

NGU Rapport 98.023

Grunnvannsundersøkelser ved Røn og Vaset,
Vestre Slidre kommune

Rapport nr.: 98.023		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved Røn og Vaset, Vestre Slidre kommune			
Forfatter: Sylvi Gaut, Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: Vestre Slidre kommune og NGU	
Fylke: Oppland		Kommune: Vestre Slidre	
Kartblad (M=1:250.000) Lillehammer og Odde		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1616 I - Tisleia og 1617 II - Slidre	
Forekomstens navn og koordinater: Sone 32V Hølli 50180/676800 og Vasetvannet 49725/676263		Sidetall: 38	Pris: 150,-
Feltarbeid utført: Juni/August 1997		Rapportdato: 25.april 1998	Prosjektnr.: 2713.05
		Ansvarlig:	<i>[Signature]</i>

Sammendrag:

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har i 1997 foretatt georadarmålinger og undersøkelsesboringer i løsmasser for Røn vannverk (Ulven/Holden området) og Vaset (Vasetvannet). Røn vannverk har et vannbehov på 15m³/t (4,2 l/s) mens fremtidig vannforbruk for Vaset vannverk er beregnet til ca. 100m³/døgn (1,2 l/s).

Ved Ulven/Holden er det ut fra georadarmålingene avgrenset to områder som ble anbefalt for oppfølgende boringer. I det nordvestre området ble det påvist sand og grusig sand ned til minst 17,5 meters dyp i borehullene 4 og 5. I borehull 4 er det antydnet noe mer finsand fra 11,5-17,5 m dyp. Prøvepumping gir omtrent 1,3 l/s pr m dyp. Vannkvaliteten er god, men man må ved langtids prøvepumping holde øye med innholdet av nitrat.

Ved Vasetvannet ble det kun boret ett borehull. Her ble det påvist vannmettede sand og grusmasser fra 5-9 meters dyp. Under dette blir massene tettere og går over til finsand og silt. Prøvepumping gir kapasiteter som varierer mellom 1,0 og 2,9 l/s. Innholdet av kalsium i grunnvannet er noe lavt i forhold til hva som er ønskelig med tanke på korrosjon av rør. Det vil være nødvendig med pH justering og alkalisering da pH og alkalitet i grunnvannet er noe lavt. Dette kan gjøres ved hjelp av marmorfilter.

Det anbefales for begge plasser å sette ned én 170 mm rørbrønn. Ved Ulven/Holden bør den plasseres ved borehull 5 og ved Vaset ved borehull 1.

Det gjøres oppmerksom på at det må foretas klausulering rundt brønnene.

Emneord: Hydrogeologi	Grunnvannsforsyning	Løsmasser
Vannverk lite	Geofysikk	Vannkjemi
Sondering	Georadar	Fagrapport

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	4
2. METODER OG UTFØRELSE	4
2.1 Georadar	4
2.2 Undersøkelsesboringer og vannprøvetaking	5
3. RESULTATER	6
3.1 Georadar (Ulven/Holden området).....	6
3.1.1 Profilbeskrivelser	6
3.1.2 Konklusjon georadarmålinger	8
3.2 Sonderboringer og enkle testpumper	9
3.2.1 <u>Ulven/Holden området</u>	9
3.2.2 <u>Vaset</u>	9
3.3 Vannanalyser.....	10
3.3.1 <u>Ulven/Holden området</u>	10
3.3.2 <u>Vaset</u>	10
3.4 Kornfordelingsanalyser og beregning av hydraulisk konduktivitet	11
3.4.1 <u>Ulven/Hovden området</u>	11
3.4.2 <u>Beregning av hydraulisk konduktivitet</u>	11
4. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER.....	12
4.1 Ulven/Holden området	12
4.2 Vaset.....	13
5. KLAUSULERINGS TILTAK	13
6. REFERANSER	14

TEKSTBILAG

Tekstbilag 1: Georadar - metodebeskrivelse

Tekstbilag 2: Skjema for tolkning av georadaropptak

Tekstbilag 3: Hydrogeologiske og hydrokjemiske felt- og laboratoriemetoder

DATABILAG

Databilag 1: Cmp-måling georadar (cmp1) og hastighetsanalyse

Databilag 2.1-2.8: Sonderboringsprofil

Databilag 3.1-3.4: Vannanalyser

Databilag 4.1-4.2: Kornfordelingsanalyser

KARTBILAG

Kartbilag 98.023-01: Oversiktskart Røn (Ulven/Holden) og Vaset (M 1:50 000)

Kartbilag 98.023-02: Kart over borlokaliteter Ulven/Holden området

Kartbilag 98.023-03: Kart over borlokaliteter Vaset

Kartbilag 98.023-04: Georadaropptak Ulven/Holden - profilene P1, P2, P3, P4

Kartbilag 98.023-05: Georadaropptak Ulven/Holden - profilene P5, P6, P7

Kartbilag 98.023-06: Georadaropptak Ulven/Holden - profilene P8, P9

1. INNLEDNING

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har i 1997 foretatt georadarmålinger og undersøkelsesboringer i løsmasser for Røn vannverk (Ulven/Holden området) og Vaset (Vasetvannet). Georadarmålingene ble utført 3. juni og er begrenset til Ulven/Holden området. Undersøkelsesboringene ble foretatt i perioden 12. til 14. august.

NGU har tidligere utførte undersøkelsesboringer i Ulven/Holden området (Nielsen, J.T. & Rohr-Torp, E. 1988), mens firmaet Carl-H Knudsen A/S har foretatt undersøkelsesboringer ved Vaset (Aasland, T. 1990). Ved Vaset står det fortsatt igjen tre 5/4" peilerør (UH1, UH2 og UH3).

Røn vannverk er basert på grunnvannsbrønner og har et vannbehov på 15 m³/t (4,2 l/s). Gjennomsnittlig døgnforbruk ligger i dag på ca. 150 m³/døgn. I hovedplan for vannforsyning er det forutsatt at området ved Ulven/Holden skal undersøkes nærmere.

Vannverket ved Vaset tar i dag vann fra Vasetvannet. Rensing foregår i dag ved UV-filter og vannverket mangler derfor én hygienisk barriere. Alternativ til grunnvann er installasjon av membranfilter. Vannverket forsyner én leirskole, et par turistbedrifter, bolighus deriblant et utbyggingsfelt og noen hytter. Dagens vannforbruk ligger gjennomsnittlig under 50 m³/døgn (0,6 l/s), mens fremtidig vannforbruk er beregnet til ca. 100 m³/døgn (1,2 l/s).

Ansvarlig for prosjektet har vært forsker Sylvi Gaut. Andre involverte fra NGU har vært:

Forsker Jan Fredrik Tønnesen (georadar)

Ingeniør Bjørn Iversen (boringer)

Sivilarbeider Are Gjerde (boringer)

Kontaktpersoner i Vestre Slidre kommune har vært Gudmund Kompen og Ove Hamre.

2. METODER OG UTFØRELSE

2.1 Georadar

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av løsmassenes lagdeling og strukturer, samt grunnvannsnivåets beliggenhet. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. En mer

detaljert beskrivelse av målinger med georadar er vedlagt i tekstbilag 1. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada).

Målingene omfatter 9 profiler med samlet lengde nær 1,5 km. Lokalisering av profilene er vist i kartbilag -04, -05 og -06. I tillegg til profilmålingene ble det utført en CMP-måling for å bestemme radarbølge-hastigheten i løsmassene. Målingene ble gjennomført den 3. juni av Jan Fredrik Tønnesen (NGU) og en hjelpemann fra kommunen.

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000 V og antenner med senterfrekvens 100 MHz. Opptakstiden var 1000 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 0,8 ns. Målingene ble utført med 8 registreringer («stacks») i hvert målepunkt (posisjon). Antenneavstand var 1 m, mens det ble benyttet en flyttavstand på 0,5 m ved profilmålingene. Langs profil P6 (med lengde 240 m) ble det målt om igjen med 50 MHz antenner for om mulig å øke dybderekkevidden for georadarsignalene. Opptaksparametrene var de samme med unntak av økning av samplingsintervallet til 1,6 ns.

For 7 av profilene (P3-P9) ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn, og et tilhørende målehjul registrerte avstanden langs profilene. For profilene P1 og P2 kan reell lengde avvike en del fra lengde angitt i profilopptakene på grunn av tilfeldig eller systematisk feil i flyttavstanden.

Ved utskrift av profilopptakene ble det benyttet egendefinert forsterkning. Ved denne type forsterkning settes bestemte forsterkningsverdier ved bestemte tidspunkt. Ved utskrift blir forsterkningen lineært interpolert mellom forsterkningsverdiene. Det ble videre benyttet 3- eller 2-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy.

Penetrasjonsdypet (dybderekkevidden) vil være viktigste indikator for mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmassene, da dette som regel vil beskrive mektigheten av sand/grusdominerte avsetninger. Det kan være forholdsvis god penetrasjon også i finsanddominerte avsetninger selv med et visst siltinnhold, men disse vil være dårlige vanngivere. Refleksjonsmønsteret vil som regel kunne gi en del tilleggsinformasjon om avsetningstyper og materialsammensetning. I tekstbilag 2 er vist et skjema (etter Beres & Haeni, 1991) som kan være til hjelp for tolkning av sammenhengen mellom refleksjonsmønster og løsmassetype.

2.2 Undersøkelserboringer og vannprøvetaking

Undersøkelsene har omfattet sonderboringer med Borros borerigg. Ved positivt resultat fra sonderboringen ble det gjennomført enkle testpumper fra Ø32 mm (5/4") prøvebrønner i de aktuelle nivåene. Dersom det var tilstrekkelig vanngjennomgang i avsetningen, ble det tatt ut vannprøve for analyse ved NGU. I tillegg er pH, ledningsevne og temperatur målt i felt.

Vannprøvene for analyse av kationer og anioner er filtrert i felt med 0,45 µm papirfilter. I tillegg er vannprøvene for kationer surgjort med 0,5 ml ultraren 65% salpetersyre. Det er analysert på følgende kjemiske parametre:

- | | | |
|---------------|----------------|------|
| - 30 kationer | - ledningsevne | - pH |
| - 7 anioner | - fargetall | |
| - alkalitet | - turbiditet | |

Tekstbilag 3 gir en mer detaljert beskrivelse av felt- og laboratoriemetoder.

3. RESULTATER

3.1 Georadar (Ulven/Holden området)

Utskrift av georadaropptak langs profilene er vist sammen med lokaliseringskart i kartbilag -04 for profilene P1-P4, -05 for P5-P7 og -06 for P8 og P9. Utskrift av CMP-målingen samt resultat av hastighetsanalysen er vist i databilag 1.

Hastighetsanalysen indikerer at radarbølgehastigheten i løsmassene (ved pos. 95 i P5) er i området 0,07-0,08 m/ns ned til et penetrasjonsdyp på rundt 450 ns (toveis gangtid). Øverst i avsetningen kan hastigheten være noe høyere (0,09 m/ns) En verdi på 0,08 m/ns er benyttet for beregning av dybdeskala i alle profilutskriftene. Terreng høyden er ikke lagt inn langs profilene. Terreng i måleområdet skråner slakt nedover mot Slidrefjorden i øst, og største høydeforskjell langs ett profil er maksimum 3-4 m (langs P5). Grunnvannspeilet antas å ligge 0,5-2 m under overflaten. Det er gjennomgående ikke definert i georadaropptakene, da det regnes at refleksjoner fra dette interfererer med direktebølgen mellom sender og mottager eller med nær horisontale reflektorer i øvre del av avsetningene.

3.1.1 Profilbeskrivelser

Utskrift av georadaropptak langs profilene P1-P4 i sørøstlige del av måleområdet (dvs. sør for bekken) er vist i kartbilag -04.

Langs P3, som går i nordøstlig retning mot Slidrefjorden, er det et penetrasjonsdyp på 10-15 m. Indikasjoner på fjelloverflate eller morene er noe usikre, men fjelloverflaten ligger trolig bare 2-3 m dypt de vestligste 15-20 m. Den kan ligge vel 10 m dypt langs forsinkingen mellom pos. 30 og 50, mens den grunner opp til 6-7 m dyp i ryggform med toppunkt ved pos.

65-70. Den skråner ned i et større basseng videre mot nordøst og kan ligge 12-13 m dypt i området pos. 115-145. Mot nordøstenden (pos. 177) stiger antatt fjelloverflate opp til 7 m dyp. Langs P1, som går sørøstover fra pos. 115 i P3, er penetrasjonsdypet stort sett begrenset til 10 m. Mulig fjelloverflate eller grense mot annet lite reflekterende materiale ligger for det meste 6-8 m dypt, men kan nå ned til 9-10 m dyp ved starten av profilet og er grunnest rundt pos. 30 og sørøstligst i profilet. Langs P2 sørøstover tangen fra nær enden av P3 indikeres antatt fjelloverflate på 7-8,5 m dyp (dypest pos. 15-25). Fjell eller morene kan nå opp til 10-11 m dyp ved sørøstenden av P4 nær pos. 152 i P3, men mulig fjellindikasjon kan også opptre på 14 m dyp. Mot nordvestenden av P4 kan fjelloverflaten gå ned mot 16-17 m dyp.

Langs P1, P2, P4 og østlige halvdel av P3 indikerer refleksjonsmønsteret deltaavsetninger med et rundt 4 m tykt topplag dominert av horisontale reflektorer og underliggende deltaskrålag med fall mot østsørøst. Deltaavsetningene regnes å være sanddominerte og kan være godt egnet for grunnvannsuttag, men forholdsvis svak refleksivitet kan indikere at avsetningene er relativt finkornig. I forsenkningen i vestlige del av P3 (pos. 25-55) er det nær horisontale, men usammenhengende reflektorer ned mot 8-10 m dyp. Det kan ikke utelukkes at materialet er avsatt langsetter forsenkning på tvers av profilretningen.

Utskrift av georadaropptak langs profilene P5-P7 sentralt i måleområdet er vist i kartbilag -05.

Langs P5, som går slakt nedover jordet nord for bekken og tilnærmet parallelt med denne, er det nær tilsvarende forhold som langs P3 sønnafor. Fjelloverflaten (eller morene) ligger trolig bare 2-4 m dypt de vestligste 20 m. Den kan gå ned til 14-16 m dyp i forsenkningen mellom pos. 75 og 110, mens ryggformen østfor mellom pos. 115 og 145 når opp til 4-5 m dyp. I ryggformen er det betydelig redusert penetrasjon, men det er usikkert hvor høyt fjelloverflaten når opp. I bassengområdet østfor er mulig fjelloverflate antydnet på 16-19 m dyp.

Løsmassene der er dominert av de samme deltaavsetningene som er omtalt i det sørøstlige området (P1-P4). Fra ca. 12 m dyp kommer det inn nær flattliggende og lite reflektive avsetninger som regnes å være forholdsvis finstoffrike. I forsenkningen vest for ryggformen er refleksjonsmønsteret noe variabelt fra nær horisontale men usammenhengende til uregelmessig. Materialet kan være forholdsvis grovt (sanddominert?) og kan derfor være egnet for grunnvannsformål. Forsenkningen kan være fortsettelsen mot nord av den mindre forsenkningen beskrevet i P3, men løsmassemektigheten er større og det er trolig grovere materiale her i nord. Langs P6, som går nordvestover langs Slidrefjorden fra pos. 194 i P5, varierer penetrasjonsdypet mellom 10 og 20 m målt med 100 MHz antenner, mens det er oppnådd noe større penetrasjon med 50 MHz antenner (25-30 m i nordlige del av profilet). Fjell (eller morene) stikker markert opp i området pos. 30-100 og når opp til 4-5 m dyp rundt pos. 45 og pos. 80-90. Mot sørøstenden skråner antatt fjelloverflate ned mot 18-19 m dyp. Fra pos. 150 og nordvestover er løsmassemektigheten over 20 m og fjelloverflaten er antydnet å skråne slakt nedover mot nordvestenden (pos. 240) til 27-28 m dyp. Sørøst for ryggformen er det deltaavsetninger som i P5 og det kommer trolig inn forholdsvis finkornig materiale fra

10-12 m dyp. Løsmassene nordvestover fra ryggformen er preget av slakt bølget nær horisontale og meget utholdende parallelle reflektorer. Den gode penetrasjonen indikerer sanddominerte avsetninger, men refleksjonsmønsteret tyder på vekslende lag og muligens med forholdsvis høyt finstoffinnhold (bresjø- eller innsjøsedimenter?). Grunnvannsuttak kan være mulig, men det er fare for lav kapasitet. Mot nordvestenden (fra pos. 225) kommer det opp en ryggform med mer usammenhengende og dels skrå reflektorer, noe som trolig indikerer grovere avsetninger. Langs tverrprofilet P7 ved nordvestenden av P6 er penetrasjonsdypet gjennomgående rundt 20 m. Profilet krysser ryggformen påvist nordvestligst i P6 fra pos. 70 og mot nordøstenden (pos. 111). Sørvestover fra ryggformen er løsmassene dominert av nær horisontale reflektorer, men refleksjonsmønsteret er mer uregelmessig enn sørøstover langs P6, og materialet kan derfor være grovere her langs P7. Fra pos. 30 og mot sørvestenden skråner reflektorene oppover. Det er usikkert om dette representerer en ny ryggform eller om reflektorene følger underliggende skrå fjelloverflate. Fjellreflektor er ikke påvist i noen del av profilet.

Utskrift av georadaropptakene langs profilene P8 og P9 nordvestligst i måleområdet er vist i kartbilag -06.

Langs P8, som er en fortsettelse av P6 mot vestnordvest, avtar penetrasjonsdypet fra 15-20 m i østlige del (pos.0-150) til 8-10 m de vestligste 100 m. Fjelloverflaten (eller morene) kan ligge bare 3-6 m dyp de vestligste 70 m av profilet, men er videre østover ikke klart indikert. De østligste ca. 70 m er dominert av uregelmessige reflektorer og dels skrålag under et ca 5 m tykt overflatelag med nær horisontale reflektorer. Det regnes at avsetningene i dette området er de samme som i ryggformen påvist i P6 og P7, og at de kan være godt egnet for grunnvannsformål. Vestover er det mer parallelle reflektorer med svak reflektivitet, og det regnes at materialet er for finstoffrikt til å være egnet for grunnvannsuttak. Tverrprofilet P9 ved pos. 200 i P8 viser også tilsvarende vesentlig finstoffrikt materiale.

3.1.2 Konklusjon georadarmålinger

Ut fra en samlet vurdering av variasjonene i penetrasjonsdyp, refleksjonsmønster og tolkede løsmassetyper er det anbefalt oppfølgende boringer i 2 avgrensede områder nær Slidrefjorden. De to områdene er vist innrammet på kartbilag -02.

I det sørøstlige området er det indikert deltaavsetninger med anslått mektighet av mulig egnede løsmasser på 10-12 m. Området er dekket av profildelene P3 pos. 105-155, P4 (hele), P5 pos.150-220 og P6 pos.0-25 (se kartbilag -04 og -05.)

I det andre området lenger nordvest er det indikert en ryggformet avsetning med mulighet for relativt grovt materiale. Løsmassetykkelsen er over 20 m, men det er usikkert om hele

løsmassepakken kan være egnet for grunnvannsuttak. Området er dekket av profildelene P6 pos. 220-240, P7 pos.70-111 og P8 pos. 0-75 (se kartbilag -05 og -06). Det kan også finnes egnet materiale sørvestover fra det anbefalte området, dvs. langs P7 pos. 0-70, og muligens men mindre sannsynlig mot sørøst (P6 pos. 150-220)

Det kan også være egnede løsmasser med 12-14 m mektighet i en forsenkning i fjelloverflaten et stykke vest for det anbefalte området i sørøst, dvs. langs P5 pos.75-105. Forøvrig i måleområdet regnes løsmassene enten å være for finstoffholdige eller ha for liten mektighet til å være av interesse for grunnvannsuttak.

3.2 Sonderboringer og enkle testpumper

3.2.1 Ulven/Holden området

Sonderboringene for Ulven/Holden området (Hølli) er vist i databilag 2.1-2.7. Østlige delen av området ble prioritert først fordi en eventuell plassering av grunnvannsbrønn var mest egnet på dette stedet. Dessverre viste det seg at det ved borehullene 2 og 3 var mye blokk i toppen og det var ikke mulig å komme ned i egnede masser. I borehull 1b (databilag 2.2) bestod massene av sand og finsand. Borstrengen røk ved ca 14 meter og sonderingene dypere enn dette nivået er usikre da det kan ha skjedd en ny sondering langs den avknekte borstrengen. Kapasiteten ble målt til 0,33 l/s ved 4,5-5,5 m dyp og 0,05 l/s ved 6,5-7,5 m dyp. Grått boreslam fra 5,5 m dyp tyder på finstoff i massene.

For borehull 4 og 5 viser sonderingene (databilag 2.6 og 2.7) sand og grusig sand ned til minimum 17,5 meter. I borehull 4 er det antydnet noe mer finsand fra 11,5-17,5 m dyp. Det er ikke boret lenger ned enn 17,5 meter p.g.a mangel på borstenger. Det er sannsynlig at de grusige sandmassene fortsetter dypere enn 17,5 m. I borehull 4 er kapasiteten målt annen hver meter fra 3,5-13,5 m dyp og deretter ved 16,5-17,5 m dyp. Kapasiteten varierer fra 0,58-1,8 l/s. Kapasiteten i borehull 5 er målt hver fjerde meter fra 4,5-17,5 m dyp og varierer fra 1,2-1,4 l/s.

3.2.2 Vaset

Ved Vasetvannet ble det kun boret ett borehull (databilag 2.8). Sonderingen viser grus, stein og sand i de øverste 2,5 m og deretter grus og sand og grusig sand ned til 11,5 m dyp. Under dette blir massene tettere og går over til finsand og silt. Boreslammet blir grått og dette tyder på leire i massene. Kapasitetsmålinger er utført annen hver meter fra 3,5-9,5 m dyp og kapasiteten varierer mellom 1,0 og 2,9 l/s. Kapasitetsmålinger foretatt ved 9,5-10,5 m dyp og 10,5-11,5 m dyp gir kun 0,4 l/s og vannet et gråfarget.

I tillegg til sonderboringen og prøvepumpingene ble borhullene UH1, UH2 og UH3 (Aasland, T. 1990) prøvepumpet. Det viste seg at UH1 og UH2 står i finstoffholdige masser og kun i UH2 er det mulig å få ut litt vann. Røret står her på ca. 8 m. Røret i UH3 står på ca 6 m dyp. Ved pumping ble kapasiteten målt til 1,42-1,5 l/s. Massene som pumpes opp ser ut til å være mest sand.

3.3 Vannanalyser

3.3.1 Ulven/Holden området

Vannprøver fra borhullene 4 og 5 samt fra Slidrefjorden er analysert ved NGU-Lab (Databilag 3.1-3.2). Analyseresultatene viser at grunnvannet i området har en noe lavere pH enn anbefalt som veiledende verdi i Drikkevannsforskriften, men pH-verdien ligger noe høyere eller så vidt lavere enn 6,5 som er laveste tillatte pH. Alkaliteten er for lav, noe som gjenspeiles i et litt lavt innhold av kalsium (Ca). Fargetallet og turbiditeten er for høy. Dette skyldes trolig kort pumpetid (15-25 min) før vannprøven er tatt. Vannkvaliteten for øvrig ligger innenfor kravene i Drikkevannsforskriften. Det bør likevel nevnes at innholdet av nitrat er noe høyt. Det varierer mellom 20,8 og 9,44 mg NO₃/l i borehull 4 og 16,6 og 11,3 mg NO₃/l i borehull 5. De to høyeste verdiene er målt i toppen ved 2,5-3,5 m dyp og 4,5-5,5 m dyp i henholdsvis borehull 4 og 5. Høyeste tillatte verdi er til sammenlikning 44 mg NO₃/l, mens nitratverdien målt i vannprøven fra Slidrefjorden er 1,16 mg NO₃/l. Ved langtidspumping er det mulig at innholdet av nitrat vil synke, da man vil få utskiftning av vann i massene.

3.3.2 Vaset

Sammenlikning mellom analyseresultatene fra borehullene 1 og UH3 med vann fra Vasetvannet og elva ved siden av borehullene (databilag 3.3 og 3.4) viser at grunnvannet er ionefattig og har en liknende vannkjemi som overflatevannet.

I forhold til Drikkevannsforskriften (Sosial- og helsedepartementet, 1995) har grunnvannet for lav pH og alkalitet. Fargetallet og turbiditeten er noe høy. Høy turbiditet skyldes høyt partikkelinnhold i vannet grunnet kort pumpetid (15-25 min). Utover dette ser grunnvannet ut til å ha en tilfredsstillende kvalitet. Innholdet av kalsium er riktignok lavt i forhold til hva som er ønskelig med tanke på korrosjon av rør.

3.4 Kornfordelingsanalyser og beregning av hydraulisk konduktivitet

Det må bemerkes at den enkelte kornfordelingskurve ikke er helt representativ for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste kornene som ikke sedimenterer i prøvetakeren. I tillegg vil en ved lave kapasiteter ikke få stor nok vannhastighet i brønnrøret til å få opp de groveste kornene.

3.4.1 Ulven/Hovden området

Kornfordelingskurvene i databilagene 4.1-4.2 viser at løsmassene fra de utvalgte dypene i borehullene 4 og 5 ved Ulven/Hovden området stort sett består av sand med noe silt og grus. Løsmassene er mest ensformige i borehull 5. Ved Vaset er massene noe mer grove, men består også der hovedsakelig av sand med noe grus og silt. For begge områder passer kornfordelingsanalysene godt overens med borehullsloggene fra sonderboringene.

Det er anbefalt å sette ned en brønn omtrent ved borehull 5. Kornfordelingskurvene fra borehull 5 er derfor benyttet for å beregne brønnens filterdimensjon.

3.4.2 Beregning av hydraulisk konduktivitet

Kornfordelingskurvene kan benyttes til å beregne en tilnærmet hydraulisk konduktivitet (k) for området rundt sonderboringene. Til beregningene er Hazens formel og Bayers metode (Langguth & Voigt 1980) benyttet. Resultatene er vist i tabell 3.1.

Hazens formel er som følger: $k(\text{m / s}) = 0,0116 * (d_{10}(\text{mm}))^2$

der d_{10} er kornstørrelsen svarende til vektprosenten 10%

De beregnete k -verdiene ved Ulven/Holden må betegnes som noe lave idet masser med god vanngiverevne gjerne har k -verdier av størrelsesorden 10^{-3} m/s.

Tabell 3.1 Hydraulisk konduktivitet, k beregnet ut i fra kornfordelingskurvene for borehullene 4 og 5 ved Ulven/Hovden og borehull 1 ved Vaset.

Borehull	Masseprøve tatt fra nivå (m)	d ₁₀ (mm)	d ₆₀ (mm)	k Hazen (m/s)	k Bayer (m/s)	k Gj.snitt (m/s)
4	6,5-7,5	0,1384	0,5364	2,22 x 10 ⁻⁴	1,72 x 10 ⁻⁴	1,97 x 10 ⁻⁴
4	12,5-13,5	0,2371	1,045	6,52 x 10 ⁻⁴	4,93 x 10 ⁻⁴	5,73 x 10 ⁻⁴
5	4,5-5,5	0,1815	0,8019	3,82 x 10 ⁻⁴	2,89 x 10 ⁻⁴	3,36 x 10 ⁻⁴
5	8,5-9,5	0,1848	0,8721	3,96 x 10 ⁻⁴	2,96 x 10 ⁻⁴	3,46 x 10 ⁻⁴
5	12,5-13,5	0,2555	0,9759	7,57 x 10 ⁻⁴	5,89 x 10 ⁻⁴	6,73 x 10 ⁻⁴
5	16,5-17,5	0,2005	0,8268	4,66 x 10 ⁻⁴	3,57 x 10 ⁻⁴	4,12 x 10 ⁻⁴
1	4,5-5,5	0,2827	1,116	9,27 x 10 ⁻⁴	7,16 x 10 ⁻⁴	8,22 x 10 ⁻⁴
1	6,5-7,5	0,3028	1,121	10,63 x 10 ⁻⁴	8,32 x 10 ⁻⁴	9,48 x 10 ⁻⁴
1	8,5-9,5	0,2916	1,157	9,86 x 10 ⁻⁴	7,61 x 10 ⁻⁴	8,74 x 10 ⁻⁴

4. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

4.1 Ulven/Holden området

Ved borehullene 4 og 5 er det minst 12 m mektighet med vannmettet, grusholdig sand som egner seg til vannuttak. Prøvepumping gir omtrent 1,3 l/s pr m dyp og det er derfor ingen problemer med å skaffe den mengde vann (4,2 l/s) som vannverket ønsker.

Vannkvaliteten er god, men man må ved langtids prøvepumping holde øye med innholdet av nitrat.

Det anbefales at en fullskala brønn plasseres ved borehull 5 for å få en viss avstand fra Slidrefjorden og på den måten oppnå best mulig renseeffekt i grunnen. Det anbefales følgende brønnutforming:

Brønntype: vertikale rørbrønn
 Brønndiameter: 170 mm
 Filterplassering: 13,5-17,5 m u/bakkenivå (4 m filter)
 Filtertype/lysåpning: con-slot / 1,2 mm

Brønnen må utstyres med 1 m sumprør under filteret. Pumpa monteres over filteret. Rundt brønntoppen bør det legges tette masser for å hindre inntrenging av overflatevann.

4.2 Vaset

Mektigheten av vannmettede sand og grusmasser er ca 5 meter (5 m til 9,5 m dyp) når man ser bort fra de øverste meterne for å ha beskyttelse mot inntrenging av overflatevann. Det ser ut til at sedimentsammensetningen er relativt lik på begge sider av elva Revsalinåne, men prøvepumping har vist at kapasiteten ser ut til å være størst på østsiden av elva. Det anbefales derfor å sette ned en fullskala brønn på denne siden. Følgende brønnutforming anbefales:

Brønntype:	vertikal rørbrønn
Brønndiameter:	170 mm
Filterplassering:	6,5-8,5 m u/bakkenivå (2 m filter)
Filtertype/lysåpning:	con-slot / 1,2 mm

Brønnen må utstyres med 1 m sumprør under filteret. Pumpa kan trolig monteres over filteret. Rundt brønntoppen bør det legges tette masser for å hindre inntrenging av overflatevann.

Det skulle ikke være noen problemer med å få ut ønsket vannmengde på 1,2 l/s. Dersom det i fremtiden er behov for et større vannuttak, vil det være muligheter for å etablere flere brønner.

Det gjøres oppmerksom på at det må foretas pH justering og alkalisering da pH og alkalitet i grunnvannet er noe lavt. Dette kan gjøres ved hjelp av marmorfilter.

5. KLAUSULERINGS TILTAK

Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for både grunnvannets kjemiske og hygieniske kvalitet. Folkehelse anbefaler at grunnvann som skal brukes til drikkevann bør ha en oppholdstid i grunnen på minst 60 døgn for å oppnå tilfredsstillende bakteriologisk rensing.

For å beskytte grunnvannskilden brukes en soneinndeling, basert på grunnvannets oppholdstid. For sonene er det satt opp restriksjoner som avtar i styrke med økende avstand fra uttaksstedet (GiN-veileder nr. 7).

- Sone 0: Brønnområdet
- Sone 1: Det nære tilsigsområdet. Vann i grunnvannssonen ved yttergrensen må bruke minimum 60 døgn frem til brønnen under full pumpebelastning.
- Sone 2: Det fjerne tilsigsområdet. Alt utpumpet vann skal være infiltrert innenfor denne sonen.

Sone 3: Det ytre verneområdet. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet.

Det vil være nødvendig å foreta klausulering av brønnområdene både i Ulven/Holden området og Vaset. Størrelsen på sonene vil være avhengig av vannuttak og massenes sammensetning. Sone 0, det vil si brønnområdet, skal inngjerdes og skjermes for all annen aktivitet enn det som er nødvendig for drift av anlegget. Størrelsen på denne sonen bør være minimum 15 m x 15 m. Bestemmelse av sonene 1-3 kan ikke gjøres før det er foretatt en prøvepumping.

I forhold til dagens arealbruk vil det trolig oppstå arealkonflikter i forhold til jordbruk i Ulven/Holden området. Ved Vaset er det lite trolig at det vil oppstå arealkonflikter dersom det ikke foretas mye gjødsling på jordet ved siden av brønnen(e).

6. REFERANSER

Beres, M. Jr. & Haeni, F. P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water* 29, 375-386.

Eckholdt, Einar & Snilsber, Petter, 1992: Grunnvann. Beskyttelse av drikkevannskilder. GiN-veileder nr. 7. Skrifter 105. Norges geologiske undersøkelse

Nielsen, Jens Tore & Rohr-Torp, Erik, 1988: GRUNNVANN Temakart med beskrivelse Vestre Slidre kommune, Oppland. NGU Rapport 88.052

Langguth, H.R. & Voigt, R.H., 1988: Hydrogeologische Methoden [Hydrogeological methods - in German]. Springer Verlag, 486 pp.

Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

Aasland, Trygve, 1990: Vestre Slidre kommune. Grunnvannsundersøkelser Vaset. E3106/90-016 Carl-H Knudsen AS, Drammen.

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;

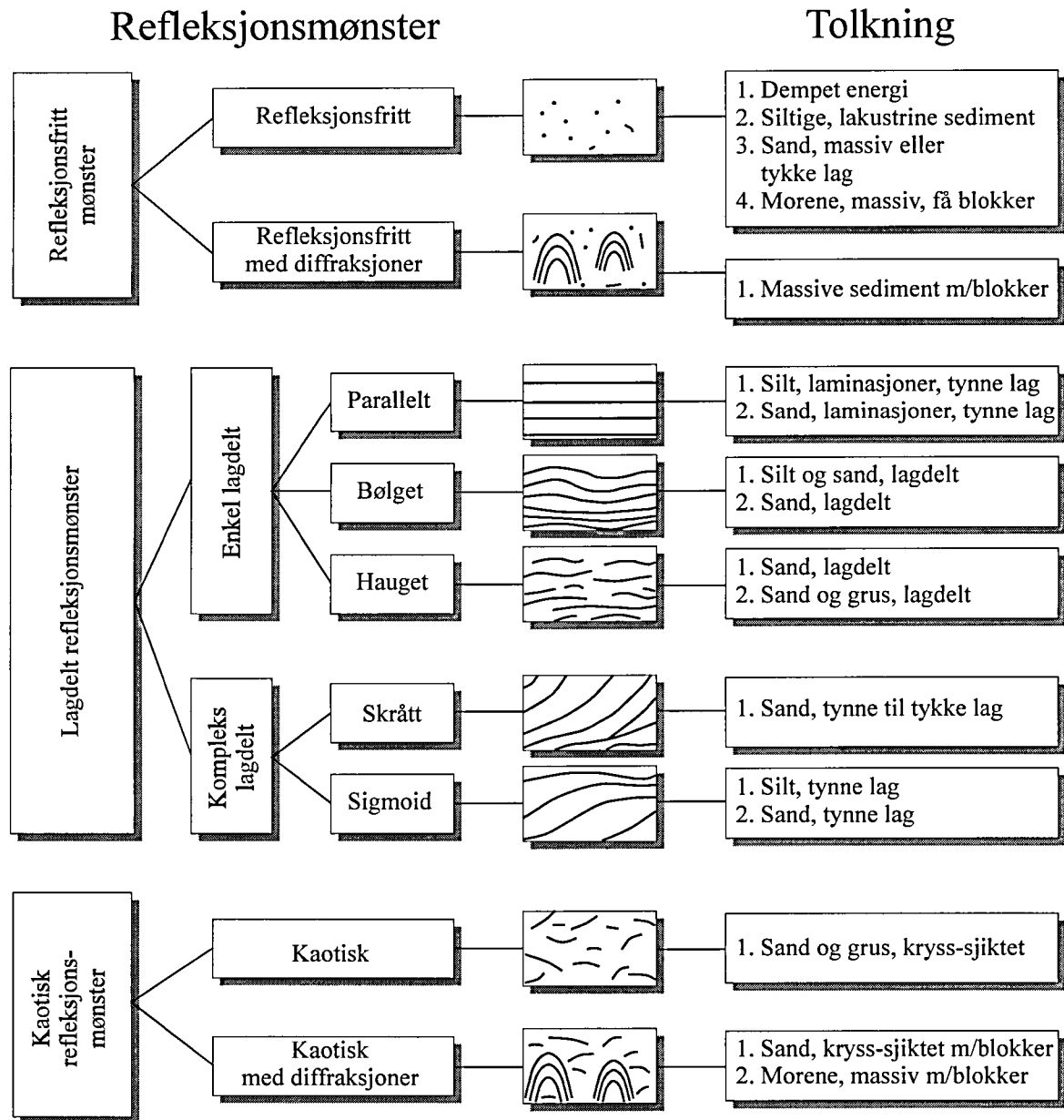
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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.

<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<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, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.



Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991).

HYDROGEOLOGISKE OG HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORATORIEMETODER

1 SONDERBORINGER

a) Metodikk

Standard sonderboringer i løsmasser blir gjort med Borros borerigg og Ø57 mm krone med vannspyling. Boringen er hydraulisk drevet og kan gjøres med både rotasjon og slag. Vanligvis bores det til 20-30 m dyp eller til fjell, men ellers er lengden av sonderstrengen eneste begrensning i mulig boredyp. For å få en mest mulig sikker kontroll av fjelldyp, bores det min. 0.5 m ned i fjellet.

Sonderboringer kan også gjøres med håndholdt borutstyr (pionar slagbormaskin). Det benyttes 40 mm firkantet sonderspiss og Ø25 mm sonderstenger av en meters lengde. Denne boremetoden er mest brukt på lokaliteter med vanskelig tilgjengelighet og ved grunne boringer.

b) Dataregistreringer

Under boring med Borros borerigg registreres borsynk (sekund/m), vanntrykk (kg), om det brukes slag under boring og karakterisering av boreslammet (farge og kornstørrelse). Ved sonderboring med håndholdt borutstyr registreres borsynk og friksjonslyden ved dreining av sonderspissen.

c) Tolkning

Ut fra dataregistreringene og egne vurderinger gjør boreingeniøren en tolkning av massene for hver meter. Fargen på boreslammet sier i tillegg noe om det er oksyderende (brunt spylevann) eller reduserende forhold (grått spylevann) i magasinet. Hvis spylevannet forsvinner i grunnen, gir vanntrykket en indikasjon på massenes hydrauliske ledningsevne. Ved sonderboring med håndholdt borutstyr vurderes løsmassetypen for hver meter ut fra borsynk, dreiemotstand og friksjonslyd ved dreining av sonderspissen.

2 TESTPUMPINGER

a) Metodikk

Hvis sonderboringen indikerer egnede masser for grunnvannsuttag, blir det boret en undersøkelsesbrønn for kapasitetsmålinger og prøvetaking av masser og grunnvann i bestemte nivå i magasinet. Brønnen bores med samme utstyr som sonderboringene og den settes ned i et forboret hull. Undersøkelsesbrønner lages av Ø32 mm damprør med en meter filterlengde bestående av 3-5 mm brede slisser. Det finnes også spesielle sandspisser til dette formålet. Før testpumpingen spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring. Testpumpingen skjer ved bruk av bensindrevet sugepumpe med en kapasitet på 5 l/s. For å kunne vurdere kapasiteten i hvert nivå og for å få klart grunnvann til prøvetaking, må det bygges opp et naturlig grusfilter rundt brønnfilteret. Dette gjøres ved vekselvis spyling og pumping av

brønnen, dreining av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe pumpe gjentatte ganger. For å få pumpet opp vann med sugepumper må dybden til grunnvannsnivået ikke være større enn 6-7 m.

b) Dataregistreringer

Før pumpingen starter måles grunnvannsstanden i testbrønnen. I hvert nivå hvor det blir testpumpet, blir brønnens vanngiverevne målt (l/s) og det blir tatt prøver av grunnvannet etter ca. 15 min. pumping. Grunnvannsstanden blir også målt like etter pumpingen. I tillegg blir det gjort en bedømming av vanngjennomgangen ut fra hvor raskt nedspylt vann synker i testbrønnen. Ved en undersøkelse av en grunnvannsføremst er det vanlig med 2-10 undersøkelsesbrønner som prøvetas og testpumpes i 2-5 forskjellige nivå.

c) Tolkning

De forskjellige nivåenes vanngiverevne, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumpingen blir brukt til en helhetlig vurdering av grunnvannsmagasinet's hydrauliske egenskaper og til å bestemme lokalisering og filterplassering til eventuelle fullskala pumpebrønner.

3 SEDIMENTPRØVETAKING

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpede masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpede prøver, men i tilfeller med lav grunnvannsstand eller for liten prøvemengde ved pumping, tas det oppspylte prøver. Oppspylte prøver tas etter at brønnen er spylt ren for masser som er trengt inn under boring, mens oppumpede prøver tas like etter oppstart av testpumpingen. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekarer. Ved undersøkelser som stiller strengere krav til representative og mer uforstyrrende prøver blir det benyttet spesielle prøvetakere.

Ut fra sedimentprøvenes kornfordeling kan man gjøre overslag av massenes hydrauliske ledningsevne og anbefale filteråpning på eventuelle produksjonsbrønner.

4 TESTPUMPINGER AV FJELLBRØNNER

Til testpumping av fjellbrønner benyttes en Ø95 mm elektrisk senkpumpe og strømaggregat. Pumpe plasseres på min. 45 m dyp, eller ca. 2 m over bunnen hvis brønndypet er mindre enn 45 m. Kapasiteten kan måles på flere måter. En metode er å først lense hullet (til pumpe suger luft) og så måle utpumpet vannmengde over minimum 2 timer. Hvis brønnens kapasitet er så stor at pumpe ikke greier å lense hullet, kan kapasiteten anslås ut fra senkningen av grunnvannsspeilet og pumperaten. Hvis brønnens kapasitet er såpass lav at det tar uforholdsmessig lang tid å måle et bestemt vannvolum, kan kapasiteten beregnes ut fra grunnvannsnivåets stigningshastighet i borhullet etter lensing.

5 FULLSKALA, LANGTIDS PRØVEPUMPING

a) Metodikk

Fullskala, langtids prøvepumping av løsmassebrønner kan skje ved bruk av forskjellige brønntyper og pumper avhengig av forventet grunnvannsnivå under pumping, pumperate og av sjansene for at brønnen senere kan benyttes til produksjonsbrønn.

Tabell 1: Brønn- og pumpetyper som benyttes til fullskala prøvepumping.

Brønntype	Pumpetype	Pumperate	Grunnvannsstand under pumping	Produksjonsbrønn
Ø50-100 mm damprør med opplisset filter	El. sugepumpe (tørroppstilt)	1-20 l/s pr. brønn	Mindre enn ca. 6 m under overflaten	Nei
Ø50-76 mm brønn i rustfritt stål og med Con Slot filter	El. sugepumpe (tørroppstilt)	1-10 l/s pr. brønn	Mindre enn ca. 6 m under overflaten	Ja
Ø 150-500 mm rørbrønn.	El. senkpumpe	1-50 l/s pr. brønn	Ingen begrensning	Ja

For å kunne måle grunnvannsnivået rundt prøvebrønnen før og under pumpeperioden blir det satt ut observasjonsbrønner av Ø32 mm damprør med filter bestående av opplisset rør. Det er viktig at disse brønnene blir satt ned i samme nivå som filteret på prøvebrønnen eller i et nivå med god hydraulisk kommunikasjon til prøvebrønnen. Oppumpet grunnvann blir ledet bort fra brønnens influensområde eller til et vassdrag med mye større vannføring enn pumperaten for å unngå reinfiltrasjon og tilbakestrømming til pumpebrønnen.

b) Dataregistrering

Før og under prøvepumpingen blir grunnvannsstanden i observasjonsbrønnene målt ved hjelp av et spesiallaget målebånd. Målingene blir gjort med korte tidsintervall i starten og stadig lengre intervall etter hvert. I tillegg blir pumperaten målt, enten manuelt med målekar og stoppeklokke eller ved hjelp av automatisk vannmåler. Det prøvepumpes i min. 3 måneder, men for større vannverk bør det prøvepumpes ett år slik at man får med eventuelle seshongvariasjoner i nedbør og vannføring i nærliggende vassdrag som kan ha innvirkning på kapasitet og grunnvannskvalitet.

c) Tolkning

Pumperaten og senkningen av grunnvannsnivået under pumping gir grunnlag for beregning av hydrauliske parametere som igjen brukes til vurderinger av magasinets/brønnens totale kapasitet, størrelsen på den delen av grunnvannsmagasinet som påvirkes av prøvepumpingen (influensområde) og størrelsen på klausulerinssonene og da spesielt sone 1 som representerer grensen for 60 døgns oppholdstid.

6 VANNPRØVETAKING

Under grunnvannsundersøkelser er det aktuelt å ta vannprøver fra:

- undersøkelsesbrønner i løsmasser
- borede fjellbrønner
- kildeutslag

- prøvepumpingsbrønner
- nærliggende produksjonsbrønner
- nærliggende overflatevann som kan infiltrere i grunnvannsmagasinet

Prøvetakingen av grunnvann fra undersøkelsesbrønner blir tatt etter min. 15 min. pumping og fra borede fjellbrønner etter min. 1 times pumping. Vannprøver fra eksisterende produksjonsbrønner tas så nær inntaket som mulig.

Hver vannprøve omfatter en 500 ml ufiltrert prøve til analyse av pH, elektrisk ledningsevne, alkalitet, turbiditet og fargetall, en filtrert (0.45 µm papirfilter) 100 ml prøve til anionanalyser og en 100 ml filtrert og surgjort prøve (tilsatt 0.5 ml ultraren 65 % salpetersyre) til kationanalyser. Vannprøvene blir lagret i kjølerom/kjøleskap før analyse på NGU's laboratorium.

7 FELTANALYSER

Feltanalyser blir gjort for å få en foreløpig vurdering av grunnvannskvaliteten, og av parametre som må/bør analyseres i felt. Aktuelle kationer og anioner (Fe, Mn, NO₃), CO₂-innhold og O₂-innhold blir bestemt ved bruk av fargespektrometri, mens til feltmålinger av pH, Eh og ledningsevne brukes sensoriske metoder.

Den største fordelen med feltanalysene er at de gir raske indikasjoner på grunnvannskvaliteten. Dette kan ha stor betydning for feltundersøkelsene i og med at foreløpige resultater av grunnvannskvalitet gir grunnlag for omprioriteringer av borer/lokalteter og grunnlag for lokalisering og filterplasseringen av testbrønner. Forundersøkelser og nedsetting av testbrønner kan dermed gjøres i samme tidsrom.

8 LABORATORIEUNDERSØKELSER

I forbindelse med grunnvannsundersøkelser blir det ved NGU's laboratorium utført kornfordelingsanalyser av masseprøver og fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver. Kornfordelingen er bestemt ved tørrsikting av materiale større enn 0.063 mm med bruk av følgende siktesats: 0.0625 mm, 0.125 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm, 4.0 mm, 8.0 mm og 16 mm. Hvis mer enn 10 % av prøven er mindre enn 0.0625 mm blir det kjørt sedigrafanalyse på oppslemmet materiale av denne prøvedelen.

Som standard analyseres følgende fysikalsk-kjemiske parametre:

- | | |
|----------------|---------------|
| - ledningsevne | - turbiditet |
| - pH | - 30 kationer |
| - alkalitet | - 7 anioner |
| - fargetall | |

Bestemmelse av ledningsevne blir gjort etter Norsk Standard (NS) 4721 og måleinstrumentet er et Radiometer CDM 83 Conductivity meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.004

mS/m og en målenøyaktighet på $\pm 2\%$ for verdier over 0.2 mS/m, ± 0.004 mS/m i måleområdet 0.004-0.2 mS/m og ± 0.003 mS/m i måleområdet < 0.004 mS/m.

pH-verdien blir bestemt etter NS 4720 og måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH meter med en analyseusikkerhet på ± 0.05 pH.

Bestemmelse av alkalitet blir gjort etter NS 4754 og måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på $\pm 2.5\%$ for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.04 mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og ± 0.03 mmol/l i måleområdet 0.03-0.2 mmol/l.

Fargetallet bestemmes etter NS 4787 og instrumenttypen er et SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer med en nedre bestemmelsesgrense på 1.4 og en analyseusikkerhet på $\pm 7.5\%$.

Bestemmelse av turbiditet blir gjort etter NS 4723 og måleinstrumentet er et Hach 2100 A Turbidimeter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.05 FTU og en analyseusikkerhet på ± 0.04 FTU i måleområde 0.05-1.0, ± 0.4 FTU i måleområde 1.0-10, ± 4 FTU i område 10-100 og ± 40 FTU i område 100-1000 FTU.

Standardanalyse av 30 forskjellige elementer bestemmes ved ICP og bruk av måleinstrumentet Thermo Jarrell Ash ICP 61. Nedre bestemmelsesgrenser og analyseusikkerhet går fram av tabell 2:

Tabell 2: Nedre bestemmelsesgrense og analyseusikkerhet for analyserte kationer.

Element	Nedre bestemmelsesgrense	Analyseusikkerhet	Element	Nedre bestemmelsesgrense	Analyseusikkerhet
Si	20 ppb	10 %	V	5 ppb	
Al	20 ppb	10 %	Mo	10 ppb	10 %
Fe	10 ppb		Cd	5 ppb	20 %
Ti	5 ppb		Cr	10 ppb	
Mg	50 ppb		Ba	2 ppb	
Ca	20 ppb		Sr	1 ppm	
Na	50 ppb	10 %	Zr	5 ppb	10 %
K	500 ppb	20 %	Ag	10 ppb	10 %
Mn	1 ppb		B	10 ppb	10 %
P	100 ppb		Be	1 ppb	
Cu	5 ppb		Li	5 ppb	20 %
Zn	2 ppb		Sc	1 ppb	
Pb	50 ppb	20 %	Ce	50 ppb	20 %
Ni	20 ppb		La	10 ppb	10 %
Co	10 ppb		Y	1 ppb	

I tillegg kan tungmetaller som Pb, Cd, Hg, As, Se og Sb bestemmes ved bruk av atomadsorpsjon og med en målenøyaktighet som tilfredsstillende de krav som stilles i Forskriftene om vannforsyning og drikkevann m.m. (Sosial- og Helsedepartementet, 1995).

Sju forskjellige anioner bestemmes ved en IC-analyse der instrumenttypen er en Dionex ionekromatograf 2120i. Nedre bestemmelsesgrense går fram av følgende tabell:

Tabell 3: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner

ION	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.10	0.05	0.2	0.1

Analyseusikkerheten er 10 % rel. for alle ionene.

Kvaliteten av analysene er kontrollert ved beregning av ionebalansen (Σ kationer = Σ anioner) Ionebalanseavviket er beregnet etter formelen:

$$(\Sigma kationer - \Sigma anioner) / (\Sigma kationer + \Sigma anioner) \times 100 \%$$

Avhengig av totalkonsentrasjonen kan ionebalanseavviket si om totalkvaliteten i analysen er tilfredsstillende. Ionebalanseavviket bør være mindre enn følgende verdier for at totalkvaliteten er akseptabel:

Σ Anioner + Σ kationer [mekv/l]	20	7	0.9
Ionebalanseavvik [%]	2	3	12

Sammenligning av totalt ioneinnhold og målt elektrisk ledningsevne gir også muligheter for å kontrollere analyseresultatene.

NGU, faggruppe for laboratorier er akkreditert for alle de nevnte analysene (akkrediteringsdokument P020), og en nærmere beskrivelse av kvalitetssikring, produksjonsrutiner og måleutstyr er gitt i NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-lab.

LITTERATUR

Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

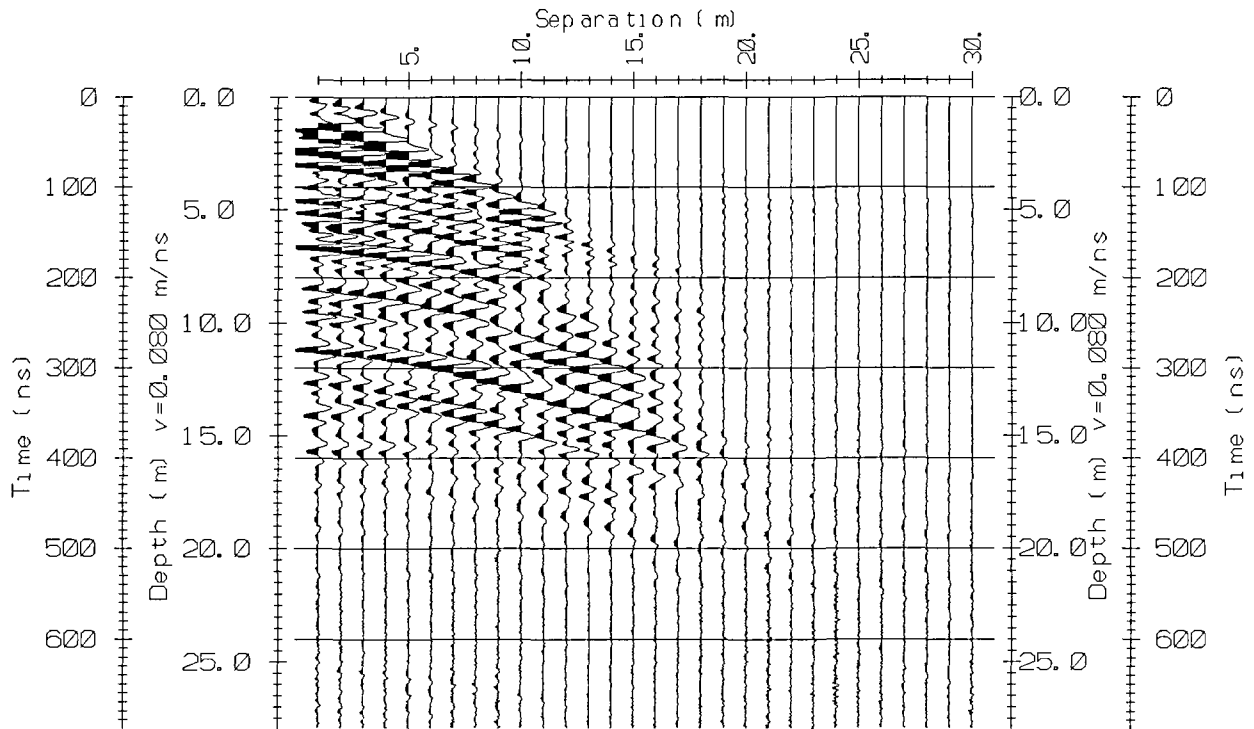
Bjerkli, K., 1994: NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-LAB. Norges geologiske undersøkelse.

GiN-veileder nr. 3, 1990: Grunnvannsundersøkelser i løsmasser. Norges geologiske undersøkelse Miljøverndepartementet.

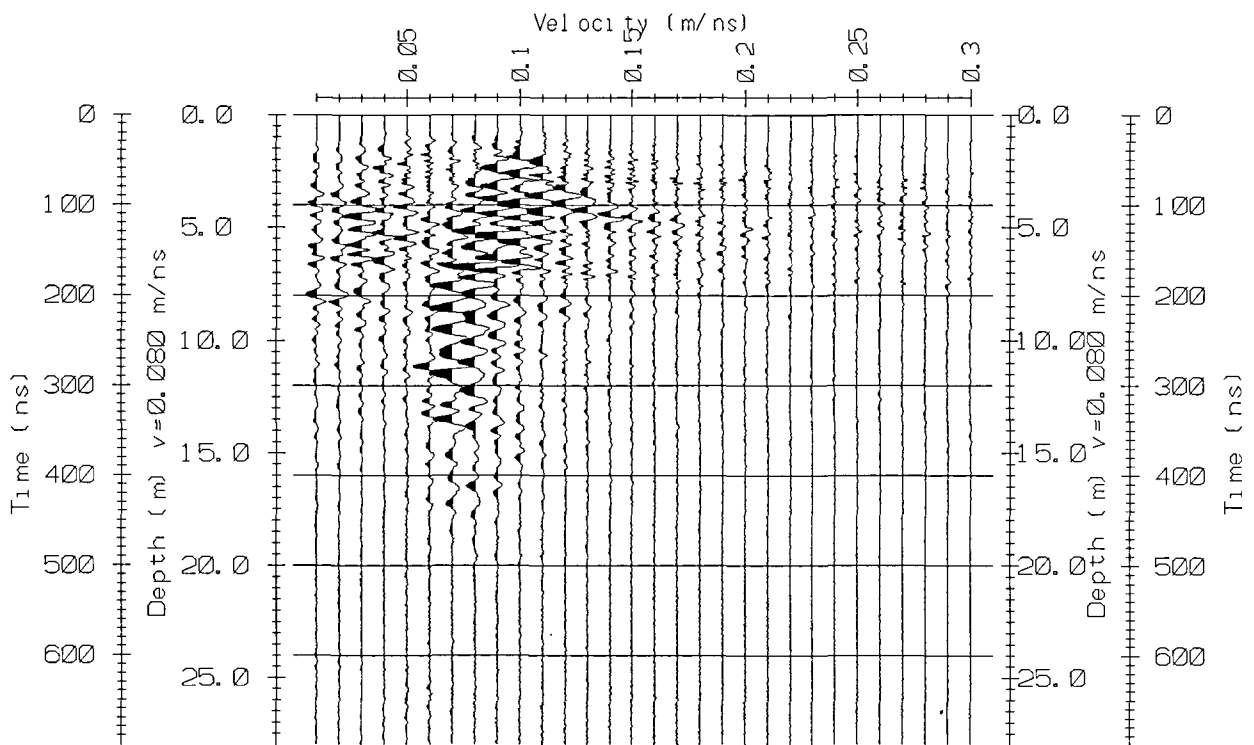
GiN-veileder nr. 6, 1990: Grunnvatn i fjell til spreidd busetnad. Norges geologiske undersøkelse Miljøverndepartementet.

Vestre Slidre, CMP1, P5 pos. 95

CMP-opptak



Hastighetsanalyse



GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Ulven/Holden, Vestre-Slidre kommune

UTFØRT DATO: 12.08.97

BORPUNKT NR: 1a

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: x **UNDERSØKELSESRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1617 II **SONE:** 32V **Ø-V:** 0501920 **N-S:** 6767919
Slidre

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca 366 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: Umulig å komme ned

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Grus, sand		DS		Brunt				Mest sand
3,5	Grus, sand	1,30	-		Lysbrunt				Mest sand
	Grus, sand	1,30	DS		"				Mest sand
5,5	Blokk	8,00	S		Grått				

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Hølli, Vestre-Slidre kommune

UTFØRT DATO: 12.08.97

BORPUNKT NR: 1b

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: x **UNDERSØKELSESRØNN:** x

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1617 II **SONE:** 32V **Ø-V:** **N-S:**
Slidre

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca 366 m

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-5 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1,0 m

MERKNAD: Sondering under 14,5 m er usikker da det i ettertid viste seg at sonderstangen hadde knukket. Kan ha ført til ny sondering vedsiden av det avknekte røret.

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Sand, noe grusig				Brunt				
	Sand, noe grusig	0,55	DS		"				
3,5	Sand, noe grusig	0,55	S		Lysbrunt				
	Sand, finsand	0,30	DS		"				
5,5	Sand, finsand	0,40			"	8,1	45	0,33	Mp + Vp
	Sand, finsand	0,15			Grått				
7,5	Sand, noe grusig	1,10	DS		"			0,05	
	Sand/finsand	0,10			"				Mye finsand i mellom
9,5	Lagdelt sand, finsand	1,00			"				Noe grusig
	Finsand	0,16			"				
11,5	Sand/ finsand, lagdelt	1,05	DS		"				
	Sand/finsand	0,10			"				
13,5	Sand/finsand, tettere lag	1,10	DS		"				
	Sand/finsand	0,15			"				
15,5	Sand/finsand, tett lag	1,15	DS		"				Herfra og ned usikker fordi
	Sand/finsand, tett lag	0,20	DS		"				sonderstrengen røk
17,5	Sand, finsand	1,00			"				
	Sand, finsand	0,30	DS		"				
19,5	Sand, finsand	0,30			"				
	Finsand/siltig	1,00			"				
21,5	Finsand/siltig	0,55		0-5	"				
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [$\mu\text{S}/\text{cm}$]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Hølli, Vestre-Slidre kommune

UTFØRT DATO: 12.08.97

BORPUNKT NR: 2a

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: x **UNDERSØKELSESRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1617 II **SONE:** 32V **Ø-V:** 0502094 **N-S:** 6767819
Slidre

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca 366 m

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-5 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: Kom ikke ned. Antagelig på grunn av blokk

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Sand				Lysbrunt				
	Sand, grusig	0,50	DS		"				
3,5	Sand, grusig	0,35			"				
	Sand	0,15			"				
5,5	Sand/finsand	0,15			"				
	finsand	0,12							
7,5	Blokk? fra 7,0 m								
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [$\mu\text{S}/\text{cm}$]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Hølli, Vestre-Slidre kommune

UTFØRT DATO: 12.08.97

BORPUNKT NR: 2b

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: x **UNDERSØKELSESRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1617 II **SONE:** 32V **Ø-V:** 050209 **N-S:** 676781
Slidre

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca 366 m

BRØNN-/FILTERTYPE:

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: Boret 10 m unna 2a

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid for prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Sand		DS		Brunt				
	Sand, grusig	0,5			"				
3,5	Sand, grusig	0,55			Lysbrunt				
	Sand/finsand	0,31			Grått				
5,5	Sand/finsand	0,17			"				
	Finsand	0,15			"				
7,5	Finsand	0,12			"				
	Finsand	0,10			"				
9,5	Blokk? fra 9,0 meter								
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Hølli, Vestre-Slidre kommune

UTFØRT DATO: 12.08.97

BORPUNKT NR: 3

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: x **UNDERSØKELSESRØNN:**

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1617 II **SONE:** 32V **Ø-V:** 0501875 **N-S:** 6767827
Slidre

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca 368 m

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-5 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN:

MERKNAD: Prøvde 5 plasser til i nærheten, men kort ned til blokk/fjell?

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann-trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Sand, noe grusig		DS		Lysbrunt				
3,5	Sand, noe grusig Blokk fra ca 3,0 meter	0,52	DS		"				Grusig sand 2,5-3,5 meter
5,5	Sand/grus, blokk/fjell? fra 4,5 meter								
7,5									
9,5									
11,5									
13,5									
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Hølli, Vestre-Slidre kommune

UTFØRT DATO: 13.08.97

BORPUNKT NR: 4

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: x **UNDERSØKELSESRØNN:** x

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1617 II **SONE:** 32V **Ø-V:** 0501816 **N-S:** 6768092
Slidre

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca 365 m

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-5 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 0,55 m

MERKNAD: Stopp 17,5 m skyldes mangel på sonderstenger. 18 m rør står igjen som peilerør (0,72 m over bakken)

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Sand, grusig		DS		Lysbrunt				
3,5	Sand, grusig	1,00	"		"	9,2	20	1,0	Mp + Vp
	Grusig, sand	0,41			"				
5,5	Grusig, sand	0,30			"	6,3	17	1,25	Mp + Vp
	Grusig, sand	0,40			"				
7,5	Grusig, sand	0,30			"	6,2	20	0,58	Mp + Vp
	Grusig, sand	0,30			"				
9,5	Grusig, sand	0,40			"				
	Mer sand, noe grusig	1,20			"	5,4	20	1,1	Mp + Vp
11,5	Mer sand, noe grusig	1,25			"				
	Mer sand, noe grusig	1,00	S		"	5,7	20	1,25	Mp + Vp
13,5	Sand, finsand, noe grusig	1,00	S		"				
	Sand, finsand, noe grusig	0,55	S		"	5,5	20	1,1	Mp + Vp
15,5	Sand, finsand, noe grusig	1,05	S		"				
	Sand, finsand, noe grusig	1,05	DS		"				
17,5	Sand, finsand, noe grusig	0,45	S		"				
	Sand, finsand, noe grusig	0,55	S		"	5,5	15	1,8	Mp + Vp
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [$\mu\text{S}/\text{cm}$]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Hølli, Vestre-Slidle kommune

UTFØRT DATO: 13.08.97

BORPUNKT NR: 5

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: x **UNDERSØKELSEBRØNN:** x

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1617 II **SONE:** 32V **Ø-V:** 0501858 **N-S:** 6768143
Slidre

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca 366 m

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-5 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 0,84 m

MERKNAD: Stopp 17,5 m skyldes mangel på sonderstenger. 18 m rør står igjen som peilerør.

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Sand, grusig, stein		DS		Brunt				
	Sand, grusig, stein	1,05	S	0-3	"				
3,5	Grusig, sand	1,15	S	5	Lysbrunt				
	Grusig, sand	0,50	S		"				
5,5	Grusig, sand	0,35	S		"	6,1	15	1,3	Mp + Vp
	Grusig, sand	0,40	S		"				
7,5	Grusig, sand	0,45	S		"				
	Grusig, sand	0,35	S		"				
9,5	Grusig, sand	0,30	S		"	5,6	15	1,25	Mp + Vp
	Grusig, sand	0,35	S		"				
11,5	Grusig, sand	0,35	S		"				
	Grusig, sand	0,45	S		"				
13,5	Grusig, sand	0,50	S		"	5,9	15	1,4	Mp + Vp
	Grusig, sand	0,35	S		"				
15,5	Grusig, sand	0,55	S		"				
	Grusig, sand	0,45	S		"				
17,5	Grusig, sand	1,15	S		"	5,7	20	1,2	Mp + Vp
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [μ S/cm]

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER

STED: Vaset, Vestre-Slidle kommune

UTFØRT DATO: 14.08.97

BORPUNKT NR: 1

BORUTSTYR: Borros borerigg

SONDERBORING: x **UNDERSØKELSEBRØNN:** x

UTM-KOORDINATER:

KARTBLAD (M711): 1616 I **SONE:** 32V **Ø-V:** 0497130 **N-S:** 6762848
Tisleia

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca 795 m

BRØNN-/FILTERTYPE: 32 mm rør med 1 m filter og 2-5 mm slisseåpning

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 0,88 m

MERKNAD: Står igjen ca 8 m rør som peilerør

Dyp [m]	Materialtype	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Boreslam	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
1,5	Grus, stein, sand				Borte/Brunt				
3,5	Grus, stein, sand	1,2	DS	0-3	"				
3,5	Grus, sand	1,2	"	0-3	"	10,4	15	2,5	Mp + Vp
5,5	Grus, sand	0,40	,		Brunt				
5,5	Grusig sand	1,00	DS		"	6,4	20	1,0	Mp + Vp
7,5	Grusig sand	1,00	"		"				
7,5	Grusig sand	0,55			"	3,5	20	2,9	Mp + Vp
9,5	Grusig sand	1,10			"				
9,5	Grusig sand	1,00	DS		Delvis borte	3,3	15	2,9	Mp + Vp
11,5	Grusig sand	1,00	"		"	4,8		0,4	Gråfarge og jernsmak.
11,5	Grusig sand	0,55	"		"			0,4	Mp Gåfarge på vannet
13,5	Tettere masser	2,05	S		Lysbrunt				
13,5	Finsand/silt	4,30	S		Grått				
15,5									
17,5									
19,5									
21,5									
23,5									
25,5									
27,5									
29,5									

S: Slag DS: Delvis slag B: Brunt G: Grått S: Svart R: Rødt
MP: Materialprøve VP: Vannprøve L: Ledningsevne [µS/cm]

VANNANALYSER

FYLKE: Oppland

KART (M711): 1617 II Slidre

KOMMUNE: Vestre-Slidre

PRØVESTED: Ulven/Holden

OPPDRAKSNUMMER: 1997.0209

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	4	4	4	4	4	4									
Dato	13.08.97	13.08.97	13.08.97	13.08.97	13.08.97	13.08.97									
Brønntype	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn									
Prøvedyp	m	2,5-3,5	4,5-5,5	6,5-7,5	8,5-9,5	10,5-11,5	12,5-13,5								
Brønndimensjon	mm	32	32	32	32	32	32								
X-koordinat	Sone: 32V	0501816	0501816	0501816	0501816	0501816	0501816								
Y-koordinat	Sone: 32V	6768092	6768092	6768092	6768092	6768092	6768092								
Fysisk/kjemisk								Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon						
Surhetsgrad, felt/lab	pH	5,95	6,66	6,36	6,57	6,37	6,85	6,36	6,74	6,31	6,85	6,24	6,95	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab	µS/cm	107	101	88,2	83,7	87	82,1	88,7	83,9	92	87,2	88,9	84,5	< 400	
Temperatur	°C	9,1	5,8	6,0	5,4	5,4	5,5							< 12	25
Alkalitet	mmol/l	0,26	0,34	0,32	0,31	0,30	0,32							0,6-1,0 ²	
Fargetall	mg Pt/l	1,6	2,5	2,1	1,9	<1,4	2,0							< 1	20
Turbiditet	F.T.U	63	0,36	1,3	0,74	0,68	0,29							< 0,4	4
Oppløst oksygen	mg O ₂ /l													> ca 9	
Aciditet	mmol/l					0,04									
Redoks.potensial, E _h	mV														
Anioner															
Fluorid	mg F/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05						1,5
Klorid	mg Cl/l	5,15	4,21	4,22	4,53	5,00	4,36							< 25	
Nitritt	mg NO ₂ /l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05								0,16
Brom	mg Br/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1								
Nitrat	mg NO ₃ /l	20,8	11,1	9,96	10,9	12,5	10,4								44
Fosfat	mg PO ₄ /l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2								
Sulfat	mg SO ₄ /l	6,67	5,30	5,72	5,91	5,98	6,37							< 25	100
Sum anioner+alkalitet	meq/l	0,89	0,76	0,73	0,75	0,78	0,75								
Kationer															
Silisium	mg Si/l	2,31	2,09	1,94	1,99	2,01	2,05								
Aluminium	mg Al/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,023							< 0,05	0,2
Jern	mg Fe/l	0,025	0,021	0,060	0,033	0,033	0,033							< 0,05	0,2
Magnesium	mg Mg/l	3,20	3,15	3,13	3,18	3,26	3,21								20
Kalsium	mg Ca/l	10,5	8,45	8,19	8,31	8,67	8,47							15-25 ²	
Natrium	mg Na/l	1,63	1,53	1,52	1,53	1,58	1,62							< 20	150
Kalium	mg K/l	2,04	1,11	1,27	1,01	1,04	1,45							< 10	12
Mangan	mg Mn/l	0,012	0,002	0,002	<0,001	0,001	0,002							< 0,02	0,05
Kobber	mg Cu/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005							< 0,1	0,3
Sink	mg Zn/l	0,006	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005							< 0,1	0,3
Bly	mg Pb/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05								0,02
Nikkel	mg Ni/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02								0,05
Kadmium	mg Cd/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005								0,005
Krom	mg Cr/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01								0,05
Sølv	mg Ag/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01								0,01
Sum kationer ³	meq/l	0,91	0,78	0,77	0,77	0,80	0,80								
Ionebalanseavvik ⁴	%	1,1	1,3	2,7	1,3	1,3	3,2								

1. Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

3. Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

4. Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)·100%

VANNANALYSER

FYLKE: Oppland

KART (M711): 1617 II Slidre

KOMMUNE: Vestre-Slidre

PRØVESTED: Ulven/Holden

OPPDRAKSNUMMER: 1997.0209

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	4	5	5	5	5	Slidrefjorden									
Dato	13.08.97	14.08.97	14.08.97	14.08.97	14.08.97	13.08.97									
Brønntype	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Innsjø									
Prøvedyp	m	16,5-17,5	4,5-5,5	8,5-9,5	12,5-13,5	16,5-17,5									
Brønndimensjon	mm	32	32	32	32	32									
X-koordinat	Sone: 32V	0501816	0501858	0501858	0501858	0501858									
Y-koordinat	Sone: 32V	6768092	6768143	6768143	6768143	6768143									
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon							
Surhetsgrad, felt/lab	pH	6,31	6,82	6,70	6,72	6,26	6,54	6,34	6,78	6,32	6,60	6,7	6,84	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab	µS/cm	88,4	84,2	102	96,6	88,8	84,7	87,7	82,6	92,7	87,8	23,0	21,1	< 400	
Temperatur	°C	5,2	5,8	5,4	5,4	5,7	5,4	17,9	< 12	25					
Alkalitet	mmol/l	0,33	0,32	0,32	0,31	0,29	0,09	0,6-1,0 ²							
Fargetall	mg Pt/l	<1,4	<1,4	1,6	<1,4	6,0	5,2	< 1	20						
Turbiditet	F.T.U	0,24	32	1,3	0,76	0,31	0,24	< 0,4	4						
Oppløst oksygen	mg O ₂ /l							> ca 9							
Aciditet	mmol/l			0,07		0,08									
Redoks.potensial, E _h	mV														
Anioner															
Fluorid	mg F/l	<0,05	<0,05	0,058	0,079	<0,05	<0,05								1,5
Klorid	mg Cl/l	4,14	5,21	4,29	4,69	5,15	0,934	< 25							
Nitritt	mg NO ₂ /l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05								0,16
Brom	mg Br/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1								
Nitrat	mg NO ₃ /l	9,44	16,6	11,7	11,3	12,9	1,16								44
Fosfat	mg PO ₄ /l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2								
Sulfat	mg SO ₄ /l	6,68	5,10	5,35	5,94	5,87	2,38	< 25							100
Sum anioner+alkalitet	meq/l	0,75	0,85	0,75	0,76	0,78	0,20								
Kationer															
Silisium	mg Si/l	2,09	2,29	2,16	1,91	1,96	0,542								
Aluminium	mg Al/l	<0,02	<0,02	0,027	<0,02	<0,02	0,032	< 0,05							0,2
Jern	mg Fe/l	0,022	0,025	0,033	0,046	0,040	<0,01	< 0,05							0,2
Magnesium	mg Mg/l	3,23	3,47	3,15	3,07	3,26	0,552								20
Kalsium	mg Ca/l	8,51	9,96	8,53	8,20	8,77	2,24	15-25 ²							
Natrium	mg Na/l	1,57	1,58	1,54	1,51	1,56	0,648	< 20							150
Kalium	mg K/l	1,11	1,70	1,22	1,23	1,00	0,705	< 10							12
Mangan	mg Mn/l	<0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	<0,001	< 0,02							0,05
Kobber	mg Cu/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	< 0,1							0,3
Sink	mg Zn/l	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,003	< 0,1							0,3
Bly	mg Pb/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05								0,02
Nikkel	mg Ni/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02								0,05
Kadmium	mg Cd/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005								0,005
Krom	mg Cr/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01								0,05
Sølv	mg Ag/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01								0,01
Sum kationer ³	meq/l	0,79	0,90	0,78	0,76	0,80	0,20								
Ionebalanseavvik ⁴	%	2,6	2,9	2,0	0,0	1,3	0,0								

1. Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

2. Vannet bør ikke være aggressivt.

3. Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

4. Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)·100%

VANNANALYSER

FYLKE: Oppland

KART (M711): 1616 I Tisleia

KOMMUNE: Vestre-Slidle

PRØVESTED: Vaset

OPPDRAKSNUMMER: 1997.0209

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

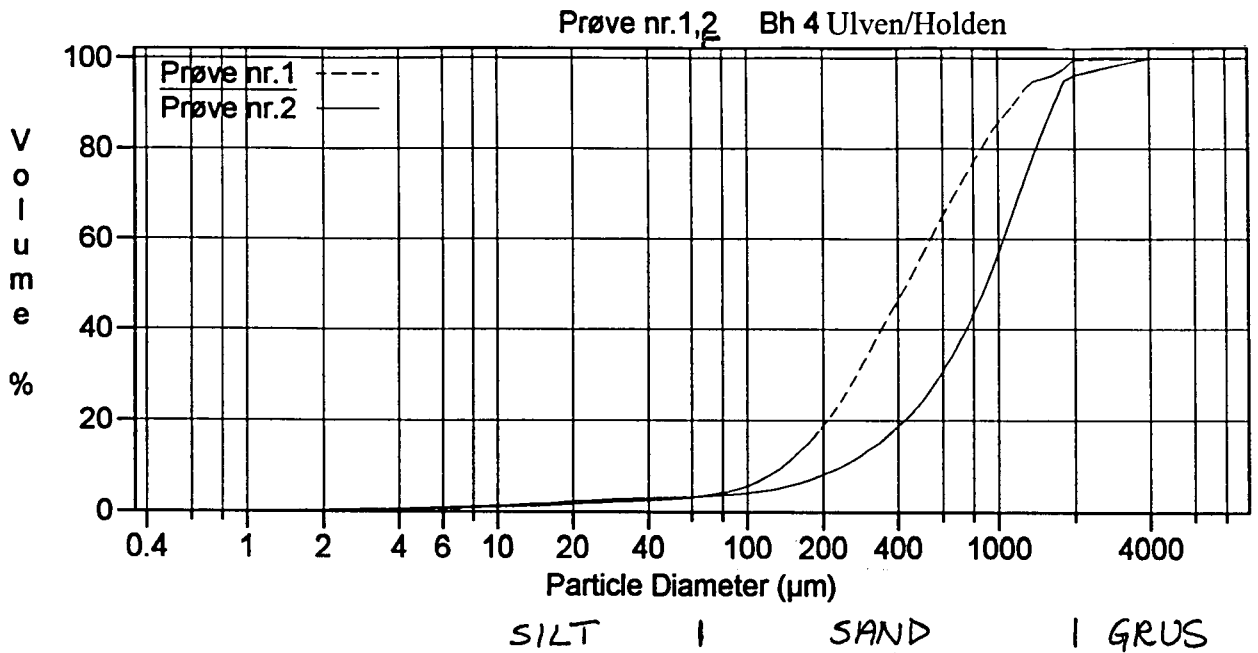
Brønn-nr/sted	Vaset-vannet	Elvevann	1	1	1	1								
Dato	14.08.97	14.08.97	14.08.97	14.08.97	14.08.97	14.08.97	14.08.97							
Brønntype	Innsjø	Elv	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn	Prøvebrønn							
Prøvedyp m			2,5-3,5	4,5-5,5	6,5-7,5	8,5-9,5								
Brønndimensjon mm			32	32	32	32								
X-koordinat Sone: 32V			0497130	0497130	0497130	0497130								
Y-koordinat Sone: 32V			6762848	6762848	6762848	6762848								
Fysisk/kjemisk								Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon					
Surhetsgrad, felt/lab pH	6,89	6,72	6,31	6,42	6,14	6,34	6,22	6,40	6,21	6,33	5,90	6,36	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab $\mu\text{S/cm}$	16,1	16,2	17,9	17,9	19,1	18,2	18,2	17,5	20,5	20,2	21,3	20,7	< 400	
Temperatur $^{\circ}\text{C}$	18,0		14,2		10,3		6,2		3,1		3,1		< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,08		0,09		0,09		0,08		0,11		0,12		0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	12,3		3,3		1,7		<1,4		2,7		<1,4		< 1	20
Turbiditet F.T.U	0,29		0,10		1,7		1,5		0,83		7,5		< 0,4	4
Oppløst oksygen mg O ₂ /l													> ca 9	
Aciditet mmol/l									0,10					
Redoks.potensial, E _h mV														
Anioner														
Fluorid mg F/l	<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05			1,5
Klorid mg Cl/l	0,672		0,481		0,552		1,06		0,873		0,865		< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05			0,16
Brom mg Br/l	<0,1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,1			
Nitrat mg NO ₃ /l	<0,05		0,627		0,727		0,720		0,490		0,487			44
Fosfat mg PO ₄ /l	<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2			
Sulfat mg SO ₄ /l	1,69		1,81		2,18		1,82		1,94		1,89		< 25	100
Sum anioner+alkalitet meq/l	0,15		0,16		0,17		0,17		0,19		0,20			
Kationer														
Silisium mg Si/l	0,647		1,68		1,92		1,83		1,94		1,97			
Aluminium mg Al/l	0,021		0,0329		0,040		0,0292		<0,02		0,039		< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	<0,01		<0,01		0,017		0,017		<0,01		0,037		< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	0,546		0,461		0,500		0,467		0,608		0,610			20
Kalsium mg Ca/l	1,27		1,51		1,62		1,53		1,81		1,87		15-25 ²	
Natrium mg Na/l	0,612		0,829		0,856		0,756		0,860		0,893		< 20	150
Kalium mg K/l	<0,5		<0,5		<0,5		<0,5		<0,5		<0,5		< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,010		0,019		0,004		0,004		0,005		0,011		< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	<0,005		<0,005		<0,005		<0,005		<0,005		<0,005		< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	<0,002		0,003		0,004		0,006		0,003		0,004		< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05			0,02
Nikkel mg Ni/l	<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		<0,02			0,05
Kadmium mg Cd/l	<0,005		<0,005		<0,005		<0,005		<0,005		<0,005			0,005
Krom mg Cr/l	<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01			0,05
Sølv mg Ag/l	<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01			0,01
Sum kationer ³ meq/l	0,15		0,16		0,17		0,16		0,19		0,20			
Ionebalanseavvik ⁴ %	0,0		0,0		0,0		-3,0		0,0		0,0			

1. Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

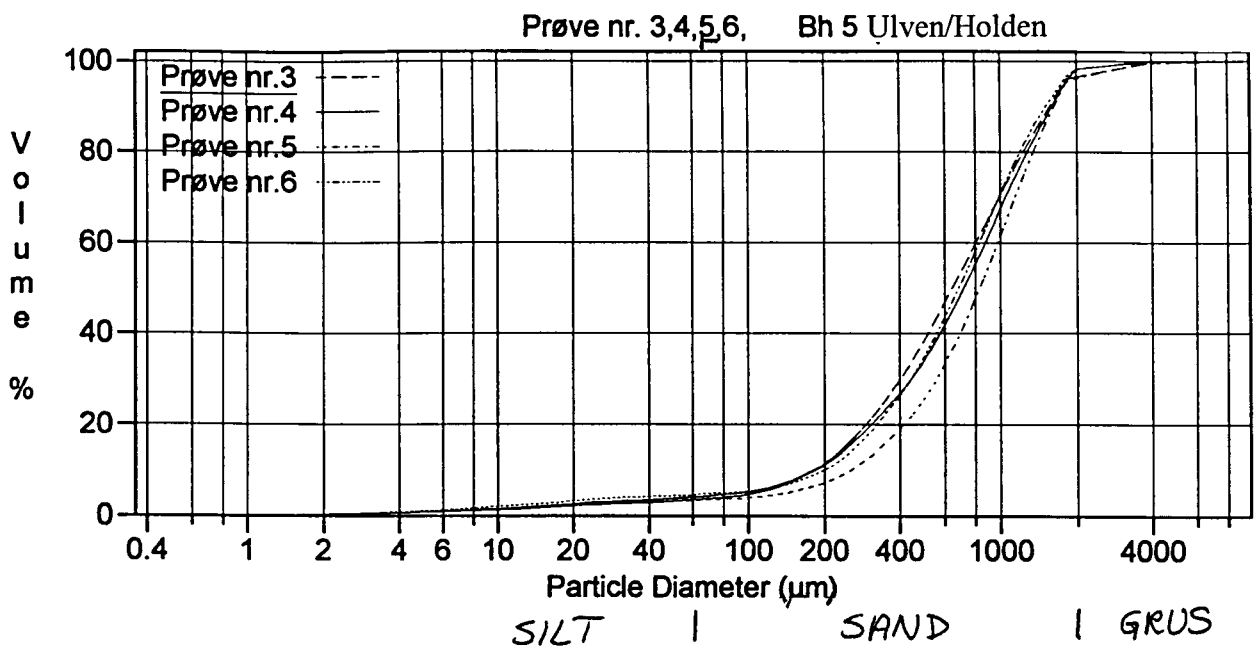
2. Vannet bør ikke være aggressivt.

3. Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

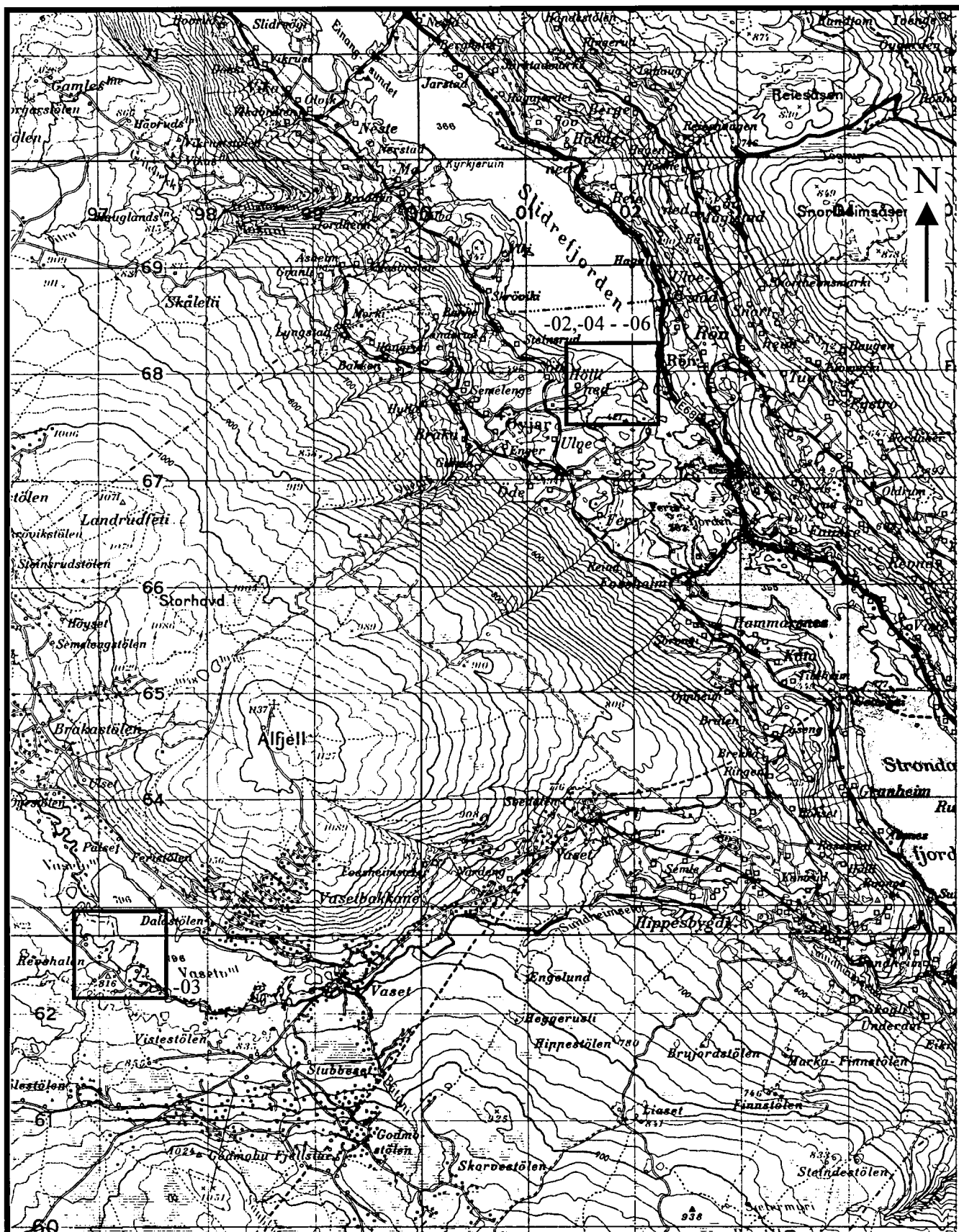
4. Ionebalanseavvik = $\Sigma\text{kationer} - \Sigma\text{anioner} / (\Sigma\text{kationer} + \Sigma\text{anioner}) \cdot 100\%$



Prøve nr.	Dyp (m)	UTM sone 32 V		d ₁₀ (µm)	d ₆₀ (µm)
		X	Y		
1	6,5-7,5	0501816	6768092	138,4	536,4
2	12,5-13,5	0501816	6768092	237,1	1045



Prøve nr.	Dyp (m)	UTM sone 32 V		d ₁₀ (µm)	d ₆₀ (µm)
		X	Y		
3	4,5-5,5	0501858	6768143	181,5	801,9
4	8,5-9,5	0501858	6768143	184,8	872,1
5	12,5-13,5	0501858	6768143	255,5	975,9
6	16,5-17,5	0501858	6768143	200,5	826,8



NGU / VESTRE SLIDRE KOMMUNE

OVERSIKTSKART

RØN OG VASET

VESTRE SLIDRE KOMMUNE, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT SG/JFT

TEGN JFT

TRAC

KFR

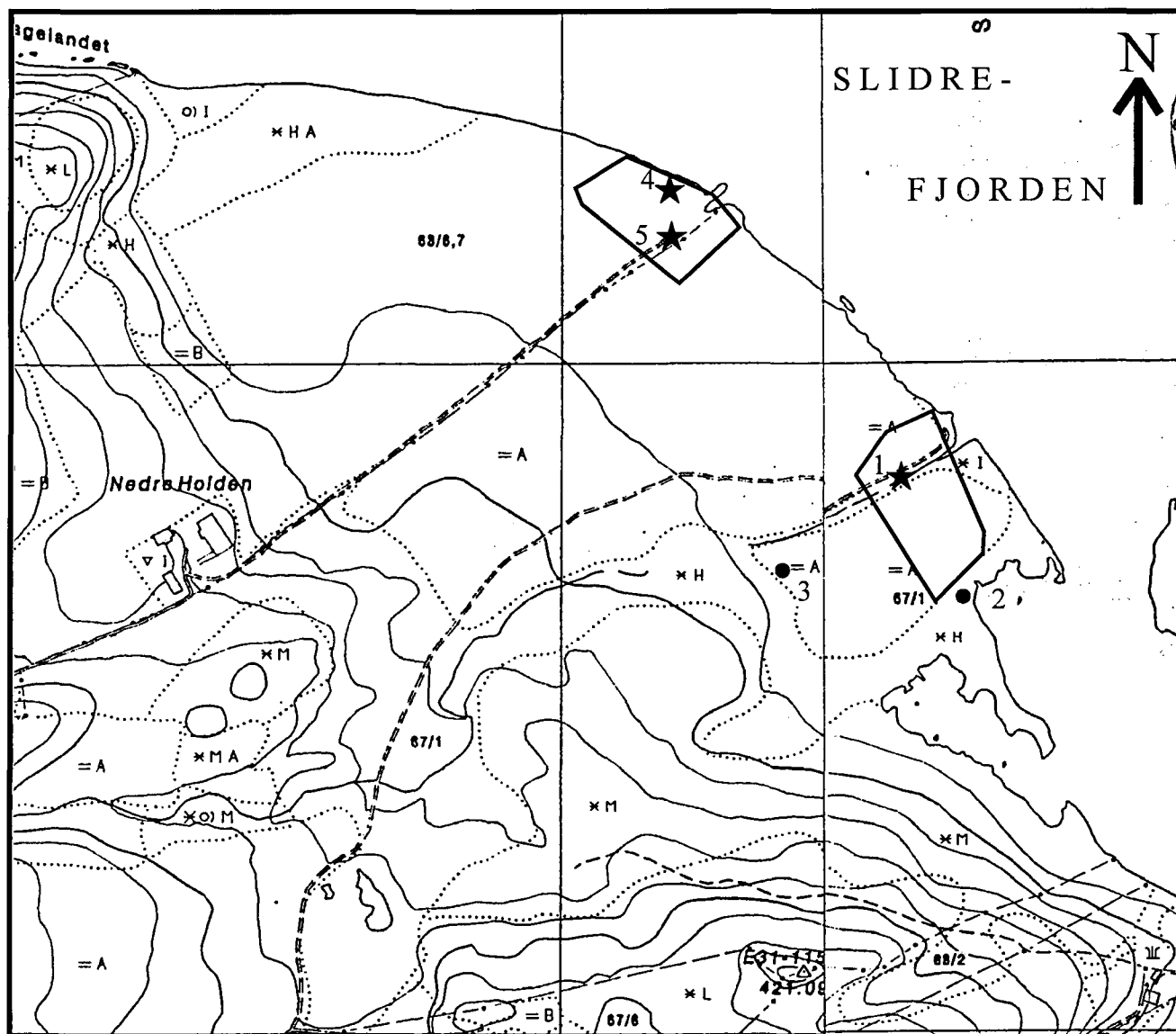
JUNI/AUG.-97

MARS -98

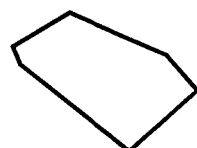
KARTBILAG NR
98.023-01

KARTBLAD NR
1616 I, 1617 II

Kart over borlokaliteter Ulven/Holden området



TEGNFORKLARING



Innrammede områder:
Anbefalt for oppfølgende boringer ut fra georadarmålingene

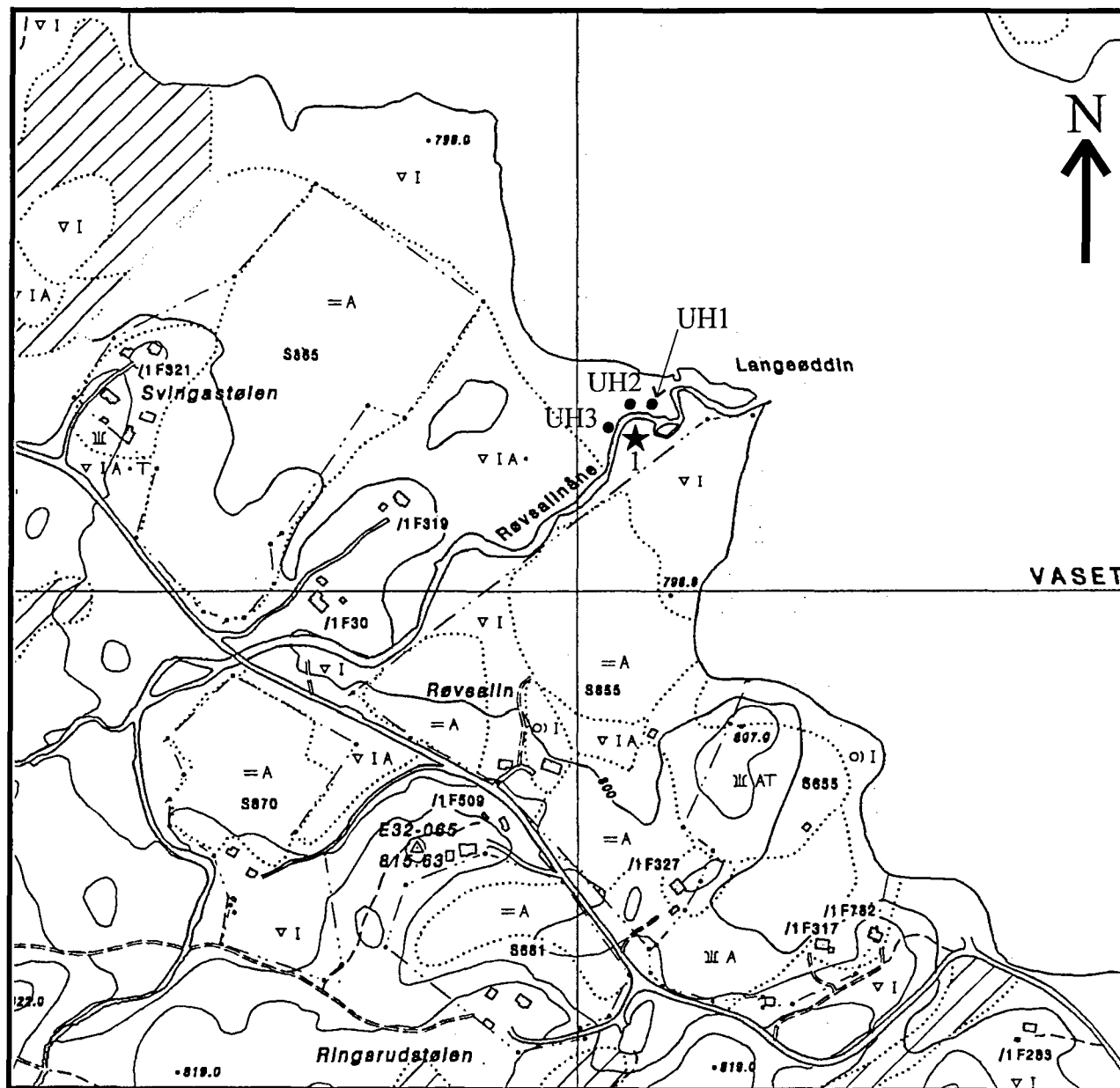


Sonderboring 1997



Sonderboring og prøvepumping 1997

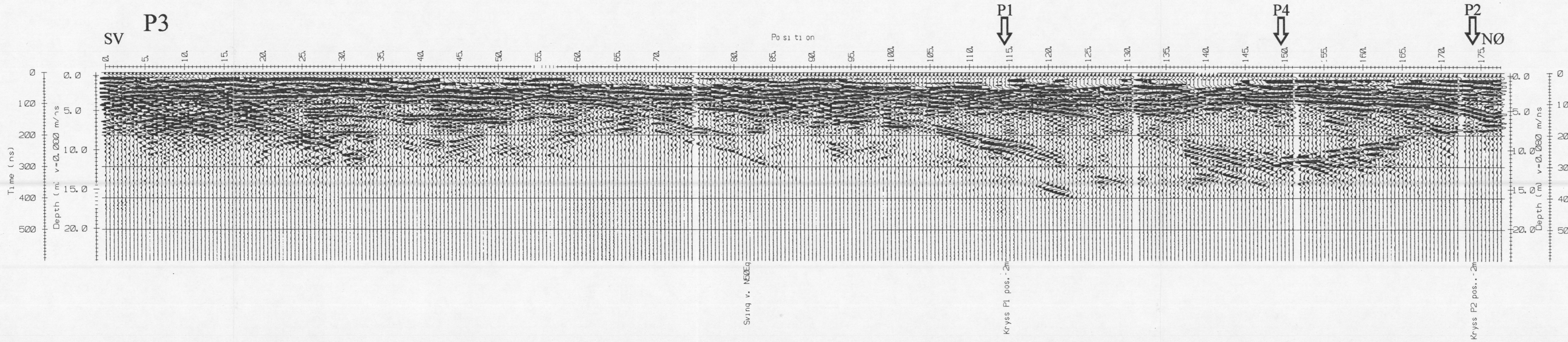
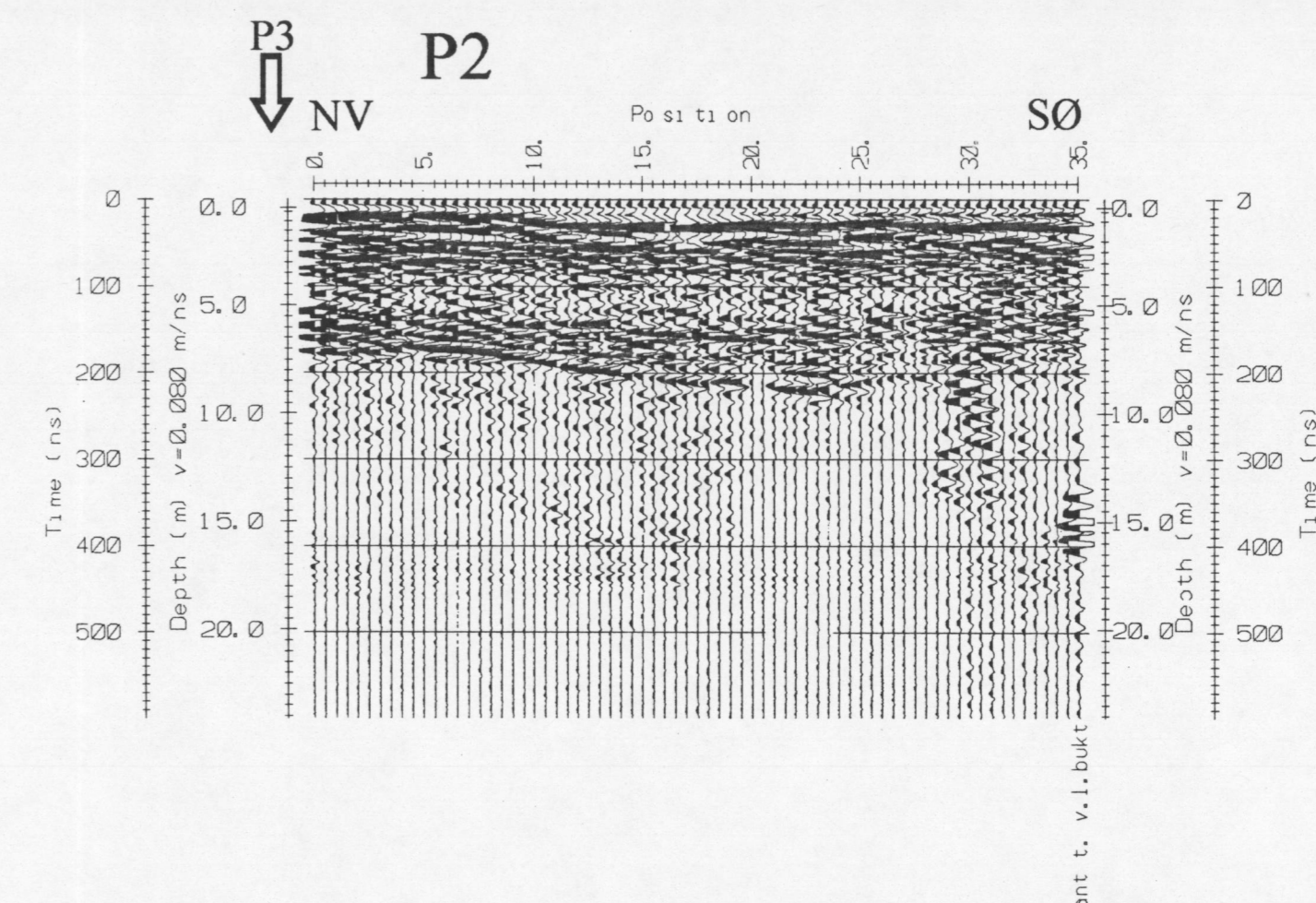
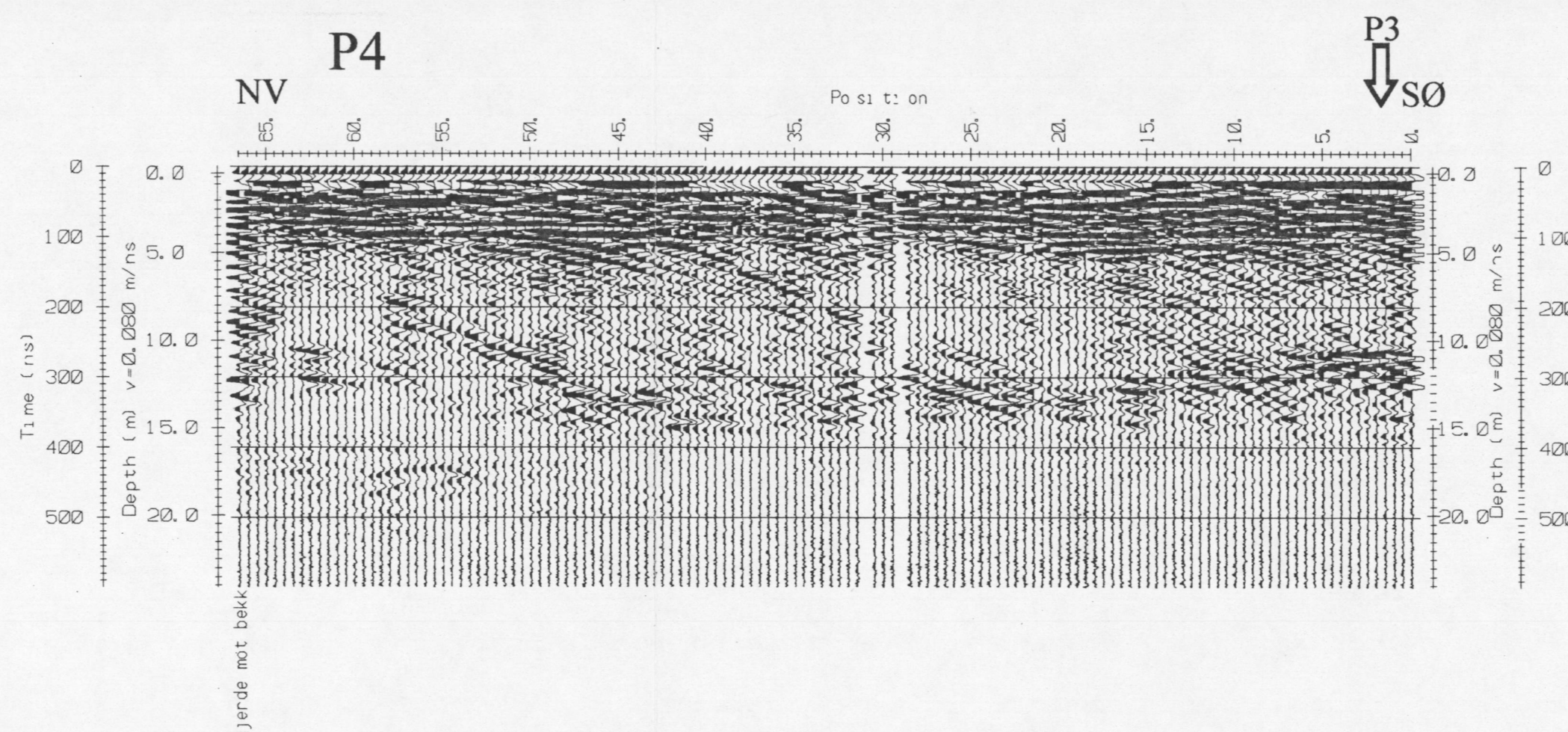
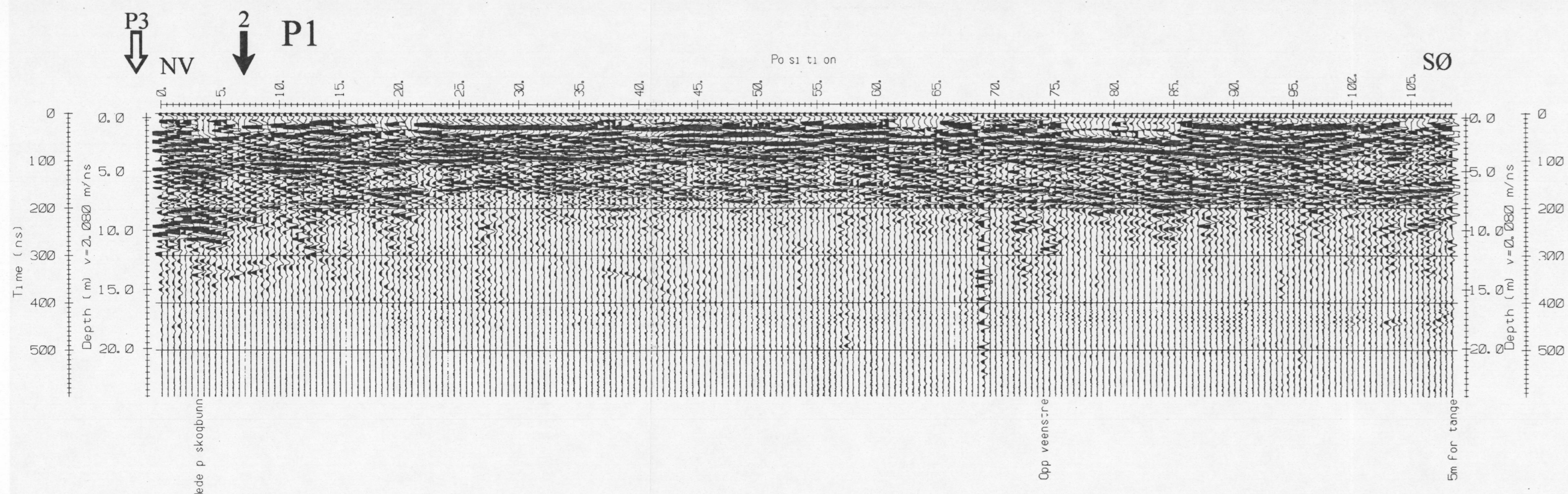
Kart over borlokaliteter Vaset



TEGNFORKLARING

0 m 150 m

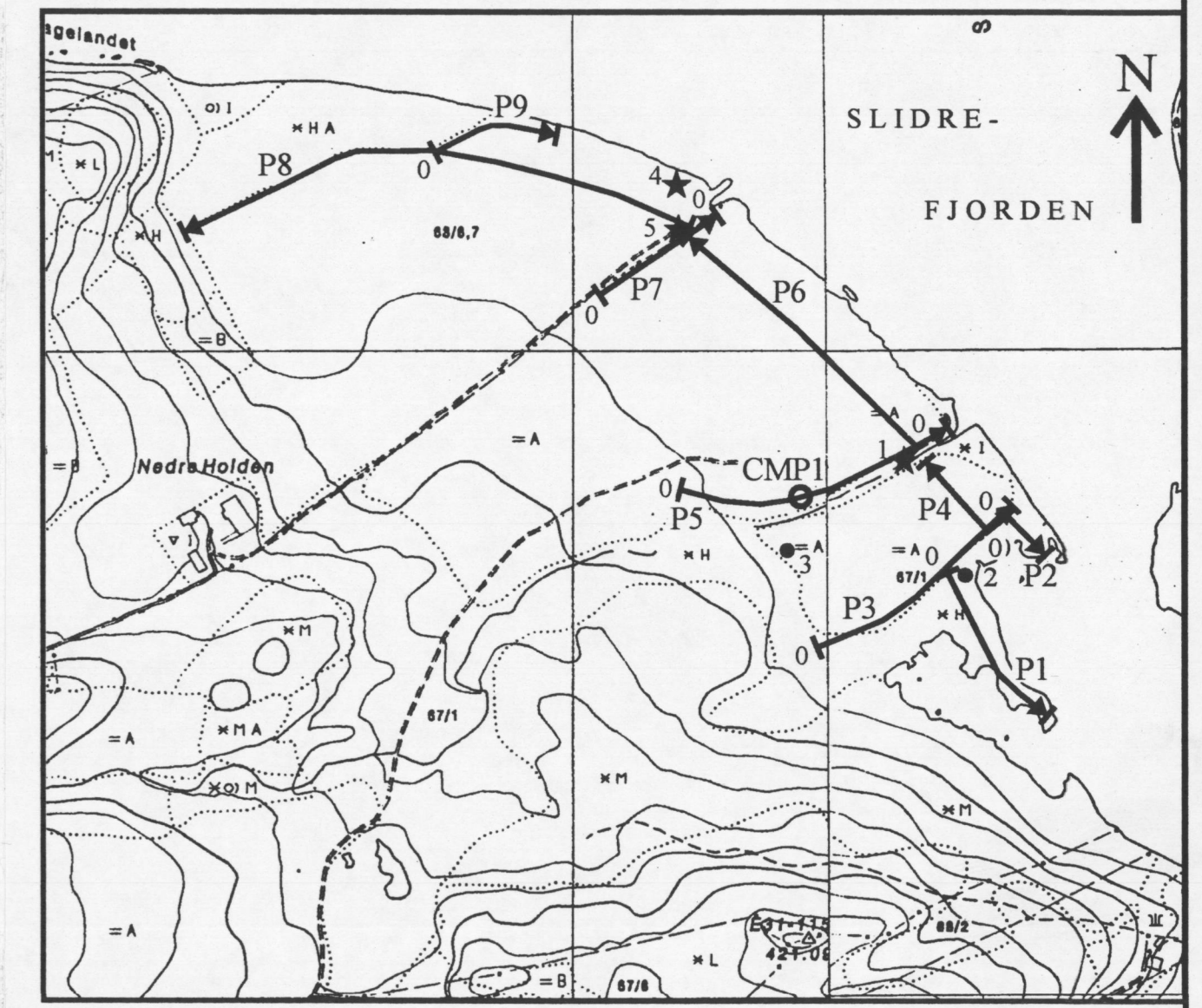
- Peilerør som står igjen etter prøvepumping utført i 1990 av firmaet Carl-H. Knudsen AS
- ★ Sonderboring og prøvepumping 1997



TEGNFORKLARING PROFILER

P3 ↓
 2 ↓
 ↓
 2 ↓

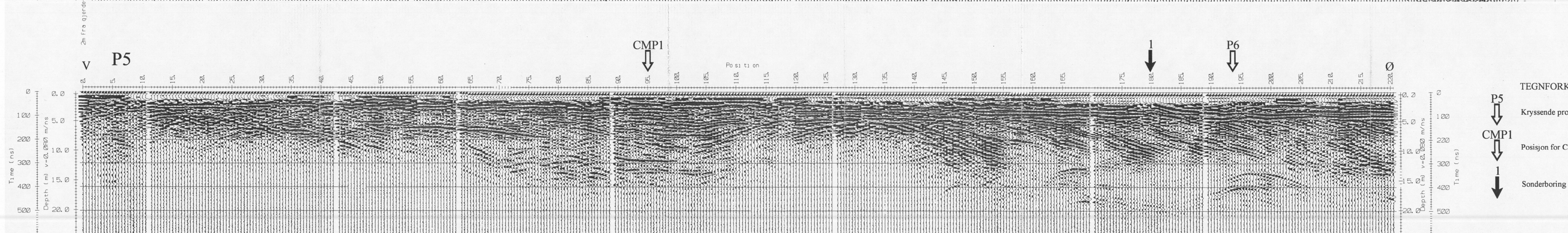
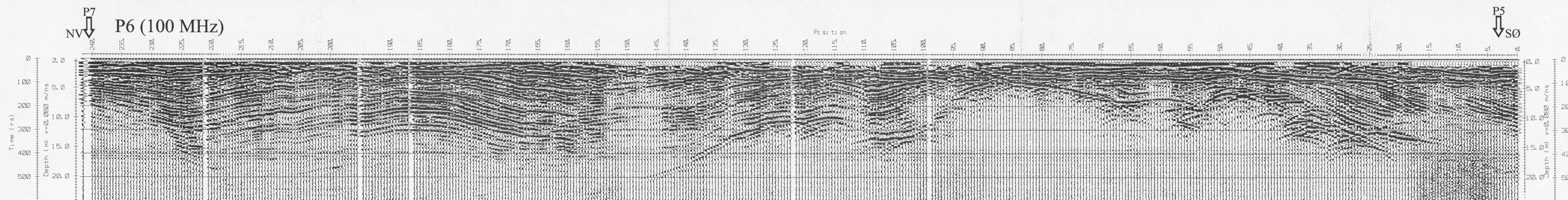
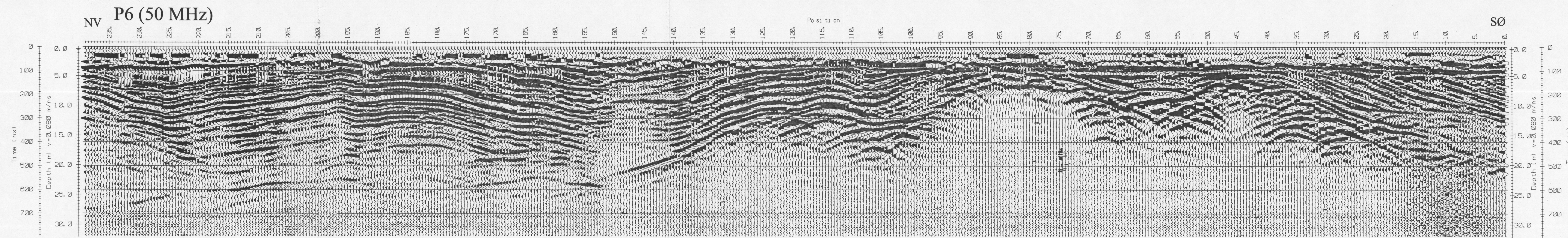
Kryssende profil
 Sonderboring 1997



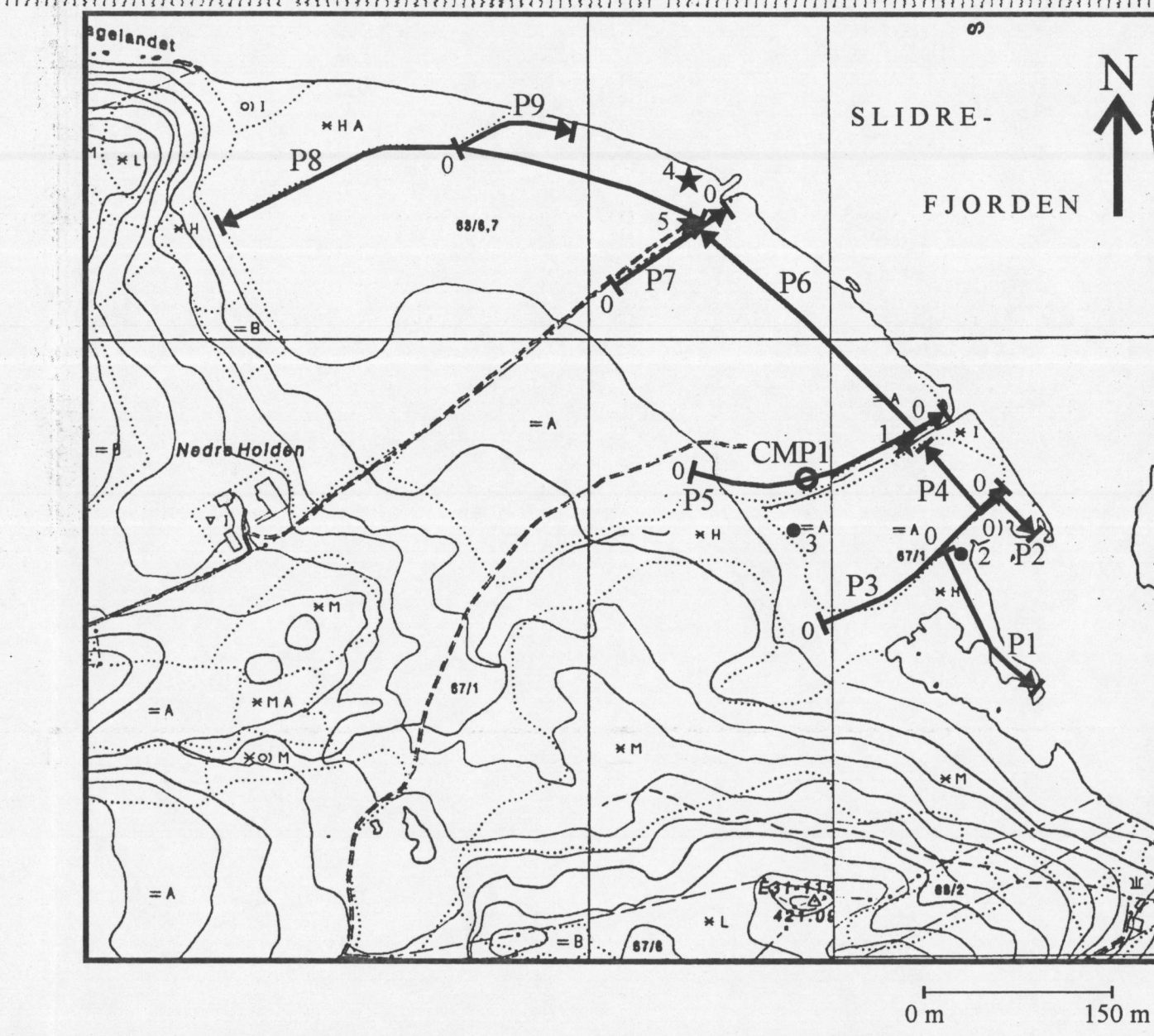
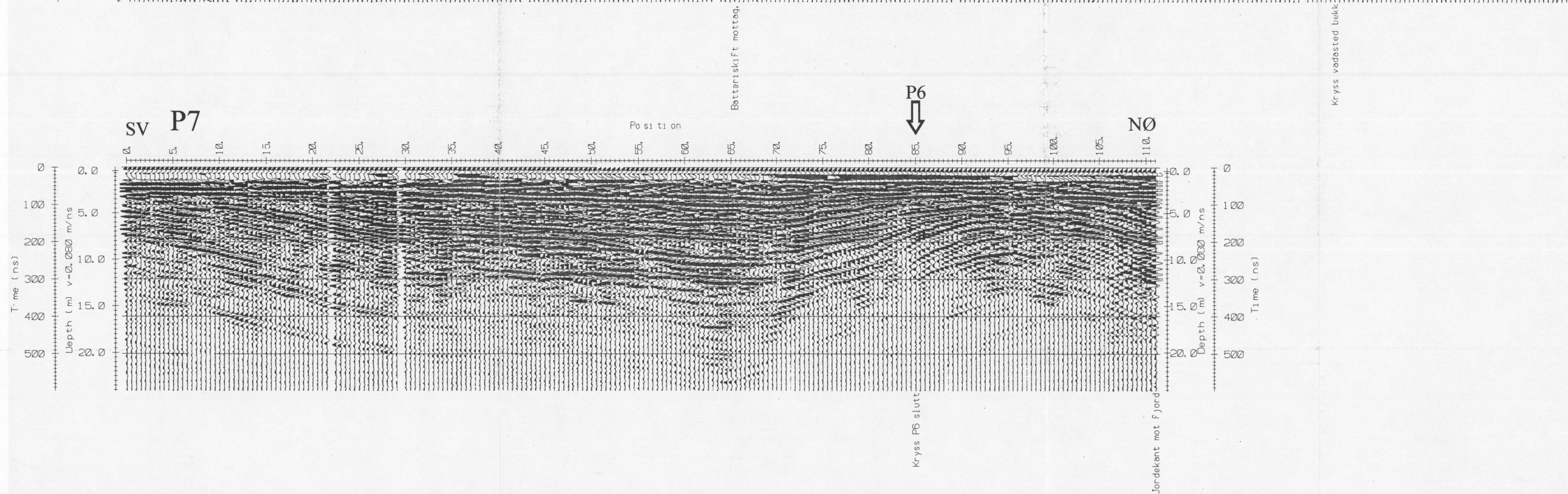
TEGNFORKLARING KART

P9 → Georadarprofil
 CMP1 ○ CMP måling georadar
 ● Sonderboring 1997
 ★ Sonderboring og prøvepumping 1997

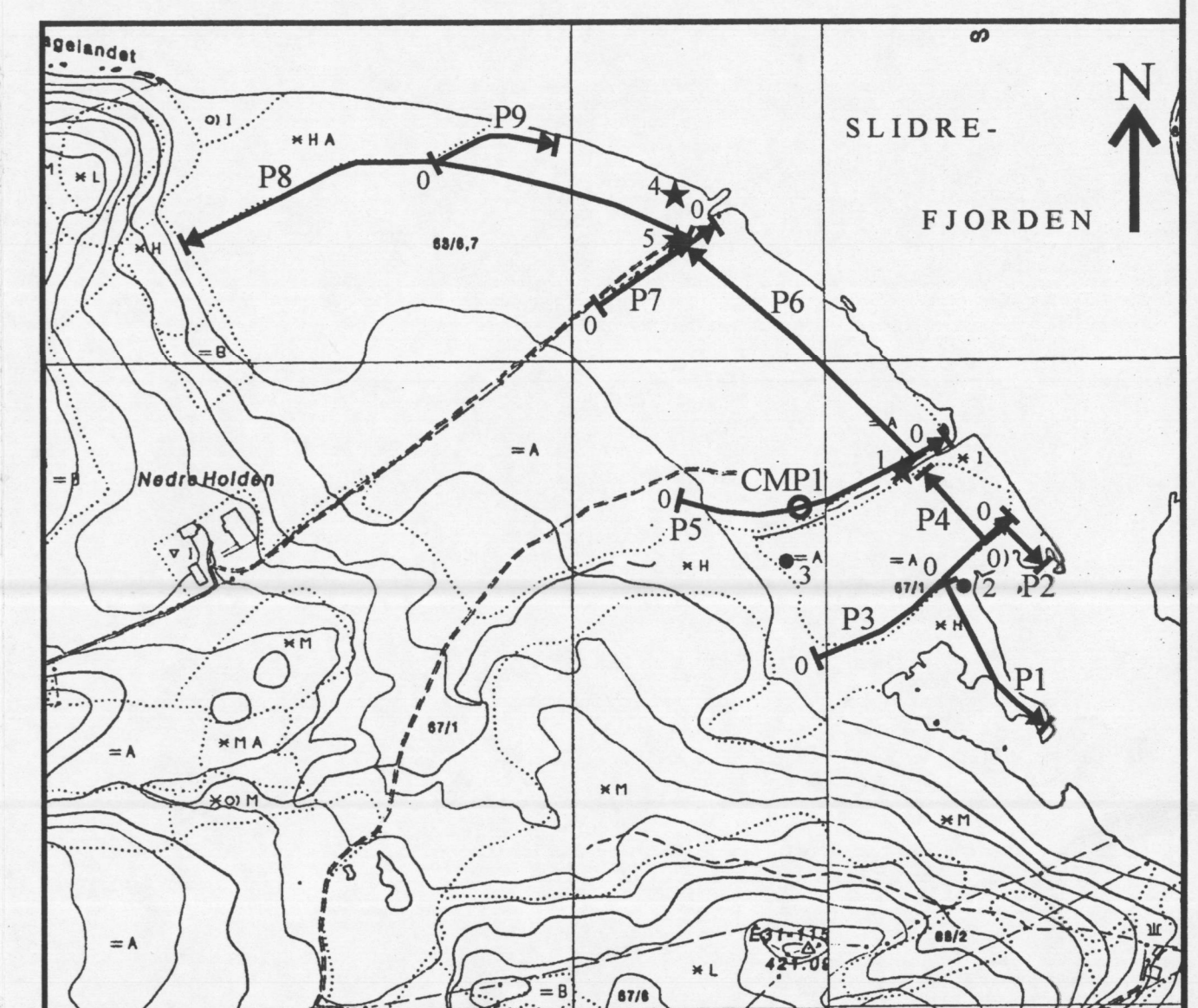
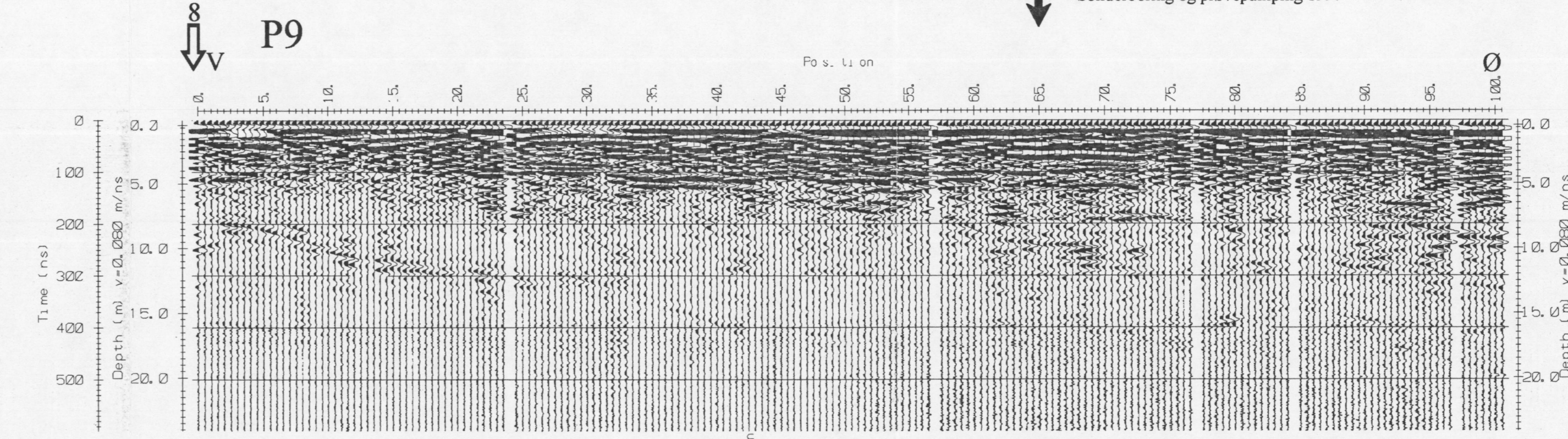
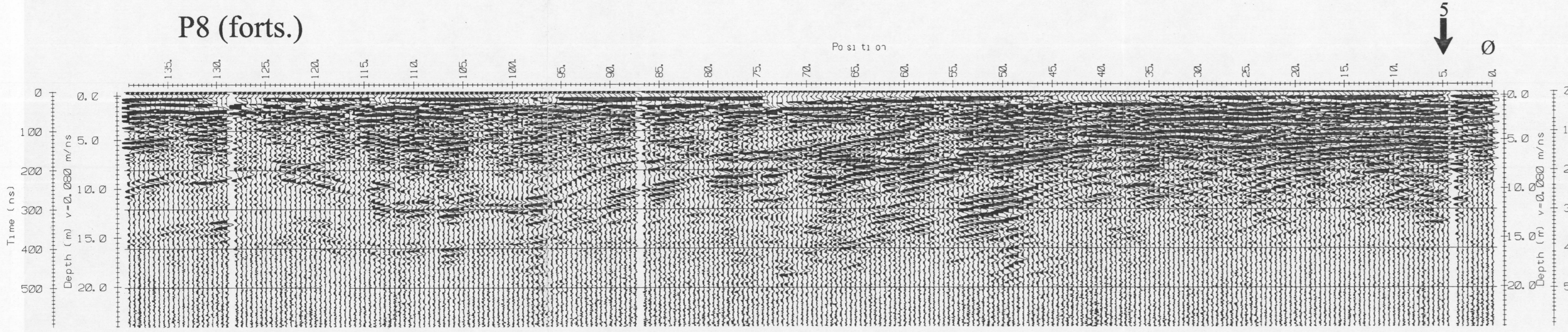
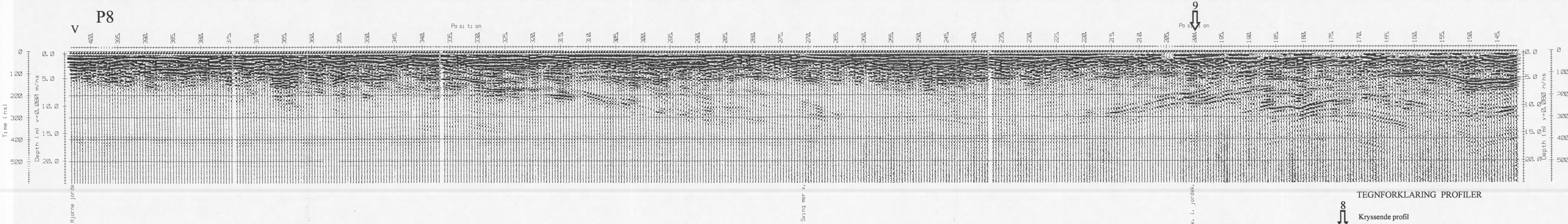
NGU / VESTRE SLIDRE KOMMUNE GEORADAROPPTAK P1, P2, P3, P4 ULVEN/HOLDEN (RØN) VESTRE SLIDRE KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	JUNI -97
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	MARS -98
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	98.023-04	1617 II	



- TEGNFORKLARING PROFILER**
- P5 ↓ Krystende profil
 - CMP1 ↓ Posisjon for CMP-måling
 - 1 ↓ Sonderboring og prøvepumping 1997



NGU / VESTRE SLIDRE KOMMUNE GEORADAROPPTAK P5, P6, P7 ULVEN/HOLDEN (RØN) VESTRE SLIDRE KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	JUNI -97
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	MARS -98
		TRAC	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 98.023-05	KARTBLAD NR 1617 II	



NGU / VESTRE SLIDRE KOMMUNE GEORADAROPPTAK P8, P9 ULVEN/HOLDEN (RØN) VESTRE SLIDRE KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	JUNI -97
	1:5 000 (KART)	TEGN JFT	MARS -98
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	TRAC	
	98.023-06	KFR	
	KARTBLAD NR		
	98.023-06		1617 II