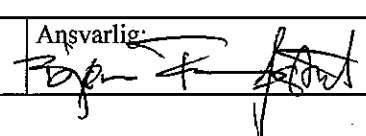


NGU Rapport 2007.062

Grunnvannsundersøkelser Vassbotnen, Volda
Kommune

Rapport nr.: 2007.062		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnvannsundersøkelser Vassbotnen, Volda Kommune			
Forfatter: Atle Dagestad, Gaute Storrø, Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: Volda kommune	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Volda	
Kartblad (M=1:250.000) Ulsteinvik		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1119 II Volda	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 35 Kartbilag: 3	Pris: 150,-
Feltarbeid utført: 2006-2007	Rapportdato: 15.11.2007	Prosjektnr.: 271200	Ansvarlig: 
Sammendrag: <p>NGU har etter forespørsel fra Volda kommune gjennomført hydrogeologiske undersøkelser ved Vassbotnen i sørenden av Rotevatnet. Hallingdal bergboring AS utførte i 1979 i regi av NGU tre grunnboringer i sørenden av Rotevatnet og fant en egnet grunnvannslokalitet ved Vassenden. Oppfølgende undersøkelser i 2006 og 2007 har bestått i georadarundersøkelser med påfølgende grunnboringer og nedsetting av undersøkelsesbrønner. Undersøkelsene viser at det finnes egnete løsmasser for uttak av større mengder grunnvann i Vassbotnen. Løsmassenes sammensetning og vanngiverevne varierer betydelig både horisontalt og vertikalt og egnete områder til brønnetablering finnes kun innenfor begrensede områder. Analyser av uttatte vannprøver viser et høyt innholdet av jern og mangan i grunnvannet mot dypet i avsetningen og for å oppnå god drikkevannskvalitet må rensing av grunnvannet påregnes. NGU anbefaler kommunen å sammenstille alternativene rensing av grunnvannet med fullrensing av Rotevatnet før grunnvannsalternativet utredes videre med etablering av prøvepumpingsbrønner.</p>			
Emneord: Grunnvann	Geofysikk	Vannforsyning	
Vannkjemi			

INNHOLD

1.	BAKGRUNN	4
2.	TIDLIGERE UTFØRTE UNDERSØKELSER	4
3.	UNDERSØKELSER UTFØRT I 2006 OG 2007	4
3.1	Feltbefaring	4
3.2	Georadarundersøkelser	5
3.3	Grunnboringer	5
4.	KONKLUSJON	6

VEDLEGG:

Vedlegg 1: Borelogger

Vedlegg 2: Resultater kjemiske vannanalyser

Vedlegg 3: Resultater kornfordelingsanalyser

Vedlegg 4: Tolkede georadarprofiler

KARTBILAG:

Kartbilag -01: Lokalisering georadarprofiler

Kartbilag -02: Borepunkter Rotevatn

Kartbilag -03: Borepunkter Vassbotn

TEKSTBILAG:

Tekstbilag -01: Metodebeskrivelse georadar

1. BAKGRUNN

Volda kommune benytter i dag Diglavatnet til hovedvannforsyning og har per i dag et gjennomsnittlig behov på 2800 m³/døgn. På grunn av tidvis dårlig vannkvalitet og usikker kapasitet ønsker kommunen å få vurdert potensialet for uttak av grunnvann i nærområdet til Volda. På bakgrunn av dette har kommunen, ved Asbjørn Aasebø, tatt kontakt med NGU med forespørsel om å få vurdert mulighetene for grunnvannsforsyning som alternativ kilde til Dinglavatnet.

2. TIDLIGERE UTFØRTE UNDERSØKELSER

Etter oppdrag fra Norges geologiske undersøkelse utførte Hallingdal Bergboring i 1979 grunnboringer ved Rotvasselvas utløp i Rotevatnet, i området rundt Storelva i Vassbotnen samt ved Nymark (Hallingdal Bergboring 1980, se kartbilag 2007.062-02). Det var kun boringen ved Storelvas utløp som gav positive indikasjoner med hensyn til muligheter for uttak av grunnvann. Her ble det funnet ca 10 m med grovkornige, vanngivende løsmasser, som ligger over ca. 8 m med finkornige, tette løsmasser. Boringen ble avsluttet ved antatt fast fjell i nivå 18 m under terreng. Ved Rotevasselva og Nymark ble fjell påtruffet på henholdsvis 7 og 9 m under terreng og løsmassene var gjennomgående finkornige med lav vanngiverevne.

I forbindelse med undersøkelsene i 1979 ble det gjennomført korttids testpumping av akviferen i lokaliteten ved Storelva. Midlere vannmengde ved pumping fra 4 forskjellige nivåer fra 2-9 m under terreng, ble målt til 150 l/min. pr m inntaksfilter. Et orienterende tall for forventet produksjonskapasitet for en fullskala brønn vil ut fra dette være av størrelsesorden 15 l/s (1300 m³/døgn). I forbindelse med testpumpingen ble det også tatt ut vann- og sedimentprøver fra ulike nivå i akviferen. Laboratorieanalysene viser at grunnvannet er noe surt, ionefattig, bløtt (lavt innhold av kalsium/bikarbonat) og at vannet har et forhøyet innhold av jern og mangan i forhold til drikkevannsforskriften. Målte verdier for jern er 0.1–0.8 mg/l (krav <0.2 mg/l) og for mangan 0.02–0.07 mg/l (krav <0.05 mg/l).

I borerapporten er det anført at sand/grusmassene er blandet med organisk materiale ("røtter") og at det er litt lukt av det opp-pumpede grunnvannet i enkelte nivåer. Det forhøyede innholdet av jern og mangan samt lukten (trolig hydrogensulfid) er naturlige følger av oksygenunderskudd som oppstår når organisk materiale brytes ned.

3. UNDERSØKELSER UTFØRT I 2006 OG 2007

3.1 Feltbefaring

På bakgrunn av forespørselen fra kommunene ble det 22.08 gjennomført en hydrogeologisk befaring i områdene rundt Rotevatnet med tanke på uttak av grunnvann fra løsmasser. På befaringen deltok Asbjørn Aasebø fra Volda kommune. Ut fra observasjoner gjort under denne befaringen, samt resultater fra tidligere undersøkelser, ble det valgt å fokusere de videre undersøkelser til området rundt Storelva i Vassbotnen. Det ble bestemt å gjennomføre georadarundersøkelser langs flere profiler for å kartlegge løsmassesammensetningen i et større område. Resultatene fra disse undersøkelsene ville gi grunnvalg for å velge ut noen lokaliteter for oppfølgende grunnboringer.

3.2 Georadarundersøkelser

I perioden 17. - 18. oktober 2006 utførte NGU georadarmålinger i østenden av Rotevatnet ved Vassbotnen. Beskrivelse av denne geofysiske metoden er gjengitt i tekstbilag 01. Det ble gjort målinger langs 12 profillinjer og lokalisering av disse er vist i kartbilag 2007.062-01. Dataene som samles inn gjennom georadarmålinger visualiseres i vertikalsnitt som viser lagstrukturer for løsmassene langs den aktuelle profillinjen. Ut fra tolkning av disse lagstrukturer kan mektighet på lag og forventet kornstørrelse angis. En sammenstilling av Ø-V-rettede georadarprofiler som dekker området fra Rotevatnets strandsone og 150 m østover, er vist i vedlegg 4. Følgende 3 hovedtemaer er forsøkt visualisert i sammenstillingen/tolkningen; 1) horisontale lagstrukturer (rosa farge) som tolkes som fin sand/silt med liten vanngiverevne 2) skrå lagstrukturer (gul farge) som tolkes som godt sortert (vasket) sand/grus med god vanngiverevne 3) "hvite" strukturer som tolkes som massive og tette avsetninger av silt/leire og/eller som fast fjell (se f.eks. området i profil 8 mellom posisjon 75 og 150 m, nivå 40-45 moh).

Sammenstillingen i vedlegg 4 indikerer at utstrekningen og tykkelsen av potensielt vanngivende løsmasser (gule skrålinjer) øker fra øst mot vest og fra sør mot nord. Den største mektigheten av potensielt vanngivende masser synes å opptre mellom posisjonene 40 og 60 meter i profilene 5, 2 og 8. Mektigheten er her tolket til å være opp mot 12-14 m.

Ut fra resultatene fra georadarundersøkelsene ble det anbefalt å gjennomføre prøveboringer i 2 lokaliteter på nordsiden av Storelva.

3.3 Grunnboringer

Det ble i perioden 10-11 juli 2007 gjennomført grunnboringer ved i alt 6 borelokaliteter i området ved Vassenden nord for Storeelva og ned mot Rotevatnet. Plassering av borepunktene er vist i kartvedlegg 2007.062-03 og resultatet fra boringene er sammenstilt i boreloggene i vedlegg 1. Det ble i forbindelse med boringene også prøvepumpet på ulike dyp for å teste løsmassenes vanngiverevne i to av undersøkelsesbrønnene. Det ble i den forbindelse tatt ut vann- og sedimentprøver for kjemisk analyse av vannprøvene og kornfordelingsanalyser av sedimentprøvene. Resultatet fra analysene er vist i vedlegg 2 og 3.

Ut fra resultatene fra grunnboringene og prøvepumpingen er det bare borepunkt 01-07 som viser egnte løsmasser for uttak av større mengder grunnvann. I dette borepunktet ble det registrert hovedsakelig sand og grus med god vanngjennomgang ned til fjell på 15,5 meters dyp. Det ble imidlertid registrert flere lag med hovedsakelig sand med lavere vanngiverevne. I de andre borelokalitetene domineres løsmassene av sand med moderat til liten vanngiverevne. Det ble også registrert lag med sand og grus med god vanngiverevne i de andre boringene, men mektigheten på disse var gjennomgående mindre enn i borepunkt 01-07.

Prøvepumpingsresultatene indikerer at produksjonskapasiteten for en fullskala brønn etablert ved borepunkt 01-07 vil være av størrelsesorden 10-15 l/s. Sikre tall for langtids produksjonskapasitet kan kun fremskaffes gjennom langtids testpumping.

Resultatet fra de kjemiske analysene av uttatte vannprøver i undersøkelsesbrønn 01-07 viser at vannet er svakt surt til nøytralt (pH = 6,2-7,1) med høyt innhold av jern og mangan under 6 meters dyp (Fe > 4 mg/l – Mn > 0,17 mg/l). Innholdet av jern og mangan ligger betydelig over grenseverdiene på Fe < 0,2 mg/l og Mn < 0,05 mg/l gitt i Drikkevannsforskriften. Vannprøven fra nivå 4-6 m viser noe forhøyet innhold av nitrat (NO₃ = 7 mg/l), trolig som følge av jordbruks-/golfbanedrift. Nitratverdien ligger godt innenfor grensene angitt i Drikkevannsforskriften (NO₃ < 44 mg/l).

KONKLUSJON

Resultatene fra grunnboringer utført i 1979 og 2007 viser at det er mulig å ta ut større mengder grunnvann fra løsmassene ved Vassbotn. Det er funnet to lokaliteter som kan være egnet til brønnetablering; 02-79 og 01-07. Grunnboringene viser imidlertid at det er stor variasjon i løsmassenes sammensetning både horisontalt og mot dypet i avsetningen. På grunn av løsmassenes heterogene oppbygning er det vanskelig å anslå forventet langtids kapasitet i dette området, og brønncapasitet kan først bestemmes etter at det er etablert fullskala prøvepumpingsbrønner med påfølgende langtids prøvepumping.

Det er forventet en god bakteriologisk kvalitet for grunnvannet på grunn av gode filtreringsegenskaper på løsmassene og tilstrekkelig lang oppholdstid på infiltrert overflatevann i akviferen for fjerning av patogene mikroorganismer. Det høye innholdet av løst jern og mangan som registreres i grunnvannet mot dypet i avsetningen vil imidlertid kreve rensing av vannet med kjemisk/biologisk felling for å oppnå god kjemisk drikkevannskvalitet. Det høye innholdet av jern i grunnvannet kan også forårsake driftsproblemer som følge av jernutfelling i brønnfilter og pumper og det må forventes jevnlig brønnvedlikehold under drift.

Ut fra en generell vurdering av resultatene fra grunnvannsundersøkelsene ved Vassbotnen er det vanskelig å anbefale en videre undersøkelse av grunnvannspotensialet i dette området, da det er usikkerheter knyttet til både forventet brønncapasitet samt betydelige kvalitetsmessige og driftstekniske utfordringer gitt av grunnvannets kjemiske sammensetning.

Problemstillingen rundt vannforsynings situasjonen til Volda er imidlertid for kompleks til at grunnvannsressursene ved Vassbotnen kan avskrives uten videre vurderinger da det ikke finnes gode alternative vannkilder til Dinglatvatnet i nærområdet til Volda. En eventuell videre undersøkelse av grunnvannsressursene og rensing av grunnvannet må følgelig sammenstilles teknisk og økonomisk med en fullrensing av Rotevatnet. NGUs anbefaling til kommunen vil derfor være å sammenstille disse to alternative løsninger før en eventuelt går videre med ytterligere undersøkelser av grunnvannsressursene ved Vassbotnen. En videre undersøkelse vil innbefatte etablering av to fullskala prøvepumpingsbrønner ned etterfølgende langtidsprøvepumping for kartlegging av brønncapasitet og grunnvannskvalitet.

REFERANSER

Hallingdal bergboring AS 1980: Rapport etter grunnvannsundersøkelser Rotevatn-området, Volda kommune, Rapportnummer 7908.

Norges geologiske undersøkelse 2007: Analyserapport 2007.0259

Sonderboring 01-79

		<u>Lokalisering</u>	
Totalt dyp av brønn:	7.00 meter	Fylke:	Møre og Romsdal
Dyp til fjell:	7.00 meter	Kommune:	Volda (1519)
Vannføring (før trykking/sprengning):		Gårdsnr:	
Boredato:	08.09.1979	Bruksnummer:	
Brønnens bruk:	Undersøkelse / Sonderboring, Forskning	UTM sone:	32 V
Vannverk:		ØV-koordinater:	350405.00
Borediameter:		NS-koordinater:	6892597.00
Forings/brønnrørmateriale:		Kartblad (1:50 000)	Volda (1119-2)
Forings/brønnrørlengde:		Stedfestningsmetode:	Avlest fra 1:50000 kart
Boring:		Stedfestingsnøyaktighet:	10000 cm

Borefirma: Hallingdal Bergboring A/S

Borerens navn:

Andre opplysninger:

Kontaktopplysninger:

Borestedets adresse: Vassbotnen, Volda kommune

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slanfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	1.00		Myr	
1.00	2.00		Kvabb	
2.00	7.00		Morene med stein	

Løsmassebrønn 02-79

		<u>Lokalisering</u>	
Totalt dyp av brønn:	18.00 meter	Fylke:	Møre og Romsdal
Dyp til fjell:	18.00 meter	Kommune:	Volda (1519)
Vannføring (før trykking/sprengning):		Gårdsnr:	
Boredato:	06.09.1979	Bruksnummer:	
Brønnens bruk:	Undersøkelse / Sonderboring, Forskning	UTM sone:	32 V
Vannverk:		ØV-koordinater:	350386.00
Borediameter:	54 mm	NS-koordinater:	6892844.00
Forings/brønnrørmateriale:	Damprør	Kartblad (1:50 000)	Volda (1119-2)
Forings/brønnrørlengde:	16.00 m	Stedfestningsmetode:	Avlest fra 1:50000 kart
Boring:	Loddrett	Stedfestingsnøyaktighet:	10000 cm

Borefirma:	Hallingdal Bergboring A/S
Borerens navn:	
Andre opplysninger:	Betydelig dårligere vanngjennomgang under 10 meters dyp

Kontaktopplysninger:

Boresteds adresse: Vassbotnen, Volda Kommune

Konsulenter/Rapporter/referanser:

Konsulent	Rapportnr	Tittel	År
Sigurd Huseby (Norges geologiske undersøkelse)			

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	1.00		Jord	
1.00	5.00		Finsand	Prøvepumpet 2-3 m; 60 l/min (litt lukt) Uttak masseprøve

Fortsettelse neste side

Vedlegg 1: Borelogger

5.00	15.00	Sand og grus	Prøvepumpet med uttak av masseprøve: 4-5 m 180 l/s (litt lukt) 6-7 m 160 l/s (litt lukt, røtter) 8-9 m 200 l/s (røtter) Prøvepumpet: 10-11 m 0-5 l/s 12-13 m 0 l/s
------	-------	--------------	--

© Norges geologiske undersøkelse



Løsmassebrønn 03-79

		<u>Lokalisering</u>	
Totalt dyp av brønn:	9.00 meter	Fylke:	Møre og Romsdal
Dyp til fjell:	9.00 meter	Kommune:	Volda (1519)
Vannføring (før trykking/sprengning):		Gårdsnr:	
Boredato:	07.09.1979	Bruksnummer:	
Brønnens bruk:	Undersøkelse / Sonderboring, Forskning	UTM sone:	32 V
Vannverk:		ØV-koordinater:	349943.00
Borediameter:	54 mm	NS-koordinater:	6893318.00
Forings/brønnrørmateriale:	Damprør	Kartblad (1:50 000)	Volda (1119-2)
Forings/brønnrørlengde:	9.00 m	Stedfestningsmetode:	Avlest fra 1:50000 kart
Boring:	Loddrett	Stedfestingsnøyaktighet:	10000 cm
Borefirma:	Hallingdal Bergboring A/S		
Borerens navn:			
Andre opplysninger:			

Kontaktopplysninger:

Boresteds adresse: Rotevasselva, Volda kommune

Konsulenter/Rapporter/referanser:

Konsulent	Rapportnr	Tittel	År
Sigurd Huseby (Norges geologiske undersøkelse)			

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slanfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	2.00		Grus og stein	
2.00	9.00		Sand	Prøvepumpet med vann- og masseprøve: 2-3 m 200 l/s 4-5 m 80 l/s Prøvepumpet: 6-7 m 0 l/s 8-9 m 0 l/s

Løsmassebrønn 01-07

Lokalisering

Totalt dyp av brønn:	15.50 meter	Fylke:	Møre og Romsdal
Dyp til fjell:		Kommune:	Volda (1519)
Vannføring (før trykking/sprengning):		Gårdsnr:	
Boredato:	10.07.2007	Bruksnummer:	
Brønnens bruk:	Undersøkelse / Sonderboring, Vannforsyning	UTM sone:	32 V
Vannverk:		ØV-koordinater:	350381.00
Borediameter:	54 mm	NS-koordinater:	6893014.00
Forings/brønnrørmateriale:	Damprør	Kartblad (1:50 000)	Volda (1119-2)
Forings/brønnrørlengde:		Stedfestningsmetode:	GPS etter mai 2000
Boring:	Loddrett	Stedfestningsnøyaktighet:	1000 cm
Borefirma:	Rambøll Norge AS		
Borerens navn:	Odd Einar Rundmo		
Andre opplysninger:	Hull nr. 1 Sonderboret ned til fjell på 15,5 meters dyp. Observasjonsrør satt ned til 15 meters dyp.		

Kontaktopplysninger:

Boresteds adresse: Vassbotn

Konsulenter/Rapporter/referanser:

Konsulent	Rapportnr	Tittel	År
-----------	-----------	--------	----

Atle Dagestad (Norges geologiske undersøkelse)			
--	--	--	--

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten
(meter)

Fra	Til	Slanfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	2.50	Brunt		Spyletrykk 0 bar
2.50	3.00	Brunt		Spyletrykk 0-1 bar
3.00	11.00	Borte	Grusig sand	Spyletrykk 0-2 bar Prøvepumpet: 4-6 m dyp 200 l/min, vannprøve 6-8 m dyp 150 l/min. noe finstoff og organisk materiale.

Vedlegg 1: Borelogger

			6-8 m dyp 150 l/min, noe finstoff og organisk materiale, vann- sedimentprøve 8-10 m dyp 100 l/min, mye finstoff og noe organisk matr. Sedimentprøve
11.00	11.50	Grusig sand	Spyletrykk 2-3 bar 10-12 m dyp 5-10 l/min, mye finstoff
11.50	12.00	Grusig sand	Spyletrykk 1-2 bar
12.00	12.50	Sand	Spyletrykk 1-2 bar
12.50	15.50	Grus	Spyletrykk 1-2 bar 12-14 m dyp 80-100 l/min, mye finstoff, vann- og sedimentprøve 14-15,5 m dyp sedimentprøver

© Norges geologiske undersøkelse

Løsmassebrønn 02-07

		<u>Lokalisering</u>	
Totalt dyp av brønn:	18.70 meter	Fylke:	Møre og Romsdal
Dyp til fjell:		Kommune:	Volda (1519)
Vannføring (før trykking/sprengning):		Gårdsnr:	
Boredato:	10.07.2007	Bruksnummer:	
Brønnens bruk:	Undersøkelse / Sonderboring, Vannforsyning	UTM sone:	32 V
Vannverk:		ØV-koordinater:	350323.00
Borediameter:	54 mm	NS-koordinater:	6892976.00
Forings/brønnrørmateriale:	Damprør	Kartblad (1:50 000)	Volda (1119-2)
Forings/brønnrørlengde:	7.00 m	Stedfestningsmetode:	GPS etter mai 2000
Boring:	Loddrett	Stedfestingsnøyaktighet:	1000 cm

Borefirma:	Rambøll Norge AS
Borerens navn:	Odd Einar Rundmo
Andre opplysninger:	Hull nr. 2 Sonderboret ned til fjell på 18,7 meters dyp. Observasjonsrør satt ned til 7 meters dyp.

Kontaktopplysninger:

Boresteds adresse: Vassbotn

Konsulenter/Rapporter/referanser:

Konsulent	Rapportnr	Tittel	År
Atle Dagestad (Norges geologiske undersøkelse)			

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	1.00	Brunt	Sand	Spyletrykk 0-1 bar
1.00	3.00	Brunt	Grus	Spyletrykk 0
3.00	4.50	Borte	Sand	Spyletrykk 0 bar

Vedlegg 1: Borelogger

4.50	5.00	Sand	Spyletrykk 2-3 bar
5.00	5.50	Grus	Spyletrykk 1 bar
5.50	7.00	Sand/grus(lagdelt)	Spyletrykk 0 bar
7.00	8.00	Sand	1-3 bar
8.00	13.50	Sand	Spyletrykk 4-5 bar
13.50	14.00	Grusig sand	Spyletrykk 4 bar
14.00	18.70	Grus, sand, finsand	Spyletrykk 3-5 bar

© Norges geologiske undersøkelse

Løsmassebrønn 03-07

		<u>Lokalisering</u>	
Totalt dyp av brønn:	17.00 meter	Fylke:	Møre og Romsdal
Dyp til fjell:		Kommune:	Volda (1519)
Vannføring (før trykking/sprengning):		Gårdsnr:	
Boredato:	11.07.2007	Bruksnummer:	
Brønnens bruk:	Undersøkelse / Sonderboring, Vannforsyning	UTM sone:	32 V
Vannverk:		ØV-koordinater:	350338.00
Borediameter:	54 mm	NS-koordinater:	6893062.00
Forings/brønnrørmateriale:	Damprør	Kartblad (1:50 000)	Volda (1119-2)
Forings/brønnrørlengde:		Stedfestningsmetode:	GPS etter mai 2000
Boring:	Loddrett	Stedfestingsnøyaktighet:	1000 cm

Borefirma:	Rambøll Norge AS
Borerens navn:	Odd Einar Rundmo
Andre opplysninger:	Hull nr. 3 Observasjonsrør plassert på 9 meter dyp. Sonderboret ned til fjell på 17 meters dyp.

Kontaktopplysninger:

Boresteds adresse: Vassbotn

Konsulenter/Rapporter/referanser:

Konsulent	Rapportnr	Tittel	År
Atle Dagestad (Norges geologiske undersøkelse)			

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	2.50	Brunt	Grus og stein	Spyletrykk 0 bar
2.50	4.50	Borte	Sand og grus	Spyletrykk 1 bar
4.50	6.50		Grusig sand	Spyletrykk 1 bar

Vedlegg 1: Borelogger

6.50	7.50	Grus	Spyletrykk 1 bar Vannprøve: 5-7 m Sedimentprøve: 5-7 m
7.50	8.50	Sand	Spyletrykk 0-1 bar
8.50	10.00	Grusig sand	Spyletrykk 1-3 bar Sedimentprøve: 8-10 m
10.00	11.00	Sand	Spyletrykk 2-3 bar
11.00	14.00	Finsand, sand og grus	Spyletrykk 2-3 bar
14.00	17.00	Finsand, sand og grus	Spyletrykk 4-5 bar

© Norges geologiske undersøkelse



Løsmassebrønn 04-07

		<u>Lokalisering</u>	
Totalt dyp av brønn:	15.60 meter	Fylke:	Møre og Romsdal
Dyp til fjell:		Kommune:	Volda (1519)
Vannføring (før trykking/sprengning):		Gårdsnr:	
Boredato:	11.07.2007	Bruksnummer:	
Brønnens bruk:	Undersøkelse / Sonderboring, Vannforsyning	UTM sone:	32 V
Vannverk:		ØV-koordinater:	350422.00
Borediameter:	54 mm	NS-koordinater:	6893044.00
Forings/brønnrørmateriale:	Damprør	Kartblad (1:50 000)	Volda (1119-2)
Forings/brønnrørlengde:	8.00 m	Stedfestningsmetode:	GPS etter mai 2000
Boring:	Loddrett	Stedfestningsnøyaktighet:	1000 cm

Borefirma:	Rambøll Norge AS
Borerens navn:	Odd Einar Rundmo
Andre opplysninger:	Hull nr. 4 Observasjonrør plassert på 7 meters dyp Sonderboret ned til fjell på 15,60 meters dyp. .

Kontaktopplysninger:

Boresteds adresse: Vassbotn

Konsulenter/Rapporter/referanser:

Konsulent	Rapportnr	Tittel	År
Atle Dagestad (Norges geologiske undersøkelse)			

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)				
Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	3.00		Grus og stein	Spyletrykk 0 bar
3.00	8.00		Sand	Spyletrykk 1-2 bar

Vedlegg 1: Borelogger

8.00	10.00	Sand	Spyletrykk 3-4 bar
10.00	11.00	Sand, grus, stein, blokk	Spyletrykk 2 bar
11.00	12.00	Sandig grus	Spyletrykk 2 bar
12.00	14.00	Stein, grus og sand	Spyletrykk 4-8 bar
14.00	15.00	Finsand, sand og grus	Spyletrykk 2-3 bar
15.00	15.60	Finsand, sand og grus	Spyletrykk 8-10 bar

© Norges geologiske undersøkelse

Løsmassebrønn 05-07

		<u>Lokalisering</u>	
Totalt dyp av brønn:	17.70 meter	Fylke:	Møre og Romsdal
Dyp til fjell:		Kommune:	Volda (1519)
Vannføring (før trykking/sprengning):		Gårdsnr:	
Boredato:	11.07.2007	Bruksnummer:	
Brønnens bruk:	Undersøkelse / Sonderboring, Vannforsyning	UTM sone:	32 V
Vannverk:		ØV-koordinater:	350398.00
Borediameter:	54 mm	NS-koordinater:	6892985.00
Forings/brønnrørmateriale:	Damprør	Kartblad (1:50 000)	Volda (1119-2)
Forings/brønnrørlengde:	6.00 m	Stedfestningsmetode:	GPS etter mai 2000
Boring:	Loddrett	Stedfestningsnøyaktighet:	1000 cm

Borefirma:	Rambøll Norge AS
Borerens navn:	Odd Einar Rundmo
Andre opplysninger:	Hull nr. 5 Observasjonsrør plassert på 4,5 meters dyp Sonderboret ned til fjell på 17,70 meters dyp.

Kontaktopplysninger:

Boresteds adresse: Vassbotn

Konsulenter/Rapporter/referanser:

Konsulent	Rapportnr	Tittel	År
Atle Dagestad (Norges geologiske undersøkelse)			

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)				
Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	1.00		Sand	Spyletrykk 1 bar
1.00	3.00		Sand og grus	Spyletrykk 0 bar

Vedlegg 1: Borelogger

3.00	4.00	Sand	Spyletrykk 0 bar
4.00	5.00	Sand	Spyletrykk 1 bar
5.00	9.00	Sand og finsand	Spyletrykk 2-3 bar
9.00	10.50	Sand og finsand	Spyletrykk 6-8 bar
10.50	11.00	Finsand, sand og grus	Spyletrykk 6-8 bar
11.00	12.00	Sand og finsand	Spyletrykk 4-8 bar
12.00	17.70	Finsand, sand og grus	Spyletrykk 6-8 bar

© Norges geologiske undersøkelse

Sonderboring 06-07

		<u>Lokalisering</u>	
Totalt dyp av brønn:		Fylke:	Møre og Romsdal
Dyp til fjell:	14.10 meter	Kommune:	Volda (1519)
Vannføring (før trykking/sprengning):		Gårdsnr:	
Boredato:	11.07.2007	Bruksnummer:	
Brønnens bruk:	Undersøkelse / Sonderboring, Vannforsyning	UTM sone:	32 V
Vannverk:		ØV-koordinater:	350487.00
Borediameter:		NS-koordinater:	6893029.00
Forings/brønnrørmateriale:		Kartblad (1:50 000)	Volda (1119-2)
Forings/brønnrørlengde:		Stedfestningsmetode:	GPS etter mai 2000
Boring:		Stedfestningsnøyaktighet:	1000 cm
Borefirma:	Rambøll Norge AS		
Borerens navn:	Odd Einar Rundmo		
Andre opplysninger:	Hull nr. 6.		

Kontaktopplysninger:

Boresteds adresse: Vassbotn

Konsulenter/Rapporter/referanser:

Konsulent	Rapportnr	Tittel	År
Atle Dagestad (Norges geologiske undersøkelse)			

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	3.00		Stein, grus og sand	Spyletrykk 0 bar
3.00	4.00		Sand	Spyletrykk 3 bar
4.00	7.00		Sand og finsand	Spyletrykk 4-5 bar
7.00	14.10		Finsand, sand og grus	Spyletrykk 2-4 bar

Vedlegg 2: Vannanalyser



Analysedato	Prøve id.	Prøvetatt	Lokalitet	Kommune	pH	t-alkalitet mmol/l	Ledn.-evne mS/m
14.08.2007	1 - BH1 4.0- 6.0m	20070710	Vassbotn	Volda	6.17	0.16	4.97
"	2 - BH1 6.0- 8.0m	20070710	Vassbotn	Volda	6.47	0.61	8.06
"	3 - BH1 12.0-14.0m	20070710	Vassbotn	Volda	7.06	0.79	10.8
"	4 - BH3 5.0- 7.0m	20070710	Vassbotn	Volda	6.28	0.27	5.60

Prøve id.	F ⁻ [mg/l]	Cl ⁻ [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	Br ⁻ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	PO ₄ ³⁻ [mg/l]	SO ₄ ²⁻ [mg/l]
1 - BH1 4.0- 6.0m	< 0.05	3.81	< 0.05	< 0.1	7.00	< 0.2	2.82
2 - BH1 6.0- 8.0m	0.06	4.77	0.08	< 0.1	0.13	< 0.2	2.51
3 - BH1 12.0-14.0m	0.14	6.31	< 0.05	< 0.1	0.14	< 0.2	5.08
4 - BH3 5.0- 7.0m	< 0.05	5.18	< 0.05	< 0.1	2.63	< 0.2	2.61

Vedlegg 2: Vannanalyser



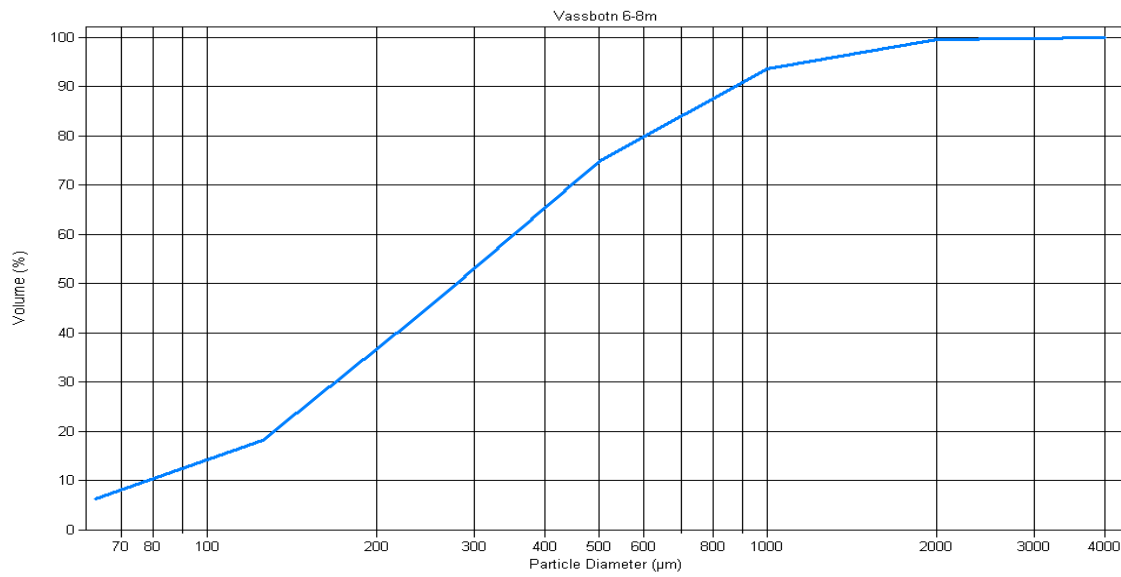
7491 TRONDHEIM
Tlf.: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20



Prøve id.	Si	Al	Fe	Ti	Mg	Ca	Na	K	Mn	P	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	V
	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]
Bh1 4-6m	5.39	0.038	0.101	0.0016	1.01	2.99	3.98	1.36	0.0514	<0.05	<0.005	0.0559	<0.005	<0.005	<0.001	<0.005
Bh1 6-8m	16.1	0.090	4.02	0.0089	3.23	5.07	5.71	1.46	0.230	<0.05	<0.005	0.0189	<0.005	<0.005	<0.001	<0.005
Bh1 12-14m	12.7	0.105	4.50	0.0081	4.80	6.63	7.13	2.21	0.172	<0.05	<0.005	0.0284	<0.005	0.0069	0.0016	<0.005
Bh3 5-7m	5.52	0.072	0.112	0.0058	1.10	2.84	3.76	1.56	0.0167	<0.05	<0.005	0.0301	<0.005	<0.005	<0.001	<0.005

Prøve id.	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	Ag	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As	Sb
	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]
Bh1 4-6m	<0.005	<0.0005	<0.002	0.323	0.0582	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005
Bh1 6-8m	<0.005	<0.0005	<0.002	0.423	0.0528	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005
Bh1 12-14m	<0.005	<0.0005	<0.002	0.311	0.0500	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005
Bh3 5-7m	<0.005	<0.0005	<0.002	0.277	0.0392	<0.002	<0.005	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02	<0.005	<0.001	<0.01	<0.005

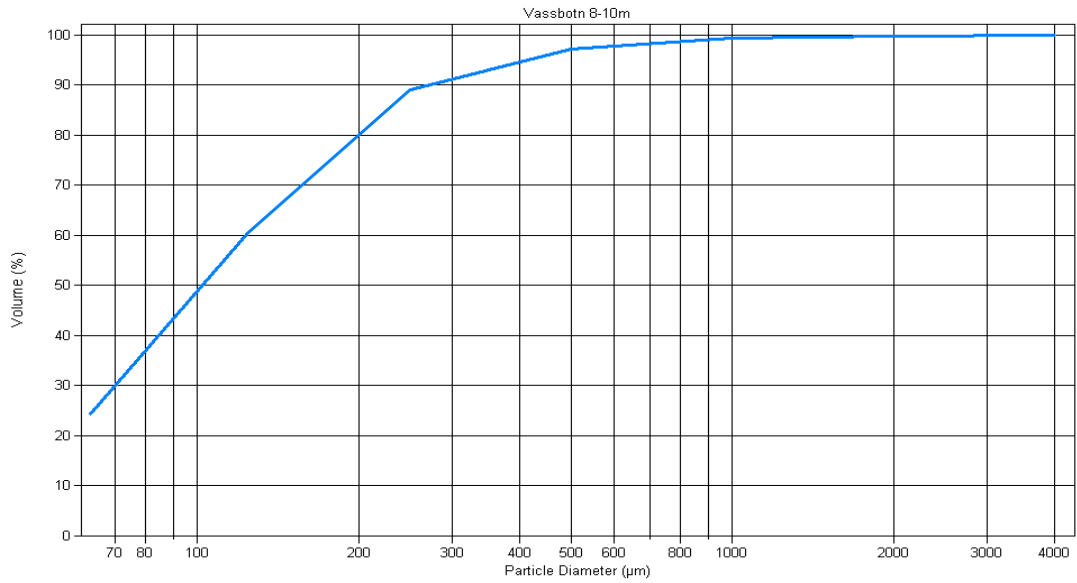
Vedlegg 3: Kornfordelingsanalyser



Brønn 01-07: 6- 8m

Particle Diameter µm	Cum. < Volume % <
63	6.16
125	18
250	45.5
500	74.9
1000	93.5
2000	99.6
4000	100

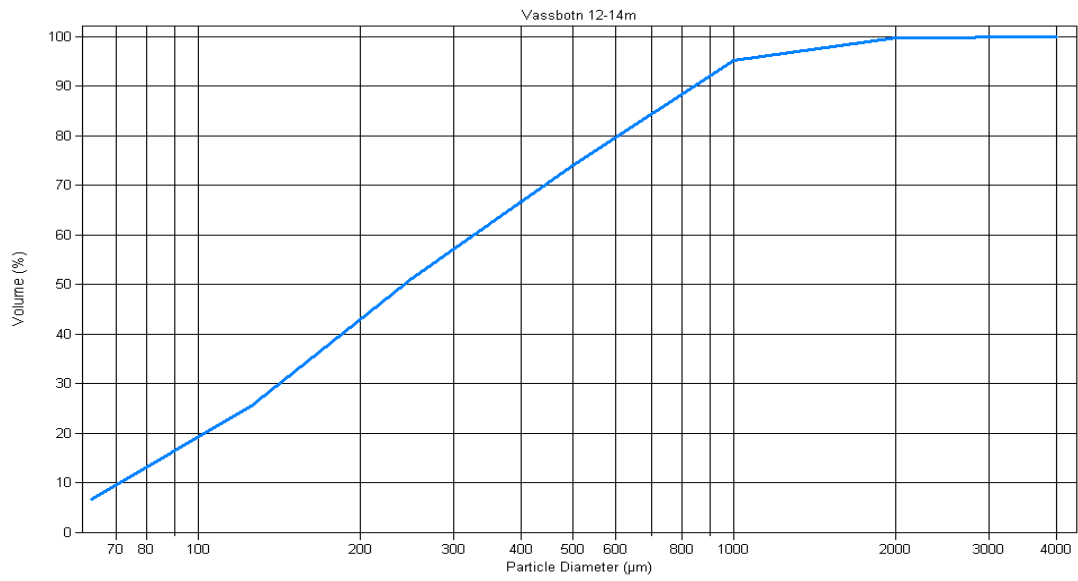
Vedlegg 3: Kornfordelingsanalyser



Brønn 01-07: 8-10m

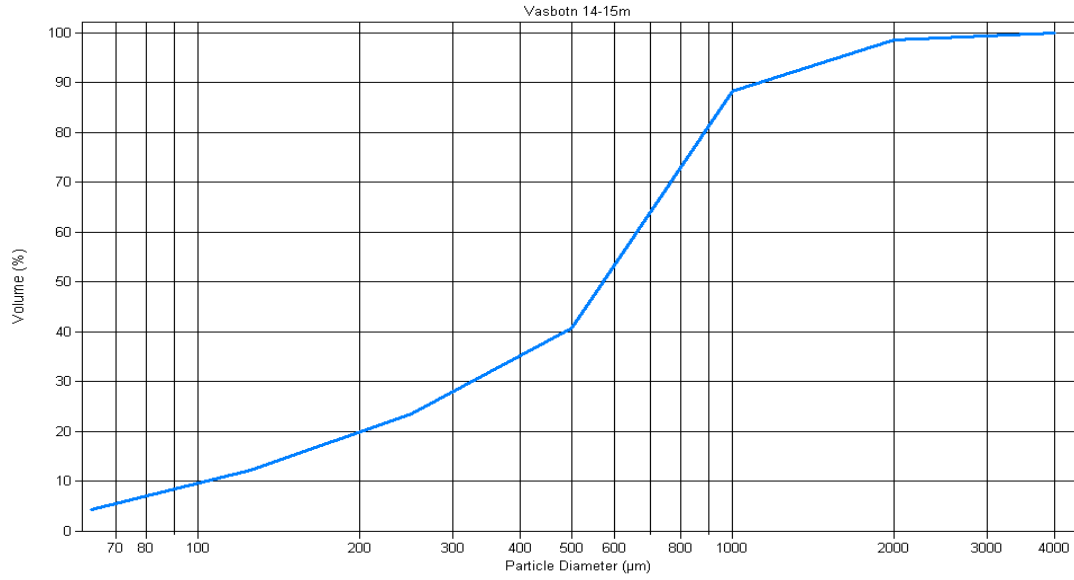
Particle Diameter µm	Cum. < Volume % <
63	24.3
125	61
250	89
500	97.2
1000	99.4
2000	99.8
4000	100

Vedlegg 3: Kornfordelingsanalyser



Brønn 01-07: 12-14m	
Particle Diameter µm	Cum. < Volume % <
63	6.71
125	25.5
250	51.3
500	74
1000	95.2
2000	99.7
4000	100

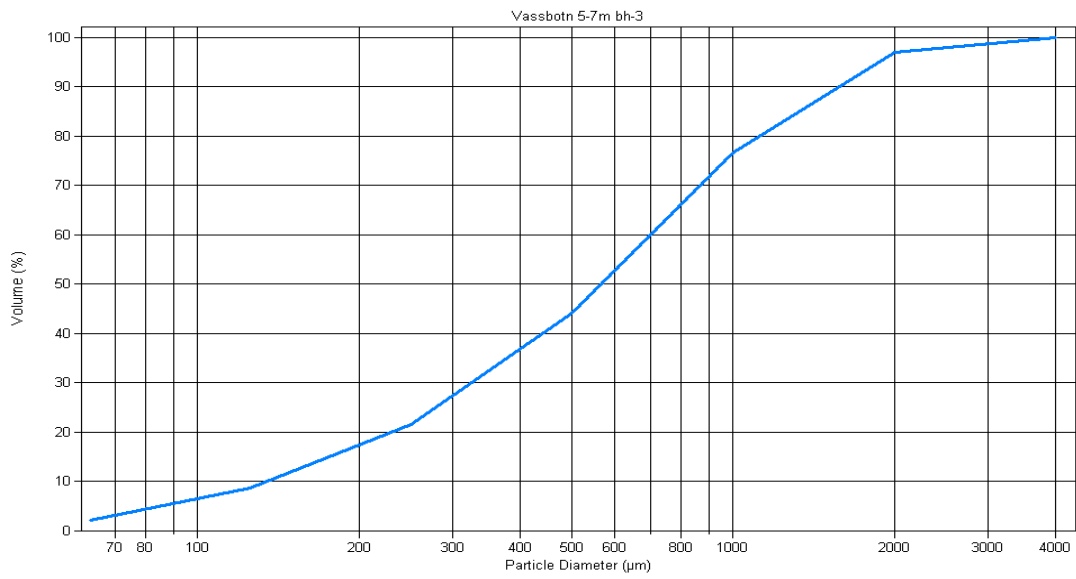
Vedlegg 3: Kornfordelingsanalyser



Brønn 01-07: 14-15,5 m

Particle Diameter µm	Cum. < Volume % <
63	4.3
125	12.2
250	23.4
500	40.6
1000	88.2
2000	98.5
4000	100

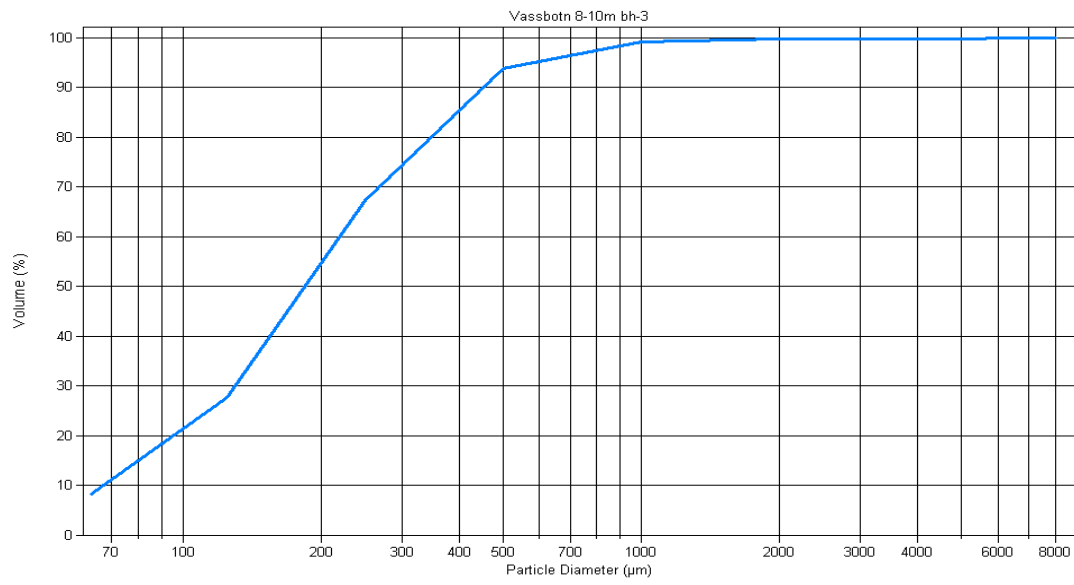
Vedlegg 3: Kornfordelingsanalyser



Brønn 03-07: 5-7m

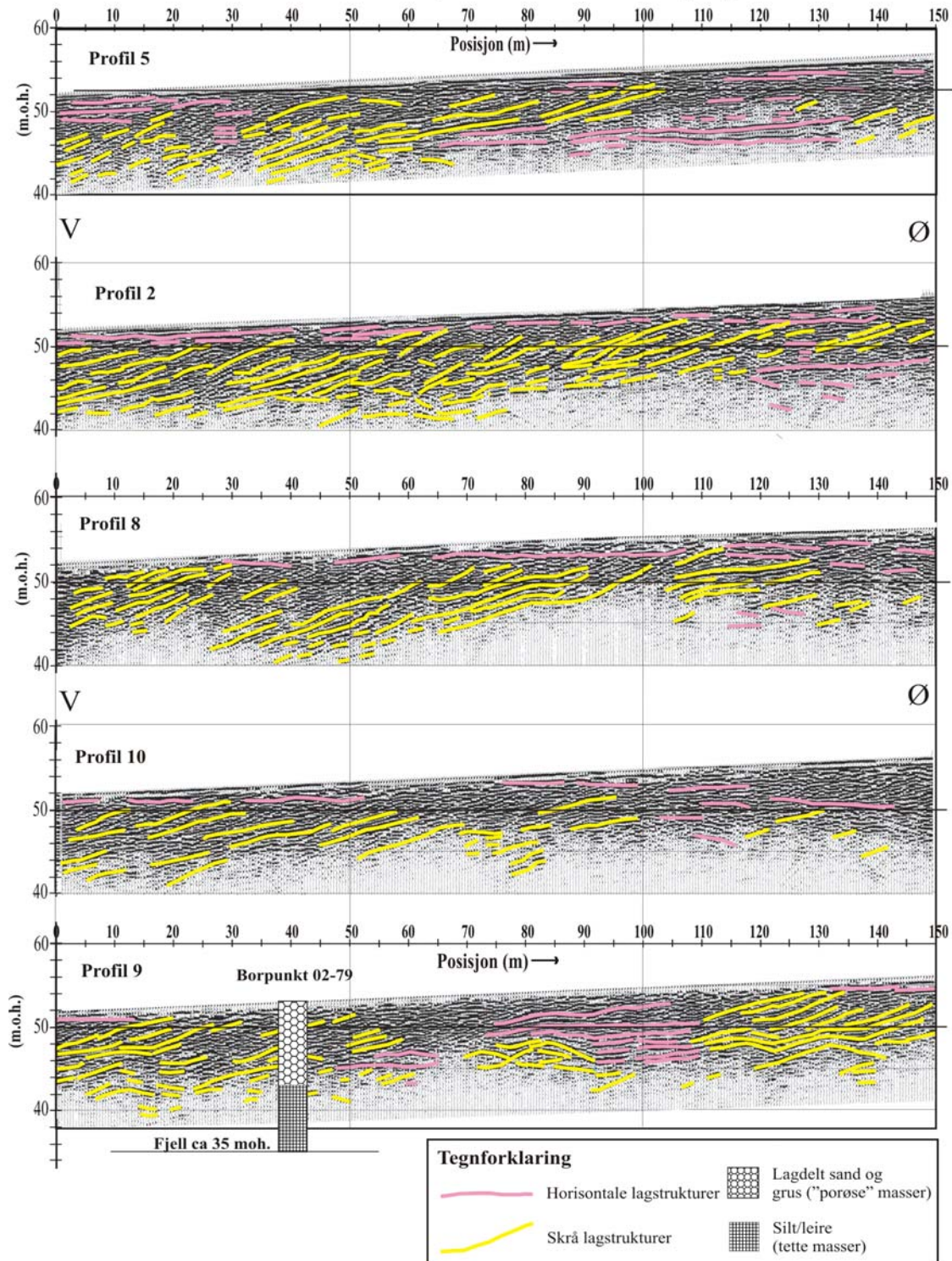
Particle Diameter µm	Cum. < Volume % <
63	2.12
125	8.66
250	21.5
500	44.1
1000	76.5
2000	96.9
4000	100

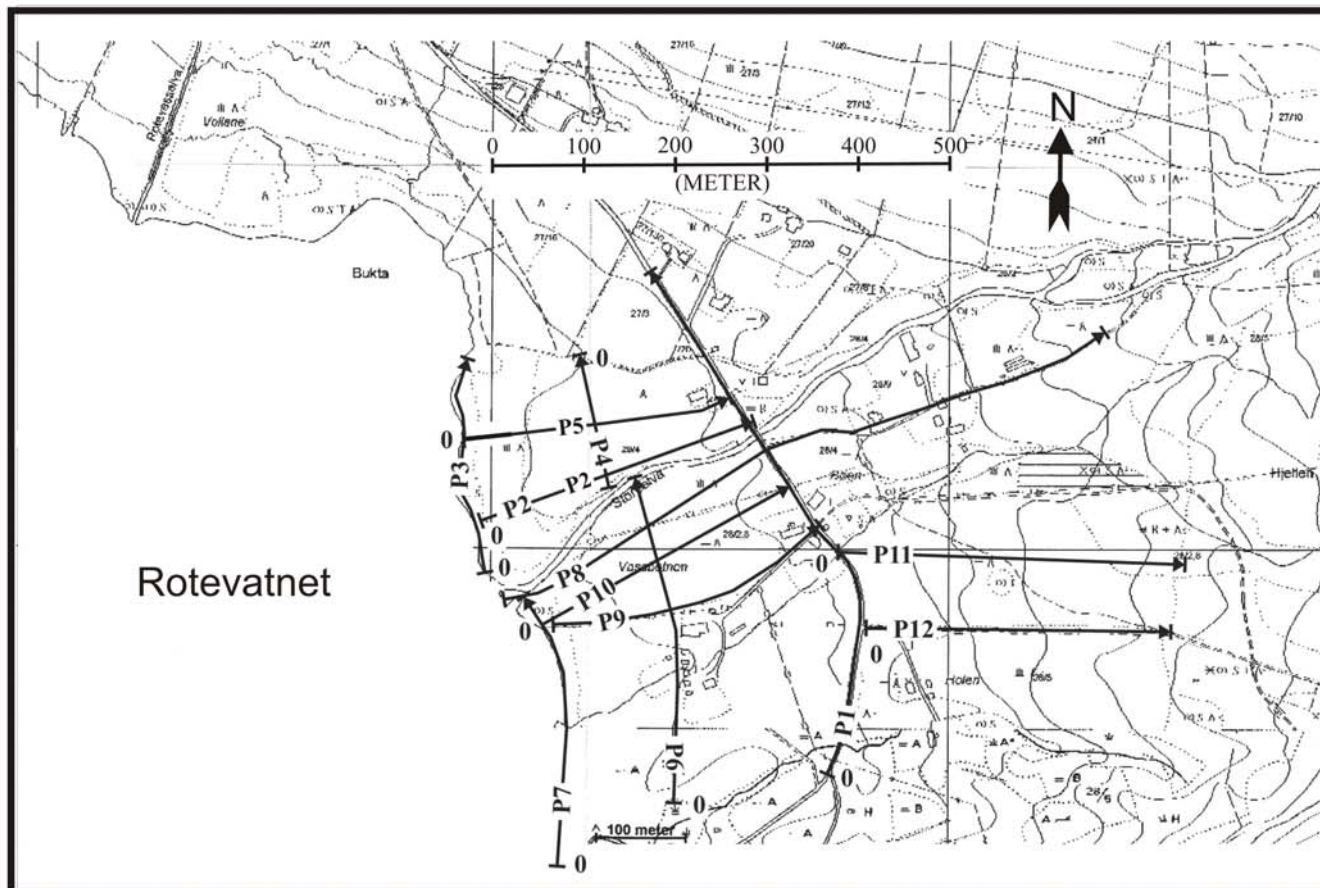
Vedlegg 3: Kornfordelingsanalyser



Brønn 03-07: 8-10m	
Particle Diameter μm	Cum. < Volume % <
63	8.32
125	27.7
250	67.2
500	93.8
1000	99.2
2000	99.7
4000	99.8
8000	100

Georadarprofiler fra øst-enden av Rotevatnet i Volda kommune.
Tolkede delutsnitt fra vest-øst-rettede profiler.





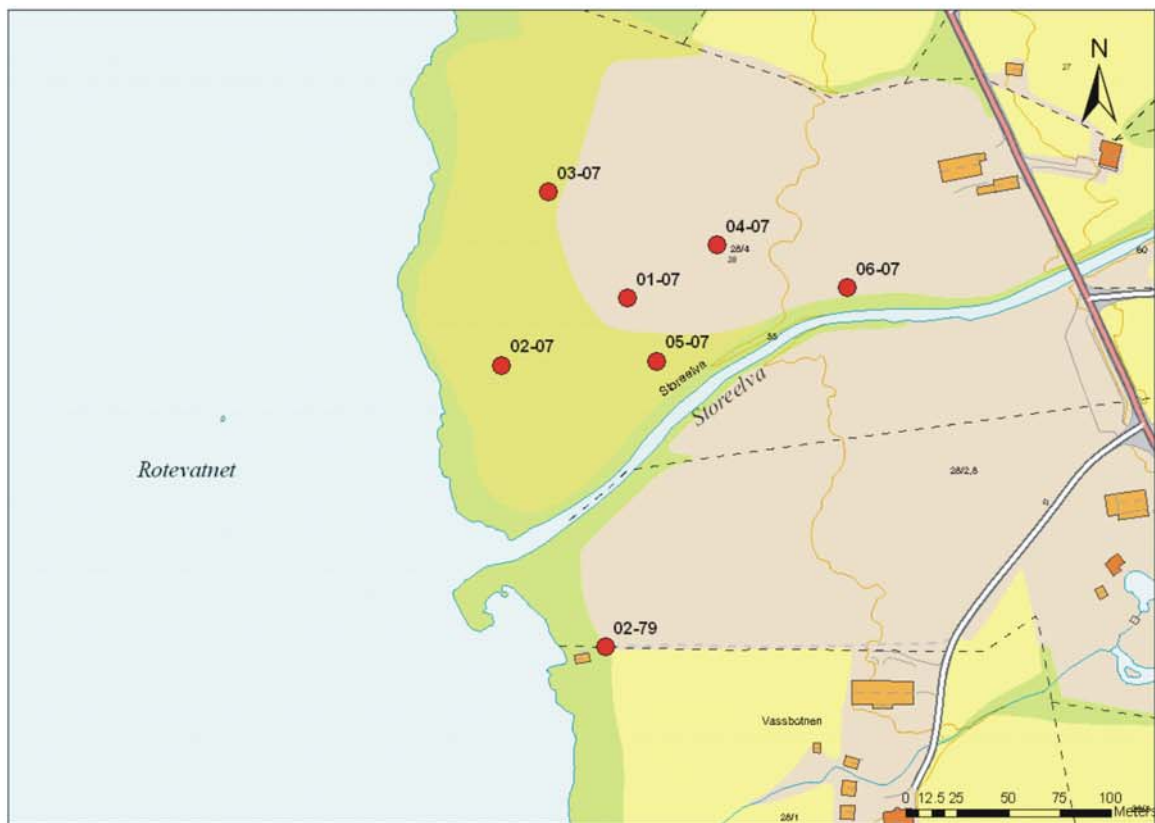
P2 → Georadarprofil med anvisning av opptaksretnig

VOLDA KOMMUNE VASSBOTNEN Georadarprofiler	MÅLESTOKK	MÅLT	
	Anvist	TEGN A.D.	OKT. 2007
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2007.062-01	KARTBLAD NR 1119 II	



● Borelokaltet med angivelse av boreår og borennummer

VOLDA KOMMUNE VASSBOTNEN Borepunkter Rotevatnet	MÅLESTOKK	MÅLT	
	Anvist	TEGN A.D.	OKT. 2007
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2007.062-02	KARTBLAD NR 1119 II	



● Borelokaltet med angivelse av boreår og borenummer

VOLDA KOMMUNE VASSBOTNEN Borepunkter Vassbotnen	MÅLESTOKK	MÅLT	
	Anvist	TEGN A.D.	OKT. 2007
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2007.062-03	KARTBLAD NR 1119 II	

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i

antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<i>Medium</i>	<i>ϵ_r</i>	<i>v (m/ns)</i>	<i>ledningsevne (mS/m)</i>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</i>	<i>0.01</i>
<i>Vannmettet sand</i>	<i>15-20</i>	<i>0.07-0.08</i>	<i>0.03-0.3</i>
<i>Silt</i>	<i>5-30</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-100</i>
<i>Fjell</i>	<i>5-8</i>	<i>0.10-0.13</i>	<i>0.01-1</i>

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølgehastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.