

VESTRE SLIDRE KOMMUNE

GEORADARUNDERSØKING OG HYDROGEOLOGISK VURDERING PÅ VASET



Tittel:	Georadarundersøking på Vaset		
COWI-kontor:	Bergen, Solheimsgaten 13, 5058 Bergen, Postboks 2422		
Oppdrag nr:	A096767	Rapportnummer	1
Utgivelsesdato:	20.04.2017	Antall sider:	
Tilgjengelighet:		Antall vedlegg:	
Utarbeidet:	Christian Rekve Bryn, Jostein Soldal	Sign.	Christian Z Bryn Jostein Soldal
Kontrollert:	Oddmund Soldal	Sign.	Oddmund Soldal
Godkjent:		Sign.	
Oppdragsgiver:	Vestre Slidre Kommune	Oppdragsgivers kontaktperson:	Sigurd Aune Flatmo
Kontaktinformasjon saksbehandler:	Jostein Soldal, jsol@cowi.com , 99235999.		
Stikkord:	Georadar, hydrogeologi, Vassforsyning		

INNHOOLD

Samandrag	4
1 Innleiing	5
2 Undersøkt område	5
2.1 Tidligere undersøkingar	7
3 Teori og Metode	8
3.1 Hydrogeologi	8
3.2 Georadar	8
4 Resultat	10
5 Diskusjon	14
6 Konklusjon	15
7 Referansar	17
Vedlegg 1	18

Samandrag

Det er utført i alt 11 georadarprofil ved eksisterande vassverk på Vaset i Vestre Slidre Kommune. Desse er utført for å få informasjon om grunnforholda for å kartleggje den delen av grunnvassmagasinet som er best egna til grunnvassuttak. Kommunen ynskjer å opprette fleire brønner i området grunna auka behov for drikkevatt. Resultata frå georadarmålingane, i samband med tidlegare undersøkelser, syner ei lausmasseavsetning som vert mektigare mot Vasetvatnet. Målingane syner i hovudsak tre lag: Jord og stein øvst, sand og grus i eit mellomliggjande lag og og finsand/silt eller fjell nedst. Mektigheita på det grovkorna laget mellom 2 og 8 m og nærleiken til overflatevatn gjer at det skraverde området i figur 1 tilrådd område for plassering av nye uttaksbrønner.

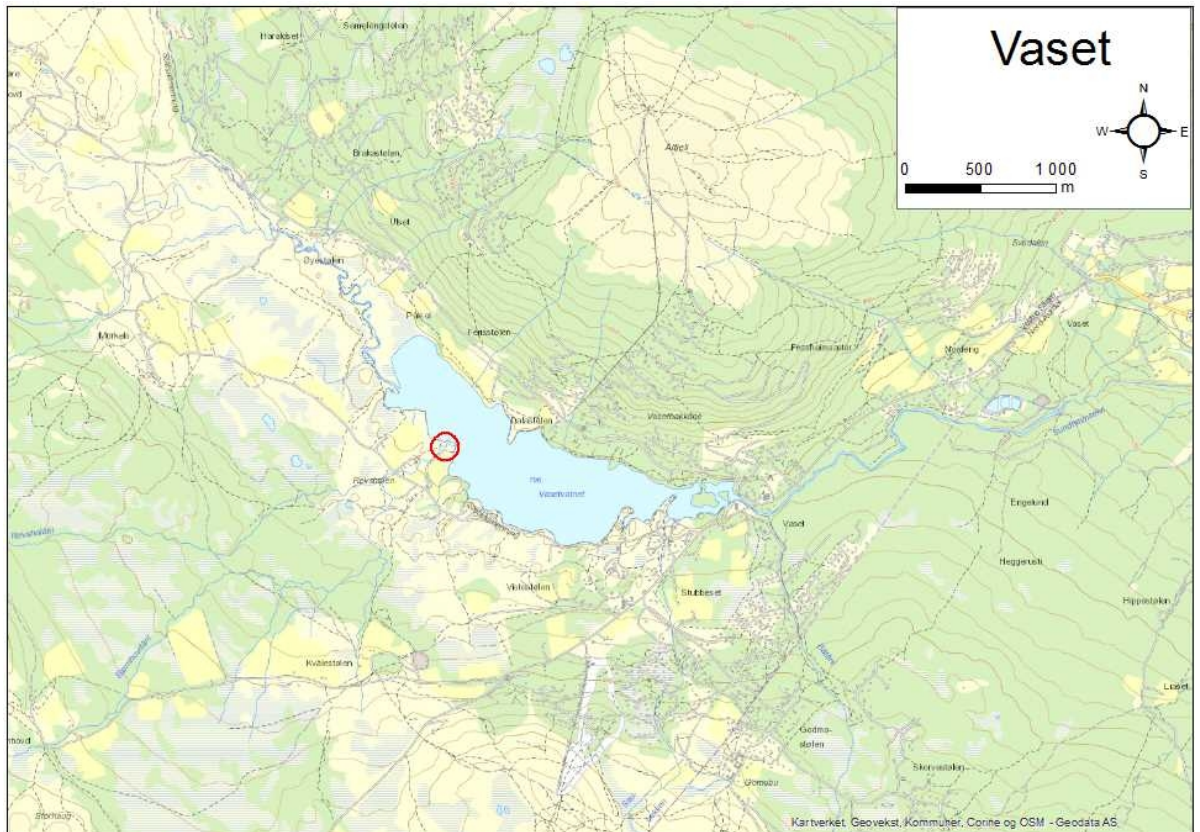


Figur 1: Figuren syner anbefalt brønnområde og eksisterande observasjons –og uttaksbrønner.

1 Innleiing

Vestre Slidre Kommune har eit ynskje om å etablera fleire brønner for å utvida kapasiteten til vassverket på Vaset (figur 2). Det er behov for å doble dagens grunnvassuttak, som er på ca. 3.3 l/s, grunna utvida hytteutbygging.

I den anledning er COWI AS engasjert for å undersøkje utbreiing og evt. djubdevariasjonar av grunnvassmagasinet ved bruk av georadar.



Figur 2: Undersøkt område er markert med ein raud sirkel.

2 Undersøkt område

Undersøkingsområdet er rundt det eksisterande vassverket og pumpebrønnane i Vaset (raud firkant, figur 3). Området er eit elvedelta som er kalla Langeøddin.

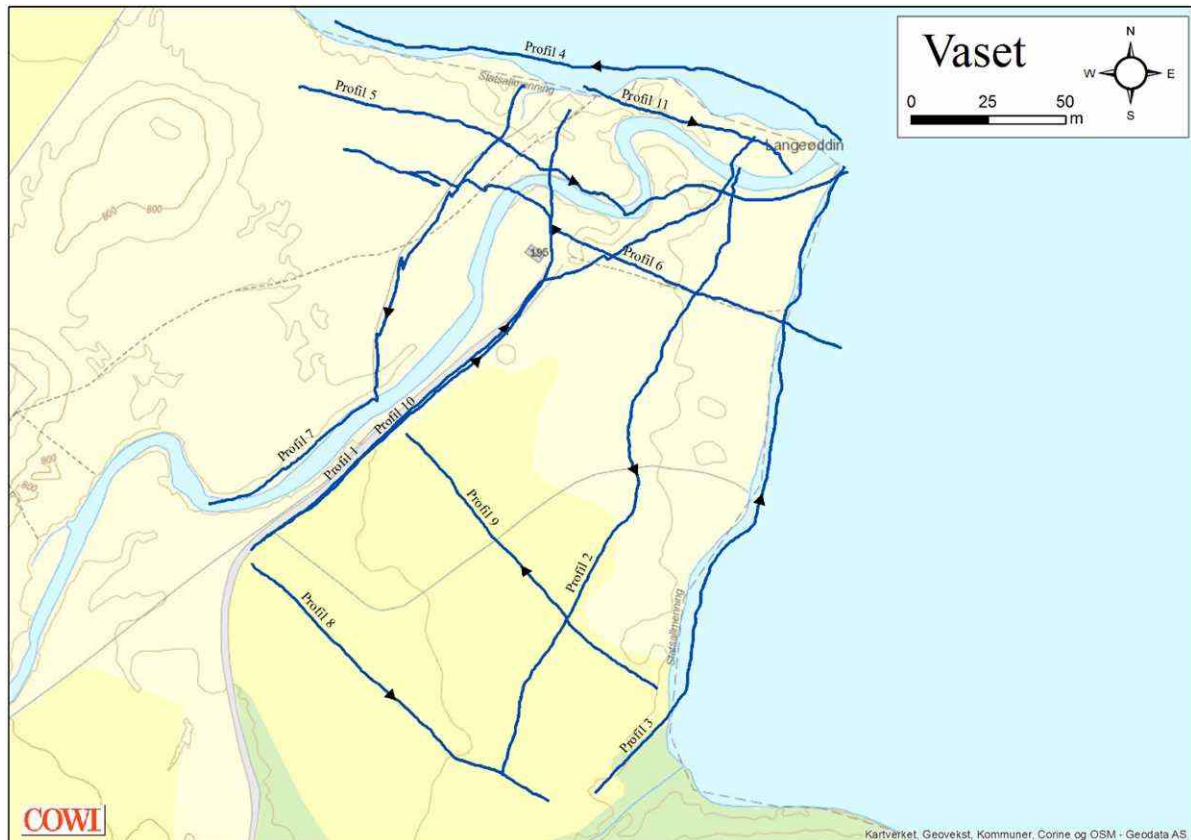
Berggrunnen i området består av fyllitt. Denne bergarten har normalt dårleg vassgjevarevne. Fyllitt som kjeldebergart til sedimentære avsetningar betyr at massane består av omdanna leiravsetningar som har blitt erodert, transportert og avsatt i dette deltaet. Individuelle korn til desse avsetningane kan vere meir avlange.

Kvartærgeologisk kart frå NGU syner at området er dekkja av tynn morene (figur 3). Dette kartet er grovt, men skildrar i større skala kva lausmassar som er tilstades i overflata, kartet er ikkje riktig på mindre skala. Etter vår vurdering består Langeødding av elvavsetningar (sand og grus) og morene ligg nord og sør for desse.



Figur 3: Figuren syner lausmassekart frå NGU. Området er dekt av tynn morene.

For å undersøkje den underliggjande geologien vart det utført i alt 11 georadarprofil rundt vassverket i Vaset. Profila er valgt ut ifrå interesseområde og praktiske forhold. Figur 4 syner profila si plassering, utstrekking og måleretning.



Figur 4: Utførte georadarprofil i Vaset. I alt 11 profil vart utført.

2.1 Tidligere undersøkingar

Det er gjort ein del boringar i området. Informasjon om borehola og brønnloggar er henta frå tidlegare rapportar og NGU sinn database for grunnvassbrønnar; GRANADA.

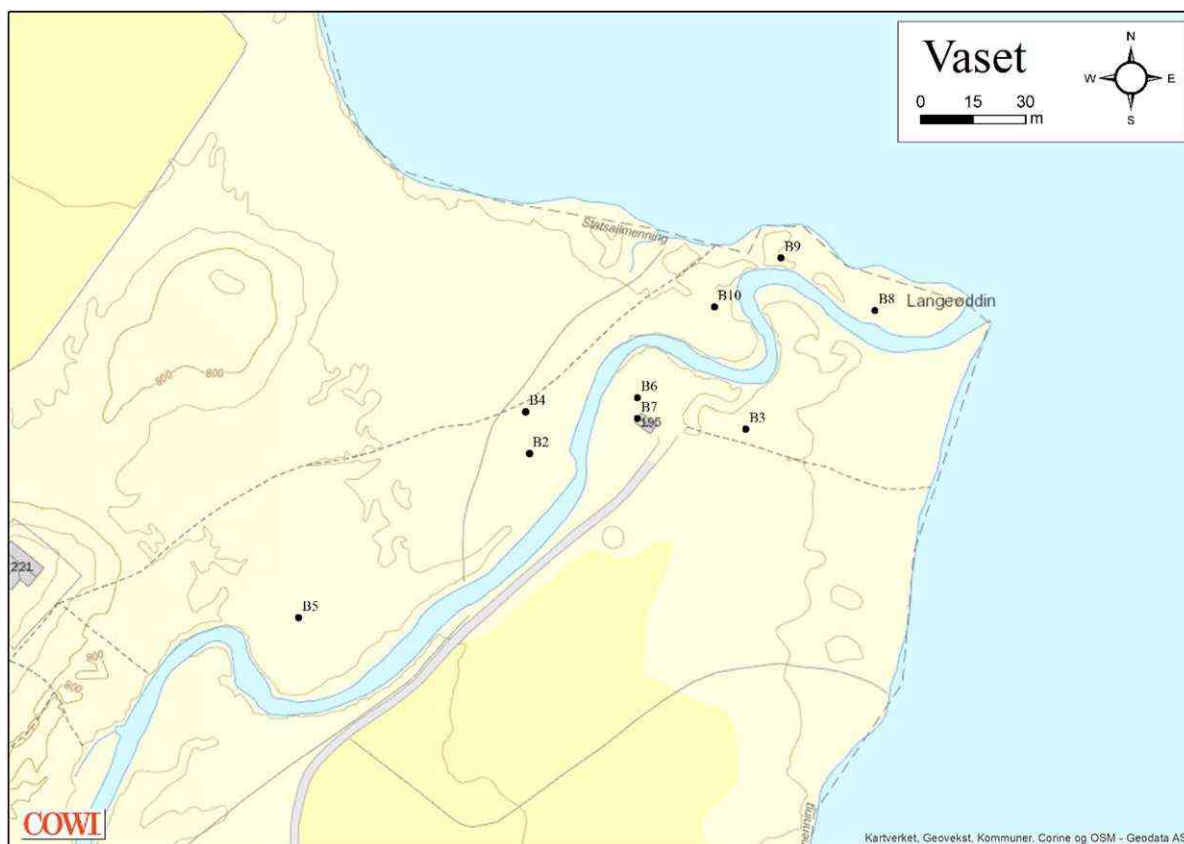
NGU bora tre brønnar i 1988. Desse er markert B4, B5 og B6 i figur 5. I B4 er det grovsand til 9m meter, sand/finsand frå 9-14,8m og fjell på 14,8m. I B5 er det sand og sandig grus ned til 9 m, og morene ved 9-10 m. I B6 er det sand og grus ned til ca. 5 m og grusig sand 2-12,5 m før siltig finsand (frå GRANADA, NGU).

Boringar av tre brønnar i 1989 syner at lausmassane opphenta ved boring i alle brønnar består av grov sand og grus ned til 8-10 meter der det er påtreft finare massar, finsand-silt. Analysar viser at vatnet har låg pH og noko høge jern-verdiar. Verdiar av kalsium og alkalitet er låge.

Grunnvassstanden ved brønnane var ca. 0.6 m under marknivå. Beregningar ut ifrå kornfordelingsanalysar for B8 syner ein høg permeabilitetskoeffisient i øvre del, 2-6 m, mens den avtar frå 8-10 m. Vassgjevarevna under 8-10 meter djup er begrensa. Desse er i figur 5 markert som B8, B9 og B10. (Aasland, 1990)

Boreloggen i brønnen ved Vaset vassverk (markert som B7 i figur 5) beskriv grov grus frå 0-10 m. (frå GRANADA, NGU)

Det er bora to brønnar hausten 2016 med plassering etter anbefaling frå Geo247. Desse er markerte som B2 og B3 (figur 5). Boreloggen i B2 beskriv jord og stein 0-3 m, fin sand og stein 3-9 m og silt 9-10,2m før fjell. I B3 er massande grovare med jord og grus 0-3 m og grov grus og stein 3-9 m.



Figur 5: Brønnar i området.

Ein beskrivelse av hydrogeologien er gjort i ein rapport frå 1999 (GEO247, 2016) :

Ut ifrå registrering av vasstand i brønn og peilerøyr samt Vasetvatnet og Revsalinåne under prøvepumping låg vasstanden i elva og Vasetvatnet høgare enn vasstanden i brønnane. Hovedinnmatinga kjem frå elva, men det kan tenkjast at vatn vert drege frå Vasetvatnet også. V prøvepumpingar syner ei beskjeden avsenkning av grunnvasstanden som fylgje av ei utpumping på 1 l/s.

3 Teori og Metode

3.1 Hydrogeologi

I hydrogeologi er me interesserte i poreromma i sediment og fjell, og kontakten mellom desse (porehalsane). Med tanke på uttak av grunnvatn skjer dette i den metta sonen av avsetningane, altså under grunnvasspegelen. Kor djupt vasspegelen ligg vil vere avhengig av terreng, lausmassar og avstand til resipientar (elvar og vatn).

Ved uttak av grunnvatn i større mengder er det som regel grovkorna og sorterte lausmassar som utgjer grunnvassmagasinet. Det er altså sand og grus utan finstoff som vil gje dei beste forholda for grunnvassuttak.

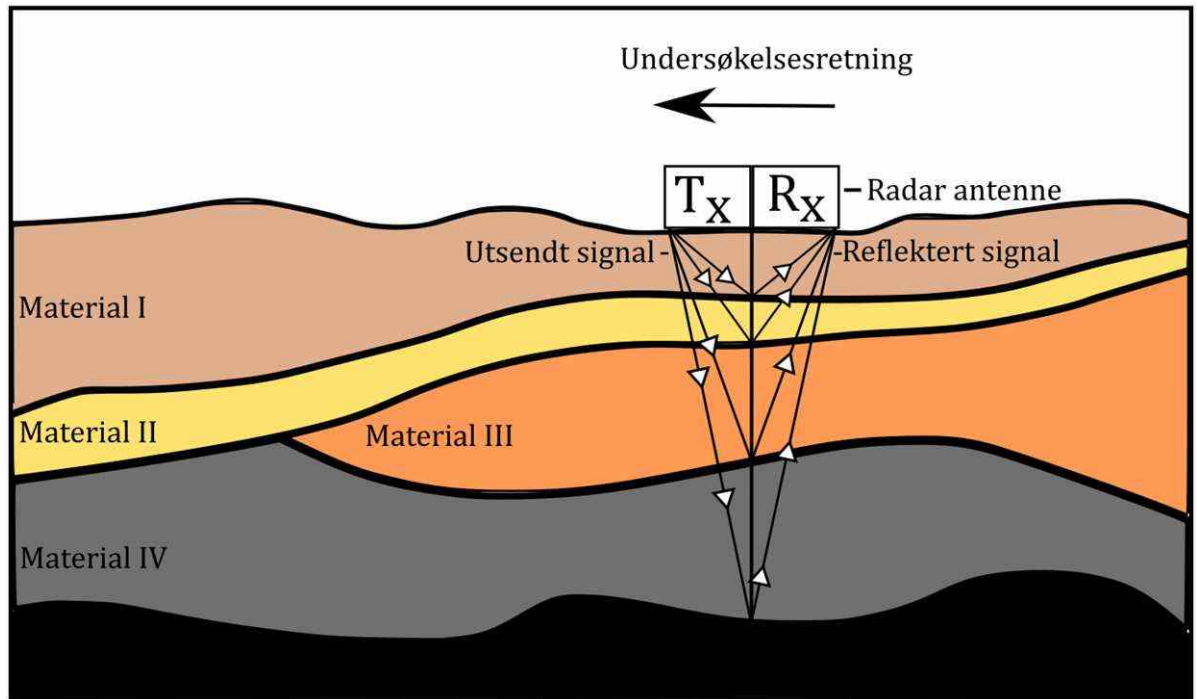
For at ein brønn skal gje både godt og sikkert vant er det ein balanse mellom å gå djupt for å få sikkert vann, men samtidig ikkje så djupt at det oppstår kvalitetsproblem når vannet vert oksygenfattig. Oksygenproblem kan oppstå i avsetningar under myr. F.eks jern er då oppløyst og vil utfellast i kontakt med oksygen, ofte ved uttak av grunnvatn.

Sedimenta vil få påfylling av vatn frå infiltrasjon frå fjellside, lokal nedbør, innsjøar og elv. Ved uttak av grunnvatn vil vatnet i hovudsak verte drege frå nærmaste resipientar. Om det ikkje er nokon resipientar i nærleiken vil influensområdet til brønnen verte større.

3.2 Georadar

I undersøkinga er det nytta ein georadar av typen Malå Ramac med antennefrekvens på 100 Mhz. Antennetypen er eigna for grunnundersøkingar der penetrasjonsdjupn er mellom 10-20 meter.

Georadar-metoden går ut på å sende elektromagnetiske signal (radiosignal) ned i bakken. Der signala treffer overgangar i elektriske eigenskapar, vil ein del av signalet bli reflektert mot overflata der dei vert fanga opp av ei antenne. Jo større overgang det er i elektriske eigenskapar, jo kraftigare vert refleksjonen. Signala vert påverka av både fysiske og kjemiske eigenskapar i grunnen. Er det høg elektrisk leiingsevne i grunnen, vil signalet verta svekka eller fullstendig absorbert. Penetrasjonsdjupn vil også variere med frekvensen på utsendt signal. Lågare frekvens er lik høgare penetrasjonsdjupn, men det vert då også lågare oppløysing på dataene. Metodeskisse for georadarundersøkelsar er vist i figur 6.



Figur 6: Prinsipiell skisse over undersøkning med bruk av georadar der kvart material symboliserer ein geologisk einheit.

Målingane ved utsending av elektromagnetiske bølger foregår langs profilinje. Det vert gjort målingar enten som eit visst antall pr. tid eller som funksjon av avstand. Kvar måling består av ei signallinje som tilsvarar eit spesielt punkt. Alle desse enkeltmålingane settes saman og fremstår som eit samanhengjande bilde av struktur i grunnen. Georadarantenna mottar refleksjonar frå eit ovalt område som varierar i størrelse frå kor djupt reflektorane ligg.

For å bestemme djupn til ein reflektor må bølgehastigheten i overliggjande medium vere kjent eller kunne bestemast. Bølgehastigheten vert påverka av ein rekkje forhold som blant anna vassinnhaldet i mediet (Neal, 2004). Djupn vert kalkulert ut ifrå bølgehastigheit og den tida ei måling bruke ned og opp frå reflektoren.

Ved å samstilla tolkingar av djupn til forskjellige struktur og geologiske tolking av grunnforholda kan gjerast. Totalt sett er georadar en enkel metode for hydrogeologisk kartlegging og vurdering av grunnforholda sine eigenskapar for grunnvannsuttak. (Mauring, et al., 1995).

Rådata frå georadarundersøkingane vert prosessert og tolka i programvara RadExplorer. For å tydeliggjere refleksjonar registrert av georadaren er det lagt til ulike filter som blant anna forsterking av signal og filterering av bakgrunnsstøy.

4 Resultat

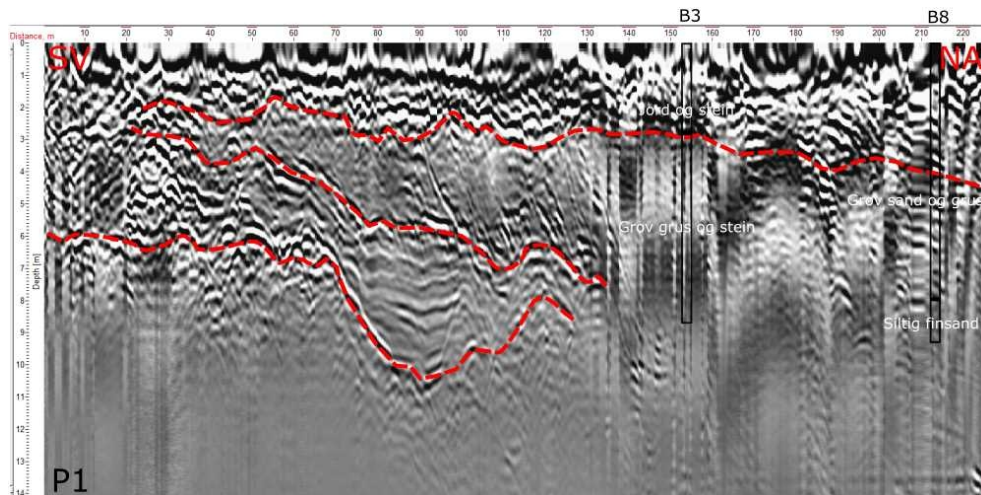
I alt 11 profil vart prosesserte og tolka ut ifrå litteratur og erfaringar. I profila kjem det fram at det er ein del støy. Dette er mest truleg grunna vanskelege undersøkelsesforhold. Profila er likevel tolkbare. Profila er tolka og vist saman med boreloggar der profila passerer borehola. Tolkningar av dei mest forklarande og tolkbare profila er syna og beskreve under. Figur 7 syner kart over alle profila og borehola.



Figur 7: Kart over brønner og georadarprofil.

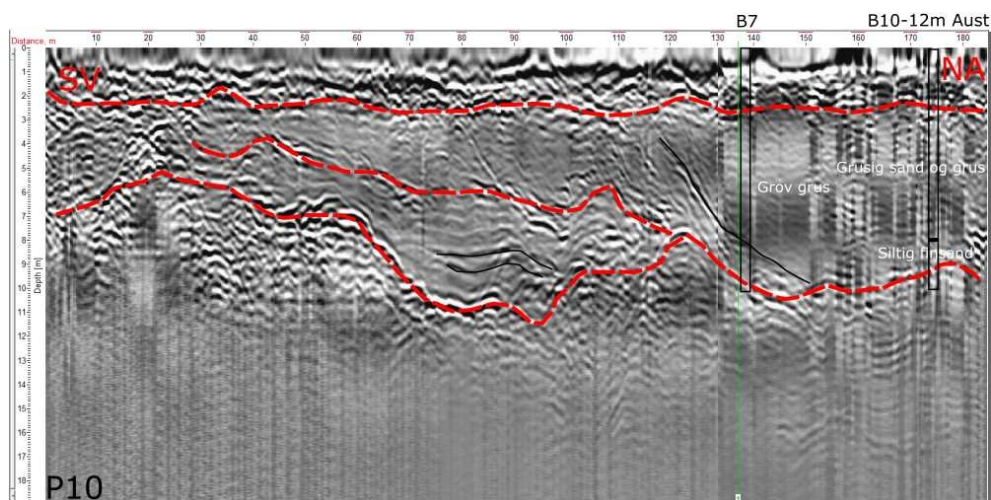
P1

Profilen strekker seg fra Sørvest til Nordaust og passerer B3 og B8. Figuren under syner med raudt gjennomgåande sterke refleksjonar som indikerar lagdeling mellom forskjellige avsetningar. Det som er gjennomgåande er at det er ein sterk refleksjon fylgd av mindre synlege og framtreddande refleksjonar før ei ny lagdeling. Område med mindre refleksjonar tyder på ei samansatt masse som ikkje har like tydelege lagdelingar. Dette kan til dømes vere usorterte massar av sand og grus eller lagdelt sand/grus med små variasjonar i elektriske eigenskapar. Det er indikasjonar på gjennomfylt elvelaup med nokon horisontale strukturar, men dette kan ikkje konkluderast, men er mest truleg tilfelle då elvelaupet har tatt forskjellige vegar under oppbygginga av deltaet. Boreloggen i B3 beskriv jord og stein i det øverste sjiktet som passar godt med georadar tolkningane. Det er vidare beskreve grov grus og stein. Dette er vanskelig å tolke grunna støy i profilet. Boreloggen i B8 beskriv grov sand og grus ned til 8 m, med siltig finsand under.



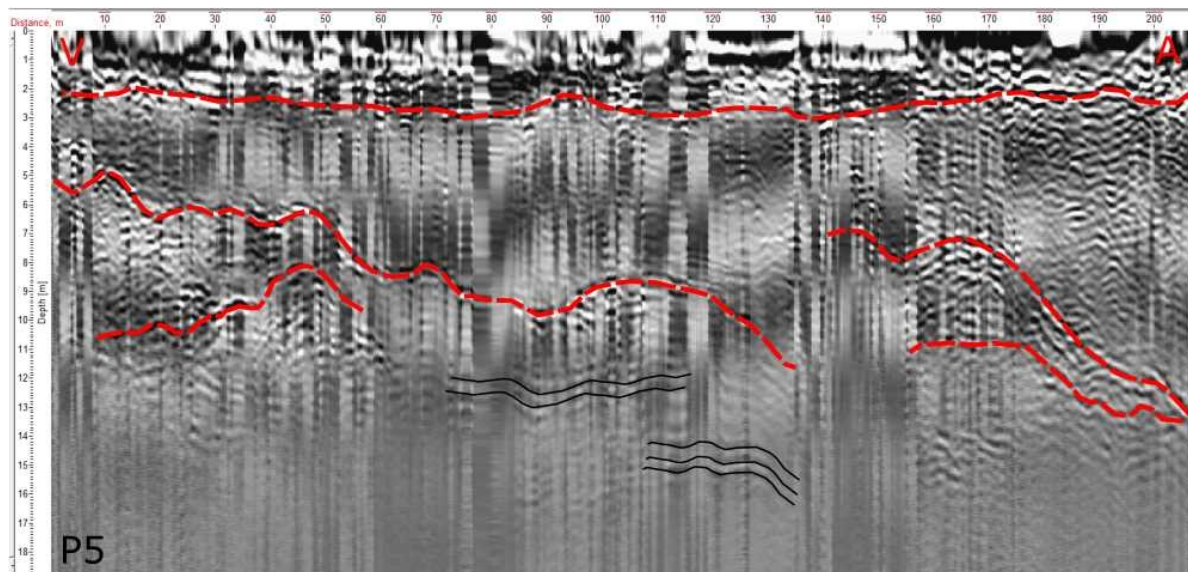
P10

Som synt i figur 7 går P10 parallelt med P1 fram til vassverket der dei skil lag. Dei same refleksjonane er synlege i begge profil der dei går parallelt med kvarandre. Dette profilet går forbi B7 og litt utafor B10. Boreloggen til B7 beskriv grov grus ned til 10 m. I georadarprofilet er det mindre sterke refleksjonar frå til dels horisontale lag. B10 som P10 ikkje heilt kryssar beskriv grusig sand og grus ned til 8 meter før finare massar. Det er indikasjonar på at det er ei lagdeling mellom det som er beskreve som grusig sand og grus og finare materiale. Det er eit visst avvik mellom den lagdelinga som er tegna inn med ei stipla raud linje nedst i profilet og det som er beskreve i boreloggen. Dette skuldast nok at profilet ligg eit lite stykke frå boreholet.



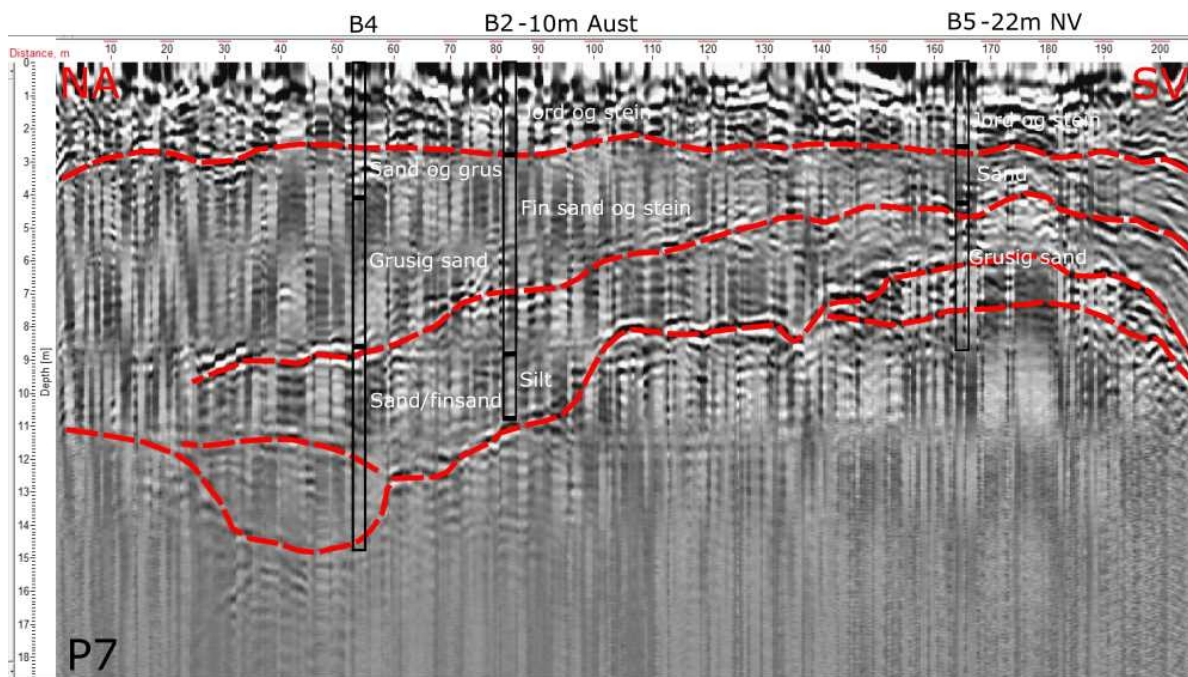
P5

Dette profilet kryssar den nederste delen av deltaet på tvers, frå vest til aust. Det ser ut som om mektigheita på avsetningen er størst mot midten av deltaet. Det er ikkje noko borehol i nærleiken, men profilet syner same tendensar som dei andre: tydelege refleksjonar frå lagdelingar med område med mindre tydelege delvis horisontale refleksjonar i mellom. Det er tydelege refleksjonar i midten av profilet ved 3 m djupn, som samsvarar med jord og stein lag beskreve i boreloggane. Det er også tydelege refleksjonar på ein 8-10 m i midten av profilet med meir fine horisontale lag under (markert med svarte linjer). Dette samsvarar godt med observasjonar av grovare sediment ned til 8-10 meter før finare avsetningar under.



P7

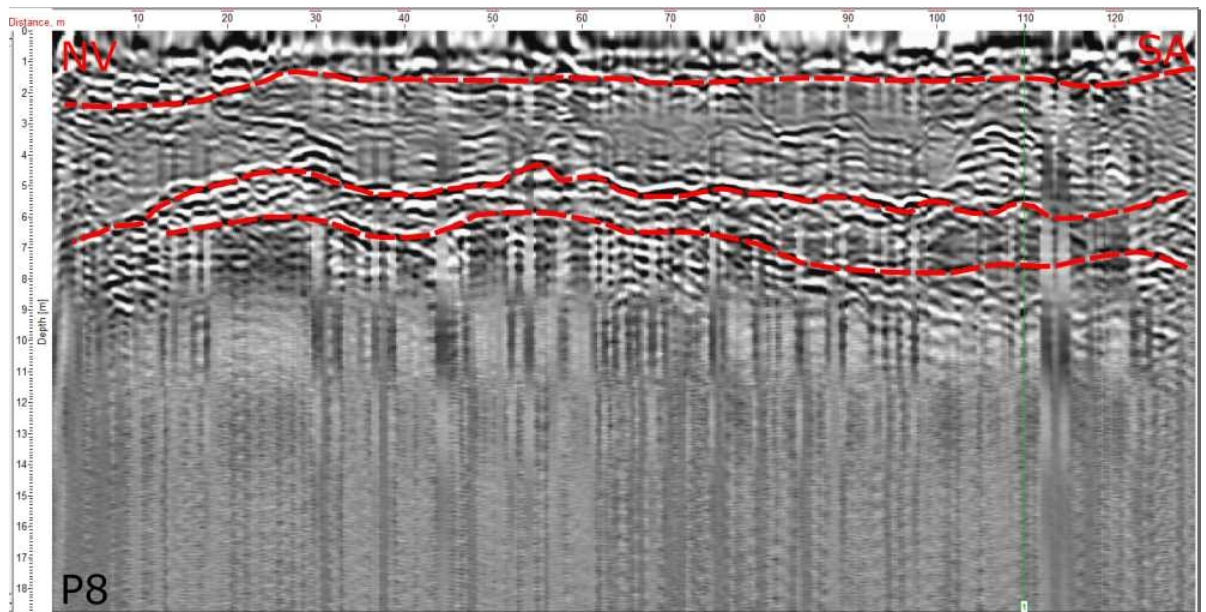
P7 strekkjer seg får nordaust til nordvest og går forbi nokre av brønnane i området. Profilet syner at mektigheita på avsetningane tynnast ut i søraustleg retning. Dette gjer meining då mektigheita på ei deltaavsetning normalt sett vert større mot ein innsjø. Hovudrefleksjonane i profilet syner tre hovudgrenser. Boreloggen i B4 beskriv sand og grus ned til 4 m, grusig sand til 9m og finare sediment under. Desse grensene passar godt med hovdrefleksjonane i profilet. B2 og B5 avvik frå målingane med tanke på grenser og B4. Men desse brønnane ligg til sides for profilet og det kan vere store lokale variasjonar i avsetninga. Det ser også ut som om B4 skjærer ned i eit gjennfylt elvelaup heilt nedst i brønnen, men dett er ikkje beskreve i boreloggen.



P8

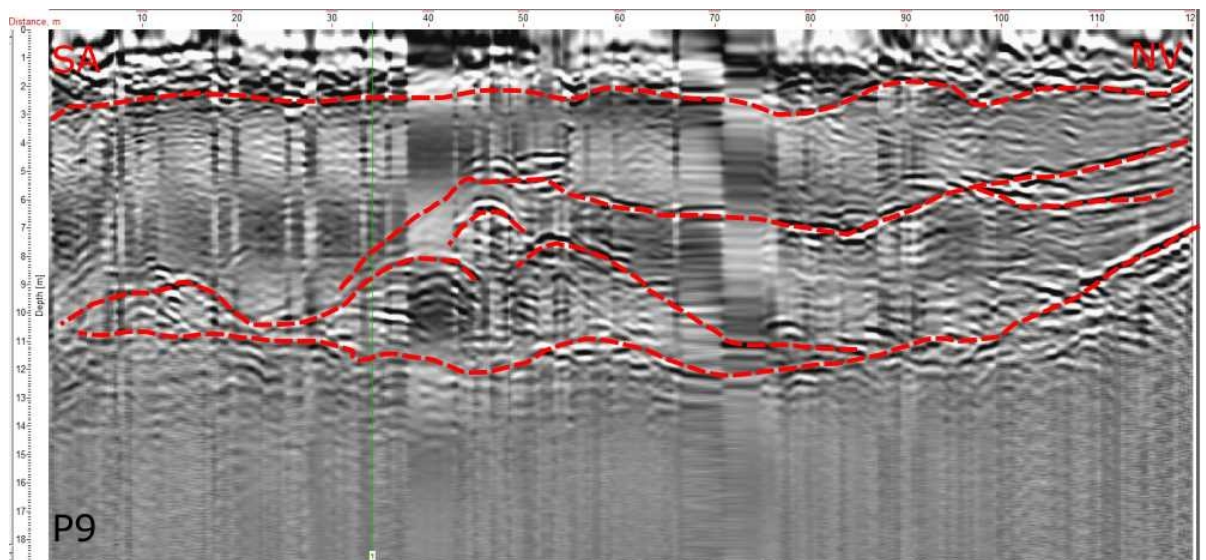
Dette er det sørlegaste profilet og syner at grunnvassmagasinet minkar i mektigheit med distanse frå Vasetvatnet. Den øverste refleksjonen syner, ved tolkning av brønnloggar i området, jord og stein

fylgd av eit lag med grov og usortet masse. Signala forsvinn ved 6-8 m og tyde på grensa til fjell eller finare massar.



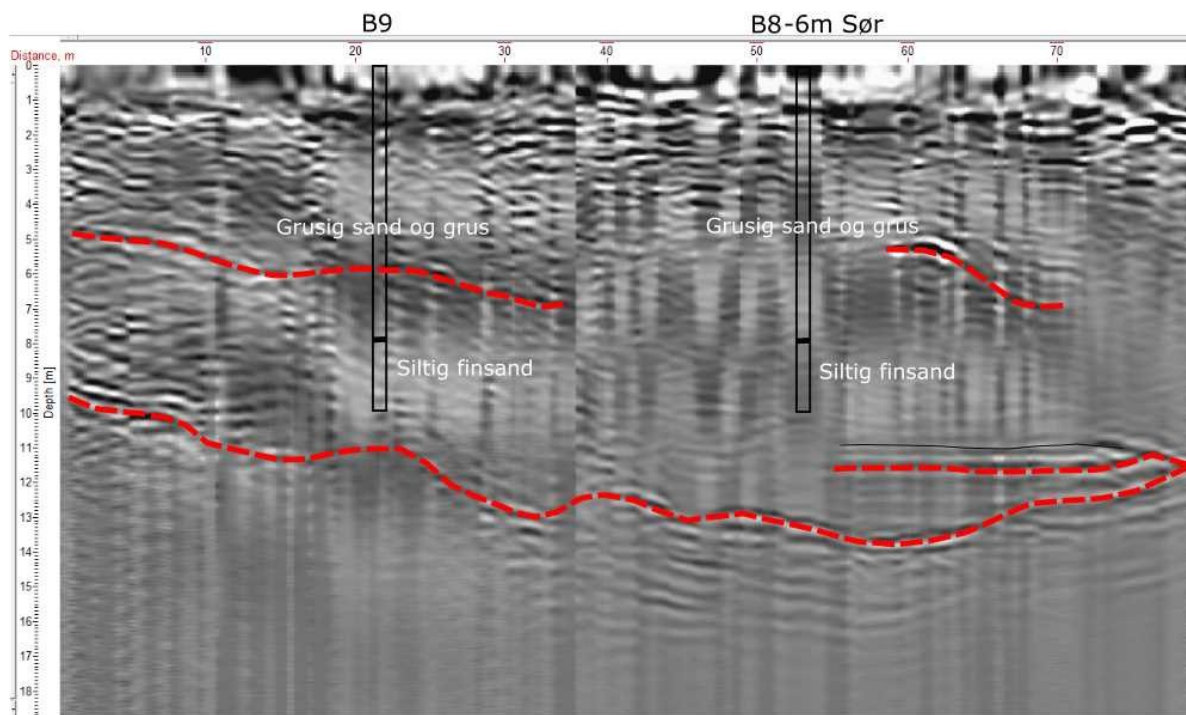
P9

Profilen strekker seg frå søraust til nordvest og ligg rett nordaust for P8. Profilten her syner at mektigheita på avsetningane vert større mot vatnet, då refleksjonane er djupare enn i P8. Profilten viser nokså lik type lagdeling som på profila over.



P11

Dette profilen strekkjer seg frå vest til aust på ein odde mot Vasetvatnet. Det kryssar brønn B9 og B8. I brønnloggane er det i begge brønnane beskreve grusig sand og grus ned til 8 m og siltig finsand frå 8-10 m. Den beskreve grensa mellom grove og fine sediment kjem ikkje tydeleg fram i dette profilen. Det er sterke refleksjonar på mellom 9 og 14 m. Dette kan vere grensa til fjell eller finare massar. Relativt rette horisontale refleksjonar under tyder meir på ein del finmassar før fjellet.



5 Diskusjon

Boreloggane og kornfordelingskurvene i samband med georadarundersøkelsane gjer greie indikasjonar på kvar det er eigna massar til grunnvassuttak med ein tilstrekjeleg kapasitet.

Den generelle tendensen i området er at det er sand og grus ned til mellom 8 og 12 meter med fine sand og silt massar før fjell under. Dette ut ifrå boreloggar frå 9 brønnar og georadarprofil.

Georadarprofilane syner i hovudsak 3 lagdelingar, der det øverste laget består av jord og stein, det andre laget består, i følgje boreloggane, av i hovudsak sand/grus med lokale variasjonar. Det nederste laget er blitt beskrevet som finare massar og kan vere finare avsetningar då vatnet stod høgare eller morenemassar. Det er vanskeleg å skilje mellom det som kan vere fjell, finare breelvasetningar og morene, uansett markerer dette ei grense til deler av grunnvassmagasinet som er mindre utnyttbart.

Det beste området for grunnvassuttak er der relativt grove massar er i god kontakt med overflatevatn. Dette kan best oppnås i området med grove sediment ned til ca. 8 m heilt nord mot Vasetvatnet. Det er her dokumentert ei grei mektigheit med grove sediment samstundes som vatn kan verte drege frå både elv og vatn.

Usikkerheiter:

Grenser mellom geologiske einingar som er beskrevet i boreloggane er ikkje alltid tilstades eller synlege i georadarprofilane. Det skuldast usikkerheit ved boreloggbeskrivelsane, georadartolkningar og brønnane sin posisjon i forhold til georadarprofilane; gps usikkerheit og heterogenitet mellom profilane og brønnane.

Det ein ser som meir eller mindre horisontale lag er kanskje lagdelt sand eller sand og grus. I følgje boreloggane og kornfordelingsanalysene har sedimenta veldig høg hydraulisk konduktivitet, dette samvara ikkje heilt med observasjonar ved prøvepumping (Aasland, 1990). Ved innsamling av

sedimentprøver ved brønnboring er det nok mykje av sedimenta som går tapt, eller ikkje vert oppsamla. Finstoff kan f.eks bli spylt vekk når ein spylar opp massane til prøvetaking. Det er også usikkerheit knytta til brønnloggane, grunna subjektive meiningar og vanskeligheitar med definering av massetypar.

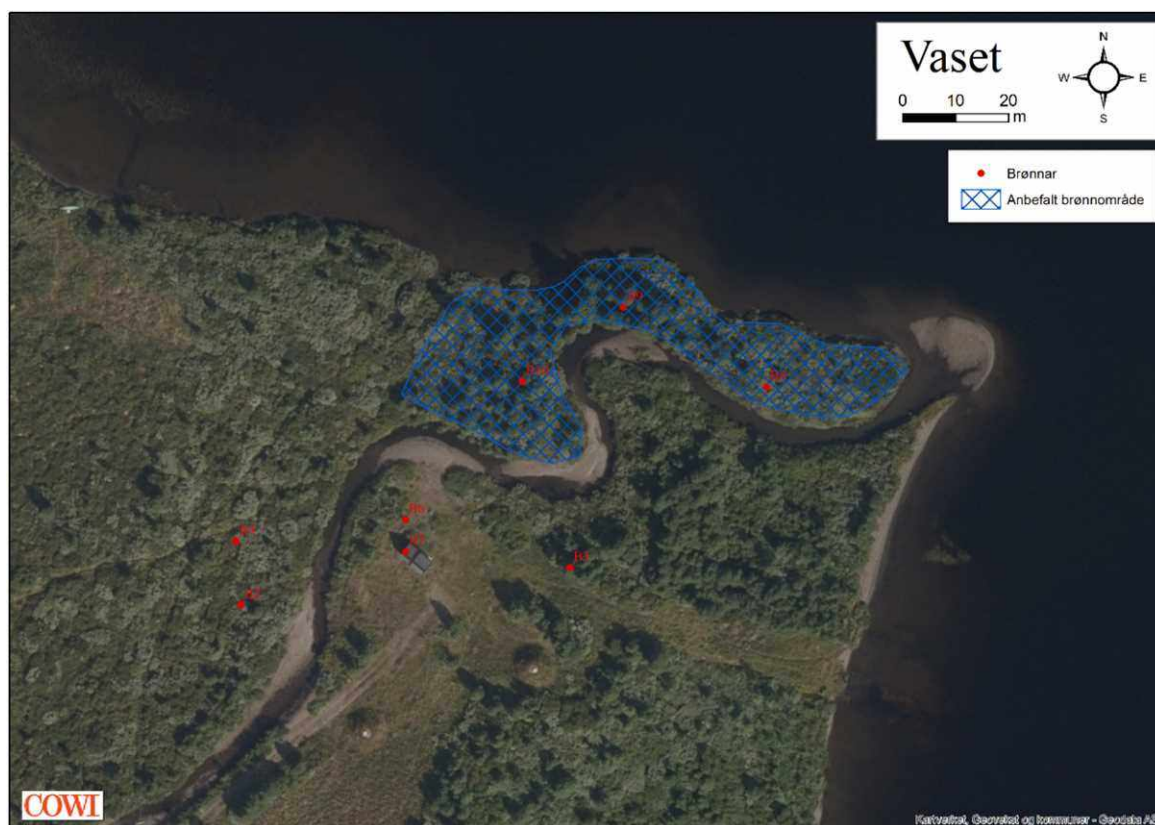
6 Konklusjon

Georadarundersøkingane saman med boreloggane syner i hovudsak 3 lag: (i) jord og stein, (ii) sand/grusig sand/grus og (iii) fin sand/silt/fjell.

Det vert tilrådd å gjer undersøkingsboringar i skravert område i fig. 8. Det er tilrådd å gjera 3-5 boringar for å få nok grunnlagsdata til å beskriva magasinet. Unde boring må det takast lausmasseprøver som kan nyttast til kornfordelingsanalyse og brønndimensjonering. Om ein gjer undersøkingsboringane ved hjelp av odexboring, kan ein evt setja ned mellombels testbrønn for undersøking av kapasitet og kvalitet. Prøvepumping av ein slik mellombels brønn (teleskopbrønn/tapt filter) kan gjerast før ein tek beslutning om etablering av permanente produksjonsbrønner.

Grunnvassuttak bør skje i dei grovaste sedimenta med kontakt til elv eller vatn eller begge.

Figur 8 og **Error! Reference source not found.** syner anbefalt brønnplassering basert på denne undersøkelsen.



Figur 8: Anbefalt brønnplassering.



Figur 9: Figuren syner anbefalt brønnområde basert på georadarundersøkelsar og hydrogeologisk vurdering.

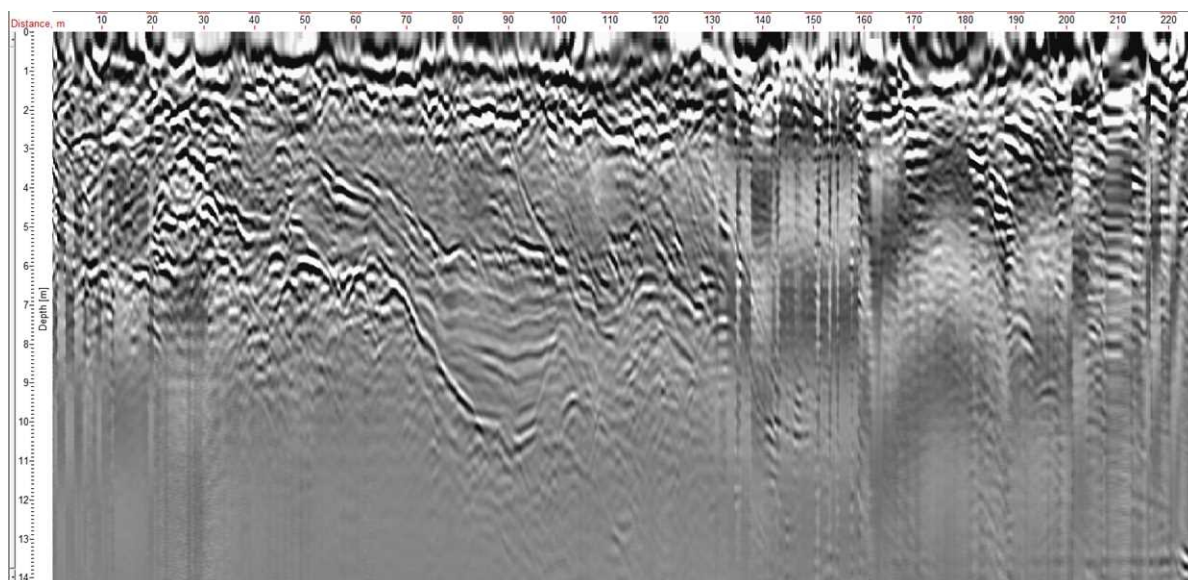
7 Referansar

- Aasland, Trygve. 1990.** *Vestre Slidre Kommune Grunnvannsundersøkelse Vaset*. s.l. : Sivilingeniør Carl-H. Knudsen AS , 1990.
- GEO247. 2016.** *Forslag til plassering og dimensjonering av nye grunnvannsbrønner*. 2016.
- Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress.* **Neal, A. 2004.** 2004, Earth-Science Reviews 66, 261-330.
- Mauring, Eirik, et al. 1995.** *Målinger med georadar. Teori, anvendelse, teknikker og eksempler på opptak*. s.l. : NGU, 1995. 94.
- GRANADA, NGU. <http://geo.ngu.no/kart/granada/>.

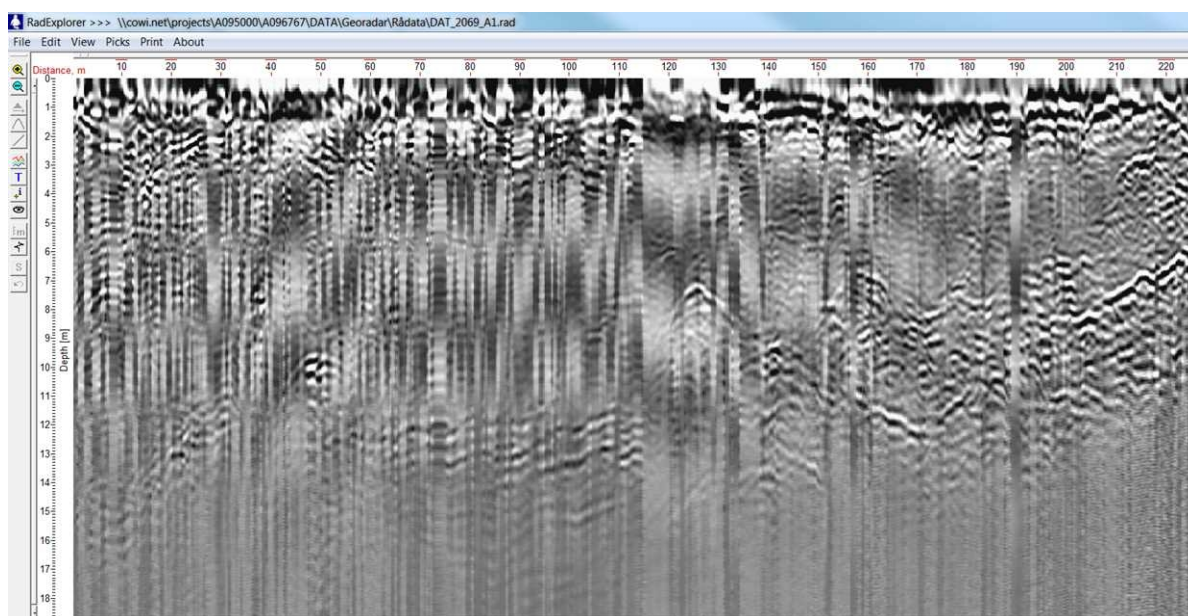
Vedlegg 1

Prosesserte georadarprofil

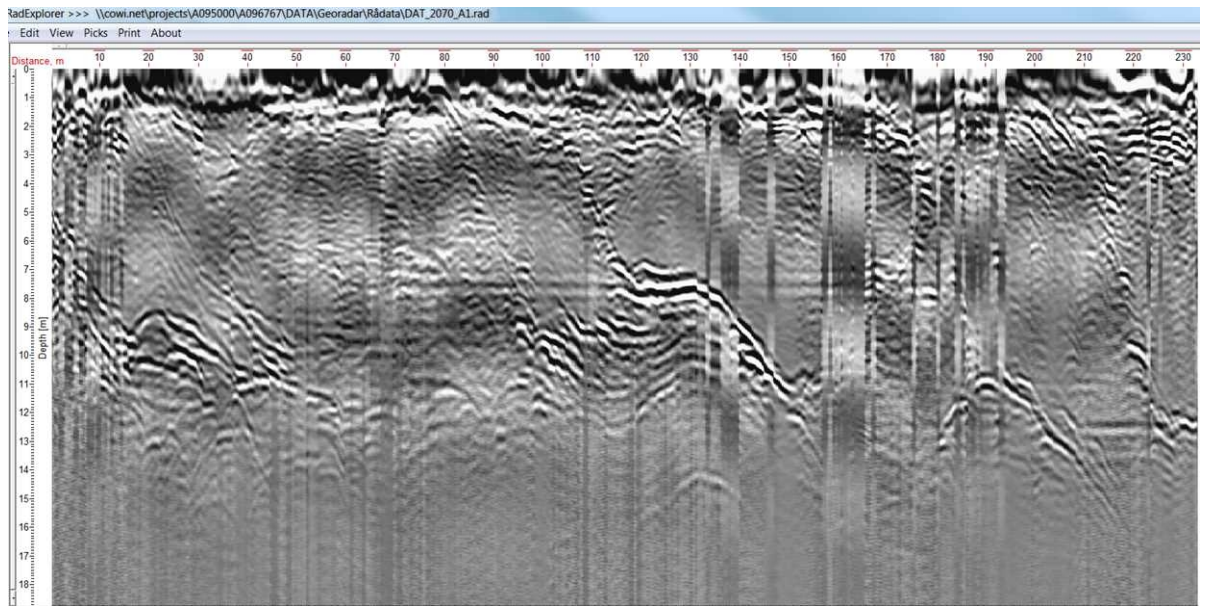
P1



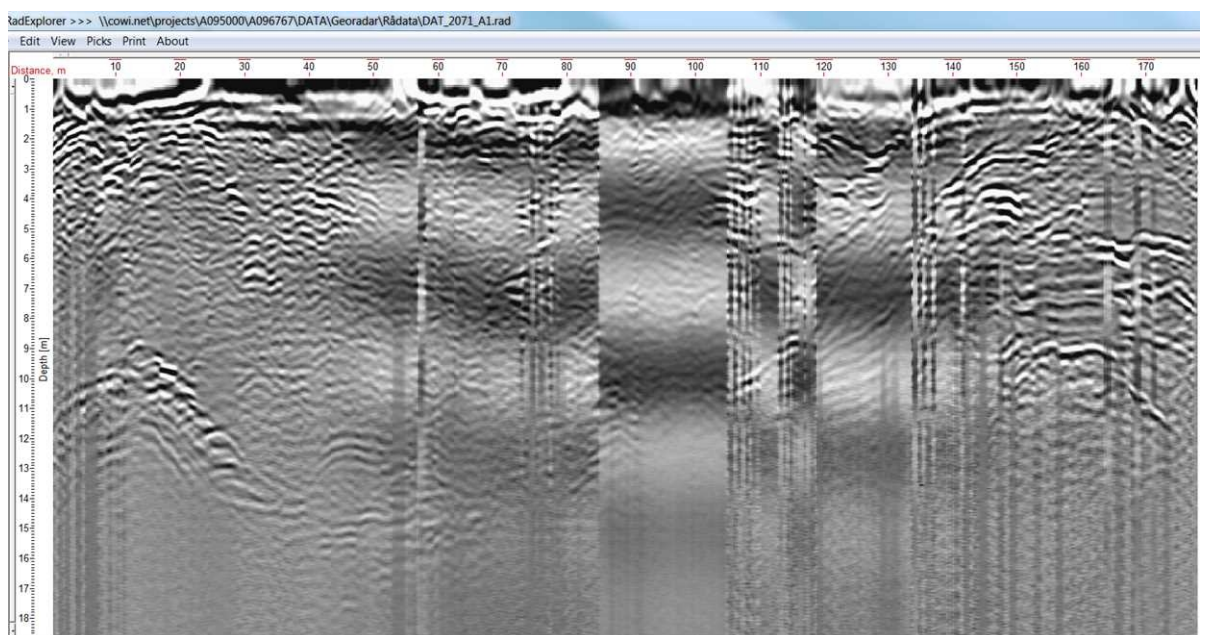
P2



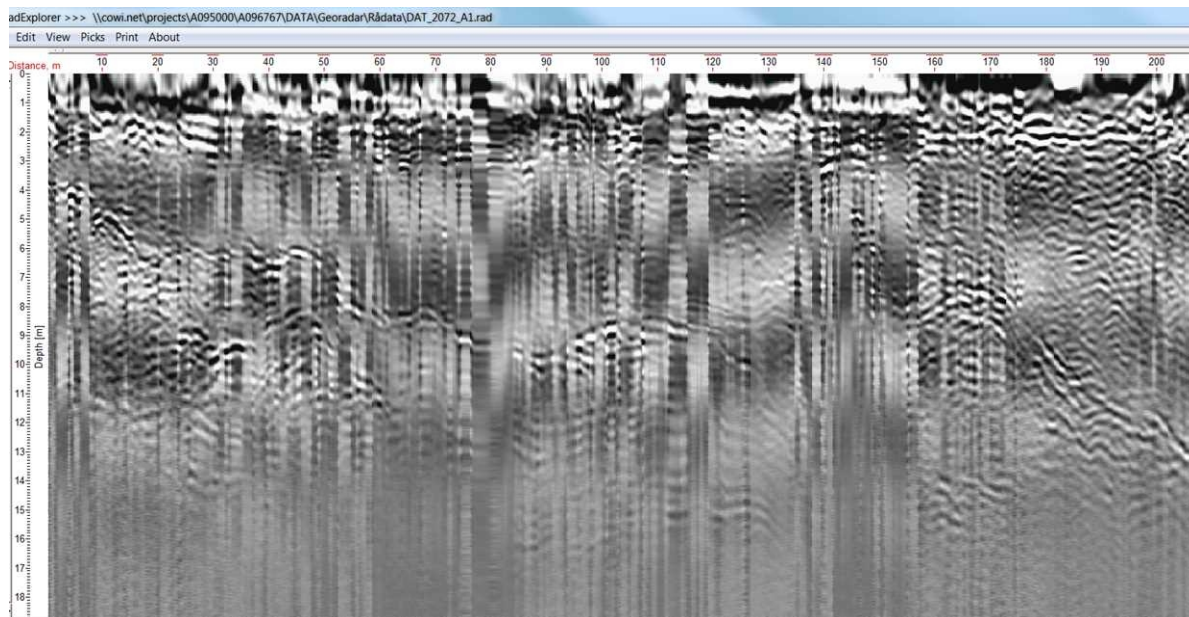
P3



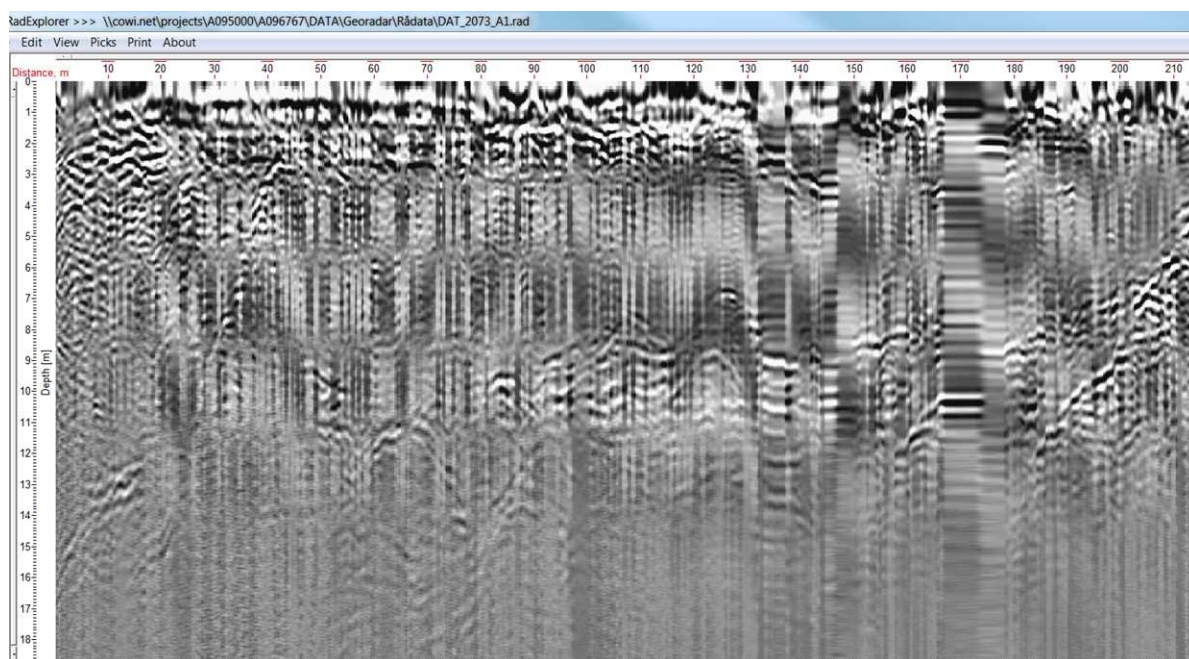
P4



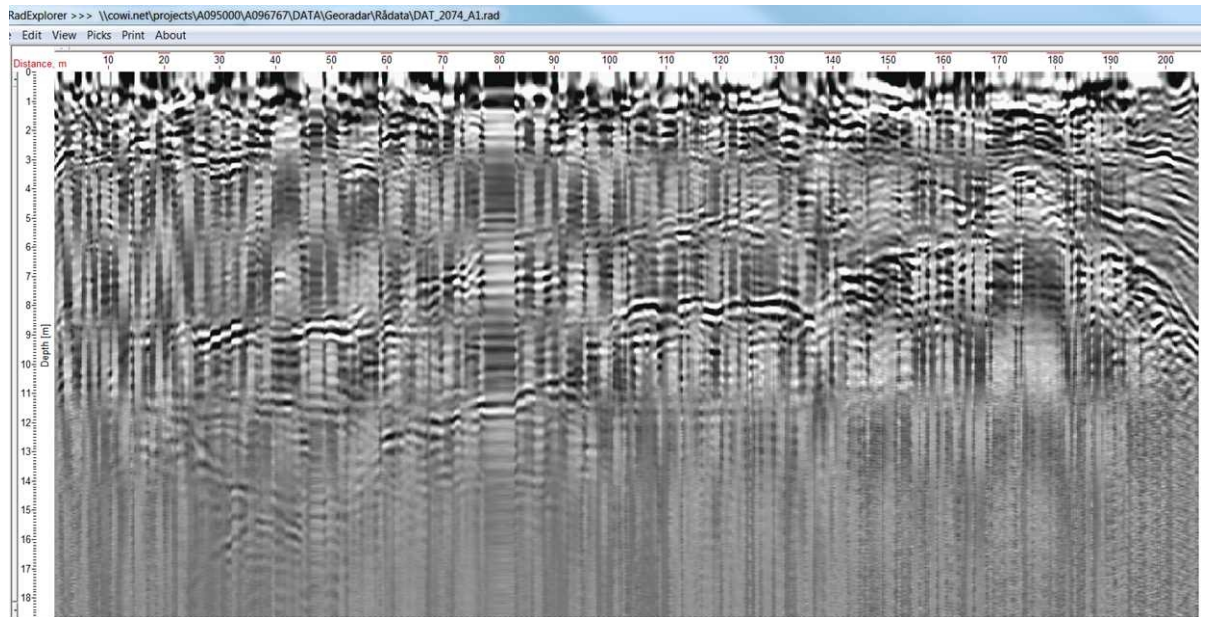
P5



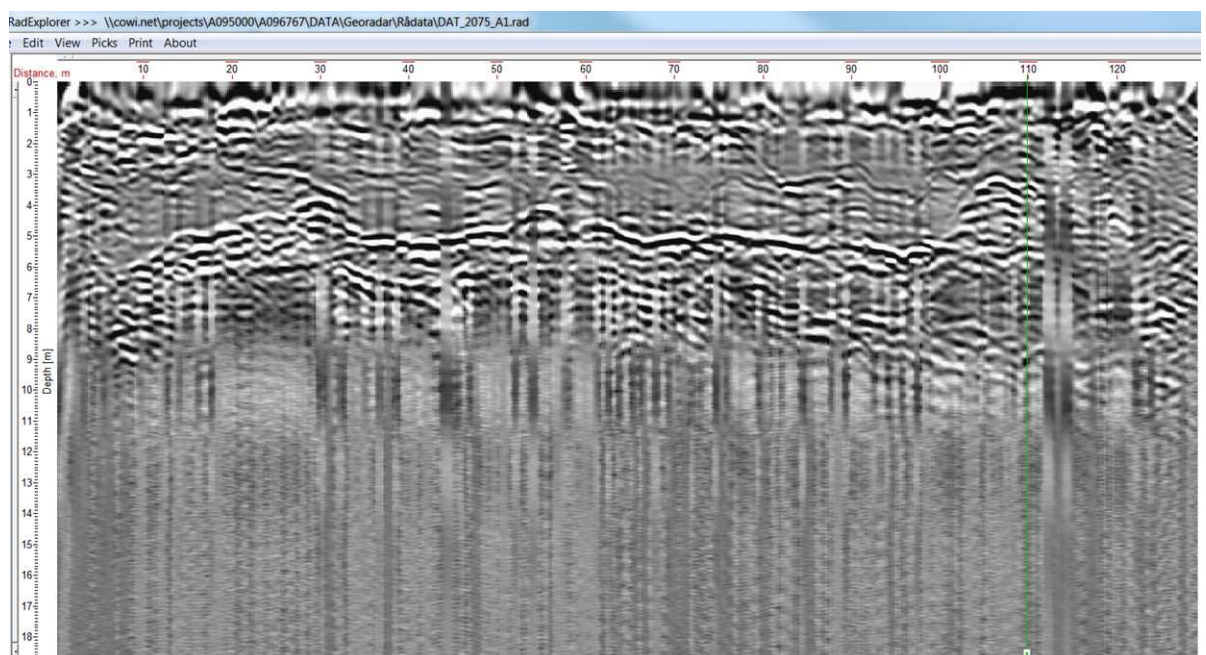
P6



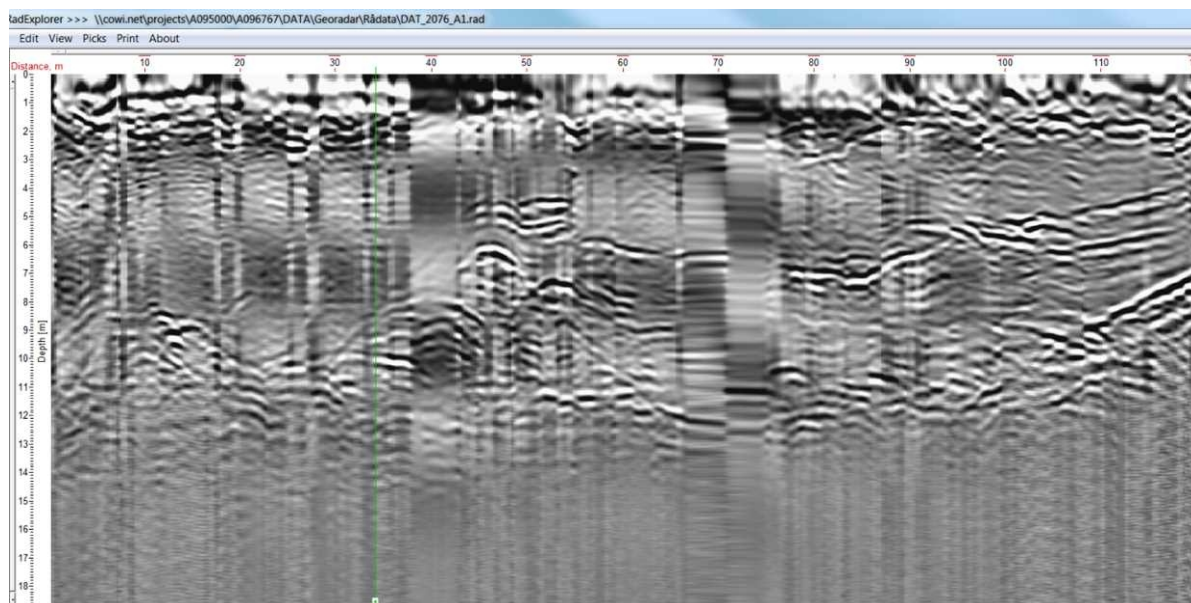
P7



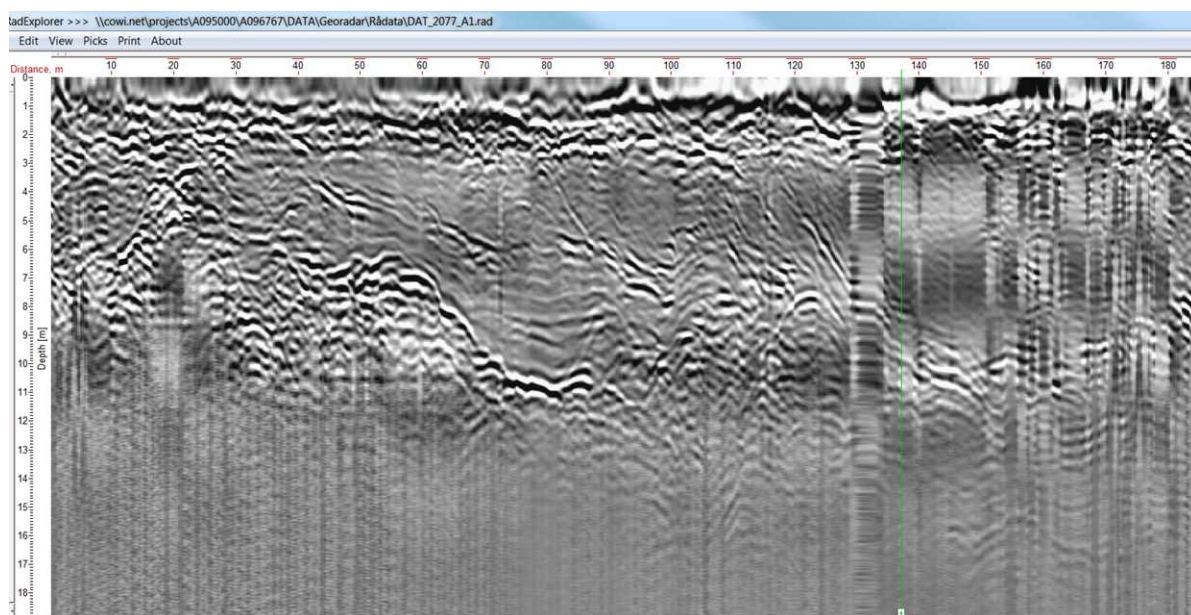
P8



P9



P10



P11

