

Sel Kommune

THOØYA GRUNNVANNSANLEG TEKNISK PLANBESKRIVELSE

Beskrivelse av brønnområdet, begrunnelse for
lokalisering, flomsikring, geologiske og
hydrologiske vurderinger. Vannkvalitet.

Dato: 05.06.2018
Versjon: 01

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Sel Kommune
Tittel på rapport:	Thoøya grunnvannsanleg
Oppdragsnavn:	Thoøya grunnvannsanlegg Reguleringsplan
Oppdragsnummer:	613376-01
Utarbeidet av:	Rolf Forbord og Marit Heier Amundsen
Oppdragsleder:	Nils-Ener Lundsbakken
Tilgjengelighet:	Åpen

Innhold

1. INNLEDNING	3
1.1 Om søkeren.....	3
1.2 Begrunnelse for tiltaket	4
1.3 Tidligere behandling etter vannressursloven og andre planer.....	5
1.4 Geografisk plassering av tiltaket.....	5
2 BESKRIVELSE AV TILTAKET	8
2.1 Flomsikring av brønnområdet og eksisterende brønner	8
2.2 Beskrivelse av grunnvannsbrønner.....	1
2.3 Beskrivelse av grunnvannsmagasinet, geologi og nedbørfelt	5
2.3.1 Geologi og grunnforhold.....	5
2.3.2 Nedbørfelt og lavvannsføring	10
2.4 Beskrivelse av grunnvannsmagasinet, Hydrogeologiske forhold	11
2.4.1 Magasintype og naturlig nydannelse.....	11
2.4.2 Strømningsforhold, senkning og influensområde	12
2.4.3 Brønncapasitet dokumentert under prøvepumping	14
2.4.4 Hydrauliske beregninger og vannbalansebetraktninger	16
2.4.5 Grunnvannsmagasinet's sårbarhet.....	17
2.4.6 Beskyttelsesplan (sonegrenser med aktivitetsregulerende bestemmelser)	18
2.5 Vannkvalitet under prøvepumping.....	21
2.5.1 Mikrobiologisk kvalitet	22
2.5.2 Fysisk-kjemiske parametere	23
REFERANSER OG GRUNNLAGSDATA.....	29

1. INNLEDNING

Etablering av nytt grunnvannsanlegg med den kapasiteten som er ønskelig ved Thoøya er konsesjonspliktig iht. vannressursloven, men det legges til grunn at tiltaket kan fritas fra konsesjonskrav jf. samordningsbestemmelsen i vannressursloven § 20 d. Tiltaket omsøkes gjennom reguleringsplan som hjemler tiltaket. Krav til dokumentasjon i reguleringsplanen er derfor noe utvidet sammenliknet med hva som vil være tilfelle ved en «standard» reguleringsplan. Hensikten med dette dokumentet er derfor å presentere en mer teknisk beskrivelse av tiltaket, herunder behovet for nytt grunnvannsanlegg, bakgrunn for lokalisering, naturgitte forhold ved planområdet og en nærmere beskrivelse av planlagt utbygging.

Konsekvensutredning for tiltaket (tiltakets konsekvenser for allmenne interesser) er presentert i planbeskrivelsen.

1.1 Om søkeren

Tabell 1. Formål med søknad og informasjon om tiltakshaver med mere.

Formål	Gjennom reguleringsplan søkes det om tillatelse til et kontinuerlig uttak på inntil 50 l/s fra grunnvannsbrønner ved Thoøya vest for Otta sentrum. Grunnvannsforekomsten skal fungere som en supplerende hovedkilde for Otta vannverk i tillegg til den eksisterende grunnvannskilden på Selsverket.	
Tiltakshaver	Sel kommune	
Tiltakets navn	Thoøya grunnvannsanlegg	
Adresse	Sel kommune, Sel rådhus, Botten Hansens gate 9, 2670 Otta	
Vassdrag	Nedbørsfelt: Ottaelva Vassdragsnr 002.DHA2	
Organisasjonsnummer	939617671	
Søker/kontaktperson	Sel kommune	Bjørn Aabakken 977 38 314 bjorn.aabakken@sel.kommune.no
Rådgiver/ Kontaktpersoner	Asplan Viak AS Hotellgata 2 7500 Stjørdal	Rolf E. Forbord (Hydrogeologi, grunnvann) 99 58 78 82 rolfe.forbord@asplanviak.no Nils-Ener Lundsbakken (Reguleringsplan og KU) 90 51 97 01 nilse.lundsbakken@asplanviak.no

Med bakgrunn i geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser utført av NGU i 1988 og Asplan Viak AS i mars 2007, ble det i august 2007 etablert 2 stk. fullskala produksjonsbrønner ved Thoøya vest for Otta sentrum.

Langtidsprøvepumping med uttak av 58 l/s (209 m³/t) ble deretter utført i perioden 20. mai 2009 til 8. oktober 2009. Kapasitets- og vannkvalitetsutviklingen var meget tilfredsstillende under

prøvepumpingsperioden. Grunnvannsbrønnene ved Thoøya leverer et bakteriefritt og krystallklart grunnvann av meget god og stabil kvalitet ved et kontinuerlig uttak på 58 l/s.

Det er også laget en klausuleringsplan for å sikre grunnvannsmagasinet mot forurensing.

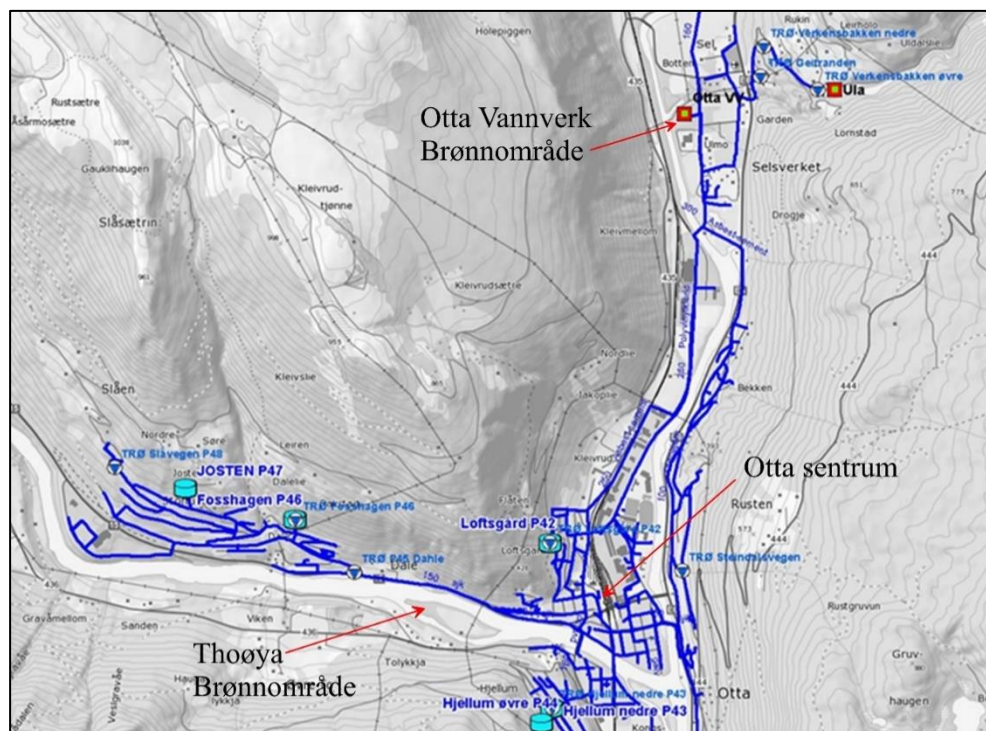
Denne søknaden omhandler uttaket fra brønnene ved Thoøya. Resultatene fra de utførte undersøkelsene og dokumentasjon fra prøvepumpingen danner grunnlaget for søknaden utarbeidet av Asplan Viak. Asplan Viak har også utarbeidet et skisseprosjekt og forprosjekt med funksjonsbeskrivelse av det nye grunnvannsanlegget (dimensjoneringsforutsetninger, vannbehandling, trasevalg for vannledninger, håndtering av avløp i spredt bebyggelse).

1.2 Begrunnelse for tiltaket

Gjennom arbeidet med ROS-analyse for vannverkene i Sel kommune og deretter Hovedplan for vann og avløp (begge Asplan Viak), kom det fram at det var behov for å etablere en supplerende grunnvannskilde for Otta vannverk i tillegg til eksisterende grunnvannskilde på Selsverket.

Grunnvannsforekomsten ved Thoøya skal derfor bygges ut som supplerende hovedkilde for Otta vannverk. Dette grunnvannsmagasinet har en meget gunstig beliggenhet, både i forhold til forsyningsområdet og eksisterende ledningsnett. Brønnområdet ligger kun 950 meter vest for sentrum og eksisterende ledningsnett ved Apotekerbrua.

Etablering av grunnvannsanlegg i motsatt ende av ledningsnettet i forhold til eksisterende kilde på Selsverket medfører i tillegg en enorm forbedring mht. sikkerhet i forhold til store ledningsbrudd etc. (2-sidig forsyning), og forenkler nødvendig utskifting og vedlikehold av eksisterende ledningsnett (lite bassengkapasitet, klimaendringer, flom, ras).



Figur 1. Kartutsnitt med eksisterende vannledninger, brønnområdet på Thoøya (nytt) og på Selsverket.

De to grunnvannsmagasiner er forskjellige mht. kapasitet ved tørke og sårbarhet ved storflom. Grunnvannsmagasinet ved Selsverket mates i stor grad fra sideelva Ula, og er derfor noe sårbart mht. langvarige tørkeperioder (enten tørre somre eller ved lange kuldeperioder vinterstid). Dette magasinet er robust mht. til flom.

Det nye grunnvannsanlegget ved Thoøya er i langt mindre grad påvirket av tørkeperioder (Ottaelva har et meget stort nedslagsfelt), men vesentlig mer sårbart ved storflom. I en normalsituasjon skal begge grunnvannsanlegg forsyne Otta med grunnvann (50/50). I tørkeperioder eller ved storflom kan fordelingen mellom dem justeres etter situasjonen.

I tillegg er det eksisterende grunnvannsanlegget/magasinet ved Selsverket (Otta vannverk) under press. De siste årene har man blant annet sett eksempel på dette i forbindelse med kraftutbygging i Ula. Her har Sel kommune havnet i en unødvendig usikker situasjon med hensyn til forsyningssikkerheten.

Kraftutbyggingen av Ula elv vil kunne påvirke kildekapasiteten til Otta vannverk. Asplan Viak AS gjorde i 2011 en vurdering av forsyningssikkerheten i forbindelse med planer for kraftutbyggingen i Ula, samt utvidelse av kirkegård og P-plass innenfor beskyttelsessone 2 (Forbord, 2011). Ut fra de hydrogeologiske forholdene ble det konkludert med at etablering av kirkegård kunne gjennomføres, men at parkeringsplass burde etableres utenfor sone 2.

Planer om kraftutbygging i Ula, som berører sikringssone 2 og 3, ble frarådet. Til tross for dette ble det sendt inn konsesjonssøknad fra Ula Kraft AS hvor følgende ble oppgitt «Tiltaket forventes å påvirke grunnvannet i liten negativ grad og konsekvensen blir ubetydelig» (Gederaas & Hovi, 2014). Vedtak om konsesjon ble fattet av NVE 18.12.2013. Mattilsynet har i brev av 09.04.2014 kommet med innsigelse til vedtaket, da de ikke har vært høringspart i saken eller fått kjennskap til saken før i møte med Sel kommune 20.03.2014 (etter at vedtaket var fattet). Hvor saken står i dag er ikke kjent, men kraftutbyggingen er ikke kommet i gang ifølge Sel kommune.

1.3 Tidligere behandling etter vannressursloven og andre planer

Tiltaket ved Thoøya er ikke tidligere vurdert etter vannressursloven. Utbygging av Thoøya grunnvannsanlegg er vedtatt som et hovedtiltak i hovedplan for vannforsyning og avløp i Sel kommune 2015-2024. Selve brønnområdet og sone-1 er definert til LNFR-område i kommuneplanens arealdel. De utarbeidede beskyttelsessoner er tatt inn som sikringssoner (områder for grunnvannsforsyning) i arealdelen. Man er i ferd med å utarbeide regulerings-plan for sone-0, 1 og 2. Det foreligger ikke informasjon om vern eller andre bestemmelser innenfor det aktuelle tiltaksområdet (eksempelvis vern etter kulturminneloven, naturmangfoldloven, verneplan for vassdrag, INON).

1.4 Geografisk plassering av tiltaket

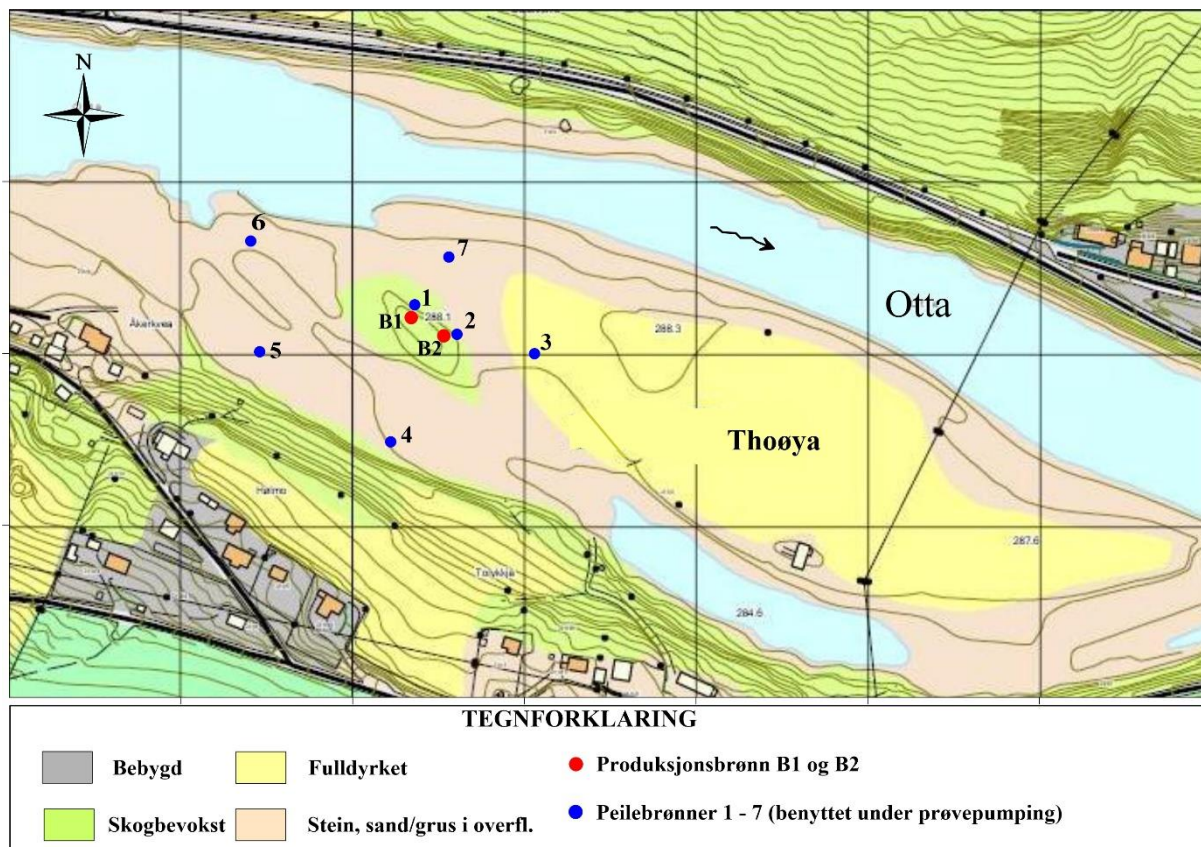
Brønnene er etablert på en liten skogbevokst gruskolle rett vest for selve Thoøya i Sel kommune i Oppland fylke, se figur 2 og 3. Brønnene er plassert 60m sør for Otta-elva og 1500m fra Otta-elvas samløp med Gudbrandsdalslågen.



Figur 2. Flybilde med brønnområdet ved Thoøya vest for Otta sentrum.

Selve Thoøya er ei grusøy som ligger sør for riksveg 15 og Ottaelva sitt hovedløp, og 950 meter vest for Otta sentrum, se figur 2. Storparten av øya består av en flate med dyrket mark (grasproduksjon) hvor terrenget ligger på kote 287,7-288,4. Sør for øya går det et flomløp, hvor vestre del er tørrlagt ved normal vannføring.

Gruskollen med toppflate på kote 288,3 hvor brønnene er plassert, ligger rett vest for Thoøya. Sør for flomløpet stiger terrenget raskt innover mot fylkesvegen. Skråningen er dels skogbevokst og dels oppdyrket. Deler av området er bebygd, blant annet finner man en campingplass med kiosk og utleiehytter inntil flomløpet vest for Thoøya. Forskjellige arealtyper fremgår tydelig av figur 3.



Figur 3. Kartutsnitt med plassering av produksjonsbrønner og peilebrønner vest for Thoøya.

2 BESKRIVELSE AV TILTAKET

2.1 Flomsikring av brønnområdet og eksisterende brønner

Brønnområdet er flomutsatt, og terrenget rundt brønntoppene må bygges opp. I følge TEK 17 skal nye tekniske installasjoner bygges slik at de ikke oversvømmes av en 1000 års flom. Brønntoppene plasseres i betongkummer hvor man etterpå fyller på masser rundt og plastrer med stein.

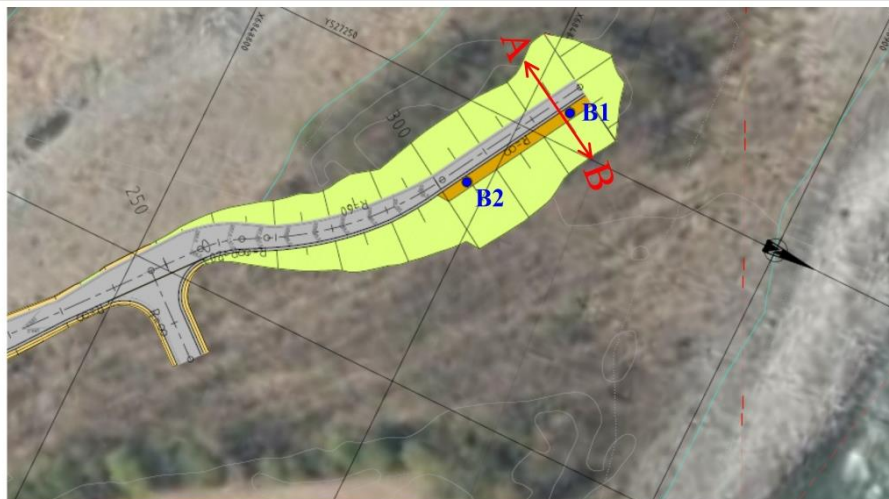
Høyde på eksisterende brønntopper i NN2000 er for B1: 289,86 moh og B2: 289,48moh. Dette betyr at B1 er høyt nok over estimert 1000-års flom (0,334m), mens B2 må forlenges med 0,38 m til 289,86. Når begge brønntopper har denne høyden kan bunnen i brønnkummene etableres over estimert 1000 års flom.

Terrenget rundt brønnene heves med morene eller grus, og brønntoppene plasseres i betongkummer, hvor man etterpå fyller på masser og plastrer med stein, som erosjonssikring og sikring ved isgang (se skisse av flomsikring i Figur 5). Dette gjøres på en slik måte at man lager en ryggform som i liten grad stikker seg ut i området, og i tillegg er gunstig mht. til strømningsforhold under en storflom. Trær og øvrig vegetasjon mot elva og flomløpet beholdes så langt det er mulig, se Figur 4. Dette både for at inngrepet skal vises minst mulig, og for å unngå inngrep som kan medføre erosjon. Ryggformen utføres slik at man kan kjøre på vollen ved tilsyn av brønner, ved skifte av pumper, rehabilitering av brønner mm.

Ryggformen rundt brønnkummene blir ca. 50 meter lang og 20 meter bred, og med en høyde på 2,4 meter i forhold til eksisterende terreng.



Figur 4. 3D-visualisering av adkomstvei og ryggform som utgjør flomsikring rundt brønnene.



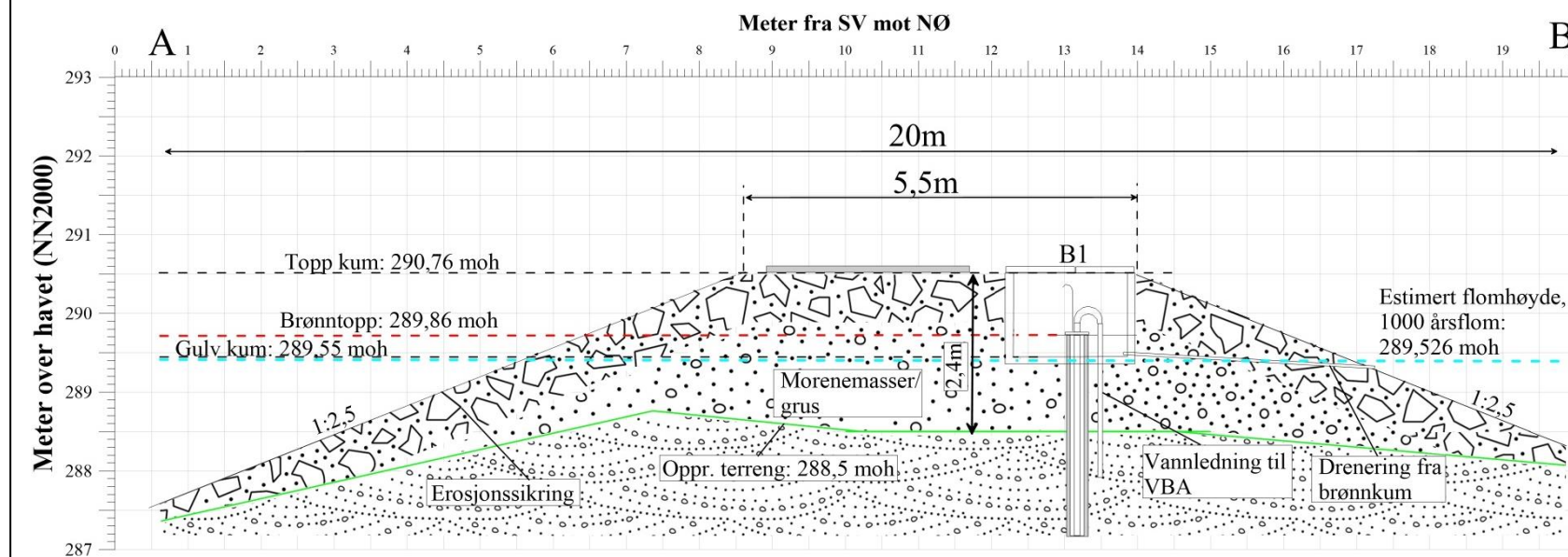
Forprosjekt Thoøya **Prinsippskisse flom og erosjonssikring**

Tegnet av:
Rolf E. Forbord

Dato:
7.2.2018

asplan viak

Stjørdal



Figur 5. Prinsippskisse flom og erosjonssikring med estimert flomhøyde 1000 årsflom. Brønner, omfang av sikring og plassering av profil A-B sees på flybildet.

Brønntoppene skal ha høyden 289,86 moh, som er 0,33 meter høyere enn estimert 1000 års flom.

Dette forutsetter at det rustfrie brønnrøret i B2 forlenges med 0,38m. I tillegg skal selve brønntoppene utstyres med tett brønnhodesikring med vanntette gjennomføringer for pumpeledning, strømkabel og trykkmåler. Toppene utstyres med lufting høyere enn brønntoppen, og selve brønnen innebygges i kum. I tillegg er bunnen av brønnkummene plassert slik at de akkurat er over 1000 års flomnivået.

Topp brønnrør i rustfritt stål er i dag avsluttet 1,3m (B1) og 1,2m (B2) over eksisterende terreng. I B1 kappes Føringrøret 15 cm under topp rustfritt rør, slik at det blir mulig å sveise på en flens på selve brønnrøret, se Figur 6. I B2 skjøtes det på med 0,38m rustfritt stålrør (273/267mm). Deretter sveises det på en flens i rustfritt stål på begge brønntopper. Det legges pakning rundt flens, og brønnlokk i rustfritt stål med vanntette gjennomføringer skrues ned på flensen, se eksempel i Figur 7.

Brønnhattene skal utstyres med 90° bend

Selve brønnlokket skal ha tette og gjengede gjennomføringer/koblinger for 1) trykkrør fra pumpe, 2) strømkabel, 3) varerør for trykkmåler, og 4) gjenget gjennomføring for tilkopling av lufting høyere enn brønntoppen. I tillegg kan brønnlokket med fordel utstyres med "øyer" for feste for stroppe eller wire for senere opptrekk/ bytting av pumper.



Figur 6. Eksisterende B1 ved Thoøya. Føringrør i kant med brønnrør.



Figur 7. Eksempel hvor føringrøret er kappet og det er monter flens og brønnhodesikring med gjennomføringer.

«Som bygget tegning» av B1 med eksakt plassering av pumpe og trykkmåler under rørtopp sees i Figur 8. I Figur 9 sees tilsvarende for B2, men her har man hevet brønntoppen 0,38m i forhold eksisterende, slik at denne tegningen viser brønnen og pumpeplassering etter at tiltaket er utført.

2.2 Beskrivelse av grunnvannsbrønner

Thoøya grunnvannsnett vil bli et av to kommunale grunnvannsnett som skal forsyne Otta vannverk. Grunnvann fra magasinet ved Thoøya vil produseres fra to løsmassebrønner, se figur 3. Brønn-1 og 2 ble etablert i august 2007 av Nordenfjeldske Brønn- og Spesialboringer AS. Feltledelse og kvalitetskontroll ble utført av Asplan Viak AS.

Dimensjonerende vannmengde for Otta vannverk er 46 l/s ($Q_{maksdøgn}$). I en normal-situasjon (begge vannverk) i drift vil brønnene på Thoøya levere halve vannmengden, 23 l/s. Hvis grunnvannsnettet på Selsverket må settes ut av drift, vil brønnene kunne levere hele mengden alene. Brønn 1 og 2 er begge totalt 19 meter dype målt i fra rørtopp, med inntaksdel (filter) fra hhv 10,7-16,7 og 10,8-16,8 meter under terreng.

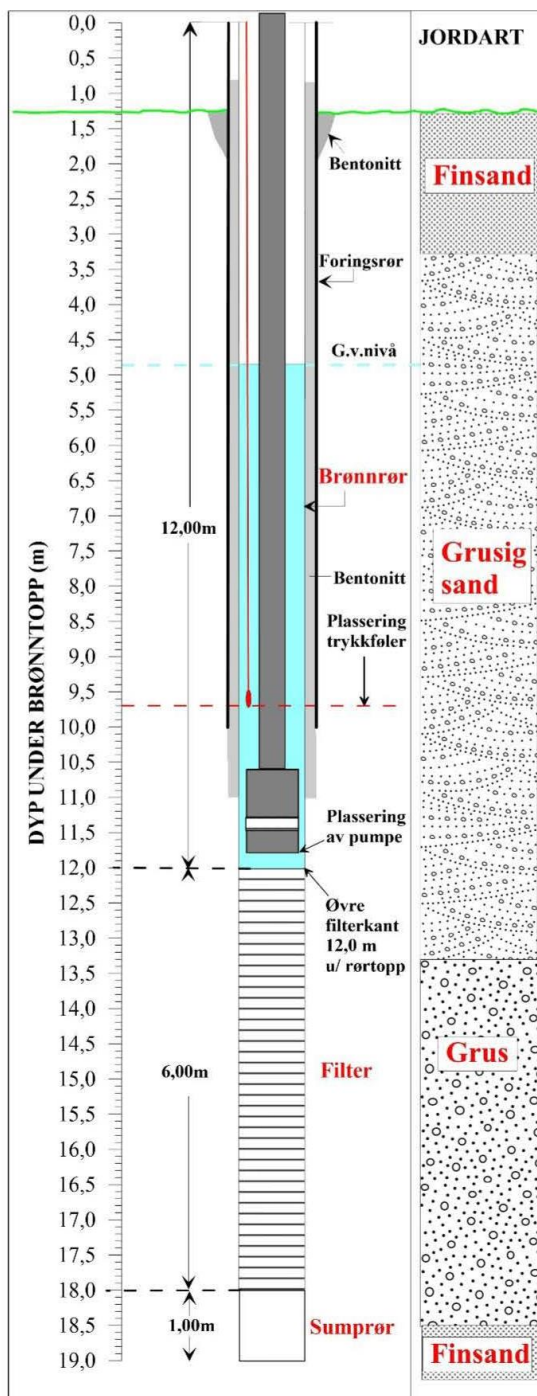
Tabell 2. Brønnspesifikasjoner.

	Brønn 1	Brønn 2
Koordinater (UTM 33)	X: 210876,73 Y: 6860953,02	X: 210894,1 Y: 6860940,81
Brønntopp (moh)	289,86	289,86 (etter heving)
Brønnrør	273/267 mm i rustfritt stål	273/267 mm i rustfritt stål
Filter	273/255 mm kontinuerlig slissefilter i rustfritt stål, beiset utførelse.	273/255 mm kontinuerlig slissefilter i rustfritt stål, beiset utførelse.
Filterlengde og slissebredde	6m, 1,2mm slissebredde	6m, 1,2mm slissebredde
Filterplassering	12-18m u/brønntopp 10,7-16,7m u/ terreng	12,38-18,38 m u/brønntopp 10,8-16,8 m u/terreng
Sumprør	18-19m u/ brønntopp	18,38-19,38 m u/ brønntopp
Grunnvannsspeil (m under overflaten)	3,5-4,5m	3,5-4,5
Brønn i løsmasse eller fjell	Løsmasser	Løsmasser
Spesifikk kapasitet (l/s pr. meter senking)	23,9	17,0
Maks. uttak (l/s)	25	25
Normalt uttak (l/s)	11,5	11,5
Ev. annet		

Detaljerte «Som bygget» tegninger fremgår av figur 4. Her finnes all informasjon om brønnene (materialer, dimensjoner), spesifikk kapasitet, kritisk hastighet gjennom filter, plassering av pumper, varerør for senere montering av trykkløpere med mer.

For å hindre vertikal strømning langs brønnrøret er føringsrøret satt igjen som sikring fra 2 meter over øvre filterkant og til brønntoppen. Det er sikret med bentonitt mellom føringsrøret og brønnrøret. Det er også lagt en kile med bentonitt rundt føringsrøret ved terrengoverflaten.

BRØNNSPESIFIKASJONER FOR PRODUKSJONSRØNN 1 Thoøya i Sel kommune	
BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	August 2007
TOTAL DYBDE	19 m u/ topp brønnrør
B1	17,7 m u/ terreng
Topp rør -terreng:	B1=1,3m
Høyde brønntopp	B1: 289,86
SPESIFIKK KAPASITET	B1: 23,9 l/s pr. m senkning
BRØNNRØR	
Godskvalitet	Rustfritt stål
Diameter	273/267 mm
Lengde	12,0 m u/ topp brønnrør
Føringsrør	323 mm
FILTER	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse
Godskvalitet	Rustfritt stål
Diameter	273/255 mm
Lengde	6,0 meter
Slissebredde	1,2 mm
Perforasjon	ca. 35 %
Kritisk hastighet gjennom filter	3 cm/s. Teoretisk maksimal kapasitet 53 l/s
Plassering	12,0 -18,0 m u/ brønntopp
B1	10,7-16,7 u/ terreng
SUMPRØR MED TETT BUNN	
273/267mm rustfritt stål, 18-19m u/ brønntopp	
SENKPUMPE	
Fabrikat	
Typebetegnelse	
Vekt/Diameter	
Lengde	
Kapasitet	
Effektbehov	
Pumpeplassering	Bunn pumpe plasseres 11,8 m u/ brønntopp
Plassering av trykkføler	Varerør for trykkføler ned til 9,7 meter u/ topp
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	Nordenfjeldske Brønn- og Spesialboringer AS



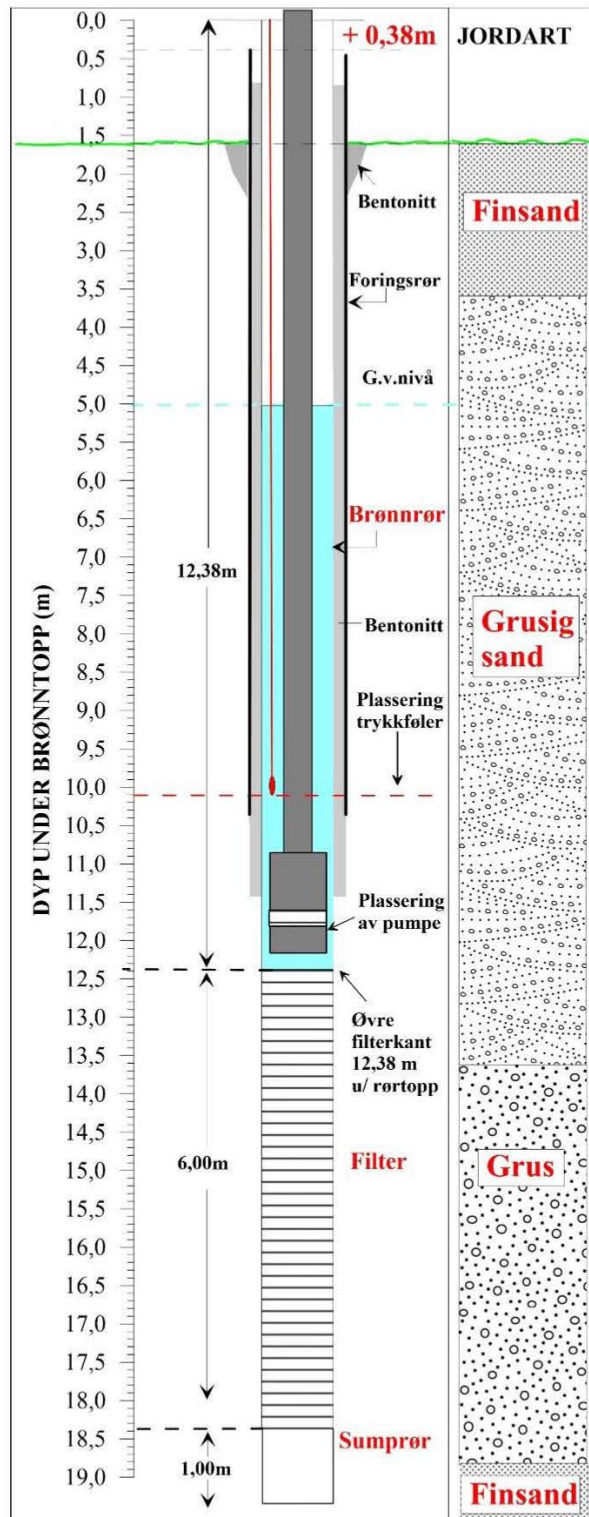
Grunnvannsbrønner ved Thoøya B1 (som bygget, versjon 2)

Tegnet av: Rolf E. Forbord
Dato: 7.2.2018

asplan viak Trondheim

Figur 8. Detaljerte brønnspeifikasjoner for B1, pumpeplassering, varerør for trykkføler mm.

BRØNNSPESIFIKASJONER FOR PRODUKSJONSRØNN 2 etter heving av brønntopp (0,38)Thoøya Sel kommune	
BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	August 2007
TOTAL DYBDE	19,38 m u/ topp brønnrør
B2	17,8 u/ terreng
Topp rør -terreng:	$B2=1,2 + 0,38=1,58\text{m}$
Høyde brønntopp	B1: 289,86 (etter heving)
SPESIFIKK KAPASITET	B2: 17 l/s pr. m senkning
BRØNNRØR	
Godskvalitet	Rustfritt stål
Diameter	273/267 mm
Lengde	12,38 m u/ topp brønnrør
Føringsrør	323 mm
FILTER	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse
Godskvalitet	Rustfritt stål
Diameter	273/255 mm
Lengde	6,0 meter
Slissebredde	1,2 mm
Perforasjon	ca. 35 %
Kritisk hastighet gjennom filter	3 cm/s. Teoretisk maksimal kapasitet 53 l/s
Plassering	12,38 -18,38 m u/ brønntopp
B2	10,8-16,8 u/ terreng
SUMPRØR MED TETT BUNN	
273/267mm rustfritt stål, 18,38-19,38m u/ topp	
SENKPUMPE	
Fabrikat	
Typebetegnelse	
Vekt/Diameter	
Lengde	
Kapasitet	
Effektbehov	
Pumpeplassering	Bunn pumpe plasseres 12,18 m u/ brønntopp
Plassering av trykkføler	Varerør for trykkføler ned til 10,1meter u/ topp
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	Nordenfjeldske Brønn- og Spesialboringer AS



Grunnvannsbrønner ved Thoøya B2 etter heving av brønntopp

Tegnet av: Rolf E. Forbord Dato: 7.2.2018

asplan viak Trondheim

Figur 9 Detaljerte brønnspecifikasjoner for B2, pumpeplassering mm. etter planlagt heving av brønntopp.

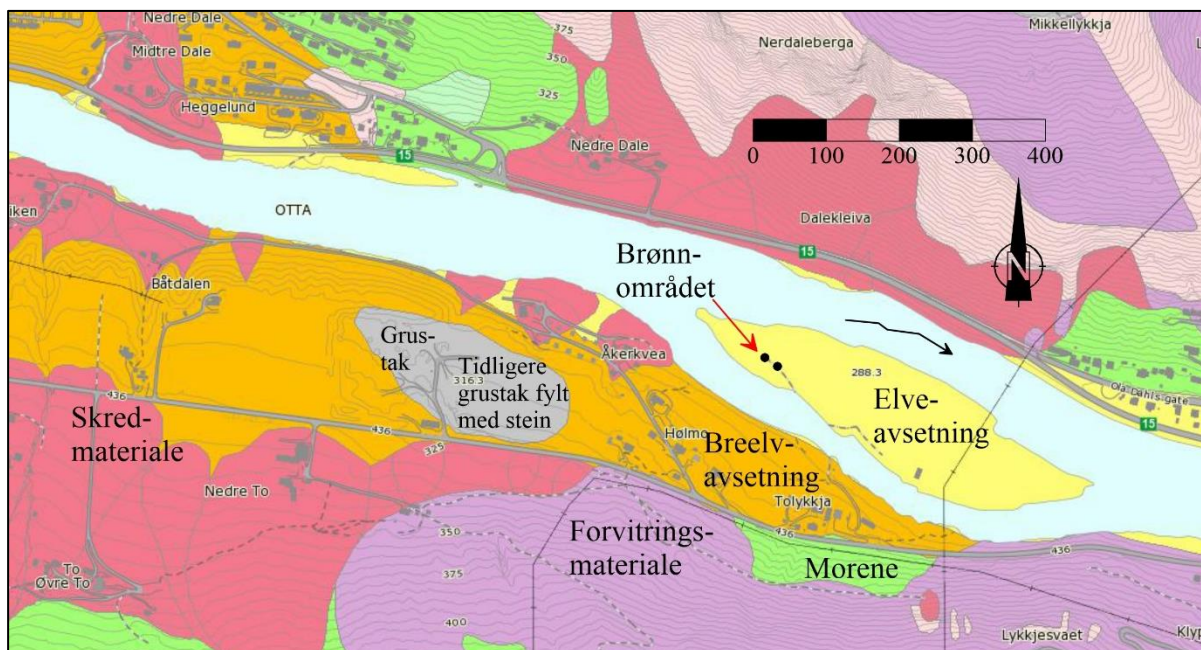


Figur 10. Produksjonsbrønn-1 ved Thoøya. Bildet er tatt under prøvepumping i 2009.

2.3 Beskrivelse av grunnvannsmagasinet, geologi og nedbørfelt

2.3.1 Geologi og grunnforhold

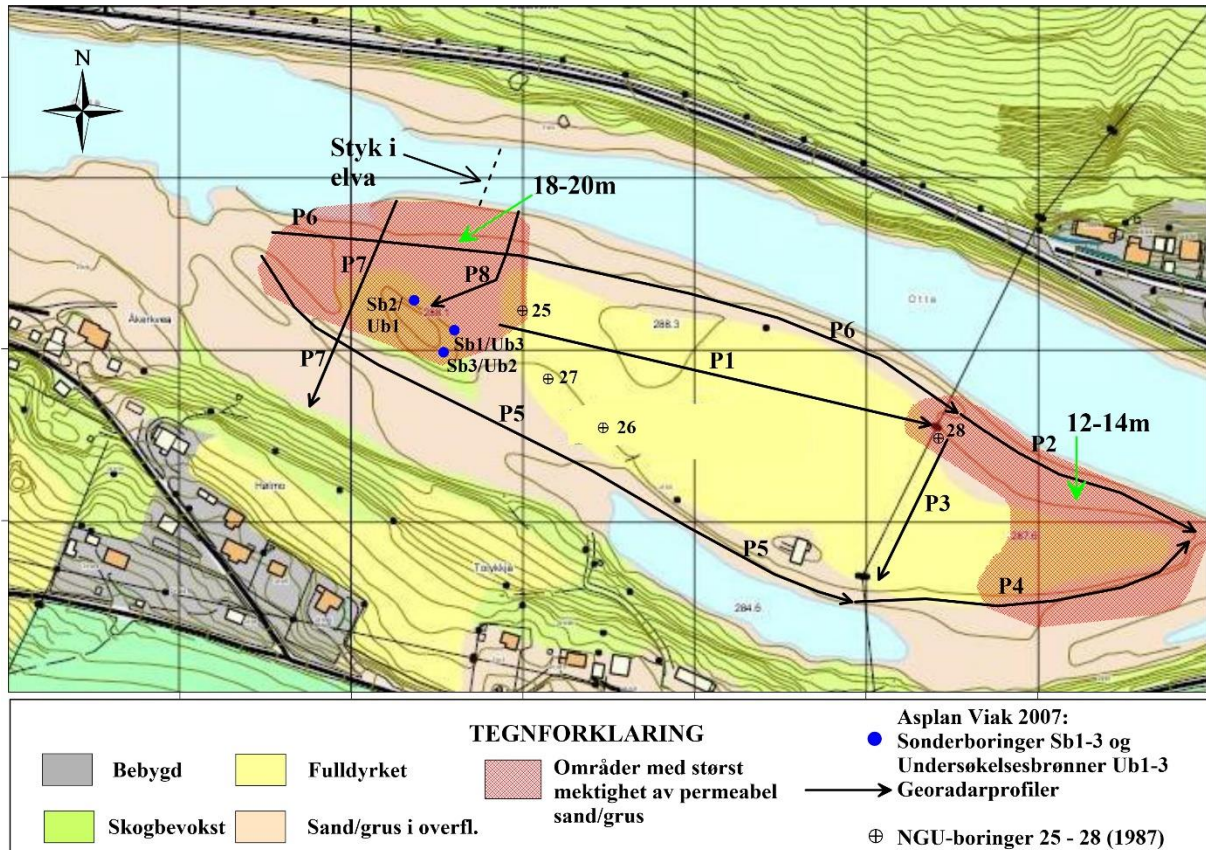
Løsmassene i brønnområdet er elveavsetninger (sand og grus), som overlager eldre breelavsetninger, se Figur 11. I lisen sør for fylkesveien finner man morene og forvittringsmateriale. I flomløpet sør for Thoøya/brønnområdet er det mye stein i overflaten, se Figur 12.



Figur 11. Kvartærgeologisk kart med brønnområdet (www.ngu.no).



Figur 12. Elveøra sett fra vest (brønnområdet til venstre i bildet). Steinige masser i overflaten. Både georadarmålinger og sonderboringer utført av Asplan Viak i 2007, viser at det er størst mektighet av grusige permeable sedimenter i vestenden av Thøya og vestover forbi nordsiden av gruskollen hvor brønnene er plassert (18-20 meter med sand og grus over finsand/silt, se Figur 13).



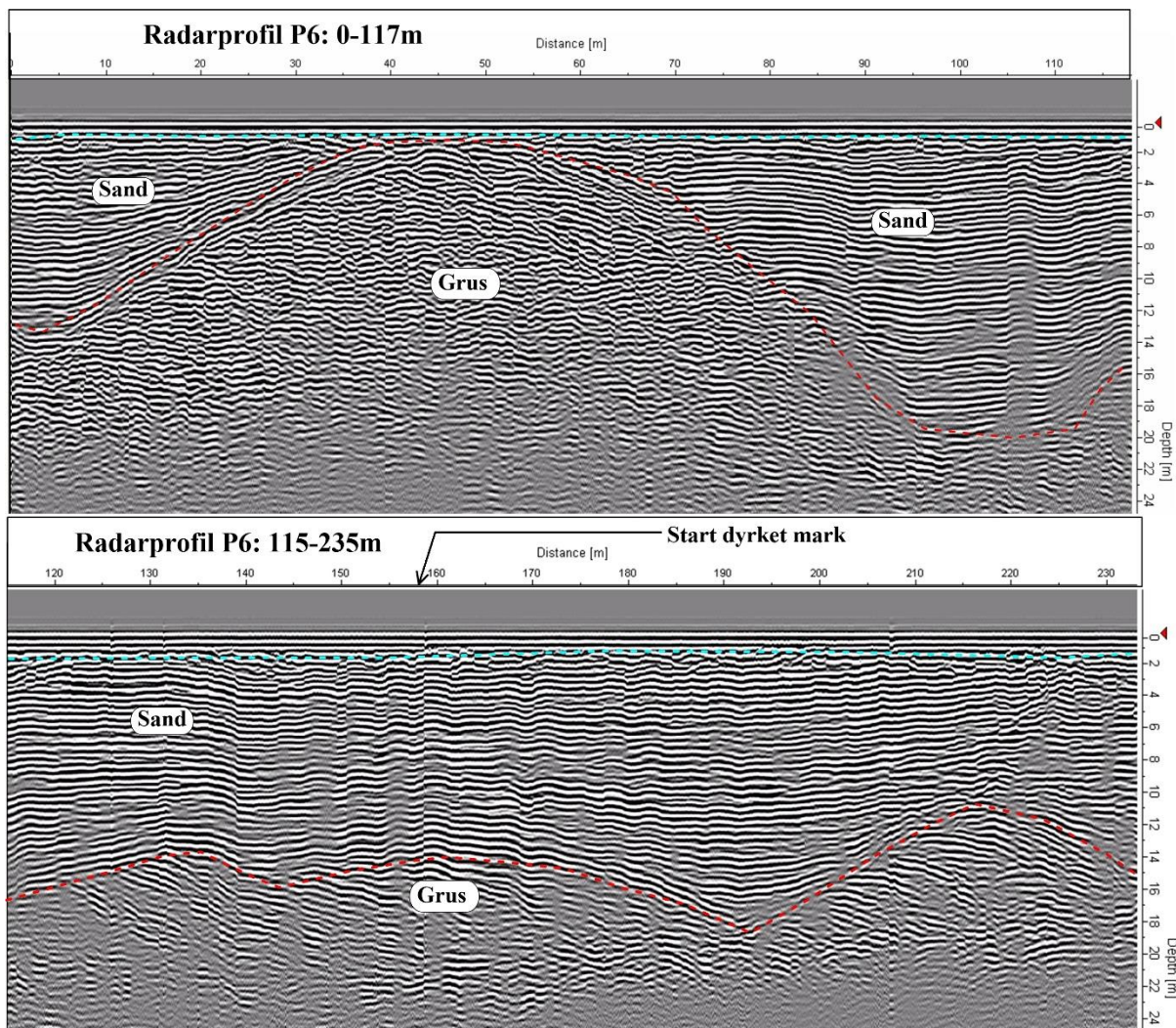
Figur 13. Kartutsnitt med utvalgte radarprofiler og boringer/undersøkellesbrønner fra 2007 og 1987 (NGU)

Undersøkelsene viser at mektigheten av sand og grusmasser over fjell eller mer finkornige sedimenter varierer fra ca. 20 til 6-7 meter i området. Mektigheten er størst fra vestenden av Thoøya og vestover forbi nordsiden av den lille gruskollen. Minst mektighet over antatt fjell er påvist i siste del av radarprofil P7, siste del av P5 og første halvdel av P4. Minst mektighet med permeable sedimenter er dermed påvist i østre del av flomløpet sør for Thoøya. I østenden av øya øker mektigheten av grusige masser til 12-14 meter.

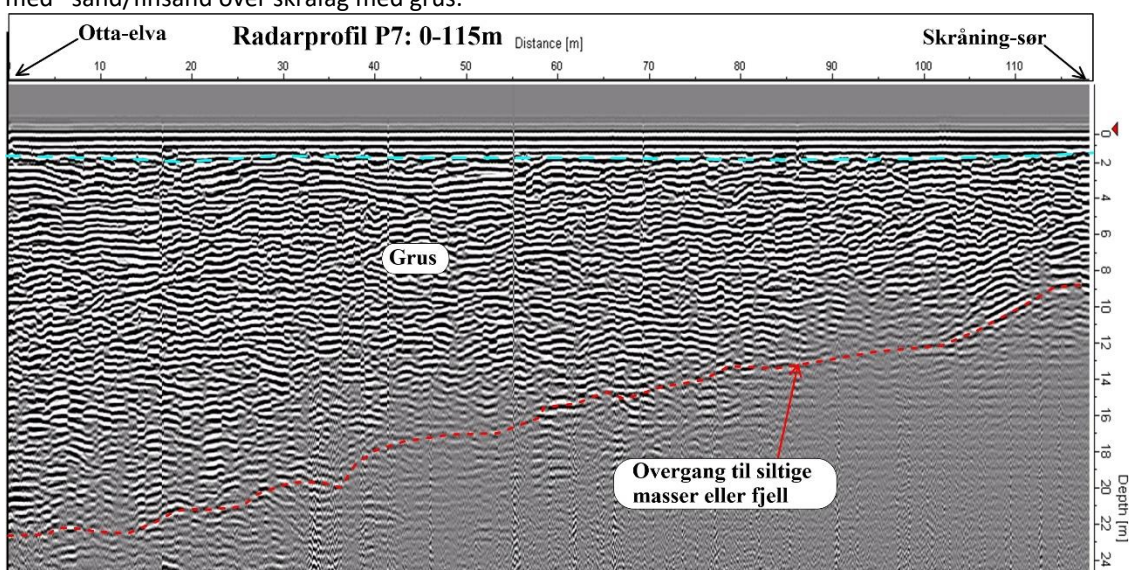
Målingene viser ellers at løsmassene varierer fra grusig sand/grus med noe skråstilte lag, til mer ensgradert og dels fin sand med horisontal lagdeling. Det er i den grovere grusige sanda man finner de beste forhold for vannuttak fra grunnen. Vest for Thoøya opptrer den grusige sanda omtrent opp til terrengnivå. Dette området sammenfaller med et stryk i Ottaelva, se Figur 13 og radarprofil 6 på Figur 14. Innover på selve Thoøya stikker grusen dypere, tynner ut, og overlages av finsand. I østenden av øya (omtrent fra høgspenledning) dukker de grusige massene opp igjen. Dette er i god overensstemmelse med NGU sine boringer.

Detaljundersøkelsene utført i mars 2007 (boringer og undersøkellesbrønner) ble av flere grunner konsentrert om området ved del lille gruskollen vest for Thoøya (brønnområdet). Her er det både stor mektighet av grusig sand/grus med svært god vanngjennomgang, og samtidig mulig å etablere brønner i en flomsikker høyde uten omfattende oppfylling. I tillegg ligger området oppstrøms dyrket mark på selve Thoøya.

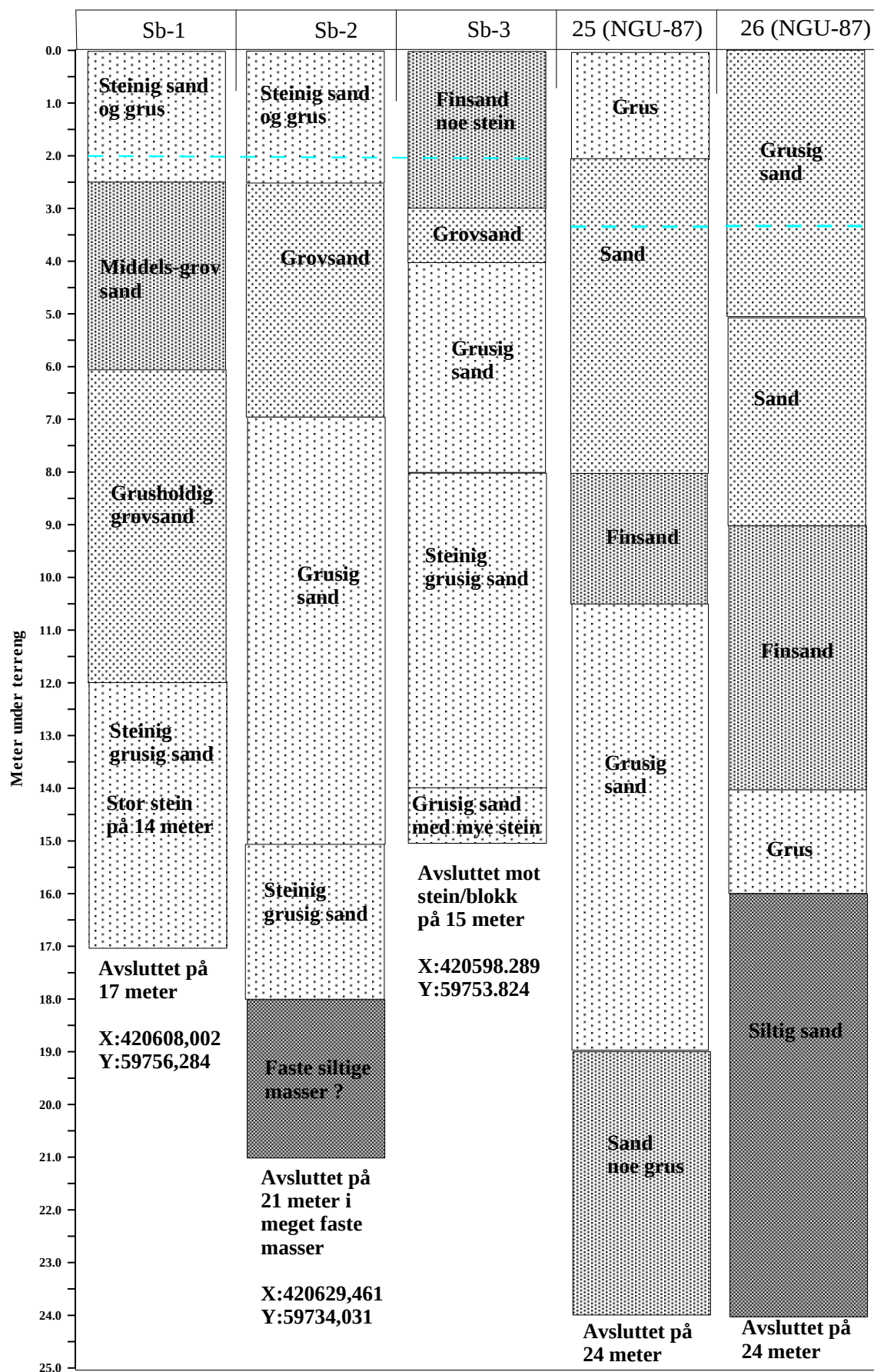
Utvalgte radarprofiler (eksempler) og borprofiler fra området fremgår av Figur 14 - Figur 16.



Figur 14. **P6:** Ryggform av grus sammenfallende med stryk i elva i starten av profilet, deretter horisontale lag med sand/finsand over skrålag med grus.



Figur 15. **P7:** Ca. 20 meter med sand/grusreflektorer ute ved elva, avtar til 8 meter ved skråningen i sør.



Figur 16. Sonderboringsprofiler ved Thoøya
Sel Kommune

2.3.2 Nedbørfelt og lavvannsføring

Ottavassdraget er det største sidevassdraget til Gudbrandsdalslågen, og drenerer de nordlige og sentrale delene av Jotunheimen. Dette nedbørsfeltet er dobbelt så stort som Lågen nord for Otta sentrum, og betegnelsen sidevassdrag er derfor misvisende med hensyn til vannføring.

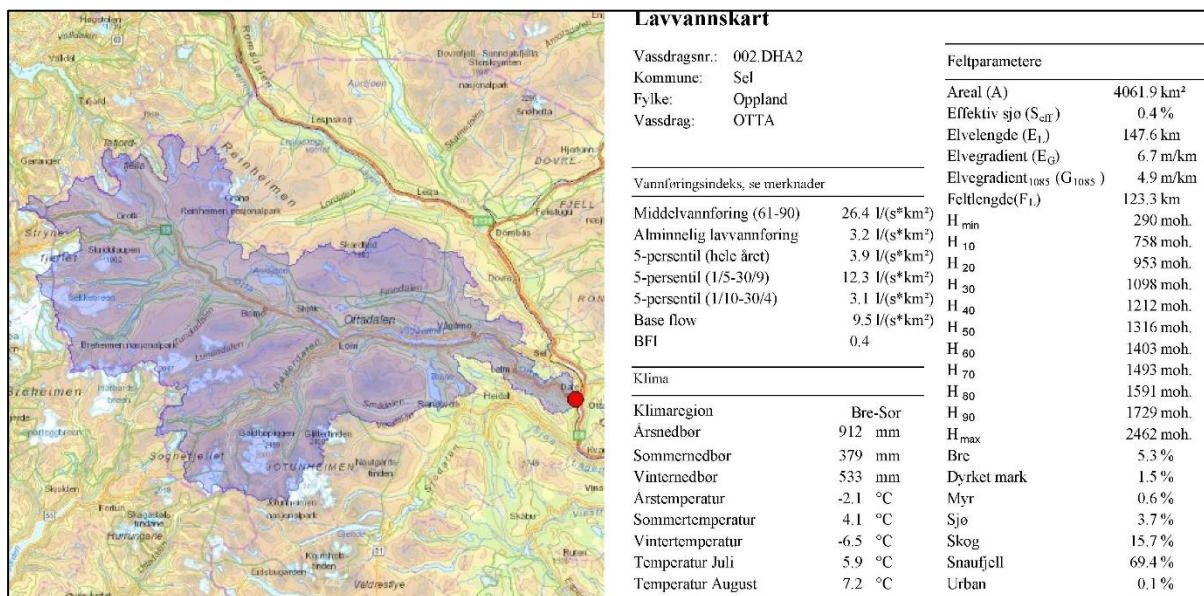
Nedslagsfeltet til Ottaelva oppstrøms brønnområdet ved Thoøya er, med unntak for infrastruktur, jordbruk og bebyggelse i dalførene, i realiteten lite påvirket av menneskelig aktivitet, se Figur 17.

Myr (0,6%), vann (3,7%), bre (5,3%), Skog (15,7%), og snaufjell (69,4%) utgjør samlet 94,7% av nedslagsfeltet. Dyrket mark utgjør 1,5% og urbane områder er oppgitt til 0,1%. Dette betyr at elvevann som infiltrerer inn i grusmassene vil være av god kvalitet.

Middelvannføring og lavvannføring i Ottaelva fremgår av Tabell 3, og lavvannskart på Figur 17. Uttak av 50 l/s med grunnvann tilsvarer 0,047 % av middelvannføringa og 0,38 % av alminnelig lavvannføring i Ottaelva.

Tabell 3. Nedbørfelt, middelvannføring og lavvannføring i Ottaelva ved brønnområdet.

Vassdrag	Totalt areal nedbørsfelt (km ²)	Middelvannføring (l/s)	Alminnelig lavvannføring (l/s)
Ottaelva	4061,9	107234	12998



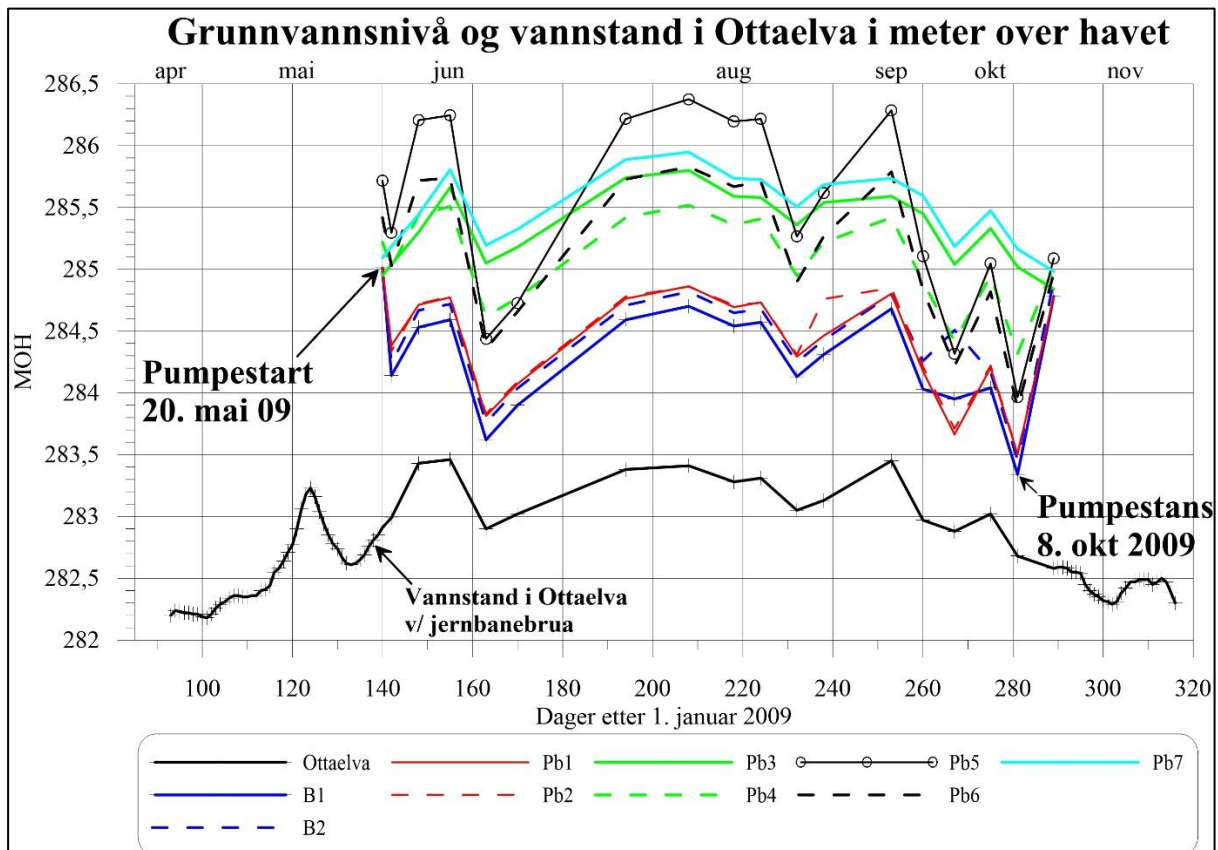
Figur 17. Lavvannskart/feltdata for Ottaelva (<http://nevina.nve.no/>).

2.4 Beskrivelse av grunnvannsmagasinet, Hydrogeologiske forhold

2.4.1 Magasintype og naturlig nydannelse

Under prøvepumping i 2009 er det registrert vannstand i 7 peilebrønner og i produksjons-brønnene. Plassering av peilebrønner i forhold til produksjonsbrønner fremgår av Figur 19.

Vannstandsdata fra Ottaelva er hentet fra NVE sine målinger ved jernbanebrua i sentrum (1200 meter øst for og nedstrøms brønnområdet). Det bemerkes at vannstanden i Otta ved brønnområdet er drøyt 2 m høyere (målt i moh) enn det som måles ved jernbanebrua. I pumpeperioden (mellom 20. mai og 8. oktober) er data fra elva kun tatt med for de datoer hvor det foreligger målinger i peilebrønnene. Dette gjør det enklere å sammenligne dataene. Høydene i Figur 18 er angitt i NN54. For omregning til NN2000, legges det til 0,126 m på høydene i NN54 (Enlid, 2018).



Figur 18. Vannstandsvariasjoner i peilebrønner, produksjonsbrønner og i Ottaelva ved jernbanebrua.

Grunnvannsmagasinet kan karakteriseres som et åpent infiltrasjonsmagasin, der grunnvannsnivået styres av og fluktuerer i takt med vannstanden i Ottaelva, jevnfør Figur 18. At magasinet er åpent innebærer at det er direkte kontakt mellom grunnvannsspeilet og atmosfæren via porene i umettet sone (umettet sone = tørre løsmasser over vannspeilet).

Magasinet er et infiltrasjonsmagasin fordi innmating/lekkasje fra Ottaelva er den viktigste kilden til nydannelse av grunnvann i magasinet.

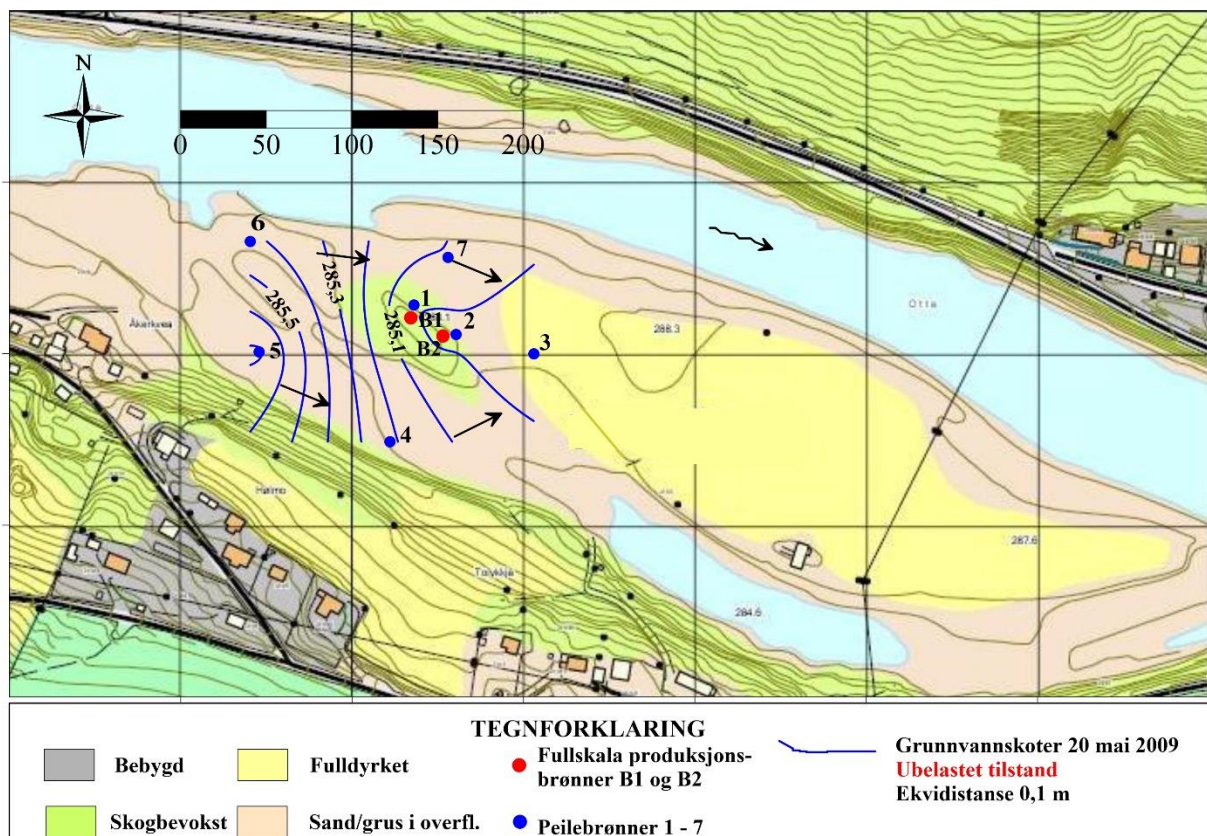
Under ubelastede forhold (uten pumping fra brønner) skjer storparten av grunnvanns-dannelsen ved innstrømning/infiltrasjon av vann fra Ottaelva fra feltet oppstrøms/vest for brønnområdet, Figur 19.

I forbindelse med nedbør og snøsmelting skjer det også nydannelse av grunnvann ved infiltrasjon av nedbør gjennom magasinoverflaten og ved at avrenning fra dalsiden i sør infiltreres i grusmassene. Disse to kildene til nydannelse av grunnvann står samlet for anslagsvis 10 % av den årlige naturlige gjennomstrømningen i magasinet.

2.4.2 Strømningsforhold, senkning og influensområde

Grunnvannets strømningsmønster under ubelastede forhold (uten pumping) sees i Figur 19. Grunnvannet strømmer østover parallelt med Ottaelva, og brønnområdet ligger i en gjennomstrømningsdel av grunnvannsmagasinet, mellom innstrømningsområdet i vest og utstrømningsområdet i øst.

Strømningsbildene er basert på målinger av grunnvannsnivået før pumpesart 20. mai 2009 (midlere grunnvannsnivå). Grunnvannsspeilets gradient (helning, I) er av størrelsesorden 0,007 (0,7 %).



Figur 19. Strømningsbilde 20. mai 2009. Ubelastet tilstand.

Ved oppstart av prøvepumping 20. mai (58 l/s), er det registrert 0,7 meter senkning i peilebrønn 1 og 2 i brønnområdet, se kurver på figur 13. Senkningen er målt til 0,2m i peilebrønn 4 og 0,4 meter i peilebrønn 5 og 6. I peilebrønn 7 og 3 det ikke registrert senkning, noe som viser at Ottaelva er en positiv hydrologisk grense mot nord og øst. Videre avsenkning blir kamuflert av at grunnvannsnivået stiger som følge av at vannstanden i elva er på vei oppover.

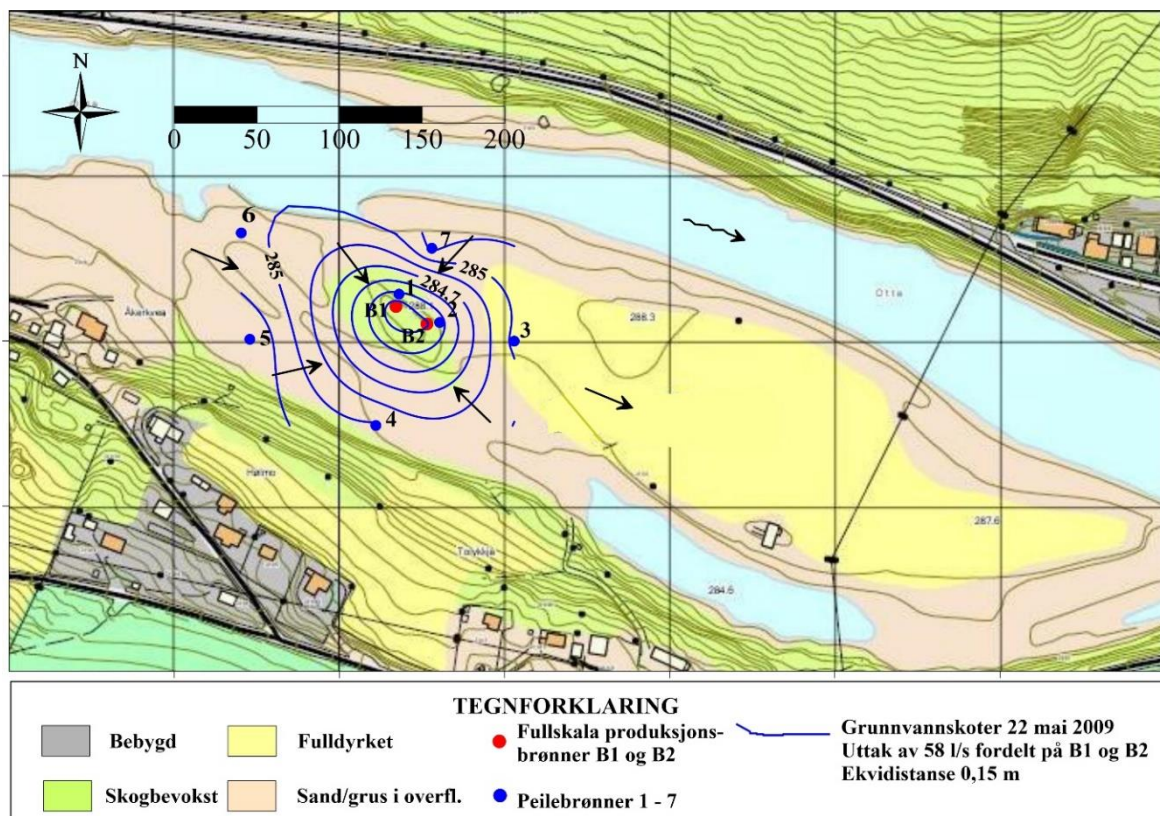
Man ser langtidseffekten av uttaket best ved å betrakte stigningen etter pumpestans 8. oktober. Grunnvannsnivået ble målt igjen 7 dager etter pumpestans, og på disse 7 dagene var vannstanden i elva stabil (sank kun 10 cm). Kontinuerlig uttak av 58 l/s medfører maksimalt 1,3 meter senkning i peilebrønn 1 og 2 i brønnområdet. I peilebrønnene 4, 5 og 6 i flomløpet sør og vest for brønnområdet er det registrert fra 0,7-1 meters avsenkning. I peilebrønn 7 ved elva er det heller ikke nå registrert senkning, noe som viser at Ottaelva er en positiv hydrologisk grense mot nord. Peilebrønnen står i de samme grove massene som produksjonsbrønnene. Det er god kommunikasjon mellom elva og grunnvannsmagasinet i dette området. Det er heller ikke registrert senkning i peilebrønn 3 som ligger øst for og nedstrøms produksjonsbrønnene.

Målingene viser også at produksjonsbrønnene er meget effektive, da vannstanden i disse er omtrent lik med vannstanden i peilebrønn 1 og 2 (Figur 18). Filtertapet i brønnene er minimalt.

I prøvepumpingsperioden er differansen mellom høyeste og laveste grunnvannsnivå uavhengig av pumping av størrelsesorden 1 meter (målt i peilebrønn 3), hvilket er i samsvar med vannstandsvariasjonene i Ottaelva i samme periode. I perioden 2007, 2008 og 2009 er differansen mellom høyeste og laveste vannstand i Ottaelva målt ved jernbanebrua 2,6 meter.

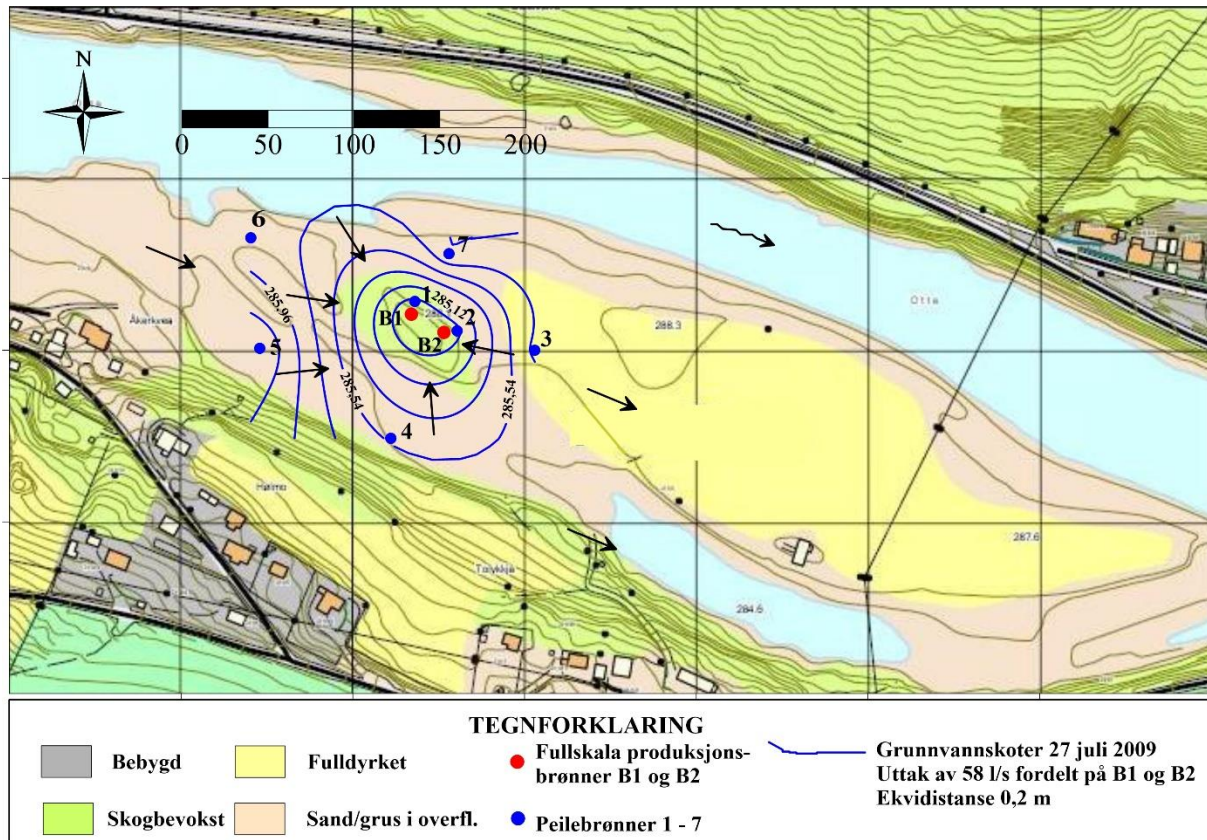
Strømningsbildet i Figur 20 viser situasjonen ved uttak av 58 l/s fordelt på B1 og B2 den 22. mai 2009 (2 dager etter pumpestart). Uttak av grunnvann forårsaker senkning av vannspeilet, slik at det etableres trykkgradienter fra Ottaelva og nærliggende arealer inn mot brønnene. Dermed blir det som under ubelastede forhold er et gjennomstrømningsområde endret til et innstrømningsområde ved at lekkasjen fra elva øker som følge av senkningen av grunnvannsspeilet. Denne formen for nydannelse av grunnvann kalles industert grunnvannsdannelse.

Grunnvannets gradient oppstrøms og rundt brønnene er nå 0,012 (1,2%).



Figur 20. Strømningsbilde 22. mai 2009 (2 dager etter pumpestart) ved uttak av 58 l/s fordelt på B1 og B2.

Strømningsbildet i Figur 21 viser situasjonen 27. juli 2009 etter 68 døgn med kontinuerlig uttak av 58 l/s (høyt grunnvannsnivå). Grunnvannets gradient oppstrøms og rundt brønnene er nå 0,018 (1,8%).

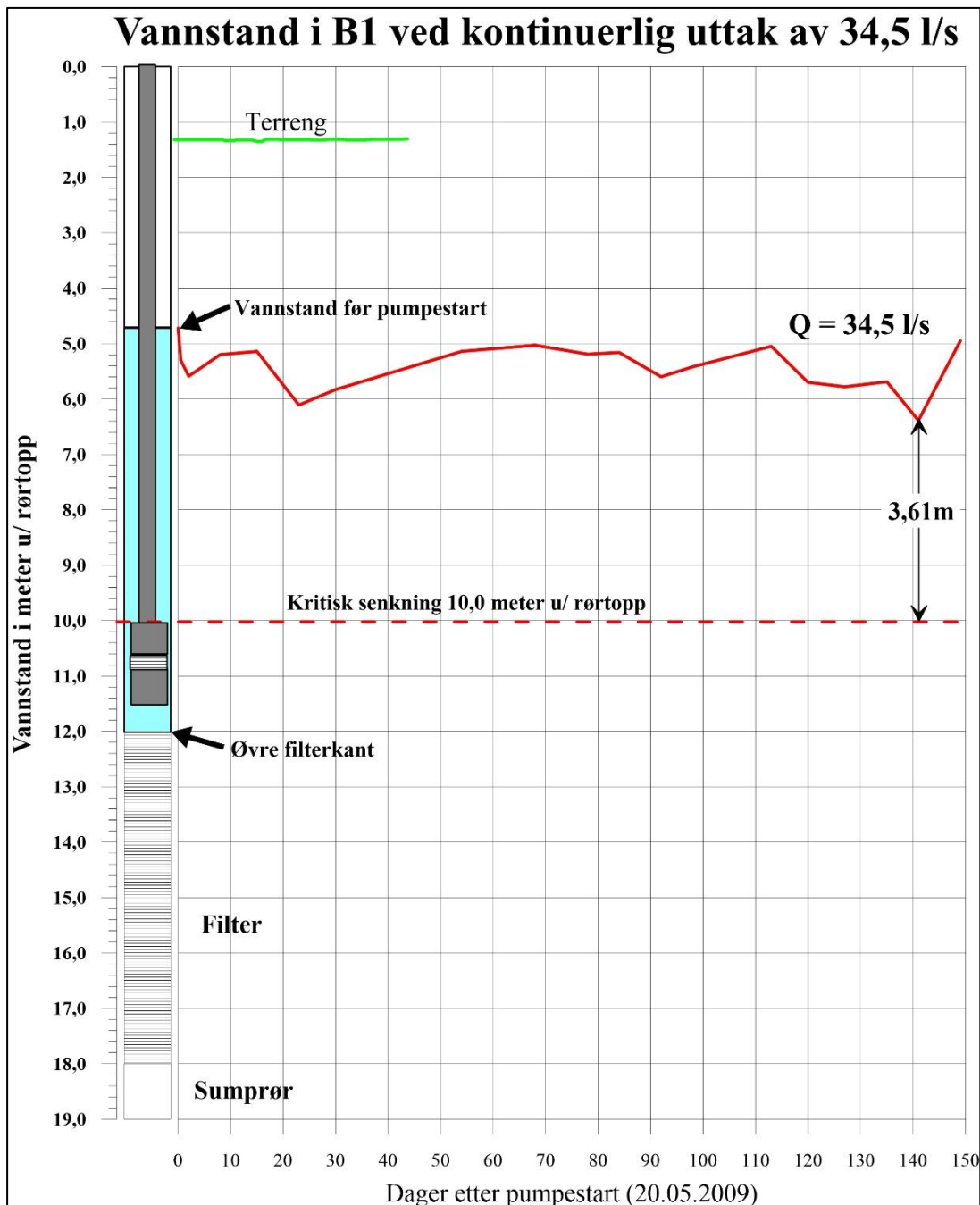


Figur 21. Strømningsbilde 27. juli 2009 (68 dager etter pumpestart) ved uttak av 58 l/s fordelt på B1 og B2.

2.4.3 Brønncapasitet dokumentert under prøvepumping

Vannstand i produksjonsbrønn 1 fremgår av Figur 22. Denne brønnen har levert 34,5 l/s kontinuerlig i 5 måneder, mens resten av vannmengden (23,3 l/s) ble tatt fra brønn 2.

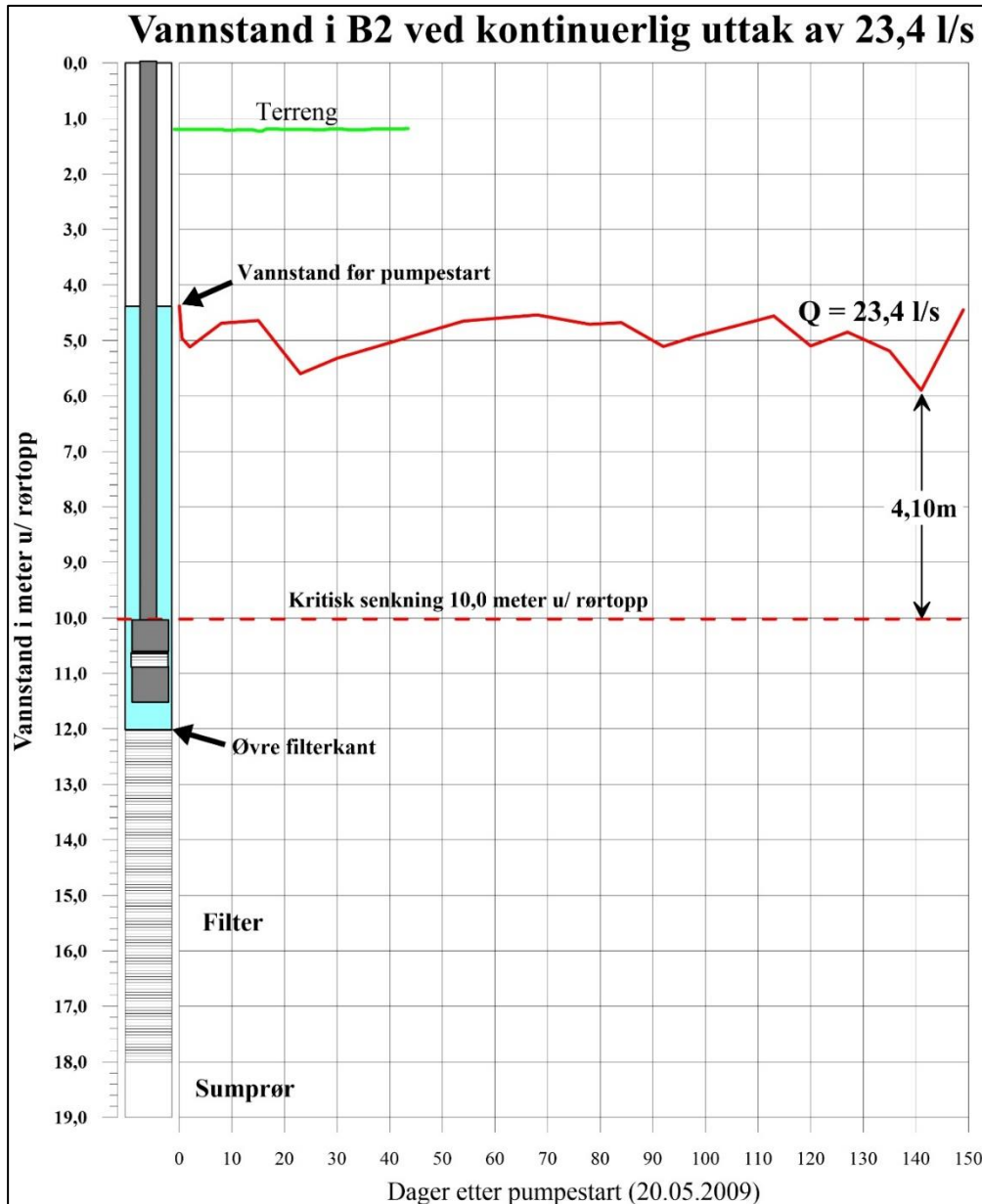
Ved laveste registrerte vannstand i brønn 1 er det fortsatt 3,6 meters vannhøyde over topp senkpumpe (10 m under rørtopp). Brønnen har en spesifikk kapasitet på minimum 23,9 l/s pr. meter senkning. Den resterende vannhøyden over pumpa ved laveste målte nivå tilsvarer da teoretisk uttak av ytterligere 86 l/s før vannstanden senkes ned til pumpa. For å unngå turbulent strømming (for stor vannhastighet) gjennom slissene, må vannuttaket være tilpasset filterets åpne innstrømningsareal (perforasjon). Filteret i begge brønner har et åpent areal på ca. 35 %. Det dimensjonerte filteret muliggjør uttak opp mot **53 l/s** uten at man får turbulent strømming. Dette er dermed brønnens maksimale kapasitet.



Figur 22. Vannstandsmålinger i produksjonsbrønn 1 ved kontinuerlig uttak av 34,5 l/s.

Vannstand i produksjonsbrønn 2 fremgår av Figur 23. Denne brønnen har levert 23,3 l/s kontinuerlig i 5 måneder, mens resten av vannmengden (34,5 l/s) ble tatt fra brønn 2.

Ved laveste registrerte vannstand i brønn 2 er det fortsatt 4,1 meters vannhøyde over topp senkpumpe (10 m under rørtopp). Brønnen har en spesifikk kapasitet på minimum 17 l/s pr. meter senkning. Den resterende vannhøyden over pumpa ved laveste målte nivå tilsvarer da teoretisk uttak av ytterligere 69 l/s før vannstanden senkes ned til pumpa. For å unngå turbulent strømningsareal (for stor vannhastighet) gjennom slissene, må vannuttaket være tilpasset filterets åpne innstrømningsareal (perforasjon). Det dimensjonerte filteret muliggjør uttak opp mot **53 l/s** uten at man får turbulent strømningsareal. Dette er dermed brønnens maksimale kapasitet.



Figur 23. Vannstandsmålinger i produksjonsbrønn 2 ved kontinuerlig uttak av 23,4 l/s.

2.4.4 Hydrauliske beregninger og vannbalansebetraktninger

Transmissiviteten T (profilpermeabiliteten) i magasinet er beregnet fra senkningsdata fra pumpeforsøk. Ut fra senkningsmålingene er denne av størrelsesorden $2000 \text{ m}^2/\text{d}$ ($0,023 \text{ m}^2/\text{s}$).

Permeabiliteten i sandmassene i de øverste 6-7 meter av magasinet er ut fra kornfordelings-analyser av størrelsesorden 60 m/d . Ved uttak av 58 l/s er grunnvannets gradient av størrelsesorden $0,018$ ($1,8 \%$).

Midlere hastighet på grunnvannsstrømmen ved uttak kan beregnes ut fra følgende formel:

$$v = \frac{k \cdot i}{n_{eff}}$$

der k er hydraulisk ledningsevne, estimert til 60 m/d i de øverste 6-7m, i er hydraulisk gradient = 1,8 % og n_{eff} er effektiv porøsitet anslått til 0,25 %.

Dette gir en hastighet på grunnvannsstrømmen:

$$v = \frac{0,018 \cdot 60 \text{ m/d}}{0,25} = 4,32 \text{ m/døgn}$$

Ut fra denne hastigheten er avstanden til 60 døgns oppholdstid (sone 1) beregnet til 260 meter oppstrøms brønnområdet. Det er tatt hensyn til denne beregningen ved plassering av yttergrensen for sone 1 oppstrøms.

Nødvendig bredde (b) på grunnvannsstrømmen for å balansere et uttak på $Q = 50$ l/s kan estimeres 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: $4320 \text{ m}^3/\text{d} : (2000 \text{ m}^2/\text{d} \times 0,012) = 180$ meter. Dette stemmer bra med det observerte strømningsmønster, se Figur 20 og Figur 21. Bredden oppstrøms brønnene summert med bredden hvor det induseres vann fra Ottaelva er av denne størrelsesorden.

Basert på overslagsberegninger med utgangspunkt i avrenningsdata og foreliggende magasinparametere er det utført en grov vannbalanseberegning for grunnvannsmagasinet:

Nydannet grunnvann med opprinnelse i nedbørsinfiltrasjon på magasinoverflaten + avrenning fra dalsiden utgjør ca. 3 % av et uttak på 50 l/s. Dette forutsatt at 50 % av nettonedbøren infiltrerer gjennom magasinoverflaten og at 10% av avrenningen fra dalsiden (delnedbørfeltet) i sør infiltreres i grusmassene. Den naturlige gjennomstrømningen av grunnvann i magasinet utgjør 34 %. De resterende 63 % er indusert grunnvann med opprinnelse fra Ottaelva.

Forholdstallene er usikre og vil variere noe fra år til år, samt etter størrelsen på vannuttaket. Beregningene indikerer imidlertid fortynningsgraden for infiltrerende vann fra arealene oppstrøms og rundt brønnene.

Uttak av 50 l/s med grunnvann tilsvarer kun 0,38 % av alminnelig lavvannføring i Ottaelva.

2.4.5 Grunnvannsmagasinet's sårbarhet

Med sårbarhet menes i denne sammenheng faren for at forurensninger som for eksempel veisaltning, avfallsdeponering, lekkasje av kjemikalier etc. – på eller under terrengoverflaten – skal påvirke grunnvannets kvalitet. Konsekvensene av akutte utslipp i forbindelse med uhell og ulykker har nær sammenheng med grunnvannets sårbarhet.

Over store deler av magasinet har man en umettet sone bestående av permeable løsmasser (sand og grus) og med beskjedne mektighet (fra 0,3-3 meter ved høyt grunnvannsnivå). Mektighet varierer etter topografien og etter grunnvannets årstidsvariasjoner som styres av vannstanden i Otta. I flomperioder står deler av magasinet under vann. Dette gjelder spesielt flomløpet som går sør for brønnområdet.

Deler av grunnvannsmagasinet ligger under flomløpet uten noen vesentlig beskyttelse i form av en umettet sone. Der det finnes en umettet sone består den av grove og vann-gjennomtrengelige løsmasser. Magasinet må derfor med den vanlige bruk av sårbarhets-begrepet klassifiseres som meget sårbart.

Sårbarhetsvurderingen kan balanseres ut fra vannkvaliteten som er dokumentert under prøvepumpingen, se avsnitt 2.5. Utpumpet grunnvann er av god kvalitet, både mht. mikrobiologisk og fysisk-kjemisk kvalitet. Grunnvannsmagasinet takler den belastning som finnes i området i dag.

Også den relativt dype filtersettingen i brønnene gir vesentlig større sikkerhet enn grunne brønner, hhv 10,7-16,7 og 10,8-16,8 meter under terreng i B1 og B2. For å hindre vertikal strømming langs brønnrøret er fôringsrøret satt igjen som sikring fra 2 meter over øvre filterkant og til brønntoppen. Det er sikret med bentonitt mellom fôringsrøret og brønnrøret. Det er også lagt en kile med bentonitt rundt fôringsrøret ved terrengoverflaten.

I tillegg skal brønntoppene flomsikres ytterligere ved utbygging. Terrenget rundt brønnene skal bygges opp. Utforming av brønntopper og flomsikring er vist i *Figur 5*, og vil bli tegnet og detaljprosjektert på grunnlag av beregninger av flomhøyder og krav til utbygging iht. Plan- og bygningsloven (Tek 17).

2.4.6 Beskyttelsesplan (sonegrenser med aktivitetsregulerende bestemmelser)

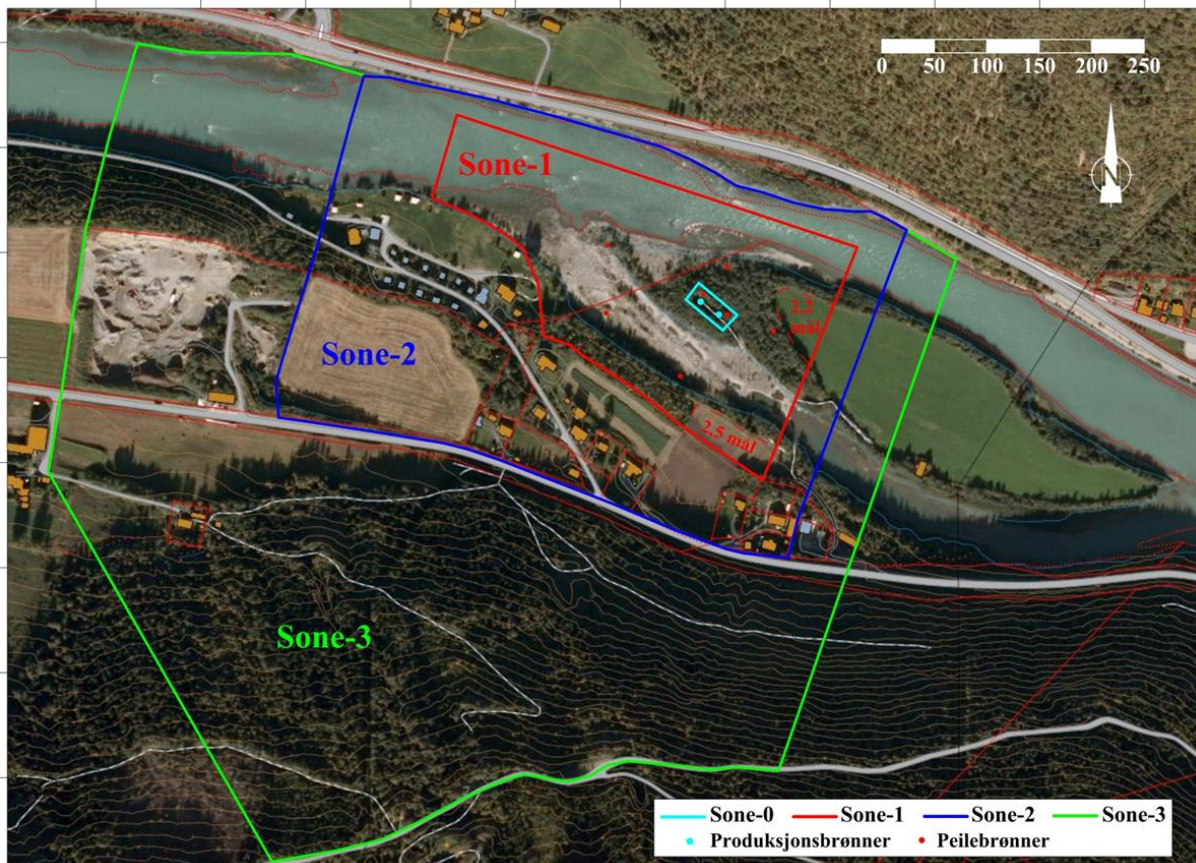
Grunnlaget for det utarbeidede forslag til beskyttelse av grunnvannsforekomsten er følgende:

- Grunnundersøkelser og geofysiske undersøkelser som gitt kunnskap om magasinet sammensetning, mektighet av umettet sone og permeable sedimenter.
- Data fra fullskala prøvepumping over tid ($Q = 58$ l/s fordelt på 2 brønner).
- Grunnvannets strømningsmønster i ubelastet tilstand og ved uttak av 58 l/s.
- Hydrauliske beregninger (strømningshastighet, influensområde, nødvendig bredde for uttak av 50 l/s).
- Eksisterende arealbruk og eiendomsforhold.

De utarbeidede beskyttelsessoner er tatt inn som sikringssoner (områder for grunnvannsforsyning) i arealdelen i kommuneplanen.

Forslaget til aktivitetsregulerende bestemmelser er listet opp sonevis, slik at bestemmelser som gjelder for sone 3 også gjelder for de innenfor liggende soner, såfremt de ikke er innskjerpet.

Beskyttelsesforslaget tar utgangspunkt i et maksimalt uttak på 50 l/s (180 m³/t).



Figur 24. Flybilde med forslag til beskyttelsessoner for Thoøya grunnvannsanlegg – Asplan Viak AS, 15.10.14.

Sone 3:

Følgende restriksjoner gjelder for sone 3:

1. Forbud mot etablering av bedrifter, virksomheter eller anlegg som kan utgjøre en potensiell forurensningstrussel mot grunnvannet. Bestemmelsene omfatter også bedrifter som bruker slike stoffer som råstoff i produksjonen.
2. Forbud mot deponering av husholdningsavfall, kloakkslam og annet organisk avfall (gjelder også mellomlagring av kloakkslam til bruk på dyrket mark).
3. Forbud mot ubeskyttet lagring utendørs av stoffer med utvaskbare kjemikalier. Kunstgjødsel kan lagres ute på pall dersom emballasjen hindrer utvasking.
4. Forbud mot nedgravde olje- eller kjemikalietanker
5. Forbud mot lagring av drivstoff, plantevernmidler eller kjemikalier i større mengder enn det som er nødvendig for gårdsdrift og husholdning (maksimum 1 års forbruk). Maksimum lagertank for olje og oljeprodukter er 3m³. Alle lagertanker må stå på tett underlag med kanter støpt høye nok til å samle opp hele tankens innhold. Tankene skal være lette å inspisere for lekkasjer. Maksimalt 1 tank pr. eiendom innenfor sone 3.

6. Forbud mot større/felles separate avløpsanlegg.

Det **tillates** bruk av gjødsel og godkjente sprøytemidler i jordbruksområder i henhold til godkjent gjødselplan.

Sone 2:

Innenfor sone 2 er dyrket mark, eksisterende bebyggelse, campingplass, infiltrasjon av avløpsvann, skogsdrift/vedhogst, friluftsliv/fiske potensielle forurensningskilder. Vannanalysene fra prøvepumpingen gir ingen indikasjon på at denne arealbruken har innvirkning på grunnvannskvaliteten. Det vil imidlertid være behov for å forby/begrense aktiviteter som i framtiden kan påvirke grunnvannskvaliteten. Innenfor sone 2 anbefales det forbud mot følgende aktiviteter som kan medføre økt forurensningsfare:

7. Forbud mot infiltrasjon av avløpsvann i grunnen.
8. Særskilte tetthets- og overvåkingskrav til kommunale avløpsledninger.
9. Forbud mot masseuttak.
10. Forbud mot lagring av kjemikalier/oljeprodukter i tanker større enn 0,2 m³. Maksimalt 1 tank pr. eiendom. Unntak er eventuelt kjemikalier nødvendig for vannverkets drift. All lagring skal skje som beskrevet under sone 3 (punkt 5). Kunstgjødsel kan også i sone-2 lagres ute på pall dersom emballasjen hindrer utvasking.
11. Forbud mot omfattende gravearbeider i elveløp. Eventuelle tiltak for å hindre videre erosjon fra elv bør konsekvensutredes og skal forelegges drikkevannsmyndigheter og vassdragsmyndigheter for endelig godkjenning.
12. Forbud mot etablering av andre grunnvannsbrønner enn i tilknytning til vannverket.

Sone 1:

Gjødsling av dyrket mark kan være en potensiell kilde til forurensning innenfor denne sonen. Følgende restriksjoner foreslås:

13. Forbud mot ny bebyggelse.
14. Forbud mot lagring av kjemikalier, olje og oljeprodukter
15. Forbud mot leirslagning, camping og oppstilling av bobiler.
16. Forbud mot lagring og deponering av fôr (silo, lutet halm, rundballer etc.).
17. Forbud mot bruk av naturgjødsel. Bruk av kunstgjødsel tillates etter ordinær gjødselplan. Dyrket mark innenfor Sone 1 merkes med skilt på Thoøya (2,2 dekar) og på arealet sør for flomløpet (2,5 dekar).
18. Forbud mot bruk av plantevernmidler/sprøytemidler.

19. Forbud mot oppstilling/parkering av kjøretøy med unntak av for drift av vannverket.

20. Forbud mot fylling av drivstoff eller annen form for forurensende aktivitet, bortsett fra kjøring.

Beite, både på inn- og utmark kan tillates.

Sone 0 (Brønnområdet):

21. Sonen skal kun benyttes til aktivitet knyttet til driften av vannverket. Så fremt dette er mulig i forhold til flom og isgang skal området inngjerdes. Gjerdet bør ha en høyde på min. 1,8 m. Adkomst må skje via låst port. Brønnene beskyttes med overbygning (kum i jordvoll eller brønnhus).

Tabell 4. Arealer i m² og dekar innenfor de ulike soner.

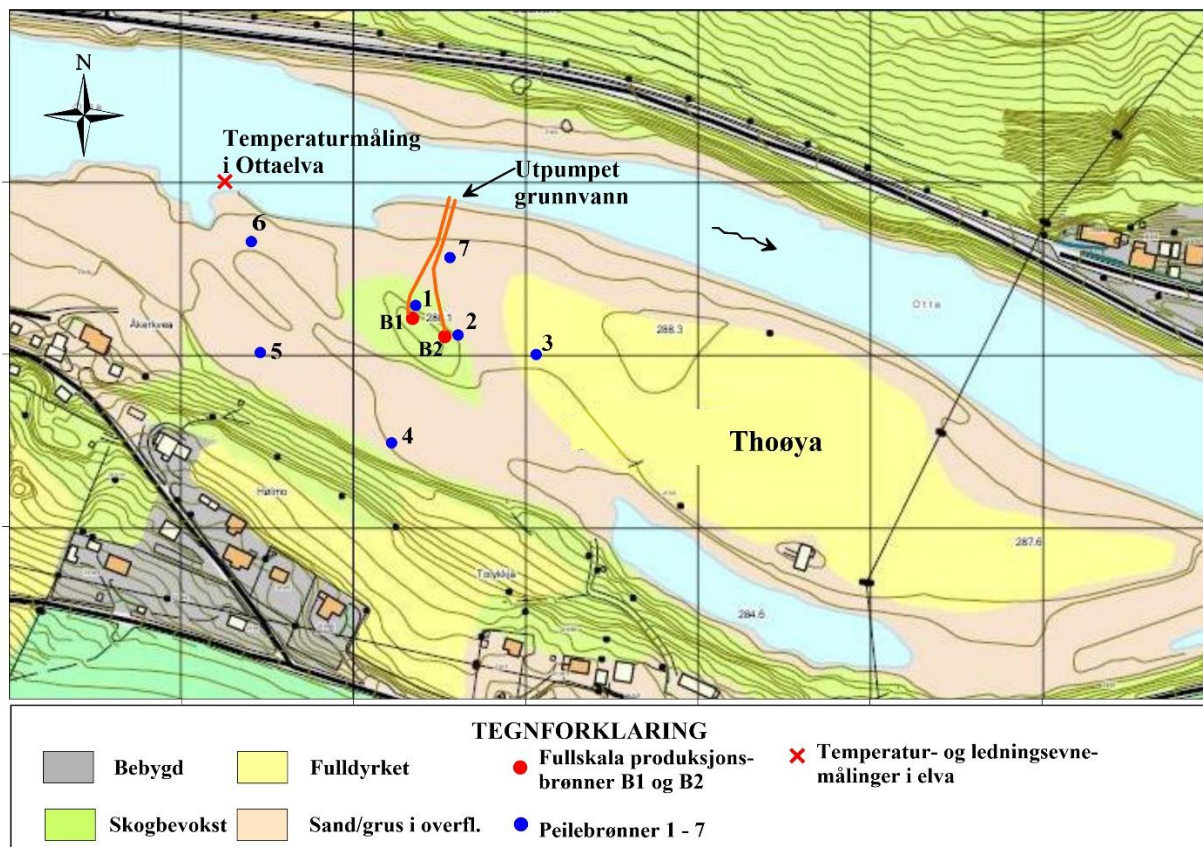
Sone	Areal (m ²)	Areal (dekar)
0	935	0,935
1	64691,6	64,7
2	108816,3	108,8
3	297917,9	297,9

2.5 Vannkvalitet under prøvepumping

Langtidsprøvepumping av brønnene ved Thoøya er utført i perioden 20. mai 2009 til 8. oktober 2009. Det er pumpet kontinuerlig i hele denne perioden. Utpumpet vannmengde i perioden har vært 58 l/s fordelt på brønn 1 og 2 (B1: 34,5 l/s og B2: 23,4 l/s). Til sammen er det pumpet ut 758.833 m³ med grunnvann, som ble ledet til Ottaelva for å unngå reinfiltrasjon, se Figur 25 og Figur 26.

Det er tatt vannprøver og målt temperatur og elektrisk ledningsevne i vann fra både brønnene og Ottaelva samtidig. Dette gir verdifull informasjon om infiltrasjonsforhold, selvrensningspotensial og fortynning i grunnvannsmagasinet.

Mikrobiologiske og fysisk kjemiske analyser er utført ved Labnett Hamar. Utvidede fysisk kjemiske analyser er utført ved NGU sitt laboratorium i Trondheim.



Figur 25. Kart med brønner og målepunkt i elva.



Figur 26. Utpumpet grunnvann ble ledet til elva for å hindre reinfiltrasjon.

2.5.1 Mikrobiologisk kvalitet

Det er til sammen tatt ut 14 prøver av grunnvann og 4 fra elvevannet for mikrobiologisk analyse i prøvepumpingsperioden.

I utpumpet grunnvann varierer kimtallet mellom 0 og 44. Unntaket er prøve tatt fra B1 22.6.2009, som viser kimtall på 162 pr. ml. Dette skyldes at brønnene og øvrige armatur ble stående i 1,5 år før prøvepumping kom i gang etter brønnetablering i 2007. I brønner som ikke pumpes regelmessig er det normalt med en viss begroing og derav kimtall. Kimtallet avtar i grunnvann fra begge brønner utover i perioden.

Utpumpet grunnvann er av meget god bakteriologisk kvalitet. I grunnvannet er det aldri påvist koliforme bakterier, E. coli, Intestinale enterokokker eller Clostridium perfringens.

I prøver fra Ottaelva tatt oppstrøms brønnområdet varierer kimtallet mellom 46 og >300. Det er påvist koliforme bakterier, E. coli, Intestinale enterokokker og spor av Clostridium perfringens. Dette viser at utpumpet grunnvann har lang nok oppholdstid til å sikre betryggende mikrobiologisk kvalitet.

Tabell 5. Resultater fra mikrobiologiske analyser i prøvepumpingsperioden

		Kimtall (22°C)	Koliforme	E.coli	Ittest. Ent.	Clostr. Perf.
Prøvested	Dato	/ml	/100ml	/100ml	/100 ml	/100ml
B1	22.6.2009	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B1	13.7.2009	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B1	27.7.2009	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B1	17.8.2009	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B1	10.9.2009	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B1	29.9.2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B1	08.10.2009	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2	22.6.2009	162,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2	13.7.2009	29,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2	27.7.2009	44,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2	17.8.2009	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2	10.9.2009	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2	29.9.2009	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B2	08.10.2009	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Elv	13.7.2009	46,00	41,00	1,00	2,00	0,00
Elv	27.7.2009	>300	66,00	6,00	3,00	2,00
Elv	10.9.2009	165,00	95,00	10,00	2,00	0,00
Elv	30.9.2009	260,00	145,00	9,00	4,00	1,00

2.5.2 Fysisk-kjemiske parametere

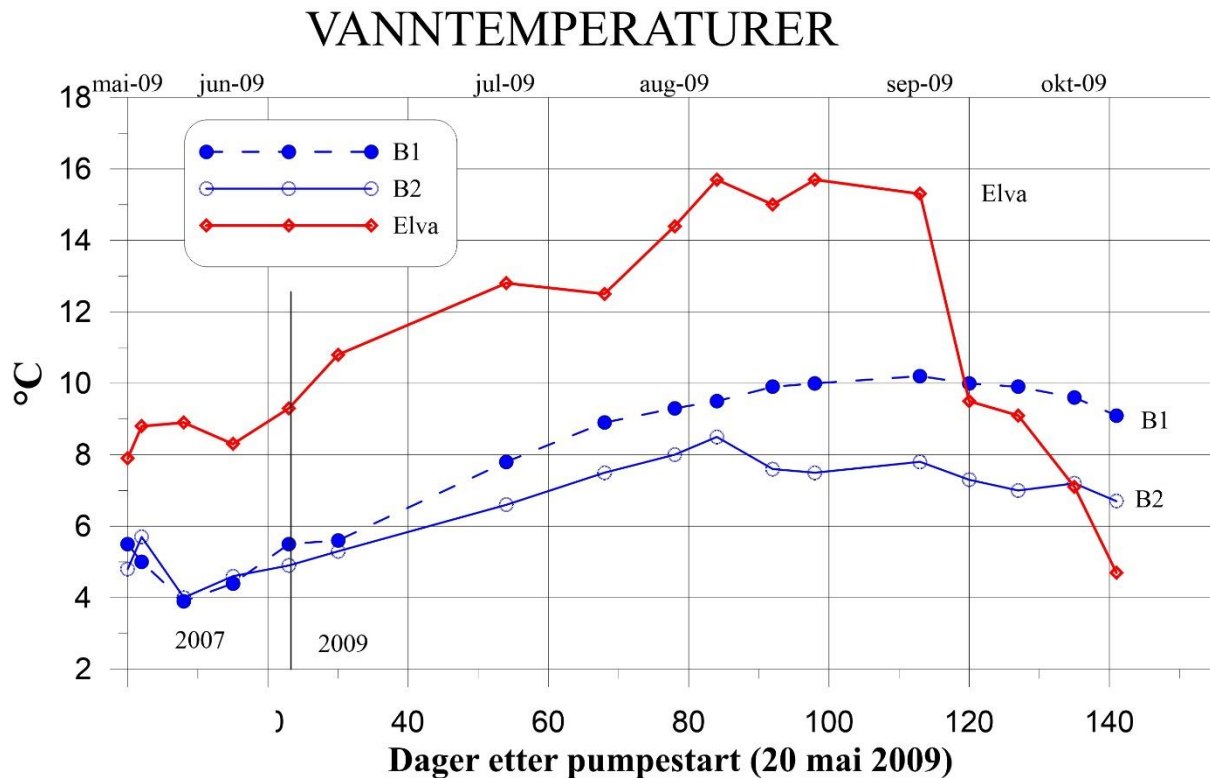
I den dypere delen av magasinet var grunnvannstemperaturen i ubelastet tilstand 5 °C ved oppstart av prøvepumping i 2009.

Under prøvepumpingen varierer temperaturen i Ottaelva mellom 4,7 og 15,7 °C ($\Delta t=11$ °C). I samme periode varierer temperaturen i utpumpet grunnvann mellom 3,9 og 10,2 °C i brønn 1 og 4,0 og 8,5 °C i brønn 2 ($\Delta t=6,3$ og 4,5 °C). Temperaturstigningen er mest avdempet i brønn 2, sannsynlig fordi at uttaket var noe mindre fra denne brønnen. Såfremt prøve-pumpingen hadde blitt videreført utover vinteren ville temperaturen trolig ha stabilisert seg på ca. 3 °C i begge brønner.

Variasjonene i grunnvannstemperaturen er avdempet i forhold til overflatevannet, noe som i likhet med de mikrobiologiske analysene bekrefter at det ikke foreligger "kortslutning" mellom overflatevannet og brønnene. Temperaturkurven fra brønnene på Thoøya er til orientering veldig lik

tilsvarende kurver fra prøvepumping med uttak av 41 l/s fra brønnene på Selsverket utført i 2004. Her varierte grunnvannstemperaturen mellom 2,5 og 10,5 °C fra juli 2003 til januar 2004.

Det er ikke målt temperatur ofte nok til at oppholdstid kan vurderes med sikkerhet ut fra kurvene. Faseforskyvningen i tid mellom temperaturottoppen i elva og tilsvarende i grunnvannet indikerer likevel at gjennomsnittlig oppholdstid fra vannet infiltreres ned i grunnen til det pumpes ut i brønnene kan være noe kort, anslagsvis 20-30 døgn.



Figur 27. Temperaturutvikling i utpumpet grunnvann og elva under prøvepumping med uttak av 58 l/s.

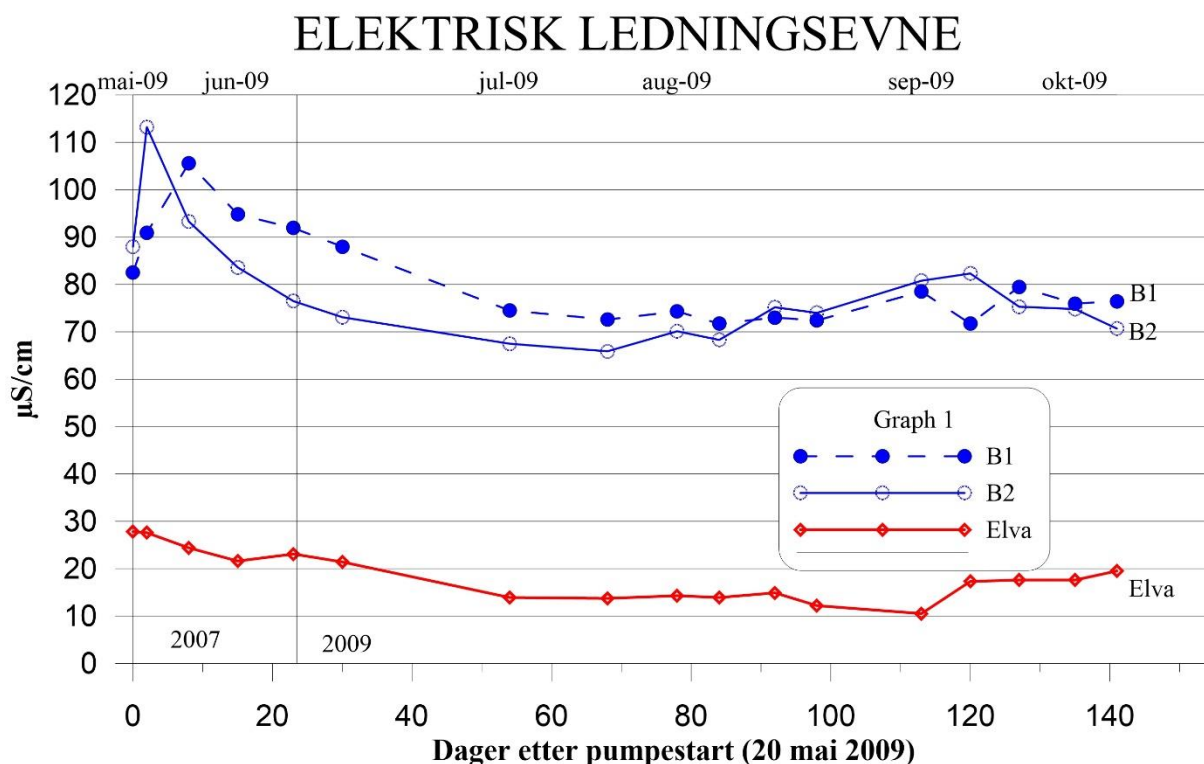
Grunnvannets elektriske ledningsevne (konduktivitet) gjenspeiler vannets innhold av løste bestanddeler (ioner) som skyldes utløsning fra mineralmaterialet i og over grunnvannssonen. Det er i hovedsak innholdet av kalsium, bikarbonat (alkalitet) og sulfat som gir ledningsevnen.

Ledningsevnen i elvevatnet har trolig vært høyere i vinterperioden (større grunnvannssandel) enn det målingene fra våren viser. I de første 50-60 døgn av prøvepumpingsperioden avtar ledningsevnen i utpumpet grunnvann fra 105 $\mu\text{S}/\text{cm}$ til 70-80 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dette som følge av økt andel indusert vann fra vassdraget. Resten av perioden er ledningsevnen stabil. Grunnvannet følger mer eller mindre trendene i elvevatnet, men med 50-60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ høyere ledningsevne.

Differansen i ledningsevne mellom grunnvann og overflatevann er stabil, og viser i likhet med temperaturmålingene at det ikke foreligger "kortslutning" mellom overflatevannet og brønnene.

Ledningsevnen i utpumpet grunnvanns fra Thoøya varierer mellom 70 og 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mens tilsvarende fra brønnene på Selsverket er 14-16 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Den høyere ledningsevnen i grunnvann fra

brønnene Thoøya skyldes at dette grunnvannet inneholder vesentlig mer kalsium og bikarbonat, og har som følge av dette også høyere pH og alkalitet.



Figur 28. Elektrisk ledningsevne (konduktivitet) i utpumpet grunnvann og elva ved uttak av 58 l/s. I utpumpet grunnvann er fargetallet i hovedsak <2, bortsett fra 13.7 og 10.9.2009, hvor Labnett Hamar har analysert fargetall på 3-5 mg Pt/l. I 10 prøver analysert ved NGU sitt laboratorium er fargetallet <2 i alle prøver (datoer skrevet med rødt). Grenseverdien i Drikkevannsforskriften er satt til 20 mg Pt/l

Verdier for turbiditet (partikkelinnhold) er lave i utpumpet grunnvann. Labnett sine resultater ligger konsekvent høyere enn resultatene fra NGU. De høyeste verdier fra Labnett er 0,25-0,27 FNU, mens grenseverdien i Drikkevannsforskriften er satt til 1 FNU.

Tabell 6. Fargetall og turbiditet i utpumpet grunnvann (røde datoer er analysert hos NGU)

	Fargetall	Fargetall	Turbiditet	Turbiditet
	mg Pt/l	mg Pt/l	F.N.U.	F.N.U.
Dato	B1	B2	B1	B2
25.9.2007	<2	<2	0,07	<0,05
05.10.2007	<2	<2	0,05	0,07
23.6.2009	<2	<2	<0,05	<0,05
13.7.2009	5,00	3,00	0,25	0,27
27.7.2009	<2	<2	0,17	0,24
17.8.2009	<2	<2	<0,05	<0,05
10.9.2009	3,00	3,00	0,16	0,18
29.9.2009	<2	<2	0,22	0,36
08.10.2009	<2	<2	0,06	0,11

Utpumpet grunnvann reagerer svakt surt med pH på rundt 6,8 og alkalitet på 0,27-0,29 mmol/l. Alkaliteten er noe lav, men både pH og alkalitet er høyere enn i råvann fra Selsverket (pH 6,2-6,6 og alkalitet på 0,1-0,15).

Tabell 7. Surhetsgrad (pH) og alkalitet i utpumpet grunnvann (røde datoer er analysert hos NGU)

	Surhetsgrad (pH)	Surhetsgrad (pH)	Alkalitet mmol/l	Alkalitet mmol/l
	B1	B2	B1	B2
25.9.2007	7,04	7,01	0,30	0,3
05.10.2007	7,04	6,96	0,31	0,27
23.6.2009	6,86	6,83	0,31	0,26
13.7.2009	6,7	6,70	0,29	0,249
27.7.2009	6,80	6,70	0,27	0,247
17.8.2009	6,86	6,81	0,29	0,26
10.9.2009	6,90	6,80	0,29	0,275
29.9.2009	6,80	6,70	0,29	0,28
08.10.2009	6,80	6,90	0,29	0,266

En bruksmessig viktig parameter som jern (Fe) er påvist i meget lave konsentrasjoner. Høyeste verdi er 28 µg Fe/l, mens grenseverdien i Drikkevannsforskriften er 200 µg/l. Mangan (Mn) er knapt påvist over laboratorienes deteksjonsgrenser.

Innholdet av kalsium stabiliserer seg på rundt 8 mg Ca/l. Grunnvannets innhold av nitrat er meget lavt i alle prøver. Nitratinnholdet varierer fra 275 til 887 µg/l, mens grenseverdien i Drikkevannsforskriften er 10.000 µg/l.

Innholdet av ammonium er meget lavt (3-4 µg/l). Nesten 100 % av nitrogenet foreligger i oksidert form som nitrat. I likhet med det lave jerninnholdet viser dette at er oksiderte forhold i grunnvannssonen.

Alle øvrige parametere tilfredsstiller også Drikkevannsforskriftens krav til godt drikkevann. Vannet er for øvrig friskt og godt på smak.

Tabell 8. Innhold av jern, mangan, kalsium, nitrat, ammonium og sulfat i utpumpet grunnvann.

	Fe	Fe	Mn	Mn	Ca	Ca	Nitrat	Nitrat	Ammonium	Ammonium	Sulfat	Sulfat
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mgSO ₄ /l	mgSO ₄ /l
Dato	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
25.9.2007	<2	<2	<1	<1	10,2	8,27	573,55	395,16			19,4	8
05.10.2007	2,6	<2	<1	<1	10,2	9,73	569,03	887,42			17,9	19,5
23.6.2009	3,5	<2	<1	<1	9,08	7,31	449,35	334,19			17,6	13,9
13.7.2009	28,00	8,30	1,2	<1	8,75	7,98	291,00	280,00	3,00	3,50		
27.7.2009	5,80	9,90	<1	<1	8,67	7,89	277,00	353,00	5,10	3,40		
17.8.2009	4,80	5,70	<1	<1	8,05	8,14	275,48	478,71			13,4	14,50
29.9.2009		5,30	<1	<1	8,33	8,38	329,00	408,00	3,20	4,40		
08.10.2009	3,60	3,20	<1	<1	8,59	7,78	336,45	295,81			14,30	12,90

Grunnvannets innhold av fritt CO₂ er målt i prøver tatt i september og oktober. I tillegg har man beregnet CO₂-innholdet ved hjelp av følgende parametere: Kalsium, alkalitet, pH og temperatur.

Beregnete verdier viser CO₂ innhold fra 5-7,5 mg CO₂/l, mens målte verdier er noe lavere. CO₂ innholdet er uansett lavt, og vil reduseres ytterligere ved lufting i høydebasseng eller lavreservoar.

Tabell 9. Beregnet og målt innhold av fritt CO₂.

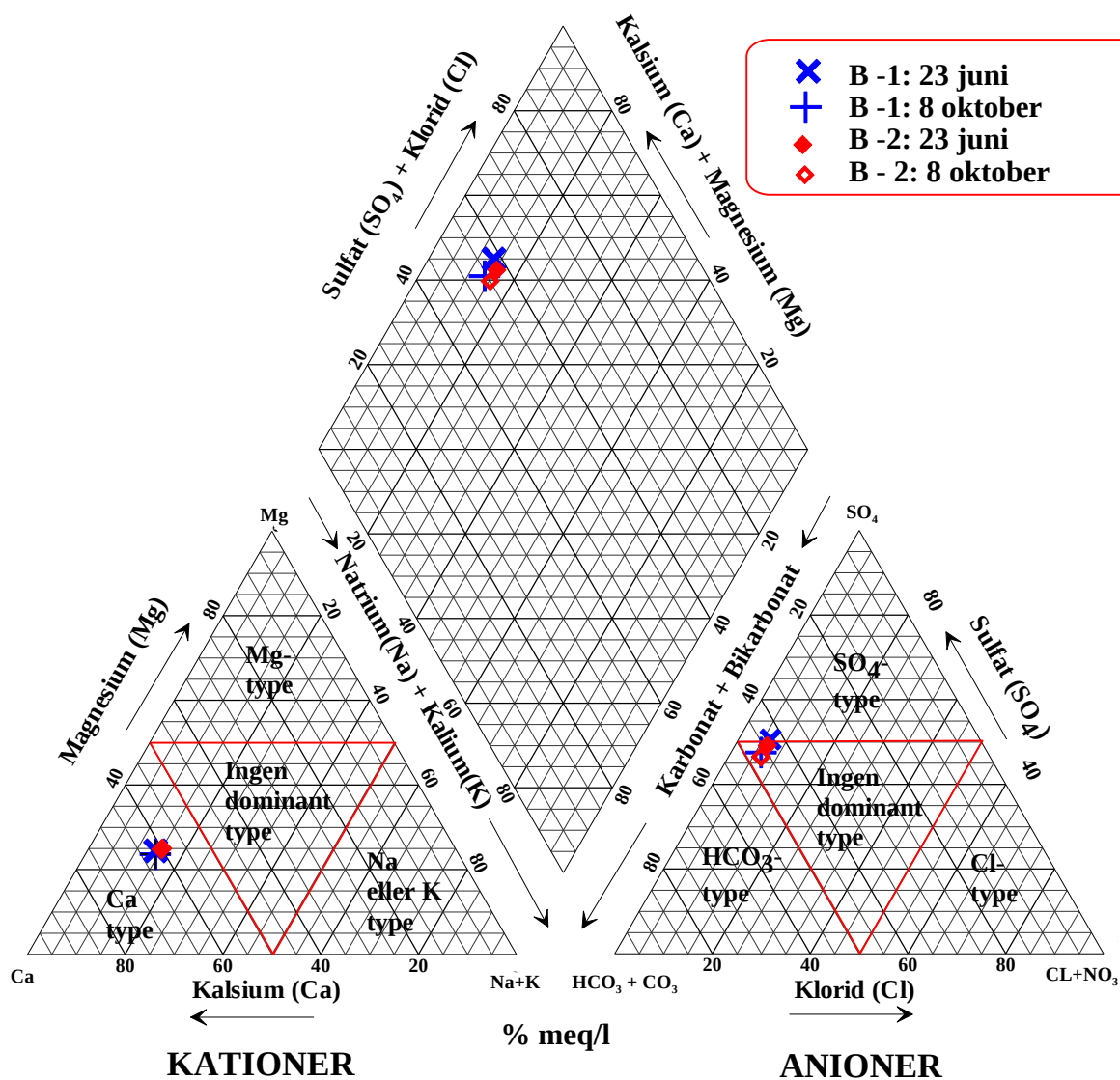
	B1, mg CO ₂ /l	B1, mg CO ₂ /l	B2, mg CO ₂ /l	B2, mg CO ₂ /l
	Beregnet	Målt	Beregnet	Målt
25.9.2007	3,60		3,80	
05.10.2007	3,64		3,80	
23.6.2009	6,00		5,40	
13.7.2009	7,62		6,80	
27.7.2009	5,50		6,50	
17.8.2009	5,00		5,40	
29.9.2009	5,70	4,66	7,50	5,63
08.10.2009	5,80	4,58	4,50	3,39

For å visualisere vanntypen og eventuelle endringer i kjemisk sammensetning over tid, er resultatene fra analysene på hovedionene i prøver tatt 23. juni og 8. oktober 2009 fremstilt i Piper-diagram i figur 24.

Som plottet viser er den kjemiske sammensetningen meget stabil. Prøver tatt etter hhv 1 og 4,5 måneders kontinuerlig utpumping av 58 l/s er det nesten identiske i vannprøver fra begge brønner.

Uttak av 58 l/s medfører ingen endring i grunnvannets kjemiske sammensetning.

Grunnvann fra begge brønner kan ut fra kationene karakteriseres som et **kalsiumvann**, fordi ionefordelingen gir en klar overvekt av kalsium i forhold til de andre ionene. For anionene utgjør sulfat og bikarbonat omtrent samme andel (ingen dominant type).



Figur 29. Grunnvannets hovedioner etter hhv 1 måned og 4,5 måneders kontinuerlig pumping.

Referanser og grunnlagsdata

Amundsen, M.H., Ording, F., Fossum, O., Birkelid, O., Forbord, R., Krystad, M. G., Paasche, P. (2018). Forprosjekt Thoøya vannbehandlingsanlegg (rapport datert 12.2.2018, oppdragsnr. 606060-09). Stjørdal: Asplan Viak AS

Enlid, G. (2018): personlig kommunikasjon (e-post) datert 25.1.2018. Sel kommune

Forbord, R. (2007). Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser ved Thoøya i Sel kommune (rapport datert. 31.05.2007, oppdragsnr. 515137). Trondheim: Asplan Viak AS. **[1]**

Forbord, R. (2010). Resultater etter fullskala prøvepumping av grunnvannsbrønner ved Thoøya (rapport datert 14.01.2010, oppdragsnr. 515137). Trondheim: Asplan Viak AS. **[2]**

Forbord, R. (2014a). Beskyttelsesplan for Thoøya grunnvannsanlegg. (Foreløpig utgave) datert 14.10.2014, oppdragsnr. 535319). Trondheim: Asplan Viak AS. **[3]**

Gederaas, M. K., & Hovi, I. (2014). Sel kommune - Hovedplan vannforsyning og avløp 2015-2024, utgave 1. (rapport datert 05.08.2014, oppdragsnr. 531260-01). Trondheim: Asplan Viak AS. **[4]**

Gederaas, M. K., & Rokstad, M. (2017). Sel kommune – Skisseprosjekt grunnvannsanlegg Thoøya (rapport datert 15.02.2017, oppdragsnr. 535784-01). Trondheim: Asplan Viak AS. **[5]**

Nedre Otta kraftverk. Utredning av konsekvenser for harr, ørret og bunndyr i influensområdet. NINA Rapport 621, april 2011. **[6]**

Larsen, B. H. & Gaarder, G. (2009). Nedre Otta kraftverk i Sel og Vågå kommuner i Oppland. Konsekvenser for flora og vegetasjon, fugl og annet vilt. Miljøfaglig Utredning rapport 2009: 56. 110 s. **[7]**