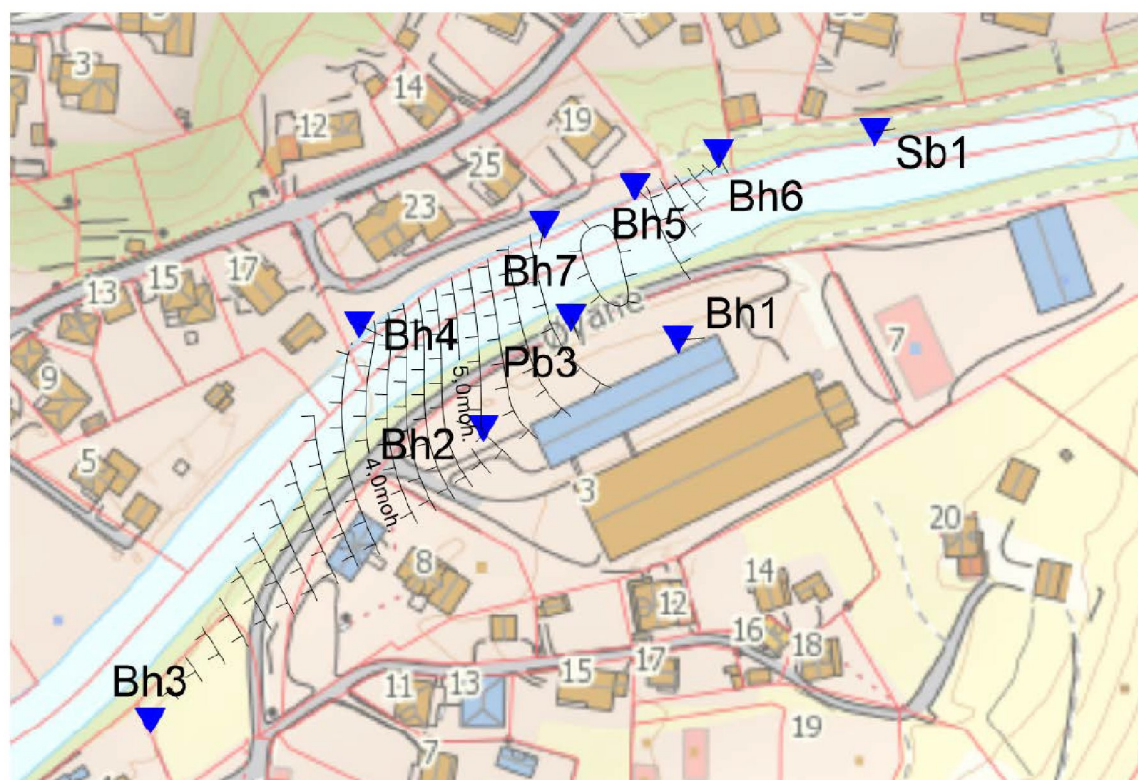
Tiltak som skal sikre grunnvannet er kontinuerlig overvåking av grunnvannstand og konduktivitet (for saltinnhold), samt jevnlig prøvetaking og analyser av grunnvann fra alle brønner, Marine Harvests sine inkludert. For ytterligere vurderinger rundt hydrogeologiske forhold og resultat fra prøvepumping se vedlegg 3.

Tabell 2-3 Oversikt over utført prøvepumping.

Tidsperiode	Brønner pumpet	Samlet uttak
nov. 2016 – feb. 2017	Bh1 og Bh2	12,5 l/s
mars 2017 – aug. 2017	Bh4, Bh5, Bh6, Bh7	25-32 l/s
okt. 2017 – mai 2018	Bh1, Bh2, Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7	30–45 l/s



Figur 2-3 Kart over grunnvannstrømning fra prøvepumping i april 2017 ved pumping av Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7 på ca. 8 l/s i hver brønn, totalt ~ 32 l/s. Det viser strømning fra Pb3 under elva mot Bh4 og Bh7. Høyeste grunnvannstand er ved Bh1 og det er en strømningsgradient østover fra Bh5 ned mot Bh6, da avsenkning som en følge av pumpingen blir større i Bh6.



Figur 2-4 Kart over grunnvannstrømning fra prøvepumping i mai 2017 ved pumping av Bh4 og Bh6 ca. 8 l/s pr. brønn, totalt ~ 16 l/s. Det viser et grunnvannsskille mellom Bh7 og Bh5. Strømning vest for skillet går mot Bh4 og følger videre det regionale strømningsmønsteret. Øst for skillet går grunnvannsstrømning mot Bh6.



2.2.3 Rørledning

Det vil bli lagt ca. 1610 m rørledning fra grunnvannsbrønnene på kote 10, via pumpehus på kote 50 til eksisterende ventilhus/pumpestasjon på ca. kote 135 (se Figur 2-5 og vedlegg 1).

Traseen følger eksisterende sti/traktorveg/vegkant fra grunnvannsbrønnene og langs Henjaelvi til den kommunale vegen «Lundevegen». Herfra ligger traseen på yttersiden av Lundevegen i utmark/skog opp til ca. kote 50. Her er pumpestasjon og tilhørende magasin tenkt plassert. Leikanger kommune eier grunnen i dette området (gnr/bnr 18/28).

Fra kote 50 ligger traseen i utmark opp til Njøsavegen. Kryssing av Njøsavegen finner sted ved å henge opp vannledningen under brua.

Videre går traseen i utmark oppover på yttersida av Syril stadion og Leikanger barneskole, for så å gå i skoglendt terreng opp til pumpehuset nedenfor vannbehandlingsanlegget.

Ledningen vil bli godt merket på hele traseen, og sikres med anleggsgjerde på ekstra utsatte steder, som ved barneskolen. Ledningen vil bli forankret ved større retningsendringer og under brua.

På tre steder vil ledningen graves ned der den krysser eksisterende veg. Dette gjelder under en innkjørsel til en privat garasje i Lundevegen, under gang- og sykkelstien øst for stadion og under Holevegen like ved eksisterende vannbehandlingsanlegg.

Grunnvannsbrønner vil ha en temperatur i området 4-8 grader, og det er forventet relativ kontinuerlig drift. Ved kontinuerlig drift er det ikke nødvendig med frostsikring av rør. Derom det er planlagt stans av provisorisk forsyning over lenger periode enn 5-6 timer vil ledningen tappes for vann for å hindre frysning.

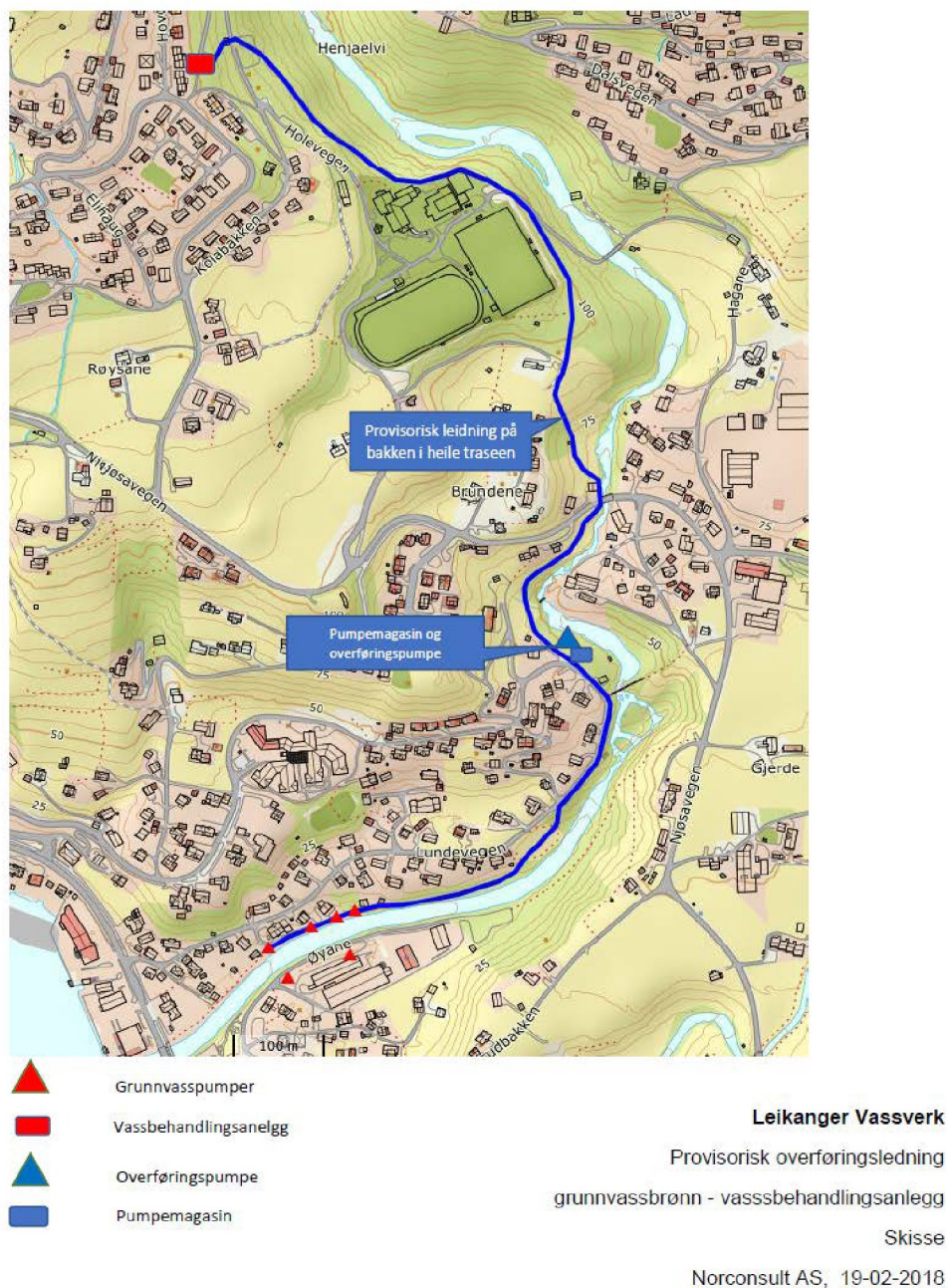
Ledningen blir utført i strekkfast PE-rør. Rørdimensjon vil være en kombinasjon av Ø250 PE100 SDR7.4 (PN20 bar) for delen med høyest trykk fra pumpestasjonen kote 50 og til ca. kote 70 moh, og ellers Ø225 PE100 SDR11 (PN12.5 bar) på strekningen grunnvannsbrønner – pumpestasjon og strekning kote 70 – vannbehandlingsanlegg.

2.2.4 Pumpestasjon

Fra grunnvannsbrønnene pumpes vannet inn på rørledningen som leder vannet opp til pumpestasjon på kote 50. Samlet rørføring er omtrent 600 m og grunnvannspumper må ha en løftehøyde på rundt 55 m målt ved utløpsflens topp brønn ved kote 10. Pumpestasjon på kote 50 består av et vannreservoar på 20 m³ og 2 frekvensstyrte sentrifugalpumper som leder vannet videre opp til Leikanger VBA i en 1000 m lang ledning. Samlet statisk høyde og hydraulisk trykktap i rørføring fra pumpestasjon ved kote 50 til Leikanger VBA på kote 147 er omtrent 110 m. I tillegg må det legges til 20-30 m løftehøyde for pumper for prosessregulering. Samlet løftehøyde for pumper blir rundt 135 m ved en dimensjonerende mengde på 35 l/s.

Det er planlagt å installere en online måler for turbiditet, konduktivitet og pH som del av pumpestasjon for provisorisk vannforsyning. Denne vil kunne overvåke grunnvannsbrønner, og gi alarm dersom det oppstår forhold som kan gi mistanke om forurensninger fra brønner.

Ved pumpestasjonen vil det bli oppført et prefabrikkert pumpehus med ca. 2,5 x 3 m grunnflate på plassbygd betongfundament/-plate. Eksempel på lignende pumpehus er vist i Figur 2-6.



Figur 2-5 Trase for midlertidig/provisorisk vannledning mellom grunnvannsbrønner og eksisterende vannbehandlingsanlegg. Traseen er også vist i vedlegg 1.



Figur 2-6 Eksempel på typisk prefabrikkert pumpehus fra Grundfos. Foto: Grundfos.

2.3 Fordeler og ulemper ved tiltaket

2.3.1 Fordeler

Etablering av en midlertidig drikkevannsforsyning vil sikre at Leikanger vassverk kan levere drikkevann av god kvalitet i perioden med anleggsarbeid i Henjadalen, uten fare for forurensning fra de planlagte arbeidene.

2.3.2 Ulemper

Den midlertidige rørledningen vil legges på bakken, og vil bare graves ned der den krysser veier. Dette kan i utgangspunktet fremstå som et skjemmende tiltak siden rørledningen blir godt synlig fra nærliggende områder. Rørledningen har likevel forholdsvis liten dimensjon, og siden tiltaket er av midlertidig karakter er det vurdert som mindre skjemmende å la den ligge oppe på bakken i driftsperioden enn å grave den ned på hele strekningen, med de konsekvensene for landskap, natur og nærmiljø et slikt anleggsarbeid medfører.

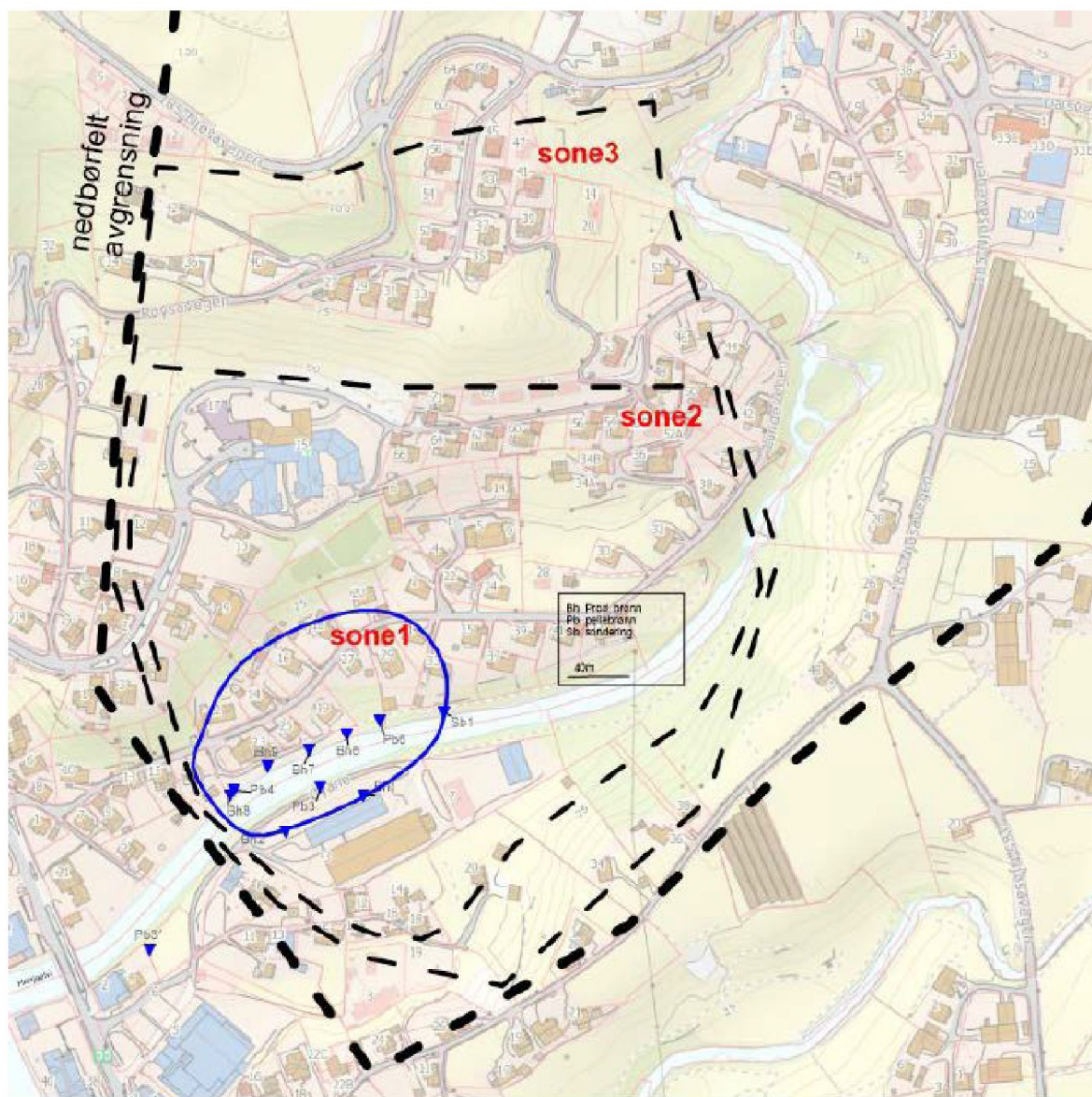
Grunnvannsuttaget vil også medføre restriksjoner på bruk og aktiviteter i tilsigsområdet, og det kan bli innført forbruksrestriksjoner på vannforbruk i perioder med høyt vannforbruk (i perioder med behov for vanning).



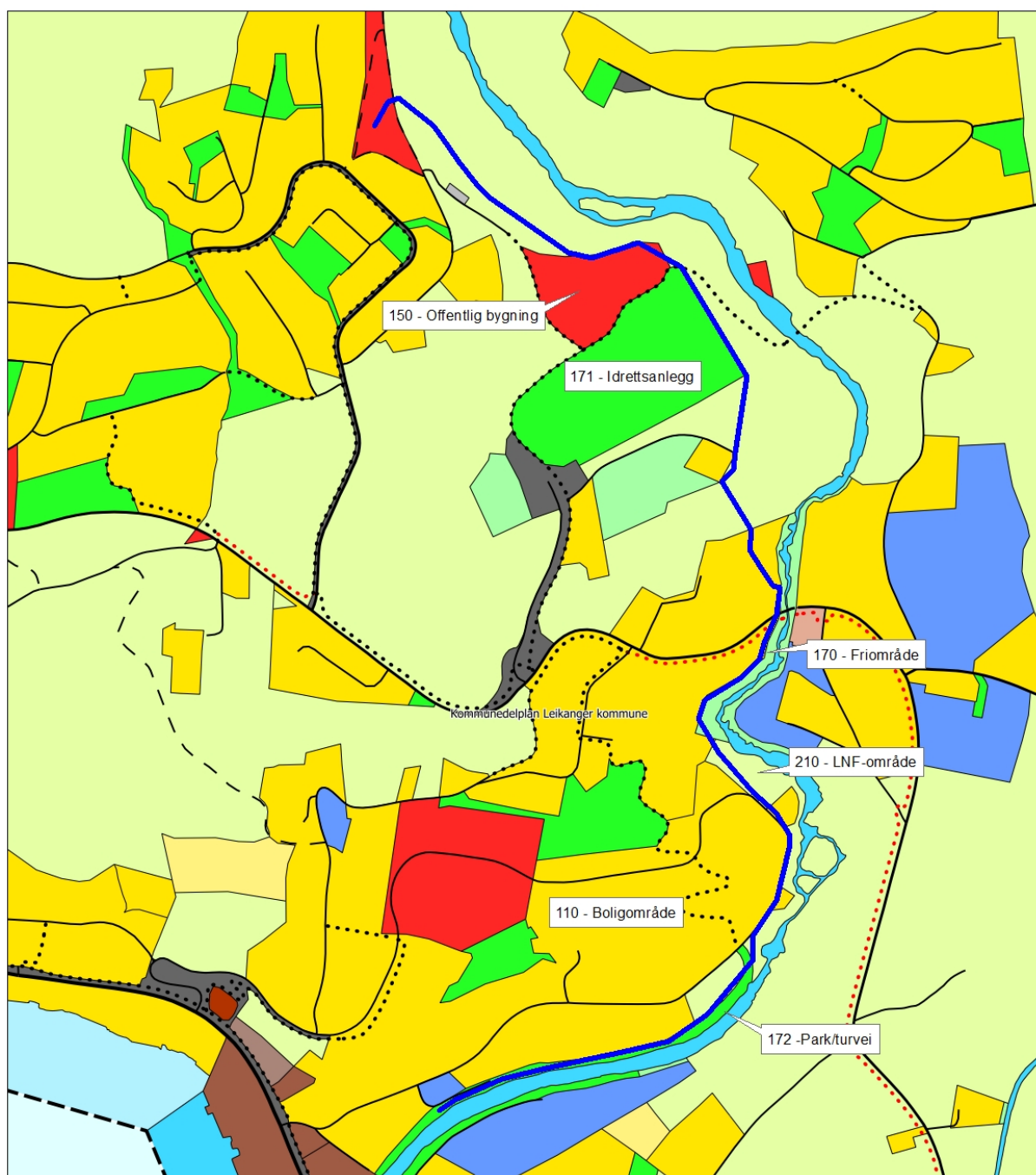
2.4 Arealbruk og eiendomsforhold

2.4.1 Arealbruk

Selve brønnene ligger i et område som er avsett til park/friområde langs elva. Sikringssone 1 omfatter for det meste boligområder, mens sone 2 og 3 i tillegg omfatter offentlige bygg, park og friområder og LNF-områder (se Figur 2-8). Den planlagte rørledningen går stort sett gjennom LNF- og friområder, i tillegg til et mindre område regulert som park/turvei. I tillegg tangerer den en del boligområder. Tiltaket er derfor ikke i tråd med regulerte arealformål i kommuneplanen for Leikanger kommune, og det må søkes om dispensasjon eller midlertidig tillatelse i henhold til plan- og bygningsloven.



Figur 2-7 Oversiktskart over grunnvannsbrønner med antatt utbredelse av sikringssoner.



Konesjonssøknad - midlertidig uttak av grunnvann til Leikanger vassverk Arealbruk



Figur 2-8 Forhold til kommuneplanens arealdel. Blå strek er trasé for midlertidig rørløsing. Kilde: Kartverket.



De midlertidige sikringssonene innføres for å forhindre ny aktivitet i området som kan medføre økt forurensningsfare for grunnvannsbrønnene. Det vil ikke være mulig eller hensiktsmessig å innføre strenge restriksjoner på den aktivitet og utbygning som allerede eksisterer i området. For å tilfredsstille kravene til beskyttelsessoner rundt grunnvannskildene som beskrevet av Folkehelseinstituttet (Vannrapport 127: *Vannforsyning og helse. Veiledning i drikkevannshygiene*) vil det bli gjennomført ulike risikoreducerende tiltak.

2.4.2 Eiendomsforhold

Leikanger kommune vil så langt som mulig forsøke å inngå minnelige avtaler med alle grunneiere og rettighetshavere. Det satt i gang en prosess for inngåelse av avtaler, og det er planlagt et møte med grunneierne i juni der det er forventet at det vil bli inngått avtaler med de fleste grunneierne. For eventuelle tilfeller der dette ikke oppnås søkes det om ekspropriasjonsrett etter oreigningslova.

Liste over grunneiere for grunnvannsuttaget og tilhørende infrastruktur er vist i vedlegg 2.



3 Virkninger for miljø, naturressurser og samfunn

3.1 Naturmangfold

3.1.1 Dagens situasjon

Det ble gjennomført kartlegginger av naturmangfold i Leikanger kommune i 2003 og 2011. I 2003 ble det gjennomført registrering av naturtypelokaliteter i tråd med DN- håndbok 13, mens det i 2011 ble foretatt supplerende kartlegging og kvalitetssikring av utvalgte naturtypelokaliteter. Fokus for kartlegginga i 2011 var lokaliteter med slåttemark og hul eik, som begge er utvalgte naturtypelokaliteter etter naturmangfoldloven. Resultatene fra begge omganger med kartlegging er gjort tilgjengelige i Miljødirektoratets naturbase. I tillegg gir konsekvensutredningen for Leikanger kraftverk verdifull informasjon om naturforholdene i influensområdet for etablering av midlertidig grunnvannsuttak.

Naturtyper

Det er registrert to naturtypelokaliteter i influensområdet:

BN00093675 Dalen Eikeskog er registrert som Gammel fattig edellauvskog (utforming Gammel eikeskog) og gitt verdi B- viktig. Naturtypelokaliteten er i stor grad verdisatt på grunnlag av forekomst av flere hule eiker, med potensial for forekomst av rødlistearter. Som det fremgår av vurderingen av lokaliteten i naturbase, er verdisettingen satt under tvil, og det understrekes at det er grunn til å anta at lokaliteten ville blitt gitt A- verdi (svært viktig) ved grundigere undersøkelser av artsinventar mv. Det framgår også at lokaliteten ikke har status som utvalgt etter naturmangfoldloven, men ut fra lokalitetsbeskrivelsen kan det legges til grunn at enkelte av eikene i lokaliteten har status som utvalgt naturtype jf. forskrift om utvalgte naturtyper etter naturmangfoldloven. I henhold til forskriften er naturtypen 'hul eik' definert som *'eiketrær som har en diameter på minst 63 cm, tilsvarende omkrets på 200 cm, samt eiketrær som er synlig hule og med en diameter på minst 30 cm, tilsvarende omkrets på minst 95 cm. Diameter og omkrets måles i brysthøyde (1,3 m) over bakken. Synlig hule defineres til å være eiketrær med et indre hulrom som er større enn åpningen og der åpningen er større enn 5 cm'. Unntatt er hule eiker i produktiv skog'.*

BN00093661 Gjerdet er registrert som naturtype Fossesprøytsone og gitt viktig (B) verdi. Det er ikke påvist noen spesielle arter her, og naturtypen er i stor grad verdisatt etter føre-var-prinsippet.

Arter av nasjonal forvaltningsinteresse

Det er ikke registrert forekomster av truede- eller nær truede arter i influensområdet for tiltaket. Videre finnes det kun en punktregistrering av hagelupin i nærhet til traséen (se Figur 3-1). Området har svært få rapporteringer i artskart, og har sannsynligvis et manglende datagrunnlag på punktregistreringer av arter. Etter føre-var-prinsippet tas det derfor utgangspunkt i at det kan finnes uregistrerte forekomster av svartelistearter- og truede- og nær truede arter i området.

3.1.2 Tiltakets virkninger

Anleggsfasen

Siden tiltakets omfang i driftsfase er svært begrenset vil eventuelle negative konsekvenser av tiltaket oppstå som følge av aktiviteter knyttet til anleggsfasen. Overordnet vil anleggsarbeid kunne føre til

negative virkninger på vegetasjon og naturmangfold der dette utføres. Støy fra anleggsarbeid vil kunne forstyrre hekkende fugler og annet vilt som er sårbart i yngleperioden. Dersom det er nødvendig å fjerne vegetasjon og føre anleggsmaskiner som skader terrenget vil dette kunne ha en negativ virkning på potensielle uregistrerte forekomster av truede og nær truede arter. Ettersom ledningen er av såpass liten dimensjon, og i hovedsak vil ligge oppå bakken, vurderes anleggsarbeidet å være av et såpass begrenset omfang at de negative virkningene på naturmangfold ikke vil være vesentlige. Naturtype Gjerdet (se Figur 3-1) tangeres/berøres av ledningstraséen, men er avgrenset på bakgrunn av at området utsettes for fosserøyk fra Henjaelvi. Lokaliteten forventes å bli ubetydelig berørt ettersom tiltaket ikke påvirker elvas vannføring. Det legges da til grunn at fysiske inngrep/terrenginngrep vil bli minimale, ettersom ledningen skal legges oppå bakken.

Driftsfasen

Ledningen er av svært liten dimensjon og den vil, med tilhørende pumpeanlegg, kun ligge over bakken i en begrenset periode. I følge hydrologiske undersøkelser (se vedlegg 3) overstiger ikke grunnvannsuttaget grunnvannsressursens kapasitet, og det ses derfor ingen grunn til at noen grunnvannsavhengige forekomster vil berøres som følge av senket grunnvannsstand. Derfor synes tiltakets omfang i driftsfasen å være så begrenset at dets virkninger på biologisk mangfold vil være ubetydelige.

3.1.3 Vurderinger etter naturmangfoldloven kap. III

Naturmangfoldloven kap. II inneholder alminnelige bestemmelser om bærekraftig bruk. Bestemmelsene gjelder ved all myndighetsutøvelse som berører naturmangfold, uavhengig av om myndighetsutøvelsen skjer i medhold av naturmangfoldloven, plan- og bygningsloven eller annet lovverk. Bestemmelsene i §§ 8-12 skal også sees opp mot forvaltningsmål for arter og naturtyper gitt i §§ 4 og 5.

Naturmangfoldloven § 8 (kunnskapsgrunnlaget) slår fast at «*offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger. Kravet til kunnskapsgrunnlaget skal stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfoldet*». Ved vurdering av § 8 skal det legges til grunn kunnskap om naturmangfoldet/forekomstene som påvirkes av beslutningen, og hvilke effekter beslutningen vil ha for naturmangfoldet. Risiko for skade på naturmangfoldet, og de berørte verdienes «særegenhet» er blant kriteriene som skal legges til grunn.

Naturmangfoldloven § 10 (økosystemtilnærming og samlet belastning) sier at «*en påvirkning av et økosystem vurderes ut fra den samlede belastning som økosystemet er eller vil bli utsatt for*». I dette ligger det at tiltaket skal sees opp mot andre forhold som påvirker naturmangfoldet, og vurderingen skal omfatte andre tilsvarende tiltak/inngrep, andre typer tiltak/inngrep (både eksisterende og fremtidige), samt andre relevante påvirkningsfaktorer. Vurderinger etter § 10 skal sees opp mot forvaltningsmålene for arter og naturtyper i §§ 4 og 5. Naturmangfoldloven § 9 (føre-var-prinsippet) kommer til anvendelse dersom det ikke foreligger tilstrekkelig kunnskap jf. § 8.

Som nevnt er det potensial for uregistrerte forekomster av truede- og nær truede arter i influensområdet for tiltaket. Ettersom ledningen på det aller vesentligste av strekningen vil bli lagt på bakken vil terrenginngrepene i forbindelse med tiltaket være begrenset. Potensialet for negative effekter på eventuelle artsforekomster vurderes derfor også som begrenset, under forutsetningen av at det velges skånsomme teknikker for fremføring av ledningen, jf. bestemmelsene om miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder i naturmangfoldloven § 12. På denne bakgrunn vurderes kunnskapsgrunnlaget som tilstrekkelig jf. naturmangfoldloven § 8. Tiltaket vil ikke berøre kjente forekomster av truede- eller nær truede arter, og vil ha en svært begrenset virkning på registrerte

naturtypelokaliteter i området. Tiltaket vurderes derfor ikke å medføre virkninger for naturmangfold som vil være i strid med naturmangfoldlovens bestemmelser om forvaltningsmål for naturtyper og arter jf. §§ 4 og 5.



Figur 3-1 Naturmangfold i Leikanger. Naturtype Gjerdet tangeres av ledningstraséen.



3.2 Landskap

3.2.1 Dagens situasjon

Tiltaksområdet preges av kulturlandskap og bebyggelse rundt en elvedal som strekker seg fra fjorden i sør med stigende terreng nordover. Området er preget av et jevnt dekke av høyerestående vegetasjon, til tross for at en stor del av området består av kulturlandskap og bebyggelse. Langs Henjaelvi forekommer det relativt sammenhengende områder av stedvis svært tett vegetasjon, slik at elva ofte blir helt skjermet for innsyn.



Figur 3-2. Fotopunkt fra vegen Øyane mot vest-nordvest der grunnvannspumpene finnes. Ledningen vil gå langs vestsiden av elva. Kilde: Google Earth.



Figur 3-3. Fotopunkt fra vegen Øyane mot nordøst som viser landskapet i Henjadalen godt. Kilde: Google Earth.



Figur 3-4. Fotopunkt mot området der pumpemagasin og overføringspumpe plasseres. Sett fra Lundevegen mot nord-nordøst. Området er dekket av tett vegetasjon. Kilde: Google Earth



Figur 3-5. Fotopunkt som viser typisk vegetasjon og landskap langs Henjaelvi. Sett mot nordvest fra brua der Mjøsvegen krysser elva. Kilde: Google Earth.



Figur 3-6. Fotopunkt som viser området der ledningen vil gå inn mot det eksisterende vannbehandlingsanlegget. Sett fra Kleppavegen mot nord. Kilde: Google Earth.

3.2.2 Tiltakets virkning

Ved anleggelse av provisorisk vannforsyning vil rør i 225/250 mm diameter forlegges på bakken i ledningstraséen. Siden rørene ligger på bakken vil de kunne føre til en viss visuell forringelse av landskapet der de er synlige. Ledningen er av relativt liten diameter og vil ligge lavt i terrenget, og slik det framkommer i Figur 3-2 til Figur 3-6 vil større deler av strekningen gå i områder med tett vegetasjon eller begrenset innsynsvinkel, slik at tiltaket vil være usynlig eller svært lite synlig ved betraktning av landskapet både i sin helhet og i småskala. Derfor synes tiltakets visuelle forringelse av landskapet totalt sett å være svært liten eller ubetydelig.

3.3 Kulturminner

Tiltaket verken berører eller visuelt forringer noen kjente kulturminnelokaliteter Figur 3-7



Figur 3-7 Kulturminner i Leikanger.

3.4 Landbruk

3.4.1 Dagens situasjon

Større deler av Henjadalen er preget av kulturlandskap. Landbruket består av heldyrka og overflatedyrka mark, samt noe innmarksbeite og arealer benyttet til frukt-/bærproduksjon Figur 3-8.

Lenger nord i Henjadalen forekommer utmarksbeite av sau med en beitetetthet på 25 sau per km². Om tetthet på sau er sluppet etter områdets beitekapasitet tyder det på ikke på at området har noen spesielt høy beitekvalitet.

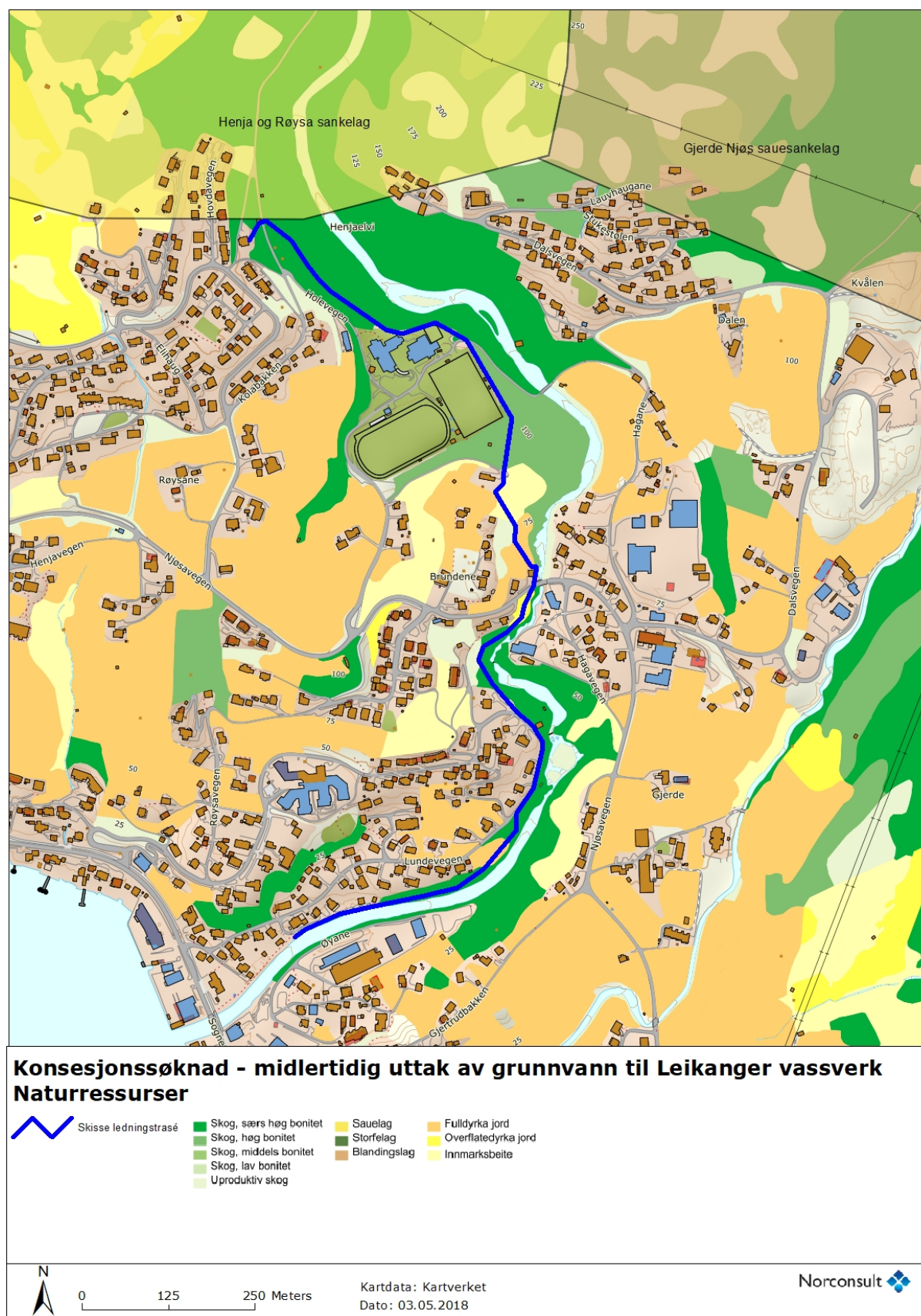
Flere områder i Henjadalen er bevokst med skog av stort sett svært høg eller høg skogbonitet. Typisk er dette områder som på grunn av terreng har vært utilgjengelig for anleggelse av bebyggelse eller jordbruksarealer. Derfor er de bratteste områdene ned mot Henjaelva bevokst av et relativt sammenhengende belte av skog.

Et fåtall gårdsbruk (3 – 4 stk) benytter drikkevann til landbruksvanning. I perioder med tørke er det stipulert at behov for drikkevann til vanning har ligget i området 20-30 l/s fra det kommunale ledningsnettet. Dette inkluderer vann til hagevanning.

3.4.2 Tiltakets virkninger

Siden det maksimale vannuttaket fra den provisoriske løsningen er noe lavere enn maksimalt vannbehov i tørkeperioder med behov for vanning av hager og landbrukseiendommer kan det bli innført vanningsrestriksjoner. Restriksjonene vil først og fremst gjelde hagevanning. Det er ikke avklart om restriksjonene også vil omfatte vanning til landbruksformål.

Bønnene, rørledningen og pumpehuset berører ingen områder med verdi for landbruk, skogbruk eller utmarksressurser. Bortsett fra eventuelle konsekvenser av vanningsrestriksjoner vil tiltaket ikke påvirke landbruket i noen grad.



Figur 3-8 Naturressurser i Leikanger.



3.5 Brukerinteresser

3.5.1 Dagens situasjon

Deler av områdene rundt Henjaelvi er tilgjengeliggjort med stier og bruer, og brukes nok til en viss grad til friluftsliv. I tillegg blir elva benyttet av fritidsfiskere.

3.5.2 Tiltakets virkninger

I anleggsfasen vil deler av friluftsområdene langs Henjaelvi muligens gjøres utilgjengelig for ferdsel i kort tid når ledningen anlegges. Siden tiltaket i driftsfase kun innebærer en ledning med liten diameter ses det ingen grunn til at området utilgjengeliggjøres i denne perioden, så fremt anlegget sikres tilstrekkelig for å unngå forulempelse av tredjeperson.



4 Avbøtende tiltak

4.1.1 Anleggsfase

Det bør generelt sett vises aktsomhet for vegetasjon i anleggsfase, med skånsom ferdsel med anleggsmaskiner og begrenset hogst til det mest nødvendige.

Virkninger på naturmangfold vil være minst dersom støyende anleggsarbeid legges utenom yngleperioden for fugl og vilt fra og med mars-juni. Anleggsperioden er planlagt i perioden januar – mars 2019, og er dermed utenom denne perioden.

4.1.2 Driftsfase

Siden tiltakets virkninger i driftsfasen er såpass ubetydelige ses det ingen aktuelle avbøtende tiltak.

5 Vedlegg

- Vedlegg 1 Kart over tiltaksområdet
- Vedlegg 2 Grunneiere og rettighetshavere
- Vedlegg 3 Rapport Hydrogeologiske undersøkelser



Tekniske installasjoner og ledningstrase

- ▲ Grunnvannspumpe
- ▲ Overføringspumpe
- Pumpemagasin
- ▤ Ledning hengt på brukar
- ▨ Ledning gravd ned
- Ledningstrase

WGS84/UTM33N
Kartverkets gråtopo
20180509

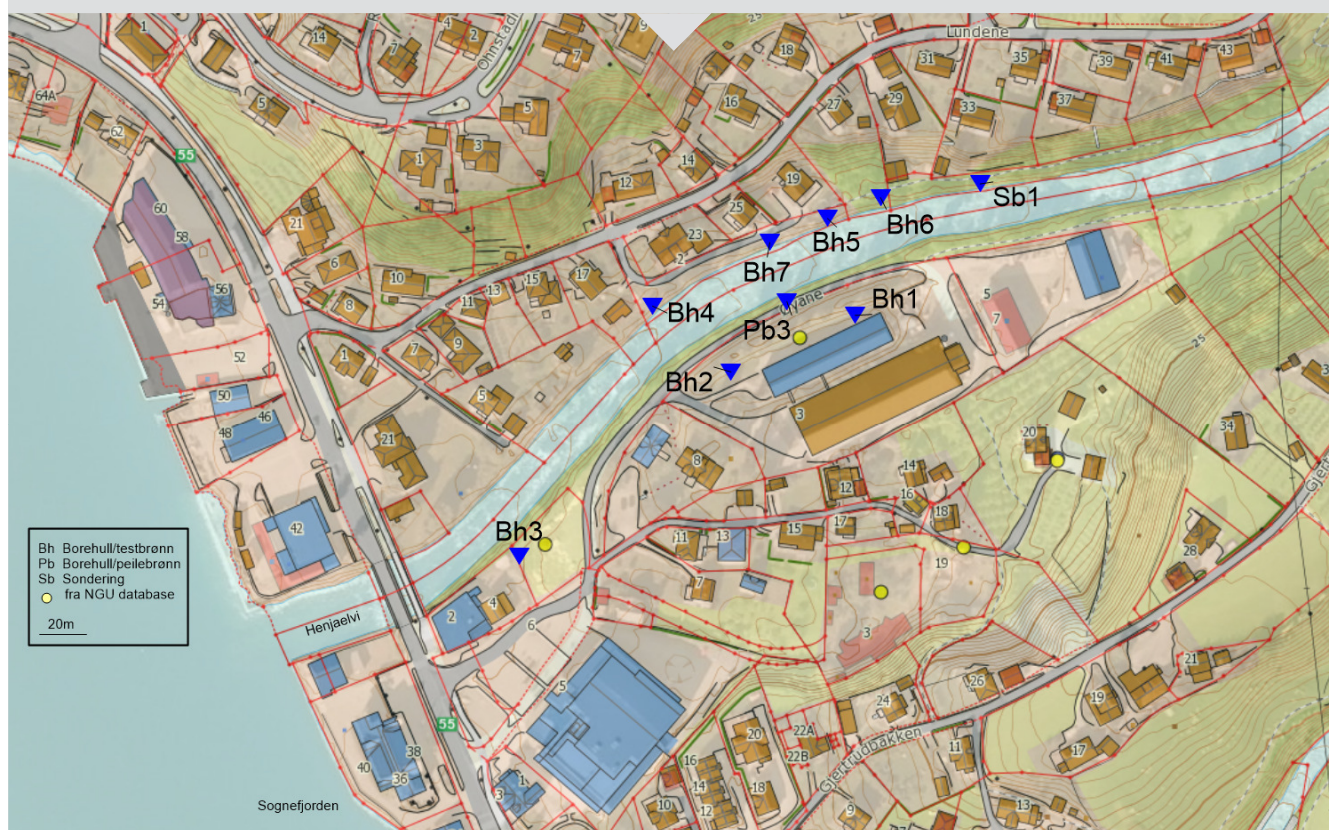


Sognekraft

Vurdering av grunnvann som drikkevannskilde

Hydrogeologiske undersøkelser i Hermansverk sentrum

Leikanger vassverk



Oppdragsnr.: 5163572 Dokumentnr.: 1 Versjon: J05
2017-05-24

Oppdragsgiver: Sognekraft
Oppdragsgivers kontaktperson: Arnt Otto Øygarden
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Disiplinleder vannforsyning Jon Ove Lomheim
Fagansvarlig: Joseph Allen
Andre nøkkelpersoner: Kevin Tuttle, fagkontroll hydrogeologi
Trond Sekse, prosjekterende vassforsyning

J05	2017-05-24	for bruk	JoA	KJT	JOL
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS 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.

Sammendrag

Bakgrunn

Det er utført hydrogeologiske undersøkelser av et område ved Henjaelvi nær Hermansverk sentrum i Leikanger kommune. Målsetningen har vært å vurdere områdets/avsetningens egnethet som råvannskilde. Kilden skal vurderes både som en permanent løsning og som en midlertidig løsning eller reserveløsning.

Vannbehovet som arbeidet vurderes opp mot er som følger:

Gjennomsnittlig døgnforbruk:	ca. 1400 m ³ /d (16 l/s)
Maks døgnforbruk sommer:	ca. 3700 m ³ /d (43 l/s)
Normalt vinterforbruk:	ca. 1200-1600 m ³ /d (14-19 l/s)
Dimensjonerende mengde:	ca. 4300 m ³ /døgn (snitt 50 l/s)

Arbeidsomfang

Arbeidet, som ble påbegynt i november 2016 og pågår pr. dags dato, har bestått av etablering og testing av seks prøvebrønner for kapasitet og vannkvalitet, samt utarbeidelse av et preliminært forslag til sikringssoner rundt brønnene og beskrivelse av potensielle brukskonflikter knyttet til beskyttelse av kilden. Det er også utført et sporstofforsøk hvor det er undersøkt om det foregår stofftransport under elva, fra sørsiden av elva, hvor det er industriell aktivitet, mot brønnene på nordsiden.

Avsetning og grunnvannsmagasinet

Avsetningen som er prøveboret og testet er en tykk sand/grus deltaavsetning, med opp mot 50 m tykkelse. Massene har høy vanngiverevne. Avsetningen er tykkest ut mot fjorden og minkende oppstrøms langs elven.

Grunnvannstrømning

Uten pumping går den regionale grunnvannsstrømningen ved brønnfeltet parallelt med elva sydvestover i retning fjorden som er utstrømningsresipient. Ved pumping med en samlet rate på ca. 32 l/s, går strømmingen inn mot brønnfeltet. Kartleggingen, inklusiv et sporstofforsøk, indikerer at det vil foregå strømning under elva ved de benyttede pumperatene, men at det samtidig foregår fortykning.

Testpumping og uttakskapasitet

Testpumping av brønnene er pågående og har foregått siden slutten av mars. Undersøkelsene har så langt vist at kilden har kapasitet til å dekke gjennomsnittsbehovet og et uttak inntil ca. 30 l/s. For vurdering av høyere uttak trengs det et utvidet bore- og testprogram.

Vannkvalitet og behandling

Vannkvaliteten i oppumpet vann er god og karakteriseres som noe surt og bløtt. Konsentrasjonene av både jern og mangan, er langt under grenseverdiene for drikkevann. Det er registrert noe forhøyet nitrat og noen utslag på bakteriologiske parametere, som kan muligens knyttes til septik- og slamtanker som fortsatt er i bruk i tilsigsområdet til brønnene. Forhøyet bakteriologisk verdi er vanlig tidlig i en brønns etablering. Nitratverdier forventes å synke eller forsvinne ved eventuell sanering av septiktanker.

Det anbefales at grunnvannet gjennomgår to hygieniske barrierer i vannbehandlingsanlegget. Vannbehandling forespeiles da å bestå av pH-justering, UV-bestråling og en annen hygienisk barriere, samt klor i reserve.

Sikringssoner, restriksjoner og tiltak

Et foreløpig forslag til sikringssoner er utarbeidet basert på volumetriske beregninger og en lekkasje fra elven på 30 % av uttaket.

Vurdering av grunnvann som ny råvannkilde

Den undersøkte grunnvannsressursen ved Henjaelvi viser tilfredsstillende kapasitet og vannkvalitet sammenlignet med oppgitt behov, og bør kunne inngå som en del av drikkevannsforsyning til Leikanger kommune.

Hvorvidt kilden kan eller bør være hoved- eller reservekilde og hvorvidt den har kapasitet til uttak tilsvarende maksimum forbruk er fortsatt usikkert.

Videre arbeid

Supplerende boring og testing av grunnvannet er nødvendig før det kan fremstilles en endelig beslutning om hvordan kilden kan best utnyttes.

Innhold

1	Innledning	6
2	Situasjons- og stedsbeskrivelse	7
2.1	Vannbehov og eksisterende forsyning	7
2.2	Stedsbeskrivelse	7
2.2.1	Avsetning og tilsig	7
2.2.2	Brønnfelt og grunnvannstrømning	9
2.3	Slamtanker	10
2.4	Saltvannspåvirkning v/ Bh2 og Bh3	11
3	Arbeidsoversikt og metoder	12
3.1	Feltarbeid	12
3.2	Boring og brønnetableringer	12
3.3	Testpumping og vannprøvetaking	13
3.4	Sporstofforsøk	13
4	Resultater	14
4.1	Løsmassesammensetning	14
4.2	Brønnutforming	16
4.3	Grunnvannstand og -strømning	17
4.4	Testpumping og brønncapasitet	19
4.5	Sporstofforsøk	20
4.6	Vannkvalitet	21
4.7	Forslag til vannbehandling	25
5	Preliminært forslag til sikringssoner	26
5.1	Generelt om sikringssonene	26
5.2	Sårbarhetsvurdering	26
5.3	Utforming	26
5.4	Klausulering/restriksjoner	29
5.5	Risikoreduserende tiltak	30
6	Vurdering av grunnvann som kilde	32
7	Supplerende boring og prøvepumping	33
8	Referanser	34
9	Vedlegg	35

1 Innledning

Det er utført hydrogeologiske undersøkelser i Riverdalen og Lundene ved Henjaelvi i Hermansverk sentrum i Leikanger kommune. Målsetning har vært å vurdere om grunnvann i området kan være egnet som råvannskilde. Området som er aktuelt er innringet i Figur 1.

Kilden skal vurderes både som en permanentløsning og som en midlertidig eller reserveløsning som kan brukes sammen med den eksisterende vannkilden, som er et inntak i Henjaelvi ca. 2, km. oppstrøms sentrum.

Arbeidet har foregått siden november i 2016, og blitt ledet av Norconsult ved Sr. Hydrogeolog Joseph Allen (joseph.allen@norconsult.com; 45 40 12 37). Borearbeid er utført av Hallingdal brønn og graveservice, mens labanalyser er utført av Sogn Lab i Sogndal og ALS Laboratory Group Norway i Oslo.

Denne rapporten er en data- og resultatrapport som legger frem og tolker informasjon samlet inn fra boringer, brønnetablinger, testpumping for kapasitet og stofftransport, samt testing av vannkvalitet. Basert på dette datagrunnlaget skal kildens egnethet som råvannskilde og sikkerhet relativ til risiko for forurensning fra omgivelser vurderes.



Figur 1 Undersøkt område ved Riverdalen, Hermansverk, Leikanger kommune.

2 Situasjons- og stedsbeskrivelse

2.1 Vannbehov og eksisterende forsyning

Resultater fra boring og pumping vurderes ut fra et oppgitt vannbehov for Leikanger kommune som vist under.

Gjennomsnittlig døgnforbruk:	ca. 1400 m ³ /d (16 l/s)
Normalt vinterforbruk:	ca. 1200-1600 m ³ /d (14-19 l/s)
Maks døgnforbruk sommer:	ca. 3700 m ³ /d (43 l/s)
Dimensjonerende mengde	ca. 4300 m ³ /døgn (snitt 50 l/s)

Dagens forsyning til Leikanger vannverk kommer fra Henjaelvi ca. 2,3 km. oppstrøms sentrum. Vannbehandling omfatter grovfiltrering før membranfiltrering, pH-justering (vannglass) og UV-desinfisering. Klor finnes i beredskap.

2.2 Stedsbeskrivelse

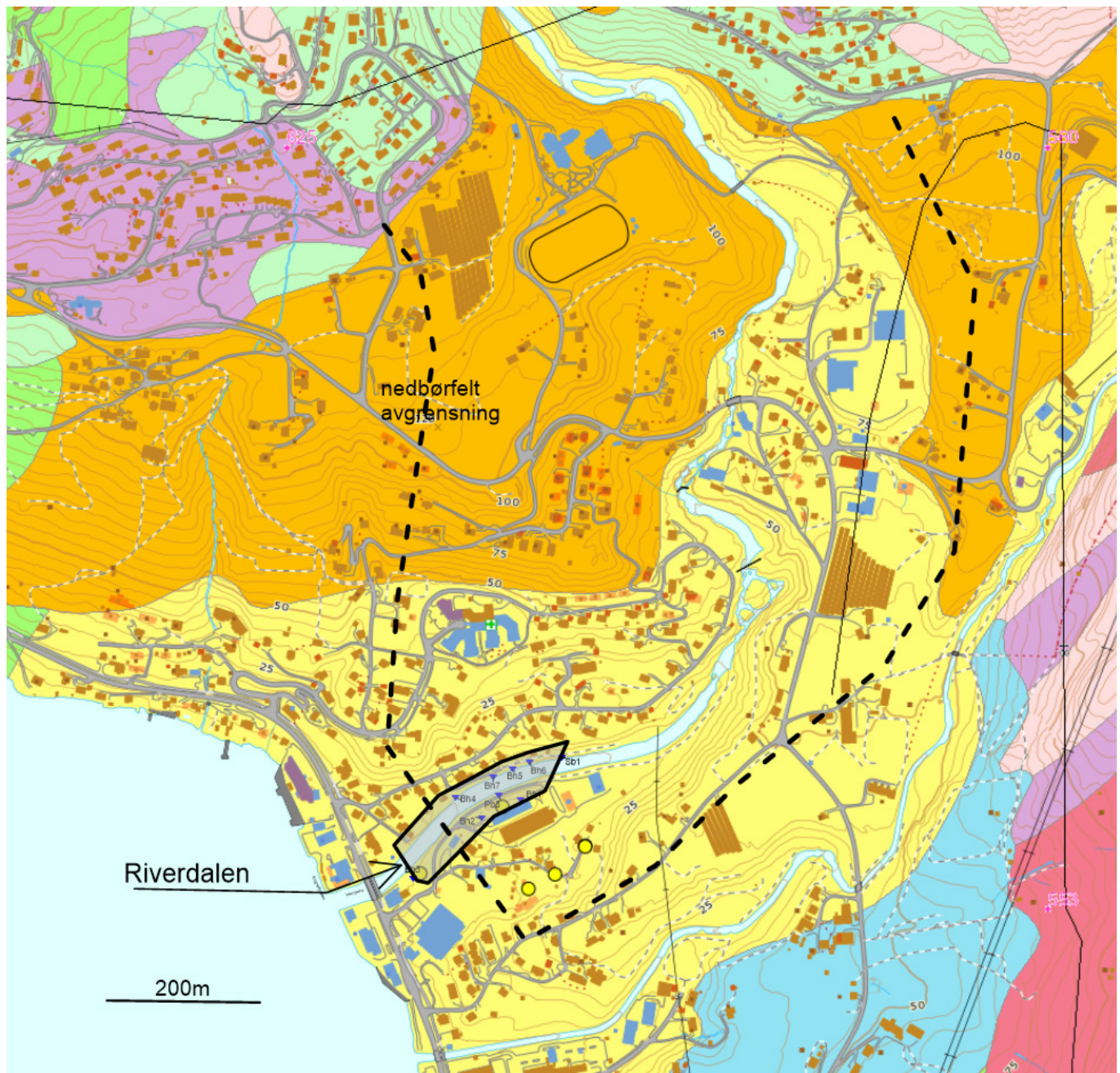
Det undersøkte området med omegn vises og beskrives av følgende kart og tegninger:

- Løsmassekart med nedbørfelt (*Figur 2*)
- Topografisk kart med brønnplasseringer (*Figur 3*)
- Lengdeprofil og tverrprofil av avsetningen og brønnfeltet, parallelt med og på tvers av strømningsretning til grunnvannet (vedlegg 1).

2.2.1 Avsetning og tilsig

Avsetningen som er prøveboret og testet er en tykk sand/grus deltaavsetning, opp mot 50 m mektig, med høy vanngiverevne. Magasinet er tykkest ut mot fjorden og minkende oppstrøms langs elven. Det påvist i leire grunt i borehull Sb1. Dette kan tyde på at utstrekning av grunnvannsressursen i østlig, oppstrøms retning er begrenset.

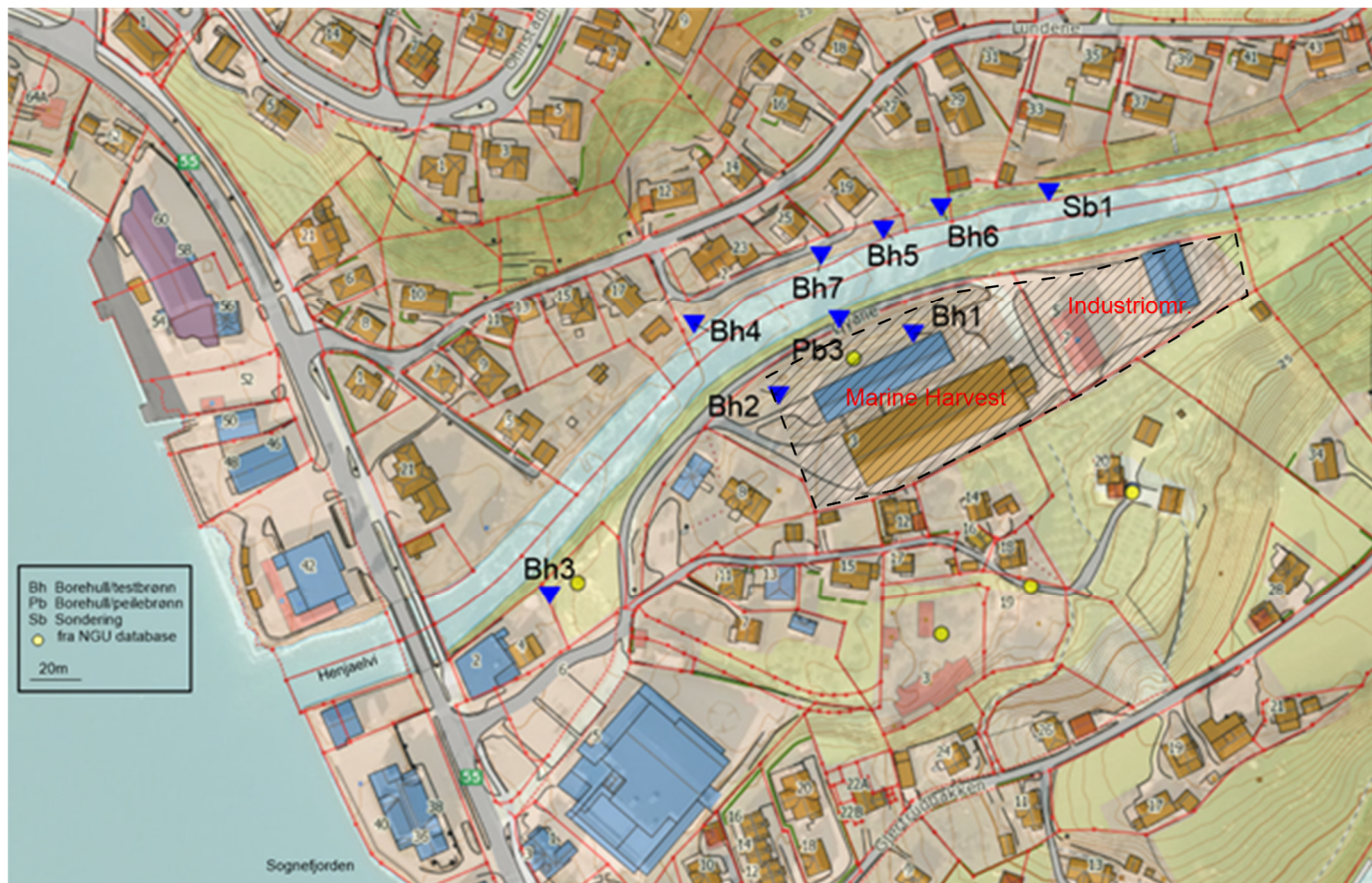
Det er noe usikkerhet rundt retning av tilsiget til brønnene, men det antas å komme primært lateralt nordvest og nordøst for Henjaelvi og som lekkasje fra elva. Det er pr. i dag ikke satt peilebrønner mot vest, grunnet vanskelighet med å finne egnet plassering og skaffe tillatelse fra grunneiere.



Figur 2 Riverdalen vist på løsmassekart med brønnområdet (innringet) og avgrensning til nedbørfelt. Oransje angir breelvavsetning mens gul angir elveavsetning som dekker breelvavsetningen ved brønnområdet og elven, Hermansverk, Leikanger kommune.

2.2.2 Brønnfelt og grunnvannstrømning

Figur 3 viser plassering av brønnfeltet samt av industriområdet og Marine Harvest (MH) syd for Henjaelvi.



Figur 3 Plassering av brønnområdet og omegn inklusiv Marine Harvest (MH) og tilgrensende industriområde, Riverdalen, Leikanger kommune. Gule prikker er tidligere borer registrert i NGUs brønn database.

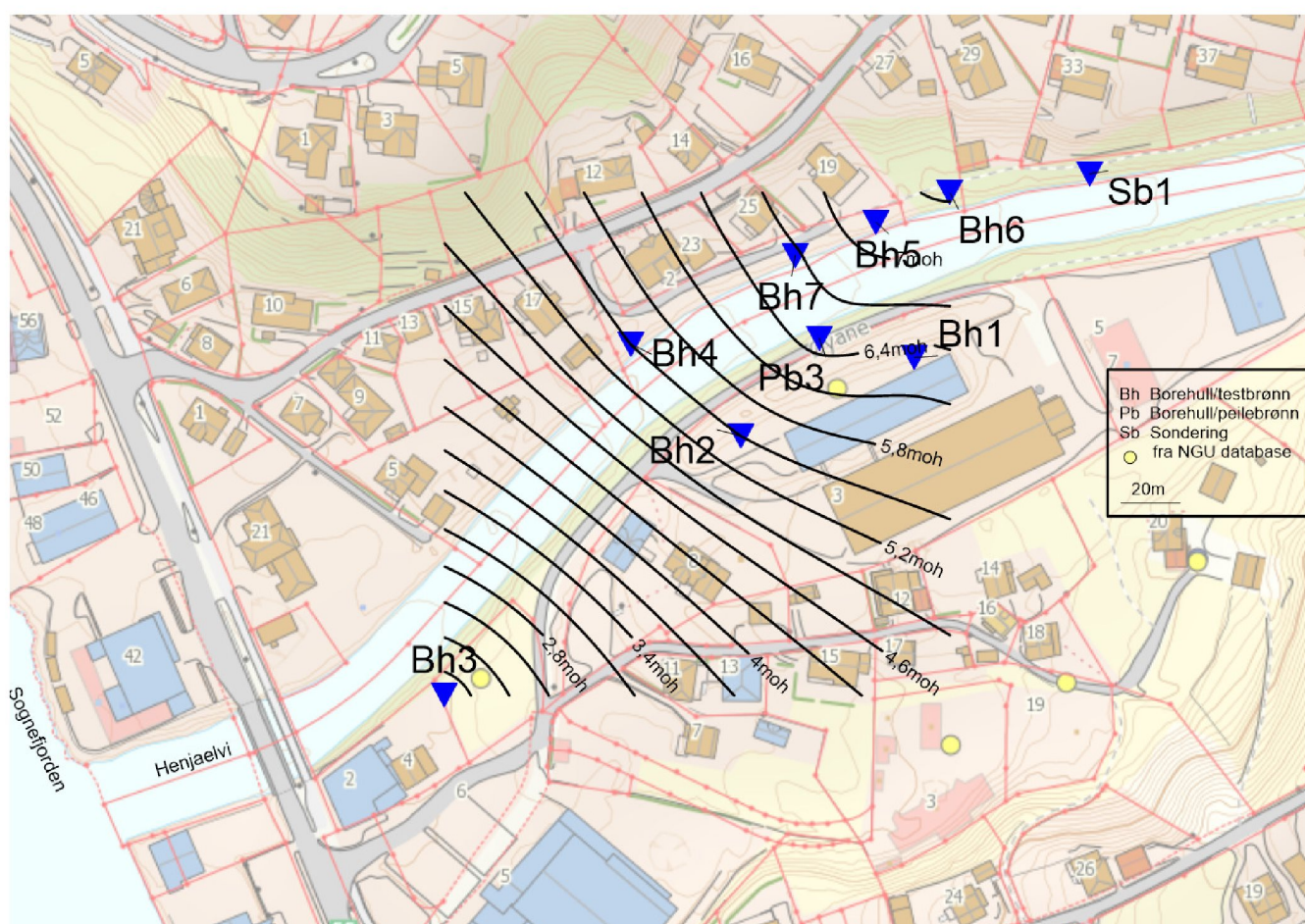
Den regionale grunnvannsstrømningen uten pumping er tolket basert på peilinger fra den 29. mars 2017. Kotekart over grunnvannstand uten pumping vist på kart i Figur 4. Strømningen ved brønnfeltet går mot sydvest parallelt med elva i retning mot fjorden, men med en liten avbøyning ved Bh1 hvor strømningen går i en mer sørlig retning.

Tilsynelatende er grunnvannet ikke i direkte hydraulisk kontakt med elva. Det er imidlertid relativt mye tilsig eller lekkasje gjennom elvebunnen som mater grunnvannet.

Tabell 1 viser målinger fra februar 2017 av grunnvannsnivå i Bh1, Bh2 og vannspeil i elva. Gitt en elvedybde på 0,5 m viser målingene at grunnvannet syd for elven ligger 0,5-1,5 meter lavere enn elvebunnen. Avstanden øker i oppstrøms retning. Grunnvannsnivået er 0,77 m høyere i Bh1 enn i Bh2.

Tabell 1 Vannspeil (moh) i Henjaelvi ved Bh1 og Bh2, Riverdalen

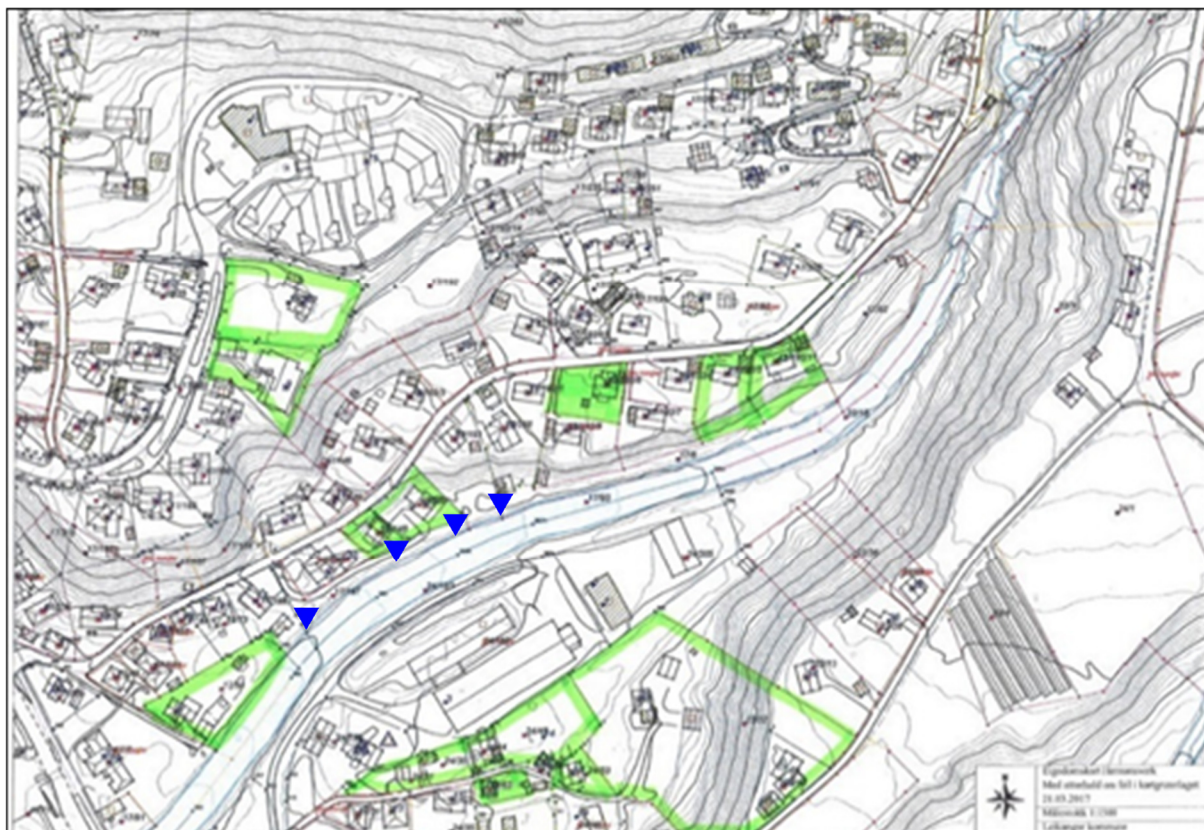
Punkt	dato målt	Vannspeil moh	
B1	2017-02-16	5,59	Pumpe avstengt
vannspeil, elva v/Bh1	2017-02-16	7,60	
B2	2017-02-16	4,82	Pumpe avstengt
vannspeil, elva v/B2	2017-02-16	5,79	



Figur 4: Kart over regional grunnvannstrømning uten pumping, 29. mars 2017.

2.3 Slamtanker

Det er flere eiendommer i området som har septikløsning med slamtanker, som kan påvirke vannkvaliteten til grunnvannet. Plassering av eiendommer med slamtanker er vist på kart i Figur 5.



Figur 5 Oversiktskart over eiendommer som har slamtanker og avtale med SIMAS IKS om tømning. Blå trekant angir testbrønnene, Lundene/Riverdalen, Leikanger kommune.

2.4 Saltvannspåvirkning v/ Bh2 og Bh3

Et annet forhold som er blitt registrert under feltarbeid og bør nevnes, er forhøyede konsentrasjoner av salt (NaCl) i brønnene Bh2 og Bh3 på sørsiden av elva. Kilden til og utbredelsen av økt saltkonsentrasjon er ikke kjent, men det samme forholdet er ikke registrert lengre oppstrøms i Bh1 eller på nordsiden av elva under pumping av Bh4 – Bh7.

Konduktivitet (også kalt ledningsevne) kan brukes som indikator på saltvannspåvirkning. Konduktiviteten i grunnvannet øker med dybde. I Bh3 ble det under boring målt en markant økning i ledningsevnen i det oppblåste vannet fra dybde 32,5 m til 35,5 m dybde (se Tabell 2 høyre side). I tillegg ble det i Bh2 registrert økning i ledningsevne under den 3,5 måneders pumping (se Tabell 2 venstre side). Under pumping steg ledningsevnen i Bh2 til et nivå over 17 ganger høyere enn tilstanden før pumping. Nivået falt tilbake til sitt opprinnelige nivå kun noen dager etter pumpen ble slått av.

Tabell 2 Konduktivitet (EC) i Bh2 og Bh3, Riverdalen, Leikanger kommune

Bh2 (under pumping)		Bh3 (under boring)	
Konduktivitet ¹ , bakgrunn	1,3 mS/m	Konduktivitet, bakgrunn	2,0 mS/m
Konduktivitet etter 3,5 måneder v/3,5 m avsenkning	21,7mS/m	Konduktivitet v/ 32,5 m boreddybde	10,1 mS/m
		Konduktivitet v/ 35,5 m boreddybde	90,0 mS/m

¹Krav til konduktivitet i drikkevannsforskriften: < 250 mS/m

3 Arbeidsoversikt og metoder

3.1 Feltarbeid

Arbeidet har foregått i to omganger: ved Bh 1 og Bh2 i november 2016 til februar 2017, og ved Bh3-Bh7 og Pb3, som ble startet opp sen februar 2017 og pågår ved dags dato.

Tabell 3 gir en oversikt over arbeidet som er utført, inklusiv tidligere undersøkelser gjort i 2006, samt videre arbeid det kommende året. Undersøkelsene fra 2006 er bakgrunnen til plassering av brønnene Bh1 og Bh2.

Tabell 3 Oversikt av borevirksomhet, brønnetablering og testpumping, Riverdalen/Lundene, Hermansverk, Leikanger kommune.

Aktivitet	Dato
- Georadar (geofysiske målinger) - Etablering av noen brønner. (Eksisterer ikke i dag)	Ca. 2006.
Brønnetablering av Bh1 og Bh2 med langtids prøvepumping og analyser	nov.2016 – feb. 2017
Borevirksomhet, brønnetablering av Bh3, Bh4, Bh5, Bh6, Bh7 og Pb3 med prøvepumping og analyse.	feb. 2017 – mars 2017
Prøvepumping og utførelse av sporstofforsøk (fra Pb3)	april 2017 - mai 2017
- Langtids prøvepumping med analyser – fortsettelse - Etablering av peilebrønner og produksjonsbrønner	mai 2017 – mai 2018

3.2 Boring og brønnetableringer

Det ble benyttet ODEX-boring med foringsrør på samtlige borehull. Løsmasser ble blåst opp og samlet i plastposer for hver 2. eller 3. meter. Prøvene ble siktet for massesammensetning og kan benyttes til utforming av brønnfilter i produksjonsbrønner.

Det ble etablert testbrønner i samtlige hull, med unntak av Sb1 hvor massene og grunnvannstilsiget var for dårlig.

I Bh1 og Bh2 ble det installert et 6" brønnfilter i rustfritt stål. Foringsrøret ble dratt opp til overkant av filteret, hvor det er koblet til filterrøret og fungerer som stigerør.

I Bh3, Bh4, Bh5 og Bh6 og Bh7 ble det installert testbrønner av 125 mm HDPE plast. I Pb3 ble det installert en 63 mm peilebrønn, også i HDPE.

Med bakgrunn i analysedata fra Bh1 og Bh2 ble det vurdert at det var beskjeden risiko for forhøyede verdier av jern og mangan, som ofte er et problem i dypt grunnvann. Brønnfiltrene i Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7 på nordsiden av elva, er derfor relativt lange og er satt ned til fjell eller dypt i hullet.

3.3 Testpumping og vannprøvetaking

Ved etablering ble brønnene Bh3, Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7 først korttidspumpet i noen timer med en uttaksrate på ca. 3 l/s for å få en oversikt over avsenkning og for å måle de fysiske parameterne konduktivitet (EC) og temperatur i oppumpet vann.

Videre ble det i slutten av mars 2017 installert større pumper i Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7 og en lengre prøvepumping ble startet opp. Pumpene gir ca. 8 l/s pr. stk. eller et samlet uttak på ca. 32 l/s når alle fire driftes. Grunnvannstand, temperatur og EC (i Bh4, Bh5 og Bh6) blir logget automatisk med hyppige registreringer (0,5 – 1 min). I tillegg blir det gjort enkelte manuelle kontrollmålinger for å sjekke om loggerne er representative. Vannprøvetaking utføres regelmessig fra oppumpet vann.

3.4 Sporstofforsøk

Det er utført et sporstofforsøk for å få informasjon om hvorvidt det foregår grunnvannsstrømning under elva mot pumpende brønner, og for å vurdere fortyningseffekten elva utgjør på grunnvannet. Dette er spesielt viktig mhp. sikringssoner og hvorvidt det industrielle området på sørsiden av elva vil måtte innlemmes i sone 1 eller sone 2.

Den 27. april 2017 ble 6 m³ saltvann (EC = 55000 µS/cm) injisert i Pb3 over en periode på ca. 2 timer. Samtidig ble det pumpet ca. 25 l/s samlet fra Bh4, Bh5 og Bh7. Ledningsevnen i de tre pumpende brønnene ble overvåket under forsøket. En økning i ledningsevne utover normale nivåer indikerer gjennombrudd og at strømning har funnet sted. Ved gjennombrudd ble det tatt vannprøver og sendt til lab for analyse av klorid, som vil bekrefte om økningen skyldes spredning av saltvann.

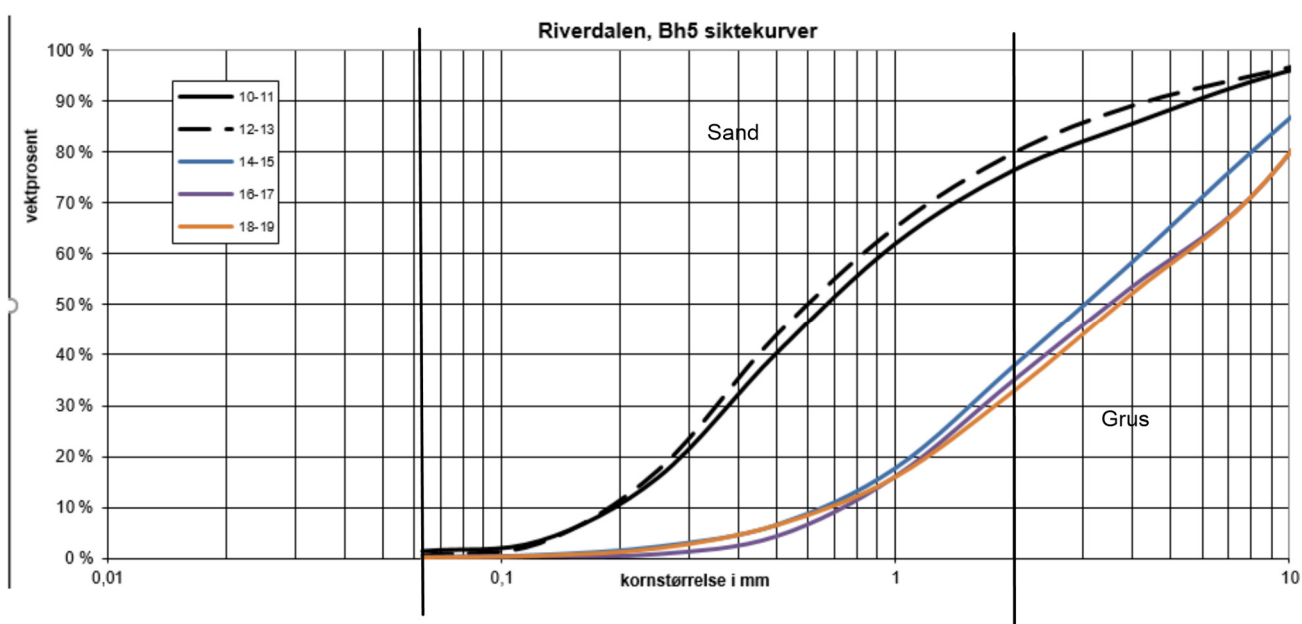
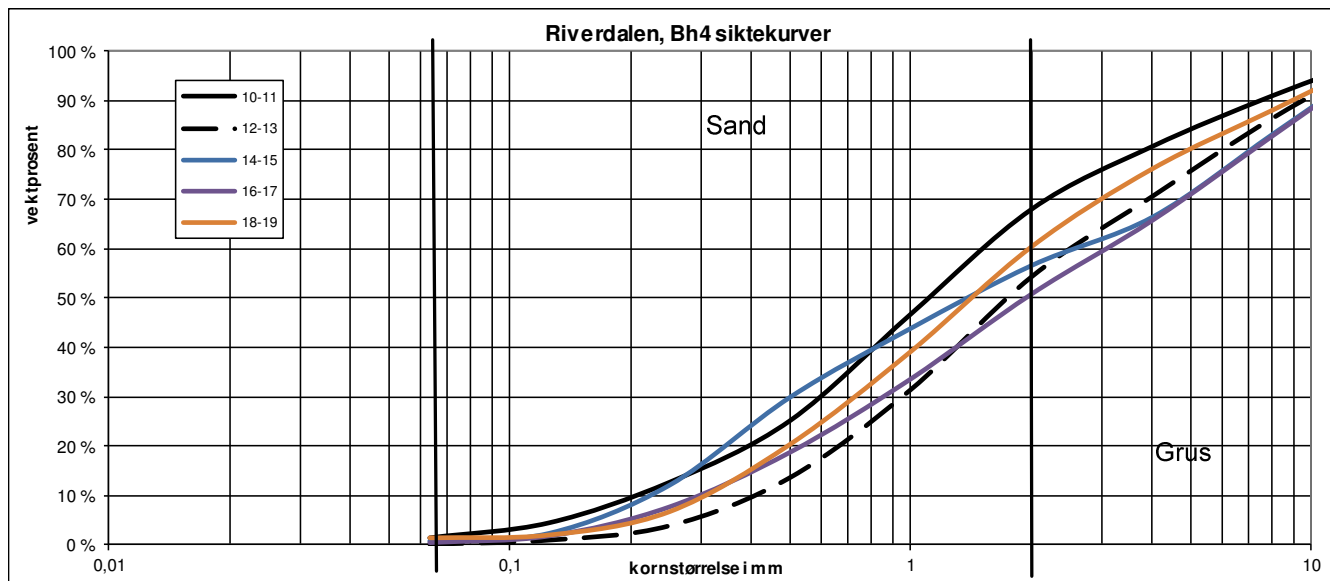
4 Resultater

4.1 Løsmassesammensetning

Løsmassesammensetningen for de enkelte borehullene er vist som siktekurver i vedlegg 2. Representative kurver fra Bh4 og Bh5 fra 10-20 m dybde er vist i Figur 6.

Kurvene stemmer godt med løsmassekartet og tidligere feltarbeid, og viser for det meste grove masser av sand og grus med høy permeabilitet/hydraulisk konduktivitet. Unntaket var i Sb1 hvor det ble påtruffet leire fra 5 – 9 dybde. Ved borehull Bh3 i nedstrøms retning ble det boret ned til 36 m uten at fjell ble påtruffet.

Brønnområdet er lokalisert på en mektig sand- og grusavsetning med høy vanngiverevne. Samtidig ser det ut som utstrekningen på grunnvannsforekomsten i oppstrøms, østlig retning kan være begrenset. Relativ høy avsenkning og lav spesifikk kapasitet i brønnene støtter opp om dette.



Figur 6 Siktekurver for Bh4 og Bh5 ved 10-20m under terreng.

4.2 Brønnutforming

Plassering av brønnene vises på kart i bl.a. *Figur 3*. Brønnrapport fra utførende borefirma og siktekurver er vist i vedlegg 2.

Brønnutforming er sammenfattet for samtlige boringer og brønner i *Tabell 4*.

Det er boret i ni punkter og satt ned syv testbrønner og én peilebrønn. Brønnene Bh5, Bh6 og Bh7 ble avsluttet på fjell, mens de andre ble avsluttet i løsmasse over fjell. Borefirmaet mente at Pb3 ble avsluttet rett over fjell, noe som stemmer bra med fjelldybden i Bh7, som står midt imot Pb3.

Tabell 4 Borepunkter med brønnutforming, Riverdalen/Lundene,

Brønnpunkt	Boreddybde <i>mut</i> ²	Boreddybde <i>moh.</i>	Filter (OD/ID) <i>mm</i>	Filterintervall (1mm slisser) <i>mubt</i> ¹
Bh1 ¹	18 (Ikke fjell)	-10,4	150mm rustfritt	16-18
Bh2 ¹	21 (Ikke fjell)	-13,4	150mm rustfritt	18-21
Bh3	35,5 (Ikke fjell)	-31,5	125/110 HDPE	6-15
Bh4	29,5 (Ikke fjell)	-22,7	125/110 HDPE	10-25
Bh5	27 (fjell)	-17,7	125/110 HDPE	13-28
Bh6	23 (fjell)	-12,9	125/110 HDPE	9,5-23,5
Bh7	28 (fjell)	-19,3	125/110 HDPE	11,5-28,5
Pb3	29 (ikke fjell)	-21,0	63/50 HDPE	14,4-29,4

¹ Brønnfilter teleskopt / hengt på foringsrør; ² meter under terreng

4.3 Grunnvannstand og -strømning

Grunnvannstand er blitt målt manuelt i flere omganger og logget kontinuerlig under de pågående testpumpingene, som ble påbegynt i slutten av mars.

Manuelle peilinger og peilinger brukt til å produsere kartene under er tabellført og lagt ved i vedlegg 3. Logging av grunnvannstand under prøvepumping i Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7, samt Pb3, Bh1 og Bh2 gjengis i vedlegg 4.

Utbredelse av senkningstrakt og strømningsmønsteret er fremstilt på kart under pumpingen i fire brønner (Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7) v/ ca. 32 l/s, og i to brønner (Bh4 og Bh6) v/ ca. 16 l/s (Figur 7 og Figur 8).

Normal grunnvannstrømning uten pumping er det redegjort for i kapittel 2.

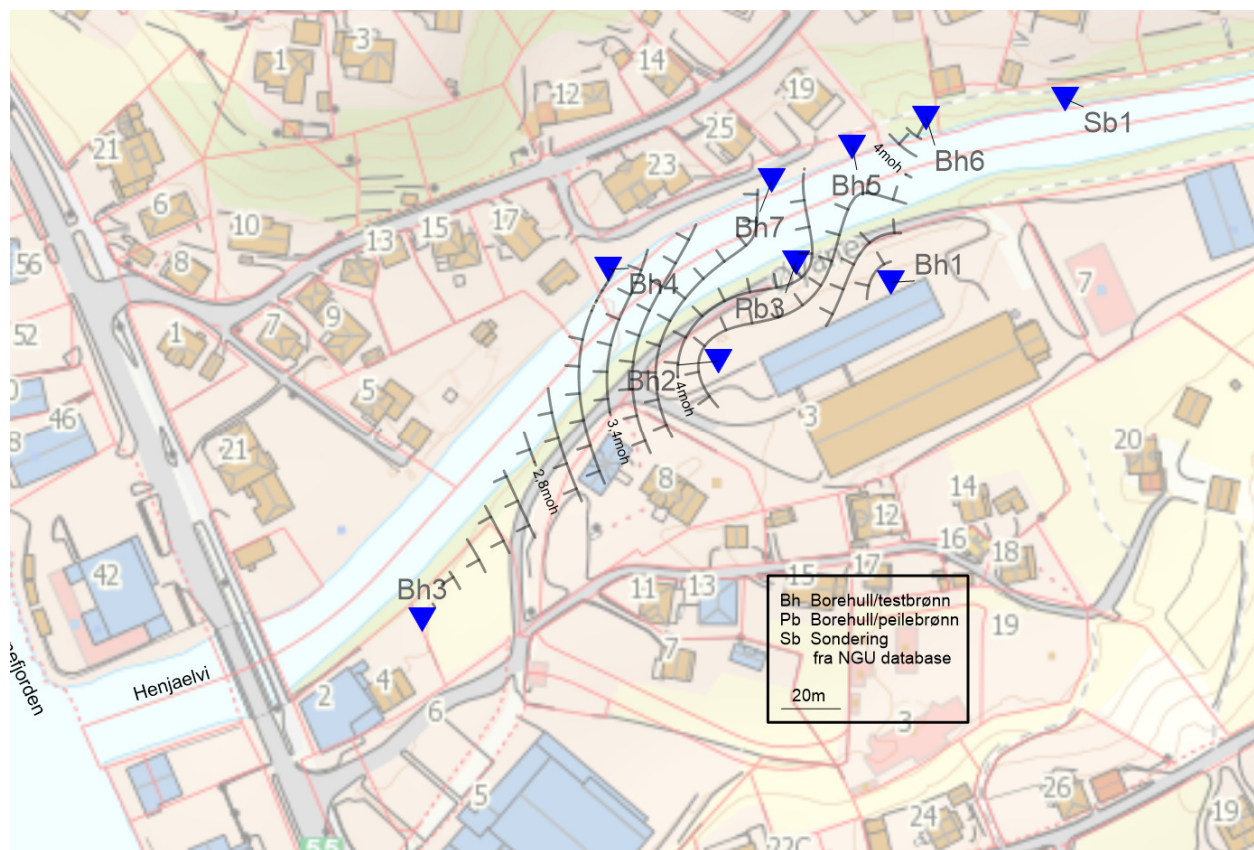
Målinger viser at det er avsenkning i grunnvannsnivå i Pb3, Bh1 og Bh2 på sørsiden av elven. Dette stemmer bra med resultater fra saltvannsforsøket, altså at det foregår strømning under elven når brønnene på nordsiden belastes.

Det høyeste uttaket (32 l/s) gir en sterkere avbøyning mot Bh4 og Bh5, sammenlignet med normal strømningsretning, enn ved det laveste uttaket (16 l/s).

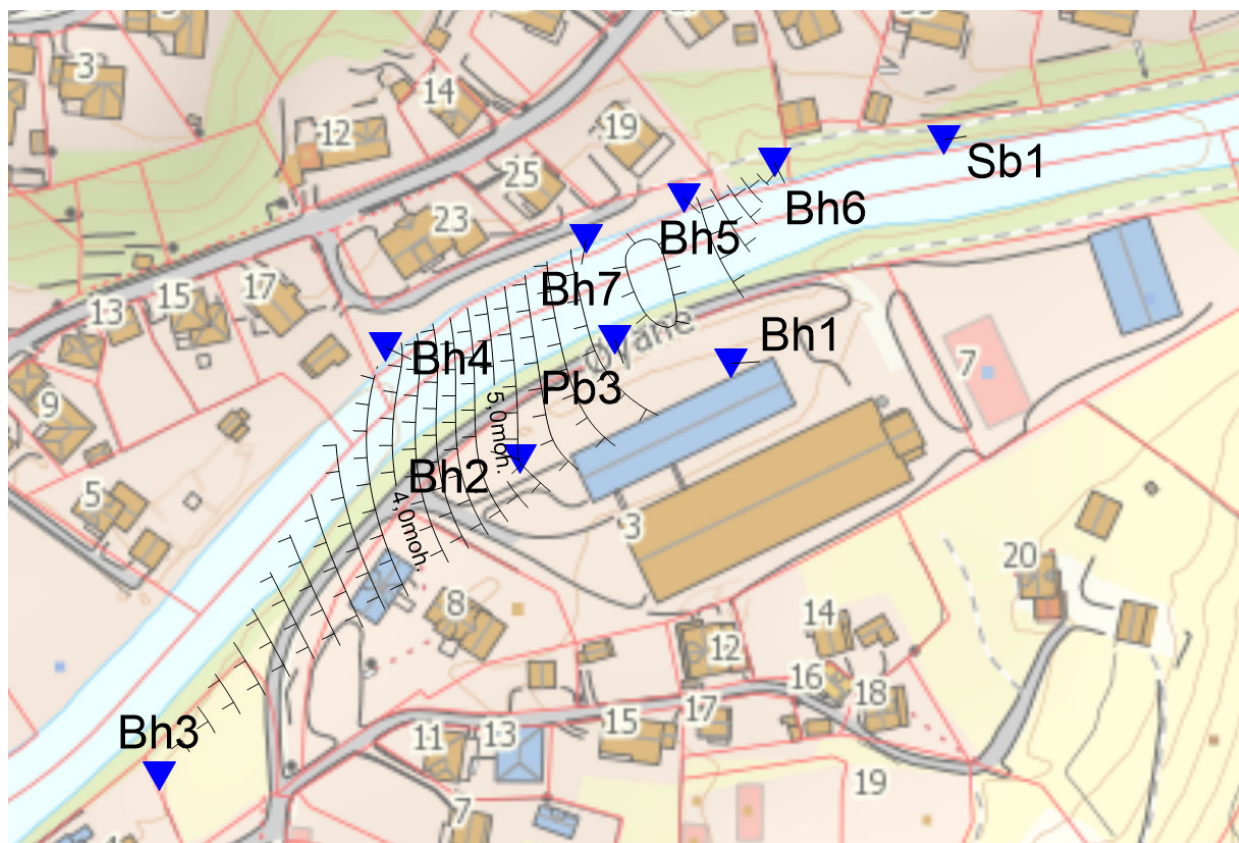
Maksimal avsenkning i de pumpende brønnene varierer fra 2,4 m i Bh4, 3,6 m i Bh7 til 3,8 m i Bh5. I Bh6 overstiger avsenkning 4 m, men det er usikker eksakt hvor mye siden pumpen i Bh6 ble avstengt under springsforsøket. Det er økende avsenkning i oppstrøms retning der akviferen minker i tykkelse og tilsiget er avkortet og dårligere.

På østsiden av elva var avsenkningen i Pb3 omtrent like stor som i Bh7, mens Bh1 og Bh2 viste mindre avsenkninger på hhv. 1,4 og 1,1 m. Dette anses likevel som relativ stor avsenkning og er overaskende, gitt at det er en elv mellom disse punktene.

Oppsummert indikerer kartleggingen at det vil foregå strømning under elva mot de pumpende brønnene når ratene er på 7 l/s pr. brønn eller høyere.



Figur 7: Kart over grunnvannstrømning fra medio april ved pumping av Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7 på ca. 8 l/s i hver brønn, totalt ~ 32 l/s. Det viser strømning fra Pb3 under elva mot Bh4 og Bh7. Høyeste grunnvannstand er ved Bh1 og det er en strømningsgradient østover fra Bh5 ned mot Bh6, da avsenkning som en følge av pumpingen blir større i Bh6.



Figur 8: Kart over grunnvannsstrømning fra medio mai ved pumping av Bh4 og Bh6 ca. 8 l/s pr. brønn, totalt ~ 16 l/s. Det viser et grunnvannsskille mellom Bh7 og Bh5. Strømning vest for skillet går mot Bh4 og følger videre det regionale strømningsmønsteret. Øst for skillet går grunnvannsstrømning mot Bh6.

4.4 Testpumping og brønnkapasitet

Kapasitet i testbrønner og generelt i avsetningen estimeres ut fra pågående langtidspumping og avsenkning i de enkelte brønnene.

Det er nå blitt pumpet kontinuerlig i Bh4, Bh5 og Bh7 i nesten seks uker ved et samlet uttak på ca. 25 l/s. Bh6 ble prøvepumpet et par uker i begynnelsen, men ble avstengt da sporstofforsøket ble igangsatt. Det er en del krysspåvirkning mellom brønnene, spesielt mellom Bh5, Bh6 og Bh7. Krysspåvirkningen anslås til 30 cm og mer.

Alle brønner har oppnådd stabile forhold, dvs. avsenkning som en følge av pumping har stoppet opp.

Estimerte brønnkapasiteter når Bh4, Bh5 og Bh7 er pumpet er oppgitt i Tabell 5 som spesifikk kapasitet og som maksimum tilrådelige pumperater. Sistnevnte er stipulert og er basert på at det er ønskelig å ha så lite avsenkning som mulig i en pumpende brønn. Teoretisk uttak fra enkelte brønner er en del høyere enn det som er oppgitt, men høyere rater betyr at man trekker vann fra et større område, og risikoen for konflikter vedr. arealbruk vil øke. Dette vil gjøre det mer vanskelig å ta i bruk grunnvannet og er derfor ikke ønskelig.

Optimalisering av brønndrift for å oppnå bedre og sikrere grunnvannsforsyning er for øvrig en viktig forutsetning når endelig utforming og drift av et grunnvannsanlegg finner sted.

Tabell 5 Kapasitetsanslag i testbrønner, Riverdalen, Leikanger kommune.

	Spesifikk kapasitet ¹ (l/s pr. m avsenkning)	Pumperate spesifikk kapasitet er basert på (l/s)	Maks. tilrådelige pumperater ² (l/s)	Begrensende faktor for maks. kapasitet
Bh4	3,3	8,0 l/s pr. brønn, ca. 25 l/s	10	Evt. konflikt med dagens arealbruk; målsetning i fremtidig brønner er å holde avsenkning så lavt som mulig og trekke så lite grunnvann som mulig fra sørsiden av elven.
Bh5	2,1		8	
Bh6	1,8		6	
Bh7	2,2		8	

¹ basert på avsenkning når alle brønner pumper; ² estimert, må tilpasses avsenkning og tilsig av grunnvann til brønnene.

4.5 Sporstofforsøk

Resultater fra sporstofforsøket er vist på de tre pumpekurvene for Bh4, Bh5 og Bh7 i vedlegg 4.

Resultatene kan oppsummeres med følgende:

- Det ble målt gjennombrudd av saltet (målt som EC) i alle tre brønnene.
- Gjennombruddet i Bh7 skjedde relativt raskt, i løpet av et døgn, og varte i ca. fire dager. Stigningen var med en økning av EC fra 0,04 til 0,12 mS/cm.
- I Bh5 var stigningen beskjedne, fra 0,06 til 0,095 mS/cm, noe mindre enn i Bh7. Dette tolkes som at det har vært gjennombrudd av saltvann fra sporstofforsøket.
- Et gjennombrudd ble målt i Bh4 etter 18 dager. Dette skjedde etter pumpene hadde vært avstengt i fem dager og skjedde umiddelbart etter pumpene ble startet opp på nytt. Stigningen var mye kraftigere her og nådde et maksimum på ca. 1,7 mS/cm. Nivået var fortsatt noe høy etter ca. 12 timer, ca. 0,15 mS/cm.
- Det skal også bemerkes at pumpen i Bh7 stoppet flere ganger under forsøket, grunnet ujevnt strømforsyning. Dette gir noe forstyrrelse i senkningskurvene, men tolking av resultatene endres ikke av den grunn.

Det konkluderes med at ved de gjeldende pumperater og avsenkninger foregår det grunnvannstrømning og stofftransport under elva. Det blir viktig å ta hensyn til dette ved trekking av sikringssonene rundt brønnene.

Det skjer samtidig noe fortynning av grunnvannet pga. lekkasje fra elva til grunnvannet. Den beskjedne økningen i ledningsevne i Bh7 og Bh5 antas å delvis skyldes fortynning pga. lekkasje fra elv og delvis at disse brønnene i naturlig tilstand ligger oppstrøms Pb3 og derfor trekker mer vann fra områder lenger nord.

Ellers understrekes det at det er blitt injisert relativt mye sporstoff, hele 6000 l, som representerer en nokså ekstrem utslippshendelse.

4.6 Vannkvalitet

Vannkvaliteten vurderes ut fra analyser tatt under prøvepumping som har foregått i 2016 og 2017. Pumpingen på nordsiden av elva er pågående og fortsetter med hyppig prøvetaking frem til juli/august 2017. Deretter er det planlagt videre testing frem til sommer 2018.

Resultatene er vist som følger:

- Samtlige analyseresultater med lab-rapporter fra prøvetakingen er tabellført i vedlegg 3.
- Nøkkelparametere og bakteriologiske parametere er listet opp i Tabell 6 og Tabell 7.
- EC og temperatur i oppblåst grunnvann under boring er vist for Bh7 i Figur 9 og for alle brønnene i vedlegg 4.
- Enkelte parametere er beskrevet senere i kapittelet.

Nøkkelparametere er enten parametere som er viktig for å bestemme hvorvidt råvannet skal behandles eller parametere som kan forekomme i forhøyede nivåer.

Generelt

Vannkvaliteten i oppumpet vann er god, og relativ lik i alle fire brønner som er testet. Råvannet karakteriseres som surt og bløtt med pH på det meste under 6,5, og en konduktivitet (mineralinnhold) mellom 30 og 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tabell 6 Nøkkelparametere i grunnvann, Riverdalen, Leikanger kommune. (Røde tall angir verdi over grenseverdier for drikkevann, rosa tall for Nitrat angir verdier > 1 mg N/l).

		pH	Konduktivitet (EC)	Turbiditet	Fe (Jern)	Mn (Mangan)	Nitrat (NO ₃ -N) ¹
	dato		mS/m	FNU	mg/l	µg/l	mg N/l
Bh4	2017-04-25	5,8	2,3	<0,10	0,004	6,4	0,52
Bh4	2017-04-06	6,1	3,1	3	0,183	13,9	0,68
Bh5	2017-04-25	6,3	5,9	0,18	0,0047	<1	1,40
Bh5	2017-04-12	6,59	8,3	0,56	0,00792	1,27	2,39
Bh5	2017-04-05						
Bh6	2017-04-06	6,7	7,2	0,35	0,00941	1,87	1,70
Bh6	2017-03-25	7,2	9,5	1	0,00302	6,87	3,41
Bh7	2017-04-25						
Bh7	2017-04-12	6,53	5,1	0,24	0,00632	1,49	1,38
Bh7	2017-04-05						

Grenseverdier i drikkevannsforskriften	6,5-9,5	250	4	0,2	50	11,2
--	---------	-----	---	-----	----	------

¹ hvor > 1 mg NO₃-N/l anses som forhøyet og indikerer menneskelig påvirkning

Bakteriologisk

Bakteriologiske verdier er lave, men det er noen utslag på enkelte parametere i enkelte brønner. Det er normalt å registrere noen utslag av bakteriologiske parametere rett etter brønner er etablert og er blitt prøvepumpet i kort tid. Normalt vil disse verdiene forsvinne med tid (jf. verdier i Bh1 og Bh2), men fordi det er septiktanker/slamtanker ved flere eiendommer bør man være ekstra oppmerksom på vannkvaliteten. Bruk av grunnvann forutsetter at slike anlegg saneres og eiendommene tilknyttes kommunalt avløpsnett (se kapittel 5).

Tabell 7 Bakteriologiske parametere i grunnvann, Riverdalen, Leikanger kommune. (Røde tall angir verdi over grenseverdier for drikkevann).

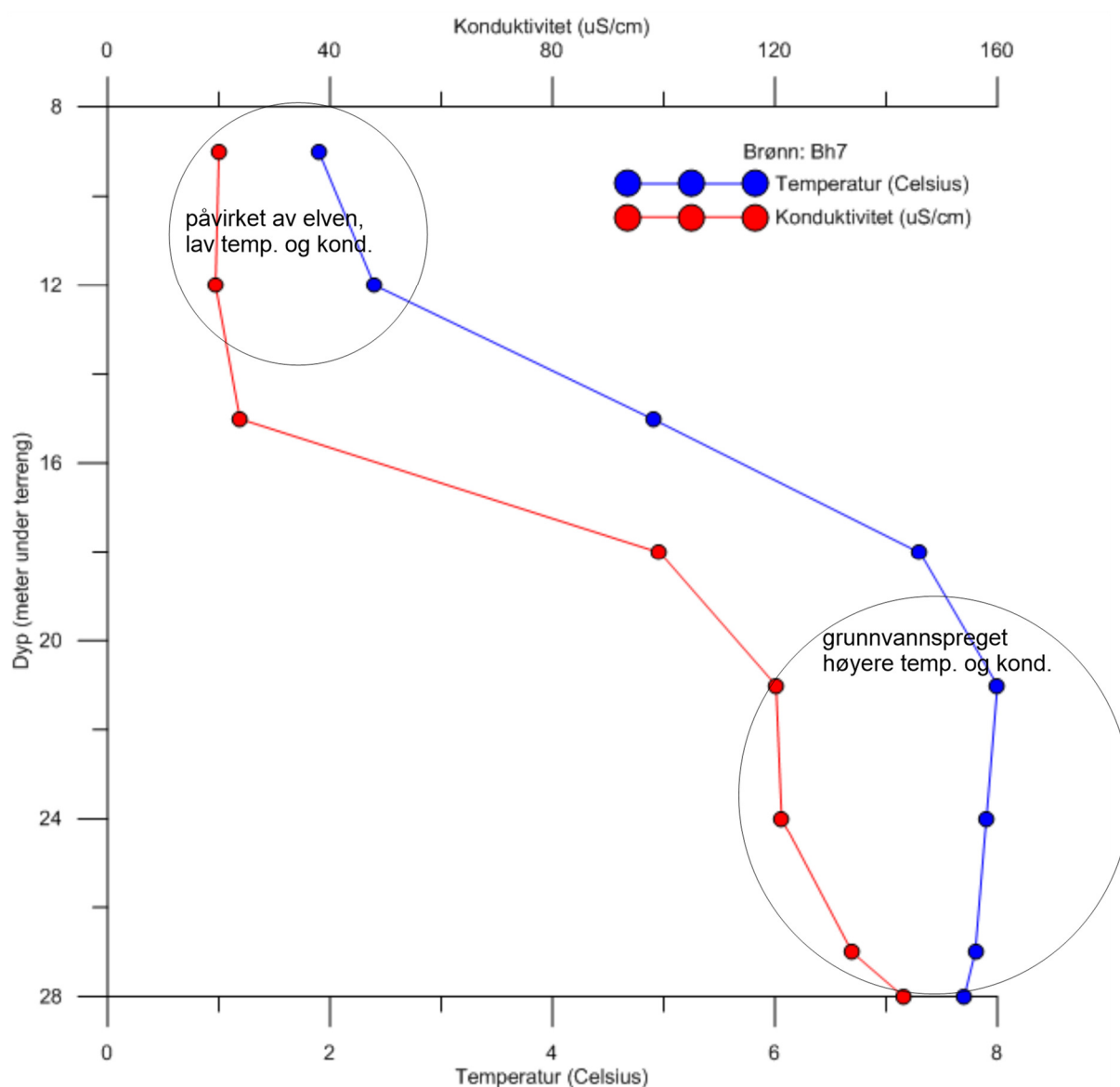
		Kimtal 22°C 3 døgn	Koliforme bakterier 37°C	E.coli	Clostridium perfringens	Intestinale enterokokker
	dato					
Bh4	2017-04-25	4	1	1	<1	<1
Bh4	2017-04-06	14	1	<1	1	<1
Bh5	2017-04-25	4	<1	<1	<1	<1
Bh5	2017-04-12					
Bh5	2017-04-05	7	<1	<1	<1	<1
Bh6	2017-04-06	3	<1	<1	<1	<1
Bh6	2017-03-25					
Bh7	2017-04-25	36	<1	<1	<1	1
Bh7	2017-04-12					
Bh7	2017-04-05	62	2	1	<1	<1

Grenseverdier i drikkevannsforskriften	100	0	0	0	0
--	-----	---	---	---	---

Fordeling av EC og temperatur med dybde

Det er viktig å over være klar at den målte vannkvaliteten gjenspeiler hele grunnvannsmagasinet, da brønnfiltre er lange og plassert i bunnen av borehullet. Likevel kan kilde til grunnvannet ses i konduktivitet og temperaturmålinger i grunnvann blåst opp under boring. Som eksempel vises data for Bh7 i Figur 9, hvor konduktivitet og temperatur plottes mot dybde i grunnvannet.

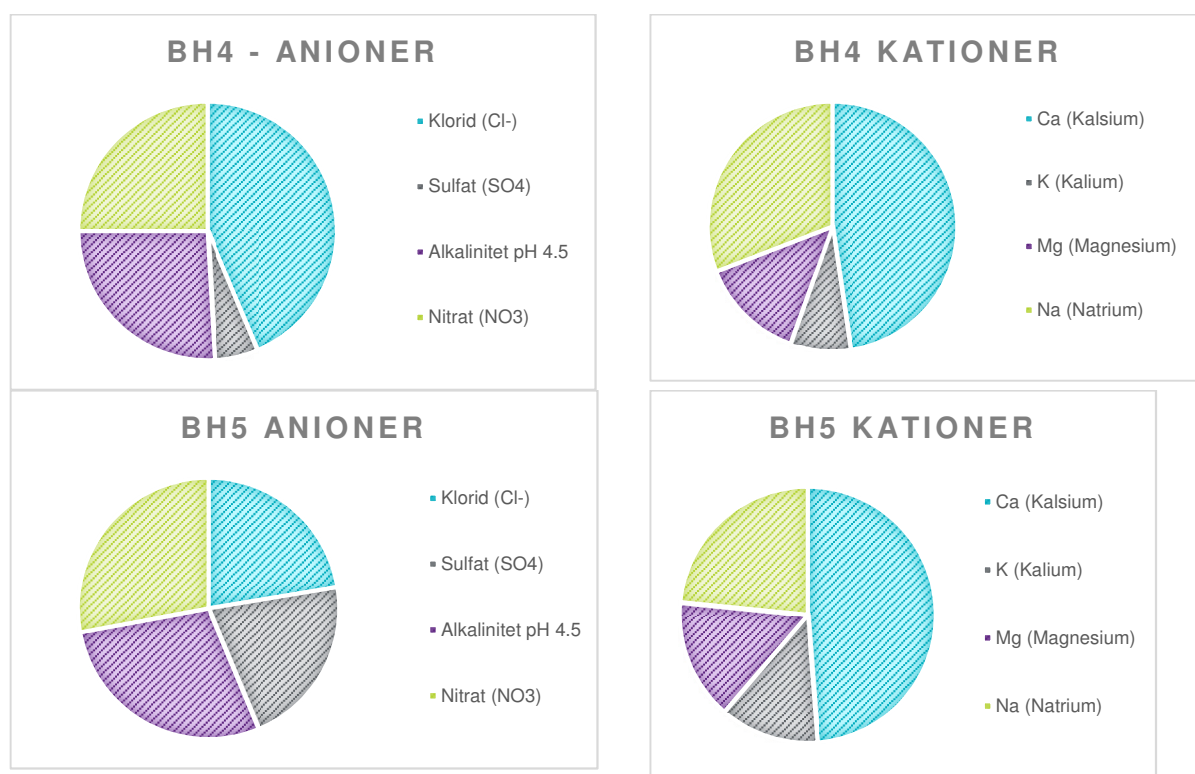
Grunt vann i akviferen gjenspeiler elvevann, med lav temperatur og lav EC. Dypere øker både temperatur og EC og ligner mer grunnvann. Det samme mønsteret kan sees i alle brønnene, dog den svakeste utvikling er lengst nedstrøms i Bh4.



Figur 9 Konduktivitet og temperatur i oppblåst borevann, brønn Bh7, Riverdalen, Leikanger kommune

Hovedioner

Konsentrasjoner av hovedioner er jevnt over lave. Fordelingen vises med kakediagram for Bh4 og Bh5. For Bh4 er klorid den dominerende anion, mens for Bh5 er alle fire anioner fordelt omtrent lik. Kalsium er den dominerende kation i begge brønner.



Figur 10 Hovedioner i Bh4 og Bh5, Riverdalen, Leikanger kommune

Fe/Mn

Både jern og mangan, som er blant de mest vanlige problemparametere i grunnvann, er gjennomgående lave, med konsentrasjoner langt under grenseverdiene. Det ser ut til at dette er tilfellet gjennom hele grunnvannsprofilen ned til fjell, noe som er gunstig når det gjelder fremtidig utforming og plassering av filter til produksjonsbrønner. Dvs. at man vil kunne velge dype brønnfilter som beskytter grunnvannet bedre mot overflateforurensning uten å trekke på vann med uønskede nivåer av jern eller mangan.

Nitrat (NO₃)

I Bh5, Bh6 og Bh7 er det registrert konsentrasjoner av nitrat høyere enn 1 mg N/L, som indikerer menneskelig påvirkning. Flere eiendommer har septik med slamtanker i nærområdet og det antas at disse er opphav til de forhøyede verdiene av nitrat. Samtlige målinger er godt under grenseverdien for drikkevann som er 11,2 mg NO₃-N/l. Til sammenligning er høyeste målte NO₃-konsentrasjon på 3,41 mg NO₃-N/l.

Eiendommer med privat septikløsning må tilkobles kommunalt avløpsnett og slamtankene saneres dersom grunnvannet blir tatt i bruk som råvannskilde. Det forventes at NO₃-nivåer synker til normale nivåer uten menneskelig påvirkning etter en slik sanering.

4.7 Forslag til vannbehandling

Fordi brønnområdet er såpass utsatt som det er og det kan bli vanskelig å etablere tilfredsstillende sikringssoner, anbefales det at grunnvannet gjennomgår to hygieniske barrierer i vannbehandlingsanlegget. Vannbehandling forespeiles da å bestå av pH-justering, UV-bestråling og en annen hygienisk barriere, samt klor i reserve.

Et slikt opplegg med to uavhengige hygieniske barrierer vil bety bedre muligheter for å bruke grunnvannet.

Forslag til vannbehandling utredes videre i forprosjekt og detaljprosjektering.

5 Preliminært forslag til sikringssoner

5.1 Generelt om sikringssonene

For å sikre grunnvannet, må det etableres beskyttelsessoner (sikringssoner) rundt brønnene. Disse sonene fastsettes basert på grunnvannets oppholdstid og forventet grunnvannstrømning til produksjonsbrønnene. Til de ulike sonene knyttes så arealrestriksjoner som avtar i omfang med økende avstand fra brønnene.

5.2 Sårbarhetsvurdering

Det er utført sårbarhetsvurdering og risikoanalyse av grunnvannsforsyning lokalisert på Lundene /3/. Den konkluderte med at det vil være mulig å etablere grunnvannsbrønner for drikkevannsforsyning i Lundene-området dersom det iverksettes risikoreduserende tiltak.

5.3 Utforming

Et forslag til utforming av sonene er vist på kart i Figur 11. Det understrekes at utformingen er foreløpig og justering må forventes når data fra prøvepumpingen og nye peilebrønner foreligger. Utforming av sonene gjøres basert på følgende forutsetninger:

- Sone 0: Umiddelbart område rundt brønnen. Etableres for å beskytte de tekniske installasjonene og selve brønnpunktet. Det er begrenset mulighet for å opprette en sone 0. Brønnene bør derfor beskyttes på en annen måte, som f. eks. nedgraving i kum.
- Sone 1: Område der grunnvannet drenerer til brønnen(e). Ytre grense begrenses av en beregnet oppholdstid for grunnvann i mettet sone på minst 60 døgn før det når fram til brønnen under maksimal pumpebelastning.
- Sone 2: Område utenfor 60 døgn-sonen hvorfra grunnvannet alltid eller tidvis med sikkerhet når frem til brønnen og kan påvirke vannkvaliteten
- Sone 3: Sikringssone som omfatter: a) eventuelle arealer som kanskje kan være en del av influensområdet, b) lokale overflatenedbørfelt utenfor sone II hvor framtidig utbygging kan tenkes å påvirke forurensningssituasjonen i sone I og II.

Sonenes utstrekning beregnes ut fra et gjennomsnittlig vannforbruk på 17 l/s. Ved en høyere gjennomsnittsforbruk, må sonene utarbeides på nytt.

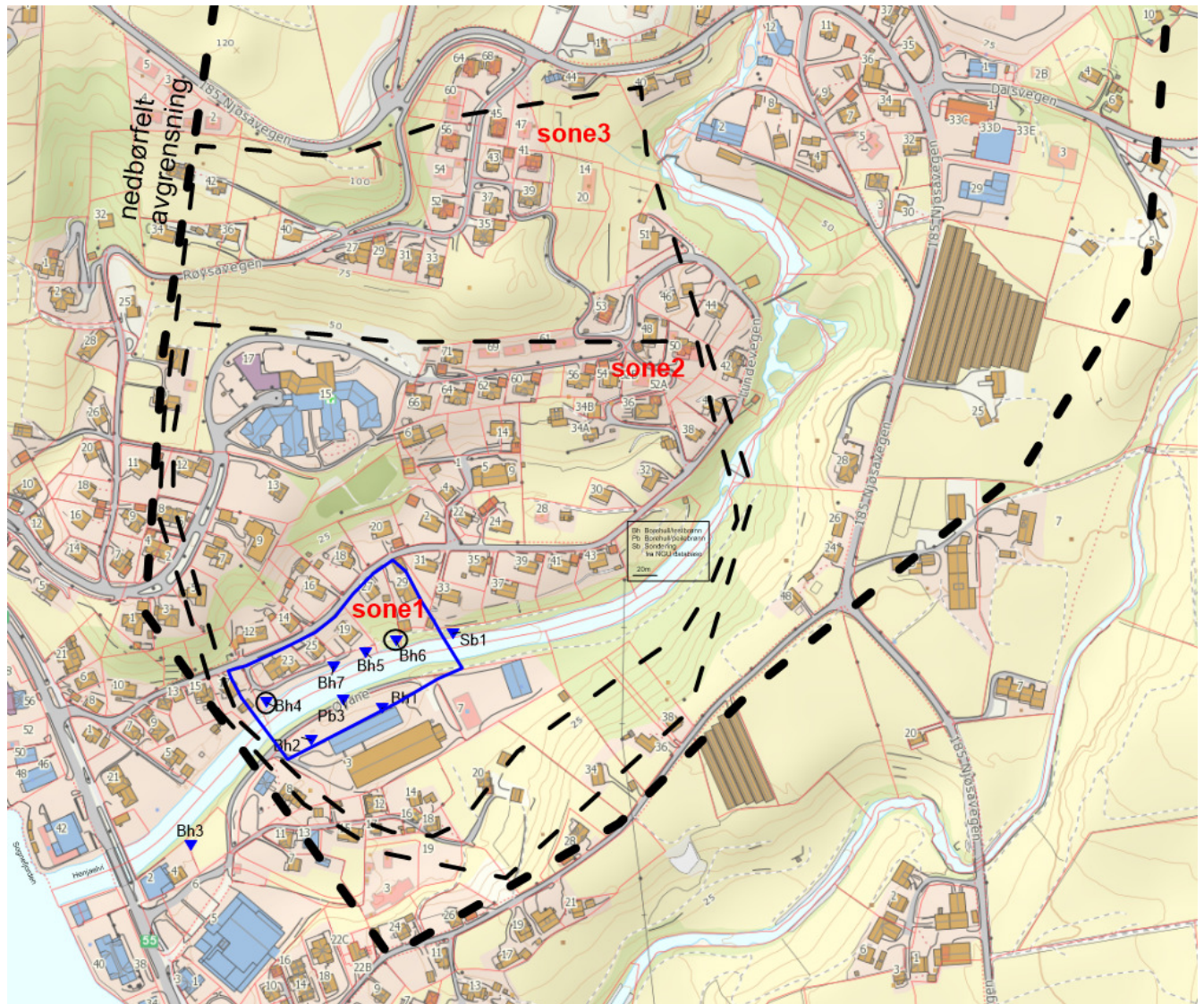
Fordi strømningsmønsteret i grunnvannet ikke er ferdig kartlagt lateralt fra elven, trekkes sonene ut fra en volumetrisk metode hvor mengde grunnvann i sone 1 tilsvarer 60 dagers forbruk, og i sone 2 tilsvarer 1,5-års forbruk. Det stipuleres 1,5 år for sone 2 fordi tilsigsfeltet til brønnene er såpass usikkert. Sonenes orientering gjøres skjønnsmessig og ut fra en hydrogeologisk vurdering av innkomne data og kartlagt strømningsmønstrene.

Beregning av sone utstrekning er $V = A \cdot b \cdot \eta$, hvor

- V = forbruk_{60 dager} x 0,7,
- 0,7 gjenspeiler 30% lekkasje fra elven til grunnvannet,
- A = areal av sonen,
- b = tykkelse av grunnvannsmagasinet, 20 m.
- η = porøsitet eller % hulrom i massene med grunnvann, 25%.

Dette gir følgende arealer for sone 1 og 2. Disse er trukket ut fra forutsetninger gitt over i figuren.

Sone	Vannforbruk (lekkasje fra elva fratrasket)	Areal av sonen (m ²)
Sone 1	61 700 m ³	12 340 m ²
Sone 2	370 000 m ³	112 500 m ²



Figur 11: Forslag til sikringssoner rundt prøvebrønner, Riverdalen, Lundene, Leikanger kommune.

5.4 Klausulering/restriksjoner

I Folkehelseinstituttets Vannrapport 127: Vannforsyning og helse. Veiledning til drikkevannshygiene (tidligere Vannforsyningens ABC) er det gitt følgende generelle retningslinjer for restriksjoner i sikringssonene.

Disse brukes som et utgangspunkt i setting av restriksjoner til brønnene på Lundene. Når utvidede hydrogeologiske undersøkelser er utført, vil en endelig utforming av sonene bli gjort. Da må også restriksjonene revideres.

Sone 1

- Punktutslipp og infiltrasjonsanlegg skal ikke tillates
- Ny bebyggelse bør bare tillates unntaksvis og da med spesielle toalettløsninger som ikke kan gi forurensning av grunnen. Det bør forutsettes at det kan opprettholdes minst 3 meter umettet sone mellom husets såle og grunnvannsspeilet. Det bør være minst 3 meter umettet sone under ledningsanleggene, og grøftene må ha fall ut av sonen.
- Lagring av olje, oljeprodukter og andre stoffer som ved eventuell lekkasje kan forurense grunnvannet, må begrenses til helt nødvendig lagring innen sonen.
- Normalt bør kun det som er nødvendig for vannverkets drift tillates. Det må etableres nødvendige sikringstiltak.
- Deponeringsplasser for avfall, slam og liknende bør ikke tillates. Normalt heller ikke avløpsledninger.
- Jordbruksdrift bør være så liten som mulig. Faren for forurensning av grunnvannet vil stå i forhold til omfanget av driften. Plantevernmidler som ikke blir lagret på foreskrevet måte, eller plantevernutstyr som blir rengjort i strid med gitte bruksanvisninger, kan også medføre risiko for forurensning av grunnvann.
- Bruken av kunstgjødsel bør normalt avgrenses til optimalt nivå. Gjødsling utover dette kan medføre at næringsstoffer trenger ned til grunnvannet og øker nitratinnholdet.
- Husdyrgjødsel bør så vidt mulig unngås.
- Kloakkslam bør ikke tillates brukt.
- Bruk av plantevernmidler kan bare skje etter tillatelse fra drikkevannsmyndighet og etter uttalelse fra helsemyndighet.
- Skogbruksdrift kan normalt skje innenfor de begrensninger som ellers er beskrevet for sone I. Drivstofflager og fylling av drivstoff til skogbruket tillates normalt ikke. Barking i større omfang bør ikke tillates.
- Leirplasser, stevneplasser og lignende bør normalt ikke tillates. Unntak kan gjøres hvor plassen helt eller delvis kan dreneres ut av sonen.
- Ved vurdering av om veier kan tillates i sone I, bør det legges vekt på sannsynligheten for at det vil bli transportert gods langs vegen som ved en ulykke kan forurense grunnvannet. I tillegg bør muligheten for oppsamling av stoffer som kan lekke ut ved slike ulykker vurderes. Generelt sett vil hovedveier og veier hvor det transporteres kjemikalier måtte legges utenfor sone I.

Sone II

For sone II bør det gjelde tilsvarende bestemmelser for etableringer og aktiviteter som for sone I. Begrensningene for sone II vil imidlertid være mindre omfattende, fordi en eventuell forurensning i denne sonen må transporteres lengre gjennom grunnen før den når brønnen(e). Naturlige ytre forhold reduserer betydningen av en forurensning fordi lengre transportvei for vannet bidrar til økt inaktivering av mikrober og nedbrytning av kjemikalier. Lengre transportvei for vannet gir også fortynning i større vannmengder og tilbakeholdelse ved adsorpsjon til partikler i grunnen.

Generelt bør følgende restriksjoner gjelde i sone II:

- Det bør legges begrensninger på muligheten for å bebygge områder i sone II. En plan for eventuell utbygging bør fastsettes som del av beskyttelsesbestemmelsene.
- Det må ikke tillates infiltrasjon i grunnen av helseskadelige stoffer med lang nedbrytningstid eller stoffer som ikke nedbrytes. Infiltrasjon av andre stoffer som kan påvirke vannkvaliteten, begrenses i størst mulig grad. Alt avløpsvann bør føres ut av sonen og alle avløpsledninger trykkprøves og tettes ved eventuell lekkasje. I mange tilfeller bør avløpsnettet vurderes forsterket eller erstattet med tette, trykkprøvede ledninger. Alle nye avløpsledninger bør legges i størst mulig avstand fra brønnpunktet.
- Lagring av olje, oljeprodukter og andre stoffer kan tillates i små mengder. For å begrense virkningen av eventuelle uhell/ulykker, bør størrelsen på lagringstankene begrenses, samtidig som det foreskrives tiltak for å hindre at et tankhavari eller lekkasje fra tank vil forurense grunnen.
- For deponeringsplasser bør samme bestemmelser som for sone I gjelde.
- For landbruksvirksomhet bør de samme hensyn som for sone I vurderes, men bestemmelsene kan være mindre omfattende.
- Nye veier bør bare tillates under forutsetning av at det gjennomføres nødvendige beskyttelsestiltak.
- Større campingplasser bør ikke tillates

Sone III

Sone III er ment å være en sikringssone. En bør legge vekt på å begrense etableringer og aktiviteter som kan føre til økt belastning i sone I og II, eller som kan forurense grunnvannet. Eksempler er større infiltrasjonsanlegg, større deponier for avfall, slam og lignende, større lagre av olje, oljeprodukter og kjemikalier, forurensende industrivirksomhet og bymessig bebyggelse.

5.5 Risikoreduserende tiltak

Sårbarhetsvurderingen og risikoanalysen har i tillegg identifisert 14 risikoreduserende tiltak. ROS-analysen konkluderer med at ved gjennomføring av disse tiltakene kan det oppnås et akseptabelt risikonivå for bruk av grunnvann.

De risikoreduserende tiltakene er som følger:

1. Sanering av eksisterende septiktanker og koble eiendommene på kommunalt avløpsnett
2. Kartlegging og eventuelt sanering av nedgravde oljetanker i området.
3. Gjennomføre prøvetaking av grunn/ jord i området hvor det historisk har vært drevet større fruktproduksjon.
4. Grunnvannet i seg selv bør ikke defineres som en hygienisk barriere. Det anbefales vannbehandling med minimum to uavhengige hygieniske barrierer før det distribueres som drikkevann på nettet.
5. Vurdere innføring av strenge krav til lagring og oppbevaring av kjemikalier i området.
6. Vurdere innføring av strenge krav til kontroll og oppfølging av oljeutskillere i området.

7. Innhente mer kunnskap om grunnvannsstrømmene i området (fullføre pågående prøvetakingsprogram).
8. Bygge ut anlegget med alternativ 2 for vannbehandling.
9. Opprettholde dagens inntak og veksle på bruk mellom dagens inntak og nye grunnvannsbrønner.
10. Foreta en tilstandsvurdering og kontroll av eksisterende avløpsnett.
11. Strengere kontroll med avløpsledningene, rutiner for hyppigere vedlikehold og eventuell utskifting av ledningsnett.
12. Hyppigere rutine for vedlikehold og utskifting ledningsnett.
13. Etablere låsbare kumlokk på grunnvannsbrønner og alarm for å hindre uvedkommende tilgang.
14. Ha kritiske reservedeler for PLS på eget lager.

6 Vurdering av grunnvann som kilde

Den undersøkte grunnvannsressursen v/Henjaelvi viser tilfredsstillende kapasitet og vannkvalitet i forhold til oppgitt behov, og bør kunne inngå som en del av drikkevannsforsyningen til Leikanger kommune.

Hvorvidt kilden kan eller bør være hoved- eller reservekilde, og hvorvidt den klarer maksimum forbruk er fortsatt usikker. Disse spørsmålene vil besvares gjennom en fortsettelse og utvidelse av de hydrogeologiske undersøkelsene, samt dialog mellom Leikanger kommune, Mattilsynet og Sognekraft.

Ved dette tidspunktet, og ut fra arbeid og innsamlede data, synes det at kilden passer bedre som reservekilde. Men det kan også tenkes en situasjon hvor grunnvannet brukes sammen og parallelt med eksisterende kilde. For at grunnvannet skal kunne velges må det også eksistere en fullgod reservekilde i bildet.

Undersøkelser har så langt vist at kilden har kapasitet til å dekke gjennomsnittsbehovet. For vurdering av høyere uttak trengs det flere brønner og lengre testpumping.

Vannkvaliteten i grunnvannet tilsier behov for pH-justering med desinfisering (UV-filter med klor i beredskap). For å øke sikkerhet og styrke grunnvannet som kilde, anbefales det å vurdere om to hygieniske barrierer i vannbehandlingsanlegget bør benyttes. Dette vil være i tillegg til den beskyttelsen som grunnvannet allerede representerer. Det finnes flere alternativer og vannbehandlingsalternativer som må utredes videre i forprosjekt og detaljprosjektering.

Sikring av brønnene bør være prioritert til tross for den ekstra sikkerheten som er foreslått i behandlingen. Det er flere tiltak vedr. plassering og dimensjonering av brønn og brønnfilter, samt drift av anlegget som vil bedre beskyttelsen og styrke grunnvannet som kilde. Det som er aktuelt å prøve som forbedrende tiltak er:

- Undersøke hvorvidt det er mulig å plassere produksjonsbrønner lengre fra elva; 15-20 m vil sannsynligvis hjelpe mye. Dette vil gjøre det lettere å holde den industrielle virksomhet utenfor sikringssone 1 og kanskje 2.
- Benytte korte, dype brønnfilter, som er relativt langt under grunnvannsspeilet. Data viser at det er god vannkvalitet, herunder tilfredsstillende verdier av jern og mangan også dypere i grunnvannet.
- Utforme brønnanlegg med flere brønner og lavere uttak og avsenkning pr. brønn. Mindre avsenkning betyr bedre beskyttelse.
- Etablering av observasjonsbrønner i oppstrøms retning som gjør overvåking av grunnvannskvaliteten med tilstrekkelig oppholdstid frem til de pumpende brønnene mulig.

Bruk av grunnvannet forutsetter at man oppnår enighet med berørte grunneiere om fastsettelse av sikringssoner rundt brønnene med tilhørende klausuleringer. Ut fra den skisserte behandlingsløsningen og ytterligere sikring av brønnene, synes dette å være oppnåelig.

7 Supplerende boring og prøvepumping

Det er flere forhold vedrørende grunnvannet og dets bruk som må utredes før en endelig beslutning kan gjøres om hvordan kilden skal best benyttes.

Det listes opp det viktigste av hva som gjenstår å kartlegge og vurdere, sammen med aktivitetene som er nødvendig for å nå målene.

Mål	Aktivitet
Bekreftelse av avsetningens kapasitet og vannkvalitet over en lengre tid	Pumpingen med prøvetaking og analyser fortsetter, eventuelt med noen endringer i rater og omfang (se under).
Mer nøyaktig fastsettelse av sikringssoner	Flere peilebrønner må etableres på begge sider av elven, helst lengre bort fra elven Anlegget testes ved lavere rate, lik gjennomsnittsuttaget, 17 l/s.
Vurdering av egnethet av dypere grunnvann	Dypere grunnvann isoleres og testes. Hvis kapasitet og kvalitet holder mål, vil det være fordelaktig å etablere produksjonsbrønner med korte, dype filter/inntak, som vil være enda mer beskyttende mot overflateforurensninger.
Vurdering av kapasitet og vannkvalitet i andre/tilgrensende områder	Det er konstatert at delområdet sørvest og vest for Bh4 peker seg ut som det mest gunstige sted å hente mer grunnvann fra. Det bør etableres testbrønner i disse områder som prøvepumpes.

8 Referanser

- /1/ www.ngu.no og www.nve.no Online karttjenester
- /2/ Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften). 2016.12.22. Helse- og omsorgsdepartementet. I 2016 hefte 19 s.
- /3/ Norconsult, mai, 2017. Grunnvannsforsyning. Hermansverk, Leikanger kommune. Risiko- og sårbarhetsanalyse, 41s.
- /4/ Folkehelseinstituttets, desember 2016. Vannrapport 127: Vannforsyning og helse. Veiledning i drikkevannshygiene.

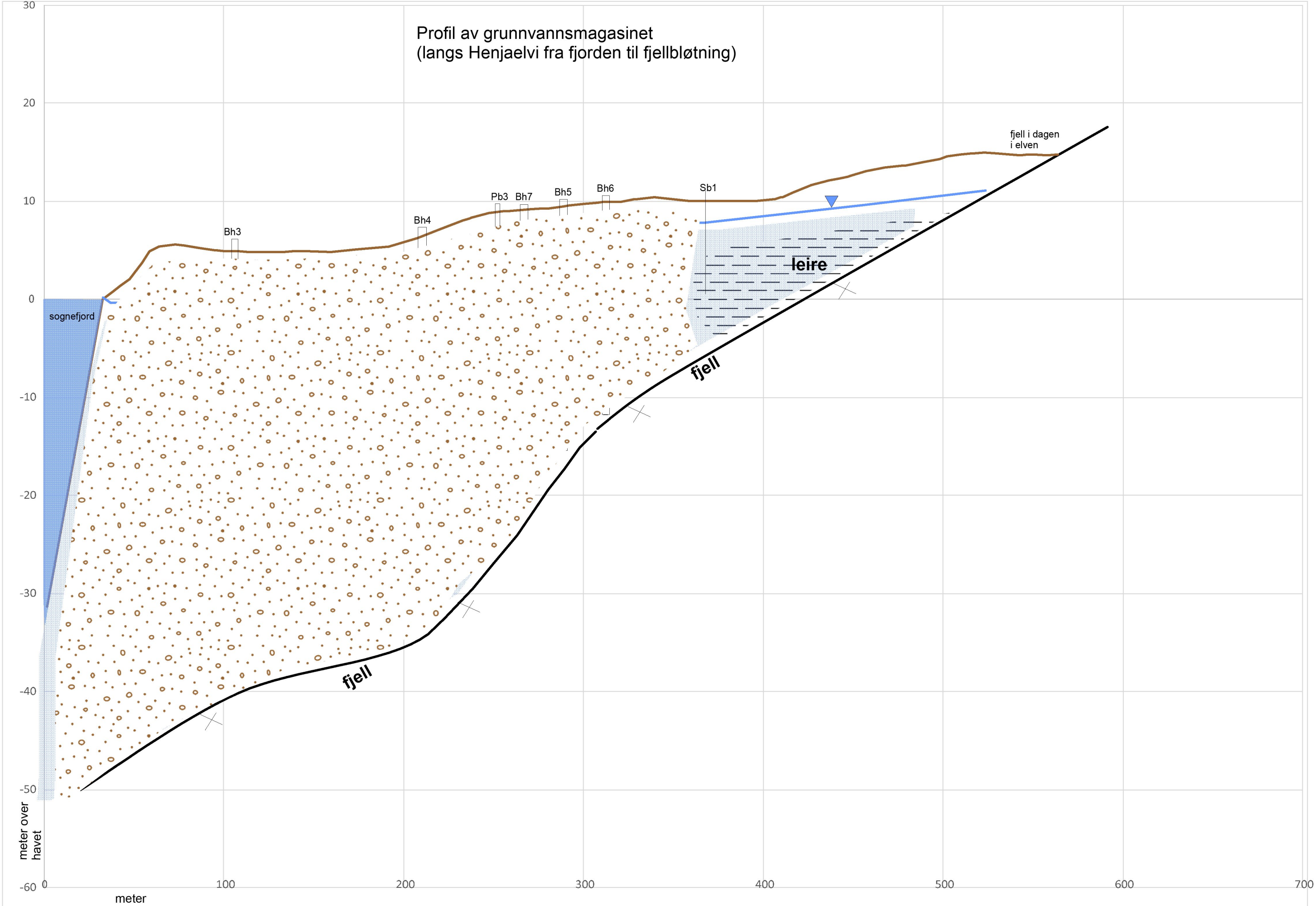
9 Vedlegg

Vedlegg 1	To snittprofiler gjennom Riverdalen, på langs og på tvers
Vedlegg 2	Oversikt over boringer og brønnetableringer, Brønnrapport, NGU skjema, Sikteprøver for Bh4 og Bh5
Vedlegg 3	Registreringer grunnvannstand
Vedlegg 4	Pumpetester
Vedlegg 5	Vannanalyser
Vedlegg 6	Ledningsevne og temperatur dybdeprofiler

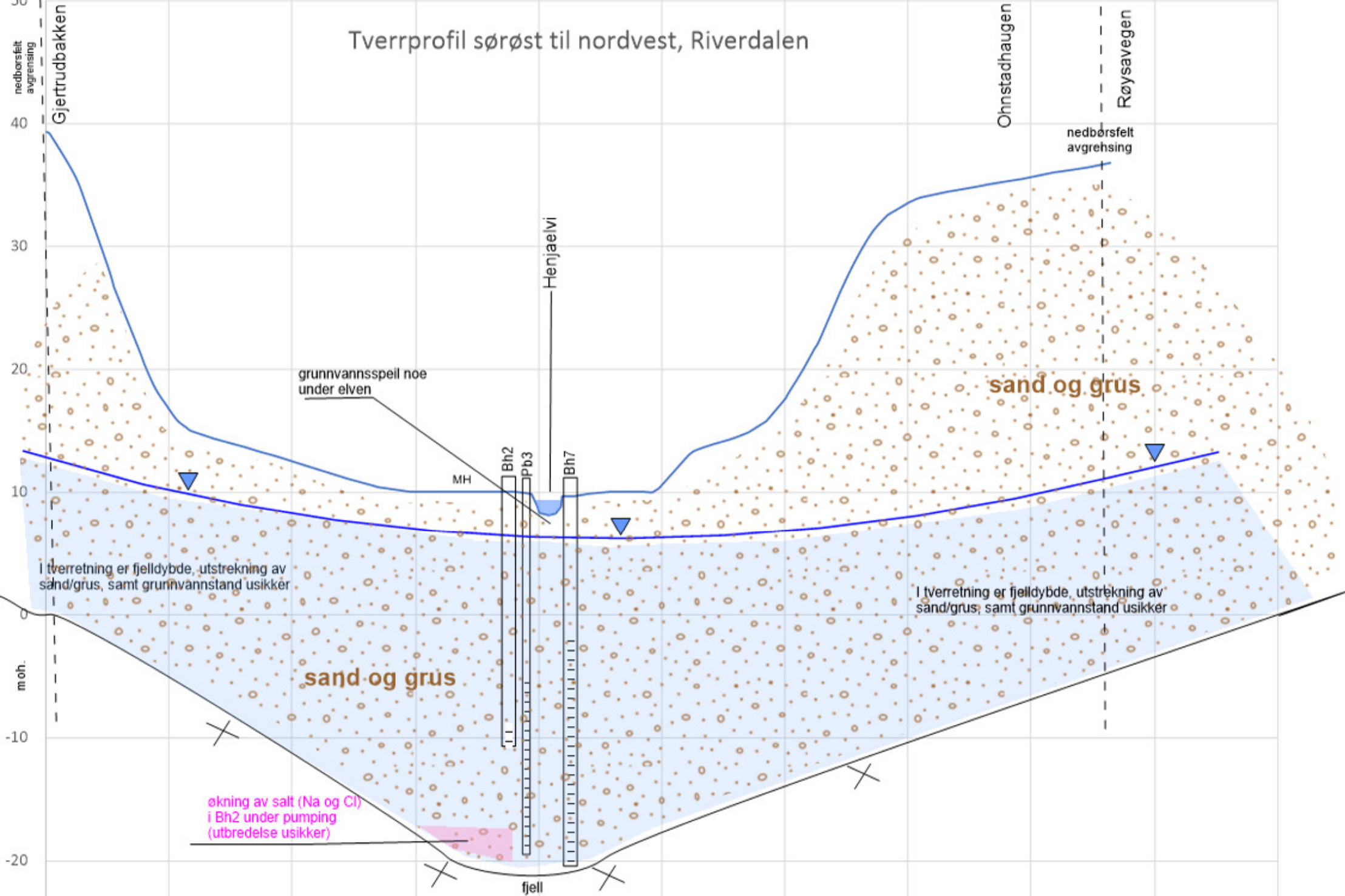
Vedlegg 1

To profiler gjennom brønnområdet Riverdalen, på langs og på tvers

Profil av grunnvannsmagasinet
(langs Henjaelvi fra fjorden til fjellbløtning)



Tverrprofil sørøst til nordvest, Riverdalen



Vedlegg 2

Brønnrapporter

Siktekurver



Tabell 3 Borepunkter med brønnutforming

Brønnpunkt	Boredybde <i>mut</i> ²	Boredybde <i>moh.</i>	Filter (OD/ID) <i>mm</i>	Boredybder <i>mut.</i>	Filterintervall (1mm slisser) <i>mubt</i> ¹
Bh1 ¹	18 (Ikke fjell)	-10,4	150mm rustfritt	18 (Ikke fjell)	16-18
Bh2 ¹	21 (Ikke fjell)	-13,4	150mm rustfritt	21 (Ikke fjell)	18-21
Bh3	35,5 (Ikke fjell)	-31,5	125/110 HDPE	35,5 (Ikke fjell)	6-15
Bh4	29,5 (Ikke fjell)	-22,7	125/110 HDPE	29,5 (Ikke fjell)	10-25
Bh5	27 (fjell)	-17,7	125/110 HDPE	27 (fjell)	13-28
Bh6	23 (fjell)	-12,9	125/110 HDPE	23 (fjell)	9,5-23,5
Bh7	28 (fjell)	-19,3	125/110 HDPE	28 (fjell)	11,5-28,5
Pb3	29 (ikke fjell)	-21,0	63/50 HDPE	29 (ikke fjell)	14,4-29,4

¹ Brønnfilter teleskopt / hengt på føringsrør; ² meter under terreng

BH1

iht Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring, Vannressursloven §46

 **Sonderboring**

Kopi av skjema sendes
- oppdragsgiver
- NGU - Brønn database, 7491 Trondheim

Ansvarlig person fra borefirma

Navn Seemang Signatur

Bh2

iht Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring. Vannressursloven §46

SonderboringTRYKKPARTNER AS

Bh3

Brønnskjema

Iht Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring, Vannressursloven §46



Brønn i fjell



Brønn i løsmasser



Sonderboring

LOKALISERING

Fylke Sogn og Fjordane

Kommune Leikanger

Stedfestelsesmetode

1

Kartdatum WGS 84

UTM Sone: 3 2

ØV-koordinat: 3 8 4 5 3 6

NS-koordinat: 6 7 8 5 1 2 2

(se baksiden av koder)

Borestedets postadresse

Leikanger

Gårdsnr.

24

Bruksnr.

118

Festenr.

Seksjonsnr.

Brønneieren

Ettemavn Sognekraft

Fornavn Arnt Otto Øygarden

Telefon (arbeid)

47975129

Telefon (privat)

Brønneierens postadresse (fylles bare ut hvis forskjellig fra borestedets postadresse)

Brønnens bruk

(se baksiden for koder)

Vannforsyning ☐

Brukskode

Energi ☐

Brukskode

Undersøkelse / Sonderboring ☒

Brukskode 1

Borefirma

Hallingdal Brønn og Graveservice AS

Boredato

06.03.2017

Borerens navn

Torbjørn/Rune

Konsulent (personnavn)

Joseph Allen

Konsulentfirma

Multiconsult

Konsulentrapport nr.

Totalt dyp av brønn

36 m

Dyp til fjell

(målt fra overflaten) _____ m

Stabil vannstand etter boring

(målt fra overflaten) 4 m

Dato

07.03.2017

BORELOGG

Evt vanninnslag (liter/time)

Merknader

Dyp fra (m) Dyp til (m) >1000 500-1000 50-500 <50

(løsmasseprofil, skifte i slamfarge, bergart, hardt/løst fjell etc.)

0

30

grus/sand silt

(Fortsett på baksiden)

BRØNNINFO

Boring

Borhull diameter

Hvis skråboring, angi



Loddrett ☒

Skrå ☐

Horisontal ☐

168,3 mm

Avvik fra loddlinjen _____ (0° – 90°)

Retning iht Nord _____ (0° – 360°)

Brønnrør /

Føringsrør

Materiale Stål ☒

Rustfritt stål ☐

Plast ☐

Annet _____

Lengde

30 m

Diameter

168,3 mm

Filter

(bruk baksiden
hvis flere filter)

Plassering (målt fra overflaten)

Fra 6 m til 15 m

Diameter

125 mm

Type

PEHD PN 10

Lysåpning

1 mm

Materiale Stål ☐

Rustfritt stål ☐

Plast ☒

Annet _____

Kapasitet målt ved avsluttet boring

(før evt. sprengning / trykking) _____ liter/time

Kapasitet før sprengning / trykking målt ved

Blåsing ☐ Prøvepumping ☐ Stigningstest ☐

med varighet _____ min / time / dag

Vannkvalitet

Antall vannprøver

innsamlet _____

Prøve(r) sendt for analyse

til (laboratorienavn) _____

KAPASITETSØKNING

☐ Ved sprengning

☐ Ved hydraulisk trykking

Kapasitetsøkning utført av (firma)

Firmaadresse

Dato utført

Kapasitet etter

Kapasitet

Målt ved Blåsing ☐

Prøvepumping ☐

Stigningstest ☐

Stabil vannstand etter sprengning/trykking (målt fra overflaten)

sprengning/trykking

_____ liter/time

med varighet _____ min / time / dag

_____ m Dato _____

Mansjett

plassering

Mansjett dyp 1

Maks. trykk

_____ kp/cm²

Mansjett dyp 2

Maks. trykk

_____ kp/cm²

Mansjett dyp 3

Maks. trykk

_____ kp/cm²

dyp _____ m

Min. trykk

_____ kp/cm²

dyp _____ m

Min. trykk

_____ kp/cm²

dyp _____ m

Min. trykk

_____ kp/cm²

Kommentar

Brønn III

643

(Fortsett på baksiden)

Kopi av skjema sendes

- oppdragsgiver

- NGU - Brønndatabase, 7491 Trondheim

Dato

31.03.2017

Ansvarlig person fra borefirma

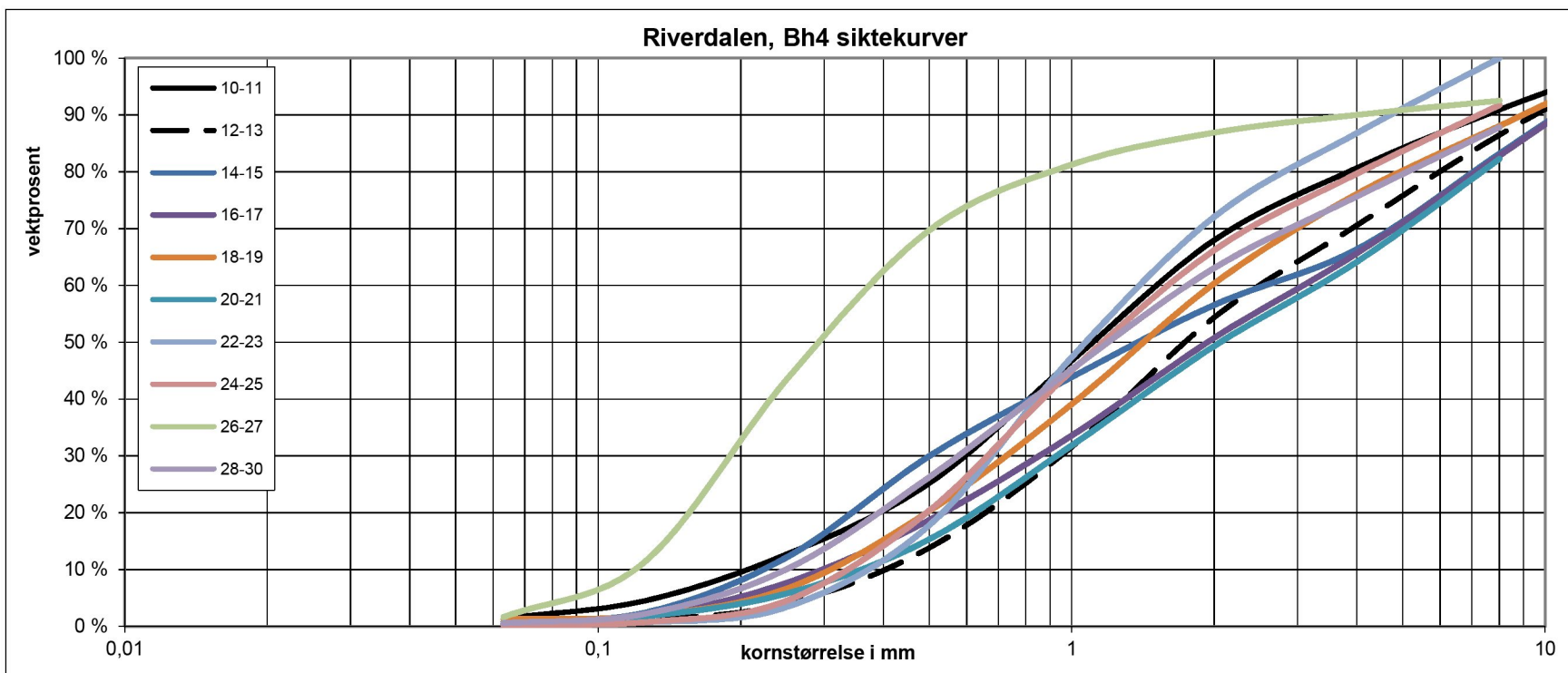
Navn Torbjørn Hovdegard

Torbjørn Hovdegard

Signatur

Rev. feb. 2004

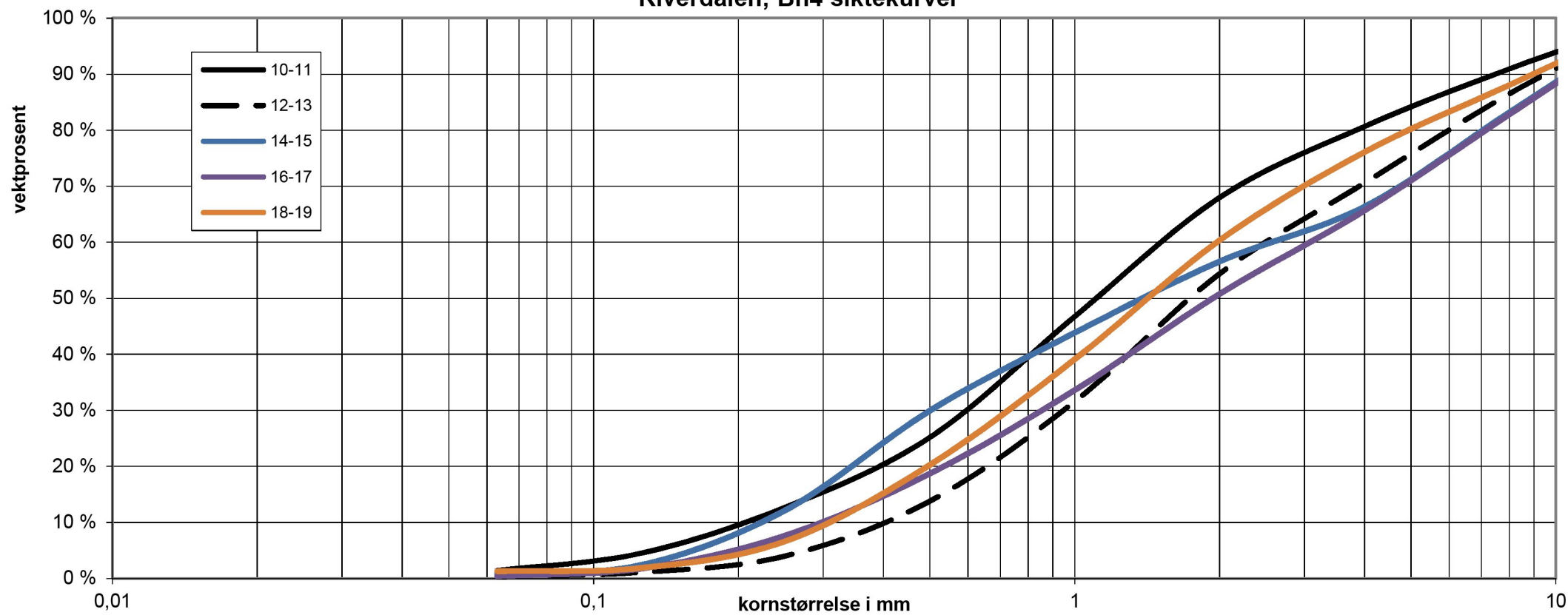
Bh4



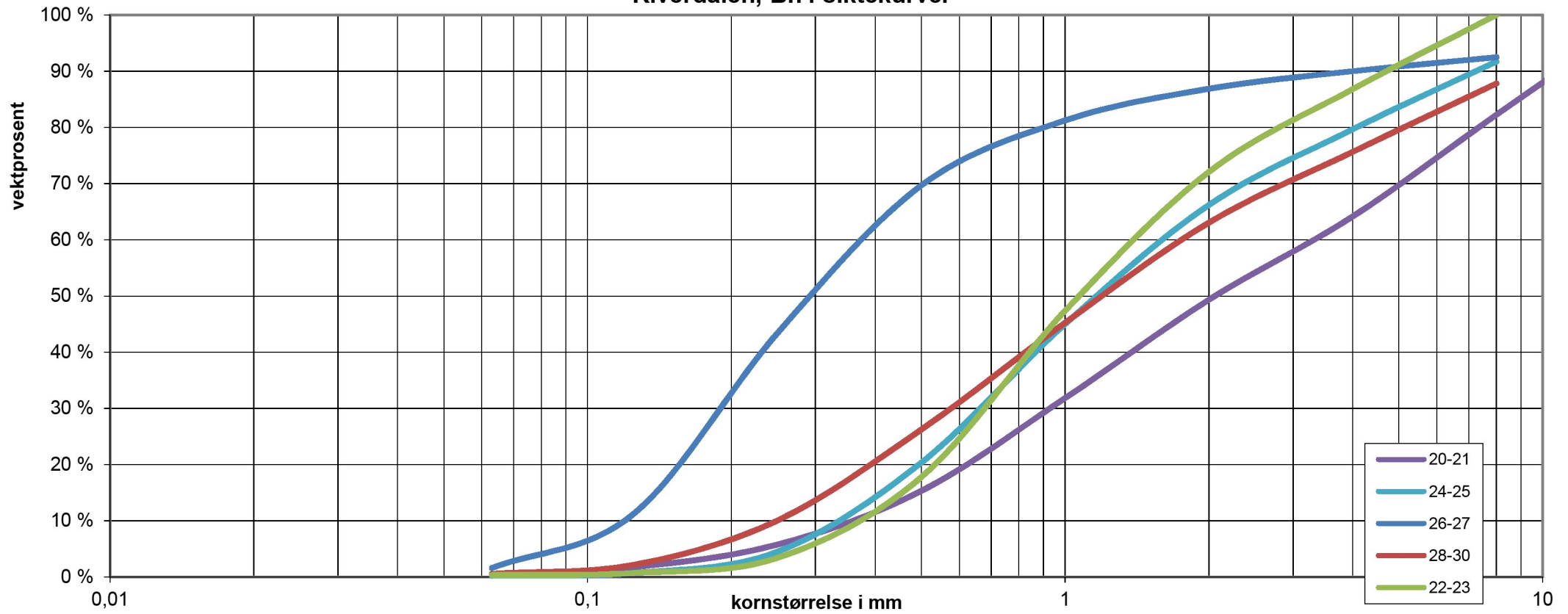
Riverdalen, Bh4	d10	d60	So	beskrivelse	
10-11	0,2	1,5	7,5	grusig sand	
12-13	0,41	2,6	6,3	grusig sand	
14-15	0,23	2,9	12,6	grusig sand	
16-17	0,3	3,3	11,0	sandig grus	
18-19	0,31	2	6,5	grusig sand	
20-21	0,36	3,3	9,2	grusig sand	
22-23	0,37	1,5	4,1	grusig sand	
24-25	0,33	1,7	5,2	grusig sand	
26-27	0,13	0,48	3,7	sand	
28-30	0,25	1,8	7,2	grusig sand	

filter

Riverdalen, Bh4 siktekurver



Riverdalen, Bh4 siktekurver



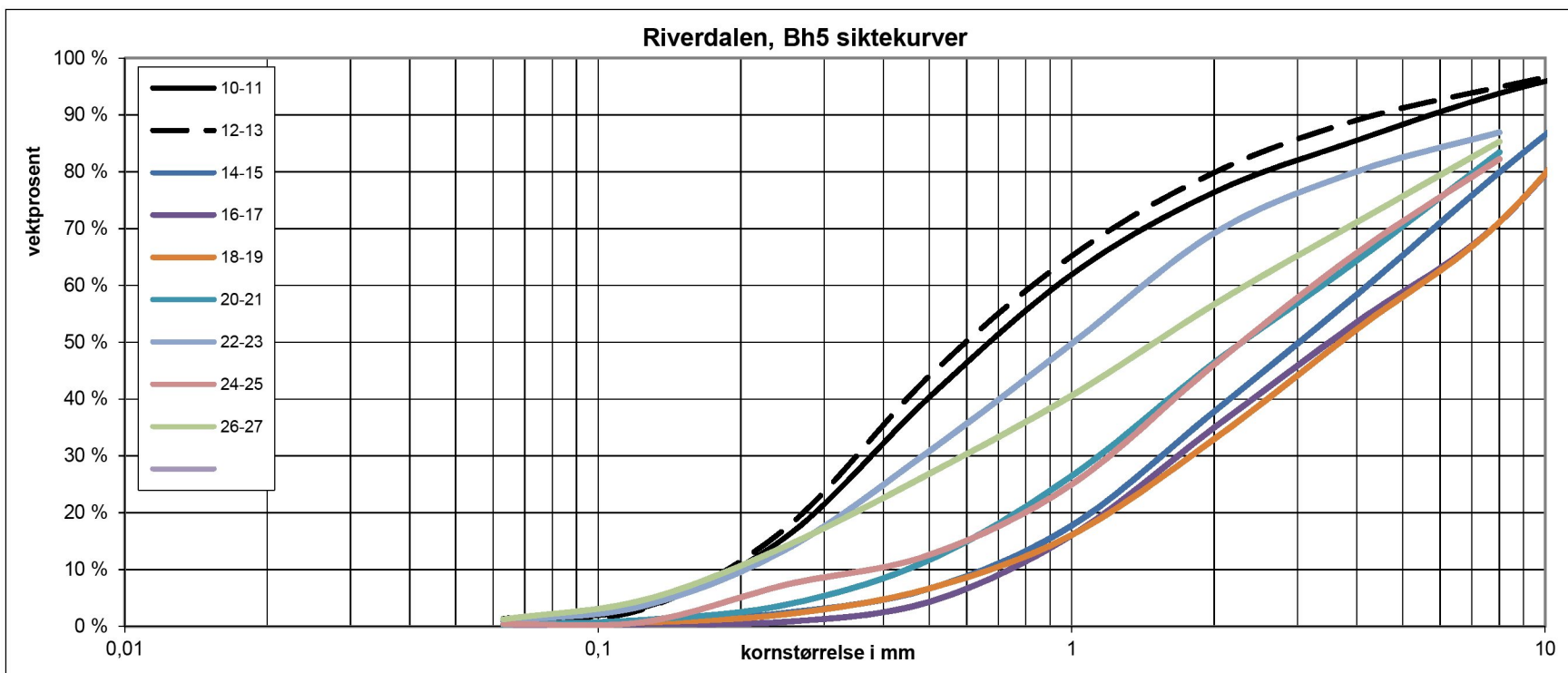
Bh5

Iht Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring, Vannressursloven §46

☐ **Sonderboring**

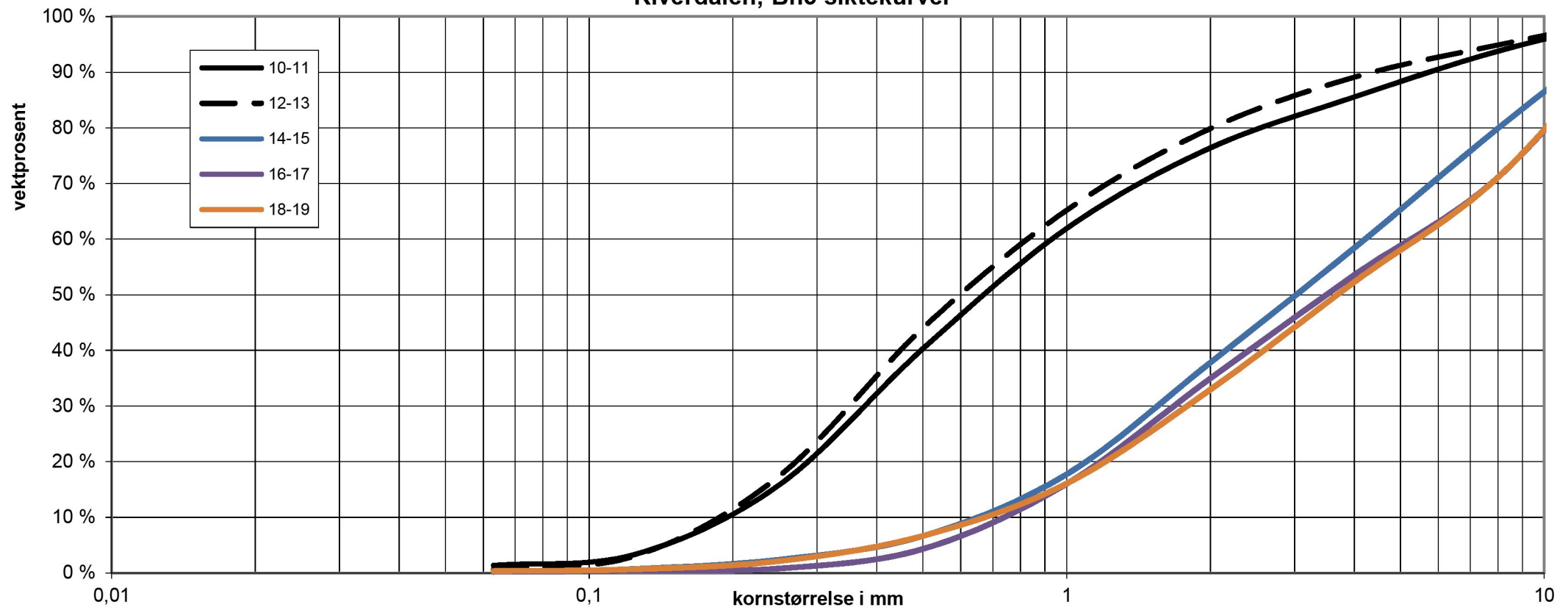
Kommentar	Brønn NR 5	B45	(Fortsett på baksiden)
-----------	------------	-----	------------------------

Kopi av skjema sendes - oppdragsgiver - NGU - Brønn database, 7491 Trondheim	Dato 31.03.2017	Ansvarlig person fra borefirma Torbjørn Hovdegard	<i>Torbjørn Hovdegard</i>
		Navn	Signatur

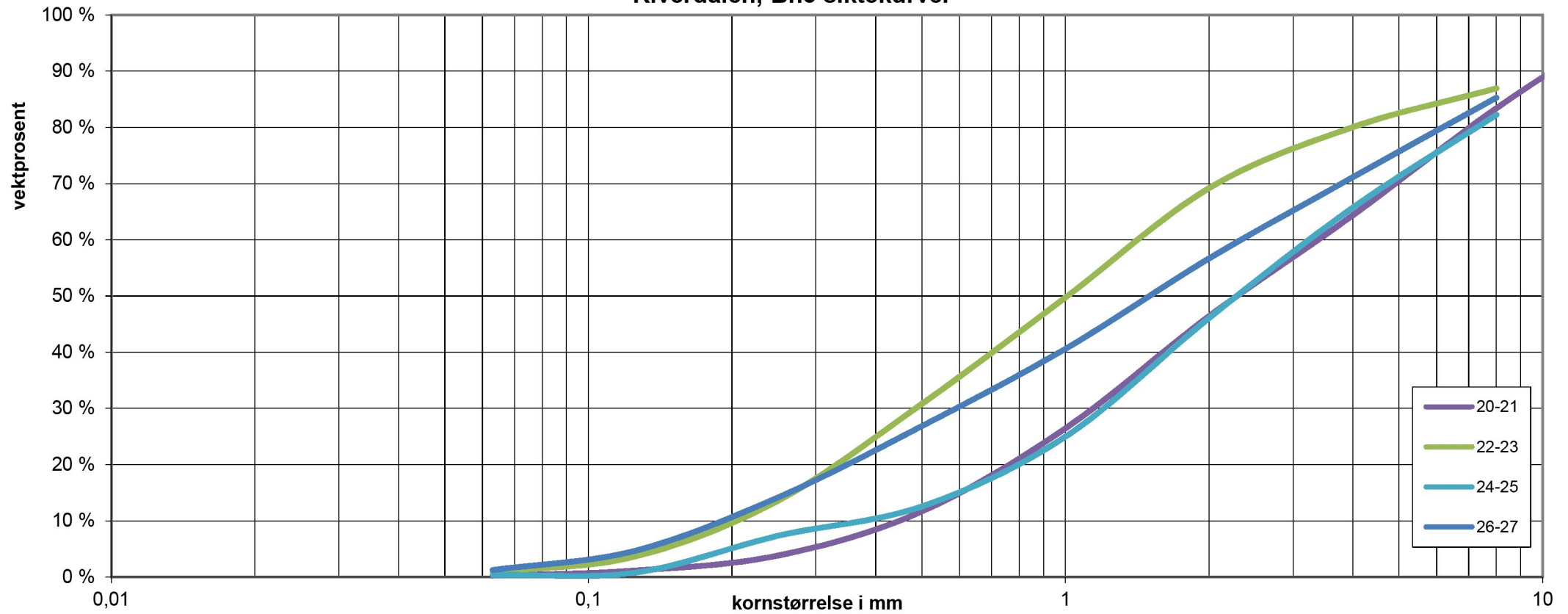


Riverdalen, Bh5	d10	d60	So	beskrivelse	
10-11	0,19	0,93	4,9	grusig sand	filter
12-13	0,185	0,83	4,5	grusig sand	
14-15	0,65	4,2	6,5	sandig grus	
16-17	0,73	5,2	7,1	sandig grus	
18-19	0,65	5,3	8,2	sandig grus	
20-21	0,45	3,4	7,6	sandig grus	
22-23	0,21	1,5	7,1	grusig sand	
24-25	0,33	1,7	5,2	grusig sand	
26-27	0,13	0,48	3,7	sand	
0	0,25	1,8	7,2	grusig sand	

Riverdalen, Bh5 siktekurver



Riverdalen, Bh5 siktekurver



Bh6

iht Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring. Vannressursloven §46

Brønn i fjell

x Brønn i løsmasser

☐ **Sonderboring**[illegible]

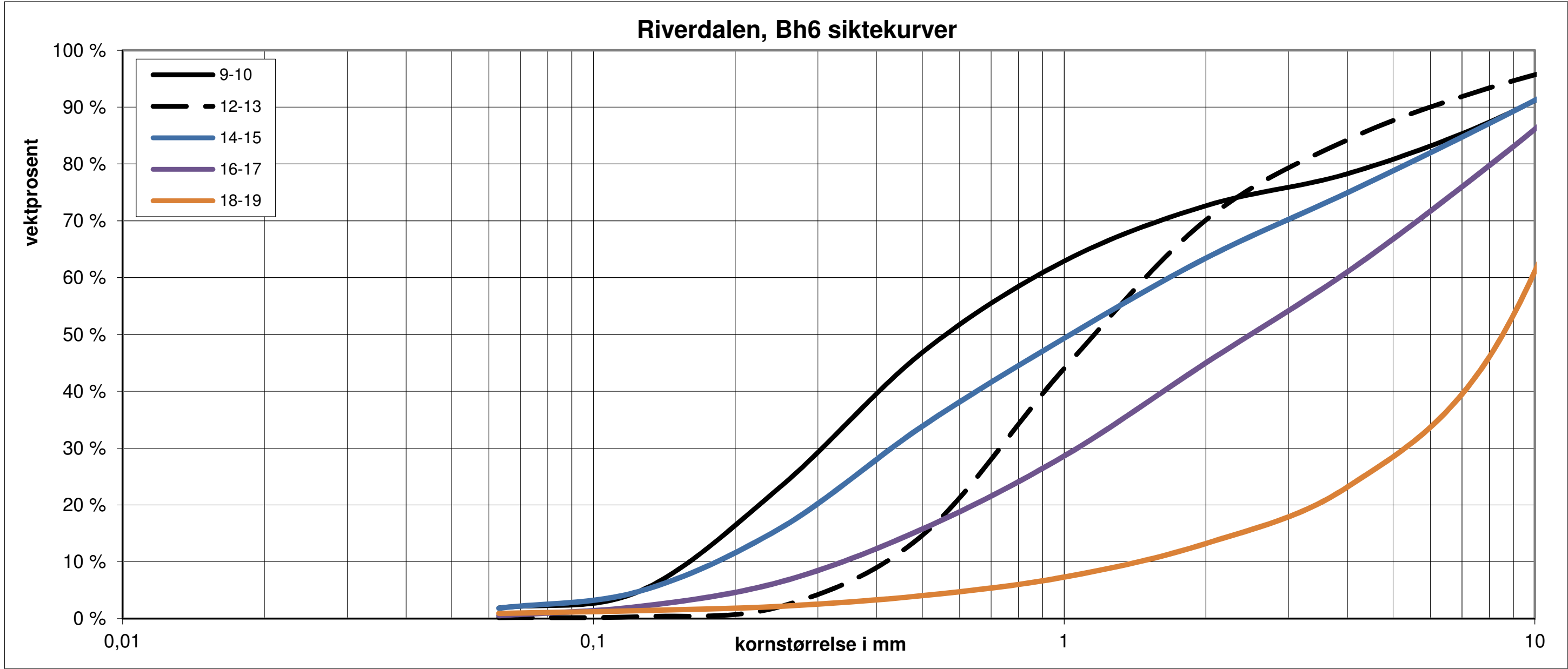
Rev. feb. 2004

1ht Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring, Vannressursloven §46

☐ **Sonderboring**

Kommentar	Brønn NR 7	B46
		(Fortsett på baksiden)

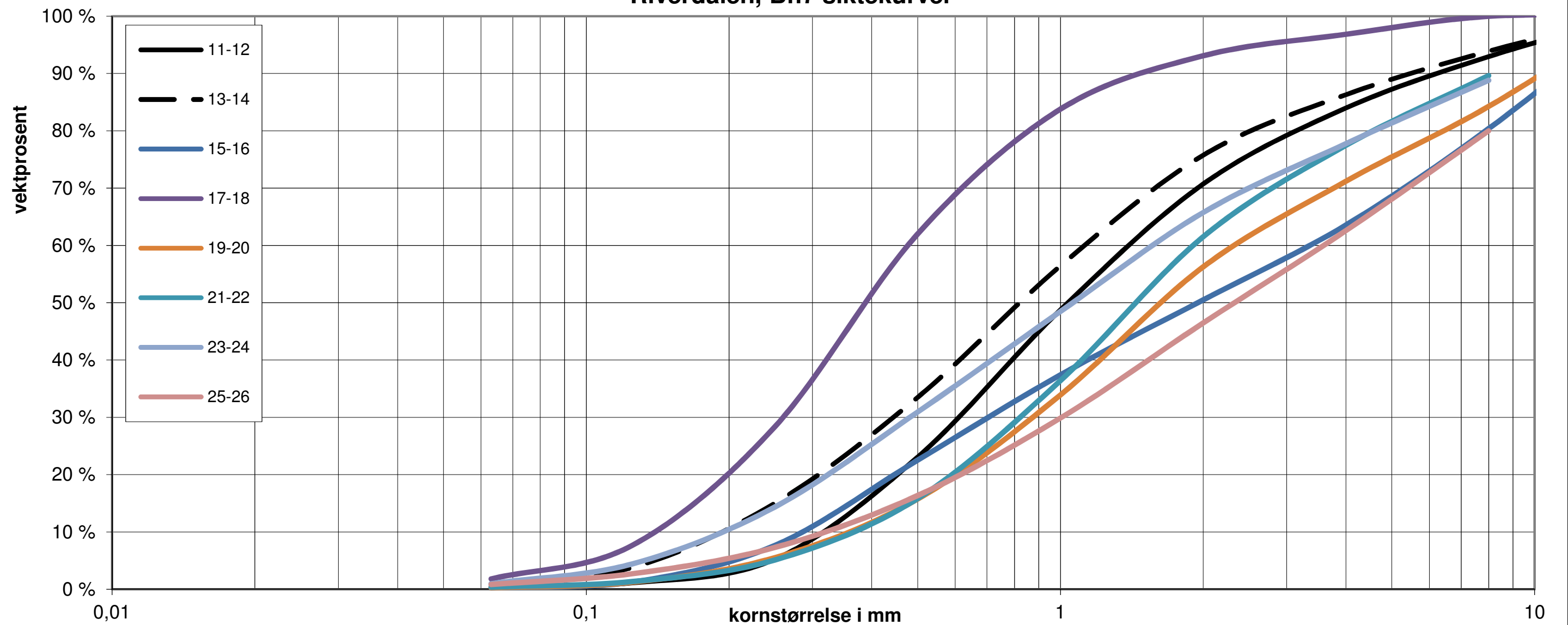
Signatur Torbjørn Hovdegard



<i>Riverdalen, Bh6</i>	<i>d10</i>	<i>d60</i>	<i>So</i>	beskrivelse	
9-10	0,17	0,85	5,0	grusig sand	filter
12-13	0,42	1,6	3,8	grusig sand	
14-15	0,18	1,8	10,0	sandig grus	
16-17	0,34	3,8	11,2	sandig grus	
18-19	1,5	9,8	6,5	grus	

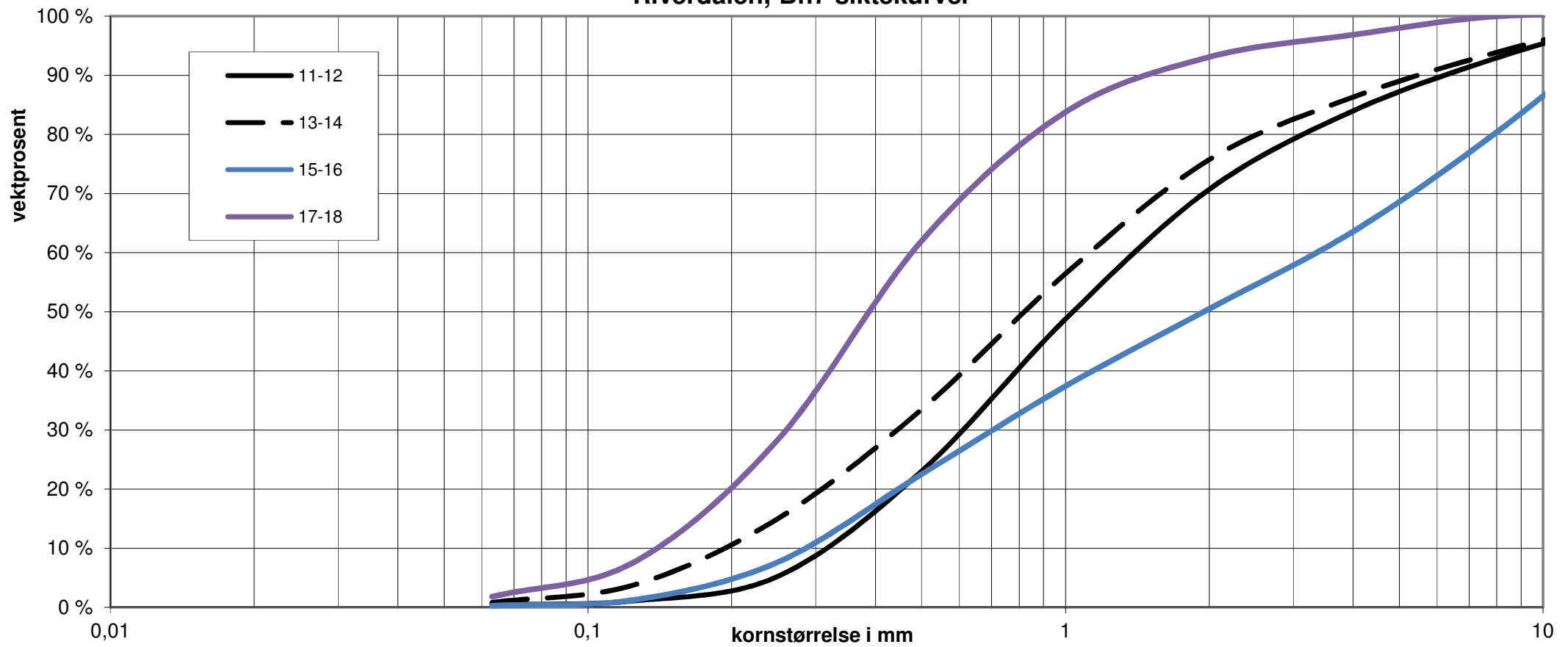
Bh7

Riverdalen, Bh7 siktekurver

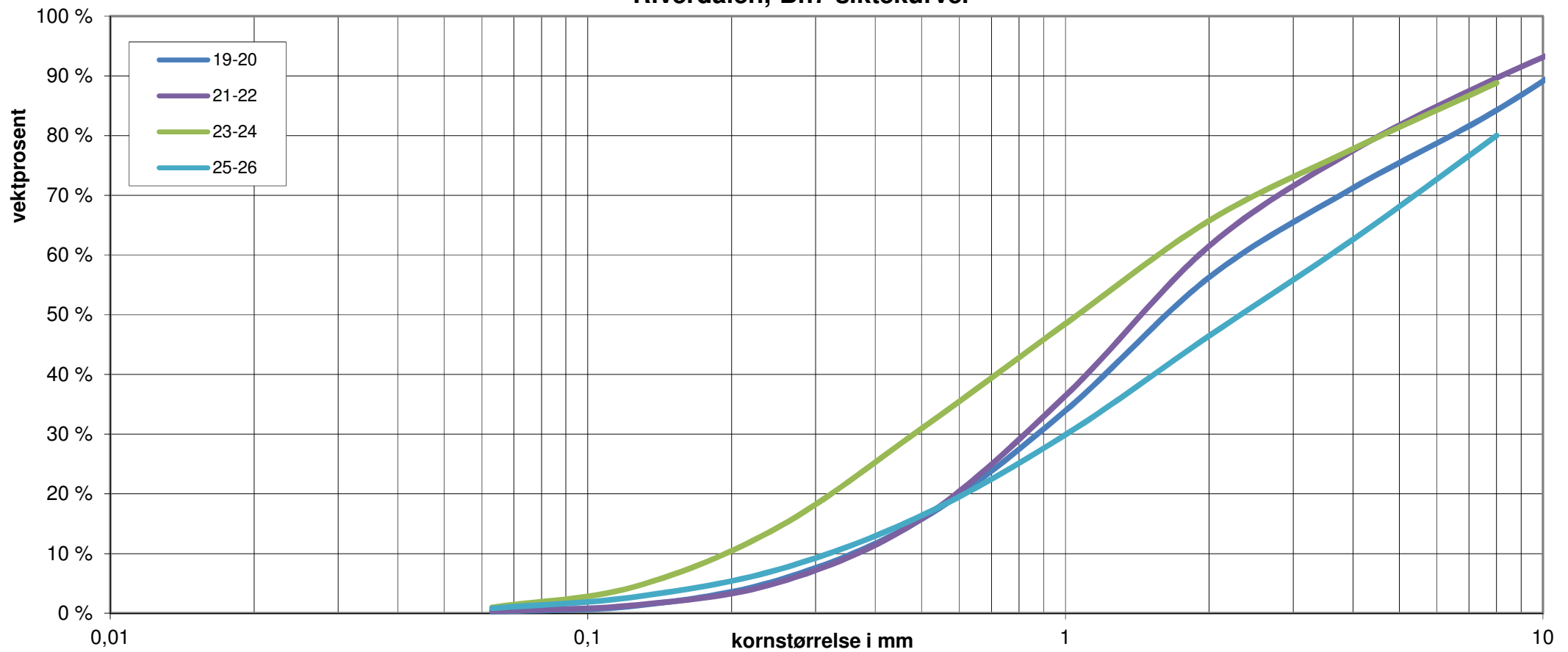


<i>Riverdalen, Bh7</i>	<i>d10</i>	<i>d60</i>	<i>So</i>	beskrivelse	
11-12	0,32	1,5	4,7	grusig sand	filter
13-14	0,2	1,2	6,0	grusig sand	
15-16	0,29	3,3	11,4	grusig sand	
17-18	0,15	0,48	3,2	sand	
19-20	0,36	2,3	6,4	grusig sand	
21-22	0,45	3,4	7,6	grusig sand	
23-24	0,21	1,5	7,1	grusig sand	
25-26	0,33	1,7	5,2	sandig grus	

Riverdalen, Bh7 siktekurver



Riverdalen, Bh7 siktekurver



Pb3

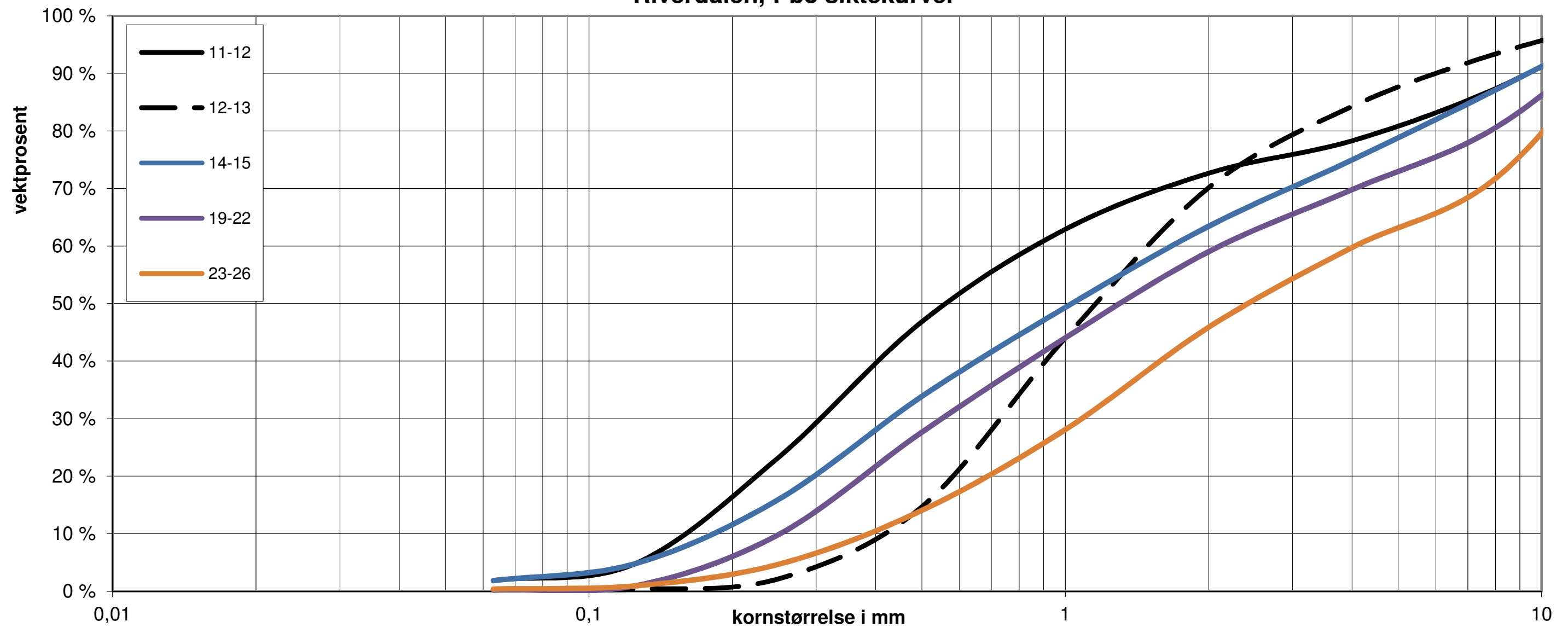
Iht Forskrift om oppgaveplikt ved brønnboring, Vannressursloven §46

Sonderboring

(Fortsett på baksiden)

Torbjørn Hovdegard
Signatur

Riverdalen, Pb3 siktekurver



<i>Riverdalen, Pb3</i>	<i>d10</i>	<i>d60</i>	<i>So</i>	beskrivelse	
11-12	0,16	0,85	5,3	grusig sand	filter
12-13	0,42	1,6	3,8	grusig sand	
14-15	0,18	1,8	10,0	grusig sand	
19-22	0,26	2,1	8,1	grusig sand	
23-26	0,39	4	10,3	sandig grus	

Vedlegg 3

Registreringer grunnvannstand

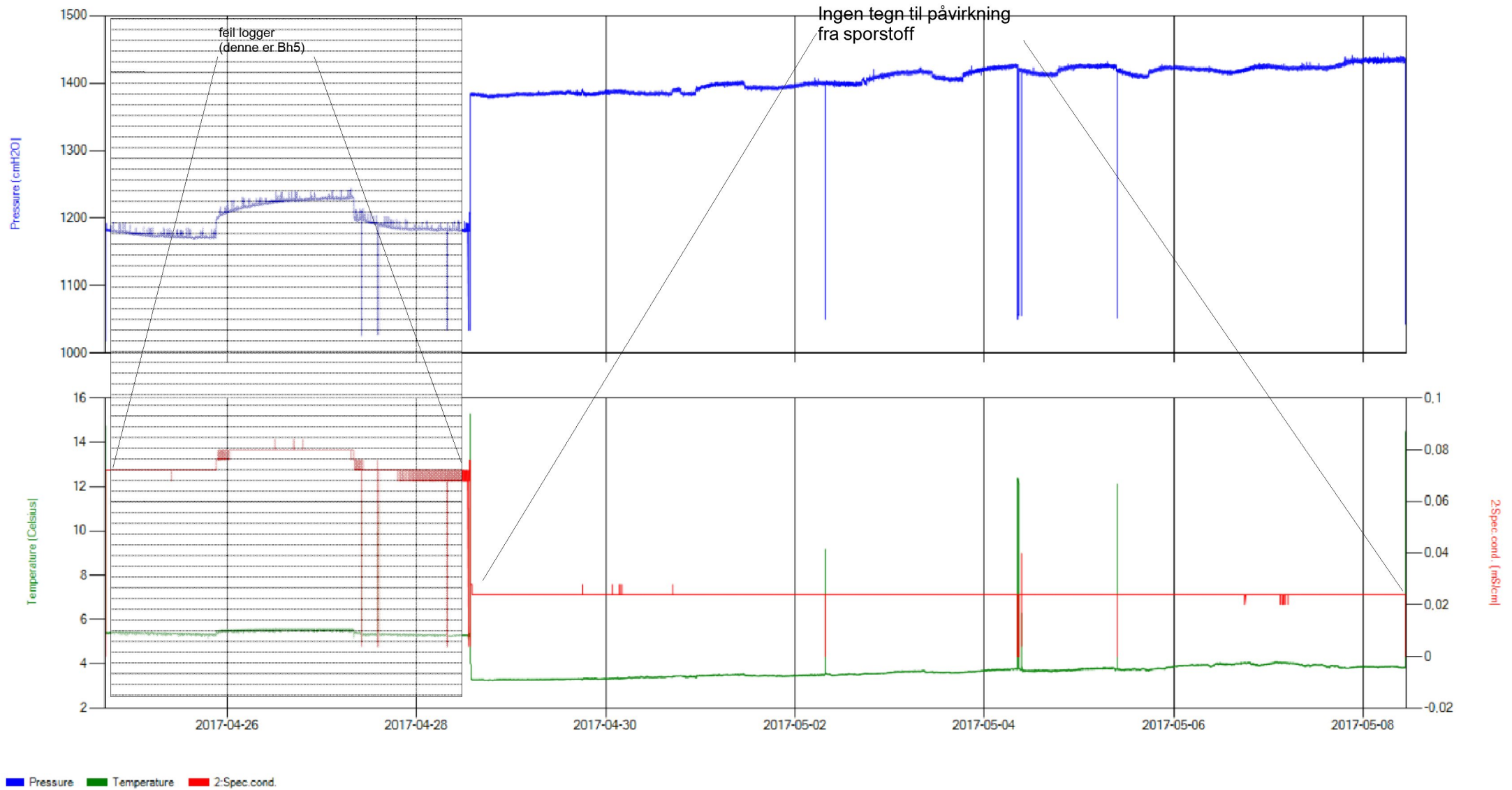
Grunnvannstandsmålinger ved Henjaelvi: Riverdalen og Lundene
 Manuelle peiling av grunnvann (som meter over havet)

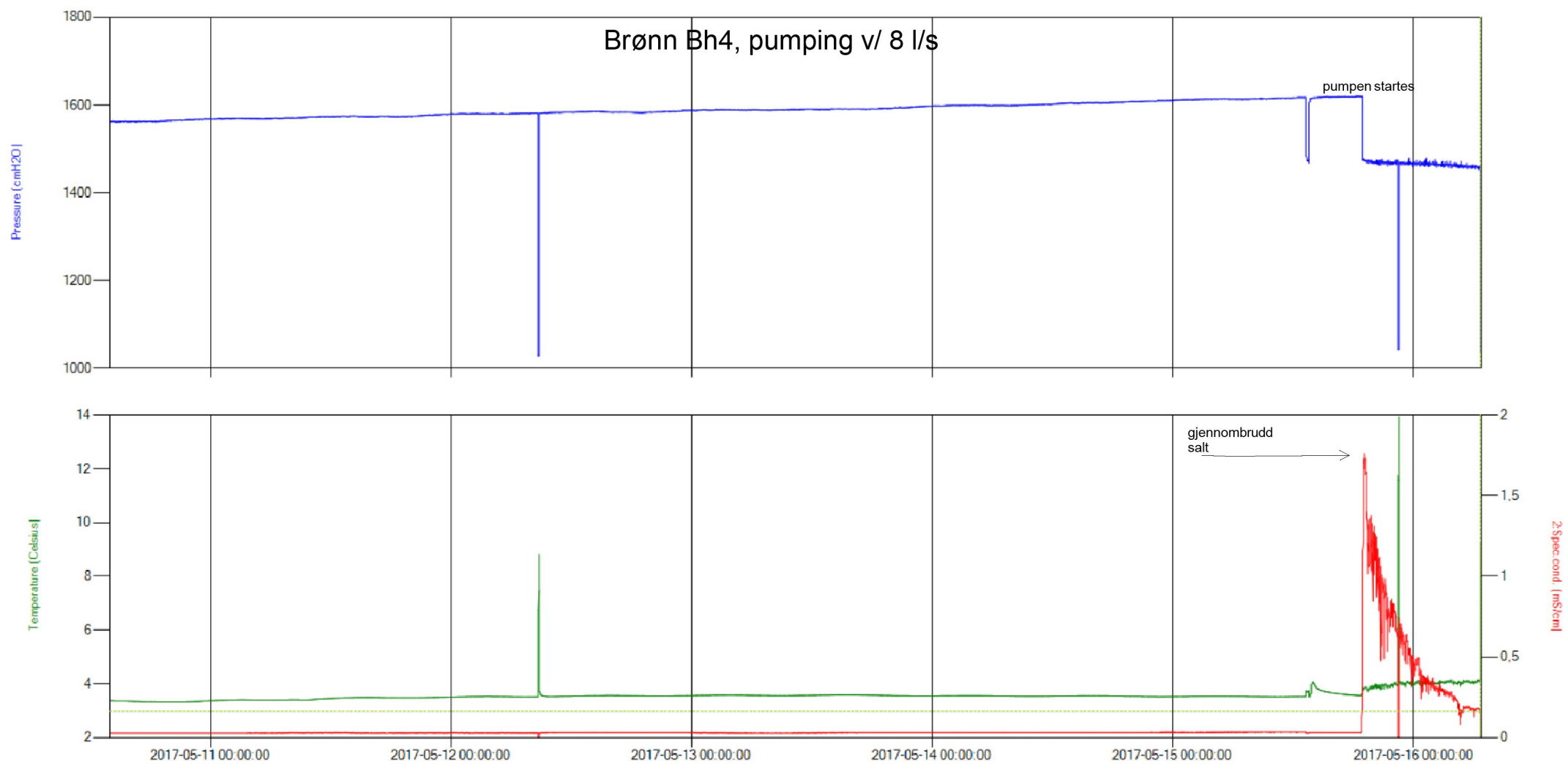
Dato	Beskrivelse	Bh1	Bh2	Bh3	Bh4	Bh5	Bh6	Bh7	Pb3
2017-03-29	ingen pumping	6,27	5,50	1,69	5,51	7,20	7,34	6,66	6,54
2017-03-30	Gv stand kote, v/pumping ca. 8l/s pr brønn, ca. 32 l/s	5,80	5,14		3,71	4,90	4,74	4,46	5,87
2017-04-17	Pumping etter ca. 2 uker i Bh4, Bh5, Bh6 og Bh7.	4,77	4,40		3,16	4,20	3,34	3,86	3,84
2017-05-15	Pumper avstengt i 5 foregående dager	6,19	5,48	1,76	5,46	6,74	6,86	6,45	6,31
2017-05-16	Testpumping Bh4 og Bh6, 12 timer, 16 l/s (gjennomsnitts uttak)	5,97	5,22	1,76	3,81	5,93	4,73	5,92	5,92

Vedlegg 4

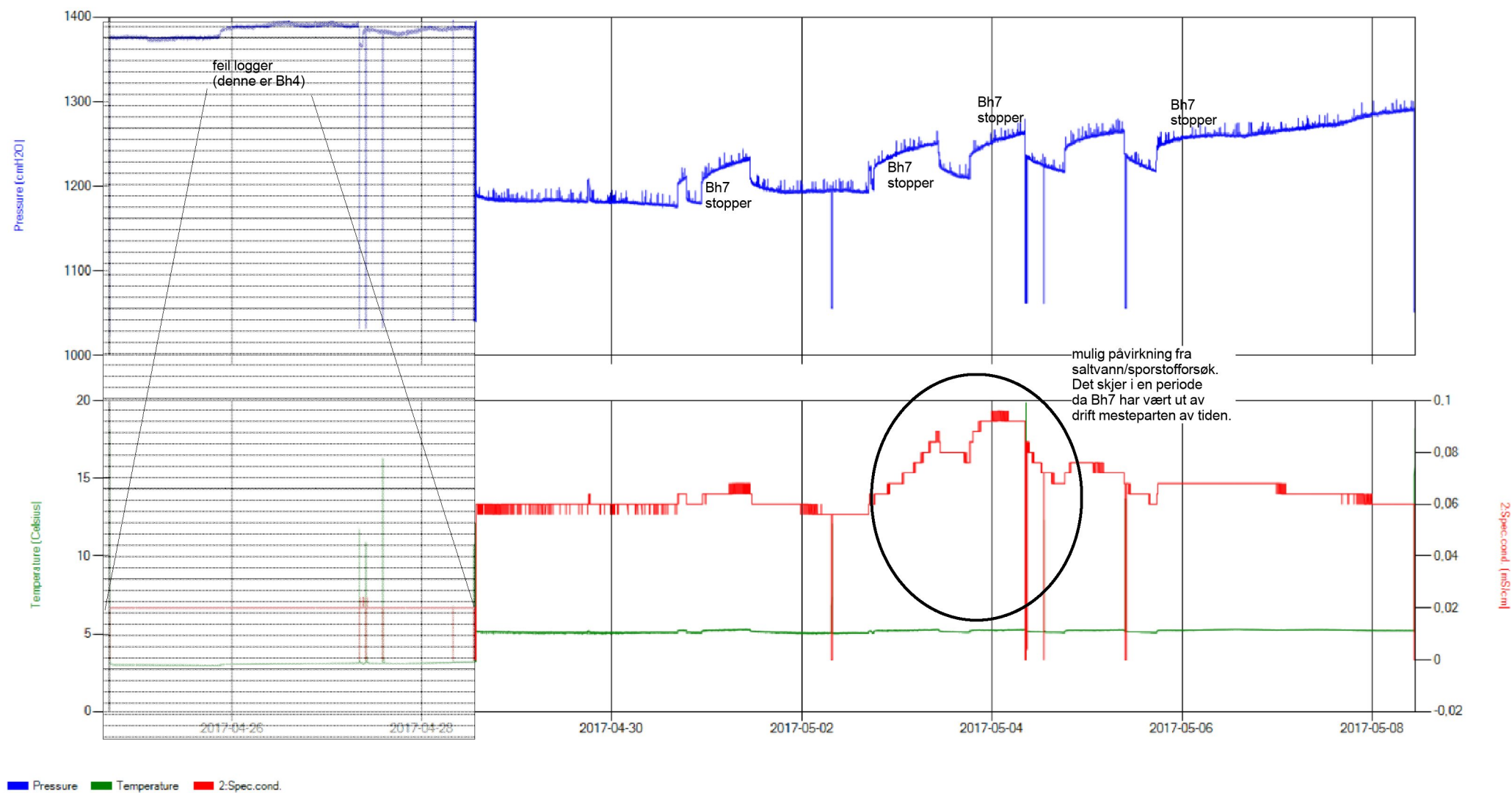
Pumpetester

Brønn Bh4, pumping v/ 8 l/s

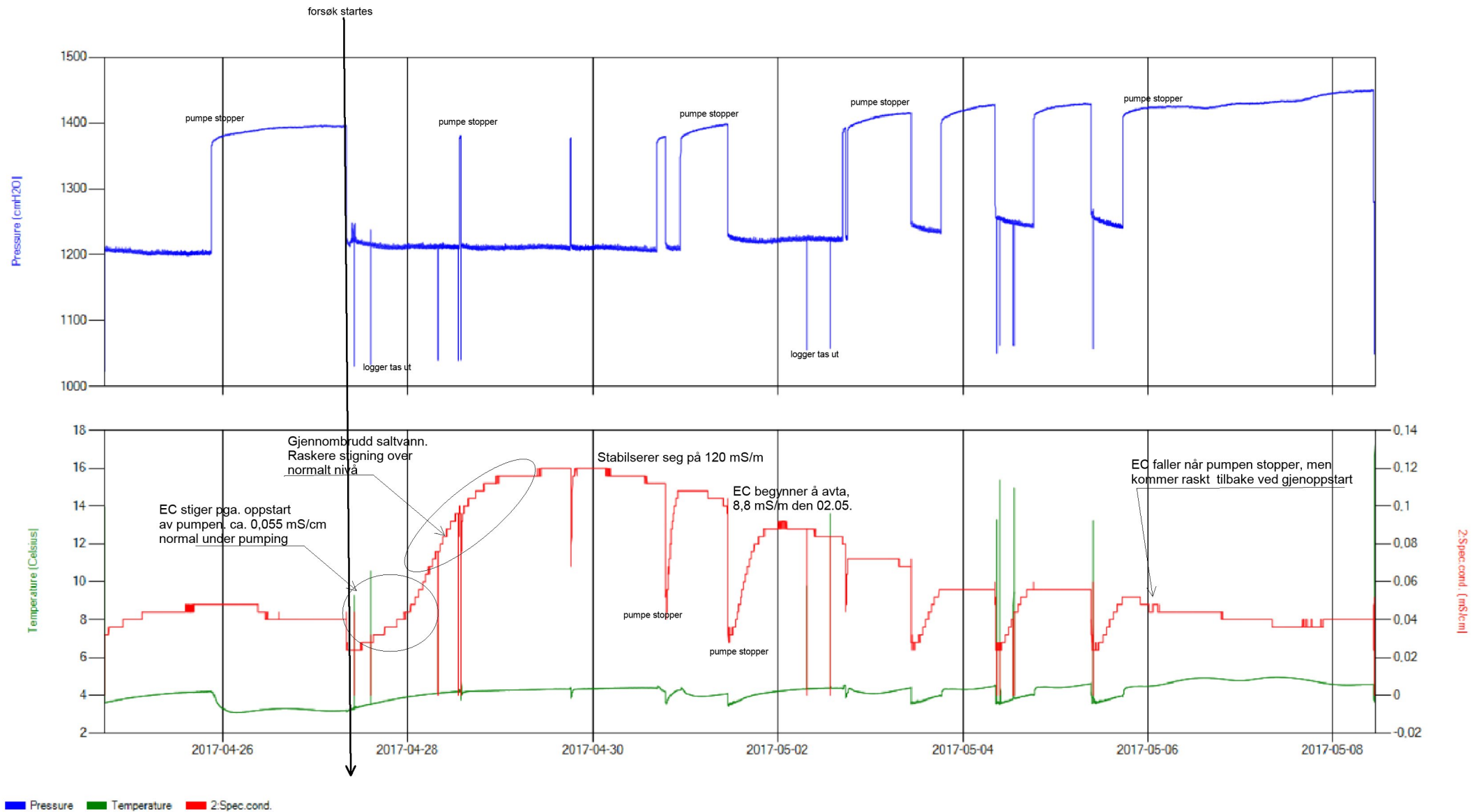




Brønn Bh5, pumping v/ 8 l/s



Brønn Bh7, pumping v/ 8 l/s



Vedlegg 5

Vannanalyser

Nye brønner, nordsiden. Riverdalen, Leikanger kommune.

Riverdalen, Nye brønner, Leikanger kommune

		N-total	pH	EC (ledningsevne)	Klorid (Cl-)	Sulfat (SO4)	Alkalinitet pH 4.5	Ca (Kalsium)	Fe (Jern)	K (Kalium)	Mg (Magnesium)	Na (Natrium)	Mn (Mangan)	Nitrat (NO3-N)	Turbiditet	Fargetall	Kimtal 22°C 3 døgn	Koliforme bakterier 37°C	E.coli	Clostridium perfringens	Intestinale enterokokk er	Aluminium
	dato	mg N/l		mS/m	mg/l	mg/l	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg N/l	FNU	mg Pt/l						mg/l
Bh4	2017-04-06	0,71	6,1	3,1	3	0,5	<0.050	2,22	0,183	0,713	0,385	1,65	13,9	0,68	3		14	1	<1	1	<1	
Bh4	2017-04-25	0,69	5,8	2,3	2,83	1,19	0,031	1,47	0,004		0,321	1,57	0,0064	0,52	<0,10	3	4	1	1	<1	<1	0,0559
Bh5	2017-04-05																7	<1	<1	<1	<1	
Bh5	2017-04-12		6,59	8,29	4,82	6,21	0,172	6,9	0,0079	3,46	1,31	3,8	1,27	2,39	0,56							
Bh5	2017-04-25	1,5	6,3	5,9	3,83	4,46	0,16	4,67	0,0047		0,878	2,96	<0,0010	1,40	0,18	<3	4	<1	<1	<1	<1	0,0288
Bh6	2017-03-25		7,2	9,5	6	6	0,23		0,003				6,87	3,41	1	1,9						
Bh6	2017-04-06	1,8	6,7	7,2	4	5	0,18	5,18	0,0094	2,86	0,954	3,57	1,87	1,70	0,35		3	<1	<1	<1	<1	
Bh7	2017-04-05																62	2	1	<1	<1	
Bh7	2017-04-12		6,53	5,13	4,01	3,77	<0.150	4,09	0,0063	1,78	0,803	2,62	1,49	1,38	0,24							
Bh7	2017-04-25																36	<1	<1	<1	1	

Nye brønner, nordsiden. Riverdalen, Leikanger kommune.

Riverdalen, Nye l

		Ammonium-N (NH4-N)	BLY	Karbondioksyd, fritt	Fluorid	Kadmium	KOF Mn	Kopar	Kvikksølv	Nikkel	Nitritt-N (NO2- N)	Plantevernmidler- klorerte	Radon	Sink	Totalfosfor	UV-Transm. 253,7 nm 5cm ufilt	Kommentarer
	dato	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mgO/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	Bq/l	µg/l	µg/l	%	
Bh4	2017-04-06																litt høy Fe pga. ikke-filtrert prøve og litt høy turb.
Bh4	2017-04-25	<0,003	5,11	5	<0,020	0,00331	<1	<0,00100	<0,002	0,23	0,0005	<0,010	14,1	13,7	4	77,9	
Bh5	2017-04-05																
Bh5	2017-04-12																
Bh5	2017-04-25	<0,003	0,0119	9	0,068	<0,002	<1	0,00134	<0,002	0,292	<0,0005	<0,010	17,6	0,554	<3	79,7	
Bh6	2017-03-25																
Bh6	2017-04-06																
Bh7	2017-04-05																
Bh7	2017-04-12																
Bh7	2017-04-25																Pumpen gått kun noen timer.

		Bh2 (ca 500l/min)								
		Uttaksdato								
Analyseparamterer	Eining	2016-11-28	2016-12-12	2017-01-02	2017-01-16	2017-01-30	2017-02-13	2017-02-17	2017-02-22	2017-02-28
Lukt		0	0	0	0	0	x			
Smak		0	0	0	0	0	x			
Temp. (in-situ)								3,6		
Kimtal 22°C 3 døgn	/ml	<1	<1	<1	1	<1	x			
Koliforme bakterier 37°C	/100 ml	<1	<1	<1	<1	<1	x			
E.coli	/100 ml	<1	<1	<1	<1	<1	x			
Clostridium perfringens	/100 ml.	<1	<1	<1	<1	<1	x			
Intestinale enterokokker	/100 ml.	<1	<1	<1	<1	<1	x			
Konduktivitet 25°C	mS/m	1,2	1,3	2,3	2,8	6,2	x	15,6	17,9	21,7
Fargetal		<3	<3	<3	<3	<3	x			
Jern	mg Fe/l	0,006	0,0044	0,0043	0,0041	0,0112	x	0,00793		
Mangan	mg/l	0,0006	<0,0010	0,001	0,0011	0,004	x	0,0118		
pH, surhetsgrad		6,0	5,9	5,7	5,8	5,7	x	6,2		
Kalsium	mg Ca/l		0,768		1,3			2,4		
Alkalitet, karbonatalkalitet			0,026		0,023			<0.050		
Karbondioksyd, fritt	mg/l		3		3					
Oppløyst oksygen	mg/l		11,3		11,6					
Turbiditet	FNU		0,16		0,13			0,45		
UV-Transm. 253,7 nm 5cm ufiltr	%		78,6		84,6					
Aluminium	mg/l		0,00425							
Ammonium-N (NH4-N)	mg/l		<0,020							
BLY	µg/l		0,0607							
Fluorid	mg/l		<0,200							
Kalium	mg/l							0,715		
Kadmium	µg/l		x							
Klorid	mg/l		1,33					40	45,4	55,7
KOF-Mn	mg/l		<1							
Kopar	mg/l		0,00155							
Kvikksølv	µg/l		<0,002							
Magnesium	mg Mg/l		0,153					2,5		
Natrium	mg/l		1,03					19,9		
Nikkel	µg/l		0,0957							
Nitrat-N (NO3-N)	mg/l		0,176							
Nitritt-N (NO2-N)	mg/l		<0,0020							
Plantevernmidler-klorerte, 14 stk	µg/l		<0,010							
Radon	Bq/l		22,4							
Sink	µg/l		3,2							
Sulfat (SO4)	mg/l		0,974					3,9		
Totalnitrogen	µg/l		460							
Totalfosfor	µg/l		<10							

		Bh1(ca 270l/min)								
Analyseparamterer	Eining	2016-11-28	2016-12-12	2017-01-02	2017-01-16	2017-01-30	2017-02-13	2017-02-17	2017-02-22	2017-02-28
Lukt		x	0	0	0	0	x			
Smak		x	0	0	0	0	x			
Temp (in-situ)								4,4		
Kimtal 22°C 3 døgn	/ml	x	3	5	<1	1	x			
Koliforme bakterier 37°C	/100 ml	x	<1	<1	<1	<1	x			
E.coli	/100 ml	x	<1	<1	<1	<1	x			
Clostridium perfringens	/100 ml.	x	<1	<1	<1	<1	x			
Intestinale enterokokker	/100 ml.	x	<1	<1	<1	<1	x			
Konduktivitet 25°C	mS/m	x	3,6	4,8	5	5,3	x	6,1	5,3	5,4
Fargetal		x	<3	<3	<3	<3	x			
Jern	mg Fe/l	x	0,0041	0,0037	0,0028	0,005	x	0,00343		
Mangan	mg/l	x	0,0021	0,0023	0,0021	0,0025	x	0,00303		
pH, surhetsgrad		x	5,9	5,6	5,9	6	x	5,8		
Kalsium	mg Ca/l		2,94		4,01			4,4		
Alkalitet, karbonatalkalitet			0,048		0,055			<0.050		
Karbondioksyd, fritt	mg/l		7		8					
Oppløyst oksygen	mg/l		9,8		10,9					
Turbiditet	FNU		0,14		0,13			0,05		
UV-Transm. 253,7 nm 5cm ufiltr	%		84,7		86,5					
Aluminium	mg/l		0,0486							
Ammonium-N (NH4-N)	mg/l		<0,020							
BLY	µg/l		0,111							
Fluorid	mg/l		<0,20							
Kalium	mg/l							1,23		
Kadmium	µg/l		x							
Klorid	mg/l		5,68					7,5		6,6
KOF-Mn	mg/l		<1							
Kopar	mg/l		<0,002							
Kvikksølv	µg/l		<0,002							
Magnesium	mg Mg/l		0,404					0,651		
Natrium	mg/l		1,84					2,59		
Nikkel	µg/l		0,187							
Total nitrogen	µg/l		1370							
Nitrat-N (NO3-N)	mg/l		0,411							
Nitritt-N (NO2-N)	mg/l		<0,0021							
Plantevernmidler-klorerte, 14 stk	µg/l		<0,010							
Radon	Bq/l		18,7							
Sink	µg/l		1,06							
Sulfat (SO4)	mg/l		1,42					2,1		
Totalfosfor	µg/l		<10							

		Henjaelvi v/ B2								
Analyseparamterer	Eining							2017-02-17		
Lukt										
Smak										
Temp (in-situ)								0,2		
Kimtal 22°C 3 døgn	/ml									
Koliforme bakterier 37°C	/100 ml									
E.coli	/100 ml									
Clostridium perfringens	/100 ml.									
Intestinale enterokokker	/100 ml.									
Konduktivitet 25°C	mS/m							0,032		
Fargetal										
Jern	mg Fe/l									
Mangan	mg/l									
pH, surhetsgrad										
Kalsium	mg Ca/l									
Alkalitet, karbonatalkalitet										

Sognekraft AS
Att: Arnt Otto Øygarden
Pb. 3
6891 VIK I SOGN

ANALYSERAPPORT

Dato: 08.05.2017
Prøve ID: 2017-358
ver 1

Leikanger kr

Prøvemottak: 24.04.17

Analyseperiode: 24.04.17 - 08.05.17

2017-358-1

Råvatn

Utteken: 24.04.17

BH4

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kimtal 22°C 3 døgn	NS 6222	4	/ml
Koliforme bakterier 37°C	Colilert-18	1	/100 ml
E.coli	Colilert-18	1	/100 ml
Intestinale Enterokokker	NS-EN ISO 7899	<1	/100 ml.
Clostridium perfringens	ISO/CD 6461	<1	/100 ml.
pH, surhetsgrad	NS-EN ISO 10523	5,8	
Konduktivitet 25°C	Intern metode	2,3	mS/m
Turbiditet	NS ISO 7027 Metode C	<0,10	FNU
Farge	Intern metode	3	mg/l Pt
UV-Transm. 253,7 nm 5cm ufilt	NS 9462	77,9	%
Alkalitet	Intern metode	0,031	mmol/l
Karbondioksyd, fritt	Intern metode	5	mg/l
Jern	1) ICP-AES/ICP-SFMS	0,0040	mg Fe/l
Mangan	1) ICP-AES/ICP-SFMS	0,0064	mg/l
Kalsium	1) ICP-AES/ICP-SFMS	1,47	mg/l
Aluminium	1) ICP-AES/ICP-SFMS	0,0559	mg/l
Ammonium-N (NH ₄ -N)	1) ISO 11732/ ISO 13395	<0,003	mg/l
BLY	1) ICP-AES	5,11	µg/l
Fluorid	1) ISO 10304-1	<0,020	mg/l
Kadmium	1) ICP-AES/ICP-SFMS	0,00331	µg/l
Klorid	1) DS/EN ISO 15682:2001	2,83	mg/l
Kopar	1) ICP-AES	<0,00100	mg/l
Kvikksølv	1) ICP-AES	<0,002	µg/l
Magnesium	1) ICP-AES	0,321	mg/l
Natrium	1) ICP-AES/ICP-SFMS	1,57	mg/l
Nikkel	1) ICP-AES	0,23	µg/l
Nitrat-N (NO ₃ -N)	1) DS 222+223	0,520	mg/l
Nitritt-N (NO ₂ -N)	1) DS 222	0,0005	mg/l
Plantevernmidler-klorerte	1) EN ISO 6468	<0,010	µg/l
Radon	1) CSN 757624	14,1	Bq/l
Sink	1) ICP-AES	13,7	µg/l
Sulfat (SO ₄)	1) SM17udg. 4500-SO4	1,19	mg/l
Totalnitrogen	1) DS/EN ISO 11905-1	690	µg/l
Totalfosfor	1) EN ISO 6878	4	µg/l
Kjemisk oksygenforbruk, KOF Mn	Intern metode	<1	mgO/l

2017-358-2

Råvatn

Utteken:

24.04.17

BH5

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kintal 22°C 3 døgn	NS 6222	4	/ml
Koliforme bakterier 37°C	Colilert-18	<1	/100 ml
E.coli	Colilert-18	<1	/100 ml
Intestinale Enterokokker	NS-EN ISO 7899	<1	/100 ml.
Clostridium perfringens	ISO/CD 6461	<1	/100 ml.
pH, surhetsgrad	NS-EN ISO 10523	6,3	
Konduktivitet 25°C	Intern metode	5,9	mS/m
Turbiditet	NS ISO 7027 Metode C	0,18	FNU
Farge	Intern metode	<3	mg/l Pt
UV-Transm. 253,7 nm 5cm ufiltr	NS 9462	79,7	%
Alkalitet	Intern metode	0,16	mmol/l
Karbondioksyd, fritt	Intern metode	9	mg/l
Jern	1) ICP-AES/ICP-SFMS	0,0047	mg Fe/l
Mangan	1) ICP-AES/ICP-SFMS	<0,0010	mg/l
Kalsium	1) ICP-AES/ICP-SFMS	4,67	mg/l
Aluminium	1) ICP-AES/ICP-SFMS	0,0288	mg/l
Ammonium-N (NH ₄ -N)	1) ISO 11732/ ISO 13395	<0,003	mg/l
BLY	1) ICP-AES	0,0119	µg/l
Fluorid	1) ISO 10304-1	0,068	mg/l
Kadmium	1) ICP-AES/ICP-SFMS	<0,002	µg/l
Klorid	1) DS/EN ISO 15682:2001	3,83	mg/l
Kopar	1) ICP-AES	0,00134	mg/l
Kvikksølv	1) ICP-AES	<0,002	µg/l
Magnesium	1) ICP-AES	0,878	mg/l
Natrium	1) ICP-AES/ICP-SFMS	2,96	mg/l
Nikkel	1) ICP-AES	0,292	µg/l
Nitrat-N (NO ₃ -N)	1) DS 222+223	1,40	mg/l
Nitritt-N (NO ₂ -N)	1) DS 222	<0,0005	mg/l
Plantevernmidler-klorerte	1) EN ISO 6468	<0,010	µg/l
Radon	1) CSN 757624	17,6	Bq/l
Sink	1) ICP-AES	0,554	µg/l
Sulfat (SO ₄)	1) SM17udg. 4500-SO ₄	4,46	mg/l
Totalnitrogen	1) DS/EN ISO 11905-1	1500	µg/l
Totalfosfor	1) EN ISO 6878	<3	µg/l
Kjemisk oksygenforbruk, KOF Mn	Intern metode	<1	mgO/l

2017-358-3

Råvatn

Utteken:

24.04.17

BH7

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kintal 22°C 3 døgn	NS 6222	36	/ml
Koliforme bakterier 37°C	Colilert-18	<1	/100 ml
E.coli	Colilert-18	<1	/100 ml
Intestinale Enterokokker	NS-EN ISO 7899	1	/100 ml.
Clostridium perfringens	ISO/CD 6461	<1	/100 ml.

1) Analysert av ALS Laboratory Group Norway AS

< tyder: Mindre enn

Resultata gjeld berre for prøvene i rapporten.

Rapporten må ikkje bli gjengitt i utdrag utan skriftleg samtykke.

For mikrobiologiske, kjemiske og fysikalske analysar blir måleusikkerheit oppgitt ved førespurnad.

Med helsing



Kårhild Stein Aspelund
 Avd.ing.

Analysevurdering

Beklagar at det har gått så langt tid. Har hatt problem med underleverandør. Lukt og smak er ikkje oppgitt i analyserapporten fordi eg har berre fått tilbakemelding på at dei er akseptable. Resultatet skal oppgjevast frå 0 til 5, der 0 - 3 er akseptable. Sidan det ikkje er oppgitt grad har eg utelate lukt og smak i analyserapporten..

Vedlegg 6

Ledningsevne og temperatur dybdeprofiler

EC og Temperatur i oppblåst grunnvann, Riverdalen, Leikanger kommune

Hole ID	Depth	Kond. (uS/cm)	Temp
Bh3	9	205	
Bh3	11,5	65	
Bh3	12,5	82	
Bh3	14	30	
Bh3	14,5	40	
Bh3	17,5	45	
Bh3	19,5	35	
Bh3	20,5	25	
Bh3	23,5	25	
Bh3	26,5	35	
Bh3	29,5	47	
Bh3	32,5	107	
Bh3	34	224	
Bh3	35,5	907	
Bh4	8,5	29	
Bh4	11,5	17,5	0,5
Bh4	14,5	17,5	0,8
Bh4	17,5	17,5	1,6
Bh4	20,5	33,5	3,7
Bh4	53,5	37	5,8
Bh4	26,5	30	6,1
Bh4	29,5	68	6,2
Bh5	9	17,8	0,5
Bh5	12	58,6	2,8
Bh5	15	113,5	6,7
Bh5	18	128,1	6,9
Bh5	21	121	7
Bh5	24	141,5	7,1
Bh5	27	126	6,6
Bh6	12	96,7	7,7
Bh6	15	109,2	7,3
Bh6	18	143,5	6,7
Bh6	21	135,6	7,1
Bh7	9	20,1	1,9
Bh7	12	19,5	2,4
Bh7	15	23,9	4,9
Bh7	18	99,3	7,3
Bh7	21	120,3	8
Bh7	24	121,3	7,9
Bh7	27	134	7,8
Bh7	28	143,3	7,7
Pb3	9	20,4	4
Pb3	12	25,3	5
Pb3	15	18,3	3,1
Pb3	18	19,2	5,1
Pb3	21	64,9	6,2
Pb3	24	137,2	6,8
Pb3	27	137,4	7,6
Pb3	29	136,3	7,5