



Rendalen Kommune
Revidert søknad om konsesjon for uttak av grunnvann
for energi - Rendalen sykehjem

Utgave:2
Dato: 13.3.2015

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver: Rendalen Kommune
Rapportnavn: Revidert søknad om konsesjon for uttak av grunnvann for energi - Rendalen sykehjem
Utgave/dato: 2 / 2015-03-13
Arkivreferanse: <http://bikube11/oppdrag/532013>

Oppdrag: 532013 – Otnes i Rendalen - grunnvannsundersøkelser
Oppdragsbeskrivelse: Hydrogeologiske forundersøkelser for bruk av grunnvann som varmekilde til varmepumpe. Arbeidet omfatter områdekartlegging med georadar, sonderboringer og undersøkelsesbrønner med innleid boreentreprenør, samt etablering og prøvepumping av en fullskala produksjonsbrønn.

Oppdragsleder: Randi Kalskin Ramstad
Fag: Vann og miljø
Tema: Miljø og hydrogeologi
Leveranse: Rapport

Skrevet av: Rolf E. Forbord
Egenkontroll: 13.3.2015

Kvalitetskontroll: Bernt Olav Hilmo
13.3.2015

Asplan Viak AS www.asplanviak.no

NVE – Konsesjon
Postboks 5091 Majorstua
0301 Oslo

13.3.2015

REVIDERT SØKNAD OM KONSESJON FOR UTTAK AV GRUNNVANN FOR ENERGI – RENDALEN SYKEHJEM

Rendalen kommune ønsker å ta ut 15 l/s (1296 m³/d) med grunnvann fra en 39 meter dyp rørbrønn i det store grunnvannsmagasinet på Otnes i Rendalen kommune. Oppumpet grunnvann skal benyttes som kilde for varmepumpe som erstatter den eksisterende el-/oljefyrte varmesentralen ved sykehjemmet. Varmevekslet grunnvann med temperatur på +1-2 °C slippes enten til Lomnessjøen eller re-infiltreres via infiltrasjonsbrønn. Det søkes primært om at varmevekslet grunnvann slippes til Lomnessjøen.

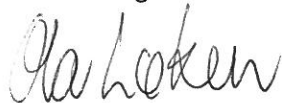
Rendalen kommune søker herved om følgende tillatelser:

Etter vannressursloven, jf. § 8, om tillatelse til:

- Uttak av 15 l/s (1296 m³/døgn) grunnvann som kilde for varmepumpe til Rendalen sykehjem.
- Utslipp av varmevekslet grunnvann med temperatur på +1-2 °C til Lomnessjøen.

Nødvendige opplysninger om tiltaket fremgår av vedlagte utredning.

Med vennlig hilsen



Ola Løken

Rendalen kommune, 2485 Rendalen

E-post: ola.loken@rendalen.kommune.no

Telefon: 62 46 84 60

SAMMENDRAG

Denne rapporten er en søknad om konsesjon for uttak av inntil 15 l/s (1296 m³/d) med grunnvann fra det store grunnvannsmagasinet på Otnes i Rendalen kommune. Oppumpet grunnvann skal benyttes som energikilde for varmepumpe som erstatter den eksisterende el-/oljefyrte varmesentralen ved sykehjemmet. Dette betyr at man skifter ut en dyr og forurensende varmekilde med en vesentlig billigere og miljømessig bedre varmekilde. Varmevekslet grunnvann med temperatur på +1-2 °C slippes enten til Lomnessjøen eller re-infiltreres via infiltrasjonsbrønn. Det søkes primært om at varmevekslet grunnvann slippes til Lomnessjøen. Alternativt vil varmevekslet grunnvann bli re-infiltrert via infiltrasjonsbrønn.

Ut fra forundersøkelser og prøvepumping kan følgende beskrivelse gis av brønnen og grunnvannsforekomsten:

- I undersøkelsesboring 1 (brønnpunktet) ved sykehjemmet er det påvist steinig sand og grus fra 0-15m dyp, og deretter grusig sand fra 15–39m dyp. Grunnvannsspeilet er på 11m. Massene ga mye vann under boring fra 21 til 39 meters dyp.
- Med bakgrunn i de positive resultatene fra forundersøkelsene ble en fullskala produksjonsbrønn med inntaksfilter fra 30-39m under terreng etablert i november 2013. Trinnvis pumpetest viser at brønnen har en spesifikk kapasitet på 10 l/s pr. meter senkning, og derved en maksimal kapasitet på 80 l/s. Brønnen vil derfor uten problemer kunne levere 15 l/s for uttak av energi til sykehjemmet.
- Langtidsprøvepumping ble startet 10. desember 2013 og avsluttet 1. juni 2014. Det er pumpet kontinuerlig i nesten 6 måneder. Utpumpet vannmengde under prøvepumpingen har vært 18,2 l/s. Under kontinuerlig uttak av 18,2 l/s ligger grunnvannstemperaturen stabilt på 5,8–6,1 °C. Grunnvannets ledningsevne er også stabilt lav, og har en ubetydelig økning fra 55 til 58,4 µS/cm i løpet av prøvepumpingsperioden. Ledningsevnen forteller i likhet med den stabile temperaturen at magasinet er meget stort i forhold til uttaket, og at grunnvannskvaliteten ikke endres som følge av uttaket. Vannanalyser viser ellers et grunnvann av meget god og usedvanlig stabil kvalitet.
- Grunnvannsmagasinet kan karakteriseres som et åpent infiltrasjonsmagasin, der grunnvannsnivået i brønnområdet i hovedsak styres av vannstanden i Lomnessjøen. Strandsonen mot Lomnessjøen utgjør utstrømningsområdet for grunnvannsstrømmen. Magasinet er et infiltrasjonsmagasin fordi løsmassene i elvevifta mates med vann fra Ottaelva i rot punktet i vest (innstrømningsområdet). I tillegg vil nedbør infiltreres gjennom terrengoverflaten til det underliggende grunnvannsmagasinet. Avrenning fra dalsidene utenfor Ottaelva sitt nedslagsfelt bidrar også til nydannelse av grunnvann. **På grunn av grove permeable løsmasser (høy transmissivitet) henger Ottaelva mange meter høyere enn grunnvannsnivået ute på vifta, og lekker vann ned til grunnvannsmagasinet.**
- Uttak av grunnvann forårsaker senkning av grunnvannsspeilet slik at det etableres trykk-gradienter fra nærliggende arealer inn mot brønnen. Ved uttak av 18,2 l/s i brønnen (B1) er det etter 8 dagers pumping registrert maksimalt 2,6 meters senkning

i peilebrønn-1 (3,3 meter unna B1) og 1,24 meters senkning i peilebrønn-2 (86,7 meter unna B1).

- Vannstandsmålinger under prøvepumpingen har ellers dokumentert følgende:
 - a) Ottaelva henger mange meter høyere (>7,8m) enn grunnvannsnivået i denne delen av magasinet. Det er ikke hydraulisk kontakt mellom elva og grunnvannsmagasinet. Senkning av vannspeilet som følge av uttak medfører derfor ikke industert grunnvannsdannelse. Med andre ord: senkningen medfører ikke økt tilsig fra elva.
 - b) Grunnvannsnivået utenfor selve senkningstrakta ligger høyere enn vannstanden i Lomnessjøen. Uttaket medfører ikke så stor senkning at man snur grunnvannsstrømmen og induserer/får infiltrasjon av vann fra sjøen. Grunnvannsnivået i peilebrønn 2 ligger i hele perioden (med unntak for flommen) 0,7-1 meter høyere enn vannstanden i Lomnessjøen.
 - c) Den nye energibrønnen utnytter grunnvannstrømmen i det store grunnvannsmagasinet som drenerer ut i Lomnessjøen. Tiltaket vil derfor ikke ha merkbare konsekvenser for Ottaelva. Uttaket fører til noe lavere grunnvannsstrøm fra innstrømningsområdet i rot punktet på vifta og ut mot sjøen, men dette har svært små konsekvenser for overflatevannet.

Det søkes primært om at varmevekslet grunnvann slippes til Lomnessjøen. Dette begrunnes med enklere drift og bedre sikkerhet mht. til drifting av anlegget. Et utslipp av 15 l/s utgjør 0,6 % av alminnelig lavvannføring ved utløpet av Lomnessjøen. Utslippet er vurdert i forhold til fisk av NaturRestaurering AS v/ Sondre A. Ski [5]. Det konkluderes med at dette alternativet medfører liten eller ubetydelig påvirkning totalt sett, men at det kan forekomme små effekter rundt utslippspunktet. **Anleggsarbeidet med legging av utslippsrør fra teknisk rom til Lomnessjøen utføres utenfor hekkesesongen for fugler, sannsynligvis i august/september.**

Tiltaket med anlegg av utløpsledning til sjøen vil ikke medføre særlige endringer, verken i nærliggende overflatevann eller andre natur/kulturverdier (artsforekomster, fisk, naturtyper, friluftsliv, kulturminner etc.). Jordbruk, skogbruk eller fiske vil ikke bli berørt av grunnvannsuttaget eller utslipp av varmevekslet grunnvann. Det er derfor ikke behov for spesielle avbøtende tiltak. Beskrivelse av utløpstedet er beskrevet nærmere på side 28 – 31.

I forbindelse med forundersøkelser og prøvepumping er det etablert 2 observasjonsbrønner. I henhold til vannressursloven skal grunnvannsnivået også måles i driftsperioden for å gi sikker dokumentasjon på eventuelle endringer i grunnvannsnivå.

Ved driften av anlegget vil uttatt vannmengde, grunnvannstemperatur og vannstanden i produksjonsbrønn bli målt kontinuerlig. Det vil bli laget en driftsinstruks som beskriver hvor og når forskjellige målinger og prøver skal gjennomføres.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	1
1.1	Om søkeren	1
1.2	Begrunnelse for tiltaket - Formål	1
1.3	Bakgrunnsmateriale	2
2	Beskrivelse av grunnvannsforekomsten	3
2.1	Beliggenhet, geologiske og hydrogeologiske forhold	3
2.2	Utførte forundersøkelser	5
2.2.1	Grunnforhold	5
2.2.2	Vanngivende egenskaper	7
2.2.3	Grunnvannets naturlige temperatur og fysisk-kjemiske kvalitet	8
3	Brønnetablering	9
4	Resultater fra prøvepumping	11
4.1	Gjennomføring	11
4.2	Brønncapasitet	12
4.3	Vannstand, nydannelse inn- og utstrømningsområder	14
4.4	Influensområde – hydrauliske beregninger	17
4.5	Oppsummerende vertikalsnitt	18
4.6	Vanntemperatur og fysisk kjemisk vannkvalitet	20
5	Utslipp av varmevekslet grunnvann	22
6	Konsekvenser/virkninger av tiltaket	25
6.1	Formål og nytte av tiltaket	25
6.2	Endringer i mengde og kvalitet på grunnvannsforekomsten	25
6.3	Påvirkning på andre vannforsyningsinteresser	25
6.4	Virkning på mengde og kvalitet av overflatevann og virkning på drenering av overflatevann eller våtmarker	27
6.5	Virkning på naturverdier (biologisk mangfold, flora og fauna)	28
6.6	Geotekniske konsekvenser	31
6.7	Konsekvenser for berørte brukerinteresser	31
6.7.1	Skogbruk/jordbruk	31
6.7.2	Jakt/fiske	31
6.7.3	Friluftsliv/rekreasjon	31

6.7.4	Reindrift.....	31
6.7.5	Samiske interesser.....	31
6.8	Kulturminner.....	32
6.9	Konsekvenser for utnyttelse av mineral- og masseforekomster.....	32
7	AVBØTENDE TILTAK	33

FIGURLISTE

Figur 1.	Kvartærgeologisk kart med lokalisering av Rendalen sykehjem og ny energibrønn B1 (www.NGU.no)..	3
Figur 2.	Flybilde med lokalisering av Rendalen sykehjem og ny energibrønn B1.....	4
Figur 3.	Flybilde med plassering av georadarprofiler og undersøkelsesboringer Ub-1 og Ub-2.	5
Figur 4.	Prøveboring med Odex-168 (venstre) og sedimentprøver fra boringen (høyre).....	6
Figur 5.	Pumping med uttak av vannprøver og måling av grunnvannets temperatur og ledningsevne (mai 2013)..	8
Figur 6.	Peilebrønn-1 og produksjonsbrønn B1 ved Rendalen sykehjem (desember 2013).....	9
Figur 7.	Brønnspesifikasjoner («som bygget») for energibrønn B1 ved Rendalen sykehjem	10
Figur 8.	Flybilde med produksjonsbrønn-1, peilebrønn-1 og 2 og utslippsledning til elva.....	11
Figur 9.	Grunnvannet pumpes til elva (Rendalen sykehjem i bakgrunnen).	12
Figur 10.	kapasitetstest av B1: Vannstand/senkning mot tid ved trinnvis økende uttak.....	13
Figur 11.	Strømningsbilde – Ubelastet tilstand (før pumpestart)10. desember 2013.....	14
Figur 12.	Vannstand i produksjonsbrønn-1, peilebrønn 1 og 2 og i Lomnessjøen plottet i meter over havet.	15
Figur 13.	Vannstandsvariasjoner i produksjonsbrønn-1 ved kontinuerlig uttak av 18,2 l/s i 174 døgn.....	16
Figur 14.	Strømningsbilde – Belastet tilstand. Uttak av 18,2 l/s 12. desember 2013.....	17
Figur 15.	Flybilde med lokalisering av vertikalsnitt-I og II.	18
Figur 16.	vertikalsnitt-I fra elva (Otta) via B1 og til peilebrønn 2.	18
Figur 17.	Vertikalsnitt-II mellom brønnområdet og Lomnessjøen.	19
Figur 18.	Grunnvannstemperatur og elektrisk ledningsevne (konduktivitet) i utpumpet grunnvann (feltmålinger).	20
Figur 19.	Flybilde med produksjonsbrønn og alternativer for utslipp av varmevekslet grunnvann.....	22
Figur 20.	Kartutsnitt med lokalisering av grunnvannsbrønner i området.....	26
Figur 21.	Lomnessjøen (ID BN00026332, Kilde: Arealis, www.ngu.no).....	28
Figur 22.	Kartutsnitt fra Artsdatabanken med omsøkt rørtrase inntegnet.	29
Figur 23.	Deltaområde inntegnet i gult helt nord i Lomnessjøen. Omsøkte tiltak vil ikke berøre dette området med tilhørende fuglefauna.	30
Figur 24.	Automatisk fredet kulturminne: Ytre Rendalen kirkested – Otnes Kirkested.....	32

TABELLER

Tabell 1.	Formål med søknaden og informasjon om tiltakshaver mm.....	1
Tabell 2.	Undersøkelsesboring-1 og 2. Løsmasseprofil og slamfarge.	6
Tabell 3.	Ub-1: Lagdeling, sortering, beregnet K-verdi, % -andel grovere enn 1,5 mm og % -andel silt.....	7
Tabell 4.	Analyseresultater fra perioden 10. desember 2013 til 13. mai 2014.	21
Tabell 5.	Ottaelva – middelvannføring og lavvannføring.....	27
Tabell 6.	Utløpet av Lomnessjøen – middelvannføring og lavvannføring	27

VEDLEGG

Vedlegg 1:	Feltdata for Ottaelva (nedslagsfelt)
Vedlegg 2:	Feltdata for Lomnessjøen (nedslagsfelt)
Vedlegg 3:	Notat vedr. fisk, NaturRestaurering AS
Vedlegg 4:	Oversiktskart
Vedlegg 5:	Detaljert kart, plan og profil
Vedlegg 6:	Hydrogeologiske forundersøkelser

1 INNLEDNING

Nedenfor følger en oversikt over informasjon knyttet til tiltakshaver og ansvarlig konsulent for søknaden, samt en introduksjon til tiltakets formål og intensjoner.

1.1 Om søkeren

Tabell 1. Formål med søknaden og informasjon om tiltakshaver mm		
Formål	Det søkes om tillatelse til et grunnvannsuttak på inntil 15 l/s fra en 39 meter dyp rørbrønn ved Rendalen sykehjem på Otnes. Oppumpet grunnvann skal benyttes som kilde for varmepumpe som erstatter den eksisterende el-/oljefyrte varmesentralen ved sykehjemmet. Varvevekslet grunnvann med temperatur på +1-2 °C slippes enten til Lomnessjøen eller re-infiltreres via infiltrasjonsbrønn. Det søkes primært om at varmevekslet grunnvann slippes til Lomnessjøen.	
Tiltakshaver	Rendalen kommune, 2485 Rendalen	
Tiltakets navn	Energibrønn ved Rendalen sykehjem på Otnes	
Beliggenhet/adresse	Rendalen Sykehjem, Otnes, 2485 Rendalen	
Tilhørende nedbørfelt	Otta: Vassdragsnummer 002.JE4Z og Rena: 002.JE1	
Organisasjonsnummer	940028515: Rendalen kommune	
Søker/kontaktperson	Rendalen kommune	Ola Løken (Driftsleder) 90 11 87 25 ola.loken@rendalen.kommune.no
Rådgiver/Kontaktperson	Asplan Viak AS Værnesgata 17, 7503 Stjørdal 7490 Trondheim	Rolf E. Forbord 99 58 78 82 rolfe.forbord@asplanviak.no Randi Kalskin Ramstad 97 51 39 42 Randik.ramstad@asplanviak.no

1.2 Begrunnelse for tiltaket - Formål

Rendalen kommune ønsker å erstatte eksisterende el-/oljefyrte varmesentral ved Rendalen Sjukeheim med en grunnvannsbasert varmepumpe.

Med bakgrunn i hydrogeologiske forundersøkelser utført av Asplan Viak AS i mai 2013, ble det etablert en fullskala produksjonsbrønn i november 2013. Denne brønnen er prøvepumpet med kontinuerlig uttak av 18,2 l/s perioden 9. desember 2013 til 1. juni 2014. Vannanalyser viser et grunnvann av meget god og usedvanlig stabil kvalitet. Under nesten 6 måneders kontinuerlig uttak av 18,2 l/s ligger temperaturen stabilt på 5,8 – 6,1 °C (stiger svakt i løpet av perioden), mens konduktiviteten har en ubetydelig økning fra 55 til 58,4 µS/cm. Med uttak av 15 l/s og en $\Delta T = 3-4$ °C, blir uttatt effekt fra grunnvannet 225 KW (mer enn nok).

Det søkes med bakgrunn i dette om tillatelse til et grunnvannsuttak på inntil 15 l/s fra den 39 meter dyp rørbrønnen ved Rendalen sykehjem på Otnes.

Utslipet av varmevekslet grunnvann blir maksimalt 15 l/s. Temperaturuttaket i grunnvannet blir slik at returtemperaturen blir +1 til +2 °C. Det er vurdert 3 forskjellige alternativer for utslipp av varmevekslet grunnvann:

- 1) Utslipp til elva (Otta) 500m ovenfor utløpet i Lomnessjøen.
- 2) Utslipp til Lomnessjøen.
- 3) Reinfiltrasjon via infiltrasjonsbrønn (ikke etablert).

Alternativ 1 er ikke aktuelt på grunn av påvirkning på fisk, se avsnitt 5. Det søkes derfor primært om at varmevekslet grunnvann slippes til Lomnessjøen. Dette begrunnes med bedre sikkerhet mht. til drifting av anlegget, se avsnitt 5.

1.3 Bakgrunnsmateriale

- Hydrogeologiske forundersøkelser i Rendalen kommune; Hanestad og Otnes. Geofuturum as/Østlandskonsult. Rolf Forbord 22. oktober 1991 [1].
- Varmepumpe Rendalen. Asplan Viak AS, Ola Jonassen, 22. oktober 2012 [2].
- Hydrogeologiske forundersøkelser for grunnvarme ved Rendalen sykehjem på Otnes. Asplan Viak AS, Rolf Forbord, 9. juli 2013, se vedl. 6 [3].
- Prøvepumpingsprogram for ny energibrønn ved Rendalen sykehjem. Asplan Viak AS, Rolf Forbord, 8.12.2013 [4].
- Svar på spørsmål vedrørende fiskebiologiske effekter av utslipp av grunnvann til Ottaelva i Rendalen kommune. NaturRestaurering AS, Sondre A. Ski, se vedl. 3 [5].
- Resultater fra langtidsprøvepumping med kontinuerlig uttak av 18,2 l/s i perioden 9. desember 2013 til 1. juni 2014. Dataene omfatter vannstandsmålinger, vannanalyser, mengdemålinger og feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne.
- Hydrogeologisk database – GRANADA: Informasjon om brønner og grunnvannsuttak i løsmasser og fjell på: <http://geo.ngu.no/kart/granada/>.
- NVE Atlas: atlas.nve.no/
- Askeladden: Informasjon av kulturminner på: <http://askeladden.ra.no>.
- Grunnforurensning på <http://www.miljodirektoratet.no/grunn/> (Miljødirektoratet).
- Miljødirektoratet: Informasjon om naturtyper, vern, kulturlandskap, friluftsområder og andre viktige omr. på: <http://geocortex.dirnat.no/silverlightviewer/?Viewer=Naturbase>
- Reindriftsforvaltningen: Informasjon om reindriftsinteresser på: <http://www.reindrift.no>.
- Miljøstatus: Informasjon om kulturminner og naturverdier på www.miljostatus.no.

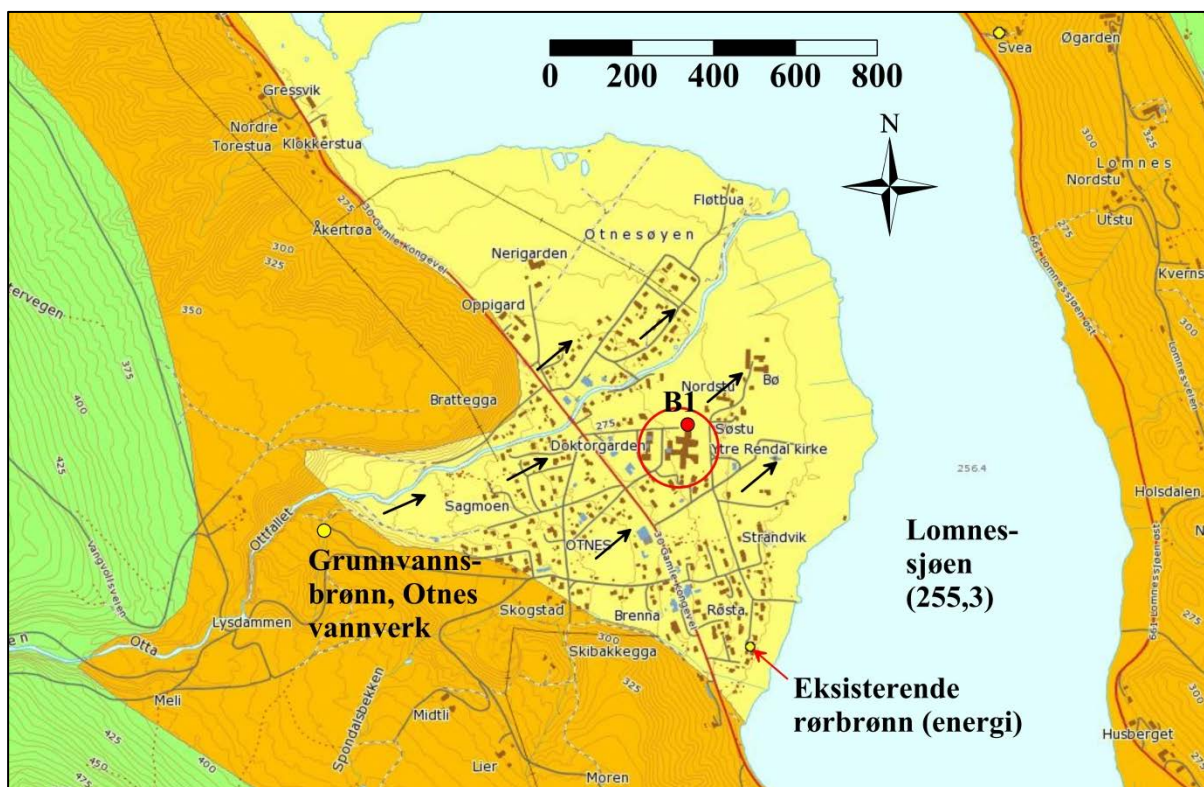
2 BESKRIVELSE AV GRUNNVANNSFOREKOMSTEN

2.1 Beliggenhet, geologiske og hydrogeologiske forhold

Tettstedet Otnes og Rendalen sykehjem ligger på en av de flotteste elveviftene man finner i Norge, se figur 1 og 2. Rendalen sykehjem ligger omtrent på kote 269, ca. 400 meter vest for Lomnessjøen og 155 meter sør for elva Otta. Sykehjemmet ligger ca. 12,6 meter høyere enn normalvannstanden i Lomnessjøen (kote 256,4).

Selve elvevifta (gult på kvartærkartet, figur 1) er dannet ved at elva Otta har erodert seg ned i morenemasser og en stor breelvavsetning (sand/grus, oransje farge) fra isavsmeltingen, og avsatt sorterte sand- og grusmasser i form av en deltautbygging ut i Lomnessjøen. Etter at deltaet ble bygd opp over vannstanden i sjøen, er massene avsatt som en vifte (avsatt tørr). Man finner flere eldre elveløp og flomløp på avsetningen.

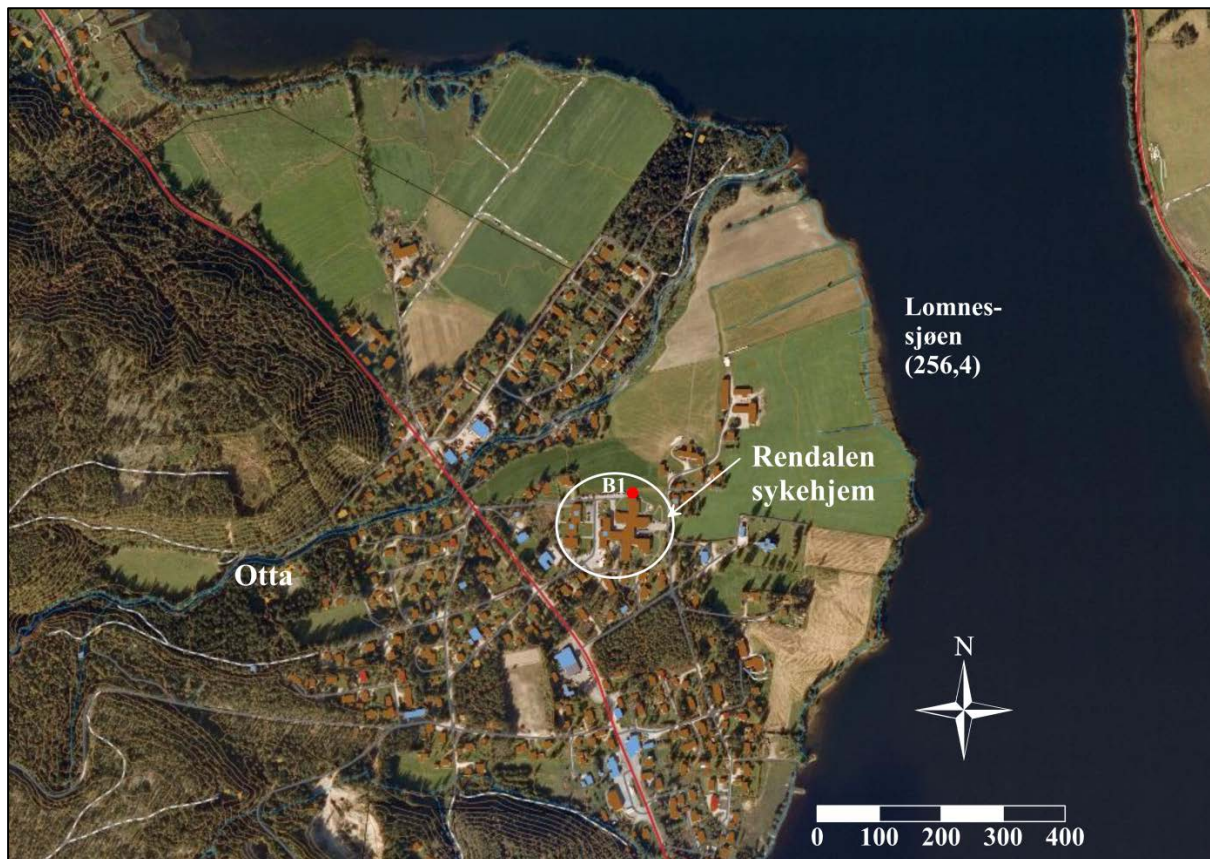
Løsmassene i den elveavsatte vifta er grovest i rotpunktet fra fossen og ned mot hovedveien (steinig sand og grus med stort innhold av blokk). Fra hovedveien og ned mot sjøen er topplaget grovt, men massene blir finere utover mot sjøen. De elveavsatte/re-sedimenterte sand og grusmassene overlager med stor sannsynlighet eldre sand- og grusmasser fra isavsmeltingen (breelvgrus).



Figur 1. Kvartærgeologisk kart med lokalisering av Rendalen sykehjem og ny energibrønn B1 (www.NGU.no).

Løsmassene i elvevifta mates med vann fra Ottaelva i rotpunktet i vest. På grunn av grove permeable løsmasser (høy transmissivitet) henger elva mange meter høyere enn grunnvannsnivået i ute på vifta, og lekker vann ned til grunnvannsmagasinet. I tillegg vil nedbør infiltreres gjennom terrengoverflaten til det underliggende grunnvannsmagasinet. Avrenning fra arealene/dalsidene utenfor Ottaelva sitt nedslagsfelt bidrar også til nydannelse av grunnvann.

Det viktigste innstrømningsområdet finner man i de grove løsmassene i rotpunktet av vifta (Ottafallet). Grunnvannet strømmer så videre gjennom sand- og grusmassene med utstrømning mot Lomnessjøen. Strømningsretningen er vist med sorte piler på figur 1.



Figur 2. Flybilde med lokalisering av Rendalen sykehjem og ny energibrønn B1.

2.2 Utførte forundersøkelser

2.2.1 Grunnforhold

Det ble gått 5 georadarprofiler i området, se figur 3. Målingene ga lite informasjon som følge av høy ledningsevne i umettet sone, trolig som følge av aurdannede jernutfallinger.

På grunn av meget grove løsmasser i umettet sone og stor avstand til grunnvannsspeilet (>10m) ble undersøkelsesboringene utført med beltegående borerigg fra Heistad Brønnboring AS. Boringene ble utført med senkhammer, ringkrone og 168mm føringsrør, se figur 4. Da georadarmålingene ga lite informasjon, ble boringene plassert på gunstige punkt i forhold til øvrig infrastruktur og avstand til teknisk rom, se Ub-1 og Ub-2 på figur 3.



Figur 3. Flybilde med plassering av georadarprofiler og undersøkelsesboringer Ub-1 og Ub-2.

Under boring ble det tatt sedimentprøver for kornfordelingsanalyse for hver 1,5 meter, se figur 4. Løsmassene i området består av dårlig sortert steinig sand og grus fra terreng og ned til 12-15 meters dyp. Grunnvannsspeilet ble påtruffet på ca. 11 meters dyp. Deretter er det påvist en dårlig sortert grusig sand fra 15-24 meters dyp. I boring 1 er det videre påvist en relativt godt sortert grusig sand fra 24 til 39 meters dyp. Boring 2 ble avsluttet på 27 meters dyp på grunn av at borkrona gikk tett flere ganger.

I boring-1 ga massene mye vann under boring fra 21 til 39 meter under terreng, se figur 4. Det samme var tilfelle ved boring 2, som ga mye vann fra 21 til 27 meters dyp, hvor denne boringen ble avsluttet.

Det ble observert brun slamfarge i hele profilet ved begge boringene. Brunfargen viser at det er oksiderende forhold i grunnvannsmagasinet, med utfelt jernhydroksid i sedimentene. Dette tilsier at man ikke vil få problemer med 2-verdig jern i grunnvannet.



Figur 4. Prøveboring med Odex-168 (venstre) og sedimentprøver fra boringen (høyre).

Tabell 2. Undersøkelsesboring-1 og 2. Løsmasseprofil og slamfarge.

Borehull nr.	Undersøkelsesboring-1		Undersøkelsesboring-2	
Dato:	13. og 14. mai 2013		14. mai 2013	
Koordinater	Øst: 298256.25 Nord: 6853383.02		Øst: 298310.86 Nord: 6853314.99	
Dyp (m)	Løsmasstype	Kommentar		Kommentar
0-3	Steinig grus/sand		Steinig grus/sand	
3-6	Steinig grus/sand, sandlag fra 5-6		Steinig grus/sand	
6-9	Steinig sand/grus, sandlag 7,5-9		Grusig sand	
9-12	Steinig grusig sand	Brun slamfarge Grunnvannsspeil på 11m	Steinig grusig sand, store gruskorn	Brun slamfarge Grunnvannsspeil på 10,7 meter.
12-15	Steinig grusig sand	Brun slamfarge	Sandig grus	Brun slamfarge
15-18	Sandig grus	Brun slamfarge	Sandig grus	Brun slamfarge
18-21	Grusig sand	Brun slamfarge	Grusig sand	Brun slamfarge
21-24	Sandig grus	Brun slamfarge	Grusig sand	Brun slamfarge
24-27	Grusig sand	Brun slamfarge	Grusig sand	Brun slamfarge
27-30	Grusig sand	Brun slamfarge	Avsluttet på 27m	
30-33	Grusig sand	Brun slamfarge		
33-36	Grusig sand	Brun slamfarge		
36-39	Grusig sand	Brun slamfarge		
	Avsluttet på 39m			

2.2.2 Vanngivende egenskaper

I begge boringene ga løsmassene visuelt vurdert bra med vann ved boring dypere enn 21 meter, se figur 4. Ved boring 1 er det påvist mer enn 28 meter med vannmettede permeable sedimenter (fra 10,7 til 39 m). **Boringen ble avsluttet i grusig sand uten overgang til finere masser eller fjell, så magasinet kan være vesentlig dypere.**

I Ub-1 er materialet fra 16-24 meters dyp jevnt over en dårlig sortert sandig grus eller grusig sand, hvor sorteringsgraden (S_o) varierer mellom 11,8 og 31,8 ($S_o < 5$ = godt sortert). Innholdet av silt varierer mellom 4 og 7 %. Dypere enn 24 meter er den grusige sanda bedre sortert (6-8), og innholdet av silt går ned til 3-4 %, se tabell 2. Ved håndtering av prøvene fra 24 m og dypere ble disse vurdert som meget reine (siltfraksjonen mangler trolig, analysefeil).

Tabell 3. **Ub-1:** Lagdeling, sortering, beregnet K-verdi, % -andel grovere enn 1,5 mm og % -andel silt.

Dyp i m under terreng	Ub-1 Jordart	* d_{10}	* d_{60}	Sortering d_{60}/d_{10}	Permeabilitet K (m/d)	%- grovere enn 1,5mm	%- innhold av silt
16,5-18	Sandig grus	0,41	4,85	11,8	Ikke gyldig	70	4
18-21	Grusig sand	0,21	2,55	12,3	Ikke gyldig	50	5
21-24	Sandig grus	0,15	4,77	31,8	Ikke gyldig	60	7
24-27	Grusig sand	0,25	1,78	7,1	62,57	45	4
27-30	Grusig sand	0,22	1,76	8,0	45,45	45	3
30-33	Grusig sand	0,25	1,54	6,16	67,46	40	3
33-36	Grusig sand	0,24	1,59	6,6	59,90	40	4
36-39	Grusig sand	0,15	1,26	8,4	20,56	35	4

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

På grunn av den dårlige sorteringen er korngraderingskurvene lite egnet til beregning av permeabilitet (K) og transmissivitet (T), med unntak for prøver fra 24 til 39 meters dyp i Ub-1 med sorteringsgrad fra 6-8. Midlere permeabilitet mellom 24 og 39 meters dyp er beregnet ved hjelp av Gustavson til 51,2 m/d. Settes vannmettet mektighet til 28,3 meter får man en transmissivitet på 1448 m²/d i profil 1 (Ub-1).

Teoretisk avsenkning av grunnvannsnivået i en brønn ved uttak av eksempelvis $Q_{dim} = 25$ l/s kan beregnes med formelen:

$$S_{well} = \frac{Q}{2\pi T} \cdot \ln \frac{R_0}{r} \text{ (Thiem)}$$

Innsatt formelen i formelen gir de beregnede verdier for transmissivitet fra kornfordelingskurvene en avsenkning av størrelsesorden 1,6 meter ved uttak av 25 l/s. Settes transmissiviteten til det halve (korrigert for lagring) blir avsenkningen 3,2 meter. Verdiene er kun teoretiske, men viser likevel at et grunnvannsuttak av denne størrelse realistisk i området ved Ub-1

Mer detaljert informasjon fra undersøkelsene finnes i rapporten «Hydrogeologiske forundersøkelser for grunnvarme ved Rendalen sykehjem på Otnes»[3].

2.2.3 Grunnvannets naturlige temperatur og fysisk-kjemiske kvalitet

Forpumping og uttak grunnvannsprøver og feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne på vann fra undersøkelsesboring-1 ble utført med en 2" Grundfos pumpe, se figur 5.



Figur 5. Pumping med uttak av vannprøver og måling av grunnvannets temperatur og ledningsevne (mai 2013).

Grunnvannets temperatur varierte mellom 5,9 og 6,3 °C, med lavest temperatur registrert i det dypeste nivået i Ub-1 (39 meter).

Vannets elektriske ledningsevne er direkte proporsjonal med innholdet av løste bestanddeler (ioner i form av løste mineraler og salter). Grunnvannets elektriske ledningsevne varierte mellom 48,2 og 58,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i Ub-1, med svakt stigende verdier mot dypet. Grunnvannets lave ledningsevne viser at innholdet av løste bestanddeler er meget lavt, noe som reflekterer mineralsammensetningen i løsmasser og berggrunn

Det ble tatt 2 grunnvannsprøver fra Ub-1, som er analysert med hensyn til utvalgte fysisk-kjemiske parametere. Grunnvannet reagerer surt, med pH på rundt 6,6. Innholdet av kalsium er lavt og varierer mellom 3,56 og 6,19 mg/l og magnesium fra 0,2 til 1,04 mg/l. Man vil ikke få problemer som følge av hardt vann. Jern og mangan er analysert på filtrerte prøver. Jerninnholdet varierer fra 40,3 til 69,6 $\mu\text{g}/\text{l}$ og mangan fra 6,9 til 9,4 $\mu\text{g}/\text{l}$. Dette er også lave verdier. Det er ikke påvist innhold i det naturlige grunnvannet som vil medføre problem ved bruk i varmepumpe.

3 BRØNNETABLERING

Med bakgrunn i de positive resultatene fra forundersøkelsene i mai 2013 ble en fullskala produksjonsbrønn etablert av Nordenfjeldske Brønn- og Spesialboringer i november 2013.

Brønnen er plassert 3,3m øst for Ub-1 og beskrives som følger:

Godskvalitet, brønnarmatur	Rustfritt stål
Totalt brønndyp (under terreng)	39 meter
Totalt brønndyp under brønntopp	39,7 meter
Vinkel fra horisontallinjen	Loddboring (90°)
Diameter brønnrør/stigerør	273/267 mm (10") ss2333
Brønnrørslengde (m)	30 meter + 0,7 meter over terreng = 30,7 meter
Filtertype	Kontinuerlig slissefilter i beiset utførelse
Diameter filter	273/255 mm
Filterlengde	9 meter
Filterplassering	30 - 39 under terreng
Slissebredde/lysåpning	1,5 mm

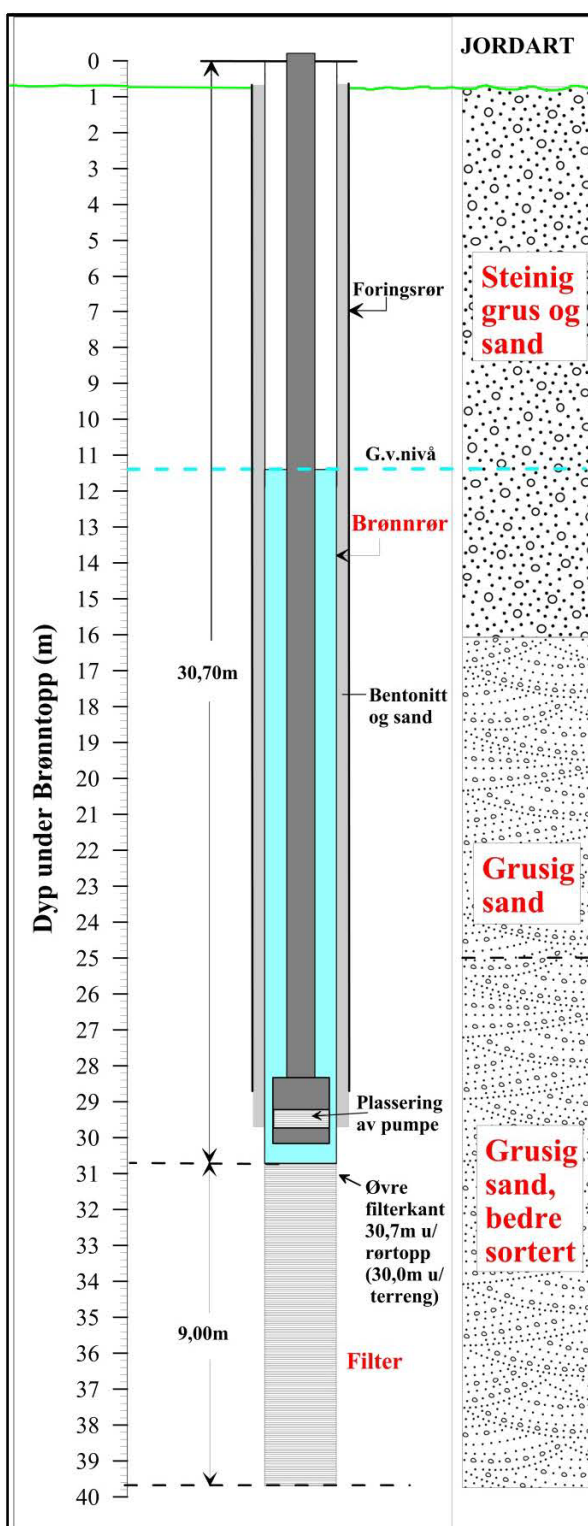
Mer detaljerte brønnspesifikasjoner fremgår av figur 6 («Som bygget tegning»). Ved senkhammerboring blir massene rundt brønnrøret dels omrørte og løst lagret. For å unngå vertikal nedtrengning av vann med kort oppholdstid og lav temperatur langs stigerøret, er brønnen sikret med svelleleire fra 1 meter over øvre filterkant og 1 meter videre under opptrekking av fôringsrøret. Fôringsrøret er i tillegg satt igjen som ekstra beskyttelse fra 2 meter over øvre filterkant. Det er fylt med svelleleire og sand mellom fôringsrøret og brønnrøret.

I samband med brønnboringen ble det etablert 2" filtre og stigerør i plast (PEH) i de to undersøkelsesboringene (Ub-1 og Ub-2). I Ub-1 er det etablert 5 m langt filter fra 34-39 m under terreng og i Ub-2 5 m langt filter fra 19-24 m under terreng. Disse er benyttet som peilebrønner (Pb-1 og Pb-2) for måling av grunnvannsnivå under prøvepumping av den nye fullskala energibrønnen.



Figur 6. Peilebrønn-1 og produksjonsbrønn B1 ved Rendalen sykehjem (desember 2013).

BRØNSSPESIFIKASJONER FOR ENERGIBRØNN B1 ved Rendalen Sykehjem	
BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	November 2013
TOTAL DYBDE	39,7m u/ topp brønnrør
	39m u/ terreng
Topp rør -terreng:	0,7 m. Brønntoppen kappes ev. etter prøvepumping
SPESIFIKK KAPASITET	10 l/s pr. meter senkning (testet 9.12.2013)
BRØNNRØR	
Godskvalitet	Rustfritt stål ss2333
Diameter	273/267 mm
Lengde	30,7 m u/ topp brønnrør
Føringsrør	323 mm
FILTER	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse (Con-slot)
Godskvalitet	Rustfritt stål
Diameter	273/255 mm
Lengde	9,0 meter
Slissebredde	1,5 mm
Perforasjon	ca. 38 %
Kritisk hastighet gjennom filter	3 cm/s (teoretisk maksimalt uttak 80 l/s)
Plassering	30,70 -39,70 m u/ brønntopp
	30-39 u/ oppr. terreng
SENKPUMPE	
Fabrikat	
Typebetegnelse	
Vekt	
Diameter	
Lengde	
Kapasitet	
Tilbakeslagsventil	
Effektbehov	
Pumpeplassering	Bunn pumpe plasseres min. 0,5 m over øvre filterkant
Plassering trykkmåler	
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	Nordenfjeldske Brønn- og spesialboringer

**Rendalen Sykehjem****"Som bygget": Energibrønn B1**

Tegnet av:

Rolf E. Forbord

Dato:

11.9.2014 (versjon 3)



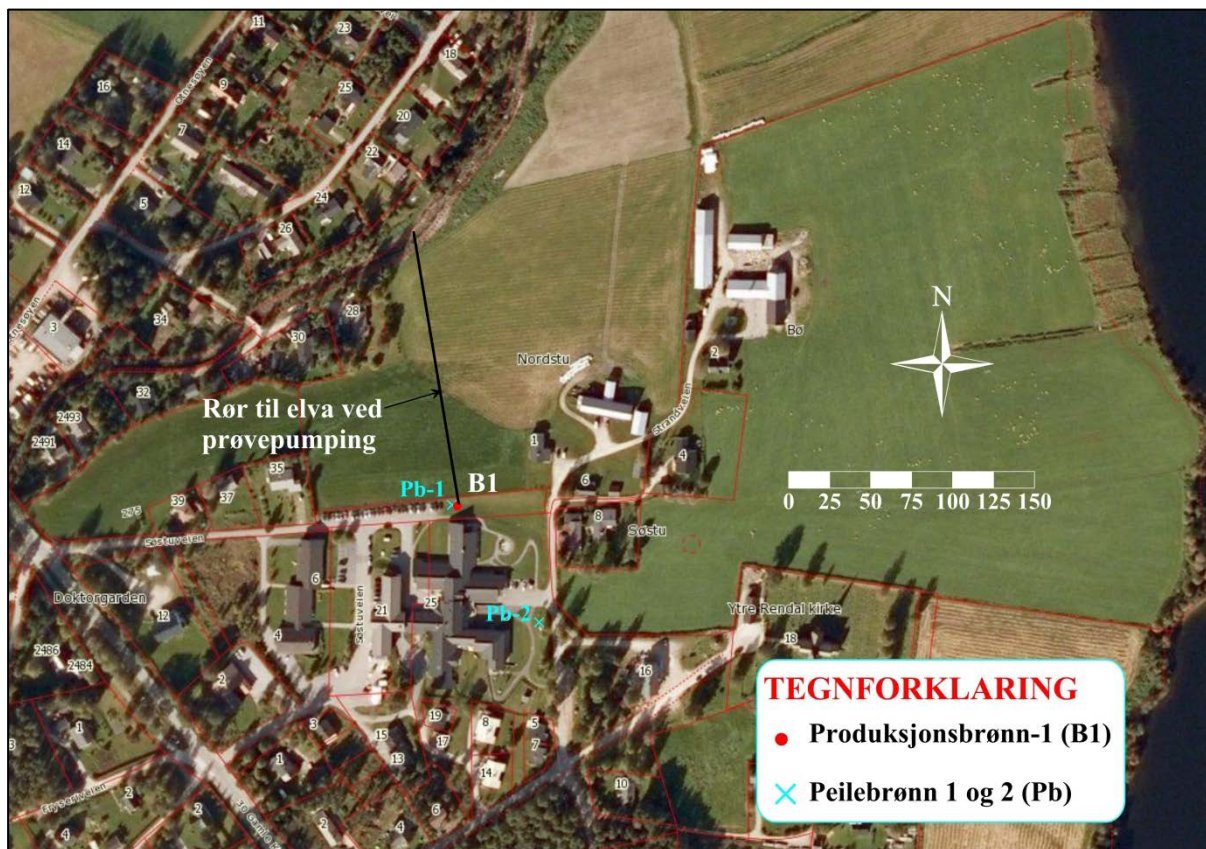
asplan viak

Stjørdal

Figur 7. Brønnspesifikasjoner («som bygget») for energibrønn B1 ved Rendalen sykehjem

4 RESULTATER FRA PRØVEPUMPING

4.1 Gjennomføring



Figur 8. Flybilde med produksjonsbrønn-1, peilebrønn-1 og 2 og utslippsledning til elva.

Kapasitetstesting (trinnvis pumpetest) av den nye brønnen ble utført 9. desember 2013. Langtidsprøvepumping ble startet 10. desember og avsluttet 1. juni 2014. Det er dermed pumpet kontinuerlig i 174 døgn (nesten 6 måneder).

Nødvendig grunnvannsuttak ble i forkant vurdert til å være i størrelsesorden 13-25 liter/sekund for leveranse til en varmepumpe på 300 kW (avhengig av grunnvannstemperaturen). Basert på målt grunnvannstemperatur på 5,8-6,1 °C har utpumpet vannmengde underprøvepumpingen vært 18,1-18,2 l/s. Til sammen er det pumpet ut 270.000 m³ med grunnvann fra magasinet i perioden.

Utpumpet grunnvann ble ledet til elva (Otta) for å unngå reinfiltrasjon. Det er tatt vannprøver og målt temperatur og elektrisk ledningsevne på utpumpet grunnvann gjennom hele prøvepumpingsperioden. I tillegg er det foretatt vannstandsmålinger i produksjonsbrønnen og i 2 peilebrønner. Vannstandsdata for Lomnessjøen fra Hydrologisk avdeling ved NVE er også benyttet.

Kapasitetstesting og oppstart av langtidsprøvepumping er utført av Asplan Viak AS v/ Rolf Forbord. Videre uttak av vannprøver, feltmålinger av vanntemperatur og konduktivitet, utpumpet vannmengde og vannstandsmålinger er utført av Jørn Strandvik fra Rendalen kommune etter et prøvepumpingsprogram utarbeidet av Asplan Viak AS [4].

4.2 Brønnkapasitet

Kapasitetstest i form av trinnvis pumpetest ble utført 9. desember 2013. Før pumpetesten startet hadde brønnen stått ubelastet i lengre tid, slik at vannstanden som ble målt innledningsvis representerer ubelastet tilstand i både brønnen og grunnvannsmagasinet. Brønnen ble intervallbelastet i 2 trinn, med uttak av 17,24 og 37 l/s. På hvert trinn ble det pumpet inntil stabil vannstand i brønnen ble nådd (kvasistasjonær tilstand). Ved slutten av hvert trinn ble vannstanden i peilebrønn 1 og 2 også målt, for å se reaksjonen i magasinet.

Figur 10 viser senkningen plottet mot tid ved trinnvis økende uttak. Senkningsforløpet viser at det i løpet av få minutter oppnås stabil vannstand i brønnen ved de ulike trinn. Før testen startet ble vannstanden målt til 11,4 meter under rørtopp. Uttak av 17,24 og 37 l/s resulterte i en senkning på hhv. 1,22 og 3,62 meter i forhold til ubelastet tilstand, se figur 10. Ved en avsenkning på 3,62 meter det fremdeles 12,98 meters vannhøyde over maksimal tillatt avsenkning (28 meter under rørtopp ved den aktuelle pumpeplassering).

Brønnen har en spesifikk kapasitet på 10 l/s pr. meter senkning, noe som i teorien muliggjør uttak av mer enn 100 l/s. Et kontinuerlig slissefilter med slissebredde 1,5 mm har et åpent areal på ca. 38 %. Ved uttak av mer enn 80 l/s er hastigheten gjennom et 9 meter langt filter med den aktuelle diameter ca. 3 cm/s, som er den kritiske hastigheten for filtre av denne typen (turbulent strømning). **Brønnen har derfor i realiteten en maksimal kapasitet på 80 l/s**, og vil derfor uten problemer kunne levere 20 l/s for uttak av energi til sykehjemmet.

Ved uttak av 37 l/s i brønn-1 ble det registrert 2,8 meters senkning i peilebrønn-1 (3,3 meter unna) og 0,38 meters senkning i peilebrønn-2 (86,7 meter unna).

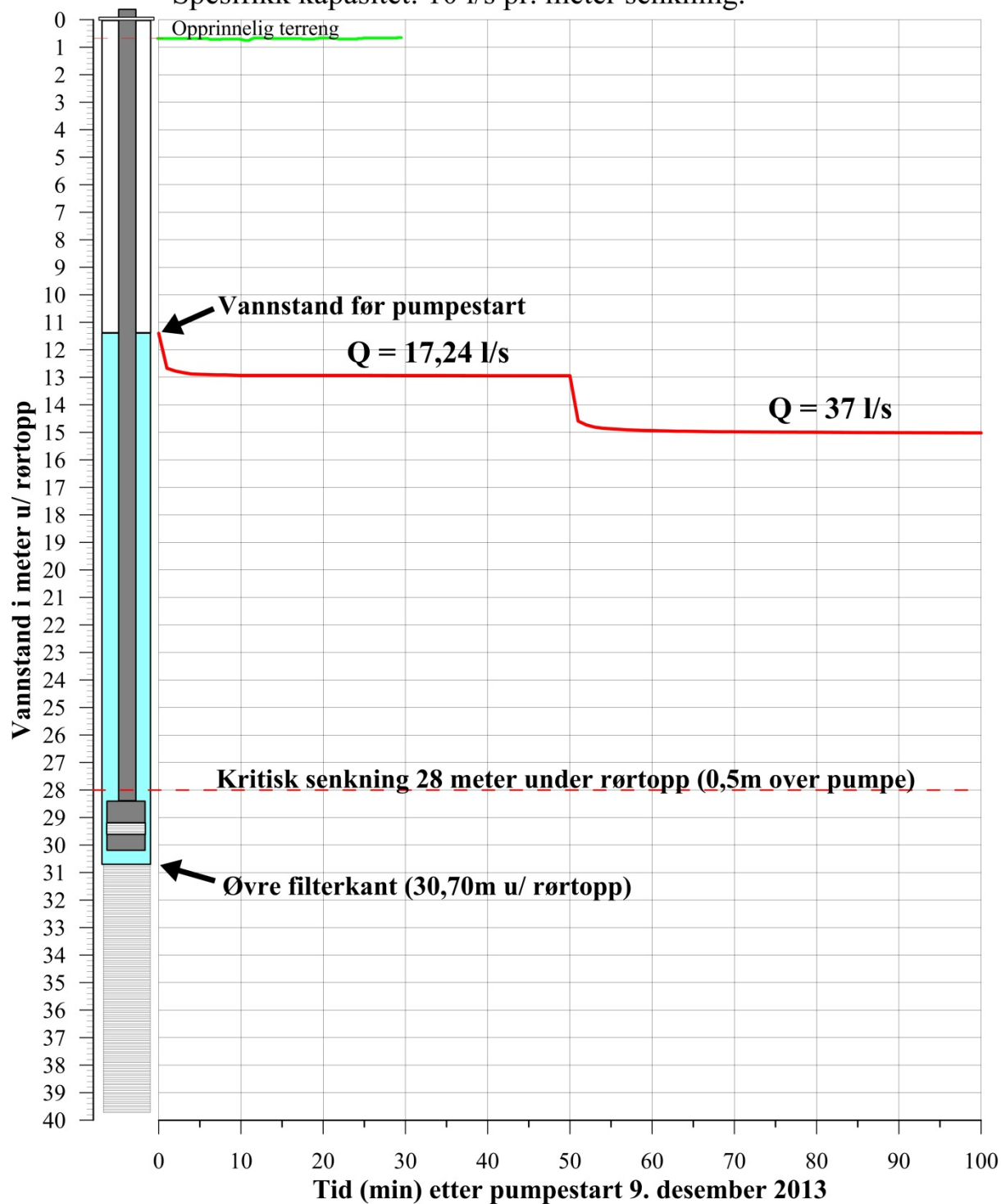


Figur 9. Grunnvannet pumpes til elva (Rendalen sykehjem i bakgrunnen).

Kapasitetstest av B1 ved Rendalen Sykehjem

Senkning mot tid ved trinnvis økende uttak Q (9.12.2013)

Spesifikk kapasitet: 10 l/s pr. meter senkning.



Figur 10. kapasitetstest av B1: Vannstand/senkning mot tid ved trinnvis økende uttak.

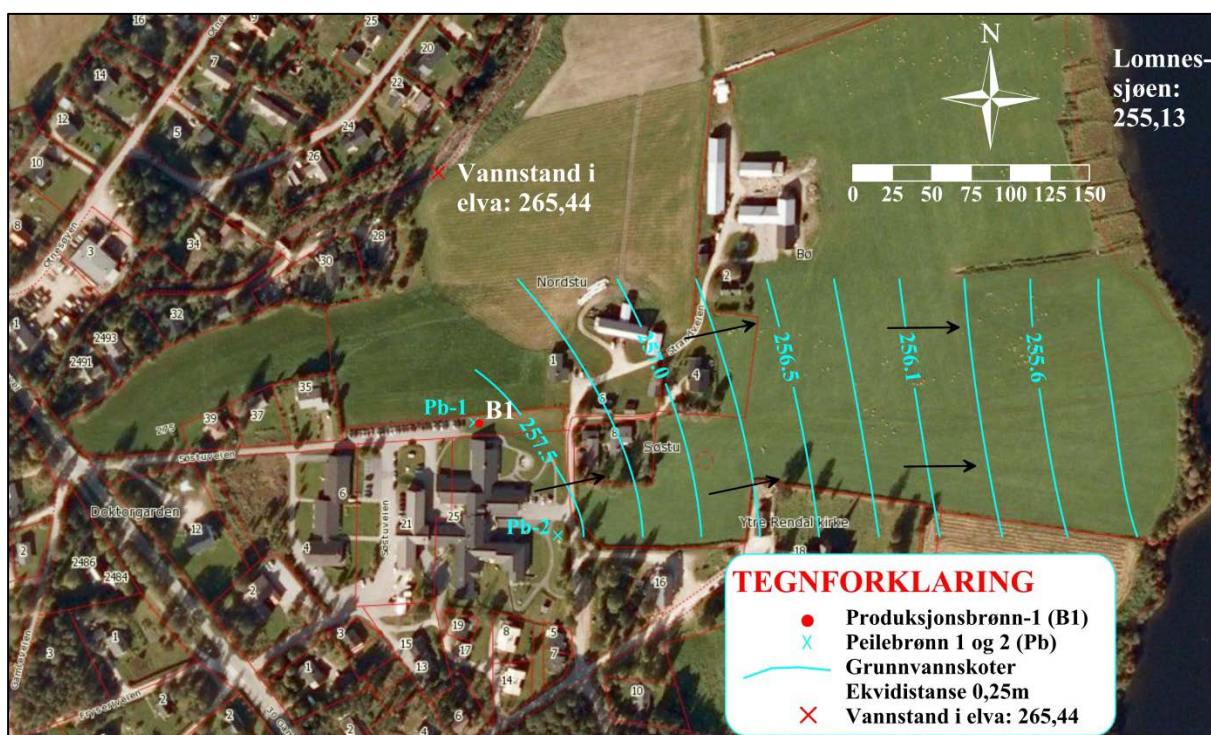
4.3 Vannstand, nydannelse inn- og utstrømningsområder

Det er registrert vannstand i 2 peilebrønner og i produksjonsbrønnen i hele prøvepumpingsperioden. I tillegg har man fått vannstandsdata for Lomnessjøen fra Hydrologisk avdeling ved NVE for samme periode.

Grunnvannsmagasinet kan karakteriseres som et åpent infiltrasjonsmagasin, der grunnvannsnivået i brønnområdet i hovedsak styres av vannstanden i Lomnessjøen. At magasinet er åpent innebærer at det er direkte kontakt mellom grunnvannsspeilet og atmosfæren via porene i umettet sone. Strandsonen mot Lomnessjøen utgjør utstrømningsområdet for grunnvannsstrømmen.

Magasinet er et infiltrasjonsmagasin fordi Løsmassene i elvevifta mates med vann fra Ottaelva i rotpunktet i vest (innstrømningsområdet). På grunn av grove permeable løsmasser (høy transmissivitet) henger elva mange meter høyere enn grunnvannsnivået ute på vifta, og lekker vann ned til grunnvannsmagasinet. I tillegg vil nedbør infiltreres gjennom terrengoverflaten til det underliggende grunnvannsmagasinet. Avrenning fra arealene/dalsidene utenfor Ottaelva sitt nedslagsfelt bidrar også til nydannelse av grunnvann.

Rett nord for produksjonsbrønnen (se figur 11) lå elvenivået på kote 265,44 – 265,5 i prøvepumpingsperioden. Dette er ca. 7,8 meter høyere enn grunnvannsnivået i brønnområdet (kote 257,63 ved oppstart). Det er ikke hydraulisk kontakt mellom elva og grunnvannsmagasinet. **Senkning av vannspeilet som følge av uttak vil derfor ikke medføre industert grunnvannsdannelse** (ikke økt tilsig fra elva på grunn av senkningen).



Figur 11. Strømningsbilde – Ubelastet tilstand (før pumpestart) 10. desember 2013.

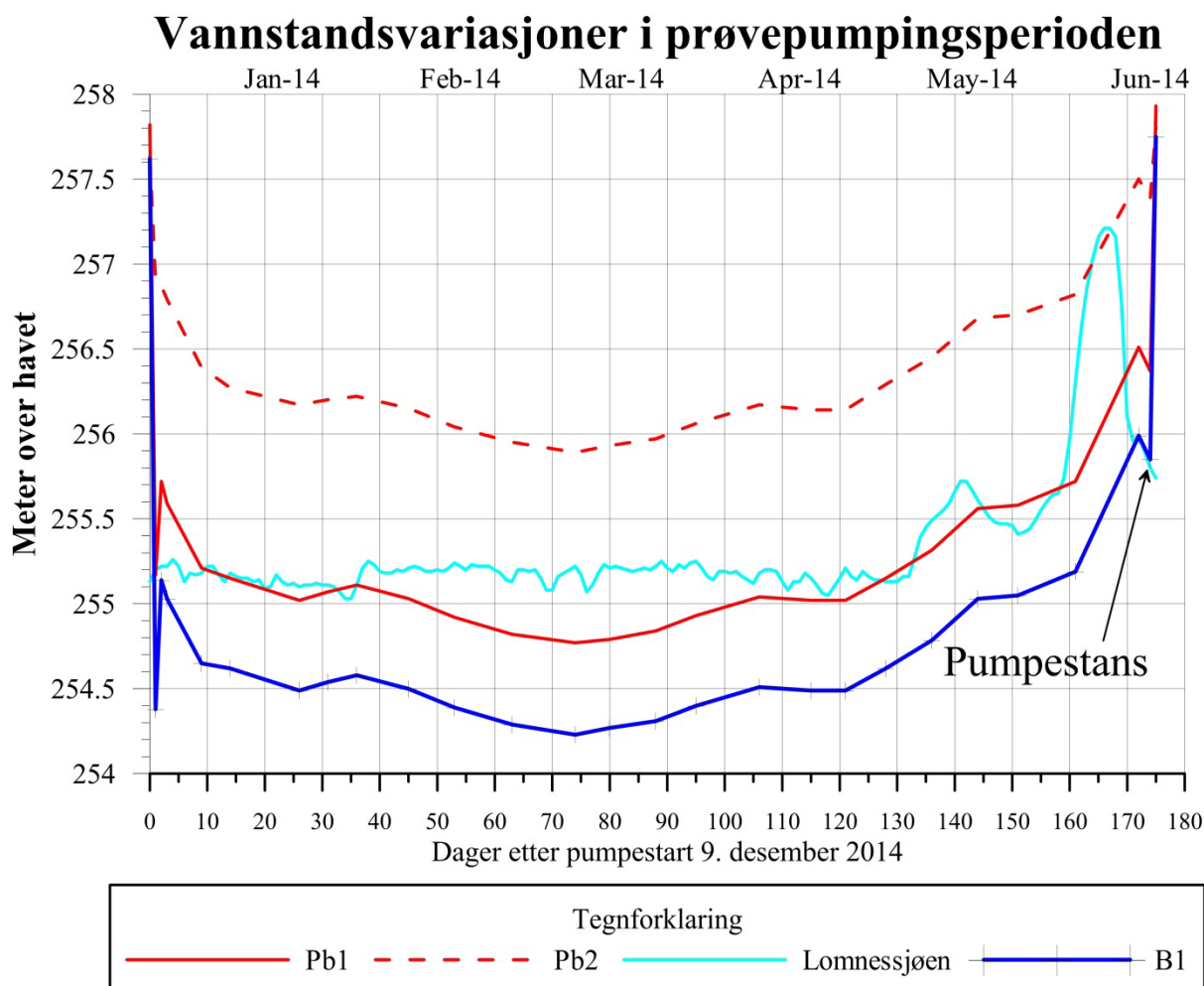
Produksjonsbrønnen befinner seg mellom innstrømningsområdet og utstrømningsområdet, dvs. i en gjennomstrømningsdel av magasinet, hvor grunnvannet strømmer østover mot Lomnessjøen. Dette fremgår tydelig av strømningsbildet fra 10. desember 2013 (før pumpestart).

Høydeforskjellen mellom grunnvannsspeilet i brønnområdet (257,63) og nivået i sjøen (255,13) er før pumpingen startet 2,5 meter. Dette gir en naturlig grunnvannsgradient av størrelsesorden 0,006 (0,6 %).

Uttak av grunnvann forårsaker senkning av grunnvannsspeilet slik at det etableres trykkgradienter fra nærliggende arealer inn mot brønnen. Ved uttak av 18,2 l/s i brønn-1 er det etter 8 dagers pumping registrert maksimalt 2,6 meters senkning i peilebrønn-1 (3,3 meter unna B1) og 1,24 meters senkning i peilebrønn-2 (86,7 meter unna B1).

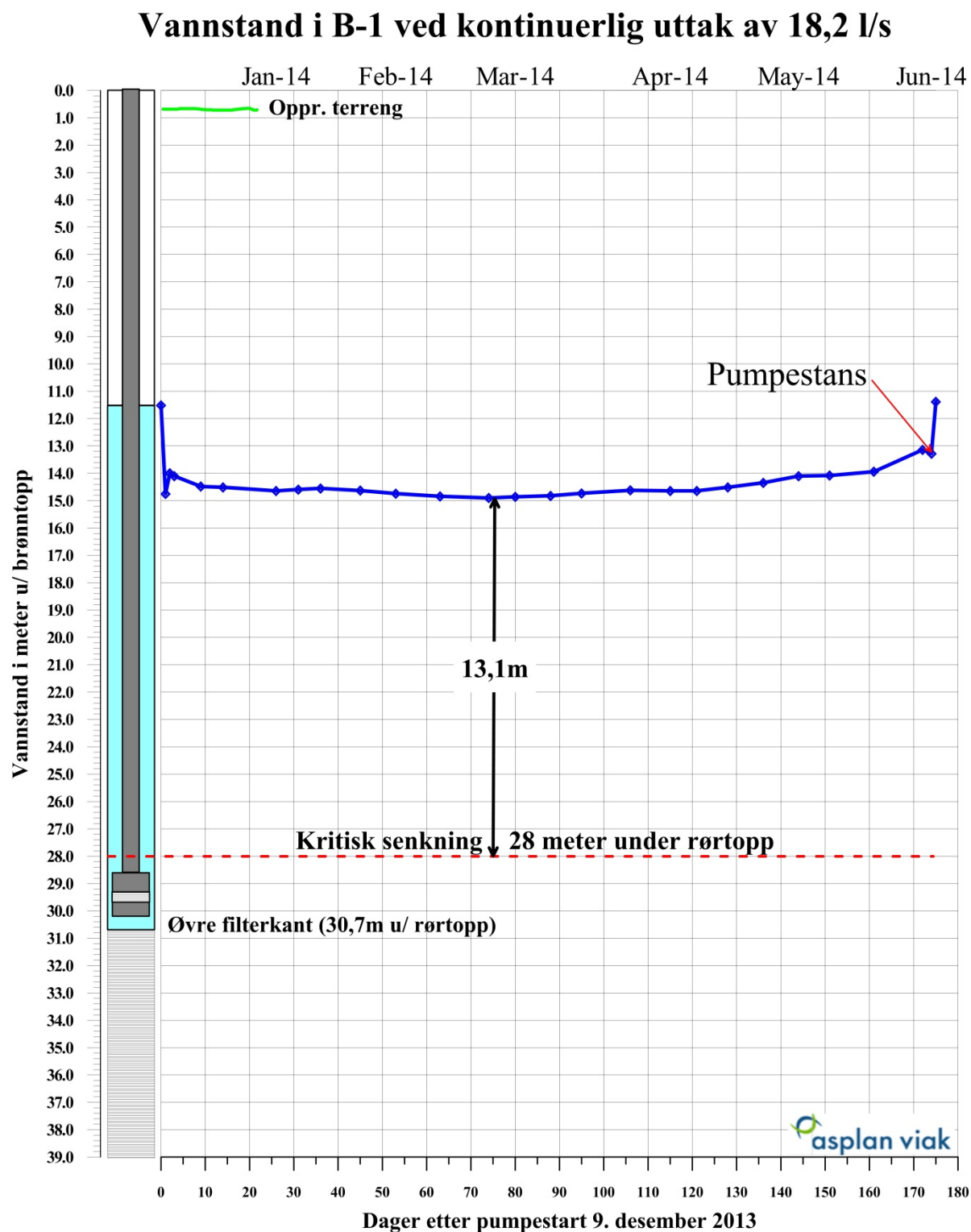
Videre utover i perioden er grunnvannsnivået stabilt fram til midten av april, da grunnvannsnivået stiger som følge av snøsmelting og nedbør som resulterer i økt nydannelse og stigende vannstand i Lomnessjøen, se figur 12. Grunnvannsnivået i peilebrønn 2 ligger i hele perioden (med unntak for flommen) 0,7-1 meter høyere enn vannstanden i Lomnessjøen. Uttaket medfører ikke så stor senkning at man snur grunnvannsstrømmen og induserer vann fra sjøen.

Den siste stigningen i slutten av perioden skyldes at det her ble målt grunnvannsnivå 1 døgn etter at pumpen ble stanset. Målingene viste 1,56 og 0,42 meters stigning av grunnvannsnivået i hhv. peilebrønn 1 og 2 i løpet av 1 døgn.



Figur 12. Vannstand i produksjonsbrønn-1, peilebrønn 1 og 2 og i Lomnessjøen plottet i meter over havet.

Vannstandsmålingene i selve produksjonsbrønnen bekrefter resultatene fra kapasitetstesten som ble utført 9. desember 2013, se figur 13. Ved laveste registrerte vannstand i brønnen ved kontinuerlig uttak av 18,2 l/s er det fortsatt 13,1 meter til «kritisk senkning» 28 meter under rørtopp.



Figur 13. Vannstandsvariasjoner i produksjonsbrønn-1 ved kontinuerlig uttak av 18,2 l/s i 174 døgn.

4.4 Influensområde – hydrauliske beregninger

Transmissiviteten T (profilpermeabiliteten) i magasinet er ut fra senkningsmålinger fra pumpeforsøket beregnet til $900 \text{ m}^2/\text{d}$. Ved uttak av $18,2 \text{ l/s}$ er grunnvannets gradient i brønnområdet av størrelsesorden $0,014$ ($1,4 \%$) målt mellom Pb1 og Pb2.

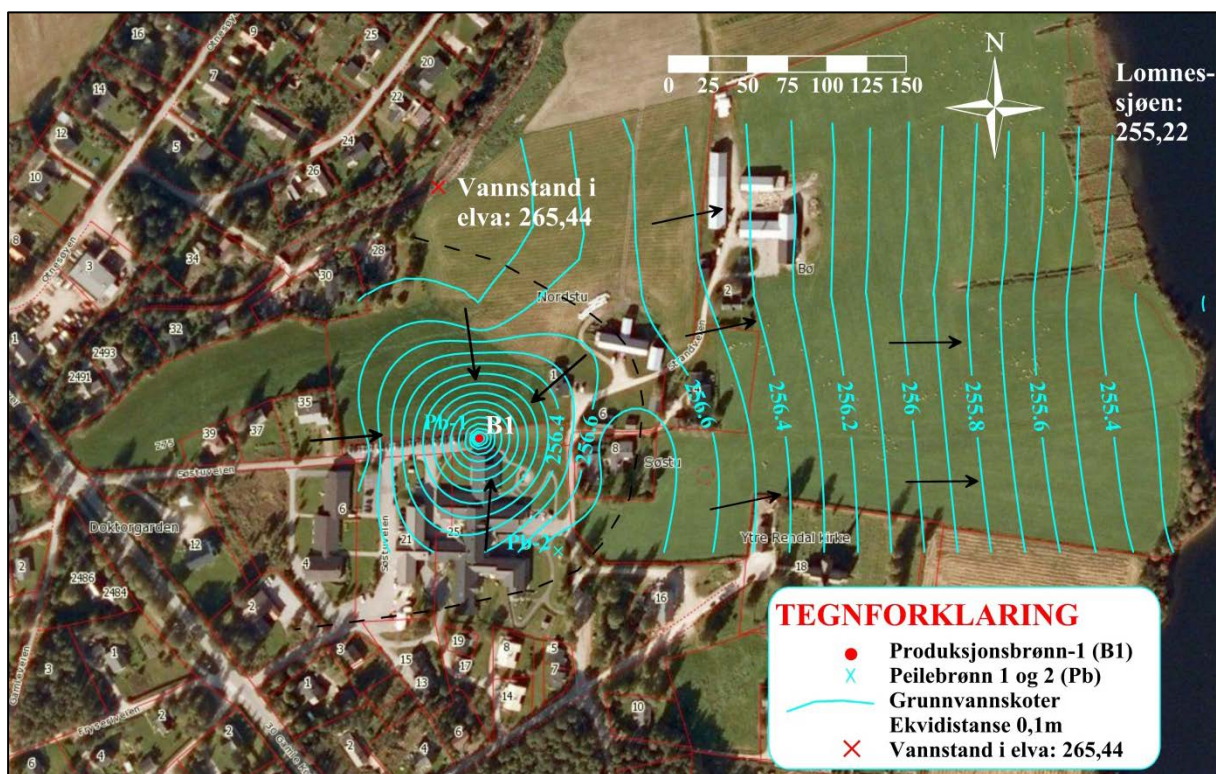
Nødvendig bredde (b) for å balansere et uttak på $Q = 18,2 \text{ l/s}$ kan beregnes ved hjelp av transmissiviteten (T) og gradienten (i) (Darcy):

$Q = T \times i \times b$, som løst med hensyn til bredden blir: $b = Q/T \times i$

Bredden blir da: $1572 \text{ m}^3/\text{d} : (900 \text{ m}^2/\text{d} \times 0,014) = 125$ meter. Uttak av 20 l/s balanseres av en bredde på 140 meter. Dette stemmer bra med den observerte avsenkningen i brønnområdet. Strømningsmønsteret under uttak basert på målt avsenkning og vannstandsdata fra sjøen er illustrert i figur 14.

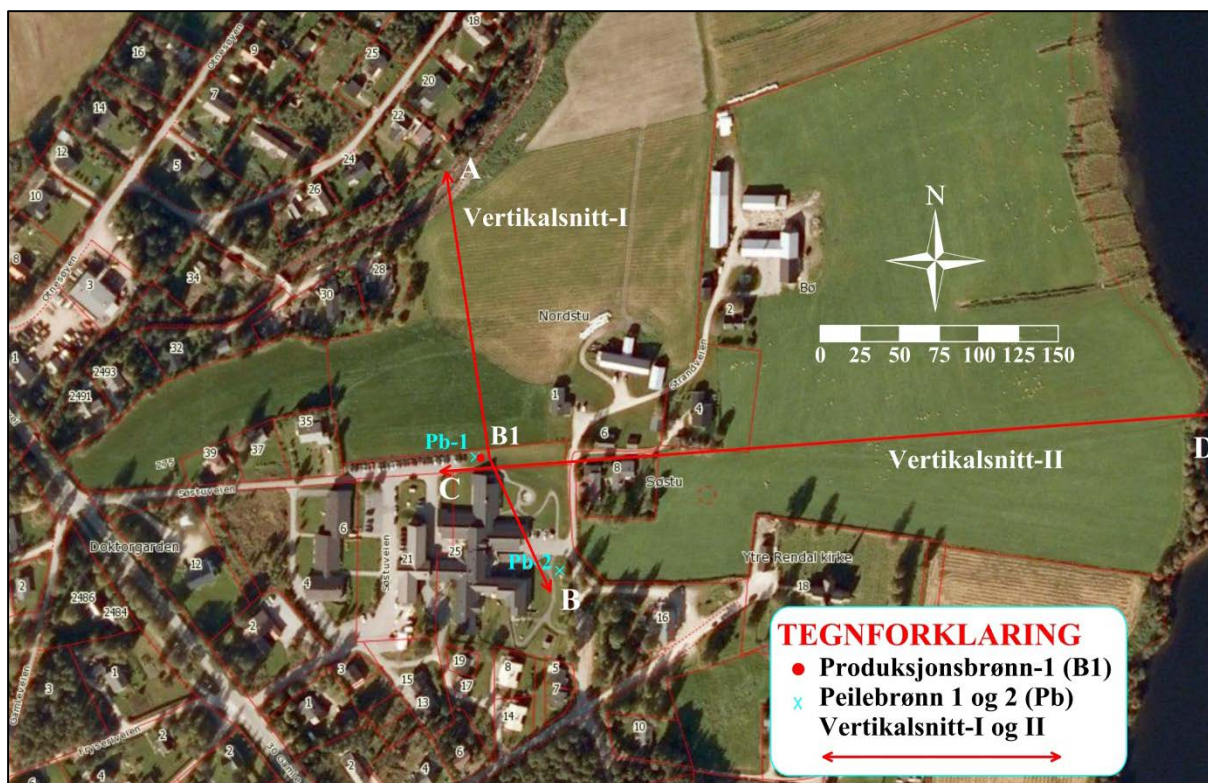
Figuren viser i likhet med figur 11 og 12 to viktige ting:

1. Elva henger mange meter høyere enn grunnvannsnivået i denne delen av magasinet. Det er ikke hydraulisk kontakt mellom elva og grunnvannsmagasinet. Senkning av vannspeilet som følge av uttak medfører derfor ikke industert grunnvannsdannelse. Med andre ord: senkningen medfører ikke økt tilsig fra elva.
2. Grunnvannsnivået utenfor selve senkningstrakta ligger høyere enn vannstanden i Lomnessjøen. Uttaket medfører ikke så stor senkning at man snur grunnvannsstrømmen og induserer vann fra sjøen. Dette illustreres også godt av vannstandsdataene for peilebrønn 2 og Lomnessjøen i figur 12.

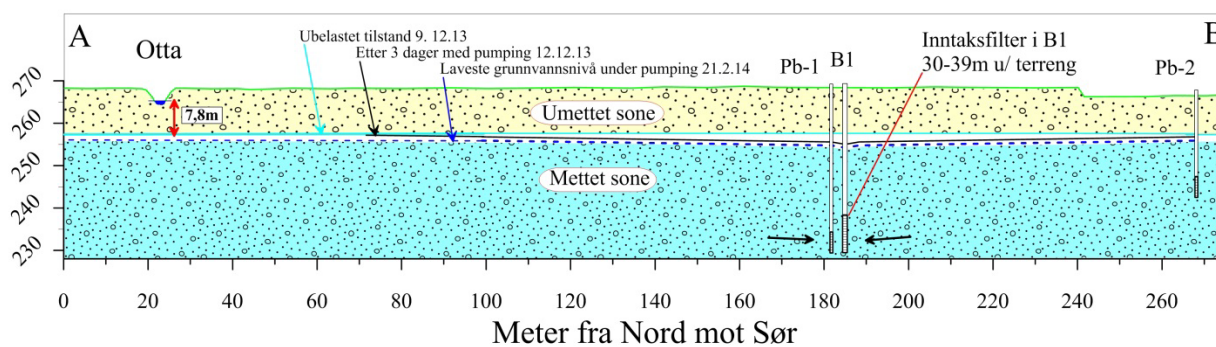


Figur 14. Strømningsbilde – Belastet tilstand. Uttak av $18,2 \text{ l/s}$ 12. desember 2013

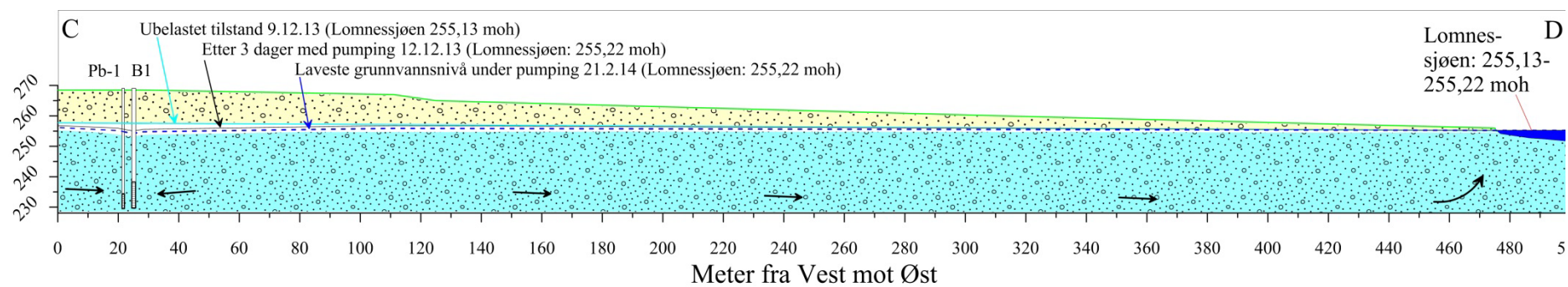
4.5 Oppsummerende vertikalsnitt



Figur 15. Flybilde med lokalisering av vertikalsnitt-I og II.



Figur 16. vertikalsnitt-I fra elva (Otta) via B1 og til peilebrønn 2.



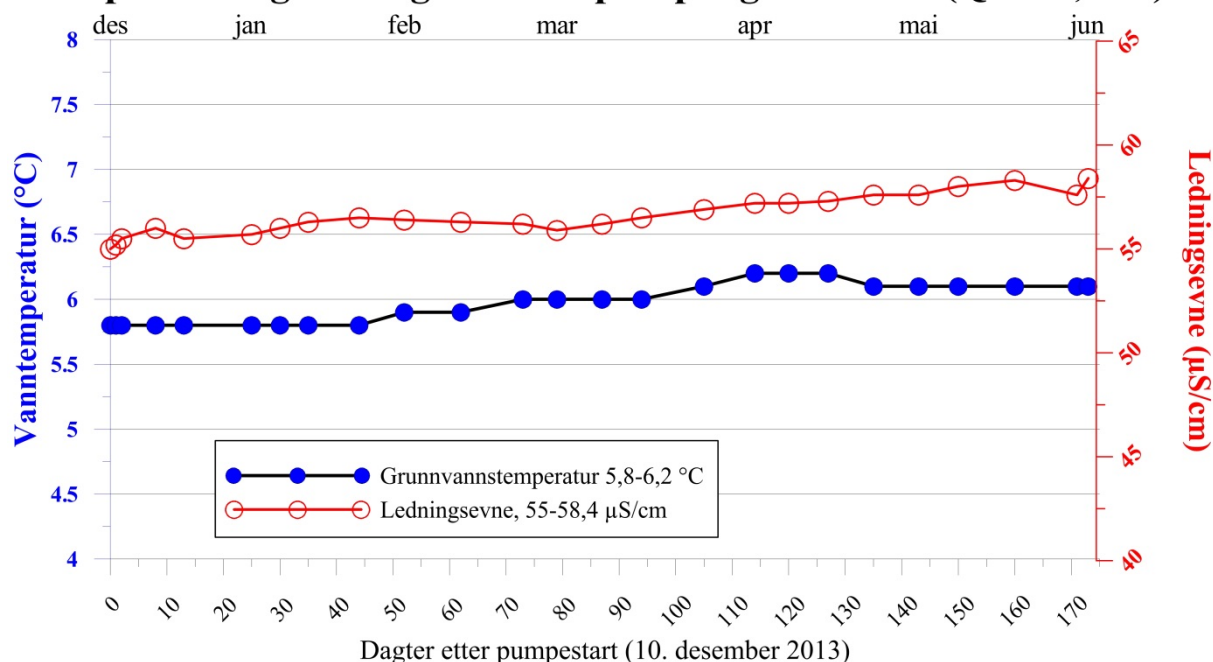
Figur 17. Vertikalsnitt-II mellom brønnområdet og Lomnessjøen.

4.6 Vanntemperatur og fysisk kjemisk vannkvalitet

Under nesten 6 måneders kontinuerlig uttak av 18,2 l/s ligger grunnvannstemperaturen stabilt på 5,8 – 6,1 °C. Fra februar og utover stiger temperaturen svakt og flater ut på 6,1 °C de siste 40 døgner av perioden, se figur 18. Eksempelvis vil uttak av 18,2 l/s og en $\Delta T = 3$ °C, gi en uttatt effekt fra grunnvannet på 225 KW (mer enn nok).

Grunnvannets elektriske ledningsevne (konduktivitet) gjenspeiler vannets innhold av løste bestanddeler (ioner), som skyldes utløsning fra mineralmaterialet i grunnvannssonen. Generelt er grunnvannets ledningsevne lav (ionefattig grunnvann), og øker marginalt fra 55 til 58,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i løpet av prøvepumpingsperioden. En økning på 3,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i løpet av nesten 6 måneders kontinuerlig uttak av 18,2 l/s, forteller i likhet med den stabile temperaturen at magasinet er meget stort i forhold til uttaket, og at grunnvannskvaliteten ikke endres som følge av uttaket.

Temperatur og ledningsevne i utpumpet grunnvann ($Q = 18,2$ l/s)



Figur 18. Grunnvannstemperatur og elektrisk ledningsevne (konduktivitet) i utpumpet grunnvann (feltmålinger).

Vannanalyser viser et grunnvann av meget god og usedvanlig stabil kvalitet, se tabell 4 neste side.

Grunnvannets reagerer surt med pH på 6,4. Innhold av bruksmessig viktige parametere som jern og mangan er meget lavt i utpumpet grunnvann. Det samme gjelder innholdet av kalsium. Innholdet av fritt CO_2 er analysert til 9,1-10,2 mg/l, mens oksygeninnholdet varierer fra 3,4-3,6 mg/l. Et oksygeninnhold på 3,6 mg/l tilsvarer en oksygenmetning på 29 %, som er helt normalt i et grunnvannsmagasin av denne størrelsen.

Tabell 4. Analyseresultater fra perioden 10. desember 2013 til 13. mai 2014.

PARAMETER	ENHET	10.12.13	14.1.14	11.2.14	11.3.14	4.4.14	13.5.14
Konduktivitet	mS/m	5,6	6	6	6	6	6
pH		6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,5
Fargetall		<1					
Turbiditet	FNU	0,7	0,2	0,3	0,5	0,3	0,8
Jern	mg/l	0,0017	0,003	0,005	0,003	0,006	0,004
Mangan	mg/l	0,0016	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Kalsium	mg/l	6,87	6,47	6,6	7,27	7,54	7,83
Klorid	mg/l	0,92	0,97	0,96	1,87	1,04	1,19
Natrium	mg/l	1,51					
Nitrat-N	mg/l	0,78					
CO ₂	mg/l			10,2		9,13	
Okseygen	mg/l			3,4		3,6	

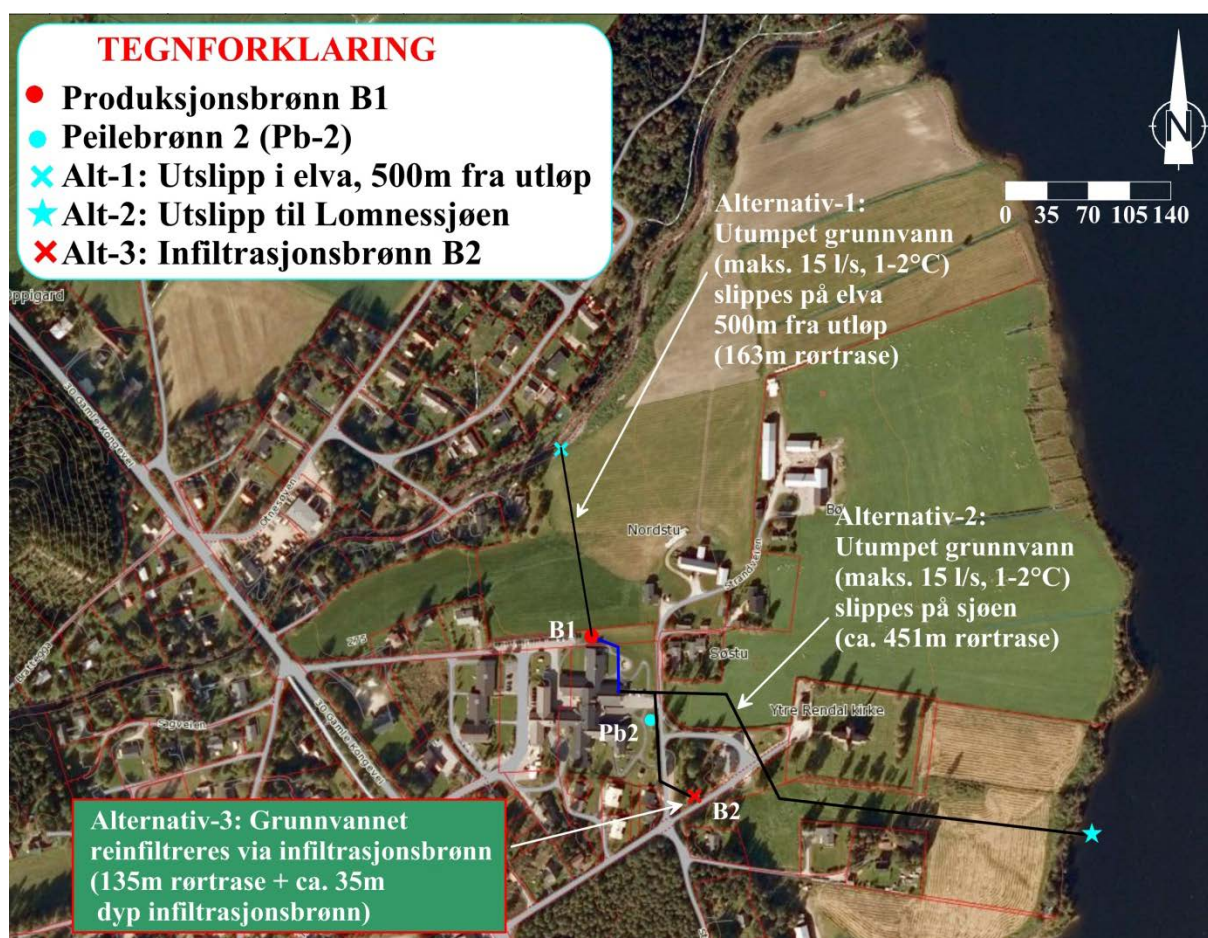
5 UTSLIPP AV VARMEVEKSLET GRUNNVANN

Utslippet av varmevekslet grunnvann blir maksimalt 15 l/s. Temperaturuttaket i grunnvannet blir slik at returtemperaturen blir +1 til +2 °C ($\Delta T=4-5$ °C).

Mengden returvann fra varmepumpa på 1-2 °C vil være tilnærmet konstant gjennom store deler av fyringssesongen fra ca. oktober til mars-april, men det vil også være perioder med mindre mengder returvann siden mengden frekvens-reguleres avhengig av byggets varmebehov. Temperaturen på returvannet vil være konstant 1-2 °C. I perioden april-september skal varmepumpen kun dekke sykehjemmets behov for tappevann, og i denne perioden vil mengden returvann være mye lavere, ca. 5-10 liter/sekund. Det kan også være aktuelt å bruke grunnvannet til ventilasjonskjøling av sykehjemmet. I de aller varmeste sommerdagene dette kan oppstå, vil temperaturen på returvannet som slippes ut være ca. 10-12 °C.

Det er vurdert 3 forskjellige alternativer for utslipp av varmevekslet grunnvann, se figur 19:

- 1) Utslipp til elva (Otta) 500 m ovenfor utløpet i Lomnessjøen.
- 2) Utslipp til Lomnessjøen rett øst for produksjonsbrønnen.
- 3) Reinfiltrasjon via infiltrasjonsbrønn 161 m sørøst for B1 (i luftlinje, B2 er ikke etablert).



Figur 19. Flybilde med produksjonsbrønn og alternativer for utslipp av varmevekslet grunnvann.

Alternativ 1: Utslipp til elva (Otta) 500m ovenfor utløpet i Lomnessjøen.

Alternativ 1 det enkleste og det rent økonomisk sett mest fordelaktige. Alternativet medfører graving av ca. 163 meter lang grøft med rør ut i Ottaelva rett nord for sykehjemmet.

Vi har fått informasjon fra utmarkskonsulent Øyvind Fredrikson i Rendalen kommune om at det er ørret i nedre del av Otta som vandrer opp fra Lomnessjøen. Det kan også være røye på denne strekningen. Et eventuelt påslipp av 15 l/s med grunnvann med temperatur på 1-2 °C kan ha negative konsekvenser for fisk i Ottaelva. I vedlegg 1, Felldata for Ottaelva (lavvannskart) ser man at nedslagsfeltet er så vidt lite at alminnelig lavvannføring er 21,8 l/s. Påslipp av 15 l/s er nesten 70 % av lavvannføringen i elva.

Man har derfor fått utredet dette av NaturRestaurering AS v/ Sondre A. Ski [5]. Firmaet har spisskompetanse på dette området. Man konkluderer her med at dette alternativet ikke anbefales. Det vil kreve mer feltarbeid og analyser for å fastslå eventuelle effekter, men tiltaket kan klart ha negative effekter for fisk som går opp i elva. **Alternativet er dermed ikke aktuelt.** Rapporten fra NaturRestaurering AS fremgår av vedlegg 3.

Alternativ 2: Utslipp til Lomnessjøen øst for produksjonsbrønnen.

Alternativet medfører graving av ca. 451 meter lang grøft med rør ut i Lomnessjøen. Utslippsrøret må føres et stykke ut i sjøen for å unngå problemer med is. Dette alternativet og sikrere og enklere og drifte en ved re-infiltrasjon via en infiltrasjonsbrønn. Man unngår blant annet risiko for at infiltrert vann med temperatur på 1-2 °C dras tilbake til produksjonsbrønnen.

Foreløpig trasé for ledningen for returvannet fra varmevekslet grunnvann til Lomnessjøen, er vist på figur 19 og i vedlagt plan (se vedlegg 5). Da vanndybde ved utløpsstedet foreløpig ikke er kjent i detalj, er det noe usikkert mht. lengden av ledningen ut i sjøen, men det antas inntil 7m lengde ut i sjøen. Laveste vannstand registrert i 2013-2014 er på K+ 254,8 moh. Da man ønsker å ha utløpet dykket, er dette foreløpig planlagt på rett i overkant av K+ 254 moh for bunn rør. Da det er planlagt en utslippsbukk på ca. 30 cm for å sikre utløpet mot tilslamming, vil nødvendig dybde ved utløpet måtte være rundt K+ 253,7 moh. Utløpsledningen er planlagt med en utvendig diameter på 160 mm. Ledningsanlegget er planlagt utført ved hjelp av tradisjonell grøftegraving. I innsjøkanten må det graves med forsiktighet og kanten tilbakeføres til opprinnelig standard/tilstand. Rørledningen må de siste ca. 100 meterne ned mot innsjøen lodd-belastes, for å motvirke oppdrift ved evt. luftfylling av ledning.

Det vil være nødvendig med en anleggsvei/adkomst for anleggsmaskiner langs grøftekant for tilførsel av rør og gjenfyllingsmasser og det planlegges at oppgravde masser legges langs grøft mens gravearbeidene pågår. Overflatene vil bli tilbakeført til opprinnelig tilstand.

Anleggsarbeidet med legging av utslippsrør fra teknisk rom til Lomnessjøen utføres utenfor hekkesesongen for fugler sannsynligvis i august/september.

I vedlegg 2, Felldata for nedslagsfeltet til Lomnessjøen (lavvannskart) ser man at alminnelig lavvannføring ved utløpet av Lomnessjøen er av størrelsesorden 2680 l/s (areal 1165,4 km² * alminnelig lavvannføring 2,3 l/s/km²). Et påslipp av 15 l/s utgjør 0,6 % av denne vannmengden. Også dette alternativet er vurdert av NaturRestaurering AS v/ Sondre A Ski [5]. Det konkluderes med at dette alternativet medfører liten eller ubetydelig påvirkning totalt sett, men at det kan forekomme små effekter rundt utslippspunktet.

Alternativ 3: Reinfiltrasjon via infiltrasjonsbrønn 161m sørøst for B1 (i luftlinje)

Etablering av infiltrasjonsbrønn må ut fra observert avsenkning utføres så langt til sides og nedstrøms som det er mulig på den kommunale tomte. Dette for å unngå at infiltrert vann med temperatur på 1-2 °C dras tilbake til produksjonsbrønnen. Den nødvendige avstanden er vanskelig å beregne, men hydrauliske beregninger og registrert avsenkning i peilebrønnene tilsier at foreslått plassering som vist i figur 19 vil være gunstig.

Nøyaktig utforming må bestemmes under boring, men en infiltrasjonsbrønn bør ha et minimum 10 m langt filter som plasseres i masser med god hydraulisk ledningsevne. Øvre filterkant kan i teorien ligge i samme nivå som det naturlige grunnvannsnivået, men usikkerheten er hvor vidt løsmassenes sammensetning og egenskaper ligner det som er påvist i de 2 tidligere utførte boringene. Her ble de mest permeable massene påvist dypere enn 21 meter. Det kan derfor være aktuelt med filtersetting fra for eksempel 25-35 meter under terreng, såfremt løsmasseprofilen tilsier dette. Drifting av en infiltrasjonsbrønn kan i tillegg medføre større tekniske problemer enn ved utslipp til elv eller innsjø, men ut fra dokumentert grunnvannskvalitet er det ingen fare for gjentetting av filteret på grunn av jern/manganutfellinger eller høyt partikkelinnhold i vannet.

Den største fordelene med en injeksjonsbrønn vil være at vannbalansen i grunnvannsmagasinet ivaretas bedre. Data fra prøvepumpingen viser imidlertid at uttak av 15 l/s verken medfører økt lekkasje fra elva (elva henger mange meter over grunnvannsspeilet) eller endrer strømningsmønsteret ut mot Lomnessjøen. Grunnvannsmengden som pumpes ut er på vei ut i sjøen uansett.

Det søkes derfor primært om at varmevekslet grunnvann slippes til Lomnessjøen. Dette begrunnes med enklere drift og bedre sikkerhet mht. til drifting av anlegget.

6 KONSEKVENSER/VIRKNINGER AV TILTAKET

6.1 Formål og nytte av tiltaket

Grunnvannsutaket vil medføre at Rendalen kommune kan erstatte eksisterende el-/oljefyrte varmesentral ved Rendalen Sjukehjem med en grunnvannsbasert varmepumpe. Dette betyr at man skifter ut en dyr og forurensende varmekilde med en vesentlig billigere og miljømessig bedre varmekilde.

Det finnes ingen gode alternativer til det beskrevne tiltaket. Boring av fjellbrønner for utnyttelse av bergvarme med kollektorslanger er ikke aktuelt på grunn av stort dyp til fjell og stor avstand til områder med fjell i dagen.

6.2 Endringer i mengde og kvalitet på grunnvannsforekomsten

Under nesten 6 måneders kontinuerlig uttak av 18,2 l/s ligger grunnvannstemperaturen stabilt på 5,8 – 6,1 °C. Grunnvannets ledningsevne er meget stabil, og øker marginalt fra 55 til 58,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i løpet av prøvepumpingsperioden. En økning på 3,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i løpet av nesten 6 måneders kontinuerlig uttak av 18,2 l/s, forteller i likhet med den stabile temperaturen, at magasinet er meget stort i forhold til uttaket, og at grunnvannskvaliteten ikke endres som følge av uttaket. Vannanalyser viser et grunnvann av meget god og usedvanlig stabil kvalitet. Tiltaket vil derfor ikke medføre endringer mht. til kvalitet eller mengde.

Resultater fra utførte undersøkelser og prøvepumping viser i tillegg følgende:

1. Elva henger mange meter høyere enn grunnvannsnivået i den aktuelle delen av magasinet. Det er ikke hydraulisk kontakt mellom elva og grunnvannsmagasinet. Senkning av vannspeilet som følge av uttaket medfører derfor ikke induisert grunnvannsdannelse. Med andre ord: senkningen medfører ikke økt tilsig fra elva.
2. Grunnvannsnivået utenfor selve senkningstrakta ligger høyere enn vannstanden i Lomnessjøen. Uttaket medfører ikke så stor senkning at man snur grunnvannsstrømmen og induserer vann fra sjøen.

6.3 Påvirkning på andre vannforsyningsinteresser

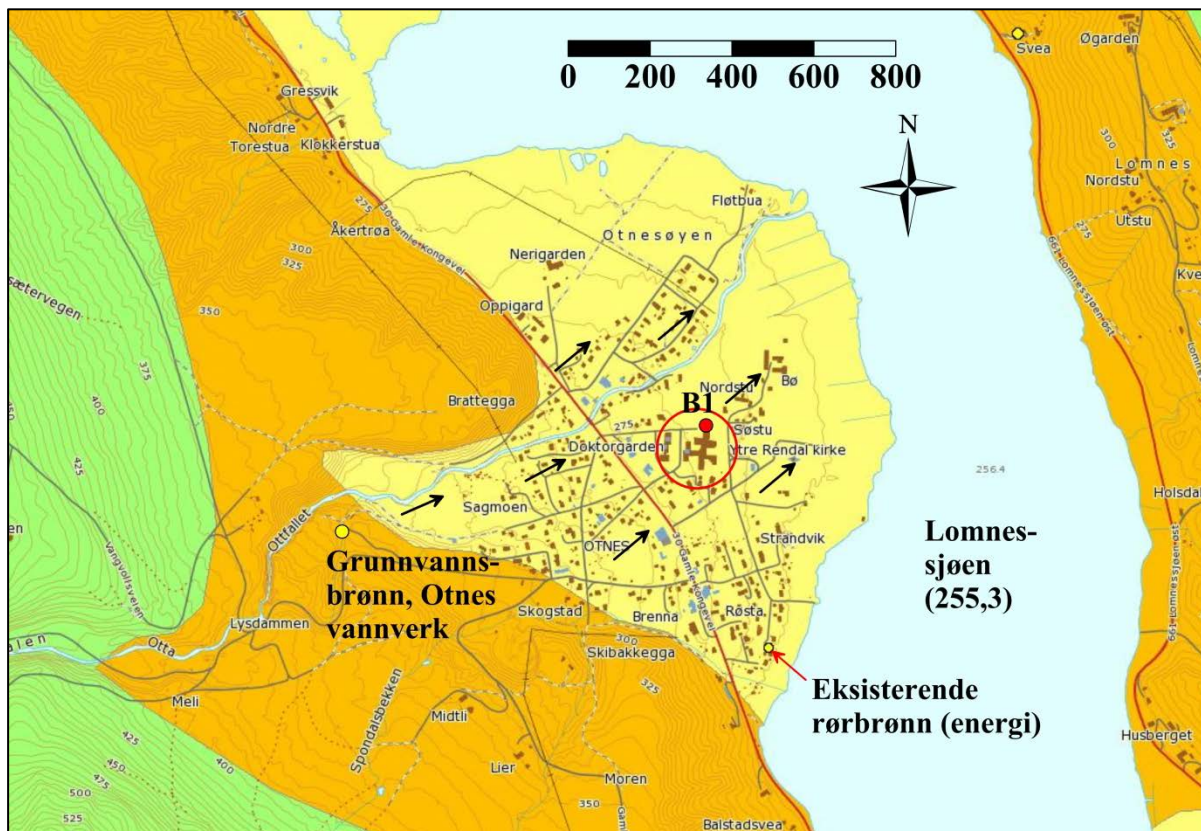
Det er registrert ytterligere to grunnvannsbrønner i løsmasser ved Otnes.

Den ene er en drikkevannsbrønn (rørbrønn i løsmasser) som forsyner Otnes vannverk. Brønnen er plassert i breelvavsetninger ved Ottafallet om lag 925 meter oppstrøms og sørvest for den nye energibrønnen ved sykehjemmet, se figur 20. Man har ikke fått tak i mer detaljert informasjon om denne brønnen, som trolig er etablert tidlig på 90-tallet. Brønnen ligger i innstrømningsområdet, nesten 1 km oppstrøms den nye energibrønnen. Det nye grunnvannsutaket ved sykehjemmet vil derfor ikke være i konflikt med den eksisterende drikkevannsbrønnen.

Den andre brønnen er rørbrønn etablert lengst sør på vifta. Denne 30 meter dype løsmassebrønnen ble etablert på en kommunal eiendom i 2003 og benyttes til energiformål. Et fire meter langt filter i plast, med diameter 125 millimeter og lysåpning 0,5 millimeter er plassert

mellem 26-30 meter. Brønnens kapasitet er oppgitt til ca. 50 000 liter/time (13,8 l/s). Brønnrørets diameter er 168,3 millimeter.

Kommunen opplyser at oppumpet grunnvann veksles direkte i varmepumpen. Avstanden til denne brønnen er ca. 562 meter, og den er etablert i en helt annen del av grunnvannsmagasinet. Det nye grunnvannsuttaget vil derfor ikke være i konflikt med den eksisterende energibrønnen.



Figur 20. Kartutsnitt med lokalisering av grunnvannsbrønner i området.

6.4 Virkning på mengde og kvalitet av overflatevann og virkning på drenering av overflatevann eller våtmarker.

Den nye energibrønnen er etablert 160 meter sør for Ottaelva, se figur 20. Ottaelva har vassdragsnummer 002.JE4Z. Lavvannskart for Ottaelva fremgår av vedlegg 1. Middelvannføringen i Ottaelva er 352,56 l/s, mens alminnelig lavvannføring er 21,84 l/s.

Tabell 5. Ottaelva – middelvannføring og lavvannføring

Vassdrag	Totalt areal nedbørsfelt (km ²)	Middelvannføring (l/s)	Alminnelig lavvannføring (l/s)
Otta	31,2	352,56	21,84

Uttak av 15 l/s utgjør 4,3 % av middelvannføringen i elva og 68,7 % av alminnelig lavvannføring. Elva henger imidlertid mange meter høyere enn grunnvannsnivået i den aktuelle delen av grunnvannsmagasinet. Det er ikke hydraulisk kontakt mellom elva og grunnvannsmagasinet. Senkningen av grunnvannsspeilet som følge av uttaket medfører derfor ikke økt tilsig fra elva (se figur 11 til 17 fra side 14 til 19).

Den nye energibrønnen utnytter grunnvannstrømmen i det store grunnvannsmagasinet som drenerer ut i Lomnessjøen. Det store grunnvannsmagasinet jevner ut årstidsvariasjoner i tilsig, slik at det i dette tilfellet er mer riktig å sammenligne uttaket med middelvannføringen i elva. I tillegg vil nedbør på magasinoverflaten og avrenning fra dalsidene utenfor Ottaelvas nedslagsfelt bidra til nydannelse av grunnvann. Tiltaket vil derfor ikke ha merkbare konsekvenser for Ottaelva. Uttaket fører til noe lavere grunnvannsstrøm fra innstrømningsområdet i rot punktet på vifta og ut mot sjøen, men dette har svært små konsekvenser for overflatevannet.

Grunnvannsnivået i brønnområdet ligger 11 meter under terreng i ubelastet tilstand (uten pumping). Uttaket medfører ikke så stor senkning at man snur grunnvannsstrømmen og induserer vann fra sjøen. Senkningen av grunnvannsnivået er så vidt lokal at det ikke vil få konsekvenser for våtmarksområder eller andre nærliggende biotoper.

Det søkes primært om at varmevekslet grunnvann slippes til Lomnessjøen. Dette begrunnes med bedre sikkerhet mht. til drifting av anlegget.

Alminnelig lavvannføring ved utløpet av Lomnessjøen (Rena, vassdragsnummer 002.JE1) er av størrelsesorden 2680 l/s. Et påslipp av 15 l/s utgjør 0,6 % av denne vannmengden. Dette alternativet er vurdert i forhold til fisk av NaturRestaurering AS v/ Sondre A. Ski [5]. Det konkluderes med at dette alternativet medfører liten eller ubetydelig påvirkning totalt sett, men at det kan forekomme små effekter rundt utslippspunktet.

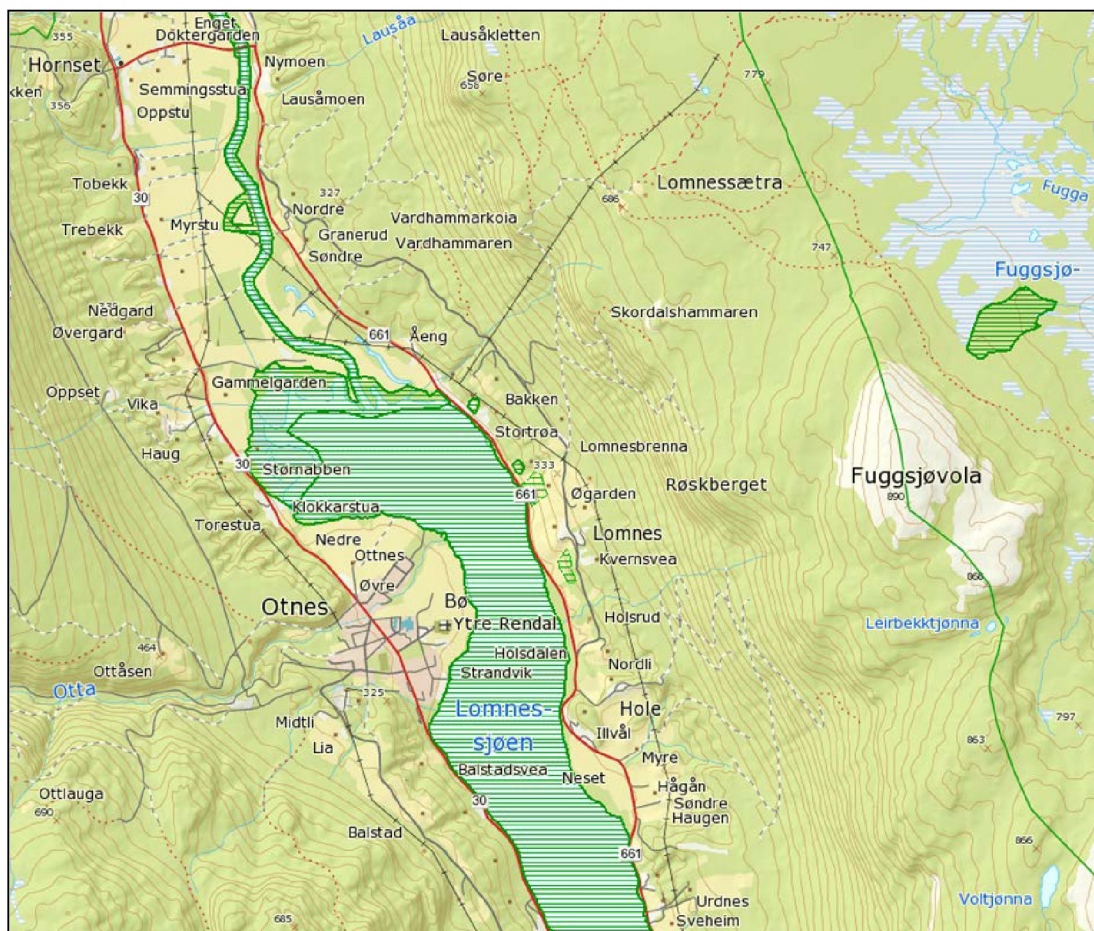
Tabell 6. Utløpet av Lomnessjøen – middelvannføring og lavvannføring

Vassdrag	Totalt areal nedbørsfelt (km ²)	Middelvannføring (l/s)	Alminnelig lavvannføring (l/s)
Otta	1165,4	16199	2680,42

6.5 Virkning på naturverdier (biologisk mangfold, flora og fauna)

Det er ikke registrert sårbare arter eller verneområder som blir berørt av tiltaket. Med tiltaket menes her og i det påfølgende nedgravd ledning med utløp til sjøen. Lomnessjøen er imidlertid registrert som en viktig naturtype (kulturlandskapssjø). Det er også registrert et viktig deltaområde helt nord i Lomnessjøen. Denne naturtypen vil ikke bli berørt av tiltaket. Det presiseres at det er også dette deltaområdet som er en «hot spot» for vade-, måke-, andefugl og andre arter tilknyttet denne type våtmark, samt spurvefugl tilknyttet strandonevegetasjonen.

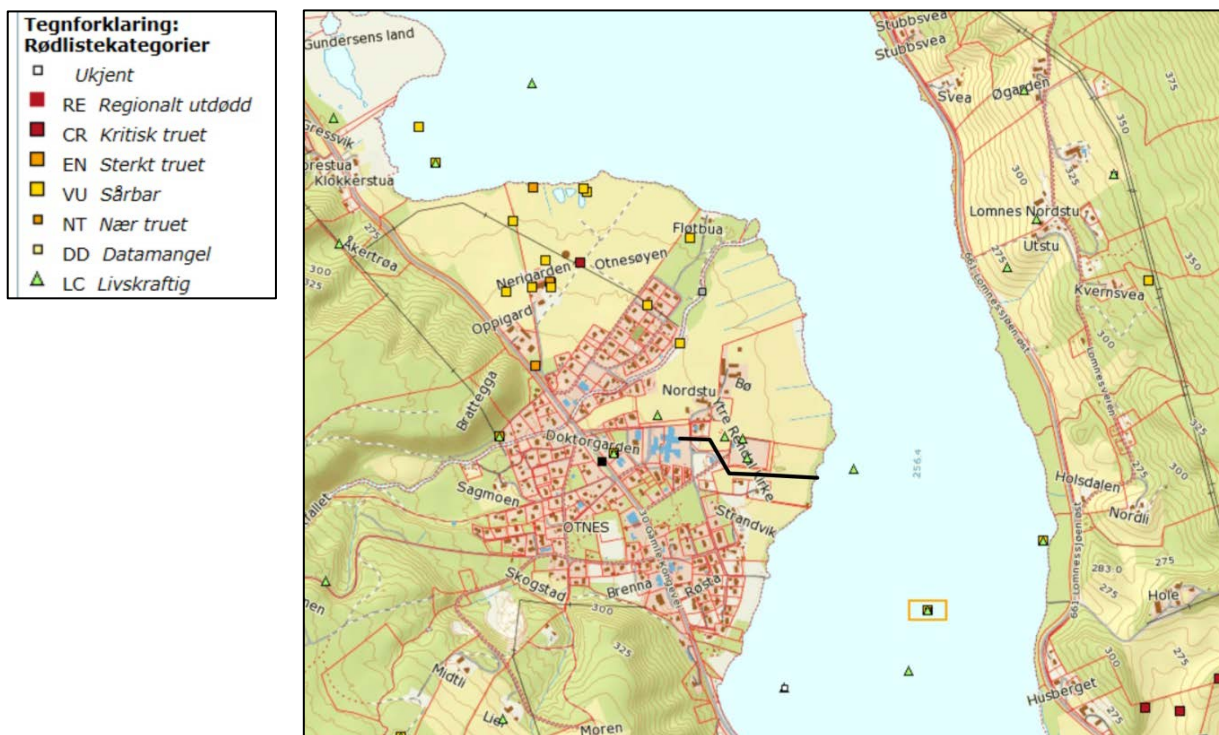
Lomnessjøen (ID BN00026332) er en større meso-eutrof innsjø. Den er sterkt utsatt for store vannstandsendringer og noe påvirket av tilsig av næringsstoffer. Det er registrert endel regionalt sjeldne planter i innsjøen deriblant rike kortskuddsamfunn. Langs østsiden av sjøen, fra Kvernnes til Lomnes er den relativt sjeldne høstvasshår flekkvis vanlig på leirbotn fra vannkanten og ut til ca. 70 cm dyp. Av andre vannplanter er blant annet korsevjeblom, nordlig evjeblom nålesivaks, stivt brasmegras, evjesoleie, sylblad og kransalgen *Nittella opaca* registrert. Sump- og vannvegetasjonen i Lomnessjøen har stor regional interesse og er vurdert som viktig. Som forslag til skjøtsel og hensyn er det sagt at det er viktig å bevare den naturlige vannstandsdynamikken. Se figuren under for avgrensning av naturtypeområdet. Tiltaket med ledning til sjøen er imidlertid lokalisert mer enn 1,5 km (langs strandkanten), fra disse forekomstene av vannvegetasjon. Til sjøens østside hvor det er registrert sjeldne plantearter er det ca. 600 m fra utløpet av ledningen.



Figur 21. Lomnessjøen (ID BN00026332, Kilde: Arealis, www.ngu.no).

I Naturbase er Lomnessjøen registrert som rik kulturlandskapssjø. Området rundt Lomnessjøen er beiteområde for elg. I følge artsdatabanken og kommunens viltkart foreligger det ingen registreringer av sårbare eller rødlista arter i tiltaksområdet, se figur 22, hvor omsøkte trase er tegnet inn på kartet. Faktaark BN 00026332 beskriver at høstvasshår er registrert på østsiden av sjøen og berøres derfor ikke av det fysiske inngrepet. Utløpet i Lomnessjøen er en hot spot for våtmarks fugler, ender og andre arter tilknyttet rike sjøer. Det er særlig her i nordenden av sjøen der Rena lager et deltaområde hvor det meste av fuglefaunaen oppholder seg. Her er det særlig stor næringstilgang og sediment avsetninger lager gode habitater for næringssøk og hvile for fugler på trekk. Området er imidlertid lokalisert > 1 km fra elvevifta ved Otnes. Det fysiske inngrepet med ledning til sjøen vil ikke påvirke denne dyregruppen i og med at tiltaket ligger i syd på elvevifta.

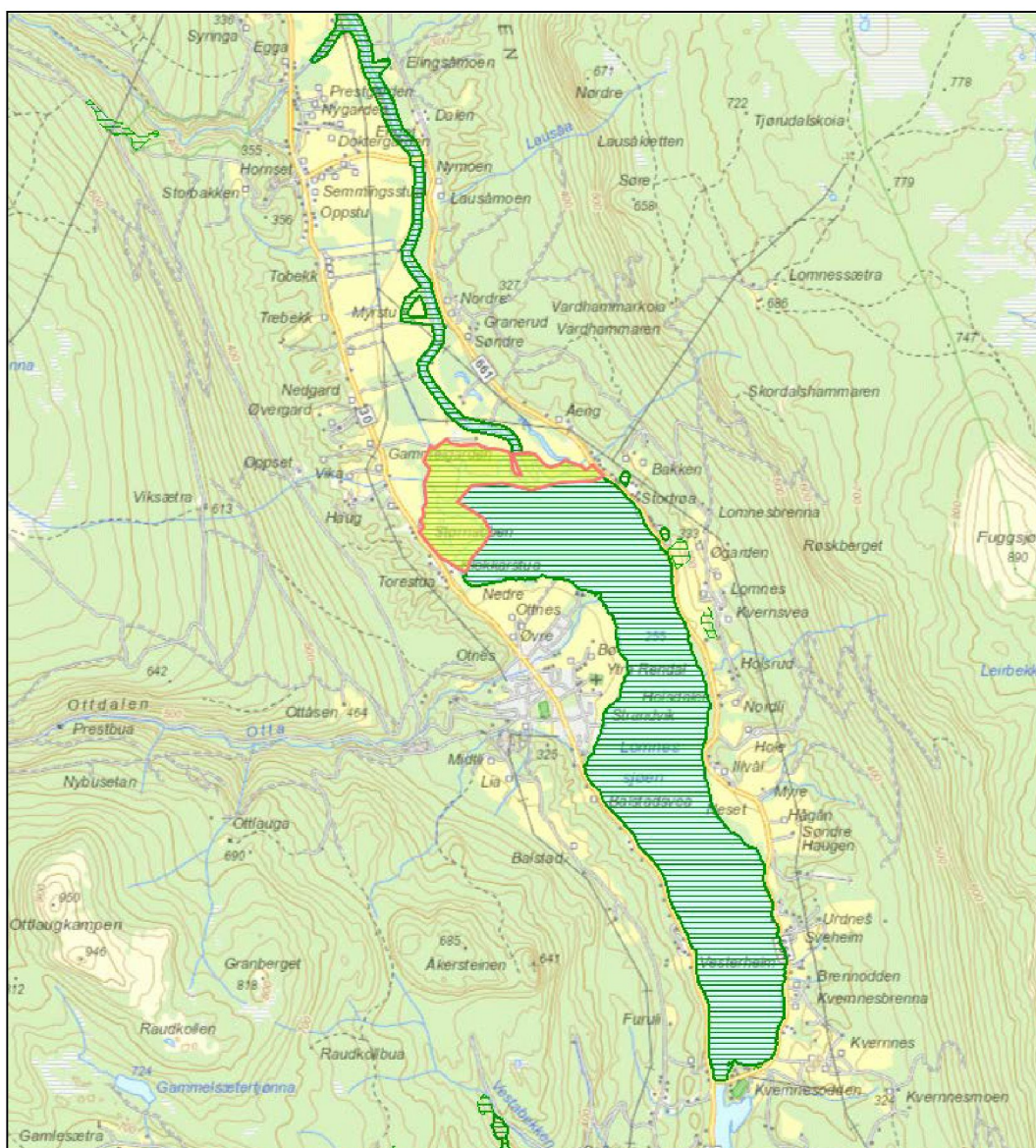
Vi mener at kunnskapsgrunnlaget, jf. Naturmangfoldslovens § 8, i denne saken er tilstrekkelig til å fatte en beslutning, og at føre var prinsippet tillegges mindre vekt. Vurdering etter § 10 i Naturmangfoldloven, samlet belastning i lys av kunnskapsgrunnlaget: Tiltaket berører ikke økosystemet på en slik måte at det vil føre til økt belastning. Dette begrunnes med at det ikke foreligger kjente registreringer av sårbare arter i tiltaksområdet, at tiltaket er begrenset i areal og beliggenheten i forhold til sårbare arter. Påvirket areal i strandsonen under gravearbeidet er ca. 12 m fra vannkanten til dyrket mark. Dag-bredde på grøfta vil bli ca. 4m. Humusdekket tas skånsomt av og deponeres for så å legges som toppdekke på grøfta. Området der grøfta skal legges er sparsomt vegetert og består for det meste av utvasket aur(grov stein og grusmasse) med innslag av grasarter, gråor, selje og bjørk.



Figur 22. Kartutsnitt fra Artsdatabanken med omsøkt rørtrase inntegnet.

Sett i forhold til det limniske så er det stor gjennomstrømning av vann grunnet overføring fra Glomma og stort nedbørsfelt fra Rena. En eventuell endring lokalt av vanntemperaturen vil være minimal. Ørret vandrer opp i Ottaelva fra Lomnessjøen. Det er indikasjoner på at også røye vandrer opp i vassdraget. Ørreten vandrer ikke lenger opp enn til Ottafallet. Utslipp av varmevekselt vann til Ottaelva er vurdert, men kuttet ut av hensyn til fisken. Uttaket vil ikke medføre negative effekter for Ottaelva med tilhørende biologisk mangfold.

Det er ikke registret noen hekkende fuglearter i det berørte området. Habitatet tilsier at det ikke vil være preferert fra ande- vade og måkefugl, men kan ikke utelukkes. Videre vil kantvegetasjon være tilholdssted og potensielt hekkeområde for spurvefugl. **Med bakgrunn i dette vil det ikke bli utført inngrep i hekketiden som strekker seg fra april – juli i området.** Av pattedyr har både bever og oter tilhold i vassdraget, men har ingen spesiell tilknytning i form av hi i tiltaksområde.



Figur 23. Deltaområde inntegnet i gult helt nord i Lomnessjøen. Omsøkte tiltak vil ikke berøre dette området med tilhørende fuglefauna.

6.6 Geotekniske konsekvenser

Uttak av grunnvann og utslipp av varmevekslet grunnvann vil ikke forandre på den eksisterende situasjonen. På grunnlag av løsmasetype og observert senkning av grunnvannsnivå som følge av uttaket forventes det ikke problemer med setninger.

6.7 Konsekvenser for berørte brukerinteresser

Tiltaket krever ikke beskyttelsesplan (klausulering), da utpumpet grunnvann ikke skal benyttes til drikkevann. Tiltaket skjer (med unntak for utslippsledning til sjøen) innenfor Rendalen kommune sin eiendom.

6.7.1 Skogbruk/jordbruk

Foruten et smalt skogbelte med middels god bonitet er det begrenset med skog på elvevifta nedenfor Fv. 30. Det foregår ikke skogsdrift i det aktuelle området. Nord og nordøst for energibrønnen er det dyrkamark. Tiltaket vil ikke berøre skog- eller jordbruksinteresser.

6.7.2 Jakt/fiske

Det foregår ikke jakt på selve elvevifta ved Otnes. Fiske foregår i Lomnessjøen og er tillatt i Ottaelva. Det tar ørret på 200-300 gram her. Jakt og fiske i denne delen av kommunen forvaltes av Ytre Rendal JFF. Det drives en del fiske på Lomnessjøen, men det er mest dregging fra båt etter gjedde og det planlagte inngrepet går ikke langt nok ut til å påvirke dette. Tiltaket vil ikke endre på muligheten for utøvelsen av fisket, ei heller i forhold til jakt.

6.7.3 Friluftsliv/rekreasjon

Tiltaket ligger i et allerede utbygd område ved tettstedet Otnes. men tiltaket berører ikke stier, sitteplasser, gapahuker, fiskeplasser eller lignende. Brønnetablering og utslippsledning for returvann vil ikke påvirke utøvelsen av friluftsliv/rekreasjon.

6.7.4 Reindrift

Det er ikke kjent at det foregår reindrift i området.

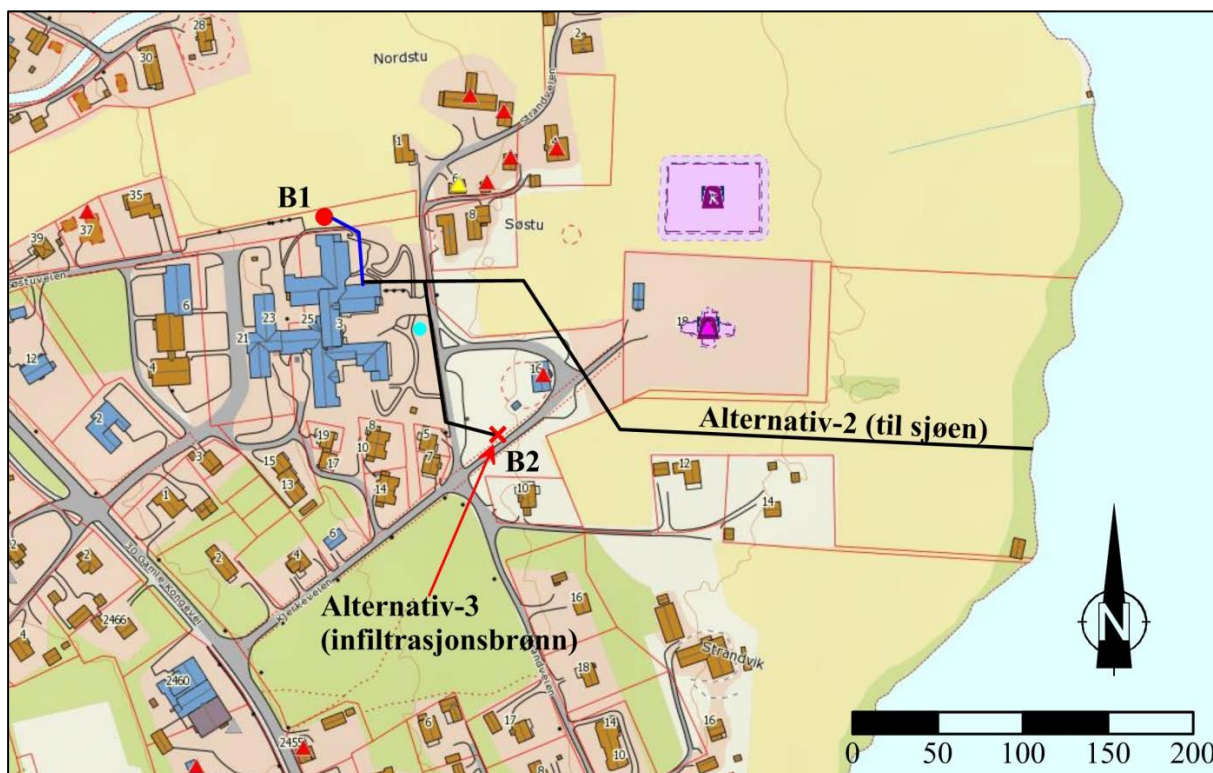
6.7.5 Samiske interesser

Det er ikke kjent at det er samiske interesser i dette området. Det er derfor ikke gått nærmere inn på dette.

6.8 Kulturminner

Det er gjort søk på fredete kulturminner og SEFRAK-bygninger. Riksantikvaren har registrert et fredet kulturminne i Askeladden (Riksantikvarens nettbaserte database). Se figur 23.

Ytre Rendal kirkested/Otnes kirkested (ID 85894) er lokalisert på gnr/bnr 15/179. Det er også registrert en kirkegård (ID 85894-4) fra middelalderen på jorden nord for kirka. Totalt areal av denne er angitt til 2136,79 m². Det er lagt inn sikringssone i kartet (rektangel). Planlagt trase for utslipp av varmevekslet grunnvann ligger sør for kirka (ingen konflikt).



Figur 24. Automatisk fredet kulturminne: Ytre Rendalen kirkested – Otnes Kirkested

Det finnes flere SEFRAK-bygninger på elvevifta ved Otnes, blant annet ved Nordstu og Søstu, Bø og Ytre Rendal kirke. De planlagte tiltak vil ikke komme i konflikt med disse.

6.9 Konsekvenser for utnyttelse av mineral- og masseforekomster

Tiltaket vil ikke ha negative konsekvenser for utnyttelse av mineral og masseforekomster.

7 AVBØTENDE TILTAK

Grunnvannsuttaget på 15 l/s, utslipp og legging av ledning med varmevekslet grunnvann til Lomnessjøen vil ikke gi negative konsekvenser for naturmiljøet, og det er derfor ikke behov for spesielle avbøtende tiltak.

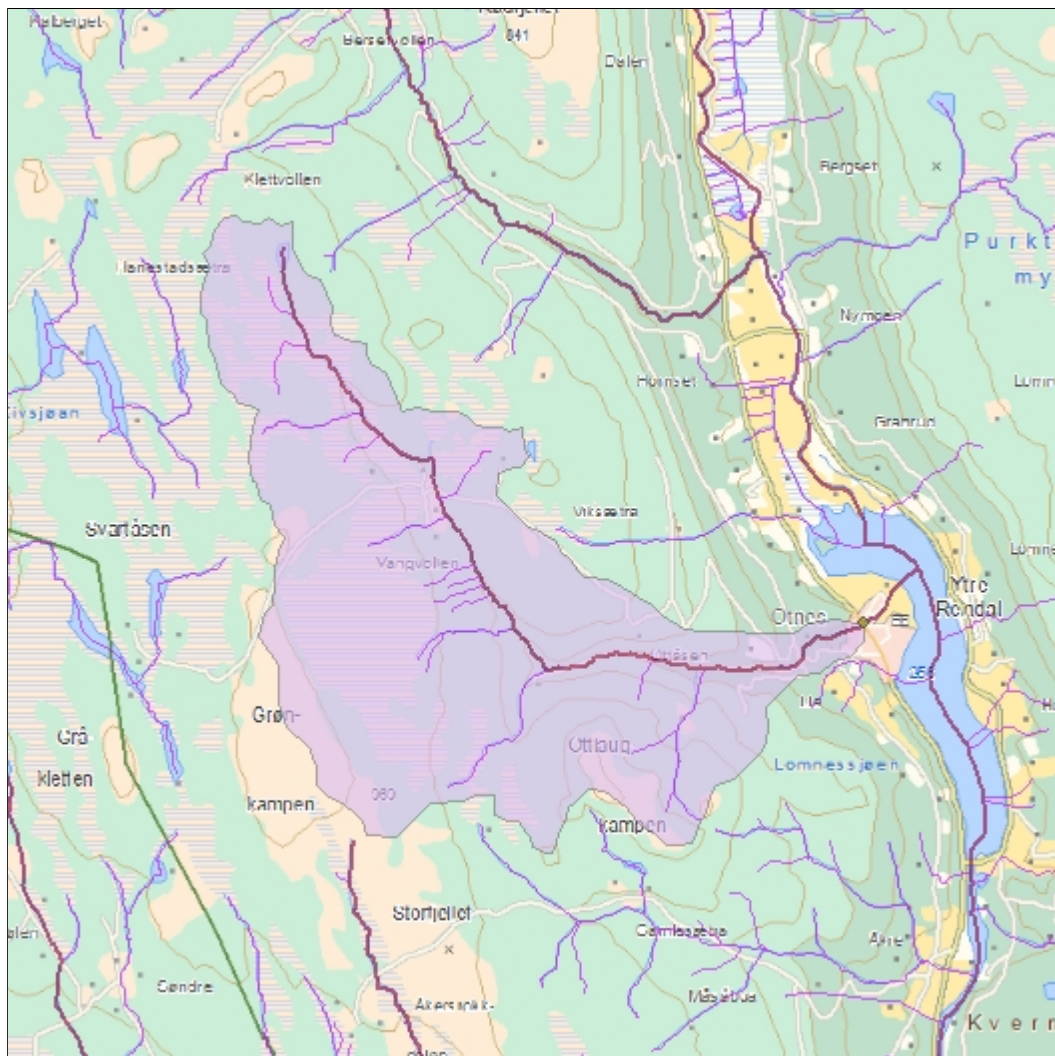
I forbindelse med forundersøkelser og prøvepumping er det etablert 2 observasjonsbrønner. I henhold til vannressursloven skal grunnvannsnivået også måles i driftsperioden for å gi sikker dokumentasjon på eventuelle endringer i grunnvannsnivå.

Ved driften av anlegget vil uttatt vannmengde, grunnvannstemperatur og vannstanden i produksjonsbrønn bli målt kontinuerlig. Det vil bli laget en driftsinstruks som beskriver hvor og når forskjellige målinger og prøver skal gjennomføres.

VEDLEGG

- Vedlegg 1: Feltdata for Ottaelva (nedslagsfelt)
- Vedlegg 2: Feltdata for Lomnessjøen (nedslagsfelt)
- Vedlegg 3: Notat vedr. fisk, NaturRestaurering AS
- Vedlegg 4: Oversiktskart
- Vedlegg 5: Detaljert kart, plan og profil
- Vedlegg 6: Hydrogeologiske forundersøkelser

Vedlegg 1: Feltdata for Ottaelva (nedslagsfelt)



**Norges
vassdrags- og
energidirektorat**

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 002.JE4Z

Kommune: Rendalen

Fylke: Hedmark

Vassdrag: OTTA

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	11,3 l/s/km ²
Alminnelig lavvannføring	0,7 l/s/km ²
5-persentil (hele året)	0,6 l/s/km ²
5-persentil (1/5-30/9)	0,5 l/s/km ²
5-persentil (1/10-30/4)	0,6 l/s/km ²
Base flow	5,7 l/s/km ²
BFI	0,5

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	460 mm
Sommernedbør	282 mm
Vinternedbør	178 mm
Årstemperatur	0,2 °C
Sommertemperatur	7,9 °C
Vintertemperatur	-5,3 °C
Temperatur Juli	10,1 °C
Temperatur August	10,3 °C

Feltparametere

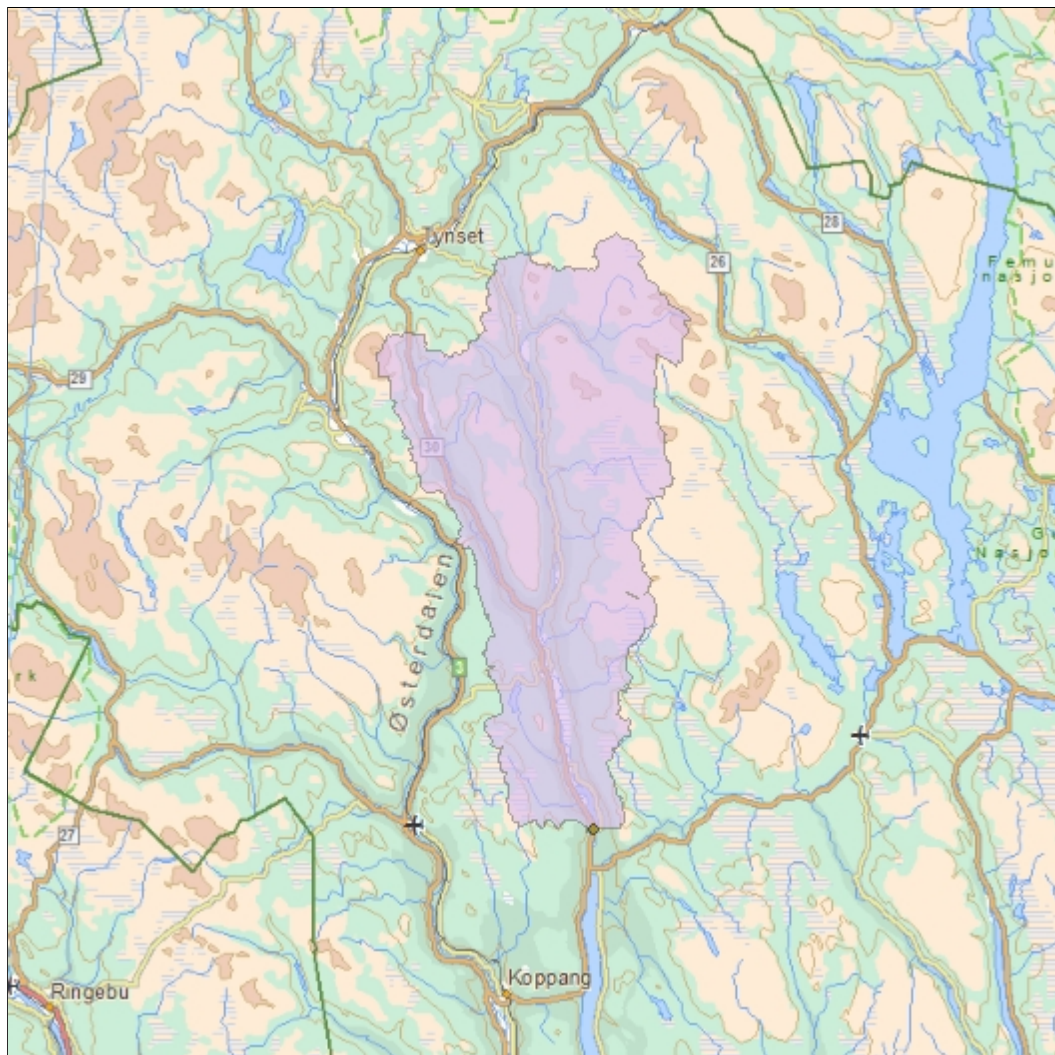
Areal (A)	31,2 km ²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,0 %
Elvelengde (E_L)	11,8 km
Elvegradient (E_G)	48,0 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G_{1085})	49,0 m/km
Feltlengde (F_L)	10,1 km
H_{min}	275 moh.
H_{10}	602 moh.
H_{20}	712 moh.
H_{30}	761 moh.
H_{40}	778 moh.
H_{50}	798 moh.
H_{60}	819 moh.
H_{70}	835 moh.
H_{80}	849 moh.
H_{90}	874 moh.
H_{max}	967 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,3 %
Myr	25,3 %
Sjø	0,3 %
Skog	65,7 %
Snaufjell	4,3 %
Urban	0,3 %

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

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

De estimerte lavvannsindeksene i denne regionen er usikre. Spesielt ofte er 5-persentil (sommer) for liten.

Vedlegg 2: Feltdata for Lomnessjøen (nedslagsfelt)



**Norges
vassdrags- og
energidirektorat**

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 002.JE1

Kommune: Rendalen

Fylke: Hedmark

Vassdrag: RENA

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	13,9 l/s/km ²
Alminnelig lavvannføring	2,3 l/s/km ²
5-persentil (hele året)	2,2 l/s/km ²
5-persentil (1/5-30/9)	3,7 l/s/km ²
5-persentil (1/10-30/4)	2,0 l/s/km ²
Base flow	6,1 l/s/km ²
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	510 mm
Sommernedbør	302 mm
Vinternedbør	208 mm
Årstemperatur	-0,9 °C
Sommertemperatur	7,0 °C
Vintertemperatur	-6,6 °C
Temperatur Juli	9,2 °C
Temperatur August	9,5 °C

Feltparametere

Areal (A)	1165,4 km ²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,4 %
Elvelengde (E_L)	75,0 km
Elvegradient (E_G)	10,5 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G_{1085})	4,8 m/km
Feltlengde (F_L)	63,3 km
H_{min}	256 moh.
H_{10}	436 moh.
H_{20}	592 moh.
H_{30}	702 moh.
H_{40}	766 moh.
H_{50}	825 moh.
H_{60}	880 moh.
H_{70}	927 moh.
H_{80}	978 moh.
H_{90}	1064 moh.
H_{max}	1651 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	2,2 %
Myr	8,1 %
Sjø	1,3 %
Skog	53,1 %
Snaufjell	31,2 %
Urban	0,1 %

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

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

De estimerte lavvannsindeksene i denne regionen er usikre. Spesielt ofte er 5-persentil (sommer) for liten.

Vedlegg 3: Notat vedr. fisk, NaturRestaurering AS



Svar på spørsmål vedrørende fiskebiologiske effekter av utslipp av grunnvann til Ottaelva i Rendalen kommune

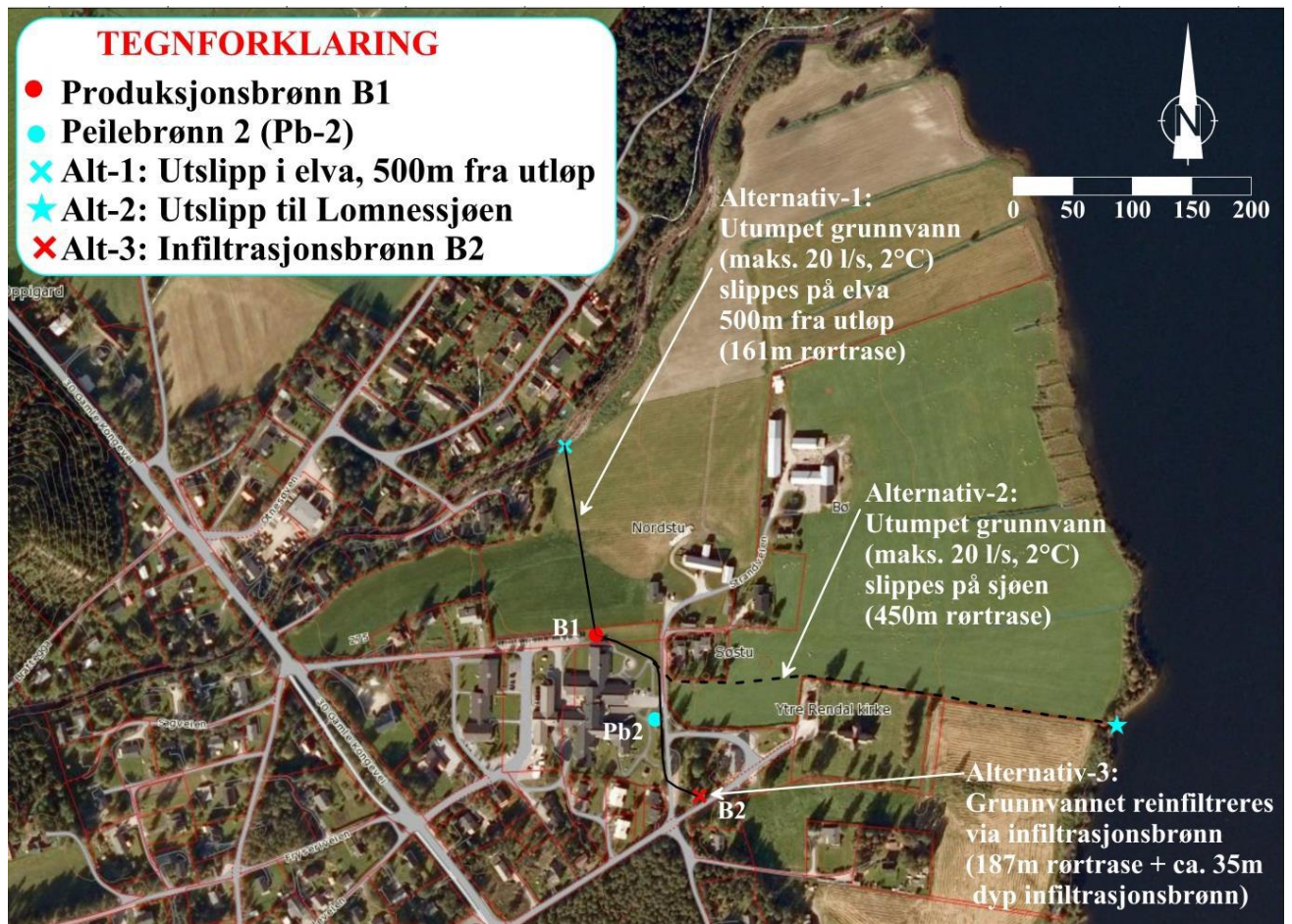
Av Sondre A. Ski

Asplan Viak AS er engasjert av Rendalen kommune for å undersøke mulighetene for å etablere energibrønn(er) basert på opp-pumpet grunnvann fra en stor løsmasseavsetning ved Otnes. Dette skal etter planen benyttes til oppvarming av Rendalen sykehjem. Etter ønske fra Asplan Viak har NaturRestaurering AS (NRAS) kommet med relevante innspill vedrørende effekter på ørret og røye av dette tiltaket. Problemstillingene er knyttet til effektene av utslipp av 1-2 °C returvann (grunnvann) i henhold til følgende alternativer:

Alternativ 1: ut i elva Otta ved Otnes i Rendalen.

Alternativ 2: ut i Lomnessjøen.

Alternative utslippsområder



Figur 1. Flybilde med produksjonsbrønn og tre alternativer for utslipp av grunnvann etter energiuttak. Kilde: Asplan viak.

Generelt om vanntemperatur og vannføring i bekk/elv som påvirker fisk og evertebrater

Ettersom fisk er vekselvarme dyr som kan registrere temperaturendringer på mindre enn 0,5 °C (Elliott og Elliott 2010), er temperatur en svært viktig miljøfaktor. Vanntemperaturen er bestemmende for mange fysiske, kjemiske, biologiske og økologiske prosesser i innsjøer, magasiner og elver. Den påvirker fysiologi og atferd hos bunndyr og fisk.

For fisk generelt er vanntemperaturen viktig for gyttidspunkt og eggutvikling, og den er, sammen med næringstilgang, den viktigste faktoren for fiskevekst i rennende vann. Løseligheten av oksygen varierer med temperaturen i vannet. Kaldt vann har mest oksygen. Turbulens gjør at oksygen sjelden er en begrensende faktor i rennende vann (Saltveit 2006).

Utviklingstiden for egg er temperaturavhengig, og eggene klekker på våren/forsommeren. I de første ukene etter klekkingen oppholder yngelen seg nede i bunnsubstratet og ernærer seg av plommesekken. Varigheten av dette stadiet er også temperaturavhengig. Når plommesekken nesten er brukt opp, svømmer yngelen opp fra bunnsubstratet og begynner å ta til seg føde. Egg og plommeseckyngel er sårbare med hensyn til temperatur. Utviklingen av fiskefosteret påvirkes av flere faktorer der vanntemperatur og oksygentilgang er blant de viktigste. Vanntemperaturen påvirker ikke bare eggutviklingstiden, men også rekkefølgen i dannelsen av organer, utviklingsstadium og størrelse på klekketidspunktet, klekkeprosessen samt dannelsen og veksten av muskelceller (Jensen m. fl. 2002).

Lav vannføring gir normalt redusert vanndekket areal (og reduserte leveområder) og det forandrer kvaliteten på leveområdet fordi vannhastighet og dybde forandrer seg med lavere vannføring. Siden laksefisker er territorielle, er det rimelig og anta at kvaliteten på leveområdene har stor innvirkning på vekst. God habitatkvalitet gir i følge teorien god vekst (Fausch 1984, Grant og Kramer 1990).

I følge Elliott (1994)) har ørret et vekstoptimum rundt ca. 14 °C og veksten avtar og stopper helt opp ved en nedre temperatur på ca. 4 °C og ved en øvre temperatur på ca. 19 °C. Vannføringsregimet i et vassdrag (forholdene mellom flom, minimumsvannføring, lengden på minimumsvannføring etc.) bidrar til å variere leveområdene mye i løpet av en sesong og mellom ulike år. I løpet av vekstsesongen er det spesielt perioder med lav vannføring som gir innvirkninger på ørret (Elliott m. fl. 1997). Lav vannføring gir normalt redusert vanndekket areal, og dermed reduserte leveområder).

Alternativ 1: Utslipp til Ottaelva

Det er vedlagt lite informasjon om bekkens beskaffenhet fra oppdragsgiver, men feltdata for Ottaelva (lavvannskart) viser at nedslagsfeltet er lite i Km² og at alminnelig lavvannføring er beregnet til 21,8 l/s. Det søkes om å tilføre elva ytterligere 20 l/s. Data om sesongvariasjon i elvetemperatur er ikke oppgitt eller tilgjengelig. På bakgrunn av manglende datagrunnlag blir det vanskelig å si eksakt hvordan et slikt utslipp vil påvirke fisk og evertebrater i elven. Men på grunnlag av generell erfaring og tilgjengelig litteratur har man mulighet til å si noe om eventuelle effekter.

Vannføring: Generelt vil man få en positiv effekt ved å øke vannføring i en elv. Middelvannføring og totalt vanndekt areal vil øke og bli mer stabilt under periode med tørke og i kuldeperioder i vinterhalvåret.

Temperatur: Temperatureffekten vil variere i løpet av året. I et såpas lite system som Ottaelva (+/-20 l/s) vil temperaturen fra utslippet spille en vesentlig rolle for utviklingen hos ørret. Ved å dele temperatureffekten inn i fire årstider kan man se både fordeler og ulemper:

- I vinterhalvåret når ørret ikke spiser (under ca. 4 grader) og rognkornene er under fosterutvikling vil økt gjennomsnittlig temperatur bidra til noe hurtigere fosterutvikling, mens ørretpar ikke nødvendigvis vil bli påvirket.

- Om våren vil fosterutviklingen normalt gå fortere i takt med stigende temperatur. Dette regnes i døgngrader. Ved å bremse utviklingen hos ørretfostre ved å tilføre kaldere vann vil vi få senere klekking, og følgelig mindre 0+ parr ved inngang til høst/vinter. Dette blir sett på som negativt i forhold til parrens overlevelse. Evertebrater vil også kunne bli påvirket negativt ved saktere vekst og senere egglegging hos de mer varmekjære artene.
- Om sommeren er det snakk om å sende restvarme ut i bekken. I utgangspunktet er temperaturer mellom 10-16 °C ideelle for ørret, og klarer man å holde en mer stabil temperatur gjennom sommersesongen vil det virke positivt på vekst og overlevelse. Dette forutsetter at bekken enten er veldig kald eller har veldig høy sommertemperatur for å ha en positiv virkning.
- Høsten er en viktig periode i elven. Ved å senke temperaturen i elven fortere enn det den naturlig ville ha gjort, vil små ørretparr få kortere vekstperiode og dårligere utgangspunkt før vinteren. Fra september til oktober er det snakk om utslipp på ca. 5 l/s. Effekten på elva vil bli noe mindre fram til oktober da man antar at man igjen øker til ca. 20 l/s. Det antas at gytefisk kan bli lurt av temperaturendringen i ut-osen til Lemonsjøen og fisk kan gå opp elva tidligere enn normalt. Dette kan virke uheldig.

Konklusjon, Alternativ 1:

På bakgrunn av tilgjengelig, men begrenset datagrunnlag, anbefales ikke dette alternativet. Det kreves mer omfattende feltarbeid og analyser for å fastslå eventuelle effekter. At man ikke har temperaturlogg fra elven gjør at man vanskelig kan si noe om eventuelle effekter. Er elven naturlig kald, vil effekten og påvirkningen bli mindre enn hvis elven er naturlig varm? Selv om man vil øke det totale vanddekte arealet med ca. 50 % så gjelder dette kun de nederste 500 meterne av elven som totalt strekker seg over ca. 1.5 km (måling fra Naturbase).

Alternativ 2: Utslipp til Lomnessjøen

Feltdata for nedslagsfeltet til Lomnessjøen (lavvannskart) viser at alminnelig lavvannføring ved utløpet av Lomnessjøen er i størrelsesorden 2680 l/s. Utslipp på 20 l/s utgjør følgelig kun 0,7 % av denne vannmengden. Dette vil ha langt mindre påvirkning på systemet enn alternativ 1.

Konklusjon, Alternativ 2:

Vannføring: Påvirkningen blir liten eller ubetydelig.

Temperatur: Påvirkningen blir liten eller ubetydelig totalt sett, men det kan forekomme små lokale effekter rundt selve utslippspunktet. Enkelte arter liker å stå i områder der det er utløp med varmere vann/ kjøligere vann avhengig av sesong. Denne effekten er for eksempel kjent fra steder hvor kjølevann blir dumpet i større elver og innsjøer.

Sammenfattet konklusjon

Det er gjennomført flere analyser og studier av temperatureffekter i elver som følge av vannkraftverks tappepunkter. I utgangspunktet ønsker man som oftest å ha en mest mulig naturlig temperatursvingning på utslippsvannet. Ønsket er da å ha tappepunktet så nære overflaten som mulig (Vaskinn m. fl. 2010). I tilfellet utslipp av grunnvann til Ottaelva er det ikke mulig og justere vanntemperaturen, og effektene fra unaturlig kjøling kan være svært

negative for fisken. Spesielt med tanke på at utslippsmengden vil være nær 100 % av normalvannføring i store deler av året (Alternativ 1).

Vi anser derfor Alternativ 2 (utslipp i Lomnessjøen) som det minst negative alternativet for ørret i dette vassdraget. Kompleksiteten ved alternativ 1 er stor og risikoen for å gjøre større skade en nytte er høyst tilstede. Røye vil i liten grad bli påvirket da den sjelden går opp i elva, men holder seg heller i Lomnessjøen der den også gyter på grunner på senhøsten. Dersom Tiltakshaver fortsatt ønsker å gå videre med Alternativ 1, anbefaler vi at det gjøres feltundersøksler med fisketetthetsanalyser og temperaturlogging, og eventuelt også hydrologiske undersøkelser før og etter inngrep.

Kilder:

Elliott, J. M. (1994). Quantitative ecology and the brown trout. Oxford, Oxford University Press.

Elliott, J. M. m. fl. (1997). "Variable effects of droughts on the density of a sea-trout *Salmo trutta* population over 30 years." *Journal of Applied Ecology* **34**: 1229-1238.

Elliott, J. M. og J. A. Elliott (2010). "Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change." *Journal of Fish Biology* **77**(8): 1793-1817.

Fausch, K. D. (1984). "Profitable stream positions for salmonids: relating specific growth rate to net energy gain." *Canadian Journal of Zoology* **62**: 441-451.

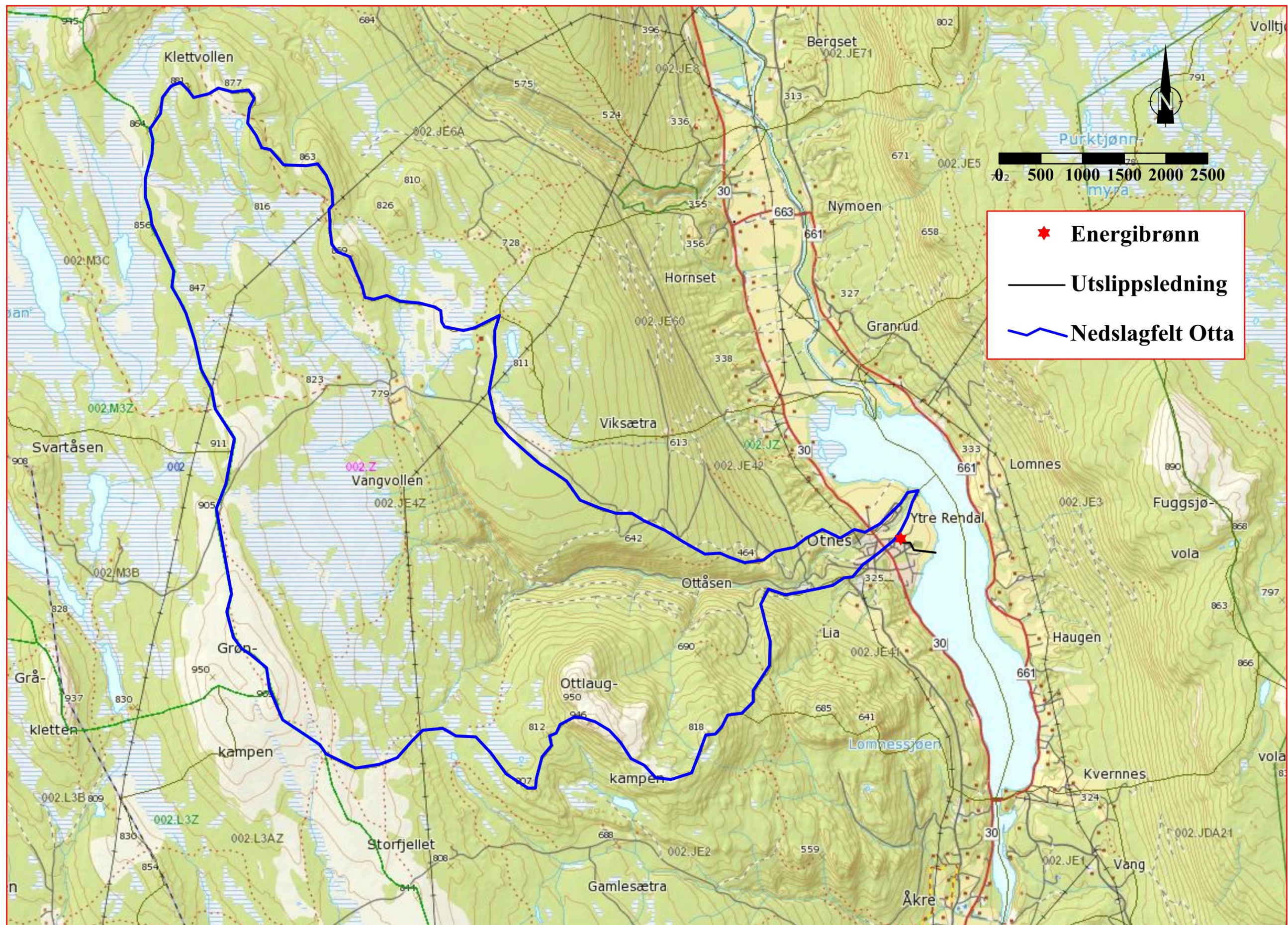
Grant, J. W. A. og D. L. Kramer (1990). "Territory size as a predictor of the upper limit to population density of juvenile salmonids in streams." *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **47**: 1724-1737.

Jensen, C. S., F.R. Gravem og A.B.S. Poléo (.2002) Laks og temperatur – en litteraturgjennomgang. Suldalslågen Miljørapport nr. 13.

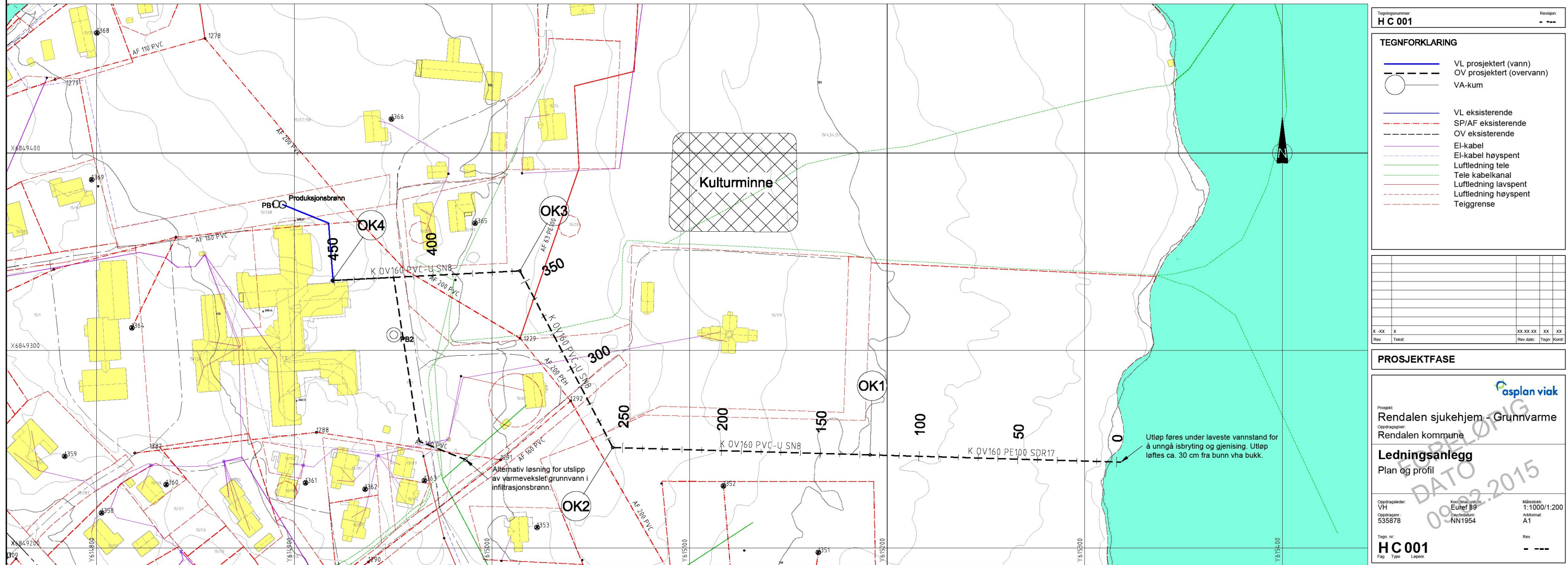
Saltveit, S. J. (2006) Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.

Vaskinn, K. A og Sweco. Norge AS (2010). Temperaturforhold i elver og innsjøer. Norges vassdrags- og energidirektorat. Rapport nr. 3.

Vedlegg 4: Oversiktskart



Vedlegg 5: Detaljert kart, plan og profil



Vedlegg 6: Hydrogeologiske forundersøkelser



Rendalen Kommune
Hydrogeologiske forundersøkelser for grunnvarme ved
Rendalen sykehjem på Otnes

Utgave: 1
Dato: 2013-07-09

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver: Rendalen Kommune
Rapportnavn: Hydrogeologiske forundersøkelser for grunnvarme ved Rendalen sykehjem på Otnes
Utgave/dato: 1 / 2013-07-09
Arkivreferanse: <http://bikube11/oppdrag/532013/dokumenter>

Oppdrag: 532013 – Otnes i Rendalen - grunnvannsundersøkelser
Oppdragsbeskrivelse: Hydrogeologiske forundersøkelser trinn 1 for bruk av grunnvann som varmekilde til varmepumpe. Arbeidet omfatter områdekartlegging med georadar, sonderboring med innleid boreentreprenør og undersøkelsesbrønner. (Tilbud: 012937 - Otnes i Rendalen - grunnvannsundersøkelser)

Oppdragsleder: Randi Kalskin Ramstad
Fag: Vann og miljø
Tema: Miljø og hydrogeologi
Leveranse: Undersøkelse og rapport

Skrevet av: Rolf Forbord
Egenkontroll: 8.7.2013

Kvalitetskontroll: Randi Kalskin Ramstad
9.7.2013

Asplan Viak AS www.asplanviak.no

FORORD

Asplan Viak har vært engasjert av Rendalen kommune for å utføre hydrogeologiske forundersøkelser ved Rendalen sykehjem. Dette for å undersøke mulighetene for å etablere energibrønner basert på opp-pumpet grunnvann som ny energikilde for sykehjemmet. Ola Løken har vært Rendalen kommune sin kontaktperson for oppdraget.

Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser er utført av hydrogeolog Rolf Forbord. Undersøkelsesboringene ble utført med beltegående borerigg fra Heistad Brønnboring AS

Stjørdal, 9. juli 2013

Randi Kalskin Ramstad
Oppdragsleder

Randi Kalskin Ramstad
Kvalitetssikrer

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	III
1 Innledning	1
1.1 Formål.....	1
1.2 Bakgrunn.....	1
1.3 Gjennomføring	1
1.4 Bakgrunnsmateriale	2
2 Områdebeskrivelse	3
2.1 Beliggenhet, geologiske og hydrogeologiske forhold	3
2.2 Tidligere utførte undersøkelser.....	4
3 Gjennomføring og metoder	6
3.1 Georadarmålinger	6
3.2 Undersøkelsesboringer	6
4 Resultater.....	8
4.1 Georadarmålinger	8
4.2 Undersøkelsesboringer	9
4.3 Løsmassenes vanngivende egenskaper - vurdering.....	11
4.4 Grunnvannets temperatur og fysisk – kjemiske kvalitet	13
5 Plassering og dimensjonering av energibrønn(er)	14
5.1 Forslag til brønnløsning og plassering – diskusjon	14
5.3 Sikring av den nye energibrønner.....	15
5.4 Etablering av 2" peilebrønner i Ub-1 og 2.....	17
6 Oppsummering og konklusjon.....	18
7 Videre arbeid	19

FIGURLISTE

Figur 1. Kvartærgeologisk kart med lokalisering av Rendalen sykehjem (www.NGU.no).....	3
Figur 2. Flybilde med lokalisering av det undersøkte området.....	4
Figur 3. Sveising av fôringsrør ved undersøkelsesboring-1 (Ub-1) ved Rendalen sykehjem.	6
Figur 4. Sedimentprøver fra undersøkelsesboring 1.....	7
Figur 5. Pumping med uttak av vannprøver og måling av grunnvannets temperatur og ledningsevne.....	7
Figur 6. Flybilde med plassering av georadarprofiler 1-5 og Undersøkelsesboringer (Ub)1 og 2.	8
Figur 7. Radarprofil 2 ved Rendalen sykehjem. Profilet går fra vest mot øst langs den nordlige grensen.....	8
Figur 8. Undersøkelsesboring-1 (Ub-1). Mye vann ved boring mellom 21 og 39 meters dyp.....	10
Figur 9. Brønnsesifikasjoner (arbeidstegning) for ny energibrønn ved Rendalen sykehjem.....	16

Tabeller

Tabell 1. Undersøkelsesboring-1 og 2. Løsmasseprofil og slamfarge.....	9
Tabell 2. Ub-1 : Lagdeling, sortering, beregnet K-verdi, % -andel grovere enn 1,5 mm og % -andel silt.....	11
Tabell 3. Ub-2 : Lagdeling, sortering, beregnet K-verdi, % -andel grovere enn 1,5 mm og % -andel silt.....	11
Tabell 4. Temperatur og ledningsevne målinger, uttatte grunnvannsprøver.....	13
Tabell 5. Brønnsesifikasjoner for energibrønn plassert 2-3 meter fra UB-1.	15

VEDLEGG

Vedlegg 1: Kornfordelingskurver Ub-1 og Ub-2

Vedlegg 2: Analyseresultater Ub-1, 21 og 39m

1 INNLEDNING

1.1 Formål

Asplan Viak AS er engasjert av Rendalen kommune for å undersøke mulighetene for å etablere energibrønner basert på opp-pumpet grunnvann fra en stor løsmasseavsetning ved Otnes. Energibrønnene er tenkt benyttet til oppvarming av Rendalen sykehjem.

1.2 Bakgrunn

De utførte undersøkelsene er en oppfølging av anbefalinger gitt i rapporten «Varmepumpe Rendalen» utarbeidet av Asplan Viak høsten 2012 som ble presentert i møte i Rendalen 2.11.2012. I etterkant av møtet ble det gjennomført en feltbefaring ved Rendalen sykehjem. Med bakgrunn i denne feltbefaringen og andre tilgjengelige data presentert i utarbeidet rapport, ble det konkludert med at forholdene for energiuttak fra opp-pumpet grunnvann er lovende, men at en sikker dokumentasjon av forholdene krever hydrogeologiske undersøkelser og prøvepumping over tid.

Nødvendig grunnvannsuttak er avhengig av grunnvannstemperaturen gjennom vinteren og vil være i størrelsesorden 13-25 liter/sekund for leveranse til en varmepumpe på 300 kW.

De utførte undersøkelser har som hovedformål å:

- 1) Vurdere om det er mulig å benytte energibrønn(er) basert på opp-pumpet grunnvann fra løsmasser.
- 2) Utarbeide et forslag til plassering og dimensjonering av energibrønn(er) hvis punkt 1 gir positivt resultat.

1.3 Gjennomføring

Feltarbeidet ble utført av Rolf Forbord i perioden 13.-15. mai 2013 og omfattet.

- Områdebefaring
- Georadarmålinger (5 profiler)
- Utsetting av 2 stk. borpunkt for undersøkelsesboringer. Loggføring med vurdering av vanngivende egenskaper under boring
- Uttak av sedimentprøver for kornfordelingsanalyser
- Forpumping og uttak grunnvannsprøver med 2" Grundfos pumpe
- Feltnålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne

Undersøkelsesboringene ble utført med beltegående borerigg fra Heistad Brønnboring AS. Boringene ble utført med senkhammer, ringkrone og 168mm føringsrør.

Kornfordelingsanalyser på 12 stk. grusprøver er utført ved Eurofins AS i Moss. Vannanalyser på 2 stk. grunnvannsprøver er utført ved Analysesenteret, Trondheim kommune.

1.4 Bakgrunnsmateriale

- Hydrogeologiske forundersøkelser i Rendalen kommune; Hanestad og Otnes. Geofuturum as/Østlandskonsult. Rolf Forbord 22. oktober 1991 [1].
- Varmepumpe Rendalen. Asplan Viak AS, Ola Jonassen, 22. oktober 2012 [2].
- Informasjon om eksisterende rørbrønn i løsmasser i området fra NGU sin database (<http://geo.ngu.no/kart/granada/>) [3].

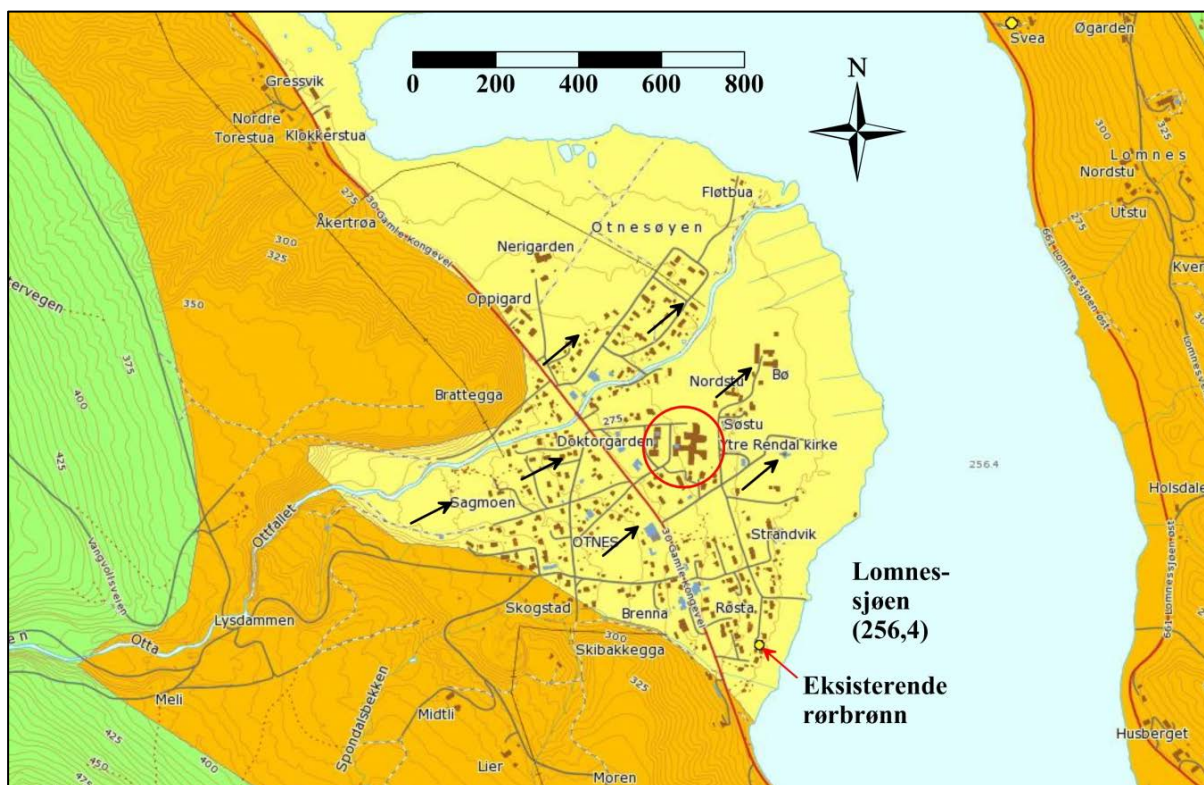
2 OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1 Beliggenhet, geologiske og hydrogeologiske forhold

Tettstedet Otnes og Rendalen sykehjem ligger på en av de flotteste elveviftene man finner i Norge, se figur 1 og 2. Rendalen sykehjem ligger omtrent på kote 270, ca. 400 meter vest for Lomnessjøen og 155 meter sør for elva Otta. Sykehjemmet ligger ca. 14 meter høyere enn normalvannstanden i Lomnessjøen (kote 256,4).

Selve elvevifta (gult på kvartærkartet, figur 1) er dannet ved at elva Otta har erodert seg ned i en stor breelvavsetning (sand/grus, oransje farge) fra isavsmeltingen, og avsatt disse massene i form av en deltautbygging ut i Lomnessjøen. Etter at deltaet ble bygd opp over vannstanden i sjøen, er massene avsatt som en vifte (avsatt tørt). Man finner flere eldre elveløp og flomløp i området.

Løsmassene i den elveavsatte vifta er grovest i rotpunktet fra fossen og ned mot hovedveien (steinig sand og grus med stort innhold av blokk). Fra hovedveien og ned mot sjøen er topplaget grovt, men massene blir finere utover mot sjøen. De elveavsatte/re-sedimenterte sand og grusmassene overlager med stor sannsynlighet eldre sand- og grusmasser fra isavsmeltingen (breelvgrus).

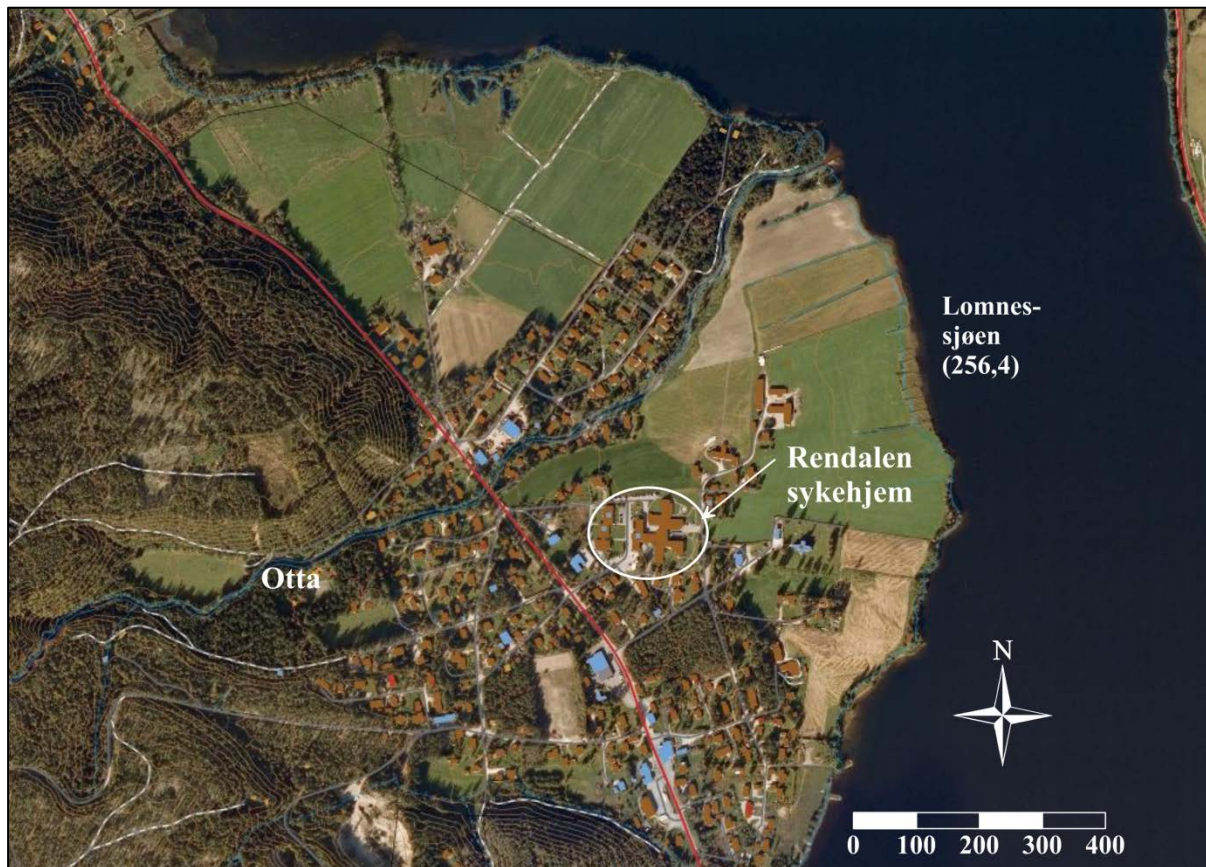


Figur 1. Kvartærgeologisk kart med lokalisering av Rendalen sykehjem (www.NGU.no).

Løsmassene i elvevifta mates med vann fra Ottaelva. På grunn av grove permeable løsmasser (høy transmissivitet) henger elva mange meter høyere enn grunnvannsnivået i ute på vifta, og lekker vann ned til grunnvannsmagasinet. I tillegg vil nedbør infiltreres gjennom terrengoverflaten til det underliggende grunnvannsmagasinet.

De viktigste innstrømningsområdene finner man i de grove løsmassene i rotpunktet av vifta (fra fossen og nedover mot veien).

Grunnvannet strømmer så videre gjennom sand- og grusmassene med utstrømning mot Lomnessjøen. Strømningsretningen er vist med sorte piler på figur 1.



Figur 2. Flybilde med lokalisering av det undersøkte området.

2.2 Tidligere utførte undersøkelser

Geofuturum as v/ Rolf Forbord [1] utførte undersøkelser på Otnes i 1991. Dette som forundersøkelser for boring av brønn for Otnes vannverk.

Boringene ble utført med lett utstyr, og borer på oversiden av vegen måtte avsluttes på maksimalt 4 meters dyp på grunn av stein og blokk.

Tre stk. sonderboringer nede ved Lomnessjøen nord for Ottaelvas utløp ble avsluttet på dyp fra 20 til 24 meter uten å treffe fjell eller morene. Boringene indikerer vekslende lag med sand-grusig sand ned mot dyp varierende fra 11 til 14 meter. I en av boringene ble det satt ned en undersøkelsesbrønn med detaljert profilbeskrivelse og testing av sedimentenes vanngivende egenskaper. Undersøkelsesbrønnen viste at løsmassene har varierende vanngivende egenskaper, og dårlig vannkvalitet med karakteristisk lukt av hydrogen-sulfidgass (H_2S). Dette skyldes innhold av organisk materiale (kvist, bark) i løsmassene, og tilgjengelig oksygen i vannet brukes til nedbrytning av organisk materiale.

I tillegg til hydrogensulfid og svovel viser analyser av grunnvannet at innholdet av jern er høyt i de to dypeste nivåene. Fra de fem målepunktene fra 3 til 10 meters dybde måles grunnvannstemperaturen til 5.8, 4.9, 4.6, 4.3 og 5.4 °C. Den siste målingen på 5,4 °C er påvirket av varme fra pumpearbeid, og de tre øverste nivåene trekker på grunnvann med relativt kort oppholdstid.

Rapporten konkluderer med at det bør gjøres nye boringer med borerigg på oversiden av veggen og at det deretter settes en prøvebrønn i samme område.

Det finnes en rørbrønn i løsmasser og varmepumpesystem basert på grunnvann på gnr 15 bnr 261 ca. 500 meter sør-sørøst for Rendalen sykehjem [3], se figur 1. Den 30 meter dype rørbrønnen i løsmasser ble etablert på en kommunal eiendom i 2003 av Brødrene Myhre AS.

Fra 0-5 meter er løsmassene beskrevet som «morene» (usorterte masser med mye stein), mens fra 5-30 meter er løsmassene beskrevet som «grus – stein». Boringen avsluttes uten å treffe fjell.

Et fire meter langt filter i plast, med diameter 125 millimeter og lysåpning 0,5 millimeter er plassert mellom 26-30 meter. Brønnens kapasitet er oppgitt til ca. 50 000 liter/time (13,8 l/s). Brønnrørets diameter er 168,3 millimeter. Kommunen opplyser at oppumpet grunnvann veksles direkte i varmepumpen. Driftsproblemer av noe slag er ikke kjent. Videre er det usikkert om det gjøres temperaturmålinger av grunnvannet. Vannkvaliteten og pumperaten er ikke kjent. Det anbefales å undersøke grunnvannstemperaturen og øvrige driftsforhold ved dette anlegget nærmere.

3 GJENNOMFØRING OG METODER

3.1 Georadarmålinger

Georadar er et geofysisk måleinstrument som sender elektromagnetiske bølger ned i bakken som reflekteres og mottas i en antenneenhet. Refleksjonene viser lagdeling og strukturer i grunnen, og metoden gir indikasjoner på løsmassetykkelse, løsmasstype og dyp til grunnvannsspeil. En sikrere tolkning av georadarmålingene krever boringer for å kunne relatere refleksjonsmønsteret på georadarprofilene til dokumenterte løsmasseprofil. Målingenes dybderekkevidde/penetrasjon er avhengig av flere faktorer:

- Løsmasstype. Finkornige løsmasser gir dårligere penetrasjon enn grove sedimenter.
- Elektrisk ledningsevne i grunnvannet. Høy elektrisk ledningsevne som kan skyldes hardt grunnvann, høyt innhold av ioner/salter, marint påvirket grunnvann (saltvann) eller forurenset grunnvann gir dårligere penetrasjon.
- Overflateforhold. Hardt pakke løsmasser (vei), aurhellelag/jernutfelling, gjødsling av dyrket mark og veisaltning er eksempler på overflateforhold som gir redusert penetrasjon.

3.2 Undersøkelsesboringer

Da man kjente til grunnforholdene på stedet fra tidligere undersøkelser, var man klar over at tradisjonelle forundersøkelser med bruk av sandspiss og testpumping med sugepumpe ikke var aktuelt. Dette fordi massene over grunnvannsspeilet kan være meget grove (stein/blokk), samt at dyp til grunnvannsspeilet er større enn 5-6 meter (uaktuelt med sugepumpe).

Undersøkelsesboringene ble derfor utført med beltegående borerigg fra Heistad Brønnboring AS. Boringene ble utført med senkhammer, ringkrone og 168mm fôringsrør, se figur 3.



Figur 3. Sveising av fôringsrør ved undersøkelsesboring-1 (Ub-1) ved Rendalen sykehjem.

Under boring er det tatt ut sedimentprøver til kornfordelingsanalyser for hver 1,5 meter. Dette ble gjort ved at oppblåste sand- og grusmasser ble samlet i 20 liters bøtter, 2 bøtter pr. nedboret fôringsrør på 3 meter, se fig. 4.



Figur 4. Sedimentprøver fra undersøkelsesboring 1.

Forpumping og uttak grunnvannsprøver og feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne ble utført med en 2" Grundfos pumpe, se figur 5.



Figur 5. Pumping med uttak av vannprøver og måling av grunnvannets temperatur og ledningsevne.

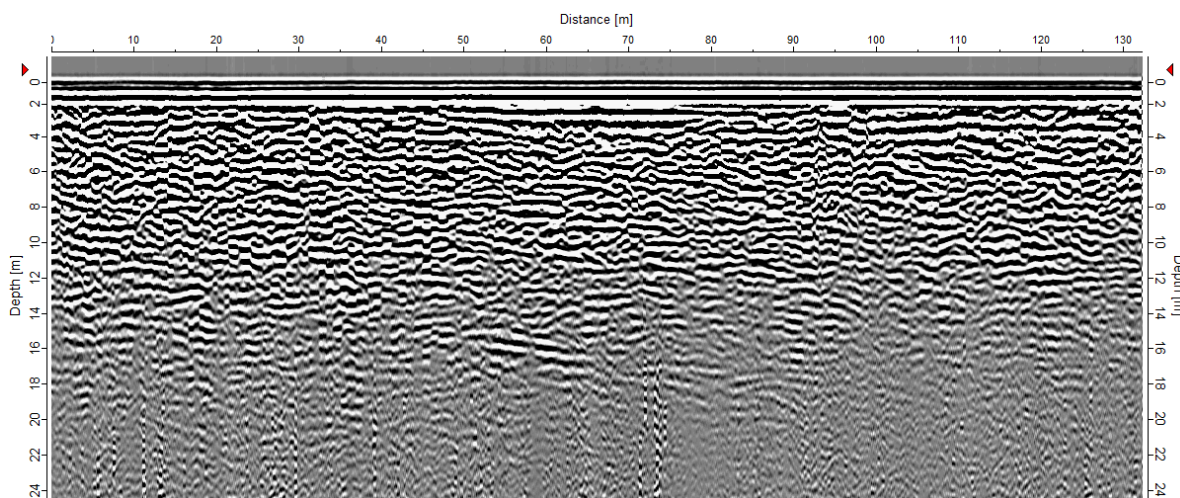
4 RESULTATER



Figur 6. Flybilde med plassering av georadarprofiler 1-5 og Undersøkelsesboringer (Ub)1 og 2.

4.1 Georadarmålinger

Det ble gått 5 georadarprofiler i området, se figur 5. Målingene ga lite informasjon som følge av høy ledningsevne i umettet sone, trolig som følge av aurrehelledannelser (jernutfellinger). Profil 2 er som et eksempel vist på figur 7. Man ser en noe rotete (mye stein) men overveiende horisontal lagdeling ned mot 10-12 meters dyp, deretter får man ingen tydelige reflektorer. Vannspeilet ligger på mellom 10 og 11 meters dyp, så målingene gir ingen informasjon fra den vannmettede sonen.



Figur 7. Radarprofil 2 ved Rendalen sykehjem. Profilet går fra vest mot øst langs den nordlige grensen.

4.2 Undersøkelsesboringer

Da georadarmålingene ga lite informasjon, ble boringene i samråd med oppdragsgiver plassert på gunstige punkt i forhold til øvrig infrastruktur og avstand til teknisk rom, se Ub-1 og Ub-2 på figur 6.

Løsmassene i området består av dårlig sortert steinig sand og grus fra terreng og ned til 12-15 meters dyp. Grunnvannsspeilet ble påtruffet på 10,7 og 11 meters dyp i henholdsvis boring 1 og 2.

Deretter er det påvist en dårlig sortert grusig sand fra 15-24 meters dyp. I boring 1 er det videre påvist en relativt godt sortert grusig sand fra 24 til 39 meters dyp. Boring 2 ble avsluttet på 27 meters dyp på grunn av at borkrona gikk tett flere ganger.

Tabell 1. Undersøkelsesboring-1 og 2. Løsmasseprofil og slamfarge.

Borehull nr	Undersøkelseboring-1		Undersøkelseboring-2	
Dato:	13. og 14. mai 2013		14. mai 2013	
Koordinater	Øst: 298256.25 Nord: 6853383.02		Øst: 298310.86 Nord: 6853314.99	
Dyp (m)	Løsmasstype	Kommentar		Kommentar
0-3	Steinig grus/sand		Steinig grus/sand	
3-6	Steinig grus/sand, sandlag fra 5-6		Steinig grus/sand	
6-9	Steinig sand/grus, sandlag 7,5-9		Grusig sand	
9-12	Steinig grusig sand	Brun slamfarge Grunnvannsspeil på 10,7m	Steinig grusig sand, store gruskorn	Brun slamfarge Grunnvannsspeil på 11 meter.
12-15	Steinig grusig sand	Brun slamfarge	Sandig grus	Brun slamfarge
15-18	Sandig grus	Brun slamfarge	Sandig grus	Brun slamfarge
18-21	Grusig sand	Brun slamfarge	Grusig sand	Brun slamfarge
21-24	Sandig grus	Brun slamfarge	Grusig sand	Brun slamfarge
24-27	Grusig sand	Brun slamfarge	Grusig sand	Brun slamfarge
27-30	Grusig sand	Brun slamfarge	Avsluttet på 27m	
30-33	Grusig sand	Brun slamfarge		
33-36	Grusig sand	Brun slamfarge		
36-39	Grusig sand	Brun slamfarge		
	Avsluttet på 39m			

I boring-1 ga massene mye vann under boring fra 21 til 39 meter under terreng, se figur 8.

Det samme var tilfelle ved boring 2, som ga mye vann fra 21 til 27 meters dyp, hvor denne boringen ble avsluttet.

Det ble observert brun slamfarge i hele profilet ved begge boringene. Brunfargen viser at det er oksiderende forhold i grunnvannsmagasinet, med utfelt jernhydroksid i sedimentene. Dette tilsier at man ikke vil få problemer med 2-verdig jern i grunnvannet.



Figur 8. Undersøkelsesboring-1 (Ub-1). Mye vann ved boring mellom 21 og 39 meters dyp.

4.3 Løsmassenes vanngivende egenskaper - vurdering

I begge boringene ga løsmassene visuelt vurdert bra med vann ved boring dypere enn 21 meter. Ved boring 1 er det påvist mer enn 28 meter med vannmettede permeable sedimenter (fra 10,7 til 39 m). Boringen ble avsluttet i grusig sand uten overgang til finere masser eller fjell, så magasinet kan være vesentlig dypere.

Det ble tatt ut blandprøver av sand- og grusmassene for hver 1,5 meter under boring. Det er ikke mulig å ta ut separate prøver av tynne lag ved denne boremetoden. Massene var så vidt homogene at man blandet 1,5 meters prøver som da representerer 3-meters intervall før kornfordelingsanalysene ble utført (tørssikting). Kornfordelingskurver fremgår av vedlegg 1, og sedimentologiske data av tabell 2 og 3.

I Ub-1 er materialet fra 16-24 meters dyp jevnt over en dårlig sortert sandig grus eller grusig sand, hvor sorteringsgraden (S_o) varierer mellom 11,8 og 31,8 ($S_o < 5$ = godt sortert). Innholdet av silt varierer mellom 4 og 7 %. Dypere enn 24 meter er den grusige sanda bedre sortert (6-8), og innholdet av silt går ned til 3-4 %, se tabell 2. Ved håndtering av prøvene fra 24 m og dypere ble disse vurdert som meget reine (siltfraksjonen mangler trolig).

Tabell 2. **Ub-1:** Lagdeling, sortering, beregnet K-verdi, % -andel grovere enn 1,5 mm og % -andel silt.

Dyp i m under terreng	Ub-1 Jordart	* d_{10}	* d_{60}	Sortering d_{60}/d_{10}	Permeabilitet K (m/d)	%-grovere enn 1,5mm	%-innhold av silt
16,5-18	Sandig grus	0,41	4,85	11,8	Ikke gyldig	70	4
18-21	Grusig sand	0,21	2,55	12,3	Ikke gyldig	50	5
21-24	Sandig grus	0,15	4,77	31,8	Ikke gyldig	60	7
24-27	Grusig sand	0,25	1,78	7,1	62,57	45	4
27-30	Grusig sand	0,22	1,76	8,0	45,45	45	3
30-33	Grusig sand	0,25	1,54	6,16	67,46	40	3
33-36	Grusig sand	0,24	1,59	6,6	59,90	40	4
36-39	Grusig sand	0,15	1,26	8,4	20,56	35	4

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

Løsmassene påvist i Ub-2 ligner veldig på massene fra Ub-1, se tabell 3. Fra 15 til 27 meters dyp er materialet jevnt over en dårlig sortert grusig sand, hvor sorteringsgraden (S_o) varierer mellom 15,6 og 28 ($S_o < 5$ = godt sortert). Innholdet av silt varierer mellom 7 og 9 %.

Tabell 3. **Ub-2:** Lagdeling, sortering, beregnet K-verdi, % -andel grovere enn 1,5 mm og % -andel silt.

Dyp i m under terreng	Ub-2 Jordart	* d_{10}	* d_{60}	Sortering d_{60}/d_{10}	Permeabilitet K (m/d)	%-grovere enn 1,5mm	%-innhold av silt
15-18	Sandig grus	0,13	3,62	28	Ikke gyldig	60	8
18-21	Grusig sand	0,13	1,93	15,1	Ikke gyldig	45	9
21-24	Grusig sand	0,14	2,26	16,3	Ikke gyldig	50	8
24-27	Grusig sand	0,15	2,42	15,6	Ikke gyldig	50	7

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

På grunn av den dårlige sorteringen er korngraderingskurvene lite egnet til beregning av permeabilitet (K) og transmissivitet (T), med unntak for prøver fra 24 til 39 meters dyp i Ub-1 med sorteringsgrad fra 6-8. Midlere permeabilitet mellom 24 og 39 meters dyp er beregnet ved hjelp av Gustavson til 51,2 m/d. Settes vannmettet mektighet til 28,3 meter får man en transmissivitet på 1448 m²/d i profil 1 (Ub-1).

Ytelsen til en løsmassebrønn er avhengig av:

- Løsmassenes hydrauliske ledningsevne (**K**, massenes evne til å transportere vann).
- Tykkelsen av vannførende lag (**m**).
- Hvor stor senkning som kan tillates.
- Forholdene for nydannelse av grunnvann.

Produktet av massenes hydrauliske ledningsevne (**K**) og tykkelsen av vannførende lag (**m**) kalles transmissivitet (**T**), og gir et mål for vannstrømningen.

1) Transmissivitet $T = K \times m$ (hvor **K** er permeabilitet og **m** er vannførende mektighet)

I den grusige sanden fra 24 til 39 meters dyp er midlere permeabilitet av størrelsesorden 51,2 m/d, og vannmettet mektighet settes til 39m -10,7m (vannspeilet) = 28,3 meter. Dette gir en T-verdi lik 1448 m²/d (0,0168 m²/s) (51,2*28,3=1448). Teoretisk avsenkning av grunnvannsnivået i en brønn ved uttak av $Q_{dim}=90 \text{ m}^3/\text{t}$ (25 l/s) kan beregnes med formelen:

$$2) S_{well} = \frac{Q}{2\pi T} \cdot \ln \frac{R_0}{r} \text{ (Thiem)}$$

Parameterne i formelen er:

- **S_{well}**= Beregnet avsenkning av grunnvannsnivået ved uttak av vannmengden Q.

Maksimal senkning i brønnen kan settes til 17,3 m basert på at filter settes fra 30-39 meter og pumpe plasseres fra 28-30 meter, se figur 9 side 16. Grunnvannsspeilet er påvist på 10,7 meter. Senkes vannstanden med 17,3 meter er man på 28 meter (ved pumpe).

- Q = Dimensjonerende vannmengde lik 90 m³/t
- T = Transmissivitet = 1448 m²/d
- R₀ er influensradius som settes til 100 m
- r er brønnens radius = 0,136 m

Innsatt formelen gir de beregnede verdier for transmissivitet fra kornfordelingskurvene en avsenkning av størrelsesorden 1,6 meter ved uttak av 90 m³/t. Settes transmissiviteten til det halve blir avsenkningen 3,5 meter. Verdiene er kun teoretiske, men viser likevel at et grunnvannsuttak av denne størrelse realistisk i området ved Ub-1. Eksempelvis vil en avsenkning av størrelsesorden 3,5 meter ved uttak av 90 m³/t medføre at man fortsatt har en tilgjengelig vannhøyde på 13,8 meter i en brønn med filter fra 30-39 meter under terreng i det aktuelle området.

4.4 Grunnvannets temperatur og fysisk – kjemiske kvalitet

Det ble observert brun slamfarge i hele profilet ved begge boringene. Brunfargen viser at det er oksiderende forhold i grunnvannsmagasinet, med utfelt jernhydroksid i sedimentene. Dette tilsier at man ikke vil få problemer med 2-verdig jern i grunnvannet.

Forpumping og uttak grunnvannsprøver og feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne ble utført med en 2" Grundfos pumpe, se figur 5 side 7.

Grunnvannets elektriske ledningsevne og temperatur ble målt i felt under pumping fra nivåene 21 og 39 meter under terreng i Ub-1, hvor det også ble tatt ut grunnvannsprøver for analyse. I tillegg ble det målt temperatur og ledningsevne på vann fra nivået 24 meter under terreng i Ub-2, jevnfør tabell 4.

Tabell 4. Temperatur og ledningsevнемålinger, uttatte grunnvannsprøver.

Boring	Dyp	Temperatur (°C)	Konduktivitet (µS/cm)	Vannprøver
Ub-1	21 meter	6,3	48,2	X
Ub-1	39 meter	5,9	58,4	X
Ub-2	24 meter	6,3	54,1	

Grunnvannets temperatur varierer mellom 5,9 og 6,3 °C, med lavest temperatur registrert i det dypeste nivået i Ub-1 (39 meter).

Vannets elektriske ledningsevne er direkte proporsjonal med innholdet av løste bestanddeler (ioner i form av løste mineraler og salter). Grunnvannets elektriske ledningsevne varierer mellom 48,2 og 58,4 µS/cm i Ub-1, med svakt stigende verdier mot dypet. Grunnvannets lave ledningsevne viser at innholdet av løste bestanddeler er meget lavt, noe som reflekterer mineralsammensetningen i løsmasser og berggrunn

Det ble tatt 2 grunnvannsprøver fra Ub-1, som er analysert med hensyn til utvalgte fysisk-kjemiske parametere. Analyseresultatene er vist i vedlegg 2. Grunnvannet reagerer surt, med pH på rundt 6,6. Fargetallet varierer mellom 4 og 9, men dette er påvirket av turbiditet/partikler. Det er vanskelig å få helt partikkelfrie prøver når man pumper på åpent rør i en prøveboring. Med et korrekt tiltrukket brønnfilter i en fullskala brønn vil turbiditet og fargetall gå ned.

Innholdet av kalsium er lavt og varierer mellom 3,56 og 6,19 mg/l og magnesium fra 0,2 til 1,04 mg/l. Man vil ikke få problemer som følge av hardt vann. Jern og mangan er analysert på filtrerte prøver. Jerninnholdet varierer fra 40,3 til 69,6 µg/l og mangan fra 6,9 til 9,4 µg/l. Dette er også lave verdier. Det er ikke påvist innhold i det naturlige grunnvannet som vil medføre problem ved bruk i varmepumpe.

De analyserte vannprøver er av orienterende karakter, og viser det naturlige grunnvannets sammensetning. Ved et kontinuerlig grunnvannsuttak vil man øke gjennomstrømnings-hastigheten og dermed redusere vannets oppholdstid i magasinet. Det kan derfor inntreffe mindre endringer i vannkvalitet og grunnvannstemperatur når en ny grunnvannsbrønn tas i bruk. Dette må dokumenteres ved langtidsprøvepumping med målinger og uttak av prøver.

5 PLASSERING OG DIMENSJONERING AV ENERGIBRØNN(ER)

5.1 Forslag til brønnløsning og plassering – diskusjon

De utførte undersøkelser viser at det er meget gode muligheter for å kunne ta ut de nødvendige mengder grunnvann med god nok temperatur fra løsmassene i området ved Rendalen sykehjem (anslått til maksimalt 25 l/s).

Grunnvannets naturlige sammensetning og temperatur er meget god. En naturlig grunnvannstemperatur på 5,8-6,3 °C i mai etter snøsmeltingen er et meget godt utgangspunkt. En rørbrønn/energibrønn med filteret plassert dypt nede i grunnvannssonen vil med stor sannsynlighet gi grunnvann av god og stabil kvalitet og med stabil temperatur på grunn av lang oppholdstid i grunnen. Lokaliteten har en god beliggenhet, da minste-avstanden til elva er 155 meter. Kvalitets- og temperaturutvikling over tid må imidlertid dokumenteres ved langtidsprøvepumping med kontinuerlig uttak, hvor det utføres feltmålinger av temperatur og uttak av grunnvannsprøver for analyse.

Ut fra de foreliggende data anbefaler vi at det i første omgang etableres en stk. fullskala energibrønn ved undersøkelsesboring-1 (Ub-1). Borpunktet ligger meget gunstig til i forhold til eksisterende infrastruktur. I tillegg er det her påvist mer enn 28 meter med vannmettede permeable sedimenter (fra 10,7 til 39 m). Beregninger ut fra kornfordelingsanalyser viser at grunnvannsuttak av størrelsesorden 13-25 l/s rent hydraulisk er realistisk i området ved Ub-1 (nødvendig grunnvannsuttak er avhengig av grunnvannstemperaturen gjennom vinteren og vil være i størrelsesorden 13-25 liter/sekund for leveranse til en varmepumpe på 300 kW).

Det foreslås videre at man i samband med brønnboringen får etablert 2" plastfiltre og stigerør i plast i de to undersøkelsesboringene (Ub-1 og Ub-2). Disse benyttes deretter som peilebrønner under prøvepumping av den nye fullskala energibrønnen. Under prøvepumpingen ledes utpumpet grunnvann til sjøen eller elva. Deretter benyttes dataene fra prøvepumpingen til å estimere nødvendig avstand for en infiltrasjonsbrønn, om dette skulle vise seg nødvendig. Det er også mulig NVE vil forlange dette som en del av konsesjonen for grunnvannsutaket.

5.2 Dimensjonering av energibrønn ved Ub-1

Det etableres en fullskala energibrønn 2-3 meter fra undersøkelsesboring-1 (Ub-1), se figur 6 side 8 for plassering.

Aktuell brønndiameter er styrt av ønsket vannuttak/pumpestørrelse. Uttak av vannmengder opp mot 25 l/s (90 m³/t) mot anslagsvis 30 meters løftehøyde tilsier etablering av brønn med diameter 273 mm (10" brønn).

I Ub-1 er løsmassene fra 30 til 39 meters dyp meget godt egnet til etablering av et formasjonsfilter, det vil si fremvasking av en kappe med sedimentets grovfraksjoner på utsiden av brønnfilteret som en gradvis overgang til de uforstyrrede sedimenter.

Kornfordelingsanalysene på grusprøver fra Ub-1 viser at en slissebredde på 1,5 mm er uproblematisk i hele profilet. Av tabell 2 side 11 fremgår det at man i det aktuelle dybdeintervallet fra 30-39 meter har fra 35-40 % med gruskorn større enn 1,5 mm. Lysåpningen i brønnens inntaksfilter settes derfor til 1,5 mm. Dette sikrer at man får ut mest mulig vann med lavest mulig innstrømningsmotstand (lite filtertap), samtidig som man unngår problemer med sandinngang gjennom filteret.

For å unngå turbulent strømming gjennom filteret må vannuttaket være tilpasset åpent innstrømningsareal (perforasjon) i filteret. For stor vannhastighet kan forårsake omlagring av sedimentet og kavitasjon på filteret. Den kritiske hastighet for filtre av den aktuelle type er angitt til 3 cm/s. Hastigheten gjennom filteret er en funksjon av forholdet mellom vannuttaket og filterets samlede lysåpning.

Et kontinuerlig slissefilter med slissebredde 1,5 mm har et åpent areal på ca. 38 %. Ved uttak av $Q_{dim} = 90 \text{ m}^3/\text{t}$ er hastigheten gjennom et 9 meter langt filter med den aktuelle diameter 0,86 cm/s. Dette er 29 % av den kritiske hastigheten. Det dimensjonerte filteret muliggjør vesentlig større uttak uten at man får turbulent strømming. Detaljerte brønnspesifikasjoner fremgår av tabell 5 og figur 9 (arbeidstegning).

Tabell 5. Brønnspesifikasjoner for energibrønn plassert 2-3 meter fra UB-1.

Godskvalitet, brønnarmatur	Rustfritt stål
Totalt brønndyp (under terreng)	39 meter
Totalt brønndyp under brønntopp	39,5 meter
Vinkel fra horisontallinjen	Loddboring (90°)
Diameter brønnrør/stigerør	273/267 mm (10")
Brønnrørslengde (m)	30 meter + 0,5 meter over terreng = 30,5 meter
Filtertype	Kontinuerlig slissefilter i beiset utførelse
Diameter filter	273/255 mm
Filterlengde	9 meter
Filterplassering	30 - 39 under terreng
Slissebredde/lysåpning	1,5 mm

5.3 Sikring av den nye energibrønnen

Ved senkhammerboring kan massene rundt brønnrøret bli omrørte og løst lagret. For å unngå vertikal nedtrengning av vann med kort oppholdstid og lav temperatur langs stigerøret, skal brønnen sikres med svelleleire fra 1 meter over øvre filterkant og 1 meter videre under opptrekking av fôringsrøret.

Fôringsrøret settes igjen som ekstra beskyttelse fra 2 meter over øvre filterkant. Deretter fylles det svelleleire og sand/grus mellom fôringsrør og stigerør.

BRØNNSPESIFIKASJONER FOR ENERGIBRØNN VED Ub-1 Rendalen Sykehjem

BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	
TOTAL DYBDE	39 m u/ terreng
	39,5 m u/ topp brønnrør
Topp rør -terreng:	0,5 m. Brønntoppen kappes ev. etter prøvepumping
SPESIFIKK KAPASITET	Skal testes.
BRØNNRØR	
Godskvalitet	Rustfritt stål
Diameter	273/267 mm
Lengde	30,5 m u/ topp brønnrør
Føringsrør	323 mm
FILTER	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse
Godskvalitet	Rustfritt stål
Diameter	273/255 mm
Lengde	9,0 meter
Slissebredde	1,5 mm
Perforasjon	ca. 38 %
Plassering	30-39 u/ oppr. terreng
	30,50 -39,50 m u/ brønntopp
SENKPUMPE	
Fabrikat	
Typebetegnelse	
Vekt	
Diameter	
Lengde	
Kapasitet	
Plassering, tilbakeslagsventil	
Effektbehov	
Pumpeplassering	Bunn pumpe plasseres 0,2 m over øvre filterkant
Plassering trykkføler	
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	

The diagram illustrates a water well installation. The vertical axis represents depth in meters (Dyp under terreng (m)) from 0 to 39. The well casing (Foringsrør) is shown as a grey vertical tube. The filter (Filter) is a grey horizontal section at the bottom, starting at 30m depth. The pump (Plassering av pumpe) is located just above the filter. The soil layers are indicated on the right: 'Steinig grus og sand' (0-10m), 'Grusig sand' (10-14m), 'Grusig sand' (14-20m), and 'Grusig sand, bedre sortert' (20-39m). The groundwater level (G.v.nivå) is marked at approximately 10.5m. The total depth of the well is 39m, with a 0.5m section at the top for the casing top. The filter length is 9.0m, and the pump is located 0.2m above the top of the filter.

Rendalen Sykehjem

Arbeidstegn.:Energibrønn v/ Ub-1

Tegnet av: Rolf E. Forbord	Dato: 5.7.2013 (versjon 1)
--------------------------------------	--------------------------------------

asplan viak Stjørdal

Figur 9. Brønnspesifikasjoner (arbeidstegning) for ny energibrønn ved Rendalen sykehjem.

5.4 Etablering av 2" peilebrønner i Ub-1 og 2

I samband med brønnboringen etableres det 2" plast-filtre og stigerør i plast (PEH eller PVC) i de to undersøkelses-boringene (Ub-1 og Ub-2). Disse benyttes deretter som peilebrønner for måling av grunnvannsnivå under prøvepumping av den nye fullskala energibrønnen.

Disse dataene er meget viktige for å kunne estimere nødvendig avstand for infiltrasjonsbrønn for reinfiltrasjon av opp-pumpet grunnvann, om dette skulle vise seg nødvendig. Det er mulig NVE vil forlange dette som en del av konsesjonen for grunnvannsuttaget. NVE forlanger uansett data om vannstanden i grunnvannsmagasinet under pumping, for å kunne vurdere uttakets effekt med hensyn til avsenkning i grunnvannsmagasinet.

Peilebrønnene etableres på følgende måte:

- **I Ub-1:** Det monteres 5 meter 2" plastfilter med minimum 0,3 mm slisser fra 34 til 39 meter under terreng (bunnen av eksisterende boring er 39 meter under terreng). Deretter 2" stigerør i plast fra 34 meters dyp til 1 meter over terreng (totalt 35 meter). Når peilebrønnen er montert trekkes 2 lengder (6 meter) av det allerede nedsatte 168mm fôringsrøret opp slik at filteret i peilebrønnen står i grusen.
- **I Ub-2:** Det monteres 5 meter 2" plastfilter med minimum 0,3 mm slisser fra 19 til 24 meter under terreng (bunnen av eksisterende boring er 24 meter under terreng). Deretter 2" stigerør i plast fra 19 meters dyp til 1 meter over terreng (totalt 20 meter). Når peilebrønnen er montert trekkes 2 lengder (6 meter) av det allerede nedsatte 168 mm fôringsrøret opp slik at filteret i peilebrønnen står i grusen.

6 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

De utførte undersøkelser har påvist meget gode muligheter for å kunne ta ut de nødvendige mengder grunnvann med god nok temperatur fra løsmassene i området ved Rendalen sykehjem (behovet er anslått til maksimalt 25 l/s). Man kan så langt konkludere med at det vil være mulig å benytte energibrønn(er) basert på opp-pumpet grunnvann fra løsmasser som ny energikilde for sykehjemmet.

Grunnvannets naturlige sammensetning og temperatur er meget god. En grunnvannstemperatur på 5,8-6,3 °C i mai etter snøsmeltingen er et meget godt utgangspunkt. Det er ikke påvist innhold av jern, mangan, kalsium eller magnesium som vil medføre problemer ved bruk i varmepumpe. En rørbrønn/energibrønn med filteret plassert dypt nede i grunnvannssonen vil med stor sannsynlighet gi grunnvann av god og stabil kvalitet og med stabil temperatur på grunn av lang oppholdstid i grunnen. Lokaliteten har en god beliggenhet, da minsteavstanden til elva er 155 meter.

Vi anbefaler derfor at det etableres 1 stk. fullskala energibrønn ved undersøkelsesboring-1 (Ub-1). Plassering av brønn og brønnspekifikasjoner fremgår av avsnitt 5.2. Borpunktet ligger meget gunstig til i forhold til eksisterende infrastruktur. I tillegg er det her påvist mer enn 28 meter med vannmettede permeable sedimenter (fra 10,7 til 39 m). Beregninger ut fra kornfordelingsanalyser fra boringen viser at grunnvannsuttak av størrelsesorden 13-25 l/s er realistisk rent hydraulisk.

De analyserte vannprøver og temperaturmålinger er av orienterende karakter, og viser det naturlige grunnvannets sammensetning. Ved et kontinuerlig grunnvannsuttak vil man øke gjennomstrømningshastigheten og dermed redusere vannets oppholdstid i magasinet. Det kan derfor inntreffe mindre endringer i vannkvalitet og grunnvannstemperatur når en ny grunnvannsbrønn tas i bruk. Etter brønnetablering må brønnen først kapasitetstestes og deretter langtidsprøvepumpes med uttak av opp mot 90 m³/t (25 l/s) for å dokumentere kapasitets-, vannkvalitets- og temperaturutvikling over tid. Under prøvepumpingen ledes utpumpet grunnvann til sjøen eller elva.

I tillegg benyttes dataene fra prøvepumpingen til å estimere nødvendig avstand for etablering av infiltrasjonsbrønn for reinfiltrasjon av opp-pumpet grunnvann, om dette skulle vise seg nødvendig. Det er mulig NVE vil forlange dette som en del av konsesjonen for grunnvannsutaket. NVE forlanger uansett data om vannstanden i grunnvannsmagasinet under pumping, for å kunne vurdere uttakets effekt med hensyn til avsenkning i grunnvannsmagasinet.

I samband med brønnboringen etableres det 2" plastfilter og stigerør i plast (PEH eller PVC) i de to undersøkelses-boringene (Ub-1 og Ub-2). Disse benyttes deretter som peilebrønner for måling av grunnvannsnivå under prøvepumping av den nye fullskala energibrønnen.

Forslag til videre arbeid fremgår av avsnitt 7.

7 VIDERE ARBEID

De utførte hydrogeologiske undersøkelser gir et solid grunnlag for å anbefale etablering av 1 stk. fullskala energibrønn for prøvepumping Rendalen sykehjem.

Etter at produksjonsbrønnen og 2 peilebrønner er etablert, må kapasitet, temperatur og kvalitet testes ved prøvepumping til det påvises stabil kapasitet og vannkvalitet (3-6 måneder), og da helst gjennom fyringssesongen for å få realistiske driftsforhold for det grunnvannsbaserte varmepumpeanlegget. **Rendalen kommune må så fort som mulig finne en måte å få ledet utpumpet grunnvann vekk fra området (til sjøen eller elva).**

I prøvepumpingsperioden må det tas vannprøveserier som analyseres for fysisk-kjemiske parametere, registreres uttaksmengder, grunnvannstemperaturer samt grunnvannsnivå i peilebrønnene og i produksjonsbrønnen. Dataene fra prøvepumpingen benyttes også til å estimere nødvendig avstand for etablering av infiltrasjonsbrønn(er) for reinfiltrasjon av opp-pumpet grunnvann, om dette skulle vise seg nødvendig.

Uttaket av grunnvann er konsesjonspliktig i henhold til vannressursloven. Søknad om konsesjon til NVE utformes ved hjelp av dataene fra langtidsprøvepumpingen.

.

Asplan Viak kan bistå videre med følgende arbeider:

- Utarbeide tilbudsforespørsel til boreentreprenører, evaluere tilbud og utarbeide kontrakt.
- Oppfølging og kvalitetssikring under brønnetablering.
- Utføre korttids testpumping av brønnen (trinnvis pumpetest for bestemmelse av spesifikk kapasitet).
- Utarbeide manual for langtidsprøvepumping som følges opp av lokal observatør.
- Oppstart og bistand under langtidsprøvepumping av brønn.
- Rapportere resultatene og vurdere eventuelt behov for og plassering av flere brønner, infiltrasjonsbrønn(er), dimensjonering av permanente pumper etc..
- Søknad om konsesjon for uttak av grunnvann i henhold til Vannressursloven (NVE).
- Resultater fra langtidsprøvepumping, oversikt over effekt- og energibehov til oppvarming og eventuelt kjøling, samt øvrige praktiske forhold, vil danne grunnlag for prosjektering av et fullskala anlegg. Dette vil også omfatte prosjektering av de øvrige delene av energisentralen

Fremdrift

Såfremt man sender ut tilbudsforespørsel til boreentreprenører løpet av august, kan man få etablert energibrønn og peilebrønner for prøvepumping i løpet av senhøsten 2013.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Kornfordelingskurver Ub-1 og Ub-2

Vedlegg 2: Analyseresultater Ub-1, 21 og 39m

Vedlegg 1: Kornfordelingskurver Ub-1 og Ub-2

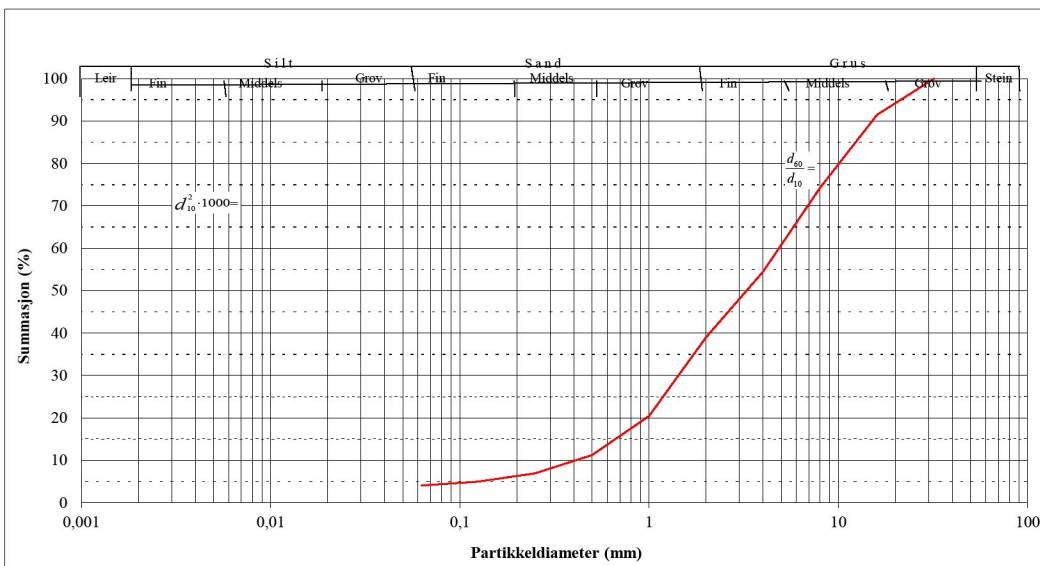
Kornfordelingskurver - Ub-1

Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210289

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-1
 Prøvedyp 16,5-18 m
 Dato for uttak 13.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	8,57
16	0,57	8,57	91	8,57	17,14
8	1,71	25,71	74	25,71	19,79
4	8,00	45,50	55	45,50	15,50
2	14,00	61,00	39	61,00	18,57
1	35,43	79,57	20	79,57	9,18
0,5	49,25	88,75	11	88,75	4,38
0,25	62,38	93,13	7	93,13	1,95
0,125	71,43	95,07	5	95,07	0,89
0,0630	76,74	95,96	4	95,96	4,04
	4,04	100,00			

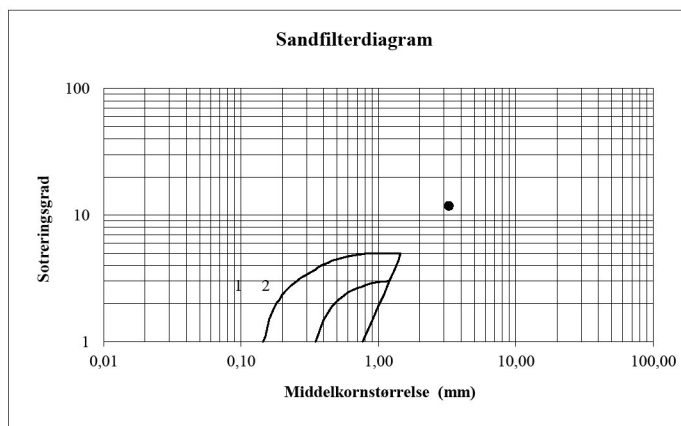
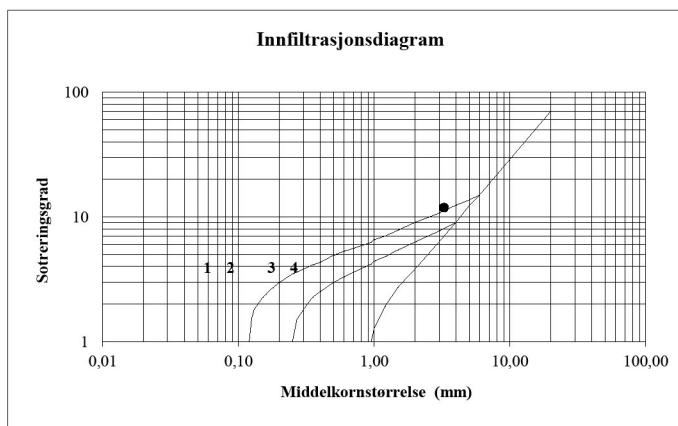


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	5,8
Grus (m)	6 - 20	28,1
Grus (f)	2 - 6	27,1
Sand (g)	0,6 - 2	25,3
Sand (m)	0,2 - 0,6	7,4
Sand (f)	0,06 - 0,2	2,3
Silt (g)	< 0,06	4,0
SUM		100,0

d 10	0,41
d 50	3,27
d 60	4,85

Sorteringsgrad = **11,8**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

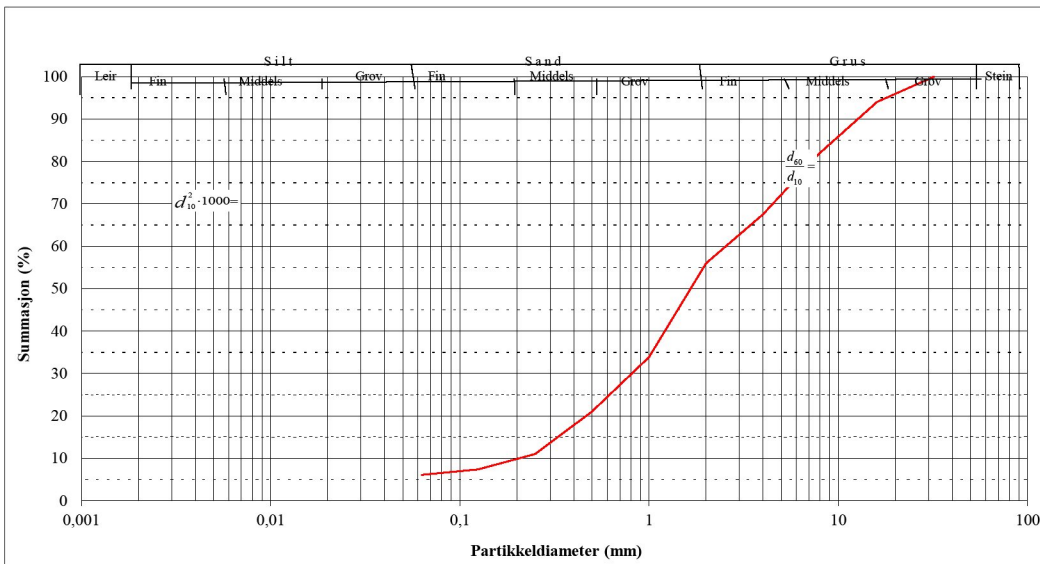


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210290

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-1
 Provedyp 18-21 m
 Dato for uttak 13.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	6,00
16	0,57	6,00	94	6,00	12,00
8	1,71	18,00	82	18,00	14,50
4	8,00	32,50	68	32,50	11,50
2	14,00	44,00	56	44,00	22,14
1	35,43	66,14	34	66,14	12,86
0,5	49,25	79,00	21	79,00	10,00
0,25	62,38	89,00	11	89,00	3,61
0,125	71,43	92,61	7	92,61	1,33
0,0630	76,74	93,94	6	93,94	6,06
	6,06	100,00			

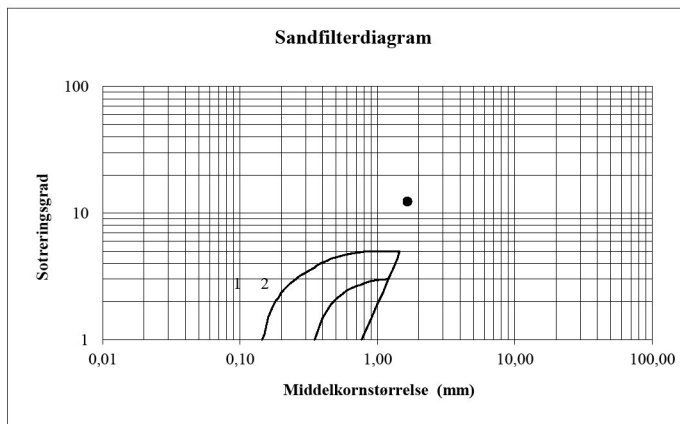
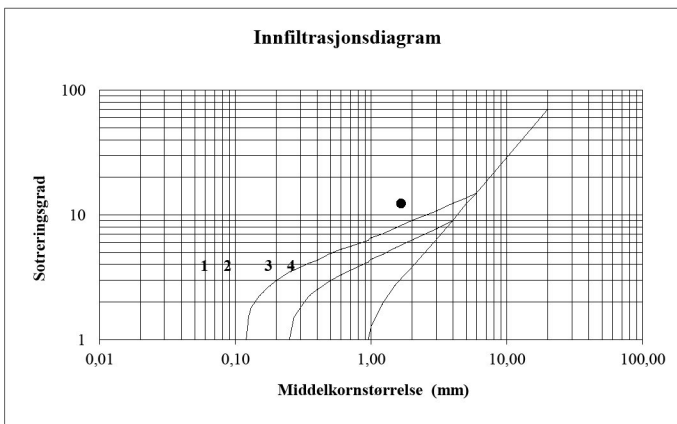


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	4,1
Grus (m)	6 - 20	19,9
Grus (f)	2 - 6	20,0
Sand (g)	0,6 - 2	31,6
Sand (m)	0,2 - 0,6	14,5
Sand (f)	0,06 - 0,2	3,9
Silt (g)	< 0,06	6,0
SUM		100,0

d 10	0,21
d 50	1,66
d 60	2,55

Sorteringsgrad = **12,3**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

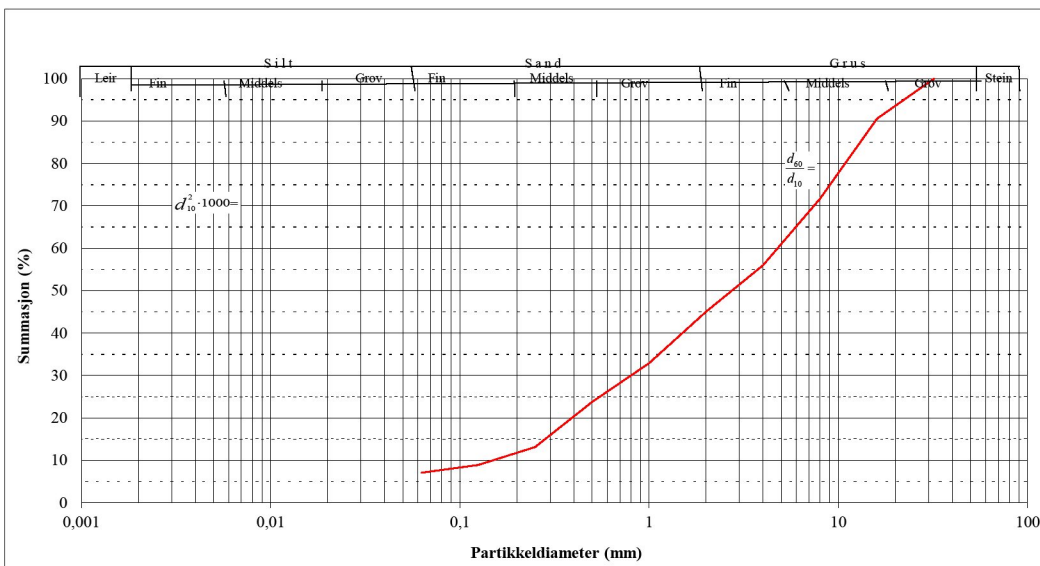


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210291

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-1
 Provedyp 21-24 m
 Dato for uttak 13.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	9,43
16	0,57	9,43	91	9,43	18,86
8	1,71	28,29	72	28,29	15,71
4	8,00	44,00	56	44,00	11,00
2	14,00	55,00	45	55,00	12,14
1	35,43	67,14	33	67,14	9,11
0,5	49,25	76,25	24	76,25	10,63
0,25	62,38	86,88	13	86,88	4,27
0,125	71,43	91,14	9	91,14	1,77
0,0630	76,74	92,91	7	92,91	7,09
	7,09	100,00			

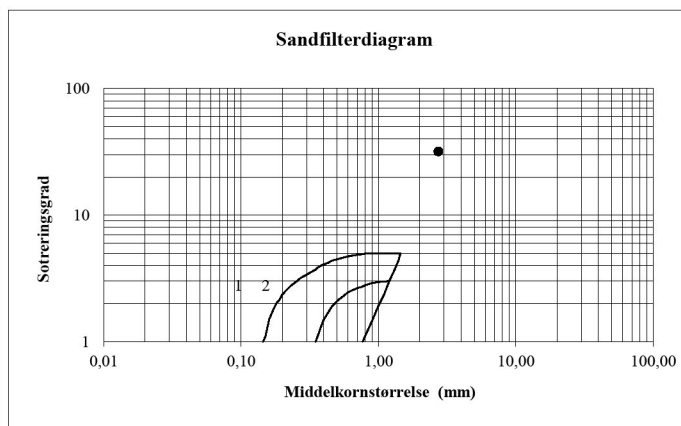
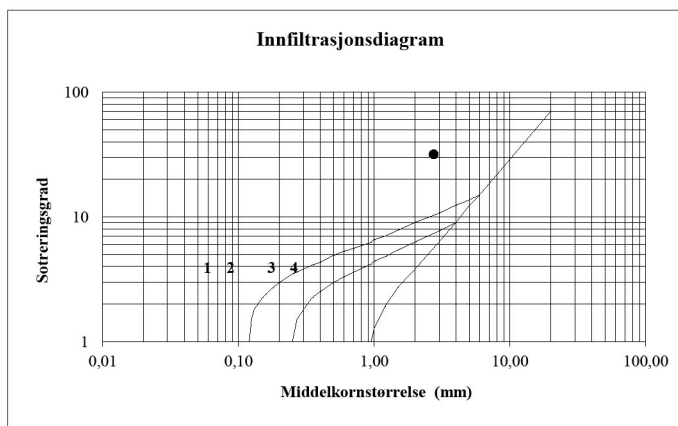


Fraksjon	%
Stein > 60	
Grus (g) 20 - 60	6,4
Grus (m) 6 - 20	28,4
Grus (f) 2 - 6	20,2
Sand (g) 0,6 - 2	18,9
Sand (m) 0,2 - 0,6	14,4
Sand (f) 0,06 - 0,2	4,8
Silt (g) < 0,06	7,0
SUM	100,0

d 10	0,15
d 50	2,74
d 60	4,77

Sorteringsgrad = **31,7**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

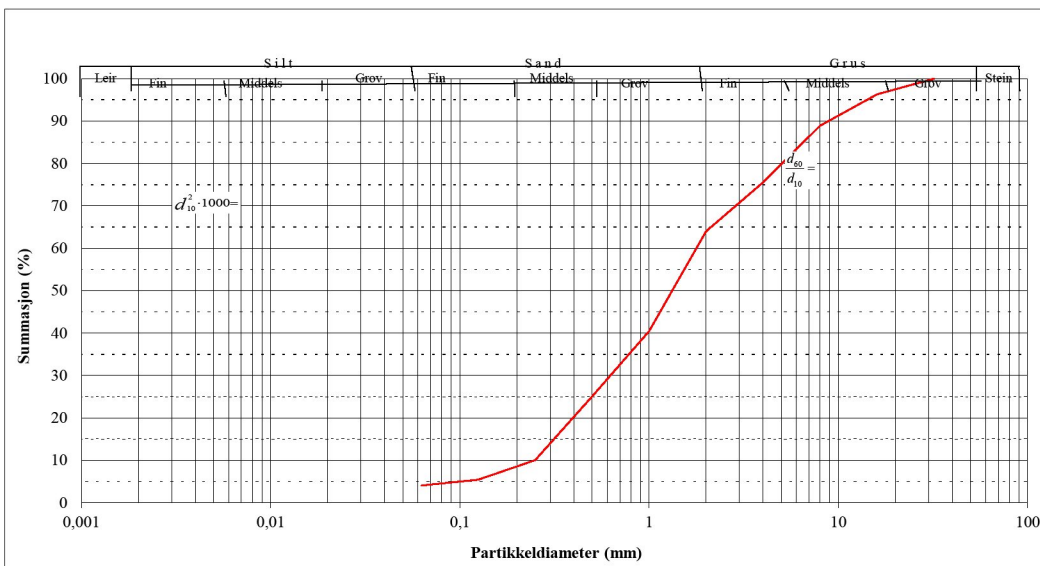


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210292

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-1
 Provedyp 24-27 m
 Dato for uttak 14.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	3,71
16	0,57	3,71	96	3,71	7,43
8	1,71	11,14	89	11,14	13,36
4	8,00	24,50	76	24,50	11,50
2	14,00	36,00	64	36,00	23,57
1	35,43	59,57	40	59,57	15,43
0,5	49,25	75,00	25	75,00	15,00
0,25	62,38	90,00	10	90,00	4,61
0,125	71,43	94,61	5	94,61	1,33
0,0630	76,74	95,94	4	95,94	4,06
	4,06	100,00			

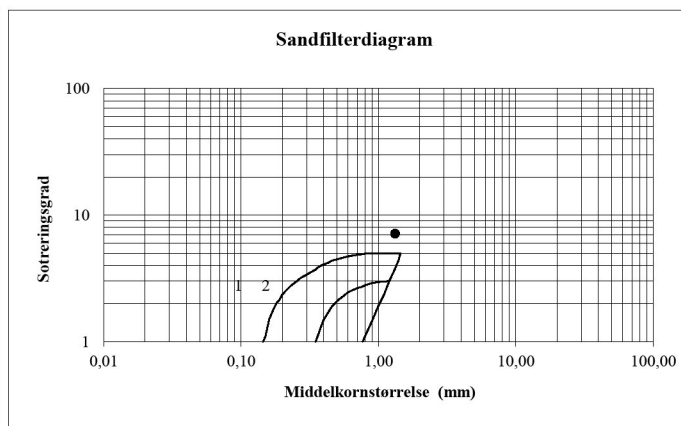
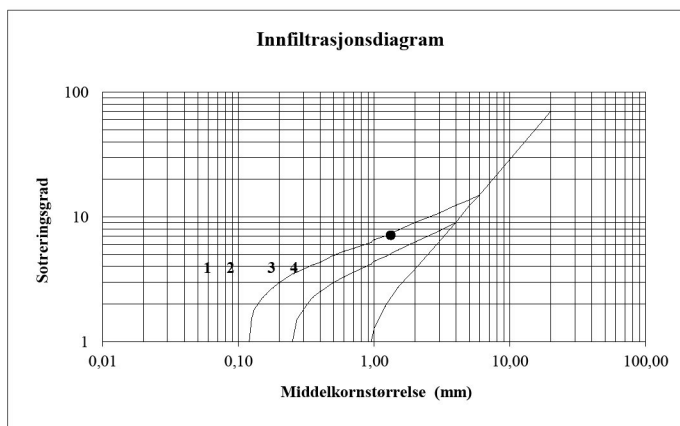


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	2,5
Grus (m)	6 - 20	14,2
Grus (f)	2 - 6	19,3
Sand (g)	0,6 - 2	34,9
Sand (m)	0,2 - 0,6	20,5
Sand (f)	0,06 - 0,2	4,5
Silt (g)	< 0,06	4,0
SUM		100,0

d 10	0,25
d 50	1,33
d 60	1,78

Sorteringsgrad = 7,1

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

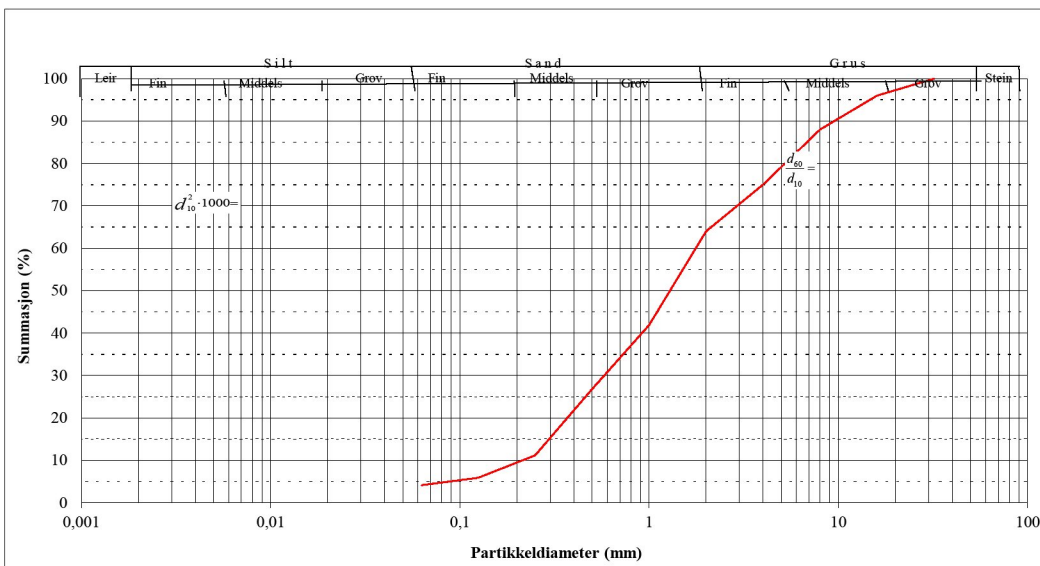


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210293

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-1
 Provedyp 27-30 m
 Dato for uttak 14.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	4,00
16	0,57	4,00	96	4,00	8,00
8	1,71	12,00	88	12,00	13,00
4	8,00	25,00	75	25,00	11,00
2	14,00	36,00	64	36,00	22,14
1	35,43	58,14	42	58,14	15,11
0,5	49,25	73,25	27	73,25	15,63
0,25	62,38	88,88	11	88,88	5,27
0,125	71,43	94,14	6	94,14	1,77
0,0630	76,74	95,91	4	95,91	4,09
	4,09	100,00			

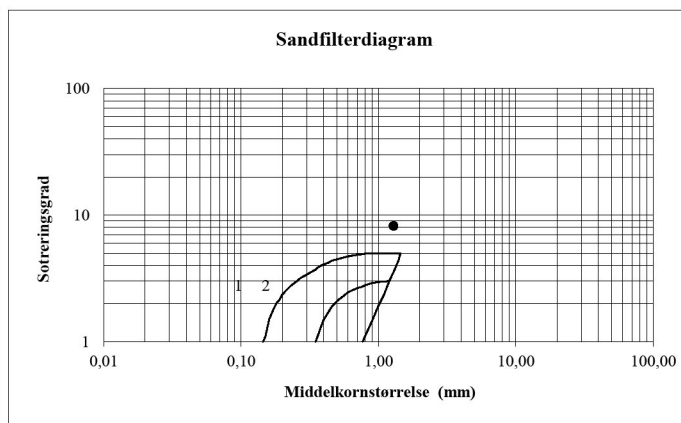
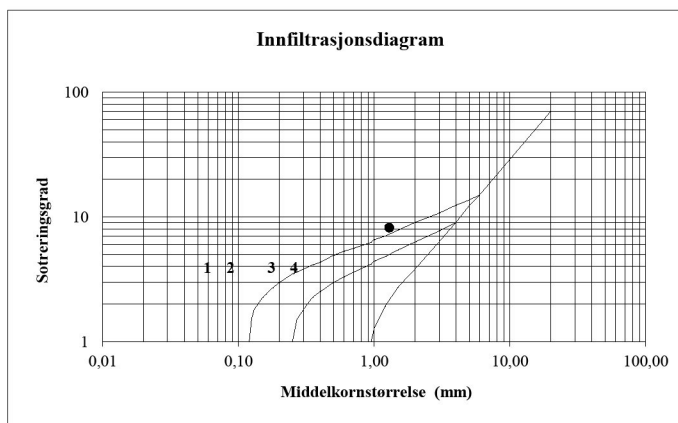


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	2,7
Grus (m)	6 - 20	14,7
Grus (f)	2 - 6	18,6
Sand (g)	0,6 - 2	33,3
Sand (m)	0,2 - 0,6	21,3
Sand (f)	0,06 - 0,2	5,5
Silt (g)	< 0,06	4,0
SUM		100,0

d 10	0,22
d 50	1,29
d 60	1,76

Sorteringsgrad = **8,2**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

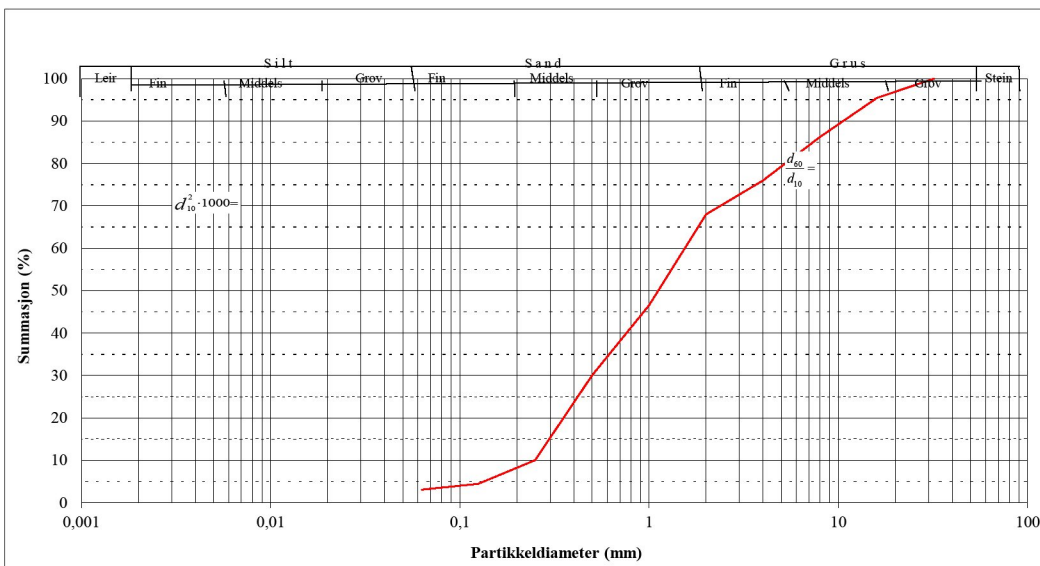


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210294

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-1
 Provedyp 30-33 m
 Dato for uttak 14.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	4,57
16	0,57	4,57	95	4,57	9,14
8	1,71	13,71	86	13,71	10,29
4	8,00	24,00	76	24,00	8,00
2	14,00	32,00	68	32,00	21,43
1	35,43	53,43	47	53,43	16,57
0,5	49,25	70,00	30	70,00	20,00
0,25	62,38	90,00	10	90,00	5,61
0,125	71,43	95,61	4	95,61	1,33
0,0630	76,74	96,94	3	96,94	3,06
	3,06	100,00			

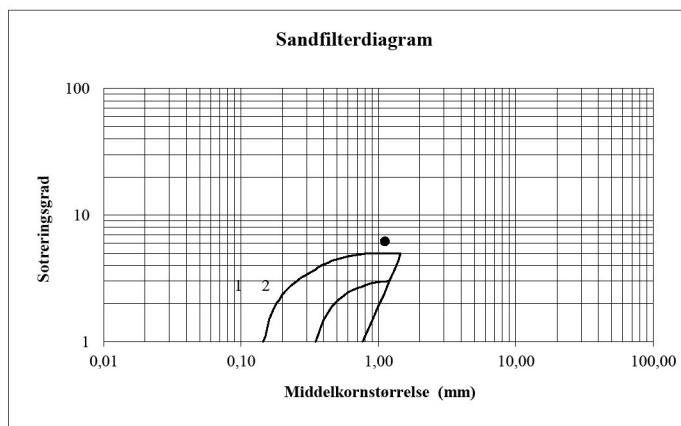
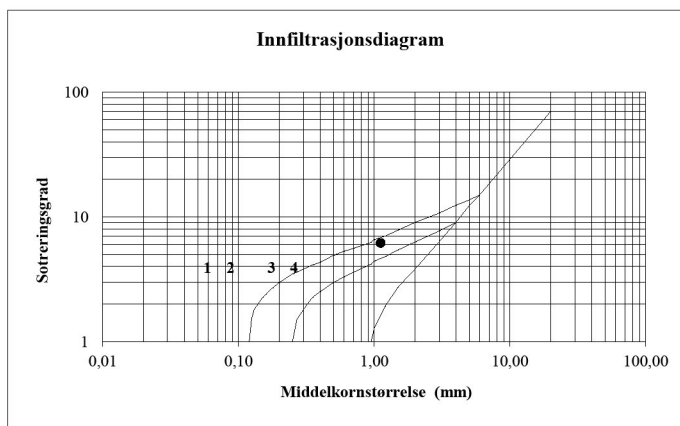


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	3,1
Grus (m)	6 - 20	14,9
Grus (f)	2 - 6	14,0
Sand (g)	0,6 - 2	33,6
Sand (m)	0,2 - 0,6	26,2
Sand (f)	0,06 - 0,2	5,2
Silt (g)	< 0,06	3,0
SUM		100,0

d 10	0,25
d 50	1,12
d 60	1,54

Sorteringsgrad = **6,2**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

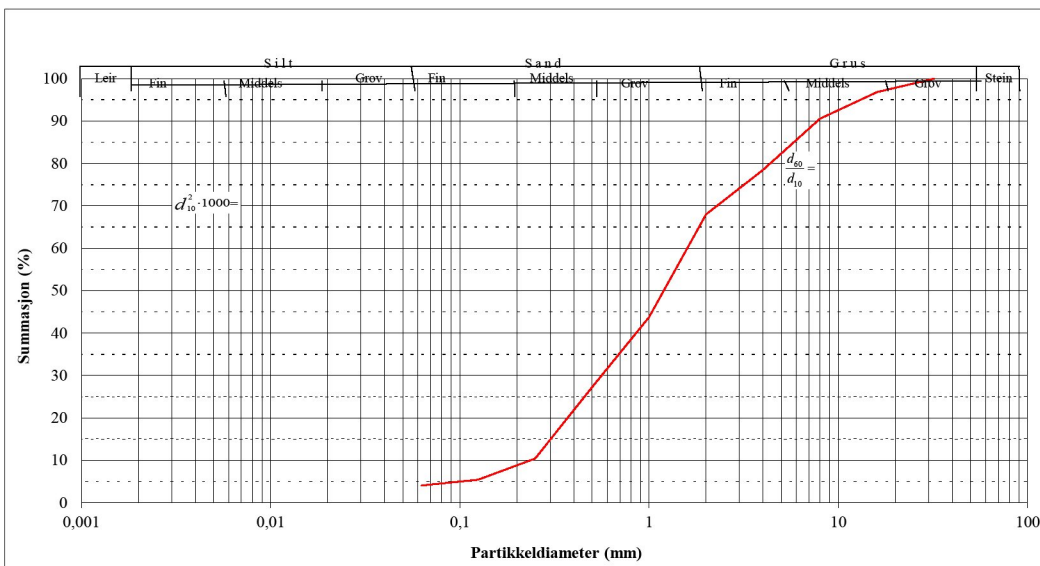


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210295

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-1
 Provedyp 33-36 m
 Dato for uttak 14.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	3,14
16	0,57	3,14	97	3,14	6,29
8	1,71	9,43	91	9,43	12,07
4	8,00	21,50	79	21,50	10,50
2	14,00	32,00	68	32,00	24,29
1	35,43	56,29	44	56,29	16,46
0,5	49,25	72,75	27	72,75	16,88
0,25	62,38	89,63	10	89,63	4,98
0,125	71,43	94,61	5	94,61	1,33
0,0630	76,74	95,94	4	95,94	4,06
	4,06	100,00			

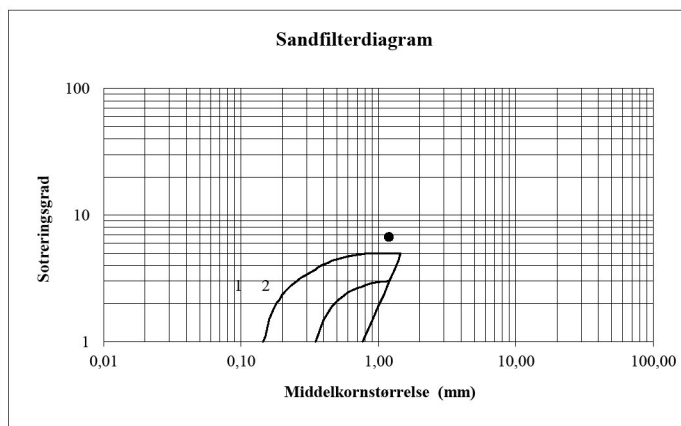
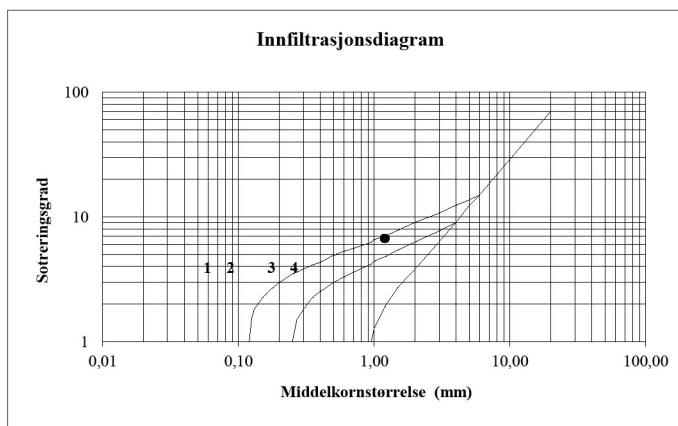


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	2,1
Grus (m)	6 - 20	12,3
Grus (f)	2 - 6	17,6
Sand (g)	0,6 - 2	36,4
Sand (m)	0,2 - 0,6	22,8
Sand (f)	0,06 - 0,2	4,8
Silt (g)	< 0,06	4,0
SUM		100,0

d 10	0,24
d 50	1,20
d 60	1,59

Sorteringsgrad = **6,7**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

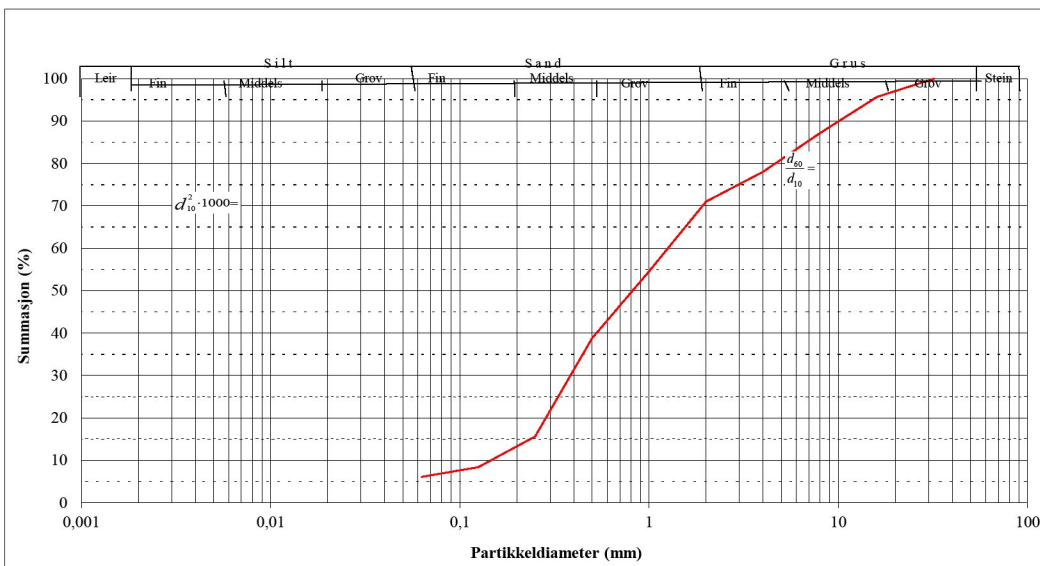


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210296

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-1
 Provedyp 36-39 m
 Dato for uttak 14.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	4,29
16	0,57	4,29	96	4,29	8,57
8	1,71	12,86	87	12,86	9,14
4	8,00	22,00	78	22,00	7,00
2	14,00	29,00	71	29,00	16,43
1	35,43	45,43	55	45,43	15,82
0,5	49,25	61,25	39	61,25	23,13
0,25	62,38	84,38	16	84,38	7,30
0,125	71,43	91,68	8	91,68	2,21
0,0630	76,74	93,89	6	93,89	6,11
	6,11	100,00			

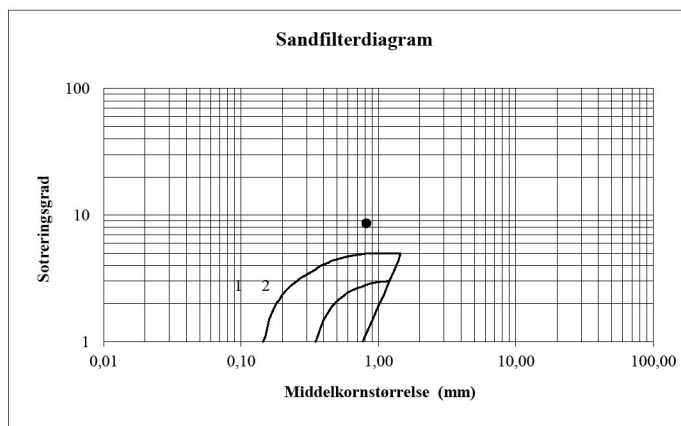
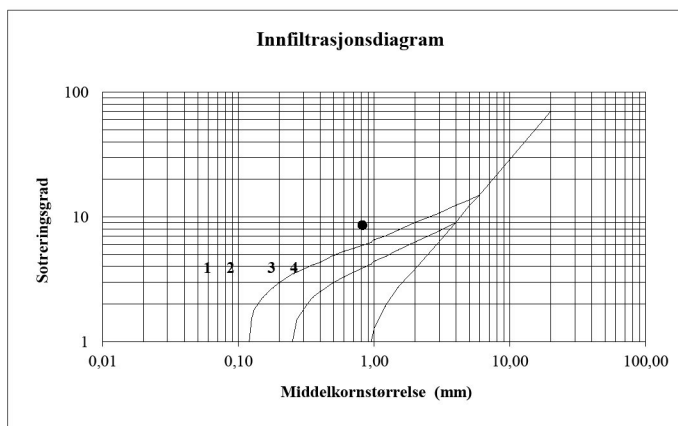


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	2,9
Grus (m)	6 - 20	13,7
Grus (f)	2 - 6	12,3
Sand (g)	0,6 - 2	28,1
Sand (m)	0,2 - 0,6	29,6
Sand (f)	0,06 - 0,2	7,3
Silt (g)	< 0,06	5,9
SUM		100,0

d 10	0,15
d 50	0,82
d 60	1,26

Sorteringsgrad = **8,6**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes



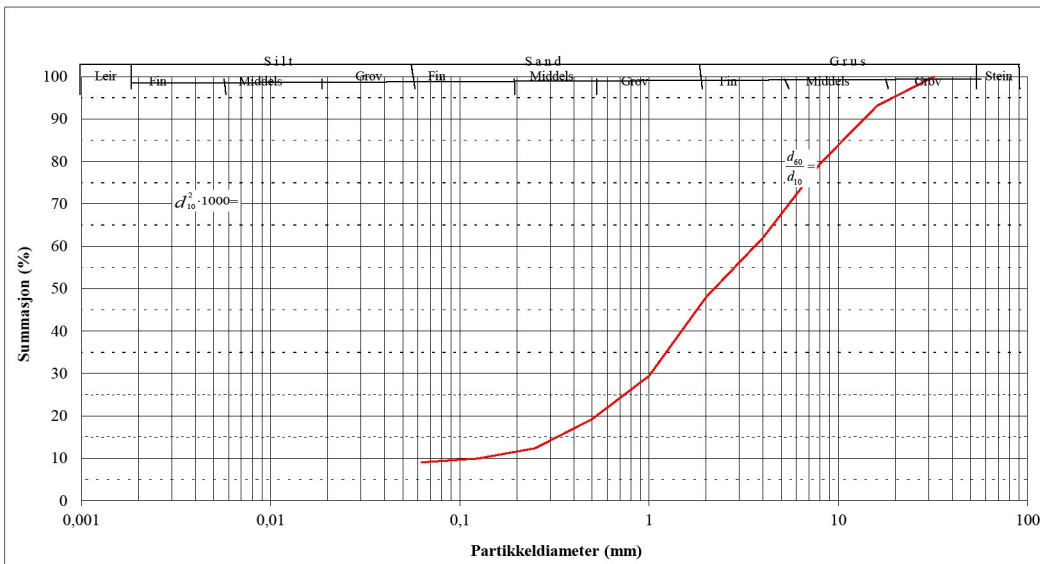
Kornfordelingskurver - Ub-2

Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210268

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-2
 Provedyp 15-18 m
 Dato for uttak 14.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	6,86
16	0,57	6,86	93	6,86	13,71
8	1,71	20,57	79	20,57	17,43
4	8,00	38,00	62	38,00	14,00
2	14,00	52,00	48	52,00	18,57
1	35,43	70,57	29	70,57	10,18
0,5	49,25	80,75	19	80,75	6,88
0,25	62,38	87,63	12	87,63	2,45
0,125	71,43	90,07	10	90,07	0,89
0,0630	76,74	90,96	9	90,96	9,04
	9,04	100,00			

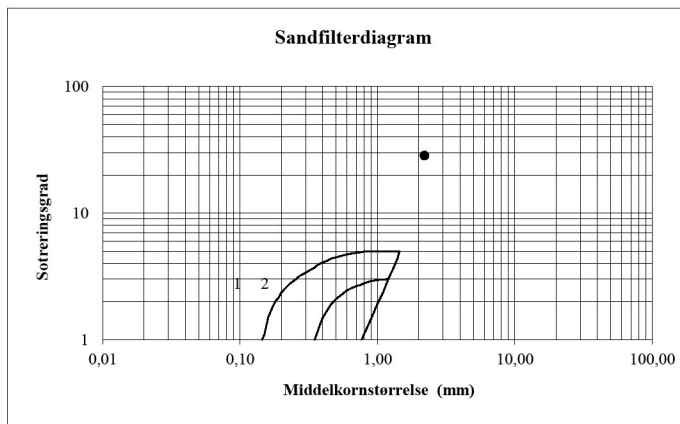
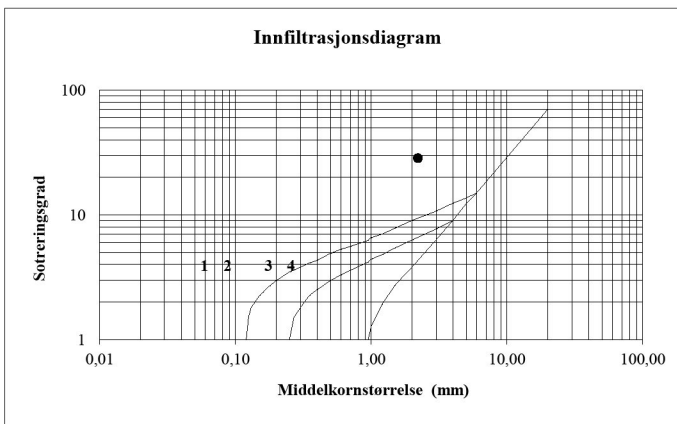


Fraksjon	%
Stein > 60	
Grus (g) 20 - 60	4,6
Grus (m) 6 - 20	23,2
Grus (f) 2 - 6	24,2
Sand (g) 0,6 - 2	26,1
Sand (m) 0,2 - 0,6	10,3
Sand (f) 0,06 - 0,2	2,6
Silt (g) < 0,06	9,0
SUM	100,0

d 10	0,13
d 50	2,21
d 60	3,62

Sorteringsgrad = **28,4**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

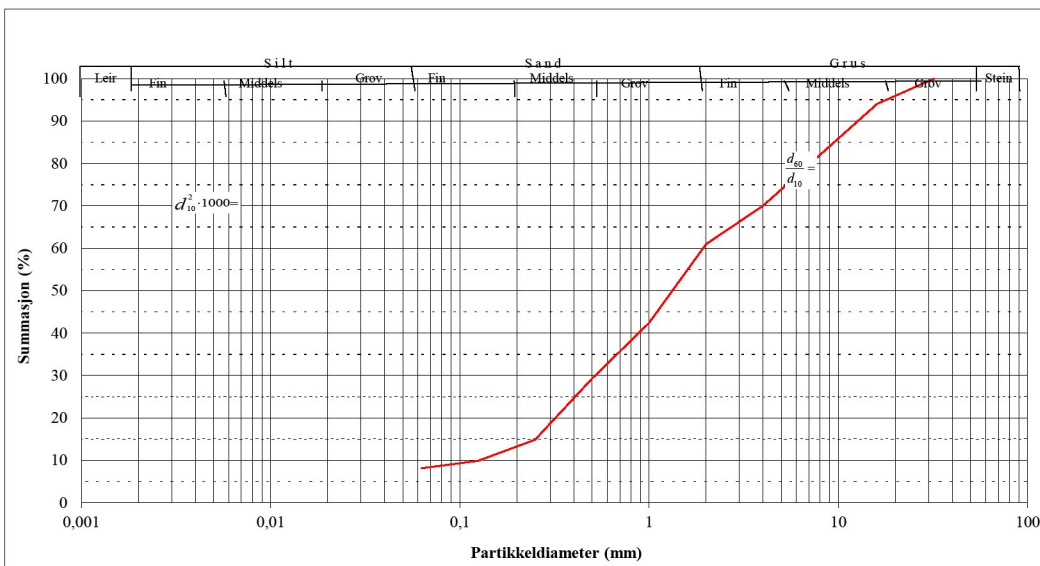


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210269

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-2
 Provedyp 18-21 m
 Dato for uttak 14.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	6,00
16	0,57	6,00	94	6,00	12,00
8	1,71	18,00	82	18,00	12,00
4	8,00	30,00	70	30,00	9,00
2	14,00	39,00	61	39,00	18,57
1	35,43	57,57	42	57,57	13,18
0,5	49,25	70,75	29	70,75	14,38
0,25	62,38	85,13	15	85,13	5,02
0,125	71,43	90,14	10	90,14	1,77
0,0630	76,74	91,91	8	91,91	8,09
	8,09	100,00			

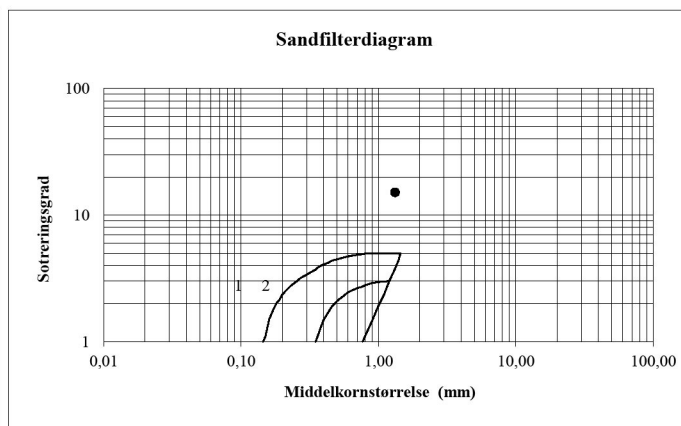
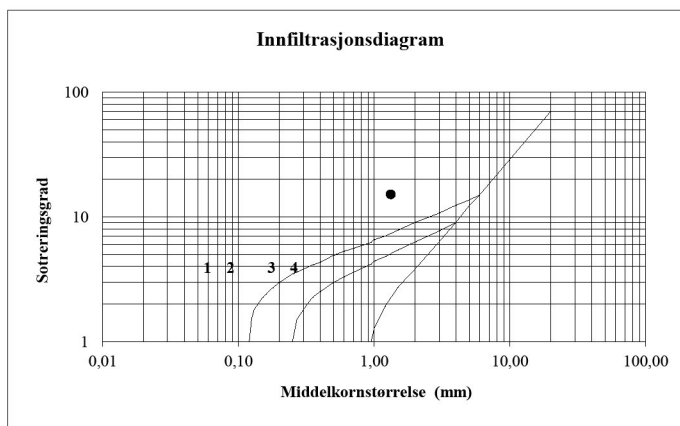


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	4,1
Grus (m)	6 - 20	18,9
Grus (f)	2 - 6	16,0
Sand (g)	0,6 - 2	28,3
Sand (m)	0,2 - 0,6	19,5
Sand (f)	0,06 - 0,2	5,3
Silt (g)	< 0,06	8,0
SUM		100,0

d 10	0,13
d 50	1,33
d 60	1,93

Sorteringsgrad = **15,1**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

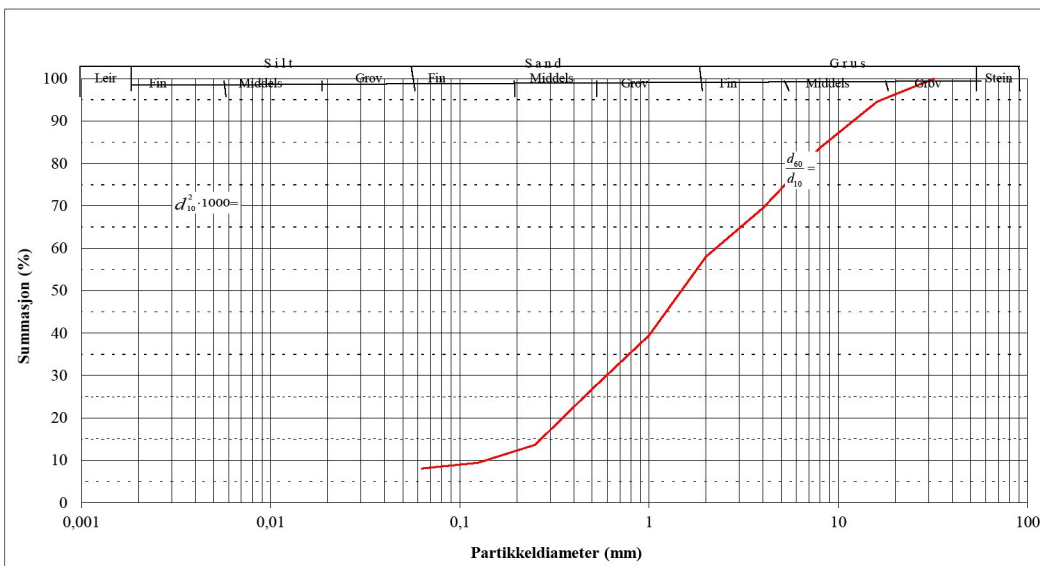


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210270

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-2
 Prøvedyp 21-24 m
 Dato for uttak 14.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	5,43
16	0,57	5,43	95	5,43	10,86
8	1,71	16,29	84	16,29	14,21
4	8,00	30,50	70	30,50	11,50
2	14,00	42,00	58	42,00	18,57
1	35,43	60,57	39	60,57	12,68
0,5	49,25	73,25	27	73,25	13,13
0,25	62,38	86,38	14	86,38	4,23
0,125	71,43	90,61	9	90,61	1,33
0,0630	76,74	91,94	8	91,94	8,06
	8,06	100,00			

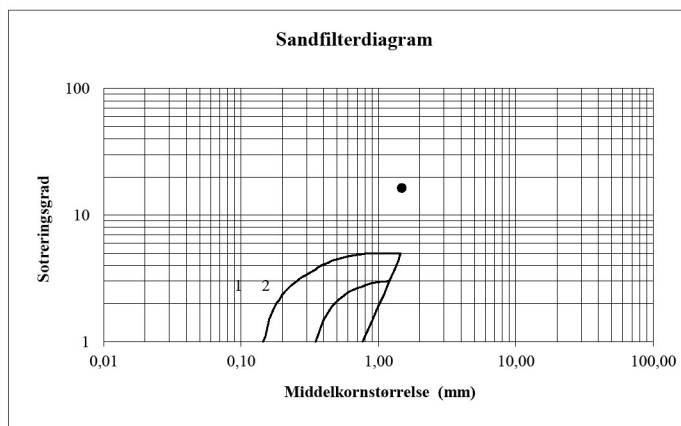
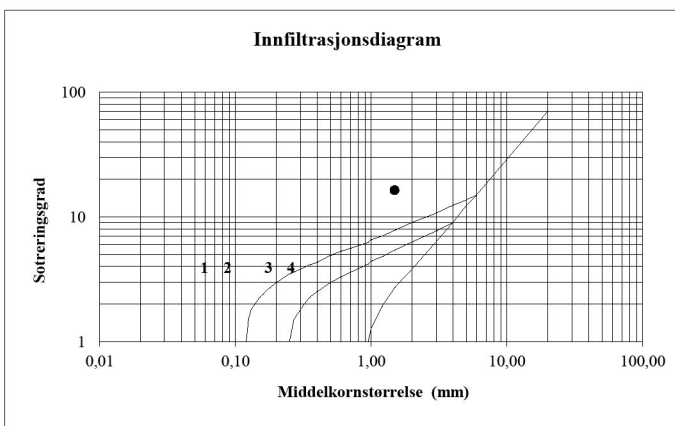


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	3,7
Grus (m)	6 - 20	18,5
Grus (f)	2 - 6	19,8
Sand (g)	0,6 - 2	27,9
Sand (m)	0,2 - 0,6	17,8
Sand (f)	0,06 - 0,2	4,3
Silt (g)	< 0,06	8,0
SUM		100,0

d 10	0,14
d 50	1,48
d 60	2,26

Sorteringsgrad = **16,3**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes

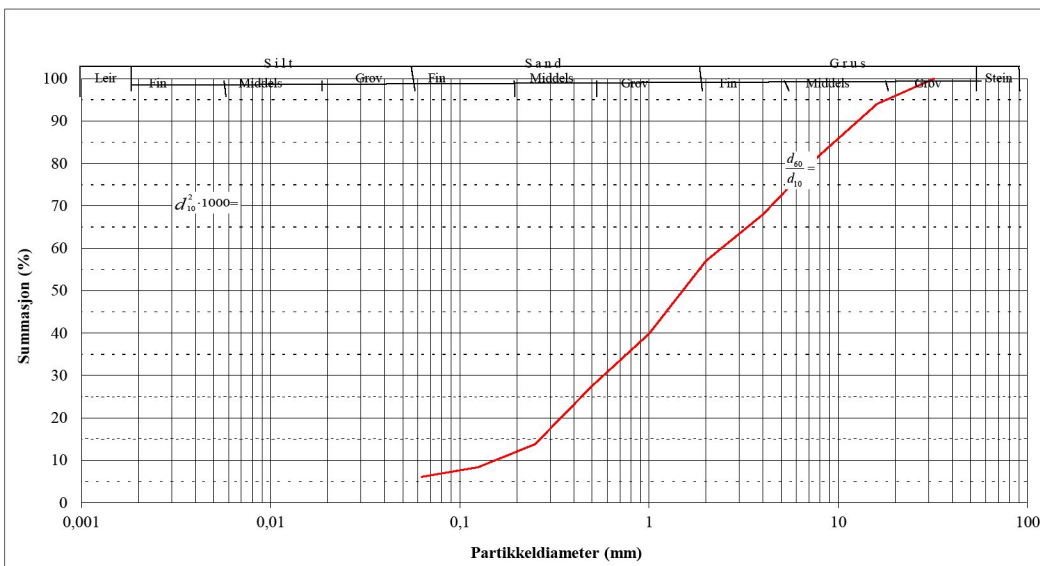


Kornfordelingsanalyse

Prøve navn/nr. 439-2013-05210271

Oppdragsgiver Asplan Viak AS
 Prosjekt nr. 532013 Grunnvann Otnes
 Provested Otnes, Ub-2
 Provedyp 24-27 m
 Dato for uttak 14.05.2013
 Analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS
 Merknader

Siktdiameter (mm)	Enkeltvekt	Sum.vekt	Summasjon (%)		%
32	0,00	0,00	100	0,00	6,00
16	0,57	6,00	94	6,00	12,00
8	1,71	18,00	82	18,00	14,00
4	8,00	32,00	68	32,00	11,00
2	14,00	43,00	57	43,00	17,14
1	35,43	60,14	40	60,14	12,36
0,5	49,25	72,50	28	72,50	13,75
0,25	62,38	86,25	14	86,25	5,43
0,125	71,43	91,68	8	91,68	2,21
0,0630	76,74	93,89	6	93,89	6,11
	6,11	100,00			

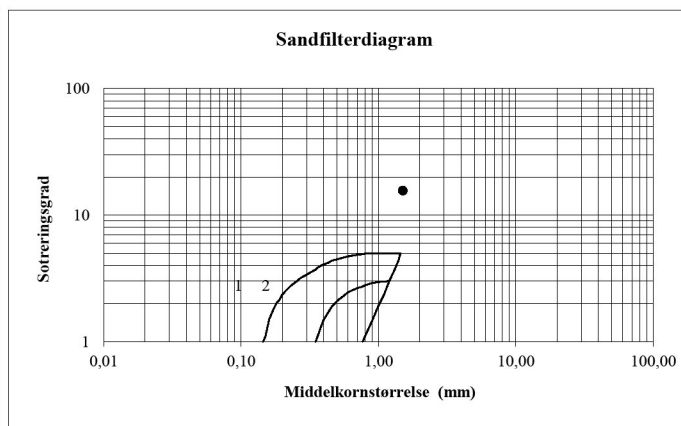
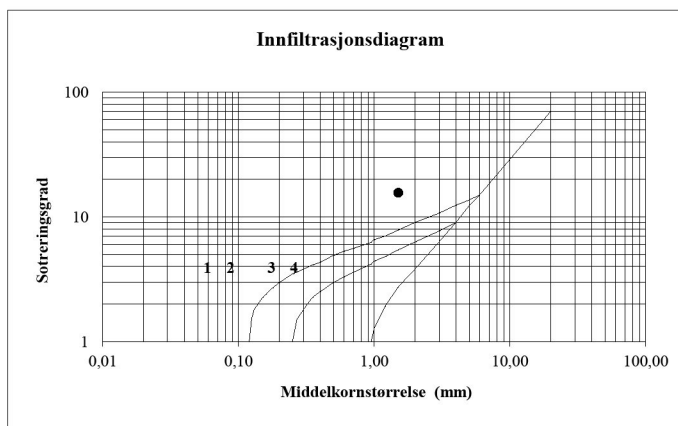


	Fraksjon	%
Stein	> 60	
Grus (g)	20 - 60	4,1
Grus (m)	6 - 20	19,7
Grus (f)	2 - 6	19,2
Sand (g)	0,6 - 2	26,2
Sand (m)	0,2 - 0,6	18,7
Sand (f)	0,06 - 0,2	6,1
Silt (g)	< 0,06	5,9
SUM		100,0

d 10	0,15
d 50	1,51
d 60	2,42

Sorteringsgrad = **15,6**

Permeabilitet = _____ Sorteringsgraden er større enn 5 og formelen kan derfor ikke benyttes



Vedlegg 2: Analyseresultater Ub-1, 21 og 39m

Asplan Viak AS
Postboks 6723
7490 TRONDHEIM
v/Rolf Forbord

Dato: 06.06.2013
Prøve: 2013-2666
ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 15.05.13

Analyseperiode: 15.05.13 - 06.06.13

2013-2666-1 d) Drikkevann

Tatt ut: 13.05.13

Kundemerking: Otnes, UB-1, 21 meter. Filtrert i felt

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Grensverdi
Fargetall, 410 nm	NS 4787	4		20
Kalsium ICP	NS-EN ISO 17294-2	6,19	mg Ca/L	
Natrium ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	1,21	mg Na/L	
Magnesium ICP	NS-EN ISO 17294-2	0,88	mg Mg/L	
Jern ICP	NS-EN ISO 17294-2	69,6	µg Fe/L	200
Mangan ICP	NS-EN ISO 17294-2	9,4	µg Mn/L	
ICP-5	ICP-MS	ok		
Klorid - Ionekrom. Filtrert	NS-EN ISO 10304-1	0,72	mg Cl/L	
Sulfat - Ionekrom. Filtrert	NS-EN ISO 10304-1	2,09	mg SO ₄ /L	

2013-2666-2 d) Drikkevann

Tatt ut: 14.05.13

Kundemerking: Otnes, UB-1, 39 meter. Filtrert på lab

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Grensverdi
Kalsium ICP	NS-EN ISO 17294-2	3,56	mg Ca/L	
Natrium ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	1,66	mg Na/L	
Magnesium ICP	NS-EN ISO 17294-2	1,04	mg Mg/L	
Jern ICP	NS-EN ISO 17294-2	40,3	µg Fe/L	200
Mangan ICP	NS-EN ISO 17294-2	6,9	µg Mn/L	
ICP-5	ICP-MS	ok		

Dato: 06.06.2013
Prøve: 2013-2666
ver 1

2013-2666-3

D) Drikkevann

Tatt ut: 14.05.13

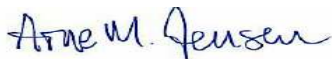
Kundemerking: Otnes, UB-1, 39 meter. Ufiltrert

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Grensverdi
pH, surhetsgrad	NS 4720	6,6		
Fargetall, 410 nm	NS 4787	9		20
Konduktivitet	NS ISO 7888	5,8	mS/m	
Turbiditet	NS-EN ISO 7027	74	NTU	4
Kalsium ICP	NS-EN ISO 17294-2	7,65	mg Ca/L	
Natrium ICP-MS	NS-EN ISO 17294-2	1,71	mg Na/L	
Magnesium ICP	NS-EN ISO 17294-2	1,37	mg Mg/L	
Jern ICP	NS-EN ISO 17294-2	986	µg Fe/L	200
Mangan ICP	NS-EN ISO 17294-2	25,5	µg Mn/L	
ICP-5	ICP-MS	ok		
Filtrering 0.45µm (Cl og SO4, TS)		ok		
Nitrat	NS-EN ISO 13395	890	µg N/L	
Klorid - Ionekrom. Filtrert	NS-EN ISO 10304-1	0,19	mg Cl/L	
Sulfat - Ionekrom. Filtrert	NS-EN ISO 10304-1	3,27	mg SO4/L	

D) I henhold til Forskrift om vannforsyning og drikkevann

Måleusikkerhet: Vi henviser til www.trondheim.kommune.no/analysesenteret eller ved henvendelse til laboratoriet.
Resultatene gjelder bare for prøvene i rapporten. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse.

Med hilsen



Arne Magnus Jensen
Fagleder
72 54 10 64



Camilla Moen
Ingeniør
72 54 10 68

Kopi til
Asplan Viak AS, Rolf Forbord, v/Rolf Forbord (E-mail)