

NGU Rapport 99.031

**Kartlegging av potensialet for uttak av salt
grunnvann i Storfjord kommune, Troms fylke.**

Rapport nr.: 99.031	ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Kartlegging av potensialet for uttak av salt grunnvann i Storfjord kommune, Troms fylke.		
Forfatter: Gaut Storrø og Jan Fredrik Tønnesen	Oppdragsgiver: Storfjord kommune / NGU	
Fylke: Troms	Kommune: Storfjord	
Kartblad (M=1:250.000) Nordreisa	Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1633 - 4, Storfjord	
Forekomstens navn og koordinater: Skibotn 47100-769700, Salmenes 46160-769190, Taternesset 45750-768500, Sandørnesset 46000- 769230	Sidetall: 71 Kartbilag: 5	Pris: kr 240,-
Feltarbeid utført: September 1998	Rapportdato: 23.07.99	Prosjektnr.: 280700
Sammendrag: <p>I forbindelse med prosjektet «Forstudie til handlingsplan for havbruksprosjekter i Storfjord kommune» gjennomførte NGU i september 1998 en undersøkelse for å kartlegge potensialet for uttak av salt grunnvann innenfor den aktuelle kommunen. I 5 utvalgte områder ble det utført profilering med georadar for å fremskaffe en regional oversikt for grunnforholdene (lagdeling, saltvannsinnhold m.v.). Med bakgrunn i georadardataene ble det utført 10 sonderboringer med påfølgende etablering av undersøkelsesbrønner for korttidstesting av produksjonskapasitet og for uttak av vannprøver for kjemiske analyser.</p> <p>De foreliggende data dokumenterer muligheter for uttak av salt grunnvann fra lokalitetene «Skibotn nord» og «Sandørnesset». I lokaliteten «Skibotn nord» er det funnet <u>indikasjoner</u> på tilstedeværelse av hydrogensulfid i grunnvannet.</p>		

Emneord: Hydrogeologi	Geofysikk	Løsmasse
Salt grunnvann	Grunnvannskvalitet	Georadar
Refleksjonsseismikk	Boringer	Fagrapport

INNHOLD

1. SAMMENDRAG	5
2. INNLEDNING	6
3. GJENNOMFØRING.....	6
4. METODER	7
4.1 GEORADAR	7
4.2 REFLEKSJONSSEISMICK.....	9
4.3 SONDERBORINGER OG HYDROGEOLOGISKE UNDERSØKELSER	9
5. RESULTATER	10
5.1 SKIBOTN NORD	10
5.1.1 <i>Refleksjonsseismikk (S1)</i>	10
5.1.2 <i>Boringer (Bh1, Bh2, Bh4 og Bh9)</i>	10
5.2 SKIBOTN SYD	11
5.2.1 <i>Georadar (P1, P2, P3, P3X, P4 og P5)</i>	11
5.2.2 <i>Boring (Bh3)</i>	12
5.3 SALMENESSET	12
5.3.1 <i>Georadar (P6, P7 og P8)</i>	12
5.3.2 <i>Boringer (Bh5 og Bh6)</i>	13
5.4 TATERNESSET	13
5.4.1 <i>Georadar (P12, P13, P14 og P15)</i>	13
5.4.2 <i>Boringer (Bh7 og Bh8)</i>	14
5.5 SANDØRNESSET	14
5.5.1 <i>Georadar (P9, P10 og P11)</i>	14
5.5.2 <i>Boring (Bh10)</i>	15
6. KONKLUSJON	15
7. REFERANSER	17

FIGURER

- Figur 1: Oversiktskart 1 - Storfjord kommune
Figur 2: Oversiktskart 2 - Storfjord kommune
Figur 3: Detaljkart - Skibotn nord
Figur 4: Detaljkart - Skibotn syd
Figur 5: Detaljkart - Salmenesset
Figur 6: Detaljkart - Taterneset
Figur 7: Detaljkart - Sandørneset

TEKSTBILAG

- Tekstbilag 1: Georadar – metodebeskrivelse
- Tekstbilag 2: Skjema for tolkning av georadaropptak
- Tekstbilag 3: Refleksjonsseismikk – metodebeskrivelse
- Tekstbilag 4: Hydrogeologiske undersøkelsesmetoder i løsmasser ved NGU

VEDLEGG

- Vedlegg 1.1: Kjemiske analyser av grunnvann fra Skibotn nord, Bh 2 og 4
- Vedlegg 1.2: Kjemiske analyser av grunnvann fra Skibotn nord og Skibotn syd, Bh 9 og 3
- Vedlegg 1.3: Kjemiske analyser av grunnvann fra Sandørnesset, Bh 10
- Vedlegg 2: CMP-måling georadar (CMP1) og hastighetsanalyse
- Vedlegg 3: Refleksjonsseismisk profil S1
- Vedlegg 4.1: Resultater fra sonderboring, Bh1
- Vedlegg 4.2: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh2
- Vedlegg 4.3: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh3
- Vedlegg 4.4: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh4
- Vedlegg 4.5: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh5
- Vedlegg 4.6: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh6
- Vedlegg 4.7: Resultater fra sonderboring, Bh7
- Vedlegg 4.8: Resultater fra sonderboring, Bh8
- Vedlegg 4.9: Resultater fra sonderboring, Bh9
- Vedlegg 4.10: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh10
- Vedlegg 5: Rapport fra kjemiske vannanalyser

TEGNINGSBILAG

- 99.031-01 Skibotn syd – georadaropptak P1 og P2
- 99.031-02 Skibotn syd – georadaropptak P3, P3X, P4 og P5
- 99.031-03 Salmeneset – georadaropptak P6, P7 og P8
- 99.031-04 Sandørneset – georadaropptak P9, P10 og P11
- 99.031-05 Taterneset – georadaropptak P12, P13, P14 og P15

1. SAMMENDRAG

I forbindelse med prosjektet «Forstudie til handlingsplan for havbruksprosjekter i Storfjord kommune» gjennomførte NGU i september 1998 en undersøkelse for å kartlegge potensialet for uttak av salt grunnvann innenfor den aktuelle kommunen. I 5 utvalgte områder ble det utført profilering med georadar for å fremskaffe en regional oversikt for grunnforholdene (lagdeling, saltvannsinnhold m.v.). Med bakgrunn i georadardataene ble det utført 10 sonderboringer med påfølgende etablering av undersøkelsesbrønner for korttidstesting av produksjonskapasitet og for uttak av vannprøver for kjemiske analyser.

De foreliggende data dokumenterer muligheter for uttak av salt grunnvann fra lokalitetene «Skibotn nord» og «Sandørnesset». I lokaliteten «Skibotn nord» er det funnet indikasjoner på tilstedeværelse av hydrogensulfid i grunnvannet.

2. INNLEDNING

I forbindelse med prosjektet «Forstudie til handlingsplan for havbruksprosjekter i Storfjord kommune», som gjennomføres av Akvaplan-niva - Tromsø etter oppdrag fra Storfjord kommune, har NGU foretatt en kartlegging av potensialet for uttak av salt grunnvann innenfor den aktuelle kommunen. I rapporten fra forprosjektet (APN 644.1233) er det konkludert med at; «..... lakseoppdrett vil ha mindre gode betingelser i kommunen, men at merdoppdrett av kveite og flekksteinbit kan ha gode betingelser. Mest interessant er imidlertid Storfjords mulige ressurser av salt grunnvann i en rekke grovmassede elvedeltaer.»

Grunnvannundersøkelsene ble gjennomført i september 1998, med oversendelse av en statusrapport til Akvaplan-niva i desember 1998.

3. GJENNOMFØRING

I samråd med Akvaplan-niva og Storfjord kommune ble 5 områder plukket ut for nærmere kartlegging av potensialet for uttak av salt grunnvann; Skibotn nord, Skibotn syd, Salmenesset, Taterneset og Sandørneset (figur 1 og 2).

I de 4 sistnevnte områdene ble det utført profilering med georadar for å fremskaffe en mer regional oversikt for grunnforholdene (lagdeling, saltvannsinnhold m.v.). En slik undersøkelse ble ikke gjort for området Skibotn nord idet dette jevnlig oversvømmes av salt;brakk-vann, noe som gjør at georadarmålinger ikke forventes å gi opplysninger om løsmassenes beskaffenhet mot dypet. I stedet ble det forsøksvis målt et kort refleksjonsseismisk profil for å se på lagdeling mot dypet.

Etter georadarmålingene ble det sonderboret ned til 25 - 35 m's dyp i utvalgte lokaliteter. Avhengig av sonde-resultatene ble det satt ned undersøkelsesbrønner for å utføre korttidspumpetester for kvantitative vurderinger og for uttak av vannprøver for kvalitative vurderinger. Alle vannkjemiske analyser ble gjort ved NGU's Laboratorier i Trondheim.

4. METODER

4.1 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 15 profiler med samlet lengde 3,64 km. Lokalisering av profilene er vist på kartutsnitt i figur 4 til 7. I tillegg til profilmålingene ble det utført en CMP-måling for å bestemme radarbølge-hastigheten i løsmassene. Målingene ble gjennomført 1.-3. september 1998 av Jan Fredrik Tønnesen (NGU) og vekselvis Henning Jensen og Bjørn Iversen (NGU).

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000V. Antenner med senterfrekvens 100 MHz ble anvendt for profil P1, P2 og P3, mens det for de øvrige profilene (P3X, P4 – P15) ble anvendt antenner med senterfrekvens 50 MHz. (Profil P3 og P3X er samme profil, men er målt med ulike antenner og i motsatt retning). Opptakstiden var henholdsvis 800 ns (nanosekunder) for profilene P1 og P2, 1200 ns for P3 og P3X og 1500 ns for de øvrige profilene. Samplingsintervall i opptakene var på 0,8 ns med 100 MHz antenner og 1,6 ns for 50 MHz antenner. For å lette gjennomføringen av målingene ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn med en fast antenneavstand på 1,0 m. Et tilhørende målehjul registrerte avstand langs profilet, og fra en kontrollenhet ble målepunktavstanden forhåndsinnstilt slik at radaren automatisk utførte måling for hver 0,5 m. I hvert målepunkt (posisjon) ble det foretatt 8 registreringer som ble summert. Underveis langs profilet ble det skrevet inn kommentarer om kryssende profiler, endringer i profilretning samt en del terredetaljer for å få sikrest mulig profilposisjonering.

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. Terrenghøyden langs profilene er hovedsakelig lagt inn ut fra kartgrunnlaget, men også ut fra visuell vurdering samtidig med målingene. Kartgrunnlag er økonomisk kartverk (M 1:5 000) med 5 m koteavstand. Det er utført en CMP-måling ved lokaliteten Skibotn syd for å bestemme radarbølgehastigheten i grunnen. Hastighetsanalyse av CMP-målingen på lokaliteten Skibotn syd indikerer en verdi på rundt 0,08 m/ns (Vedlegg 2), og denne hastigheten er benyttet for beregning av høydeskala i profilutskriften fra alle de fire lokalitetene (Tegningsbilag 99.031-01 til -05). Den kan være en del for lav for tørre løsmasser (se tekstbilag 1) og dyp til

grunnvannsspeil kan derfor være noe større enn høydeskalaen indikerer. Informasjon om lokalisering, lengde og anvendt antennefrekvens for profilene, samt fordeling på lokalkart (Figur nr.) og utskrifter av georadaropptakene (Tegningsbilag nr.) er vist i tabell 1.

Ved undersøkelse av muligheter for uttak av salt grunnvann kan resultater fra georadarmålinger ofte gi informasjon om løsmassetype og variasjoner i sammensetning (grovkornet/finkornet), hydraulisk gradient og penetrasjonsdyp av EM-pulser. Løsmassene må være grovkornige for at det skal oppnås store nok vannmengder. Penetrasjonsdypet er avhengig av elektrisk ledningsevne i bakken, der høy ledningsevne indikerer høy salinitet og gir redusert penetrasjonsdyp. Den hydrauliske gradienten bør være lav slik at påtrykket av ferskt grunnvann blir minst mulig. Antatt gunstige forhold for uttak av salt grunnvann er det trolig der georadaropptakene indikerer grovkornige avsetninger, svært begrenset penetrasjonsdyp under grunnvannsspeil og lav hydraulisk gradient. I tekstbilag 2 er vist et skjema (etter Beres & Haeni, 1991) som kan være til hjelp for tolkning av sammenhengen mellom refleksjonsmønster og løsmassetype.

Tabell 1: Profiloversikt for georadarmålingene

Profil	Lokalitet	Lengde (m)	Ant.frekv. (MHz)	Lokalkart (Fig. nr.)	Profilutskrift (Tegn.bilag nr.)
P1	Skibotn syd	160	100	4	99.031-01
P2	Skibotn syd	613	100	4	99.031-01
P3	Skibotn syd	400	100	4	99.031-02
P3X	Skibotn syd	404	50	4	99.031-02
P4	Skibotn syd	166	50	4	99.031-02
P5	Skibotn syd	193	50	4	99.031-02
P6	Salmeneset	377	50	5	99.031-03
P7	Salmeneset	61	50	5	99.031-03
P8	Salmeneset	150	50	5	99.031-03
P9	Sandørneset	400	50	7	99.031-04
P10	Sandørneset	146	50	7	99.031-04
P11	Sandørneset	130	50	7	99.031-04
P12	Taterneset	539	50	6	99.031-05
P13	Taterneset	103	50	6	99.031-05
P14	Taterneset	104	50	6	99.031-05
P15	Taterneset	101	50	6	99.031-05

4.2 Refleksjonsseismikk

Målingene ble utført etter »common mid-point»-teknikken (CMP) beskrevet i tekstbilag 3. Det ble registrert på 12 kanaler (maksimalt 6-fold dekning). Som registreringsinstrument ble det benyttet en 24-kanals digital seismograf av typen ABEM Terraloc MK6. Det ble anvendt geofoner med 50 Hz egenfrekvens. Energiseringskilden var 12-kalibers haglpatron avfyrt i bakken med en spesiallagd børse. Geofon- og skuddpunktavstanden var 5 m, og det ble benyttet en avstand (»offset») til nærmeste geofon på 15 m. Opptakstiden i profilet var 500 ms. Målingene ble gjennomført 3. september 1999 av Jan Fredrik Tønnesen (NGU) og Bjørn Iversen (NGU). Etterfølgende dataprosessering er utført av Eirik Mauring (NGU). Datakvaliteten er jevnt over brukbar, men det er vanskelig å bestemme seismisk hastighet i løsmassene og likeså å utføre statisk korreksjon.

4.3 Sonderboringer og hydrogeologiske undersøkelser

Sonderboringer ble utført ved hjelp av HAFO beltegående borrigg med topphammer og vannspyling på borkronen. Riggen er utstyrt med dataenhet som gir fortløpende registrering av spyletrykk, borsynk samt kraftforbruk for slag og rotasjon.

Kortidspumpingen gjøres med sugepumpe med max kapasitet ca 5 l/s. En målt kapasitet på 3-4 l/s indikerer da høy vanngiverevn for løsmassene mens kapasiteter i området 0-1.5 l/s gjenspeiler lav vanngiverevn. Resultatene fra sonder- og undersøkelsesboringene er gitt i vedlegg 4.

Alle vannkjemiske analyser ble gjort ved NGU's Laboratorier i Trondheim, som er akkreditert i henhold til dokumentasjon gitt i vedlegg 5.

5. RESULTATER

Oversiktskart og detaljkart for de undesøkte områder er gitt i vedlagte figurer 1-7. I det følgende gis en oppsummering for hvert enkelt område.

5.1 Skibotn nord

Lokaliseringen av refleksjonsseismisk profil og borer er vist i detaljkart figur 3.

5.1.1 Refleksjonsseismikk (S1)

Utskrift av ferdig prosessert refleksjonsseimisk profil er vist i vedlegg 3. Dybdeskalaen er beregnet ut fra en anslått seismisk hastighet i løsmassene på 1500 m/s.

Langs profilet indikeres en kraftig reflektor på 30-33 meters dyp som trolig representerer grensen mellom sand/grus-dominerte deltaavsetninger og mer finkornige fjordsedimenter. Det opptrer flere nær horisontale reflektorer i de underliggende sedimentene. Dyp til fjell er usikkert, men det opptrer refleksjoner ned til dyp på 60-70 m.

5.1.2 Borer (Bh1, Bh2, Bh4 og Bh9)

I Bh1 ble det funnet bløte, finkornige (finsand/silt) masser hele veien ned til 40 m's dyp (vedlegg 4.1). Området ved Bh1 er derfor ikke egnet for større grunnvannsutak.

I Bh2 ble det funnet vanngivende sand/grus-masser ned til 20 m's dyp (vedlegg 4.2). Ut fra testpumpingar anslås uttakspotensialet for denne lokaliteten til å være av størrelsesorden 40 l/s pr brønn. Det ble tatt ut vannprøver på 8, 12 og 16 m's dyp og prøvene viser en salinitet på 25-27 o/oo. Alle prøver viser en kjemisk sammensetning som er nært sagt identisk lik «standard sjøvann». Det ble observert en svak lukt fra vannprøvene som gir indikasjoner på tilstedevarsel av spor av hydrogensulfid.

I Bh4 ble det funnet vanngivende sand/grus-masser ned til 20 m's dyp (vedlegg 4.4). Ut fra testpumpingar anslås uttakspotensialet for denne lokaliteten til å være av størrelsesorden 40 l/s pr brønn. Det ble tatt ut vannprøver på 9, 13 og 17 m's dyp. Prøvene viser en gradvis økende salinitet mot dypet fra 10 o/oo i 9 m's dyp til 21 o/oo i 17 m's dyp. Alle prøver viser en kjemisk sammensetning som er nært sagt identisk lik «standard sjøvann». Den relativt lave saliniteten i topplaget indikerer et betydelig påtrykk av ferskvann fra elva i denne lokaliteten.

I Bh9 ble det funnet vanngivende sand/grus-masser ned til 20 m's dyp (vedlegg 4.9). Ut fra testpumpingene anslås uttakspotensialet for denne lokaliteten til å være av størrelsesorden 40 l/s pr brønn. Det ble tatt ut vannprøver på 12, 14 og 18 m's dyp og prøvene viser en salinitet på 28-30 o/oo. Alle prøver viser en kjemisk sammensetning som er nært sagt identisk med «standard sjøvann». Det ble observert en svak lukt fra vannprøvene som gir indikasjoner på tilstedeværelse av spor av hydrogensulfid.

5.2 Skibotn syd

Lokaliseringen av georadarprofilene og boring er vist i detaljkart figur 4.

5.2.1 Georadar (P1, P2, P3, P3X, P4 og P5)

Profilene P1 og P2 er målt på deltaflate og langs strand i tidevannssonen, mens de øvrige profilene ligger på høyereliggende deltaflate 8-10 m over sjønivå. I tillegg til profilmålingene er det på denne flaten utført en CMP-måling for å bestemme hastigheten av georadarbølgene i grunnen. Resultatet av hastighetsanalysen er vist i vedlegg 2. Ned mot grunnvannsspeilet (ved ca. 150 ns toveis gangtid) er hastigheten rundt 0,1m/ns. Gjennomsnittshastigheten avtar mot dypt og er rundt 0,08 m/ns ned mot 500 ns, og muligens 0,7 m/ns ned mot 750-800 ns. Ved beregning av høydeskala i profilene er det anvendt en gjennomsnittshastighet på 0,08 m/ns både her og i de øvrige lokalitetene. Løsmassetykkelsen over grunnvannsspeilet vil i profilutskriftene kunne være opptil 25 % større enn høydeskalaen indikerer. Utskrift av georadaropptakene er vist i tegningsbilag 99.031-01 for P1 og P2, og i 99.031-02 for profilene på den øvre deltaflaten.

Langs P1 og de østlige 200 m av P2 er det minimal penetrasjon. Videre vestover langs P2 er det meget brå endringer fra minimal til meget god penetrasjon. Det regnes at dette skyldes store variasjoner i saltinnholdet i overflatematerialet i tidevannssonen og at dårlig penetrasjon nødvendigvis verken skyldes høyt saltinnhold i underliggende materiale eller finstoffrikt materiale (silt/leir). Refleksjonsmønsteret langs P2 viser markert skrålagningsfall mot vest utover deltaet. Skrålagningen når ned til 20-25 m under havnivå i området pos. 400-500 m langs profilen, men deltamaterialet tynner ut og blir trolig forholdsvis finkornig de vestligste 70 m. Det regnes at underliggende materiale domineres av finstoffrike fjordsedimenter (silt/leir).

Profil P3X er det samme som P3, men er målt i motsatt retning og det ble benyttet antenner med lavere frekvens (50 MHz) for å oppnå størst mulig penetrasjon. I profilutskriftene ligger grunnvannsspeilet rundt 4 m o.h. sentralt langs P3 og P3X og likeså langs tverrprofilene P4 og P5, men med en reell hastighet i materialet over på rundt 0,1m/ns kan grunnvannsspeilet i virkeligheten ligge 2-3 m o.h. Langs P3X (og P3) er det markert deltaskrålagningsfall mot vest. I P3X går den ned mot 20-25 m under havnivå, men som langs P2, tynner

avsetningene ut mot vest (fra ca. pos. 270 m i P3X) og regnes å være forholdsvis finkornige med nær horizontal lagdeling de vestligste 50 m. Grensen mot underliggende finstoffdominerte materiale (og muligens fjell) skråner opp mot sør langs P4 fra 15-20 til rundt 7 m under havnivå og langs P5 fra 25 m ved nordenden til rundt 15 m under havnivå ved sørrenden.

Med unntak av vestligste og sørvestligste del av området regnes de antatt sanddominerte deltaavsetningene å kunne være godt egnet for uttak av grunnvann. Men med grunnvannsspeil liggende flere meter over sjønivå under den øvre deltaflatene samt meget god georadarpenetrasjon viser at det er et påtrykk av ferskt grunnvann som når ned til stort dyp i området. Det kan derfor bli vanskelig å få trukket inn salt grunnvann fra fjordsiden i dette området.

5.2.2 Boring (Bh3)

I Bh3 (ved ca. pos. 455 m i georadarprofil P2) ble det funnet vanngivende sand/grus-masser ned til 20 m's dyp (vedlegg 4.3). Ut fra testpumpingene anslås uttakspotensialet for denne lokaliteten til å være av størrelsesorden 10-20 l/s pr brønn. Det ble tatt ut vannprøver på 12 og 17 m's dyp og prøvene viser en salinitet på 0,1 o/oo, d.v.s. ferskt grunnvann. Det konkluderes med at påtrykket av ferskt grunnvann i dette området er såvidt stort at mulighetene for uttak av salt grunnvann må betraktes som minimale.

5.3 Salmenesset

Lokaliseringen av georadarprofilene og boringene er vist i detaljkart figur 5.

5.3.1 Georadar (P6, P7 og P8)

Profil P6 følger traktorveg langsetter ryggformen mot fjorden, mens P7 og P8 er to tverrprofiler. Utskrift av georadaropptakene er vist i tegningsbilag 99.031-03.

Med enkelte unntak er det relativt god penetrasjon langs profilene, dvs. fra 15 til vel 20 m, og avsetningene er preget av vekslende men i hovedsak kaotisk refleksjonsmønster. Dette indikerer forholdsvis grovt men dårlig sortert materiale og regnes å representerer israndavsetninger som både kan bestå av dårlig sortert breelvmateriale og mer morenepreget materiale. Langs P6 ser det ut til å være flere gjenfylte groper mellom rygg- eller haugformer,

f.eks. i området pos. 90-140 m og 240-310 m. Grunnvannsspeilet kan ligge 6-8 m o.h. de østligste 170 m av P6, mens det fra P8 og vestover kan ligge 1-3 m o.h. Det høye grunnvannsnivået og den gode penetrasjonen indikerer at østlige del av området ikke er av interesse for uttak av salt grunnvann. Det er noe usikkert om redusert penetrasjon i området pos. 240-295 m i P6 skyldes høyere finstoffinnhold i innfylt overflatemateriale eller om det skyldes saltvannsinntrengning fra fjorden. Redusert penetrasjon mot vestenden av P6 fra pos. 350 m og likeså mot nordenden av P7 skyldes trolig saltvannsinntrengning fra fjorden. I nordlige del av P7 kommer det under andre avsetninger opp en ryggform med skrålagnings som har fall mot nord og som kan representerer bedre sortert materiale. Mulighetene for uttak av salt grunnvann synes derfor å være begrenset til området ytterst på neset og et stykke østover langs nordsiden.

5.3.2 Boringer (Bh5 og Bh6)

I begge boringene ble det registrert hardpakkede, morenepregede masser med minimal vanngiverevn til mer enn 30 m's dyp (vedlegg 4.5 og 4.6). Området synes derfor ikke egnet for større grunnvannsuttak.

5.4 Taternesset

Lokaliseringen av georadarprofilene og boringene er vist i detaljkart figur 6.

5.4.1 Georadar (P12, P13, P14 og P15)

Målingene omfatter et vel 500 m langt østvest-gående lengdeprofil (P12) og tre kortere tverrprofiler. Utskrift av georadaropptakene er vist i tegningsbilag 99.031-05.

Målingene gir dessverre meget begrenset og meget usikker informasjon. Langs store deler av profilene, som ligger bare 0-2 m o.h., er penetrasjonen svært liten. Det er imidlertid vanskelig å avgjøre om dette skyldes saltinntrengning i overflatematerialet på grunn av at det ligger i og nær tidevannssonnen (jfr. Skibotn syd), eller om løsmassene består av deltaavsetninger med salt grunnvann eller om de er dominert av finstoffrikt materiale (silt/leir). Langs de høyeliggende profilområder, dvs. fra 2-4 m o.h. i områdene pos. 190-380 m i P12 og 0-50 m i P14, er det en tilsynelatende penetrasjon til rundt 15 m under havnivå. Refleksjonsmønsteret er imidlertid spesielt, da det domineres av diffraksjonshyperbler (punktreflektor) med toppunkt 2-5 m under overflaten, men som gir opphav til kryssende skrålreflektorer til tilsynelatende relativt stort dyp langs profilene. Årsaken til dette refleksjonsmønsteret er usikker. Det er nærliggende å anta at det skyldes høyt innhold av blokk i et ellers forholdsvis finkornig materiale, men det er mer sannsynlig at det representerer andre inhomogeniteter nær

grunnvannsspeil, både variasjoner i materialsammensetning og endringer i vann- og/eller saltinnhold. Nær horisontale reflektorer ned til 2-3 m dyp under havnivå i høyområdet langs P12 (pos. 190-380 m) kan indikere at avsetningene der er forholdsvis fine (finsand/silt?).

5.4.2 Boringe (Bh7 og Bh8)

I begge boringene ble det funnet bløte, finkornige (finsand/silt) masser hele veien ned til 40 m's dyp (vedlegg 4.7 og 4.8). Området synes utfra dette ikke å være egnert for større grunnvannsuttak.

5.5 Sandørnesset

Lokaliseringen av georadarprofilene og boringen er vist i detaljkart figur 7.

5.5.1 Georadar (P9, P10 og P11)

Langprofilet P9 er målt langs grusveg fra vegbom til lavliggende flate ytterst på neset hvor også P10 og P11 er plassert. Utskrift av georadaropptakene er vist i tegningsbilag 99.031-04. Profilutskriftene er skjemmet av en del internt generert instrumentstøy.

Nedover langs P9 avtar penetrasjonsdypet fra ca. 25 m til 10-15 m og når jevnt over ned til rundt 10 m under havnivå. Nede på terrasseflaten i øst, som ligger 2-5 m o.h., når penetrasjonen ned til mellom 5 og 10 m under havnivå langs alle profilene.

Grunnvannsspeilet framtrer som en meget markert reflektor langs P9. Sentralt langs profilen (pos. 80-240 m) ligger det ut fra den anvendte høydeskala 2-4 m o.h., men skråner opp mot 9 m o.h. ved vestenden. Dersom det benyttes en høyere og mer sannsynlig hastighet i materialet over, kan virkelig nivå for grunnvannsspeilet ligge 2-3 m lavere. Nede på flaten i øst synes grunnvannsspeilet å ligge nær havnivå. Ut fra god penetrasjon, markert grunnvannsspeil og refleksjonsstrukturer regnes løsmassene langs P9 i hovedsak å bestå av sand/grus-dominerte breelvavsetninger som sannsynligvis er avsatt like foran en brefront (israndavsetning). En svak reflektor som skråner slakt opp fra ca. 7 m til 3 m under havnivå fra pos. 160 m og fram til 260 m i P9, kan representer overgang mot annen materialtype (muligens mer finkornig materiale eller mer morenedominert materiale). Denne materialtypen kan ligge forholdsvis grunt videre sørøstover under hele terrasseflaten. Avsetningstypen der er imidlertid usikker på grunn av at profilen (spesielt langs P11) er dominert av diffraksjonsstrukturer med opphav nær grunnvannsnivå (jfr. Taterneset). Grunnvannsspeil nær havnivå og begrenset penetrasjon under terrasseflaten i øst tilslør muligheter for uttak av salt grunnvann fra dyp større enn 5-10 m under grunnvannsspeil, men målingene gir ikke svar på om løsmassene er grove og permeable nok for større uttak av salt grunnvann.

5.5.2 Boring (Bh10)

Det ble boret i vanngivende sand/grus-masser til 20 m's dyp (vedlegg 4.10). Ut fra testpumpingene anslås uttakspotensialet for denne lokaliteten til å være av størrelsesordenen 60 l/s pr brønn. Det ble tatt ut vannprøver på 8, 12, 14 og 20 m's dyp. Prøvene viser en gradvis økende salinitet mot dypet fra 18 o/oo i 8 m's dyp til 28 o/oo i 20 m's dyp. Alle prøver viser en kjemisk sammensetning som er nært sagt identisk med «standard sjøvann». Det ble ikke observert noen form for lukt fra vannprøvene hvilket innebærer at det her ikke foreligger noen indikasjoner på tilstedeværelse av hydrogensulfid.

Sonderboringen gir klare indikasjoner på at vanngivende sand/grus-masser fortsetter ned til mer enn 34 m's dyp, men dette er ikke dokumentert gjennom testpumpingene.

6. KONKLUSJON

Med bakgrunn i de gjennomførte hydrogeologiske undersøkelser ser vi et klart potensiale for uttak av salt grunnvann i lokalitetene «Skibotn nord» og «Sandørnesset». En endelig tallfesting av uttakspotensialet kan kun gjøres gjennom langtidsprøvepumping, men de foreliggende data indikerer at et samlet uttak større enn 100 l/s kan være mulig i begge de nevnte lokalitetene.

I de øvrige undersøkelsesområdene er potensialet for uttak av salt grunnvann meget begrenset slik at områdene må betegnes som uaktuelle for uttak av salt grunnvann i forbindelse med det aktuelle havbruksprosjektet.

I to av boringene innen «Skibotn nord» ble det observert en svak lukt fra vannprøvene som gir indikasjoner på tilstedeværelse av spor av hydrogensulfid. Med bakgrunn i tidligere erfaringer, bl.a. fra undersøkelser av salt grunnvann for Akvaforsk på Sunndalsøra, betrakter vi dette som en klar advarsel om at grunnvannet i dette området kan være uegnet for bruk innen akvakultur p.g.a. innhold av hydrogensulfid. H₂S har som kjent sterkt toksisk virkning på fisk selv i meget lave konsentrasjoner. Vi vil understreke at de nevnte luktreferingene gir indikasjoner på at H₂S-problemer kan foreligge, men ikke en endelig dokumentasjon på forholdet.

Med bakgrunn i de nevnte erfaringer fra Akvaforsk - Sunndalsøra, mener vi å ha en faglig berettiget mistanke om at større grunnvannsuttak i området «Skibotn nord» kan medføre et gradvis økende påtrykk av ferskvann fra Skibotnelva, og dermed en gradvis synkende salinitet for grunnvannet som pumpes opp. Vi vil igjen understreke at dette må betraktes som en indikasjon og ikke som en endelig dokumentasjon på forholdet.

En endelig bekreftelse/avkreftelse av de indikasjoner som er anført mht. H₂S-problemer og synkende salinitet, kan kun fremskaffes gjennom langtidsprøvepumping.

For lokaliteten «Sandørnesset» ble det ikke observert noen form for lukt fra vannprøvene hvilket innebærer at det her ikke foreligger indikasjoner på tilstedeværelse av hydrogensulfid. Lokaliteten har en beliggenhet og en geologisk beskaffenhet som gjør at vi betrakter faren for økende ferskvannspåtrykk og gradvis synkende salinitet som vesentlig mindre for denne lokaliteten enn for «Skibotn nord»-lokaliteten. Vi vil likevel påpeke at også for lokaliteten «Sandørnesset» vil en endelig dokumentasjon av den salinitet som kan oppnås ved store, permanente grunnvannsuttak, kun kunne fremskaffes gjennom langtidsprøvepumping.

Som en oppsummerende konklusjon vil vi si at lokaliteten «Sandørnesset» fra et rent geologisk synspunkt bør gis førsteprioritet ved eventuelle oppfølgende undersøkelser (langtidsprøvepumping). Vi har imidlertid forståelse for at andre momenter, så som foreliggende arealplaner og beliggenhet i forhold til eksisterende infrastruktur, må trekkes inn ved en helhetsvurdering av prosjektet. Dersom lokaliteten «Skibotn nord» utfra slike momenter har klare fortrinn i forhold til lokaliteten «Sandørnesset», så vil vi betrakte de data som er fremkommet i denne forundersøkelsen som såvidt positive at oppfølgende undersøkelser kan anbefales også her.

7. REFERANSER

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

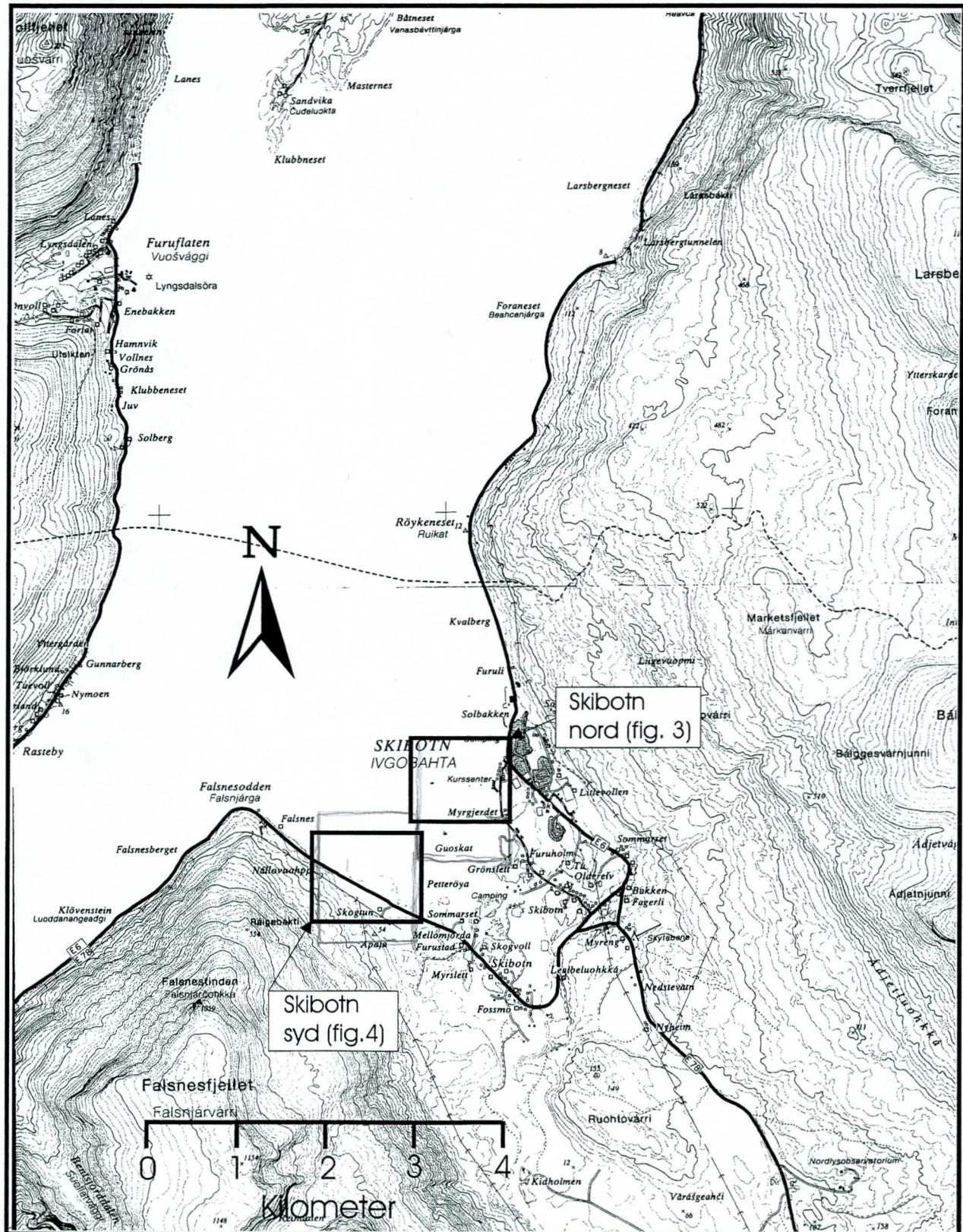
Longva, O., Ottesen, D. & Mauring, E. 1998: Undersjøiske sand og grusressursar i Troms. *NGU Rapport 98.102*.

Sparboe, L. O. & Fieler, R. 1997: Forstudie til handlingsplan for havbruksprosjekter i Storfjord kommune. *Akvaplan-NIVA Rapport nr APN 644.1233*.

FIGURER

- Figur 1: Oversiktskart 1 - Storfjord kommune
- Figur 2: Oversiktskart 2 - Storfjord kommune
- Figur 3: Detaljkart - Skibotn nord
- Figur 4: Detaljkart - Skibotn syd
- Figur 5: Detaljkart - Salmenesset
- Figur 6: Detaljkart - Taternesset
- Figur 7: Detaljkart - Sandørnesset

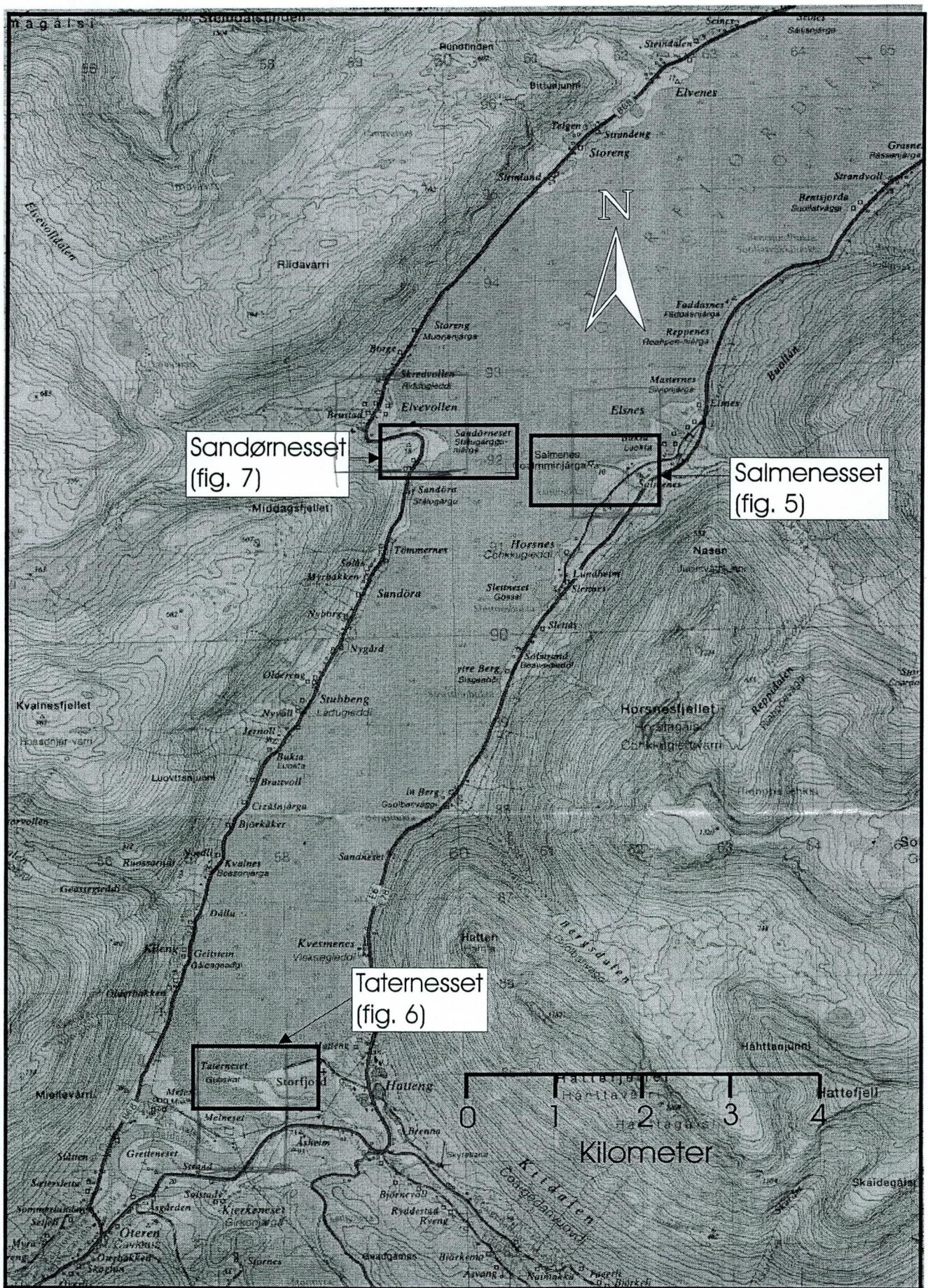
Oversiktskart 1 - Storfjord kommune



Utsnitt fra kartblad 1633-4 Storfjord

Figur 1

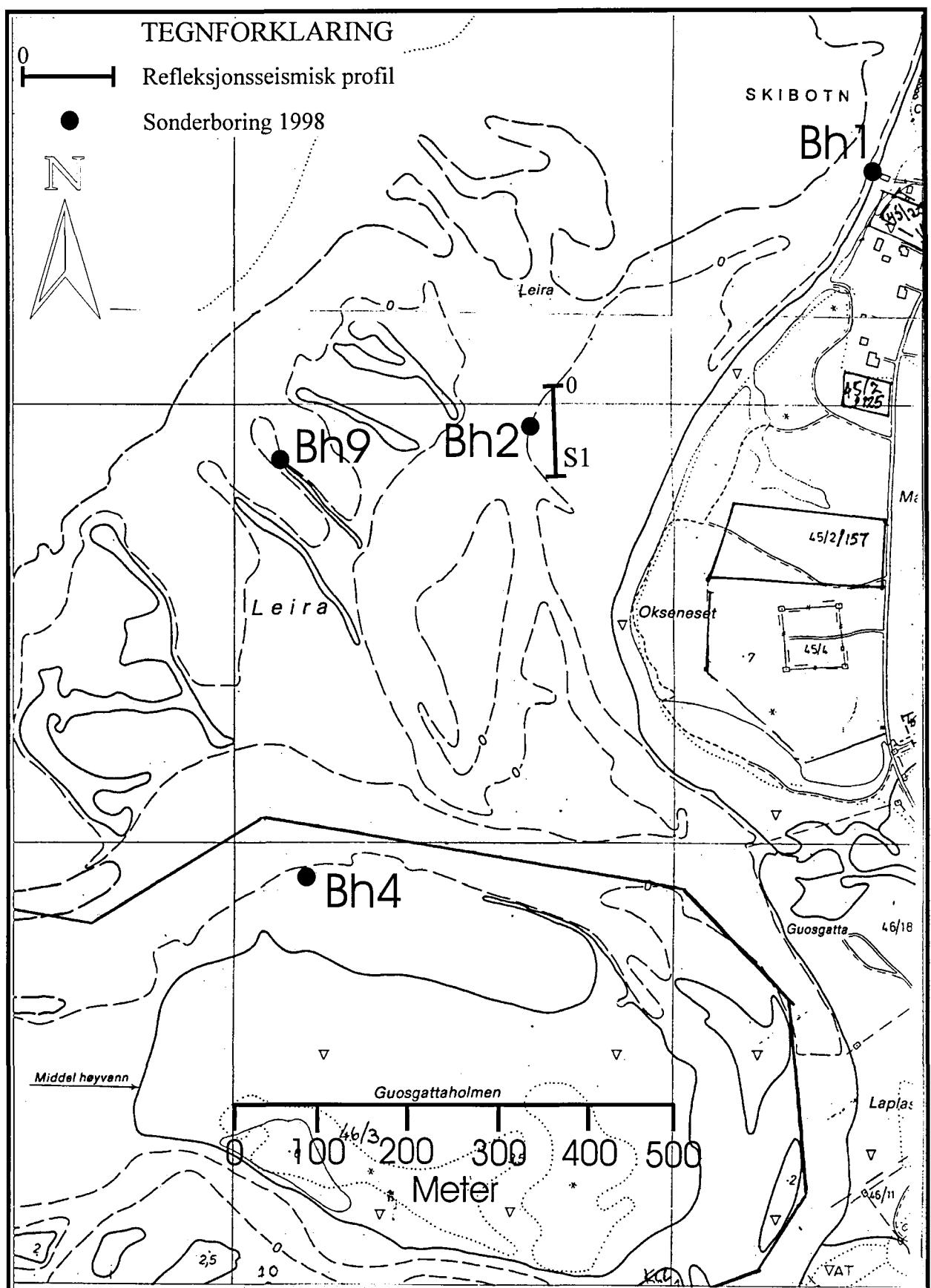
Oversiktskart 2 - Storfjord kommune



Utsnitt fra kartblad 1633-4 Storfjord

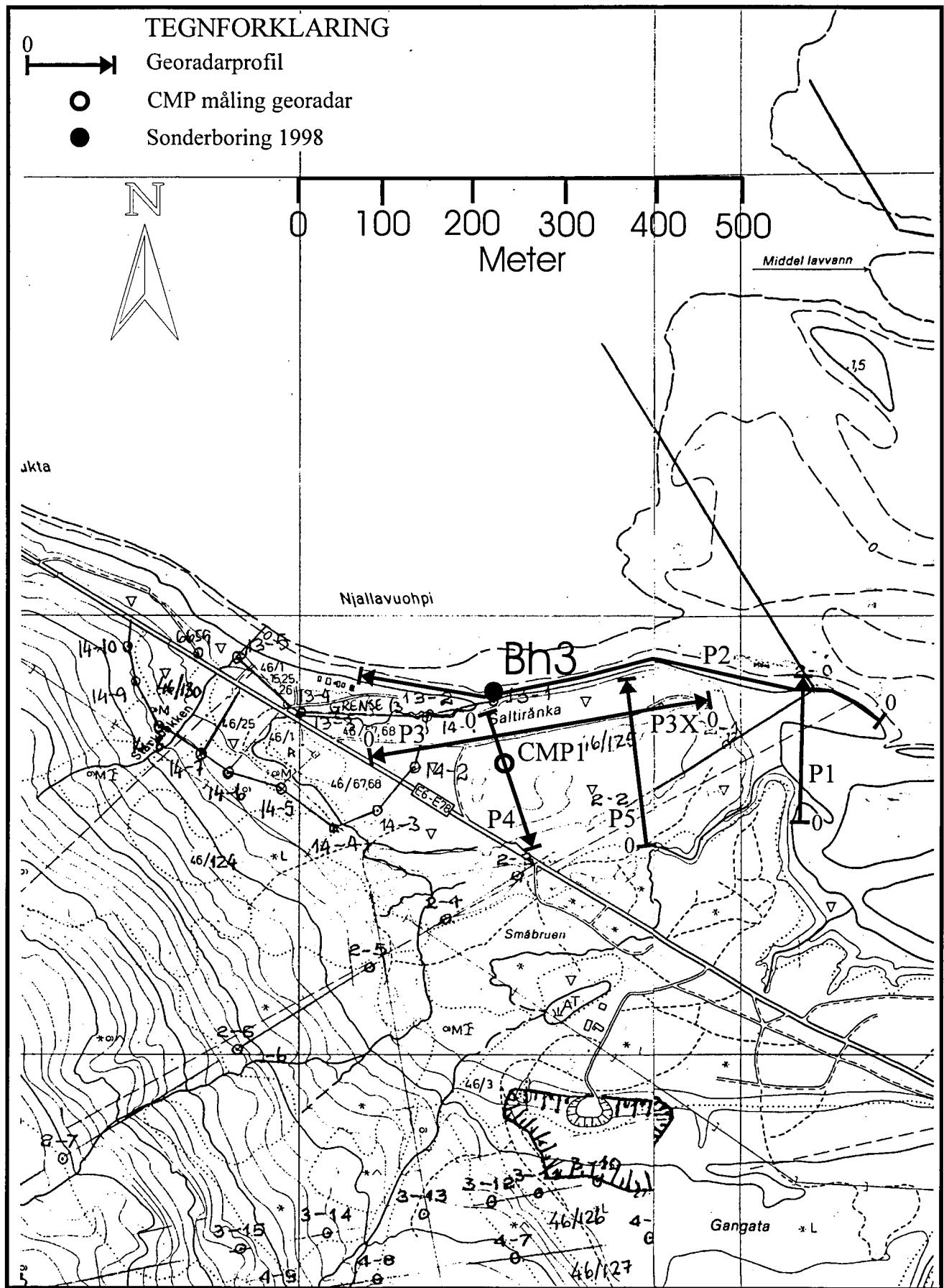
Figur 2

Skibotn nord



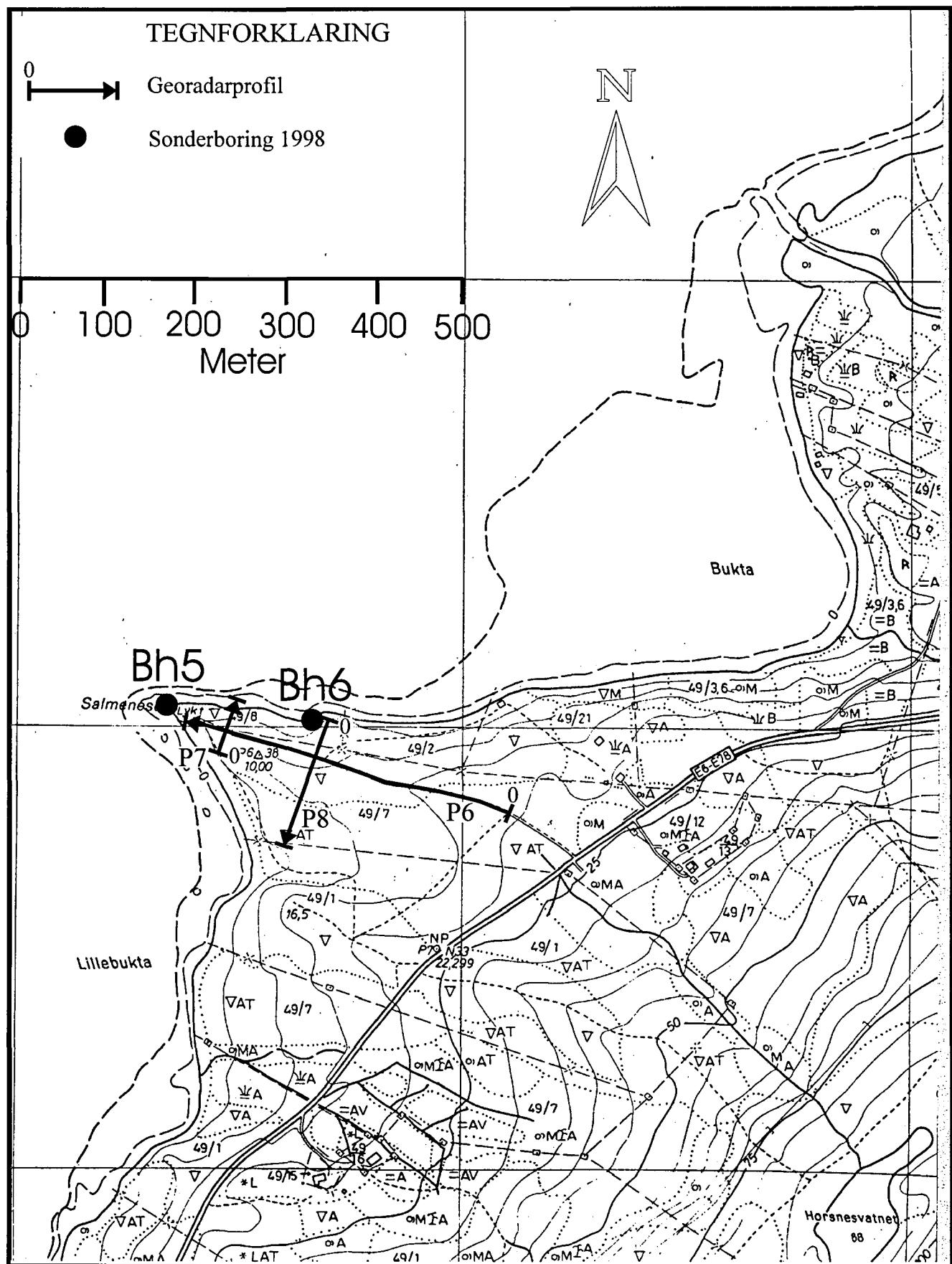
Figur 3

Skibotn syd



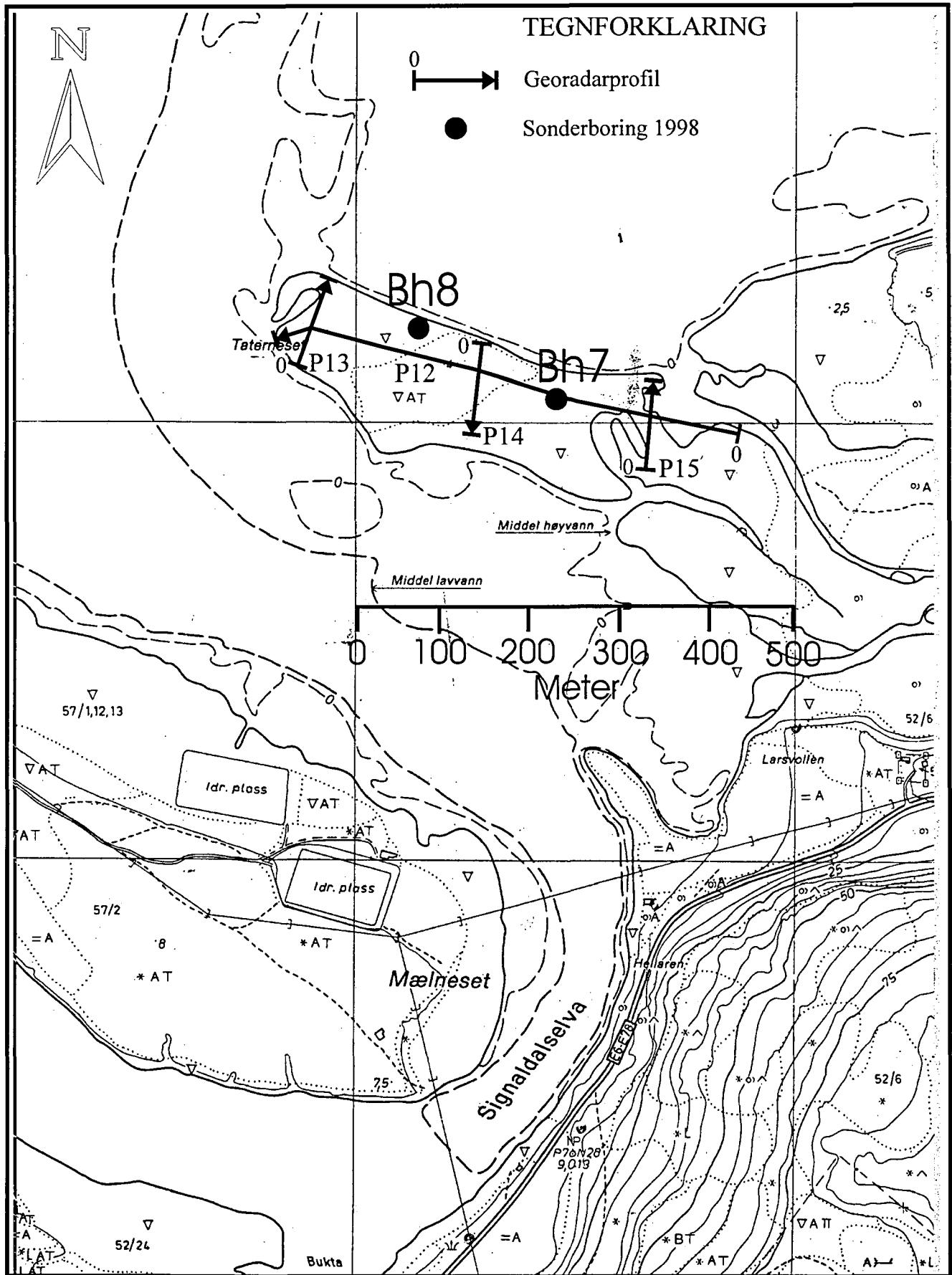
Figur 4

Salmenesset



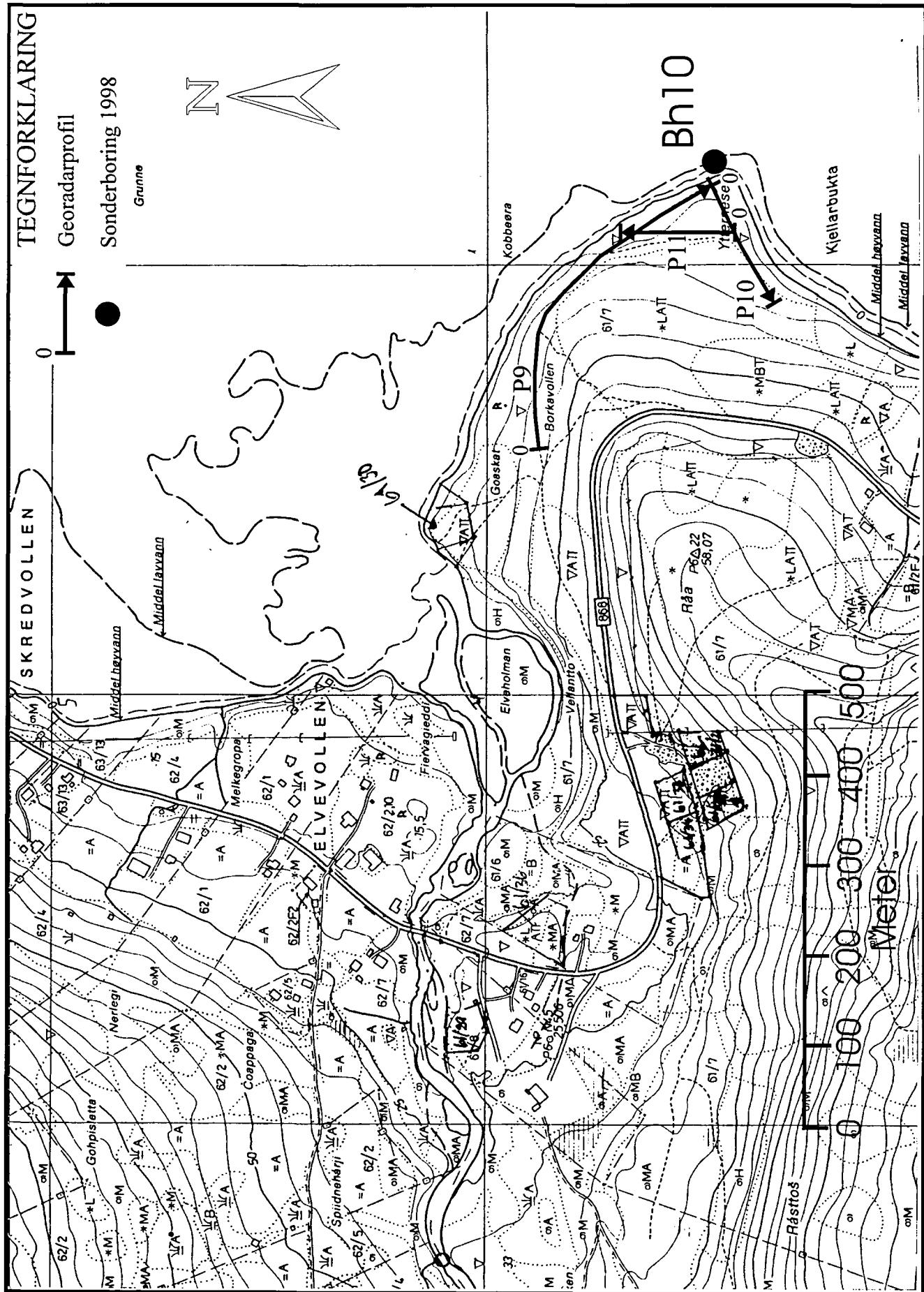
Figur 5

Taternesset



Figur 6

Sandørneset



Figur 7

TEKSTBILAG

Tekstbilag 1: Georadar – metodebeskrivelse

Tekstbilag 2: Skjema for tolkning av georadaropptak

Tekstbilag 3: Refleksjonsseismikk – metodebeskrivelse

Tekstbilag 4: Hydrogeologiske undersøkelsesmetoder i løsmasser ved NGU

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antennen 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 kontrollenhett 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 planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lengre 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;

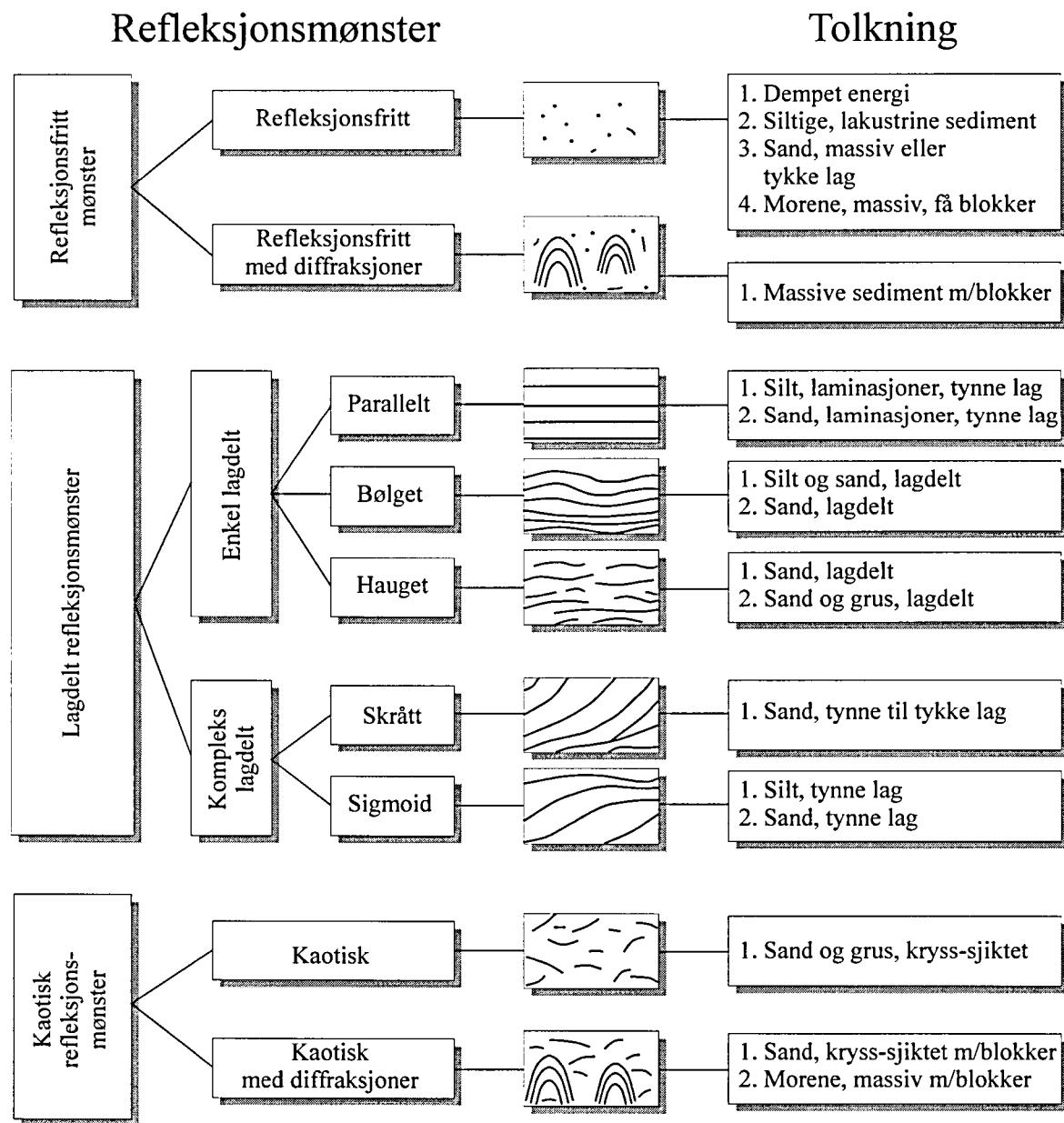
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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 antenn (f.eks. 50 eller 100 MHz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenn 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).

REFLEKSJONSSEISMISK - METODEBESKRIVELSE

Refleksjonsseismikk anvendt på løsmasser er tilpasning og modifisering av konvensjonelle refleksjonsseismiske teknikker. I mange tilfeller kan refleksjonsseismikk være et alternativ til refraksjonsseismikk ved undersøkelse av løsmassestratigrafi og fjelltopografi under løsmasser.

Oppløsning/dybderekkevidde

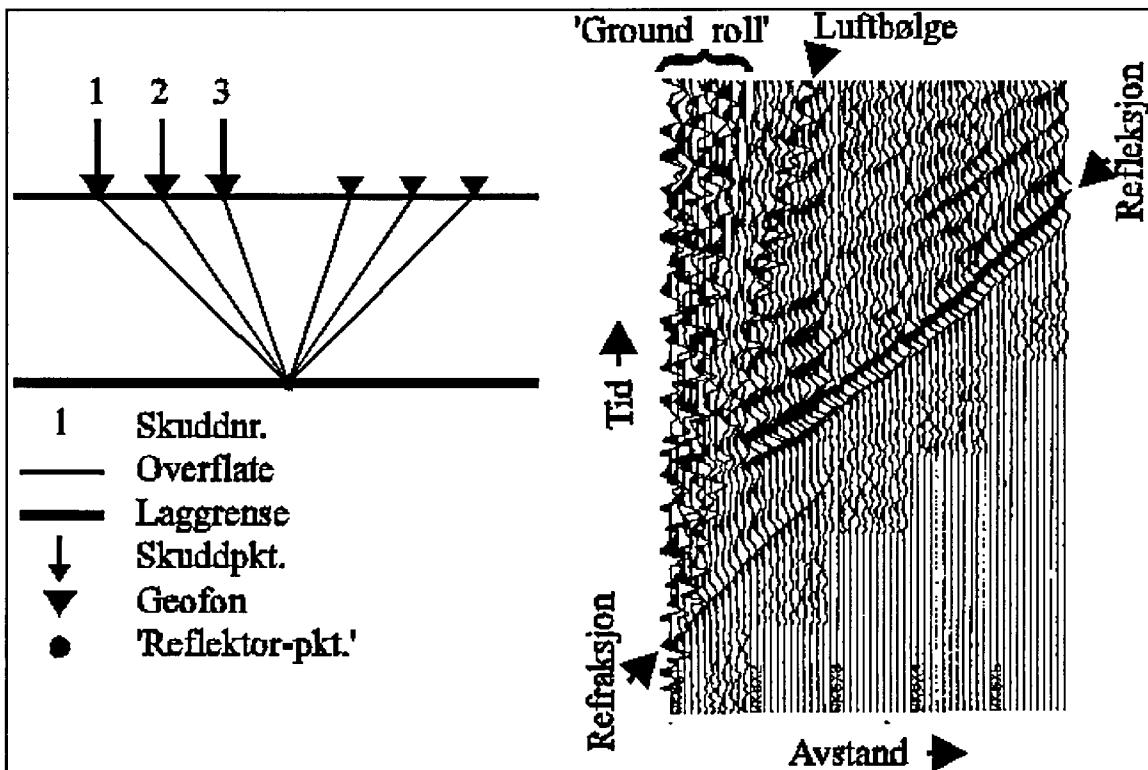
I løpet av de siste årene har det skjedd en utvikling av digitalt refleksjonsseismisk utstyr i retning av høyere oppløsning og mindre tidkrevende prosessering. Oppløsningen er proporsjonal med registrerte signalers frekvensinnhold og seismisk hastighet. Man anvender derfor energiseringskilder som gir høyfrekvent energi. Et eksempel på en slik kilde er haglpatroner avfyrt fra en spesiallagd børse. Ytterligere framheving av høye frekvenser oppnås ved anvendelse av geofoner med høy egenfrekvens (50 eller 100 Hz), samt analog og digital frekvensfiltrering. En utvikling av seismografer i retning av økende dynamikkområde bidrar også til høyere oppløsning. Reflektorer kan under 'gunstige forhold' (se under) kartlegges på dyp i området 10 - flere hundre meter ved denne metoden. Ved en frekvens på 300 Hz og seismisk hastighet på 2000 m/s, kan man teoretisk sett skille lag med en mektighet større enn 2 m.

Anvendelse/Fordeler og ulemper

Anvendelsen av refleksjonsseismikk avhenger av god forplantning av høyfrekvent energi. Metoden egner seg derfor best der man ved overflaten har finkornige, vannmettede løsmasser. Dette gir best 'kobling' med bakken for skudd og geofoner. Metoden gir dårlige resultater ved grovkornige, tørre masser og over fyllinger og myr. Ved slike grunnforhold bør refraksjonsseismikk benyttes. I forhold til refraksjonsseismikk gir refleksjonsseismikk en mer direkte og detaljert avtegning av lag i jorda, og man har ikke de samme problemer med blindsonelag og hastighetsinversjon. Metoden gir derimot dårligere informasjon om lagenes seismiske hastigheter og tykkeler. Ønskes informasjon om lag grunnere enn 10 m, benyttes refraksjonsseismikk.

'Common depth point (CDP)'

Ved NGU har man tilpasset programvare og utrustning til en måleteknikk kalt 'common depth point'. Teknikken er skissert i figuren på neste side. Det velges en fast avstand mellom skudd og geofonrekke. Avstanden bør være så stor at overflatebølger (Rayleigh-bølger) og luftbølger, som alle betraktes som støy, ankommer geofonene etter signal fra den dypeste laggrense man vil kartlegge (se figur på neste side). Det registreres på 12 kanaler, som gir 6-fold dekning av hvert 'reflektor-punkt'. Et CDP-opptak oppnås ved at første skudd registreres på geofonene 1-12. Deretter flyttes skuddpunktet fram en avstand som tilsvarer gefonavstanden, og man registrerer på geofonene 2-13. Man 'skyver' altså geofonrekka framover i profilretningen. Som vi ser av figuren, oppnås en 6-fold dekning av hvert reflektorpunkt fra og med det sjette skuddet. Data fra hvert skudd blir lagret for seinere prosessering. En bemanning på 3 personer har vist seg å være optimal ved utførelsen av CDP-målinger. Når man benytter teknikken CDP, kan man under 'normale' forhold profilere 300-400 m pr. dag.



Figuren til venstre viser et opplegg for målinger ved 'common depth point'-teknikken. Figuren til høyre viser et utvalg av seismiske hendelser som er vanlige i et opptak.

Prosessering

Prosessering av CDP-data er meget tidkrevende, og krever en rask PD med stor lagringskapasitet. De viktigste prosesseringstrinn skal her skisseres;

- 1) Oppbygging av geometrifiler. Her leses inn navn på råopptaksfiler med tilhørende skuddpkt.-plassering. En kan her avgjøre om et opptak skal uteslates ved CDP-sorteringen. Data for beregning av statisk korreksjon kan også leses inn (statisk korreksjon utføres for å fjerne effekten av ujevn topografi og variasjoner i hastighet i det øverste laget). Data om selve oppdraget/profilet leses inn og lagres i en parameterfil.
- 2) Editering av råopptak. Man ser på hvert opptak for å fjerne eventuelle traser (eng.: trace) med dårlig oppløsning eller dårlig signal/støy-forhold. Disse trasene vil da ikke benyttes ved stacking (se under) av data.
- 3) Bestemmelse av filterparametre. Prosesseringsprogrammene som benyttes kan utføre båndpassfiltrering, F-K-filtrering og dekonvolvering ved sortering eller stacking. Det er oftest vanlig (og nødvendig) å utføre båndpassfiltrering. Ved båndpassfiltrering konstrueres et filter slik at man fjerner de frekvenser som ligger utenfor frekvensområdet for refleksjoner, og/eller de frekvenser som er representert i støy. F-K-filtrering og dekonvolvering brukes bare unntaksvis ved prosesseringen, og omtales ikke nærmere.
- 4) Sortering av CDP-data. Ved sorteringen plukker man ut traser med felles midtpunkt og grupperer disse ('CDP gathers'). Filtrering kan utføres under sorteringen.
- 5) Hastighetsanalyse. Gjennomsnittlig seismisk hastighet ned til reflektorer bestemmes for enkelte 'CDP gathers'. Disse hastighetene benyttes ved NMO (Normal Moveout) før stacking (se under). Hastighetsanalyse kan utføres på 3 forskjellige måter, der den vanligste er tilpasning av en hyperbel

over tydelige refleksjoner som framtrer i en 'CDP-gather'.

- 6) Muting. Utføres på 'CDP gathers' for å fjerne støy innenfor et tids vindu som defineres av bruker. Vanlig støy kan være luftbølger fra skuddet, Rayleigh-bølger eller refraksjoner.
- 7) Stacking. Data for hver 'CDP gather' slås sammen etter at NMO-korreksjon er utført. Filtrering (båndpass, F-K eller dekonvolvering) kan utføres før eller etter stacking.
- 8) 'Residual statics'. Fjerner resterende effekt av ujevn topografi og variasjoner i hastighet i det øverste laget (se pkt. 1). Prosedyren er basert på at en gjennomgående, kraftig reflektor opptrer i den seismiske tidsseksjonen. Ved å legge en linje langs denne reflektoren, vil programmet gå inn på hver 'CDP gather' og justere trasene i tid slik at stackingen langs reflektoren/linjen blir optimal. Deretter må en på nytt utføre hastighetsanalyse og stacking. 'Residual statics' utgjør ofte siste trinn i prosesseringen.

Plotting

Ved plotting av seismisk seksjon benyttes AGC ('automatic gain control') for å normalisere amplituder og for å framheve svake reflektorer. Grafisk framstilles amplitudeutslag v.hj.a. en kombinasjon av 'wiggle trace' og 'variable area' (som i figuren). Plottet kan skrives ut i bestemte filformat eller sendes direkte til skriver eller plotter. I tillegg til seismisk seksjon blir detaljer om oppdrag, opptaksparametre og prosessering skrevet ut.

Tolkning

Tolkning av ferdig prosessert seismisk seksjon baserer seg på gjenkjenning og sammenknytning av refleksjoner. Sammenholdt med opplysninger om seismiske hastigheter avledes en geologisk modell, der man også trekker inn resultater fra eventuelle andre undersøkelser.

P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

<i>Luft</i>		330 m/s
<i>Vann</i>		1400-1500 m/s
<i>Organisk materiale</i>		150-500 m/s
<i>Sand og grus</i>	- over vannmettet sone	200-800 m/s
<i>Sand og grus</i>	- i vannmettet sone	1400-1700 m/s
<i>Morene</i>	- over vannmettet sone	700-1500 m/s
<i>Morene</i>	- i vannmettet sone	1500-1900 m/s
<i>Hardpakket bunnmorene</i>		1900-2800 m/s
<i>Leire</i>		1100-1800 m/s
<i>Oppsprukket fjell</i>		< 4000 m/s
<i>Fast fjell</i>		3500-6000 m/s

HYDROGEOLOGISKE OG HYDROKJEMISKE FELT- OG LABORATORIEMETODER

1 SONDERBORINGER I LØSMASSER

a) Metodikk

Standard sonderboringer i løsmasser blir gjort med Borros borerigg og Ø57 mm krone med vannspylling. 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 sonderstrenget eneste begrensning i mulig boredybde. 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 borer.

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 dreiling 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 hydrostatiske ledningsevne. Ved sonderboring med håndholdt borutstyr vurderes løsmassetypen for hver meter ut fra borsynk, dreiemotstand og friksjonslyd ved dreiling av sonderspissen.

2 TESTPUMPINGER

a) Metodikk

Hvis sonderboringen indikerer egnede masser for grunnvannsuttak, 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 testpumpinga spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring. Testpumpinga 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 vekselsvis spyling og pumping av brønnen, dreiling av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe pumpa 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 vanngiverevn 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 grunnvannsforekomst er det vanlig med 2-10 undersøkelsesbrønner som prøvetas og testpumpes i 2-5 forskjellige nivå.

c) Tolkning

De forskjellige nivåenes vanngiverevn, vanngjennomgangen i massene og senkningen av grunnvannsstanden under testpumpinga blir brukt til en helhetlig vurdering av grunnvannsmagasinets hydrauliske egenskaper og til å bestemme lokalisering og filterplassering til eventuelle fullskala pumpebrønner.

3 SEDIMENTPRØVETAKING

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpedde masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpedde 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 oppumpedde prøver tas like etter oppstart av testpumpinga. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekaret. 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 BORINGER AV FJELLBRØNNER

a) Metodikk

Fjellbrønner blir boret med Nemec borerrigg og Ø140 mm borkrone med luftspyling. Det blir benyttet foringsrør ned til fast fjell. Borerriggen kan bore skråbrønner, opp til 45° fra loddlinjen. Vanligvis blir det boret til 60-150 m dyp, men boringen kan bli avsluttet før på grunn av fare for innrasing i hullet (løst fjell) eller på grunn av klare indikasjoner på tilstrekkelige vannmengder på mindre dyp.

b) Dataregistrering

Under boring registreres borsynk, farge på borkaks, svakhetssoner/sprekker, dybde til eventuelle vanninnslag og anslått mengde vann som blåses opp under boring.

c) Tolkning

Ut fra fargen og forandringer av fargen på borkakset kan man vurdere bergartstype, type svakhetssone og bergartsgrenser. Vannmengden som blåses opp under boring gir grunnlag for kapasitetsanslag.

5 TESTPUMPINGER AV FJELLBRØNNER

Til testpumping av fjellbrønner benyttes en Ø95 mm elektrisk dykkpumpe og strømagggregat. Pumpa plasseres på min. 45 m dyp, eller ca. 2 m over bunnen hvis brønnndypet er mindre enn 45 m. Kapasiteten kan måles på flere måter. En metode er å først lense borhullet (til pumpa suger luft) og så måle utpumpet vannmengde over en periode på 1-3 timer. Hvis brønnens kapasitet er så stor at pumpa ikke greier å lense hullet, kan kapasiteten beregnes ut fra senkningen av grunnvannsspeilet og pumperaten.

6 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.

Brønnstype	Pumpetype	Pumperate	Grunnvannsstand under pumping	Produksjons-brønn
Ø50-100 mm damprør med oppslisset 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 f.eks. 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 oppslisset 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. Opp-pumpet grunnvann blir ledet bort fra brønnens influensområde eller til et vassdrag med mye større vannføring enn pumperaten for å unngå reinfiltrasjon og tilbakestrømnning 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 sesongvariasjoner 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 og utbredelsen av klausulerinssjonene (se GiN-veileder nr. 7).

d) Langtids prøvepumping av fjellbrønner

Langtids prøvepumping av fjellbrønner skjer stort sett etter de samme prinsipper som prøvepumping av løsmassebrønner. Pumpeperioden bør være minst tre måneder. Pumpa bør dimensjoneres ut fra kapasiteten funnet ved testpumpingene og maksimal løftehøyde (i en driftsfase). Som oftest har man ingen eller svært få peilebrønner rundt pumpebrønnen. Dette gjør det vanskelig å beregne hydrauliske parametere og størrelsen på klausuleringssoner. Kapasiteten måles sikrest ved bruk av automatisk vannmåler på utløpsledningen fra pumpa etter at pumperaten er regulert slik at vannstanden i borehullet innstiller seg i et konstant nivå like over pumpa. Det er da likevekt mellom uttatt vannmengde og det maksimale tilslaget av grunnvann til brønnen. Utløpsledningen føres såpass langt bort fra brønnen at det ikke kan skje reinfiltrasjon av opp-pumpet vann langs brønnrøret eller i nærliggende fjellsprekker som står i hydraulisk kontakt med grunnvannsmagasinet.

Under pumpoperasjonen tas det vannprøver til både fysikalsk-kjemiske og bakteriologiske analyser minimum en gang pr. måned.

7 VANNPRØVETAKING

Under grunnvannsundersøkelser tas det vannprøver til fysikalsk-kjemiske analyser 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 nært 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.

8 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 feltanalyserne 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 boringar/lokalisering og filterplasseringen av testbrønner. Forundersøkelser og nedsetting av testbrønner kan dermed gjøres i samme tidsrom.

9 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 siktessats: 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 på vannprøver:

- | | |
|----------------|---------------|
| - 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 ± 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. Måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på ± 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. 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:

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

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	

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:

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

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

$\Sigma\text{Anioner} + \Sigma\text{Kationer}$ [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 (akkrediteringssdokument 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: Grunnvannundersøkelser i løsmasser. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

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

GiN-veileder nr. 7, 1990: Grunnvann. Beskyttelse av drikkevannskilder. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

VEDLEGG

- Vedlegg 1.1: Kjemiske analyser av grunnvann fra Skibotn nord, Bh 2 og 4
- Vedlegg 1.2: Kjemiske analyser av grunnvann fra Skibotn nord og Skibotn syd, Bh 9 og 3
- Vedlegg 1.3: Kjemiske analyser av grunnvann fra Sandørnesset, Bh 10
- Vedlegg 2: CMP-måling georadar (CMP1) og hastighetsanalyse
- Vedlegg 3: Refleksjonsseismisk profil S1
- Vedlegg 4.1: Resultater fra sonderboring, Bh1
- Vedlegg 4.2: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh2
- Vedlegg 4.3: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh3
- Vedlegg 4.4: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh4
- Vedlegg 4.5: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh5
- Vedlegg 4.6: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh6
- Vedlegg 4.7: Resultater fra sonderboring, Bh7
- Vedlegg 4.8: Resultater fra sonderboring, Bh8
- Vedlegg 4.9: Resultater fra sonderboring, Bh9
- Vedlegg 4.10: Resultater fra sonder- og undersøkelsesboring, Bh10
- Vedlegg 5: Rapport fra kjemiske vannanalyser

VANNANALYSER

FYLKE: Troms

KOMMUNE: Storfjord

OPPDRAGSNUMMER: 1998.0225

KART (M711): 1633 - 4, Storfjord

PRØVESTED: Skibotn nord

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

VANNANALYSER

FYLKE: Troms

KART (M711): 1633 - 4, Storfjord

KOMMUNE: Storfjord

PRØVESTED: Skibotn N (Bh 9) / Skibotn S (Bh 3)

OPPDRAKSNUMMER: 1998.0225

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	Bh 9	Bh 9	Bh 9	Bh 3		
Dato	040998	040998	040998	020998		
Brønnstype	Und.brønn	Und.brønn	Und.brønn	Und.brønn		
Prøvedyp m	12	14	18	12		
Brønndimensjon mm	32	32	32	32		
X-koordinat Sone:	457475	457475	457475	469570		
Y-koordinat Sone:	7685040	7685040	7685040	7696811		

Fysisk/kjemisk									Standard sjøvann (SMOW)	
Surhetsgrad, felt/lab	pH	-	7.3	-	7.3	-	7.5	-	6.5	
Ledningsevne, felt/lab	mS/cm	45	43	46	43	49	45	0.1	0.1	
Temperatur	°C	5.4		5.0		4.9		-		-
Fargetall	mg Pt/l	3.7		3.8		2.9		2.1		-
Turbiditet	F.T.U	7.1		4.5		5.4		0.79		-
Salinitet	o/oo	28.1		28.5		29.8		0.1		35.0

Anioner						
Klorid	ekviv.%	45.6	46.1	46.3	7.8	
Sulfat	ekviv.%	4.7	4.7	4.8	25.7	
Alkalitet	ekviv.%	0.2	0.2	0.2	10.7	
Bromid	ekviv.%	0.1	0.1	0.1	0.0	
Fluorid	ekviv.%	0.01	0.01	0.01	0.01	
Sum anioner	mekv./l	495	503	525	1	
						617

Kationer						
Natrium	ekviv.%	39.0	38.5	38.5	18.9	
Magnesium	ekviv.%	8.1	8.2	7.8	8.0	
Kalsium	ekviv.%	1.4	1.3	1.3	25.3	
Kalium	ekviv.%	0.9	0.9	0.9	3.5	
B	ekviv.%	0.1	0.1	0.1	0.0	
Sr	ekviv.%	0.0	0.0	0.0	0.0	
Li	ekviv.%	0.0	0.0	0.0	0.0	
Sum kationer	mekv./l	495	503	525	1	
						617
Aluminium	mg Al/l	<0.02	<0.02	<0.02	0.12	
Jern	mg Fe/l	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	
Mangan	mg Mn/l	0.020	0.016	0.027	0.032	
Kobber	mg Cu/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Sink	mg Zn/l	0.0095	0.0075	0.0104	0.0052	
Bly	mg Pb/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Nikel	mg Ni/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Kadmium	mg Cd/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Krom	mg Cr/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
						0.0003

VANNANALYSER

FYLKE: Troms

KART (M711): 1633 - 4, Storfjord

KOMMUNE: Storfjord

PRØVESTED: Sandørnesset

OPPDRAKSNUMMER: 1998.0225

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	Bh 10	Bh 10	Bh 10	Bh 10		
Dato	050998	050998	050998	050998		
Brønntype	Und.brønn	Und.brønn	Und.brønn	Und.brønn		
Prøvedyp m	8	12	14	20		
Brønndimensjon mm	32	32	32	32		
X-koordinat Sone:	459977	459977	459977	459977		
Y-koordinat Sone:	7692118	7692118	7692118	7692118		

Fysisk/kjemisk								Standard sjøvann (SMOW)
Surhetsgrad, felt/lab	pH	-	7.7	-	7.7	-	7.9	-
Ledningsevne, felt/lab	mS/cm	32	30	38	35	43	39	46
Temperatur	°C	6.9		4.6		10		4.5
Fargetall	mg Pt/l	2.4		5.3		4.3		3.8
Turbiditet	F.T.U	1.2		0.8		0.2		7.6
Salinitet	o/oo	18.3		22.2		25.7		28

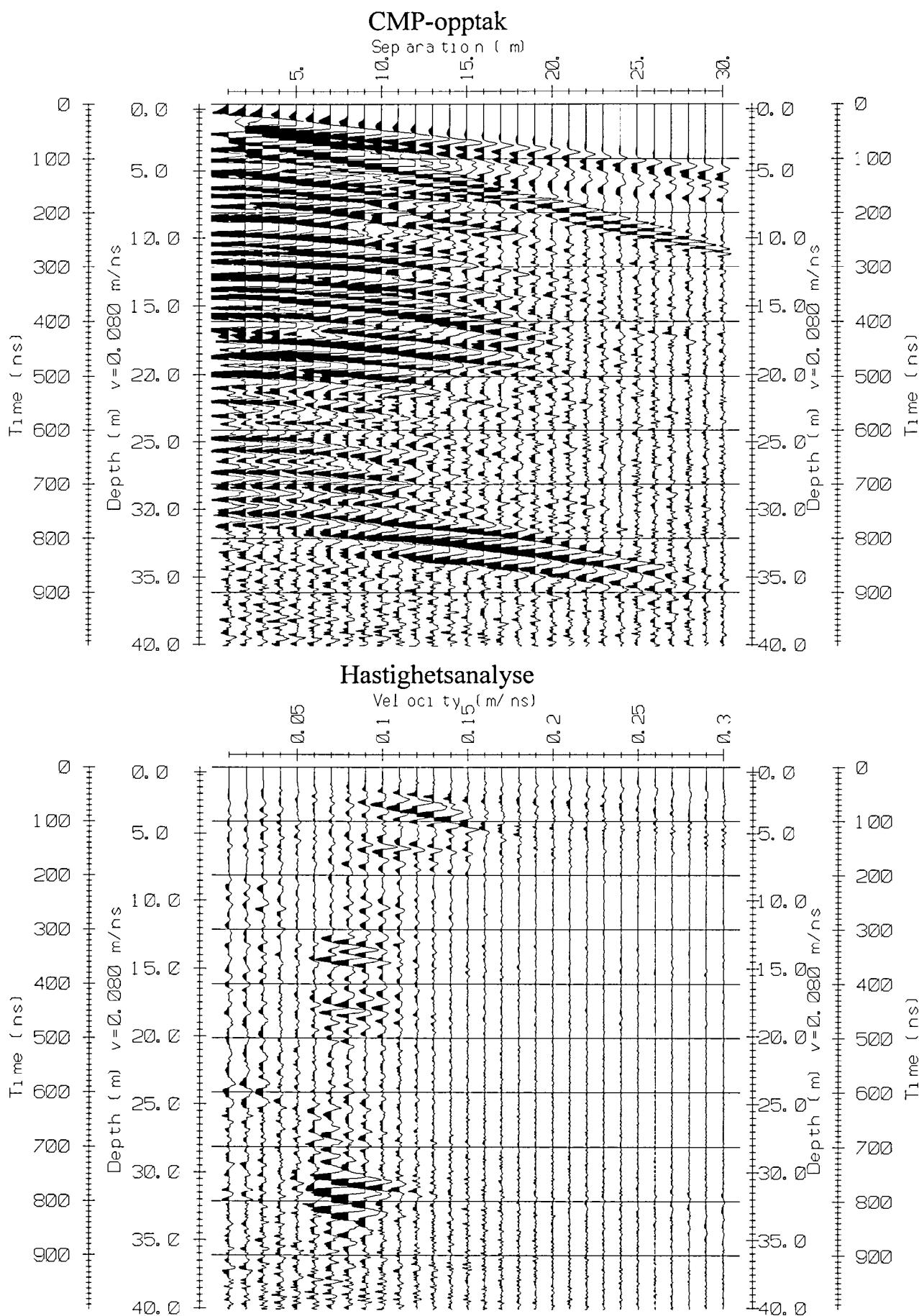
Anioner

Klorid	ekviv.%	44.8	45.4	46.0	45.8				44.6
Sulfat	ekviv.%	4.8	4.7	4.7	4.7				4.6
Alkalitet	ekviv.%	0.3	0.3	0.2	0.2				0.19
Bromid	ekviv.%	0.1	0.1	0.1	0.1				0.06
Fluorid	ekviv.%	0.01	0.01	0.01	0.01				0.01
Sum anioner	mekv./l	322	390	454	494				617

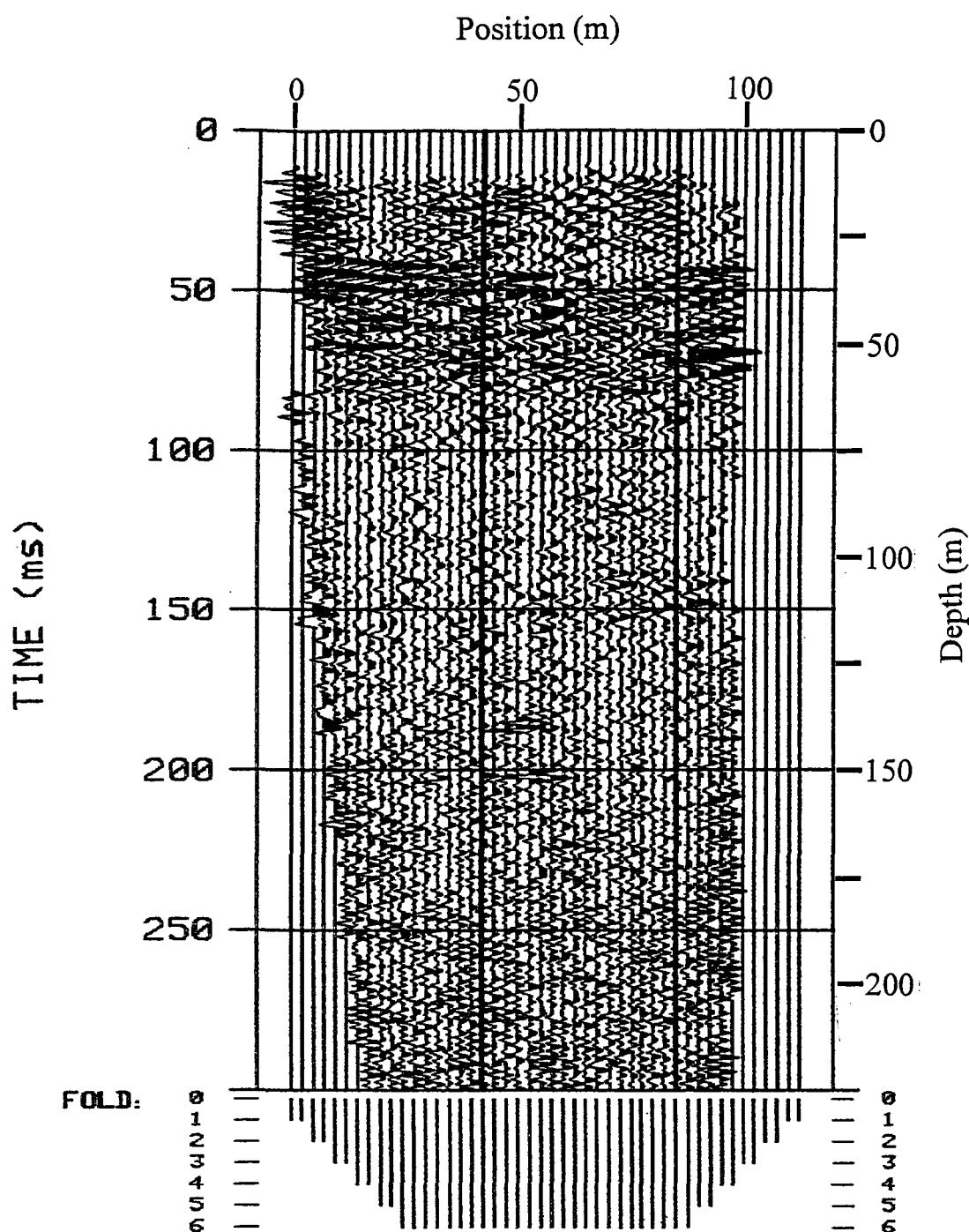
Kationer

Natrium	ekviv.%	40	40	39.0	38.9				39.4
Magnesium	ekviv.%	7.6	7.2	7.8	7.9				8.6
Kalsium	ekviv.%	1.5	1.4	1.3	1.4				1.7
Kalium	ekviv.%	0.9	0.8	0.9	0.9				0.79
B	ekviv.%	0.1	0.1	0.1	0.1				0.10
Sr	ekviv.%	0.0	0.0	0.0	0.0				0.02
Li	ekviv.%	0.0	0.0	0.0	0.0				0.00
Sum kationer	mekv./l	322	390	454	494				617
Aluminium	mg Al/l	<0.02	<0.02	<0.02	0.08				0,002
Jern	mg Fe/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01				0,002
Mangan	mg Mn/l	0.012	0.016	0.009	0.018				0,0002
Kobber	mg Cu/l	<0.005	0.021	<0.005	<0.005				0,0001
Sink	mg Zn/l	0.0165	0.0136	0.0091	0.0122				0,0005
Bly	mg Pb/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05				5E-07
Nikkel	mg Ni/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02				0,0017
Kadmium	mg Cd/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005				0,0001
Krom	mg Cr/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01				0,0003

Storfjord, Skibotn syd, CMP1, P4 pos. 60



Storfjord, Skibotn nord, refleksjonsseismisk profil S1



Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 1

Brønn-ID: 416 Type brønn: Sondering Fylke: Troms Kommune: Storfjord (1939)
 UTM Sone: 34 ØV-koordinater: 471182.00 NS-koordinater: 7698150.00 Høyde over havet: meter
 Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 01.09.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 39.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørsmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.70	Sand	0	Grått							
1.70	7.70	Finsand	0	Grått							
7.70	9.70	Siltig finsand	5	Grått							
9.70	11.70	Siltig finsand	6	Grått							
11.70	13.70	Siltig finsand	2-5	Grått							
13.70	22.70	Siltig finsand	5	Grått							
22.70	24.70	Siltig finsand	3	Grått							
24.70	39.70	Siltig finsand	5	Grått							

Merknad:

Andre

opplysninger: Behovde ikke å rottere rørgangen. Det var bare å trykke den ned

Utfyllingsdato: 02.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.1

Bh 1 - Skibott nord

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 2

Brønn-ID: 291 **Type brønn:** Undersøkelsesbrønn **Fylke:** Troms **Kommune:** Storfjord (1939)

UTM Sone: 34 **ØV-koordinater:** 470540.00 **NS-koordinater:** 7697628.00 **Høyde over havet:** meter

Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 02.09.1998 **Borerens navn:** E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 37.70 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest **Brønnrørsmateriale:** Damprør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
1.70	1.70	Grus	0								
1.70	4.70	Grusig sand	0								
4.70	6.70	Grusig sand	0								
7.70	8.70	Grusig sand	0		2.50	4.7	15	Ja	Ja	Pumping (P)	Pumpet saltvann
8.70	10.70	Grus	0								
10.70	11.70	Grusig sand	0		3.00	4.8	15	Ja	Ja	Pumping (P)	Pumpet saltvann
11.70	14.70	Grusig sand	0								
14.70	15.70	Grusig sand	0		3.00	5.2	15	Ja	Ja	Pumping (P)	Pumpet saltvann
15.70	18.70	Grusig sand	0								
18.70	19.70	Grusig sand	0		0.33	14.0	15	Ja	Ja	Pumping (P)	Pumpet saltvann
19.70	20.70	Grusig sand	0								
20.70	22.70	Finsand	2								Hardpakket finsamld
22.70	25.70	Finsand	3								Hardpakket finsamld m/gr.korn

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.2
Bh 2 - Skibotn nord

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
25.70	27.70	Siltig finsand	3								
27.70	28.70	Grusig sand	3								
28.70	31.70	Grusig sand	5								
31.70	37.70	Grusig sand	5								
37.70	39.70	Sand og finsand	5								

Merknad:

Andre

opplysninger:

Utfyllingsdato: 02.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 2

Brønn-ID: 293 **Type brønn:** Undersøkelsesbrønn **Fylke:** Troms **Kommune:** Storfjord (1939)

UTM Sone: 34 **ØV-koordinater:** 469570.00 **NS-koordinater:** 7696811.00 **Høyde over havet:** meter

Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse **Boredato:** 02.09.1998 **Borerens navn:** E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 35.70 m **Dyp til fjell (målt fra overflaten):** m **Høyde av rørtopp (over havnivå):** m **Høyde av rørtopp (over bakkenivå):** m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest **Brønnrørsmateriale:** Damprør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m **Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten):** m **Målt dato:**

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	3.70	Grusig sand	0								
3.70	6.70	Grusig sand	0								
6.70	7.70	Grusig finsand	0		0.08						
7.70	10.70	Grusig finsand	0								
10.70	11.70	Grusig sand	0		1.70	3.6	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
11.70	13.70	Grusig sand	0								
13.70	14.70	Sand	0								
14.70	15.70	Sand	0		0.17	7.8	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
15.70	17.70	Grusig sand	0								
17.70	18.70	Sand	0								
18.70	20.70	Grusig sand	0								
20.70	21.70	Sand	0								
21.70	23.70	Sand	2								

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.3

Bh 3 - Skibotn syd

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
23.70	27.70	Sand og finsand	3-5								
27.70	33.70	Siltig finsand	3-8								
33.70	35.70	Morene	3-8								

Merknad:

Andre

opplysninger:

Utfyllingsdato: 04.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 2

Brønn-ID: 295 Type brønn: Undersøkelsesbrønn Fylke: Troms Kommune: Storfjord (1939)

UTM Sone: 34 ØV-koordinater: 470400.00 NS-koordinater: 7697300.00 Høyde over havet: meter

Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 02.09.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 39.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest Brønnrørsmateriale: Damprør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.70	Grus	0								
1.70	8.70	Sand og finsand	0								
8.70	9.70	Sandig grus	0		2.50	2.6	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
9.70	10.70	Sand	0								
10.70	11.70	Grus	0								
11.70	12.70	Grusig sand	0								
12.70	13.70	Grusig sand	0		1.70	3.1	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
13.70	16.70	Grusig sand	0								
16.70	17.70	Grus og sand	0		1.00	4.7	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
17.70	19.70	Grus og sand	0								
19.70	20.70	Grus og sand	1-6								
20.70	21.70	Grus og sand	1-6		0.33	9.2	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
21.70	24.70	Grus og sand	7								

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.4

Bh 4 - Skibotn nord

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
24.70	26.70	Grus og sand	5								
26.70	28.70	Sand	3								
28.70	29.70	Grusig sand	3								
29.70	33.70	Sand og finsand	3								
33.70	35.70	Grusig sand	5								

Merknad:**Andre****opplysninger:**

Utfyllingsdato: 04.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønnkjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 2

Brønn-ID: 296 Type brønn: Undersøkelsesbrønn Fylke: Troms Kommune: Storfjord (1939)

UTM Sone: 34 ØV-koordinater: 470425.00 NS-koordinater: 7697738.00 Høyde over havet: meter

Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 04.09.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 31.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest Brønnrørmaterialer: Damprør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	4.70	Grus	0								
4.70	5.70	Grus	0		2.50	8.4	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
5.70	8.70	Grus	0								
8.70	9.70	Grus	1								Dårlig vannkj. g.
9.70	10.70	Grus	1								
10.70	11.70	Grus	1		1.70	5.4	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
11.70	12.70	Grusig sand	1								
12.70	13.70	Grusig sand	1		2.50	5.0	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
13.70	14.70	Grusig sand	1								
14.70	15.70	Grusig sand	1		2.50	5.1	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
15.70	16.70	Sand	2								
16.70	17.70	Sand	2		2.50	5.0	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
17.70	18.70	Sand	2								

Bh 5 - Salmenesset

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.5

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
18.70	19.70	Sand	2								Dårlig vanngj.g.
19.70	21.70	Sand	2								
21.70	23.70	Grusig sand	2								
23.70	26.70	Grus	5-8								
26.70	28.70	Sand	5-8								
28.70	31.70	Grusig sand	5								

Merknad:

Andre

opplysninger:

Utfyllingsdato: 04.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 2

Brønn-ID: 297 Type brønn: Undersøkelsesbrønn Fylke: Troms Kommune: Storfjord (1939)

UTM Sone: 34 ØV-koordinater: 461640.00 NS-koordinater: 7691977.00 Høyde over havet: meter

Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 03.09.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 31.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest Brønnrørsmateriale: Damprør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	1.70	Sand og stein									
1.70	3.70	Grusig sand									
3.70	6.70	Grus									
6.70	7.70	Grusig sand			0.33	8.5	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
7.70	10.70	Sand									
10.70	11.70	Grusig sand			0.00						
11.70	18.70	Grusig sand									Ved 15,7m. Ingen vanngj.g.
18.70	19.70	Grusig sand									
19.70	20.70	Sand									
20.70	24.70	Grusig sand									
24.70	27.70	Sand									
27.70	28.70	Grusig sand									
28.70	29.70	Sand									

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.6

Bh 6 - Salmeneset

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
29.70	31.70	Finsand									Hardpakket finsand

Merknad:

Andre

opplysninger: Tørsonderte

Utfyllingsdato: 04.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 2

Brønn-ID: 424 Type brønn: Sondering Fylke: Troms Kommune: Storfjord (1939)
 UTM Sone: 34 ØV-koordinater: 461638.00 NS-koordinater: 7691958.00 Høyde over havet: meter
 Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 03.09.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 25.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørsmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	3.70	Grus og stein	0	Grått							
3.70	4.70	Sand	0	Grått							
4.70	7.70	Grusig sand	0	Grått							
7.70	10.70	Sand og finsand	2	Grått							
10.70	13.70	Sand og finsand	3-5	Grått							
13.70	15.70	Grusig sand	3-5	Grått							
15.70	18.70	Sand	3	Grått							
18.70	19.70	Grusig sand	3	Grått							
19.70	23.70	Sand	3	Grått							
23.70	24.70	Sand	3	Grått							Sand m. blokk
24.70	25.70	Sand	3	Grått							

Bh 7 - Taterneset
NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.7

Merknad:

Andre

opplysninger:

Utfyllingsdato: 04.11.1998 **Ansvarlig signatur:** Eilif Danielsen

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 1

Brønn-ID: 426 Type brønn: Sondering Fylke: Troms Kommune: Storfjord (1939)

UTM Sone: 34 ØV-koordinater: 457684.00 NS-koordinater: 7684946.00 Høyde over havet: 1 meter

Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 03.09.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 47.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørsmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	7.70	Sand	0								
7.70	9.70	Sand	1								
9.70	19.70	Sand	2								
19.70	22.70	Sand	5								
22.70	25.70	Sand	6								
25.70	27.70	Grusig sand	7								
27.70	31.70	Sand	7								
31.70	33.70	Grusig sand	8								
33.70	47.70	Siltig finsand	8-10								

Merknad:

Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 04.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.8

Bh 8 - Taterneset

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 1

Brønn-ID: 427 Type brønn: Sondering Fylke: Troms Kommune: Storfjord (1939)
 UTM Sone: 34 ØV-koordinater: 457475.00 NS-koordinater: 7685040.00 Høyde over havet: 2 meter
 Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 04.09.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 47.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode:

Brønnrørsmateriale:

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	10.70	Sand og grus	0								
10.70	20.70	Finsand	2-4								
20.70	24.70	Sand	4								Hardpakket sand
24.70	29.70	Sand	6								Hardpakket sand
29.70	34.70	Sand	8								Hardpakket sand
34.70	47.70	Sand	8-10								Hardpakket sand

Merknad:

Andre opplysninger:

Utfyllingsdato: 04.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.9

Bh 9 - Skibotn nord

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 1 av 2

Brønn-ID: 299 Type brønn: Undersøkelsesbrønn Fylke: Troms Kommune: Storfjord (1939)
 UTM Sone: 34 ØV-koordinater: 459977.00 NS-koordinater: 7692118.00 Høyde over havet: 1 meter
 Oppdragsgivers navn: Storfjord kom. og N.G.U.

Borefirma: Norges geologiske undersøkelse Boredato: 05.09.1998 Borerens navn: E. Danielsen

Boredyp (målt fra overflaten): 33.70 m Dyp til fjell (målt fra overflaten): m Høyde av rørtopp (over havnivå): m Høyde av rørtopp (over bakkenivå): m

Ved prøvepumping, angi prøvepumpingsmetode: Pumpetest Brønnrørsmateriale: Damprør

Vannstand ved endt boring (målt fra rørtopp): m Vannstand ved endt boring (målt fra overflaten): m Målt dato:

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
0.00	4.70	Grus	0								
4.70	5.70	Sand	0		2.50	11.5	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
5.70	6.70	Sand	0								
6.70	7.70	Grov grus	0		4.20	6.9	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
7.70	8.70	Grov grus	0								
8.70	9.70	Grov grus	0		5.00	5.4	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
9.70	10.00	Grov grus	0								
10.70	11.70	Grov grus	0		5.00	4.6	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
11.70	12.70	Grov grus	0								
12.70	13.70	Grov grus	0		3.33	4.4	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
13.70	14.70	Grov grus	0								
14.70	15.70	Grov grus	1-7								Tettere masser
15.70	17.70	Grusig sand	3								

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 4.10

Bh 10 - Sandørnesset

Brønnskjema sonderinger, undersøkelses- og observasjonsbrønner

Storrø, Gaute

Norges geologiske undersøkelse

Side 2 av 2

Fra (m)	Til (m)	Løsmasseprofil	Vanntrykk	Boreslamfarge	Vannuttak (l/s)	Temperatur (°C)	Pumpetid (min)	Vannprøve?	Jordprøve?	Prøvetakingsmetode	Merknader
17.70	18.70	Grov grus	3								
18.70	19.70	Grov grus	3		4.20	4.8	15	Ja	Ja	Pumping (P)	
19.70	33.70	Grov grus	3								

Merknad:

Andre
opplysninger:

Utfyllingsdato: 04.11.1998 Ansvarlig signatur: Eilif Danielsen

NGU Rapport 99.031
Vedlegg 5

NGU, Salt grunnvann i Storfjord kommune
v/Storrø, Gaute
Prosjektnr. 280700

Analyserapport 1998.0225

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1998.0225
NGU PROSJEKT NR.: 280700

OPPDRAKGIVER: NGU, Salt grunnvann i Storfjord kommune

ADRESSE:

TLF.: 315

KONTAKTPERSON: Storrø, Gaute

PRØVETYPE: VANN

ANTALL PRØVER: 14

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 30.09.98

ANMERKNINGER: Ingen

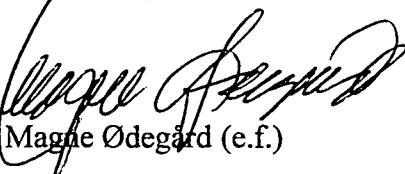
SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
ICP-AES vann	NGU-SD 3.1	Ja
IC	NGU-SD 3.4	Ja
Bestemmelse av pH	NGU-SD 3.5	Ja
Bestemmelse av ledningsevne	NGU-SD 3.6	Ja
Bestemmelse av alkalitet	NGU-SD 3.7	Ja
Bestemmelse av fargetall	NGU-SD 3.8	Ja
Bestemmelse av turbiditet	NGU-SD 3.9	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 15 sider. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Alle forhold ved prøvetaking, behandling og transport av prøvene før innlevering til NGU-Lab er underlagt oppdragsgivers ansvar. Analyseresultater framlagt i denne rapporten refererer derfor kun til det prøvematerialet som er mottatt av NGU-Lab.

Trondheim, 22. oktober 1998



Magne Ødegård (e.f.)

*) Fortegnelse over dokumentasjon finnes i NGU-Labs Kvalitetshåndbok, NGU-SD 0.1, som kan rekHIReres fra NGU-Labs sekretariat.

INSTRUMENT TYPE :

Thermo Jarrell Ash ICP 61

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER VANNANALYSER

(For vannprøver som tynnes, blir deteksjonsgrensene automatisk omregnet).

Si ppb	Al ppb	Fe ppb	Ti ppb	Mg ppb	Ca ppb	Na ppb	K ppb	Mn ppb	P ppb
20.-	20.-	10.-	5.-	50.-	20.-	50.-	500.-	1.-	100.-
Cu ppb	Zn ppb	Pb ppb	Ni ppb	Co ppb	V ppb	Mo ppb	Cd ppb	Cr ppb	Ba ppb
5.-	2.-	50.-	20.-	10.-	5.-	10.-	5.-	10.-	2.-
Sr ppb	Zr ppb	Ag ppb	B ppb	Be ppb	Li ppb	Sc ppb	Ce ppb	La ppb	Y ppb
1.-	5.-	10.-	20.-	1.-	5.0	1.-	50.-	10.-	1.-

ANALYSEUSIKKERHET:

± 20 rel. % for K, Pb, Cd, Li, Ce.

± 10 rel. % for Si, Al, Na, Mo, Cr, Zr, Ag, B og La.

± 5 rel. % for Fe, Ti, Mg, Ca, Mn, P, Cu, Zn, Ni, Co, V, Ba, Sr, Be, Sc, Y.

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 14

ANMERKNINGER: ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	07.10.98	Baard Søberg
Dato	OPERATØR	

ICP-AES ANALYSER
VANN
Analysekontraktsnr: 1998.0225

Prøve navn	Si ppm	Al ppm	Fe ppm	Ti ppm	Mg ppm	Ca ppm	Na ppm	K ppm	Mn ppm	P ppm	Cu ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ni ppm	Co ppm
1	2.14	<0.02	<0.01	0.00659	882	248	7896	308	0.0153	<0.1	<0.005	0.00807	<0.05	<0.02	<0.01
2	0.912	<0.02	<0.01	0.00659	952	262	8414	325	0.0183	<0.1	<0.005	0.0100	<0.05	<0.02	<0.01
3	1.97	<0.02	<0.01	0.00848	857	240	7912	302	0.0140	<0.1	<0.005	0.0106	<0.05	<0.02	<0.01
4	3.36	0.117	0.0320	0.00566	1.94	9.92	8.51	2.66	0.00471	<0.1	<0.005	0.00524	<0.05	<0.02	<0.01
5	0.875	<0.02	0.0208	0.00847	976	269	8883	337	0.0199	<0.1	<0.005	0.00953	<0.05	<0.02	<0.01
6	0.799	<0.02	<0.01	<0.005	998	268	8906	352	0.0159	<0.1	<0.005	0.00747	<0.05	<0.02	<0.01
7	2.06	<0.02	<0.01	0.00941	1000	272	9314	353	0.0274	<0.1	<0.005	0.0104	<0.05	<0.02	<0.01
8	1.06	<0.02	<0.01	0.0108	595	191	5929	222	0.0119	<0.1	<0.005	0.0165	<0.05	<0.02	<0.01
9	1.09	<0.02	<0.01	0.0137	684	212	7192	250	0.0157	<0.1	0.0213	0.0136	<0.05	<0.02	<0.01
10	0.508	<0.02	<0.01	0.00660	855	236	8142	306	0.00902	<0.1	<0.005	0.00911	<0.05	<0.02	<0.01
11	1.46	<0.02	<0.01	0.00989	945	269	8847	341	0.0182	<0.1	<0.005	0.0122	<0.05	<0.02	<0.01
12	0.646	0.0755	<0.01	0.00990	304	89.0	3460	127	0.00693	<0.1	<0.005	0.00945	<0.05	<0.02	<0.01
13	0.775	<0.02	<0.01	0.0137	654	191	6583	241	0.0108	<0.1	<0.005	0.0125	<0.05	<0.02	<0.01
14	0.731	<0.02	<0.01	0.0113	666	198	6411	233	0.0129	<0.1	0.00752	0.0136	<0.05	<0.02	<0.01

ICP-AES ANALYSER
VANN
Analysekontraktsnr: 1998.0225

Prøve navn	V ppm	Mo ppm	Cd ppm	Cr ppm	Ba ppm	Sr ppm	Zr ppm	Ag ppm	B ppm	Be ppm	Li ppm	Sc ppm	Ce ppm	La ppm	Y ppm
1	0.0321	<0.01	<0.005	<0.01	0.0111	4.57	<0.005	<0.01	3.09	<0.001	0.152	0.00220	0.175	<0.01	<0.001
2	0.0339	<0.01	<0.005	<0.01	0.00749	4.77	<0.005	<0.01	3.08	<0.001	0.157	0.00132	0.175	<0.01	<0.001
3	0.0351	<0.01	<0.005	<0.01	0.00999	4.24	<0.005	<0.01	3.07	<0.001	0.152	0.00176	0.202	<0.01	<0.001
4	0.00776	<0.01	<0.005	<0.01	0.00357	0.0199	0.00829	<0.01	<0.02	<0.001	0.00919	0.00220	0.116	<0.01	<0.001
5	0.0386	0.0115	<0.005	<0.01	0.00927	4.70	0.00657	<0.01	3.19	<0.001	0.168	0.00220	0.225	<0.01	<0.001
6	0.0294	<0.01	<0.005	<0.01	0.00713	4.78	<0.005	<0.01	3.39	<0.001	0.165	<0.001	0.143	<0.01	<0.001
7	0.0398	<0.01	<0.005	<0.01	0.0128	4.75	0.00657	<0.01	3.38	<0.001	0.169	0.00220	0.232	<0.01	<0.001
8	0.0380	<0.01	<0.005	<0.01	0.00999	3.06	0.0136	<0.01	2.52	<0.001	0.142	0.00330	0.255	<0.01	<0.001
9	0.0444	<0.01	<0.005	<0.01	0.0118	3.40	0.0144	<0.01	2.62	<0.001	0.141	0.00396	0.313	<0.01	0.00116
10	0.0325	<0.01	<0.005	<0.01	0.00464	4.13	<0.005	<0.01	3.14	<0.001	0.163	0.00110	0.181	<0.01	<0.001
11	0.0403	<0.01	<0.005	<0.01	0.0160	4.55	0.00738	<0.01	3.31	<0.001	0.185	0.00220	0.259	<0.01	<0.001
12	0.0301	<0.01	<0.005	<0.01	0.00606	1.43	0.0139	<0.01	1.91	<0.001	0.0796	0.00330	0.223	<0.01	<0.001
13	0.0456	0.0130	<0.005	<0.01	0.0103	3.19	0.0162	<0.01	2.61	<0.001	0.125	0.00418	0.292	<0.01	0.00154
14	0.0426	0.0100	<0.005	<0.01	0.0111	3.37	0.0133	<0.01	2.38	<0.001	0.130	0.00330	0.272	<0.01	<0.001

7 ANIONER : F⁻, Cl⁻, NO₂^{*}, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻

INSTRUMENT TYPE : DIONEX IONEKROMATOGRAF 2120i

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER

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

ANALYSEUSIKKERHET : 10 % rel. for alle ionene

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 14

ANMERKNINGER: Prøve 4 er analysert ufortynnet, øvrige prøver er fortynnet 10-2000 ganger.

* NGU-LAB er ikke akkreditert for NO₂⁻ *

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	21. oktober 1998	Frank Berge
Dato		OPERATØR

Prøve Id.	Analyse dato	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]
1998.0225-1	02.10.98	< 0.5	14300	< 0.5	45.7	< 0.5	< 2.0	2020
1998.0225-2	02.10.98	< 0.5	15163	< 0.5	52.7	< 0.5	< 2.0	2190
1998.0225-3	02.10.98	< 0.5	13978	< 0.5	48.9	< 0.5	< 2.0	2035
1998.0225-4	01.10.98	< 0.5	5.43	< 0.5	< 0.1	0.4	< 2.0	24.1
1998.0225-5	02.10.98	< 0.5	16044	< 0.5	55.8	< 0.5	< 2.0	2243
1998.0225-6	02.10.98	< 0.5	16463	< 0.5	53.1	< 0.5	< 2.0	2277
1998.0225-7	02.10.98	< 0.5	17277	< 0.5	60.4	< 0.5	< 2.0	2420
1998.0225-8	02.10.98	< 0.5	10246	< 0.5	36.8	< 0.5	< 2.0	1470
1998.0225-9	02.10.98	< 0.5	12604	< 0.5	45.9	< 0.5	< 2.0	1754
1998.0225-10	02.10.98	< 0.5	14827	< 0.5	51.5	< 0.5	< 2.0	2044
1998.0225-11	02.10.98	< 0.5	16056	< 0.5	59.2	< 0.5	< 2.0	2236
1998.0225-12	02.10.98	< 0.5	5640	< 0.5	18.8	< 0.5	< 2.0	805
1998.0225-13	02.10.98	< 0.5	12575	< 0.5	41.8	< 0.5	< 2.0	1637
1998.0225-14	02.10.98	< 0.5	12113	< 0.5	41.2	< 0.5	< 2.0	1574

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS-ISO 7888**INSTRUMENT TYPE :** Radiometer Titralab 94 / CDM 210 Conductivity meter**NEDRE BESTEMMELSES GRENSE :** 0.07 mS m⁻¹**ANALYSEUSIKKERHET :**

Måleområde / mS m ⁻¹	Usikkerhet
0.07 - 0.2	± 3 % rel
> 0.2	± 1 % rel.

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.**ANTALL PRØVER:** 14.

∞

- ANMERKNINGER:**
1. Elektrisk konduktivitet ved 25°C er beregnet ved automatiske temperaturkompensasjon. Temperatur verdier oppgitt i tabellen tilsvarer prøvetemperatur under måling.
Resultat angis i mS/m (1mS/m=10µS/cm) med tre gjeldende siffer
 2. Resultater mindre enn 1 mS/m kan bli påvirket av atmosfærisk karbondioksyd og ammoniakk

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	13. oktober 1998	Tomm Berg
Dato		OPERATØR

Dato	Oppdr. nr.	Prøvemrk.	Lokalitet	Prøvetatt	Ledn.-evne	Temp.
					mS/m	°C
12.10.98	1-225/98	1	Storfjord kommune	01.09.98	4100	20.9
"	2-225/98	2	"	01.09.98	3860	20.9
"	3-225/98	3	"	01.09.98	3840	21.2
"	4-225/98	4	"	02.09.98	9.98	21.2
"	5-225/98	5	"	04.09.98	4270	20.9
"	6-225/98	6	"	04.09.98	4250	20.6
"	7-225/98	7	"	04.09.98	4460	20.7
"	8-225/98	8	"	05.09.98	2983	21.0
"	9-225/98	9	"	05.09.98	3462	20.9
"	10-225/98	10	"	05.09.98	3920	21.3
"	11-225/98	11	"	05.09.98	4290	21.0
"	12-225/98	12	"	02.09.98	1793	21.0
"	13-225/98	13	"	02.09.98	3259	21.1
"	14-225/98	14	"	02.09.98	3199	21.3

pH: UTFØRES ETTER NORSK STANDARD -NS 4720

ALKALITET: UTFØRES ETTER NGU-SD 3.7B (følger tidligere NS 4754)

INSTRUMENT TYPE : Radiometer Titralab 94 / Glasselektrode pHC 2701

ANALYSE	NEDRE BESTEMMELSES GRENSE	ANALYSEUSIKKERHET		
		Måleområde	Usikkerhet	
pH	-	-	± 0.05 pH units	
Alkalitet	0.04 mmol l ⁻¹	0.04 - 0.2 mmol l ⁻¹ 0.2 - 2.0 mmol l ⁻¹ > 2.0 mmol l ⁻¹	p-alkalitet ± 0.02 mmol l ⁻¹ ± 5.0 % rel. ± 4.3 % rel.	t-alkalitet ± 0.04 mmol l ⁻¹ ± 4.0 % rel. ± 1.0 % rel.

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 14.

ANMERKNINGER: Ingen.

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	13. oktober 1998	Tomm Berg
------------------	------------------	-----------

Dato

OPERATØR

Dato	Oppdr. nr.	Prøvemrk.	Lokalitet	Prøvetatt	pH	t-alkalitet mmol/l
12.10.98	1-225/98	1	Storfjord kommune	01.09.98	7.30	1.64
"	2-225/98	2	"	01.09.98	7.34	2.03
"	3-225/98	3	"	01.09.98	7.34	1.84
"	4-225/98	4	"	02.09.98	6.54	0.21
"	5-225/98	5	"	04.09.98	7.29	1.68
"	6-225/98	6	"	04.09.98	7.26	1.72
"	7-225/98	7	"	04.09.98	7.47	2.07
"	8-225/98	8	"	05.09.98	7.69	2.25
"	9-225/98	9	"	05.09.98	7.66	2.38
"	10-225/98	10	"	05.09.98	7.94	1.79
"	11-225/98	11	"	05.09.98	7.67	2.36
"	12-225/98	12	"	02.09.98	7.49	1.06
"	13-225/98	13	"	02.09.98	7.49	1.49
"	14-225/98	14	"	02.09.98	7.58	1.46

METODE

Vannet filtreres gjennom et membranfilter med porestørrelse 0.45µm. Absorbansen måles ved 410nm. Resultatene er oppgitt uten benevning som konsentrasjon av platina (mg/l Pt) i en referanseløsning med samme absorbans. (Metoden tilsvarer tidligere Norsk Standard - NS 4787. 1 utg. 1988)

INSTRUMENT TYPE : SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 1.4

ANALYSEUSIKKERHET : ± 7.5 % rel.

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

ANTALL PRØVER: 14

ANMERKNINGER: Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	13. oktober 1998	Bente Kjøsnes
Dato		OPERATØR

Pr.merk	Prøvetatt	Fargetall
1	01.09.98	9.6
2	01.09.98	3.8
3	01.09.98	3.6
4	02.09.98	2.1
5	04.09.98	3.7
6	04.09.98	3.8
7	04.09.98	2.9
8	05.09.98	2.4
9	05.09.98	5.3
10	05.09.98	4.3
11	05.09.98	3.8
12	02.09.98	3.2
13	02.09.98	4.6
14	02.09.98	5.5

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4723.**INSTRUMENT TYPE :** Hach 2100 A Turbidimeter**NEDRE BESTEMMELSES GRENSE :** 0.05 FTU**ANALYSEUSIKKERHET :**

Måleområde / FTU	Usikkerhet
0.05 - 1.0	± 0.04 FTU
1.0 - 10	± 0.4 FTU
10 - 100	± 4 FTU
100 - 1000	± 40 FTU

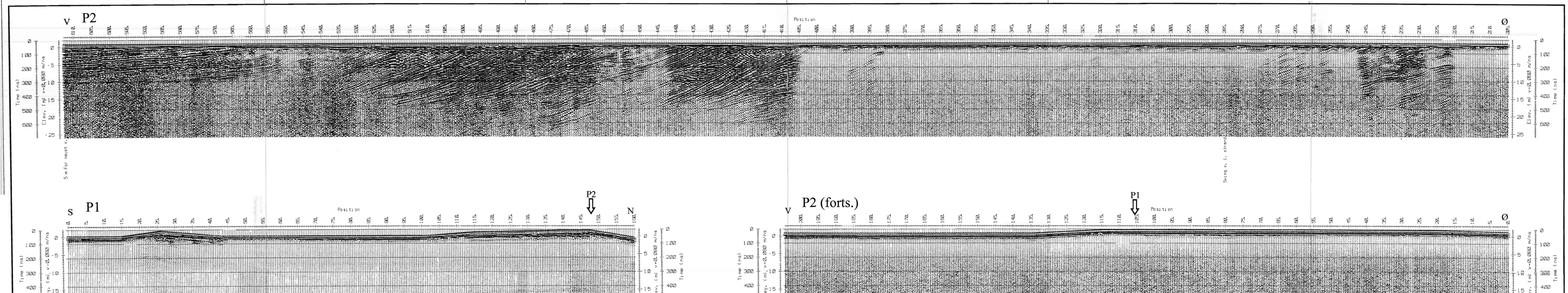
PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.**ANTALL PRØVER:** 14**ANMERKNINGER:** Ingen**Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.**

Ferdig analysert	14. oktober 1998	Bente Kjøsnes
Dato	OPERATØR	

Pr.merk	Prøvetatt	Turbiditet F.T.U.
1	01.09.98	1.0
2	01.09.98	2.5
3	01.09.98	3.8
4	02.09.98	0.79
5	04.09.98	7.1
6	04.09.98	4.5
7	04.09.98	5.4
8	05.09.98	1.2
9	05.09.98	0.84
10	05.09.98	0.24
11	05.09.98	7.6
12	02.09.98	0.34
13	02.09.98	0.98
14	02.09.98	2.0

TEGNINGSBILAG

- 99.031-01 Skibotn syd – georadaropptak P1 og P2
- 99.031-02 Skibotn syd – georadaropptak P3, P3X, P4 og P5
- 99.031-03 Salmeneset – georadaropptak P6, P7 og P8
- 99.031-04 Sandørneset – georadaropptak P9, P10 og P11
- 99.031-05 Taterneset – georadaropptak P12, P13, P14 og P15



TEGNFORKLARING



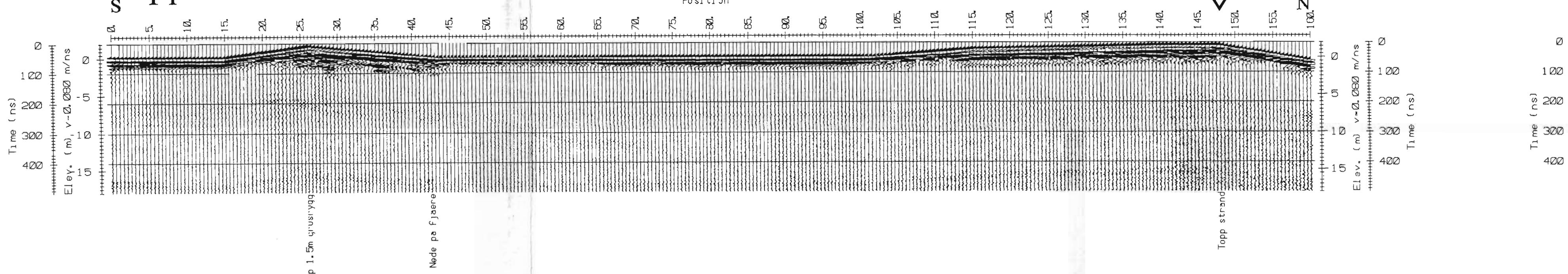
Kryssende profil

P2

P1

P1

P2 (forts.)



N

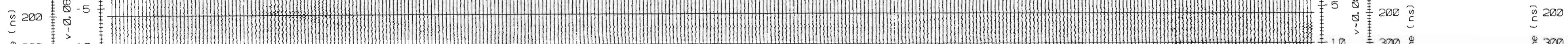
Z

Time (ns)



Ellev. (m) v=2.080 m/ns

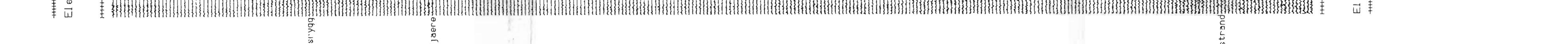
Time (ns)



Time (ns)



Time (ns)



Time (ns)

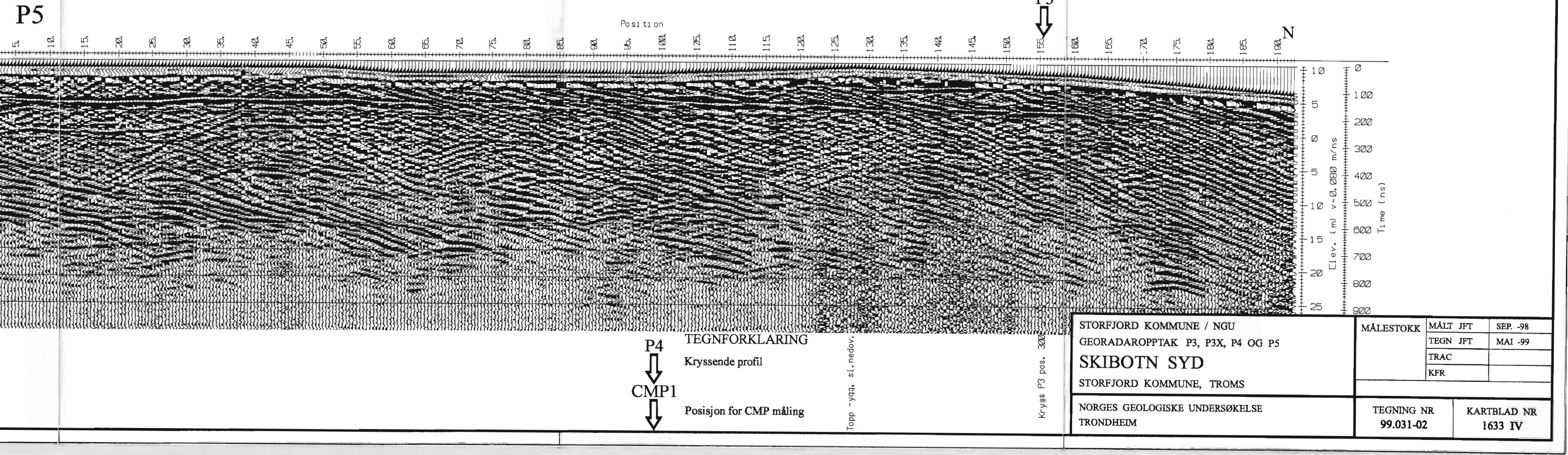
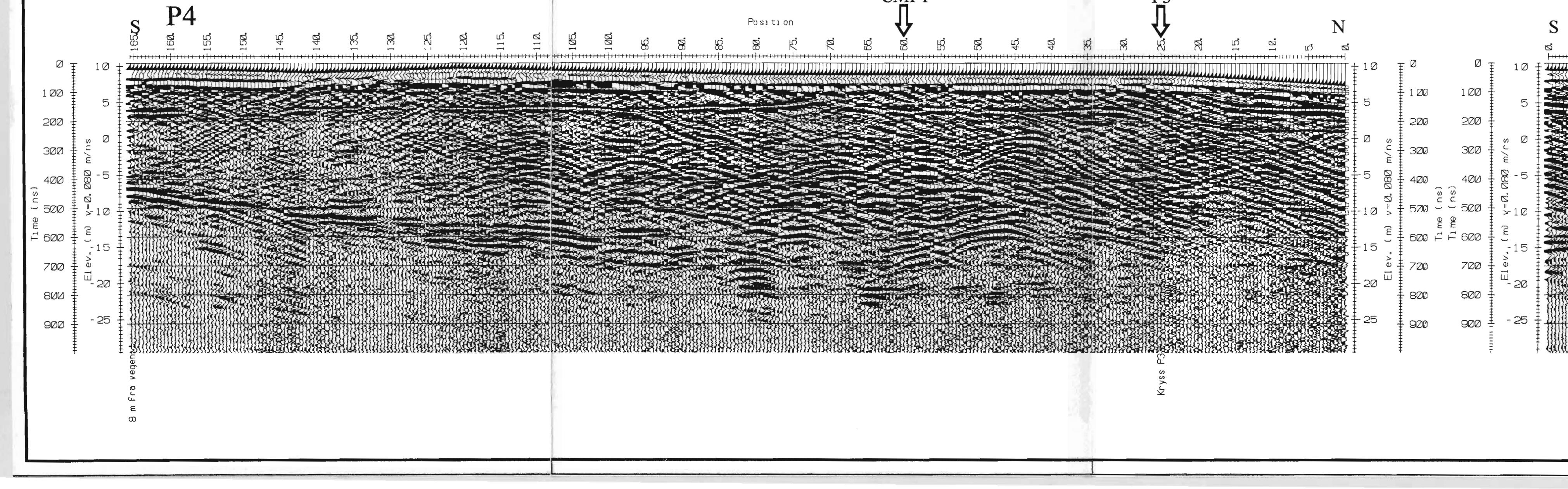
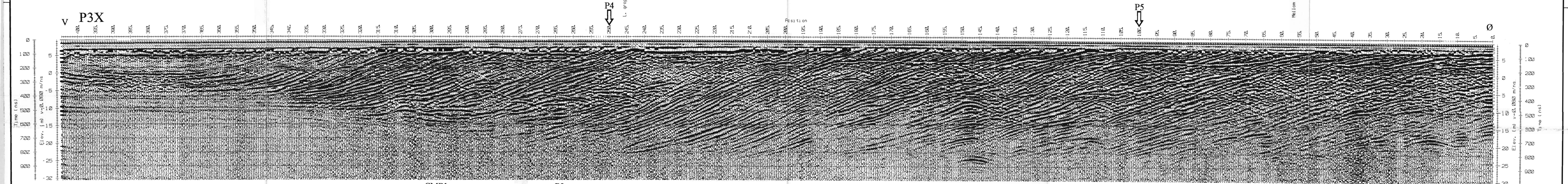
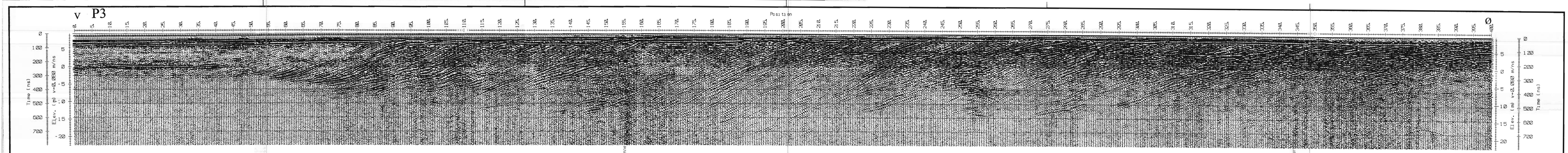


Time (ns)



Time (ns)

Time (ns)</p

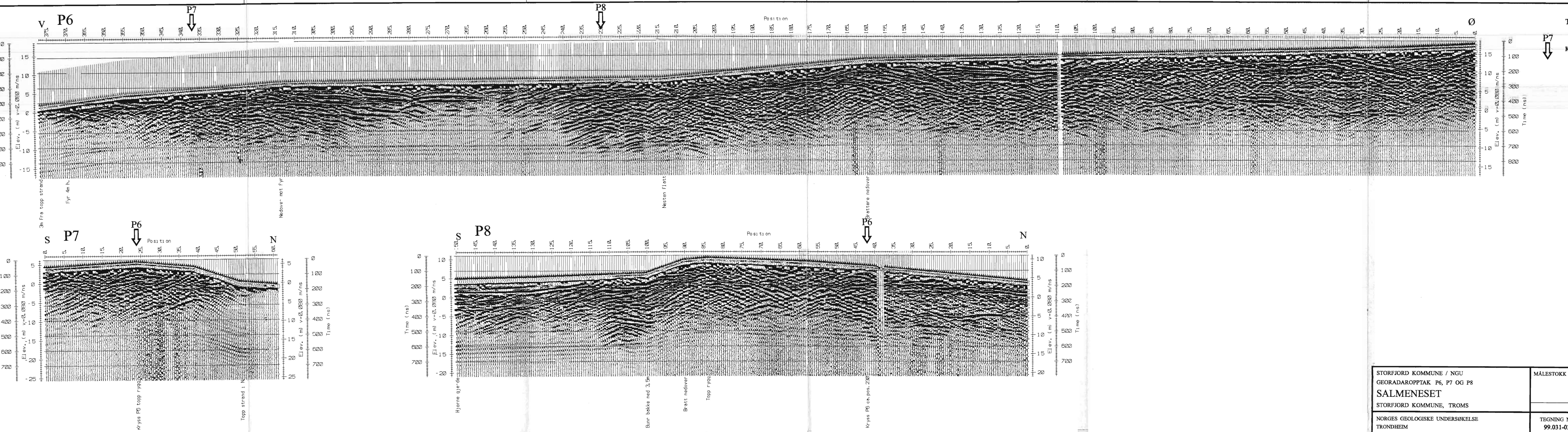


EGNFORKLARING

Ysgende profil

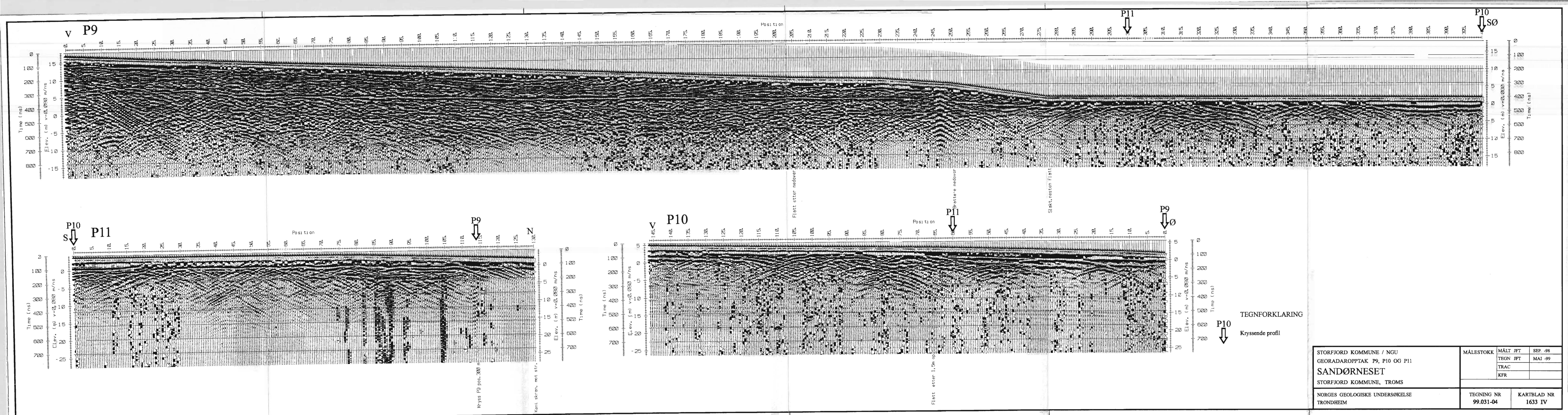
Sisjon for CMP måling

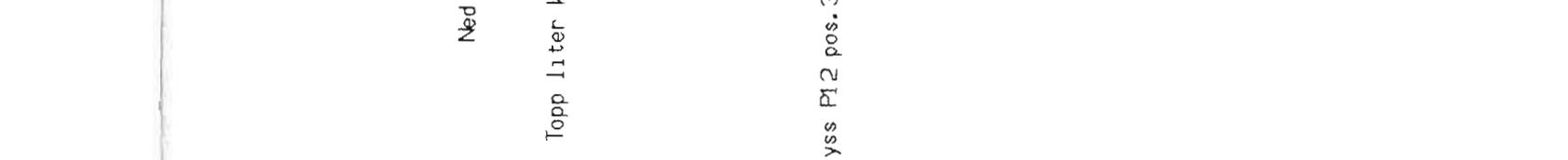
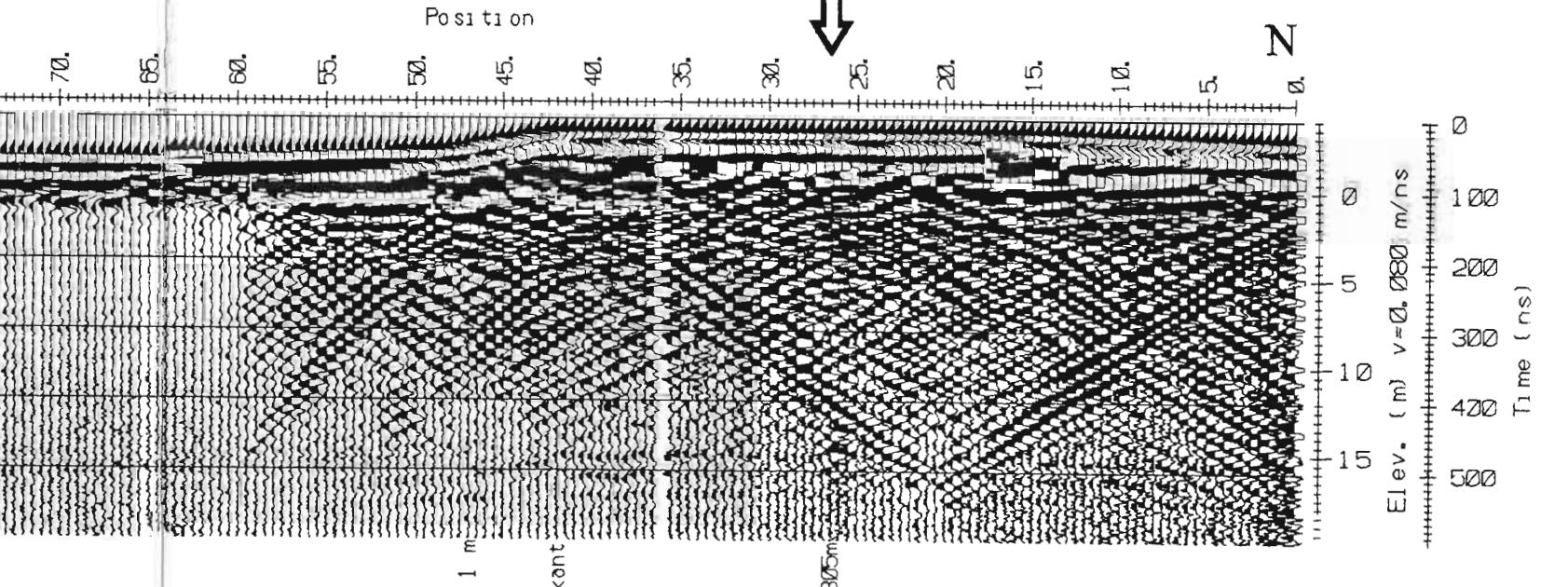
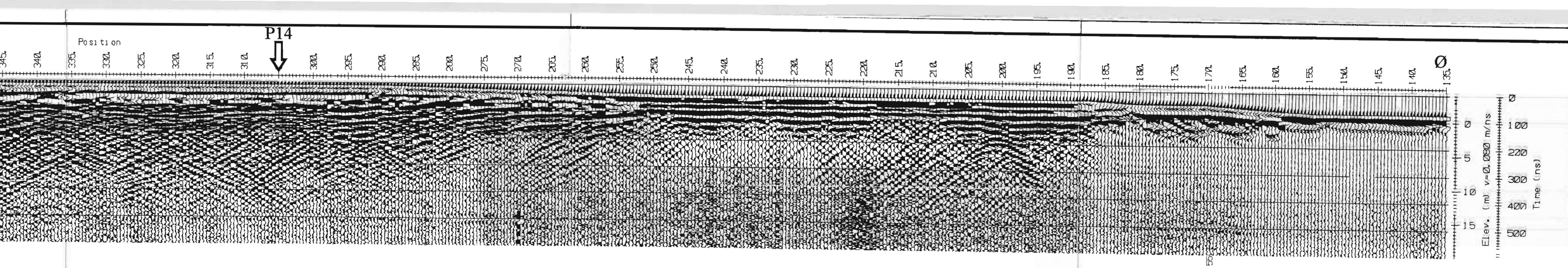
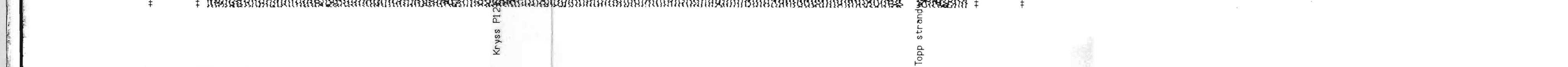
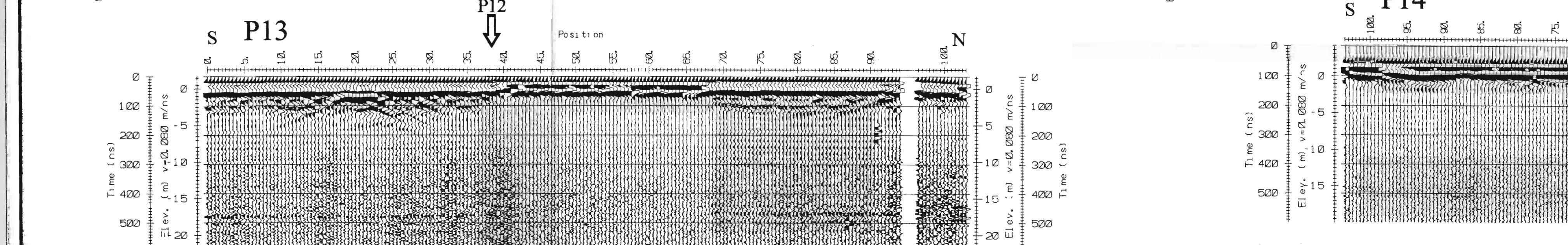
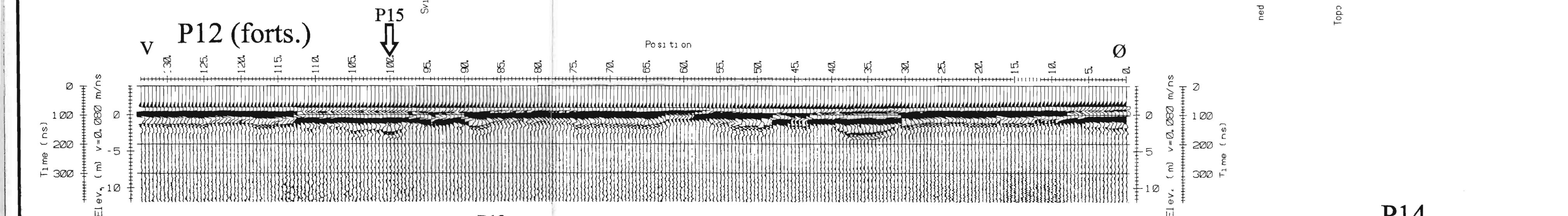
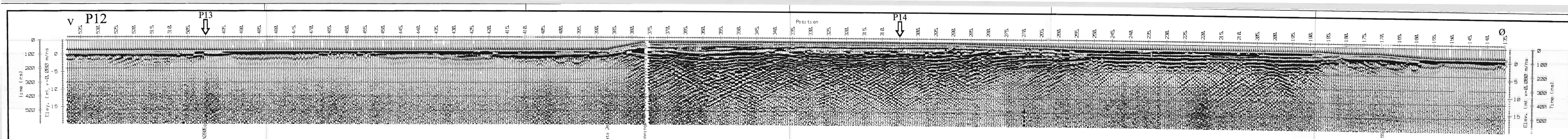
STORFJORD KOMMUNE / NGU GEORADAROPPTAK P3, P3X, P4 OG P5 SKIBOTN SYD STORFJORD KOMMUNE, TROMS	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	SEP. -98
		TEGN JFT	MAI -99
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		TEGNING NR 99.031-02	KARTBLAD NR 1633 IV



LT JFT	SEP -98
BN JFT	MAI -99
AC	
R	

	KARTBLAD NR 1633 IV
--	------------------------





TEGNFORKLARING

Kryssende profil

STORFJORD KOMMUNE / NGU GEORADAROPPTAK P12, P13, P14 OG P15 TATERNESET STORFJORD KOMMUNE, TROMS	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	SEP. -98
	TEGN JFT	MAI -99	
	TRAC		
	KFR		
		TEGNING NR 99.031-05	KARTBLAD NR 1633 IV