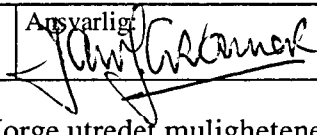


NGU Rapport 2001.082

Grunnvannsundersøkelser ved Kvennbø og
Vindøla i Surnadal for vurdering av grunnvann
til settefiskproduksjon

Rapport nr.: 2001.082		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved Kvennbø og Vindøla i Surnadal for vurdering av grunnvann til settefiskproduksjon			
Forfatter: Bernt Olav Hilmo, Gaute Storrø og Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: Statkraft SF Region Midt-Norge	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Surnadal	
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1420-I Snota og 1420-IV Stangvik	
Forekomstens navn og koordinater: Kvennbø og Vindøla		Sidetall: 24	Pris: 185
Feltarbeid utført: juni 2000-juni 2001		Rapportdato: 26.09.01	Prosjektnr.: 271215
		Ansvarlig: 	
Sammendrag: Norges geologiske undersøkelse (NGU) har på oppdrag fra Statkraft Midt-Norge utredet mulighetene for grunnvannsuttak ved Kvennbø og Vindøla i Surnadal. Statkraft vurderer å benytte grunnvann i settefiskproduksjon. Vannbehovet er oppgitt til maksimum 9 l/s. Innledningsvis ble det på begge stedene foretatt feltbefaring og georadarmålinger for kartlegging av løsmassene. Ut fra disse undersøkelsene ble det så foretatt undersøkelsesboringer med testpumper for bestemmelse av løsmassefordeling mot dypet, og for å vurdere vanngiverevne og grunnvannets fysikalsk-kjemiske kvalitet. Ved Kvennbø er det påvist gode muligheter for grunnvannsuttak fra over 20 m tykke sand- og grusavsetninger. Det er foretatt langtids prøvepumping for sikker vurdering av uttaksmengder og grunnvannskvalitet. Grunnvannskvaliteten er god og stabil i hele pumpeperioden, og alle analyserte parametere med unntak av pH tilfredsstillende til kravene til drikkevann som er sammenlignbar med kravene til settefiskproduksjon. Kapasiteten ble lavere enn forventet og var helt nede mot 2 l/s midtvinters mot ca 10 l/s i starten. Den lave kapasiteten skyldes dårlig kommunikasjon mellom vassdrag og pumpebrønn, samt lite nedbør i store deler av pumpeperioden. En annen brønnplassering og uttak fra flere brønner gir muligheter for økt uttak. Løsmassene i det undersøkte området ved Vindøla består hovedsakelig av silt og finsand under grunnvannsspeilet, og det er følgelig små muligheter for større uttak av grunnvann. Videre undersøkelser frarådes i dette området.			
Emneord: Hydrogeologi	Løsmasse	Geofysikk	
Grunnvannsforsyning	Georadar	Sonderboring	
Grunnvannskvalitet	Elveavsetning	Fagrapport	

INNHOOLD

1.	INNLEDNING	4
2.	KVENNBØ.....	4
2.1	Områdebeskrivelse	4
2.2	Georadarmålinger	5
2.3	Undersøkelsesboringer	6
2.4	Prøvepumping.....	8
2.4.1	Kapasitet og grunnvannsnivå	8
2.4.2	Grunnvannskvalitet.....	9
2.5	Vurdering av uttakspotensialet og brønnplassering	11
2.6	Vurdering av forurensningsfare og arealrestriksjoner	12
3.	VINDØLA.....	12
3.1	Områdebeskrivelse	13
3.2	Georadarmålinger	13
3.3	Sonderboring	14
3.4	Samlet vurdering	14
4.	REFERANSER.....	14

TEKSTBILAG

- 1 Georadar, metodebeskrivelse

KARTBILAG

2001.82-01	Oversiktskart over undersøkte lokalitet ved Kvennbø i Surnadal
2001.82-02	Oversiktskart over undersøkte lokalitet ved Kvennbø i Surnadal
2001.82-03	Detaljkart i M 1 : 5000 som viser utskrift av georadarprofil 1-4, samt plasseringen av georadarprofil, sonderboringer/peilebrønner og prøvepumpingsbrønn ved Kvennbø
2001.82-04	Detaljkart i M 1 : 5000 som viser utskrift av georadarprofil 5-9, samt plasseringen av georadarprofil, sonderboringer/peilebrønner og prøvepumpingsbrønn ved Kvennbø
2001.82-05	Detaljkart i M 1 : 5000 som viser utskrift av georadarprofil 12-14, samt plasseringen av georadarprofil og sonderboring ved Vindøla

DATABILAG

- 1 Boreprofiler Kvennbø
- 2 Vannanalyser av grunnvannsprøver, Kvennbø
- 3 Kapasitet og vannstand i peilebrønner under prøvepumping, Kvennbø
- 4.1 Kjemiske og fysiske analyser av grunnvann fra prøvepumping, Kvennbø
- 4.2 Bakteriologiske og kjemiske analyser av grunnvann fra prøvepumping, Kvennbø
- 5 Boreprofil Vindøla

1. INNLEDNING

Formål med grunnvannsundersøkelsene ved Kvennbø og Vindøla har vært å finne en vannkilde som kan benyttes til produksjon av settefisk. Fordelen med å benytte grunnvann er at grunnvann har en god hygienisk kvalitet. Grunnvann har også vanligvis en høyere temperatur enn overflatevann om vinteren og våren noe som gir lavere energikostnader til oppvarming. For å få til en optimal vanntemperatur gjennom hele produksjonsperioden er det planlagt å benytte grunnvann i kombinasjon med overflatevann.

Norges geologiske undersøkelse har tidligere undersøkt mulighetene for grunnvannsuttak for Statkraft til samme formål både ved Sande (Hilmo, 1999) og ved Vindøla (Morland og Tønnesen, 1993). Det ble konkludert med små muligheter for større uttak av grunnvann ved Sande, mens det ved Vindøla ble konkludert med at det kreves videre undersøkelser for å kunne gi en sikker vurdering av uttakspotensialet av grunnvann.

Statkraft kom derfor med en ny henvendelse til NGU vinteren 2000 og på bakgrunn av tilbud gitt av NGU ble det avtalt å gjøre flere undersøkelser ved Vindøla, samt å undersøke mulighetene for grunnvannsuttak ved Kvennbø (se kartbilag 1). Innledningsvis ble det på begge stedene sommeren 2000 foretatt feltbefaring og georadarmålinger for kartlegging av løsmassene. Ut fra disse undersøkelsene ble det i juli og oktober 2000 foretatt undersøkelsesboringer med testpumper for bestemmelse av løsmassefordeling mot dypet og for å vurdere vanngiverevne og grunnvannets fysikalsk-kjemiske kvalitet.

Ved Kvennbø ble det i november 2000 satt ned to brønner som ble prøvepumpet i perioden november 2000 til juni 2001.

Følgende personer fra NGU har vært involvert:

Bernt Olav Hilmo, prosjektleder

Gaute Storrø, forundersøkelser med undersøkelsesboringer

Einar Dalsegg, georadarmålinger

Bjørn Iversen, undersøkelsesboringer

Atle Dagestad, undersøkelsesboringer

Eilif Danielsen, boring av brønner for prøvepumping

Åge Bjørge har vært Statkrafts kontaktperson. Personell fra Statkraft har bistått med overvåking av prøvepumping og vannprøvetaking, mens Næringsmiddeltilsynet for Indre Nordmøre har utført vannanalyser på mikrobiologiske parametere.

2. KVENNBO

2.1 Områdebeskrivelse

Det aktuelle området for settefiskanlegg ligger ved Kvenndøla, ca 200 m sør for samløpet mellom Kvenndøla og Søya. Området på vestsida av Kvenndøla består av dyrket mark, mens området på østsida består av både dyrket mark og mark som ikke lenger er i produksjon. I følge tidligere kvartærgeologisk kartlegging (Follestad, 1984) består løsmassene ved Kvennbø av en høyereliggende breelvavsetning ved utløpet av Kvenndalen og elveavsetninger på slettene langs Søya. I breelvavsetningen er det et lite massetak på østsiden av Kvenndøla.

2.2 Georadarmålinger

Georadaren som ble benyttet var av typen "pulseEKKO 100" (Sensors & Software Inc. Canada). Målingene ble utført med 100 MHz-antennene og 1000V sender. Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand på 1 meter og en flytteavstand på 0,5 meter. På grunn av mindre unøyaktigheter i flyttingen av antennene vil posisjonene som er angitt øverst på opptakene avvike noe fra de reelle avstandene som er angitt nederst på opptakene.

Ved Kvendbø ble det målt 9 georadarprofiler. Måleområdet er angitt på kartbilag -01 og profilenes plassering framgår av kartutsnitt på kartbilagene -03 og -04. Ved dybdekonverteringen er det benyttet en gjennomsnittlig hastighet på 0.07 m/ns. Dette var den hastigheten som hadde best tilpasning til resultatene fra sonderboringene som ble utført i etterkant av målingene. En beskrivelse av målemetoden er angitt i tekstbilag 1.

Profil 1

Profilen er plottet fra sør mot nord og ligger like øst for og parallelt med Kvenndøla. I området 0 til ca. 110 viser opptaket ingen markerte strukturer. En svak reflektor i dette området kan representere fjelloverflata. Denne reflektoren ligger meget grunt ved posisjon 0, ca 3 meter ved posisjon 40 og blir gradvis dypere og er trolig på ca 10 meters dyp ved posisjon 100. Fra posisjon 110 og ut profilen viser opptaket indikasjoner på flere strukturer. Grunnvannsspeilet ser her ut til å ligge meget grunt (1 til 2 meter). Under et grovere topplag ligger et lag med mindre reflektivitet, noe som indikerer større andel av finstoff. Mot nord stikker dette laget under et lag med grovere materiale. Dette laget er mest trolig avsatt fra øst.

Profil 2

Profilen er plottet fra sørvest mot nordøst og krysser profil 1. Fra posisjon 0 til ca 135 gjenkjennes lagpakken med forholdsvis lav reflektivitet fra profil 1. Skrålagene i pakken faller i det vesentligste mot vest. Videre mot øst varierer tydeligvis avsetningene mellom partier med grovere masser og partier med mer finstoff. Skråreflektoren på posisjon 240 skyldes en punktkilde (trolig en stein) nær overflaten. Profilen starter ikke langt fra sonderboring 2 på profil 6 som indikerer at under et grovt topplag på fire meter ligger en sandpakke på ca 15 meter med innslag av noen markerte gruslag. Under dette er det igjen indikasjoner på et grovere lag før en trolig går inn i fjell på ca 23 meter.

Profil 3

Profil 3 er plottet fra sørvest mot nordøst og følger en veg. Grunnvannsspeilet ser ut til å ligge grunt (1-2 meter) langs hele profilen. Under et grovere topplag ser avsetningen langs profilen ut til å bestå av partier som veksler mellom grovere og finere masser. Det er få klare strukturer i avsetningene.

Profil 4

Profil 4 er plottet fra sør mot nord og krysser profil 3. Under et grovt topplag på 3 til 4 meter ser avsetningen her ut til å bestå av finstoff uten noen markerte strukturer.

Profil 5

Profil 5 er plottet fra sør mot nord og ligger like vest og parallelt Kvenndøla. Profilen indikerer et grovt topplag på 3 til 4 meter over en deltaavsetning med større grad av finstoff. I det midterste partiet av deltaavsetningen ses klare indikasjoner på skrålag. Avsetningen er undersøkt ved sonderboring ved posisjon 272 (Bh1). Boringene indikerer også et grovt topplag på ca. fire meter, med underliggende sand og grusig sand. Ved 29 meter indikeres et ca 4 meter tykt lag med grovere masse over fjell som er fastlagt til 34,5 meter. Fra posisjon 0

til 125 indikeres en svak reflektor som trolig representerer fjelloverflata. Dypet er ca. 6 meter ved posisjon 0, og blir gradvis dypere til 12 – 13 meter ved posisjon 15.

Profil 6

Profil 6 er plottet fra vest mot øst og krysser profil 5. Profilet indikerer samme avsetningstype som for profil 5. De utholdende reflektorene som kommer fram i skrålagerne er trolig lag med grovere materiale. Dette bekreftes av sonderboring (Bh 2) ved posisjon 0. Boringene indikerer at under et grovt topplag på fire meter ligger en sandpakke på ca 15 meter med innslag av noen markerte gruslag. Under dette er det igjen indikasjoner på et grovere lag før en trolig går inn i fjell på ca 23 meter. Retningen på skrålagerne på profilene 5 og 6 viser at retningen på deltaavsetningen i dette området er fra øst.

Profil 7

Profil 7 er plottet fra vest mot øst og går langs veg like nord for nytt elveløp. Grunnvannsnivået indikeres til å ligge på 2 til 3 meter langs hele profilet. I motsetning til profilene 5 og 6 indikerer opptaket her, under et topplag på 4 til 5 meter, grovere masser i den underliggende avsetningen. Langs hele profilet indikeres skrålager i den underliggende avsetningen, og fra posisjon 350 og ut profilet blir skrålagerne mer markerte og mere utholdende. Denne avsetningstypen vil normalt være velegnet for grunnvannsuttak.

Profil 8

Profil 8 er plottet fra sørøst mot nordvest og skjærer avslutningen av profil 6. Det er foretatt sonderboring ved posisjon 30 (Bh 3). Boringen indikerer et grovt topplag på 3 meter over et 9 meter tykt sandlag. Under dette indikeres et morenepreget lag på 4 meter. Avsetningsmønstrer kjennes igjen fra profilene 5 og 6 i den sørlige delen av profilet. I den nordlige delen endres retningen på avsetningen til horisontalt og sørlig. Dette kan indikere at denne delen av avsetningen er avsatt fra øst (hoveddalen).

Profil 9

Profil 9 er plottet fra vest mot øst og går langs veg like sør for nytt elveløp. I likhet med profil 7 indikerer også dette profilet at avsetningen i dette området har partier av grovere og finere materiale med varierende helling på lagene. Det er foretatt sonderboring i posisjon 213 (Bh 4). Boringene indikerer et grovt topplag på 3 meter over et sandig lag på 17 meter. Deretter indikeres et ca 44 meter tykt lag med løstlagret sand over fjell som er påvist ved 64,5 meter.

Sammendrag for Kvendbø

Georadarmålingene indikerer en deltaavsetning med varierende avsetningsretninger. Det øverste grove materiale er elvemateriale, mens skrålagerne tilhører den primære breelvavsetningen. Ut fra georadaropptakene synes det å være størst mulighet for grunnvannsuttak vest for Kvenndøla. Her viser flere av opptakene store partier med skrålager, hvor flere ser ut til å ha større innslag av grovere masser.

2.3 Undersøkellesboringer

På grunnlag av georadarmålingene ble det tatt ut fem punkter for undersøkelsesboringer (kartbilag 3). Undersøkelsesboringerne ble utført med en beltegående borerigg av typen HAFO. Ved påvisning av egnede masser for grunnvannsuttak ble det satt ned en Ø36 mm undersøkelsesbrønn med 1,2 m langt slisset filter som så ble testpumpet i forskjellige nivå for kapasitetsvurdering og prøvetaking av

løsmasser og grunnvann. Databilag 1 viser boreprofilene. Alle boringene unntatt borehull 5 ble boret til fjell. Løsmassetykkelsen varierer fra ca. 17 m i borehull 3 til 63,5 m i borehull 4.

Det ble registrert masser med vanngjennomgang i alle borehullene, og fra fire av hullene fikk vi pumpet opp betydelige vannmengder. På grunn av noe dårlig sug på sugepumpa varierte mengden opp-pumpet vann med grunnvannsnivået.

Borehull 1 viste vekslende finsand, sand og grus til 35 m dyp. Det ble påvist masser med god vanngjennomgang på 9,7 og 17,7 m dyp, men på grunn av stor løfthøyde og dårlig pumpe fikk vi ikke pumpet opp vann. På 29,7 m dyp ble det registrert dårligere vanngjennomgang.

I borehull 2 ble det påvist vekslende sand og grus til fjell på 23 m dyp. Her ble det ikke utført testpumping.

I borehull 3 ble det påvist sand og grus med god vanngjennomgang fra 4 m til fjell som ble nådd på 17 m dyp. Testpumper på 7,7, 9,7 og 11,7 m ga hhv. 1,7, 2,5 og 1,7 l/s.

Borehull 4 viste 63,5 m med finsand, sand og grus over fjell. Massene blir mer finkornige mot dypet. Det ble ved nedsetting av undersøkelsesbrønn påvist sand- og grusmasser med middels til god vanngjennomgang ned til 14 m. I nivå 16,7-17,7 m ble det påvist masser med dårlig vanngjennomgang.

I borehull 5 ble det boret i vekslende sand- og grusmasser ned til 20 m uten at fjell ble påvist. To testpumper av en undersøkelsesbrønn på 5,7 og 7,7 m indikerte masser med middels-god vanngjennomgang.

I borehull 6 består løsmassene av sand og grus til fjell på ca 19 m dyp. Det ble påvist god vanngjennomgang i massene, og en testpumping i nivå 8,7-9,7 m dyp ga ca. 2,5 l/s.

Vannkvaliteten på opp-pumpet grunnvann er god. Vannkvaliteten som kreves for smoltproduksjon er sammenlignbar med kravene i Drikkevannsforskriften. I databilag 2 er derfor de målte fysiske-kjemiske parametere sammenlignet med Drikkevannsforskriften. Vannprøven fra 4,7 – 5,7 m i borehull 3 har for høyt innhold av jern (0,3 mg/l i forhold til kravet på maks. 0,2 mg/l), mens prøven fra 6,7-7,7 m i borehull 3 og prøven fra 8,7-9,7 m i borehull 5 har for høyt innhold av mangan (0,08 og 0,16 mg/l i forhold til kravet på maks. 0,05 mg/l). Selv om nitratinnholdet i alle prøvene ligger klart under kravet i Drikkevannsforskriften, er det likevel såpass høyt (4-22 mg NO₃/l) at det indikerer påvirkning fra gjødslet dyrkamark. Det må påpekes at det stilles strengere krav til nitratinnhold for vann til smoltproduksjon enn til drikkevann. Nitratinnholdet forventes å reduseres ved et kontinuerlig uttak av grunnvann, da dette vil gi økt infiltrasjon av nitratfattig elvevann. Ellers har alle prøvene relativt lav alkalitet og pH-verdi. Dette skyldes hovedsakelig at løsmassene er dominert av tungtløselige mineraler som kvarts og feltspat. Grunnvannstemperaturen ligger omkring 6 °C, noe som er normalt ut fra årsmiddeltemperaturen.

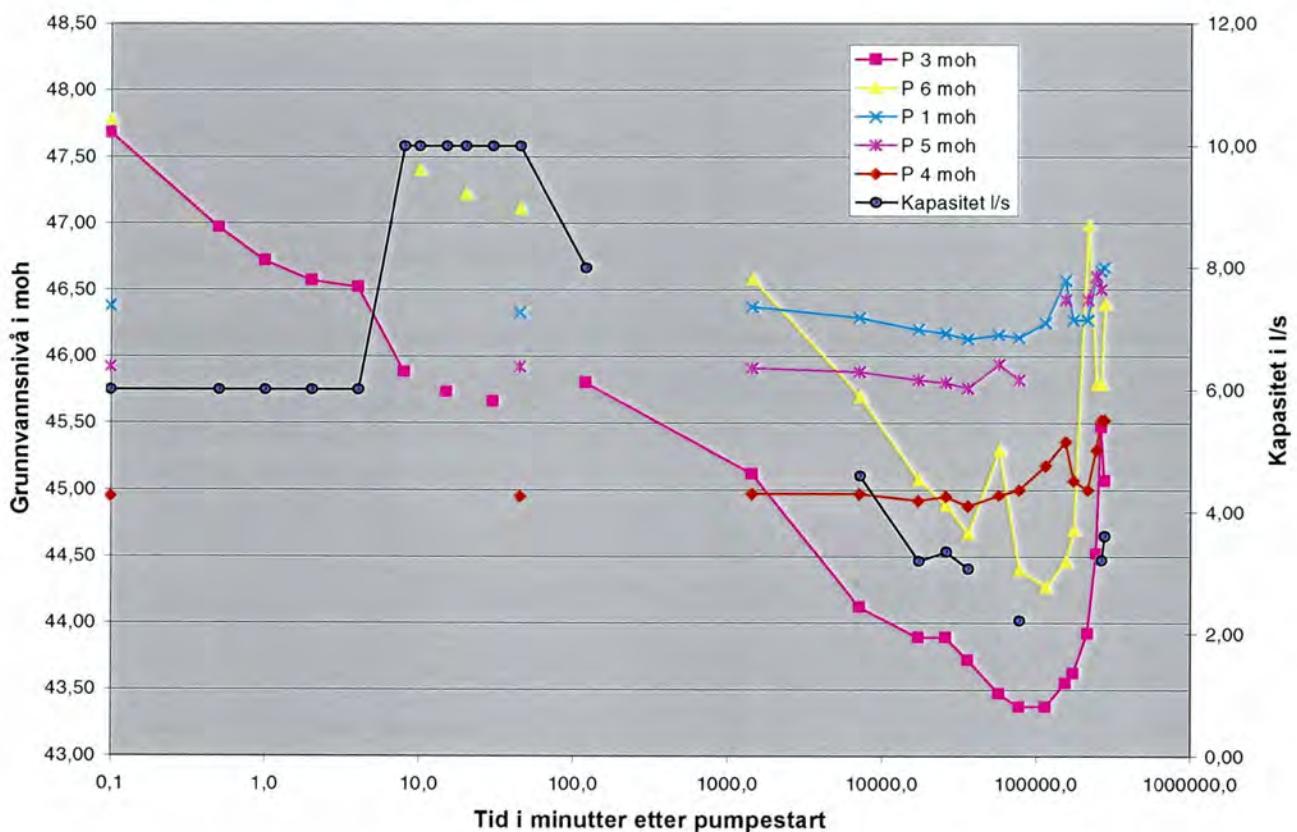
Det må påpekes at en sikker vurdering av grunnvannskvaliteten først kan gjøres på grunnlag en lang tids prøvepumping med analyser av både fysikalsk-kjemiske og bakteriologiske parametere, og der vannkvaliteten sammenlignes med de krav som stilles til vann brukt til smoltproduksjon.

2.4 Prøvepumping

På grunnlag av undersøkelsesboringene og i samråd med oppdragsgiver ble det i november 2000 satt ned en 2" og en 3" prøvebrønn for langtids prøvepumping. Brønnene ble plassert ved borehull 3 og med filtre fra 8 til 14 m dyp. Brønnene ble koblet sammen inn på en elektrisk sugepumpe med maksimal kapasitet på ca. 12 l/s. Prøvepumpingen startet 17.11.00 og ble avsluttet 05.06.01.

2.4.1 Kapasitet og grunnvannsnivå

Kapasiteten i starten lå på ca 10 l/s. Dette uttaket forårsaket såpass store senkninger av grunnvannsnivået at kapasiteten på den elektriske sugepumpa gikk ned. Etter 12 dagers pumping var kapasiteten nede i 3 l/s og etter 54 dagers pumping (10.01.2001) ble kapasiteten målt til 2,1 l/s. Beklageligvis er det ikke foretatt kapasitetsmålinger mellom 10.01.01 og 21.05.01, men ut fra vannstanden i de nærmeste peilebrønnene kan man anta at kapasiteten har variert mellom 2 og 3 l/s. På slutten av pumpeperioden steg kapasiteten igjen til 3,6 l/s. Fra starten av prøvepumpingen og til februar var det lite nedbør og meget lav elvevannføring, noe som gir liten nydannelse av grunnvann.



Figur 1 Grunnvannsnivå i peilebrønner og pumpebrønnenes samlede kapasitet under prøvepumping. Grunnvannsnivået er omregnet til meter over havet (moh) ut antatte høyder på peilebrønnene.

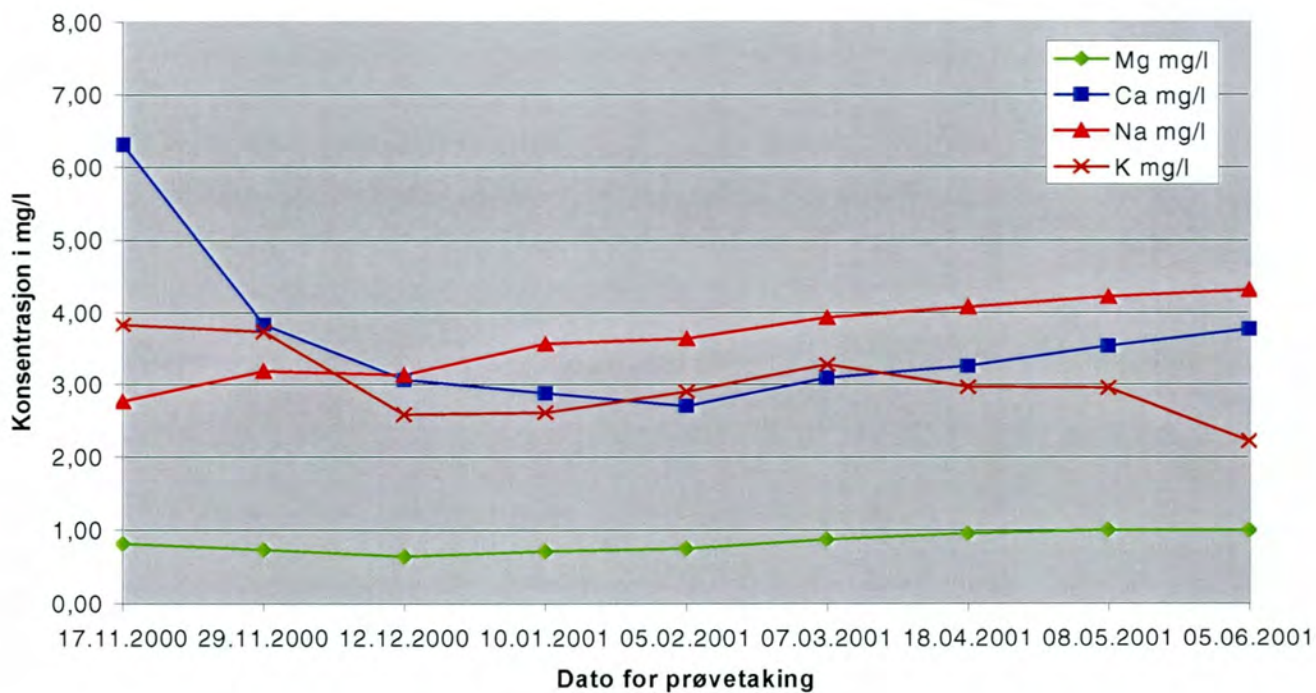
Dette går klart fram av målingene av grunnvannsnivå (se databilag 3 og figur 1). Grunnvannsnivået vist i figur 1 er omregnet til meter over havet ut fra anslåtte høyder på peilebrønnene. Peilebrønnene 3 og 6 og til dels 1 blir påvirket av prøvepumpingen, mens brønnene 4 og 5 som står lenger unna og nedstrøms pumpebrønnene ikke er påvirket av pumpingen. Svingninger i vannstanden i disse brønnene skyldes naturlige variasjoner i grunnvannsnivået forårsaket av variasjoner i elvevannstand og nedbørsmengder. Kapasitetsøkningen helt i slutten av pumpeperioden skyldes mer nedbør og større elvevannføring noe som har gitt økt nydannelse av grunnvann. Dette har også resultert i økt vannstand i peilebrønnene, særlig i peilebrønnene 3 og 6.

2.4.2 Grunnvannskvalitet

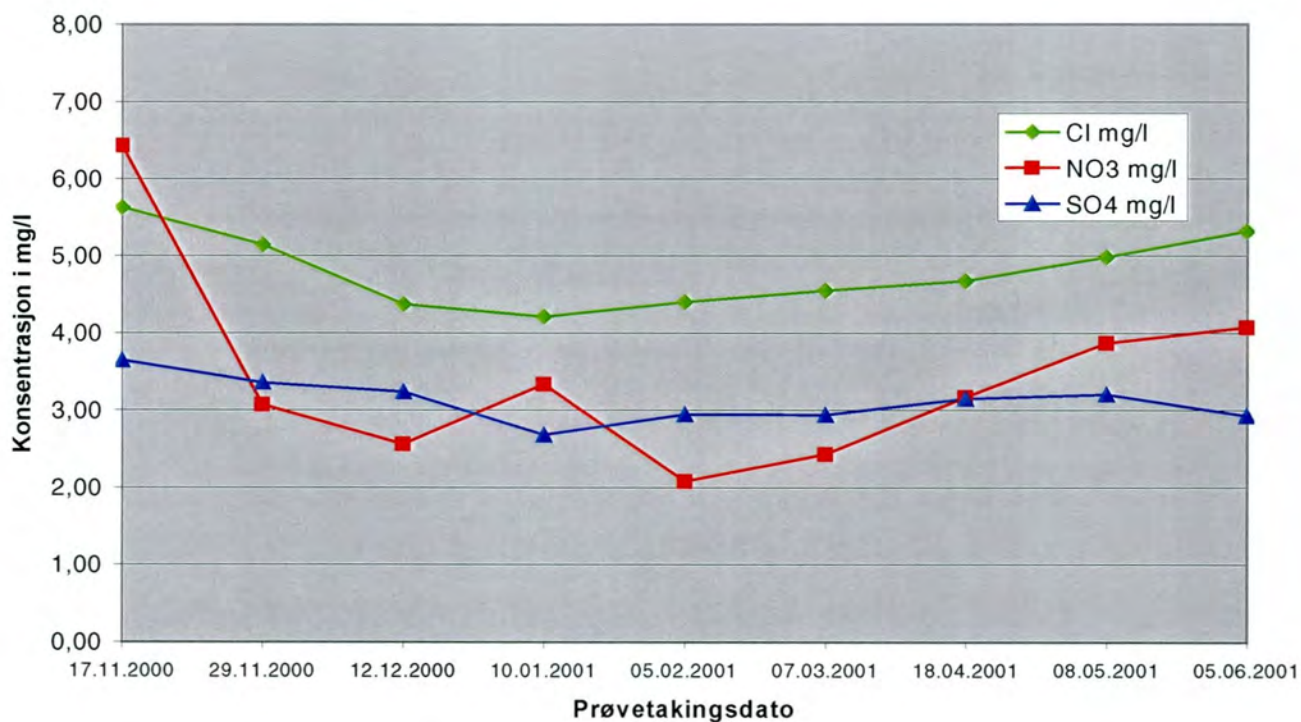
Grunnvannskvaliteten under prøvepumpingen går fram av databilag 4 og figur 2-4. Den fysikalsk-kjemiske kvaliteten er stabil og god gjennom hele pumpeperioden (se databilag 4.1). Med unntak av pH-verdien tilfredsstillende alle målte parametere kravene i Drikkevannsforskriften som er sammenlignbar med kravene til smoltproduksjon. PH-verdier målt ved NGUs laboratorium ligger omkring 6,5 mens den er ca. 6,0 i målinger foretatt av Næringsmiddeltilsynet. Denne forskjellen skyldes forskjellig lufttilgang grunnet forskjellig lagringslengde. Næringsmiddeltilsynets vannprøver er analysert minimum en dag etter prøvetaking, mens NGU's analyser kan være foretatt opptil en måned etter prøvetaking. Forskjellen i pH-verdi viser dermed at en god lufting av grunnvannet vil gi en vesentlig pH-heving. Grunnvannet har lav alkalitet og er relativt fattig på løste mineraler noe som skyldes at løsmassene er dominert av tungtløselige mineraler som kvarts og feltspat. Det er påvist et lavt innhold av aluminium, jern og mangan og det er ikke påvist innhold av toksiske metaller som bly (Pb), kvikksølv (Hg) eller kadmium (Cd).

Nitratinnholdet varierer stort sett mellom 2 og 4 mg/l. Dette er klart lavere enn kravet i Drikkevannsforskriften (50 mg/l) og også lavere enn i grunnvannet som ble analysert fra undersøkelsesbrønnene (4-22 mg NO₃/l). Ved en brønnplassering nærmere Kvenndøla og en klausulering av brønnenes nærområde som omfatter restriksjoner mot bruk av gjødsel, vil nitratinnholdet i eventuelle produksjonsbrønner bli enda lavere. Grunnvannstemperaturen har gjennom hele pumpeperioden vært svært stabil (5,6 - 6,0 °C) noe som indikerer liten påvirkning fra overflatevann og lang oppholdstid på grunnvannet.

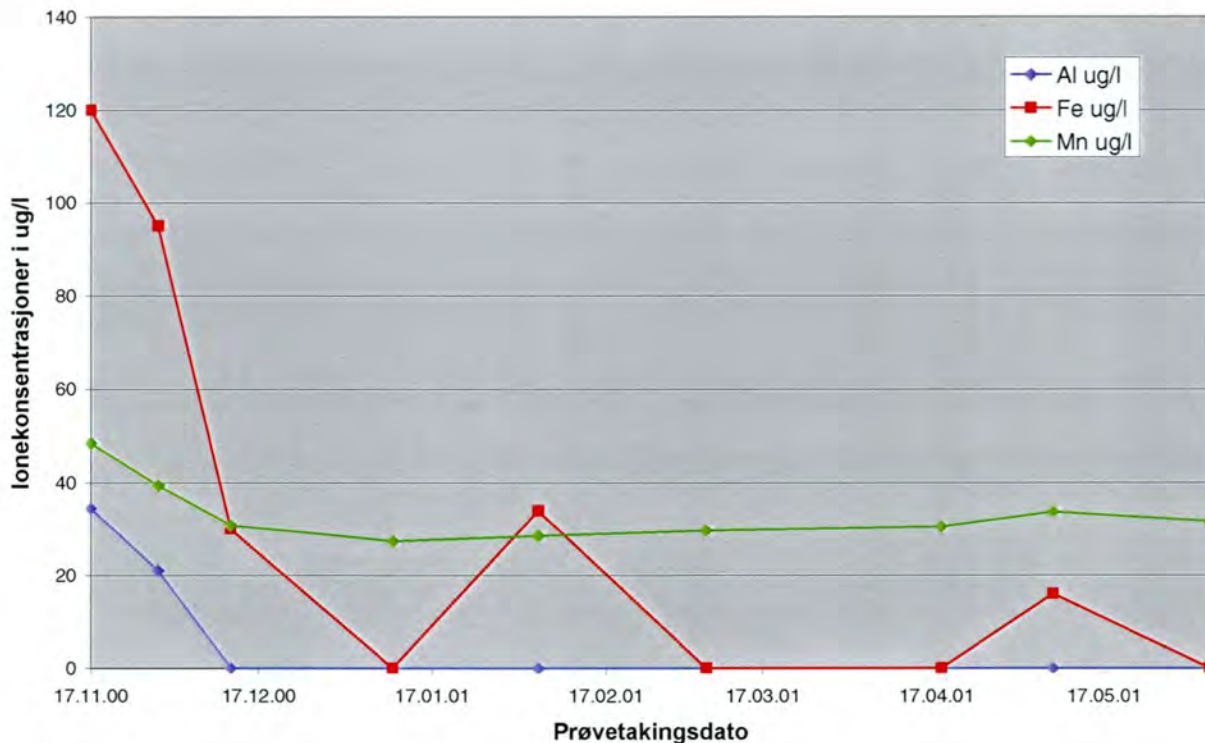
Den bakteriologiske kvaliteten er god gjennom hele pumpeperioden (se databilag 4.2). Det er ikke påvist innhold av koliforme bakterier, termotolerante koliforme bakterier eller vibriobakterier. Kimtallet dyrket ved 37 °C er også svært lavt, mens en prøve fra 07.03.01 har et kimtall på 1500/ml dyrket ved 22 °C. Det er vanskelig å forklare denne høye verdien, men den kan skyldes begroing i vannledningen fra pumpa eller forurensninger ved selve prøvetakingen.



Figur 2 Konsentrasjoner av magnesium (Mg), kalsium (Ca), natrium (Na) og kalium (K) under prøvepumping.



Figur 3 Konsentrasjonen av klorid (Cl), nitrat (NO₃) og sulfat (SO₄) under prøvepumping.



Figur 4 Konsentrasjonen av aluminium (Al), jern (Fe) og mangan (Mn) under prøvepumping. Analyserte konsentrasjoner av Al og Fe under deteksjonsgrensen på hhv. 20 og 10 $\mu\text{g/l}$ er gitt verdien 0 i figuren.

2.5 Vurdering av uttakspotensialet og brønnplassering

Behovet for grunnvann vil i følge tilsendte oversikt pr. 01.12.00 fra firmaet Sørli-Instanes, variere mellom 0 i perioden juni-oktober og 9 l/s i mars. Ut fra georadarmålinger og sonderboringer har det kartlagte grunnvannsmagasinet en utbredelse på min. 800 x 500 m og med en tykkelse varierende mellom 10 og 60 m. Ved å benytte en midlere tykkelse på 25 m og en midlere effektiv porøsitet på 0,15 blir volumet på grunnvann i akviferen: $V = 800 \times 500 \times 25 \times 0,15 = 1,5 \text{ mill m}^3$. Dette tilsvarer stipulert vannforbruk i over 10 år uten å regne med nydannelsen av grunnvann. Det må bemerkes at grunnvannsmagasinet utbredelse mot nord og vest ikke er nøyaktig kartlagt. Nydannelsen av grunnvann kan skje ved:

- Direkte infiltrasjon av nedbør på selve avsetningen, samt infiltrasjon av små bekker som renner ut på avsetningen ved Kvennbø og vest for Kvenndøla. Med et nedbørsfelt på ca. 0,5 km^2 , en antatt nedbørsmengde på 1200 mm/år og 50 % av dette infiltrerer i bakken og danner grunnvann, tilsvarer dette en vannmengde på: $500000 \text{ m}^2 \times 1,2 \text{ m/år} \times 50 \% = 300000 \text{ m}^3/\text{år}$ (9,5 l/s).
- Infiltrasjon av ellevann fra Kvenndøla og Søya. Denne mengden er vanskelig å beregne, men vil være størst i flomperioder og vil samtidig være avhengig av brønnplassering og uttaksmengder.

Beregningen under punkt a) viser at det ikke er nødvendig med elveinfiltrasjon for å dekke vannbehovet, men for å kunne ta ut denne mengden hadde det vært nødvendig med et stort antall brønner spredt utover hele avsetningen. Dette ville ha medført en dyr utbygging og en omfattende klausulering av jordbruksområder.

For å oppnå en høyere kapasitet pr. brønn enn under prøvepumpingen, vil vi anbefale en brønnplassering nærmere Kvenndøla. Dette vil gi muligheter for økt elevinfiltrasjon noe som kan ha negative konsekvenser for grunnvannstemperaturen hvis oppholdstiden blir kort. I dette tilfellet hvor løsmassene har et visst innhold av sand og finsand vil etter vår vurdering oppholdstiden likevel bli tilstrekkelig til å oppnå stabil grunnvannstemperatur.

Vi anbefaler derfor plassering av eventuelle produksjonsbrønner i området fra brua over Søya og ca. 150 m sørover langs Kvenndøla (mellom undersøkelsesboring 1 og 6). Ut fra undersøkelsesboringene og prøvepumpingen vil vi anta en kapasitet på mellom 2 og 5 l/s pr. brønn, slik at det bør etableres 2-4 brønner for å dekke vannbehovet. Det bør benyttes rørbrønner med en min. diameter på 170 mm og nedsenkbare pumper. Nøyaktig plassering og dimensjonering av brønnene krever flere undersøkelsesboringer i området (en boring for hver brønn).

2.6 Vurdering av forurensningsfare og arealrestriksjoner

Den mest aktuelle forurensningskilden i området er gjødsling av dyrket mark. Ellers vil en brønnetablering mellom undersøkelsesbrønn 1 og 6 ligge såpass langt fra gårdsbebyggelsen at denne ikke representerer noen vesentlig fare for forurensning av grunnvannet.

En godkjenning av et grunnvannsuttak krever en klausulering av nærområdet rundt brønnene. Rundt løsmassebrønner opprettes det vanligvis 4 soner med strengere arealrestriksjoner jo nærmere man kommer produksjonsbrønnene. Den mest aktuelle arealrestriksjonen i forhold til dagens arealbruk vil være et forbud/begrenset bruk av gjødsel og plantevernmidler på dyrket mark i en sone på 50-100 m fra brønnene. En mer nøyaktig soneinndeling med forslag på arealrestriksjoner kan først gis etter etablering av produksjonsbrønner.

3. VINDØLA

NGU har tidligere undersøkt grunnvannsmulighetene ved utløpet av Vindøla ved bruk av georadar og sonderboringer (Morland og Tønnesen, 1993). Det ble konkludert med at mulighetene for grunnvannsuttak i størrelsesorden 100 l/s ikke er til stede, men at mindre uttak i størrelsesorden 15 l/s kan være mulig. Denne antagelsen bygger på en sonderboring som viste ca. 7 m med grus og sand under grunnvannsspeilet i et borehull. På grunn av stor dybde til grunnvannsspeilet ble det ikke foretatt pumpe-test, slik at det forelå verken sikre data på mulig kapasitet pr. brønn eller grunnvannskvalitet.

3.1 Områdebeskrivelse

Det aktuelle stedet for settefiskanlegg ved Vindøla ligger like sør for brua der riksvei 65 krysser Vindøla. Området rundt lokaliteten består av utmark, noe bebyggelse og dyrket mark. Vest for Vindøla og sør for riksveien er det en stor breelavsetning av sand og grus hvor det drives masseuttak. Nord for riksveien består løsmassene hovedsakelig av elveavsatt sand og grus over marin silt og leire. Ut fra feltbefaringen og tidligere undersøkelser anses mulighetene for grunnvannsuttak størst i området like nord for riksveien. Her kan det muligens finnes sand og grusmasser på større dyp som en følge av at sand- og gruslag i breelavsetningen på sørsiden av riksveien forsetter inn under de mer finkornige løsmassene på nordsida av veien.

3.2 Georadarmålinger

Ved Vindøla ble det målt 3 georadarprofiler. Måleområdet er angitt på kartbilag –02 og profilenes plassering framgår av kartutsnitt på kartbilag –05. Målingene her var et supplement til de georadarmålingene som ble utført i dette området i 1993 (Morland & Tønnesen 1993). Ved dybdekonverteringen er det benyttet en gjennomsnittlig hastighet på 0.08 m/ns. som er den samme som ble benyttet ved målingene i 1993.

Profil 12

Profil 12 er plottet fra vest mot øst og starter ved tidligere målte P6 posisjon 170. Opptaket viser en gjennomgående reflektor på 6 til 8 meters dyp i vest som i øst ser ut til å gå opp til 1 til 2 meter. Denne avsetningen består trolig av noe grovere masser med horisontale strukturer. Under denne viser opptakene mindre reflektivitet og massene her har trolig større innslag av finstoff. Unntaket her er lengst øst på profilet hvor det indikeres grovere masser ned til 15 til 20 meter. Grunnvannsnivå er ikke identifisert.

Profil 13

Profil 13 er plottet fra sør mot nord og krysser profil 12 på posisjon 234. En kjenner igjen strukturene fra profil 12, og opptaket viser at avsetningen langs dette profilet har en bølgete struktur i nord/syd retningen.

Profil 14

Profil 14 er plottet fra sør mot nord og går parallelt det tidligere målte profil 11. Opptaket viser noe varierende men stort sett liten reflektivitet langs profilet, noe som indikerer at det ikke er grovere masser av betydning i dette området. Dette er stort sett samme mønster som for det tidligere målte profil 11, og dette området kan synes lite egnet for grunnvannsuttak.

Sammendrag Vindøla

Grunnvannsnivå er ikke påvist på noen av tilleggsprofilene. Det eneste stedet hvor det er påvist penetrasjon under elvenivå er lengst øst på profil 12. Dette området ligger like vest for et område (A) som fra undersøkelsen i 1993 ble anbefalt for oppfølgende undersøkelser. Ut fra årets målinger vil størrelsen av dette aktuelle området være utvidet mot vest. Ut over dette har ikke de tilleggsmålingene som er utført påvist nye områder som synes å være egnet for grunnvannsuttak.

3.3 Sonderboring

På grunnlag av georadarmålingene ble det foretatt en sonderboring (se kartbilag –05) som viste sand og finsand fra 2 til 7 m og siltig finsand fra 8 til 28 m dyp. Det ble påvist to lag av sand/grus på hhv, 7 og 18 m dyp, men disse er trolig for tynne til å kunne ta ut større mengder grunnvann.

3.4 Samlet vurdering

Ut fra de utførte undersøkelsene kan det konkluderes med at det er små muligheter for store uttak av grunnvann (over 5 l/s) ved Vindøla. I tillegg ville et eventuelt uttak lett komme i konflikt med vei, masseuttak og bebyggelse noe som vil medføre store kostnader til båndlegging av arealer til brønnetablering.

4. REFERANSER

Follestad, B. A. 1984: STANGVIK, kvartærgeologisk kart 1420 IV – M 1 : 50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Hilmo, B. O. 2000: Grunnvannsundersøkelser ved Sande i Surnadal kommune. NGU Rapport 2000.027.

Morland, G. og Tønnesen, J. F. 1993: Grunnvannsundersøkelser ved Røv i Surnadal kommune. NGU Rapport 93.077.

Sosial- og Helsedepartementet, 1995 Forskrift om vannforsyning og drikkevann med mer.

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

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

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

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

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

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

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

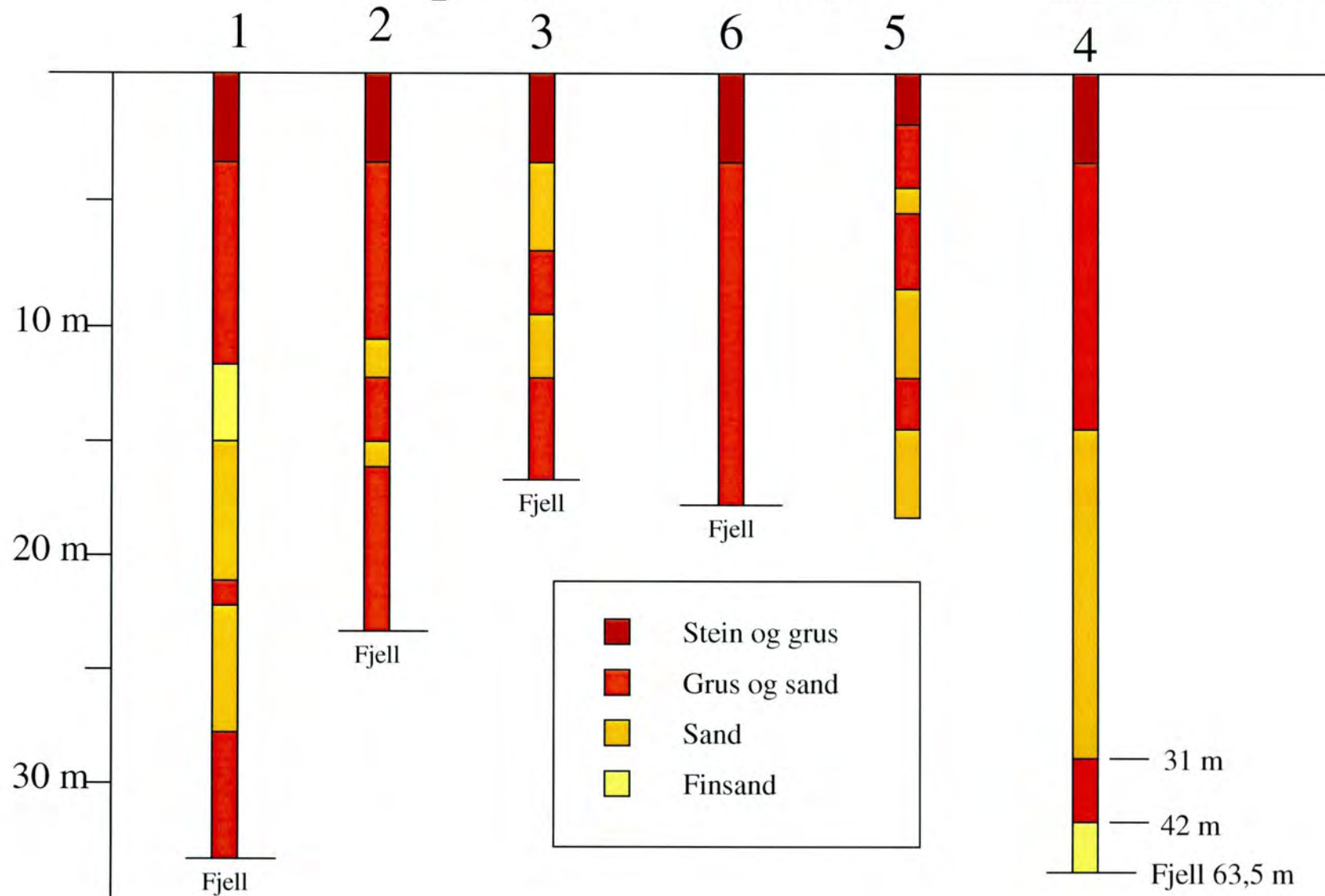
hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne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

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulser og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1-10</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>0.03-3</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.

Borprofiler Kvennbø



VANNANALYSER

FYLKE: Møre & Romsdal

KART (M711): 1420-4 Stangvik

KOMMUNE: Surnadal

PRØVESTED: Kvennbø

OPPDRAKSNUMMER: 2000.0303

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	Bh 3	Bh 3	Bh 3	Bh 3	Bh4	Bh 5								
Dato	09.08.00	09.08.00	09.08.00	09.08.00	09.08.00	10.08.00								
Brønntype	und.brønn	und.brønn	und.brønn	und.brønn	und.brønn	und.brønn								
Prøvedyp m	4.5 – 5.5	6.5 – 7.5	8.5 – 9.5	10.5 – 11.5	6.5 – 7.5	8.5 – 9.5								
Brønnenndimensjon mm	32	32	32	32	32	32								
X-koordinat Sone: 32	04847	04847	04847	04847	04846	04846								
Y-koordinat Sone: 32	69770	69770	69770	69770	69772	69770								
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon						
Surhetsgrad pH	-	6.0	-	5.8	-	5.7	-	5.8	-	6.0	-	6.0	7.5-8.5	6.5-8.5 ²
Ledningsevne, $\mu\text{S/cm}$	-	55	-	119	66	63	70	68	80	79	88	84	<400	
Temperatur $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	5.7	-	6.1	-	7.0	-	5.8	-	5.8	<12	25
Alkalitet mmol/l	0.23	0.28	0.17	0.26	0.23	0.37	0.6-1.0 ²							
Fargetall mg Pt/l	-	-	-	-	-	-	<1	20						
Turbiditet F.T.U	-	-	-	-	-	-	<0.4	4						
Oppløst oksygen mg O ₂ /l	-	-	-	-	-	-	> ca 9							
Fritt mg CO ₂ /l	-	-	-	-	-	-	<5 ²							
Redoks.potensial, E _h	-	-	-	-	-	-	-							
Anioner														
Fluorid mg F/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.19	0.10		1.5						
Klorid mg Cl/l	4.5	9.2	5.4	4.8	5.8	6.1	<25							
Nitritt mg NO ₂ /l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		0.16						
Bromid mg Br/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1								
Nitrat mg NO ₃ /l	4.8	22.3	9.6	7.9	14.3	4.3		44						
Fosfat mg PO ₄ /l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.27	3.3						
Sulfat mg SO ₄ /l	2.6	6.4	2.8	3.7	3.2	5.1	<25	100						
Sum anioner+alkalitet meq/l	0.49	1.04	0.54	0.60	0.69	0.72								
Kationer														
Silisium mg Si/l	1.2	1.9	1.7	2.0	1.5	2.0								
Aluminium mg Al/l	0.038	0.047	0.053	0.036	0.031	0.024	<0.05	0.2						
Jern mg Fe/l	0.30	0.06	0.01	0.05	0.10	0.07	<0.05	0.2						
Magnesium mg Mg/l	0.69	1.37	0.78	0.89	0.77	0.86		20						
Kalsium mg Ca/l	5.5	11.5	7.0	7.7	9.0	4.5	15-25							
Natrium mg Na/l	2.5	5.0	2.6	2.6	3.2	4.4	<20	150						
Kalium mg K/l	1.6	4.8	0.8	1.2	1.4	8.7	<10	12						
Mangan mg Mn/l	0.03	0.08	0.01	0.01	0.01	0.16	<0.02	0.05						
Kobber mg Cu/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.1	0.3						
Sink mg Zn/l	0.009	0.005	<0.002	0.007	0.037	0.002	<0.1	0.3						
Bly mg Pb/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		0.02						
Nikkel mg Ni/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		0.05						
Kadmium mg Cd/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		0.005						
Krom mg Cr/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		0.05						
Fosfor mg P/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.09	1.1						
Sum kationer ³ meq/l	0.48	1.03	0.55	0.60	0.69	0.71								
Ionebalanseavvik ⁴ %	-1.0	-0.4	0.9	0	0	-0.6								

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

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

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

4. Høy farge og turbiditet p.g.a. sand/leirslam i prøvene (ikke renpumpet prøvetakingsbrønn).

Kapasitet og vannstand i peilebrønner under prøvepumping, Kvennbø

Dato	Tid (min) min.	Kapasitet l/s	P 3 moh	P 6 moh	P 1 moh	P 5 moh	P 4 moh
17.11.2000	0,1	6,00	47,68	47,78	46,38	45,92	44,95
	0,5	6,00	46,97				
17.11.2000	1,0	6,00	46,72				
17.11.2000	2,0	6,00	46,57				
17.11.2000	4,0	6,00	46,52				
17.11.2000	8,0	10,00	45,88				
17.11.2000	10,0	10,00		47,40			
17.11.2000	15,0	10,00	45,73				
17.11.2000	20,0	10,00		47,22			
17.11.2000	30,0	10,00	45,66				
17.11.2000	45,0	10,00		47,11	46,33	45,92	44,95
17.11.2000	120,0	8,00	45,80				
18.11.2000	1440,0		45,12	46,58	46,37	45,91	44,97
22.11.2000	7200,0	4,60	44,12	45,70	46,29	45,88	44,97
29.11.2000	17280,0	3,20	43,89	45,08	46,20	45,82	44,92
05.12.2000	25920,0	3,35	43,89	44,89	46,17	45,80	44,95
12.12.2000	36000,0	3,07	43,72	44,67	46,13	45,76	44,88
27.12.2000	57600,0		43,47	45,30	46,16	45,94	44,96
10.01.2001	77760,0	2,22	43,37	44,40	46,14	45,82	45,00
05.02.2001	115200,0		43,37	44,27	46,25		45,18
07.03.2001	155520,0		43,55	44,46	46,57	46,42	45,36
20.03.2001	174240,0		43,62	44,70	46,27		45,07
18.04.2001	216000,0		43,92	46,99	46,27	46,42	45,00
08.05.2001	244800,0		44,52	45,79	46,59	46,60	45,30
21.05.2001	263520,0	3,21	45,47	45,79	46,64	46,50	45,52
30.05.2001	276480,0	3,61	45,07	46,39	46,67		45,52

Kjemiske og fysiske analyser av grunnvann fra prøvepumpingsbrønn ved Kvennbø

Dato	kap	temp	ledn. (l)	alkal.	pH (l)	turb.	farge	Si	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	Mn	Cu	Zn	Ni	Ag	Cr	Pb	Hg	Cd	As	Sn	Se
	l/s	C	mS/m	mmol		F.T.U.		mg/l	ug/l	ug/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
17.11.2000	8	6,00	7,25	0,27	6,40	1,40	4,10	2,34	35	120	0,81	6,31	2,76	3,83	48,5	< 5	5,30	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5			
29.11.2000	3,2	5,90	5,44	0,20	6,10	0,41	3,00	2,26	21	95	0,72	3,83	3,18	3,73	39,4	< 5	< 2	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5			
12.12.2000	3,1	5,90	4,99	0,20	6,11	0,23	1,60	2,26	< 20	30	0,63	3,06	3,13	2,58	30,8	< 5	5,30	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5			
10.01.2001	2,2	5,80	4,91	0,21	6,07	0,34	< 1,4	2,38	< 20	< 10	0,70	2,88	3,56	2,61	27,4	< 5	2,30	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5			
05.02.2001		5,50	5,03	0,23	6,55	0,28	< 1,4	2,32	< 20	34	0,74	2,70	3,63	2,90	28,6	< 5	35,40	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5			
07.03.2001		5,80	5,30	0,24	6,45	0,27	1,90	2,23	< 20	< 10	0,87	3,09	3,92	3,27	29,7	< 5	5,60	< 20	< 10	< 10	< 50		< 5			
18.04.2001		5,70	5,66	0,25	6,59	0,22	< 1,4	2,61	< 20	< 10	0,95	3,25	4,07	2,96	30,5	< 5	21,90	< 20	< 10	< 10	< 0,2	< 0,01	< 0,02	< 3	< 2	< 1
08.05.2001		5,90	5,92	0,26	6,56	0,22	< 1,4	2,62	< 20	16	1,00	3,53	4,21	2,95	33,8	< 5	21,60	< 20	< 10	< 10	< 0,2	< 0,01	< 0,02	< 3	< 2	< 1
05.06.2001	3,60	5,60	6,04	0,25	6,81	0,28	2,40	2,45	< 20	< 10	1,00	3,77	4,31	2,22	31,7	< 5	26,50	< 20	< 10	< 10	< 50					
Krav		< 25				< 4			< 200	< 200	< 20		< 150	< 12	< 50	< 300	< 300	< 50	< 10	< 50	< 20	< 0,5	< 5	< 10		< 10
Veil.verdi		< 12	< 40		6,5-8,5	< 0,4	1,00		< 50	< 50		15-25	< 20	< 10	< 20	< 100	< 100									

Analyser av fysiske og kjemiske parametere er gjort ved NGU-lab.

Analyser av bakteriologiske parametere er gjort ved Næringsmiddeltilsynet for Indre Nordmøre

De oppgitte kravene og veiledende verdiene er tatt fra den nye Drikkevannsforskriften som ikke gjelder for smoltanlegg.

pH* pH analysert ved Næringsmiddeltilsynet for Indre Nordmøre

Databilag 4.2

Kjemiske og bakteriologiske analyser av grunnvann fra prøvepumpingsbrønn ved Kvennbø

Dato	F	Cl	NO2	NO3	Br	PO4	SO4	tot. P	pH*	UV-abs.	Kimtall 22	Kimtall, 37	K.bakt.	T.k.bakt	Vibiobakt.
	ug/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l		abs./cm	/ml	/ml	/100 ml	/100 ml	/100 ml
17.11.2000	< 50	5,63	< 0,05	6,43	< 0,1	< 0,2	3,65								
29.11.2000	< 50	5,14	< 0,05	3,07	< 0,1	< 0,2	3,36		5,9			0	0	0	0
12.12.2000	< 50	4,37	< 0,05	2,56	< 0,1	< 0,2	3,24								
10.01.2001	< 50	4,21	< 0,05	3,34	< 0,1	< 0,2	2,68								
05.02.2001	60	4,40	< 0,05	2,08	< 0,1	< 0,2	2,95								
07.03.2001	< 50	4,55	< 0,05	2,43	< 0,1	< 0,2	2,94	< 100	5,9	0,028	1500	0	0	0	0
18.04.2001	< 50	4,67	< 0,05	3,17	< 0,1	< 0,2	3,15								
08.05.2001	< 50	4,98	< 0,05	3,87	< 0,1	< 0,2	3,21		7,4	0,021	50	0	0	0	0
05.06.2001	60	5,31	< 0,05	4,07	< 0,1	< 0,2	2,93		6	0,017	17	1	0	0	0
Krav	< 1500		< 0,16	< 44		< 5	< 100						0	0	
Veil.verdi		< 25				< 0,4	< 25				< 100	< 10			

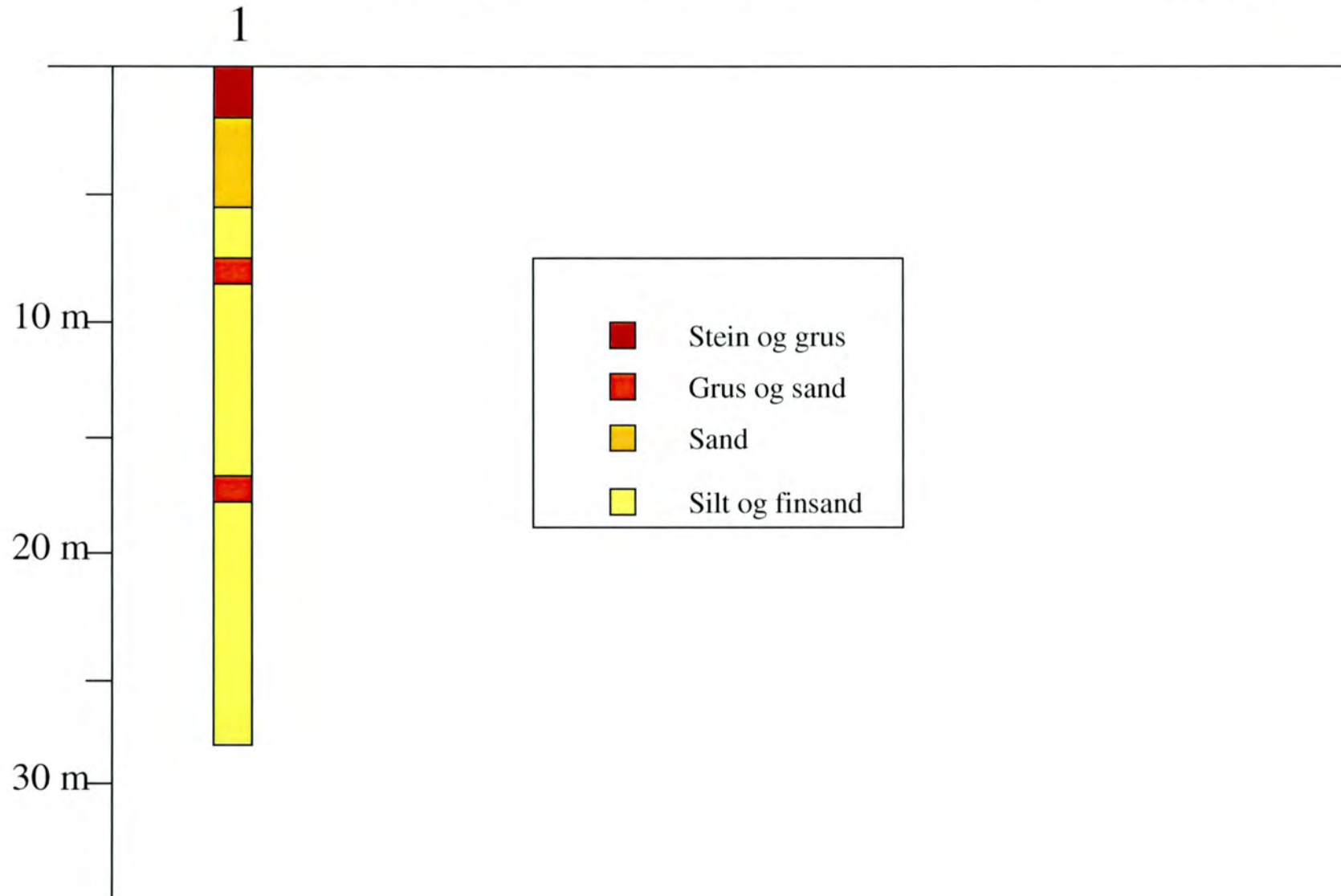
Analyser av fysiske og kjemiske parametere er gjort ved NGU-lab.

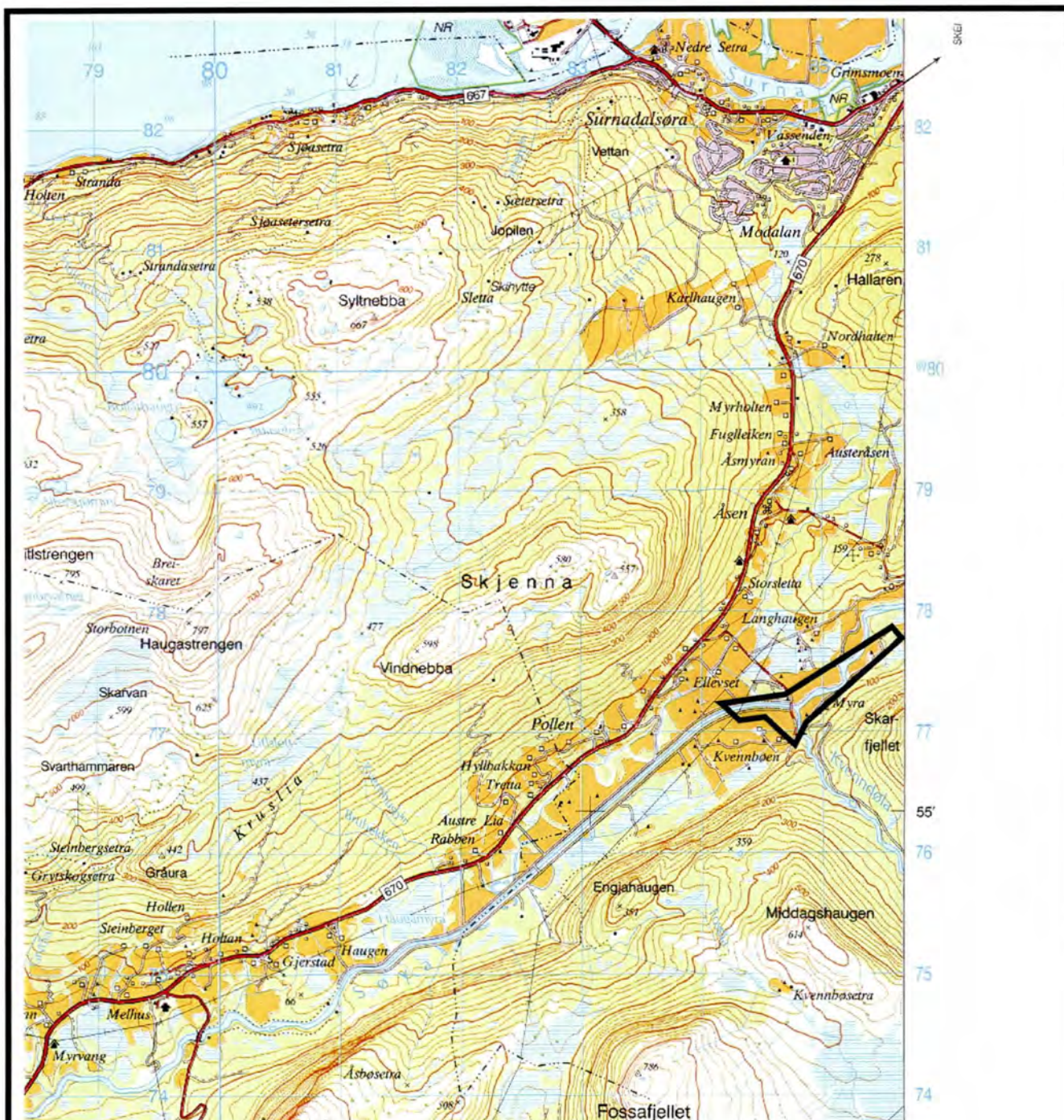
Analyser av bakteriologiske parametere er gjort ved Næringsmiddeltilsynet for Indre Nordmøre

De oppgitte kravene og veiledende verdiene er tatt fra den nye Drikkevannsforskriften som ikke gjelder for smoltanlegg.

pH* pH analysert ved Næringsmiddeltilsynet for Indre Nordmøre

Borprofil Vindøla





UNDERSØKT OMRÅDE



STATKRAFT SF
 OVERSIKTSKART
KVENNBØ
 SURNADAL, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT E.D.	Juli 2000
	TEGN E.D.	Aug. 2000
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR 2001.082-01	KARTBLAD NR 1420 IV
-----------------------------	------------------------

SURNADAL

MØRE OG ROMSDAL FYLKE



UNDERSØKT OMRÅDE



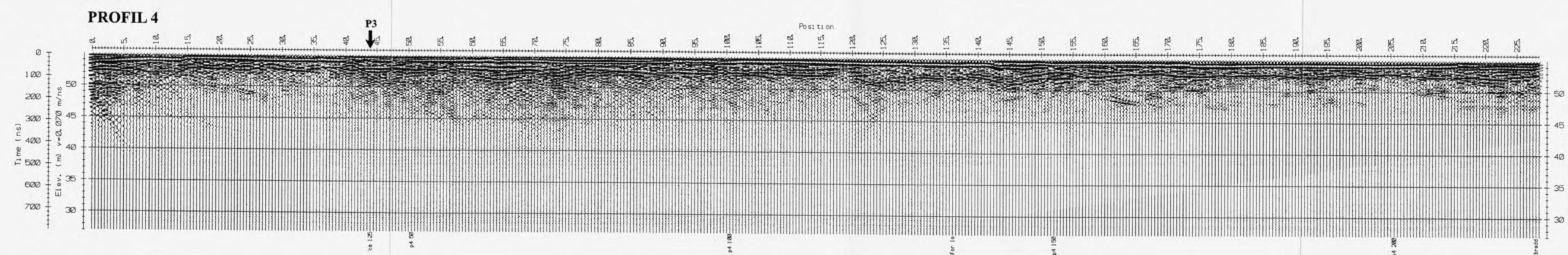
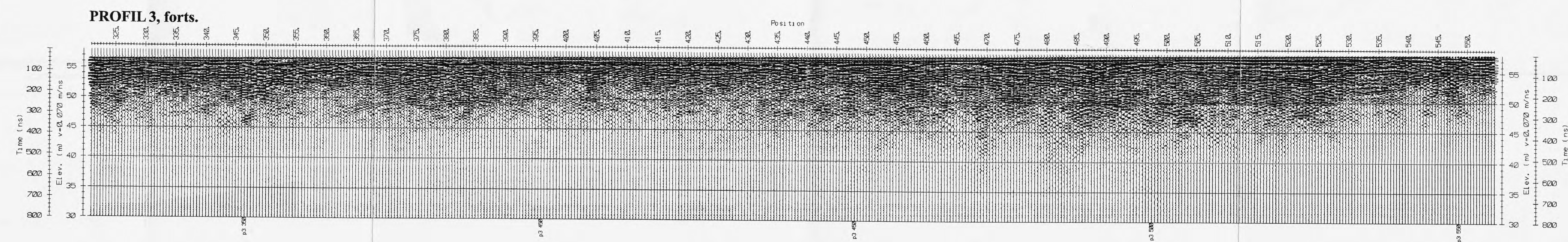
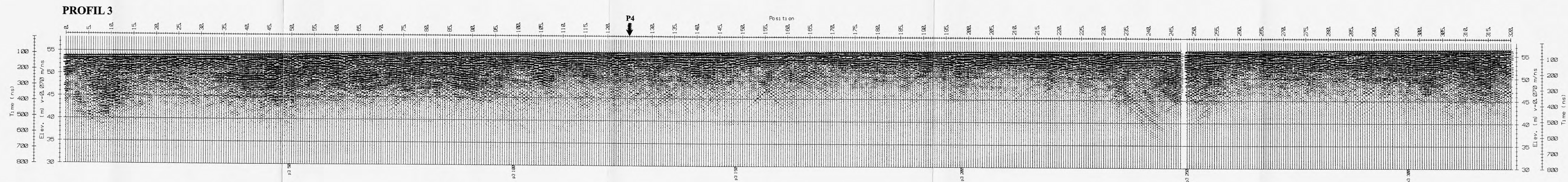
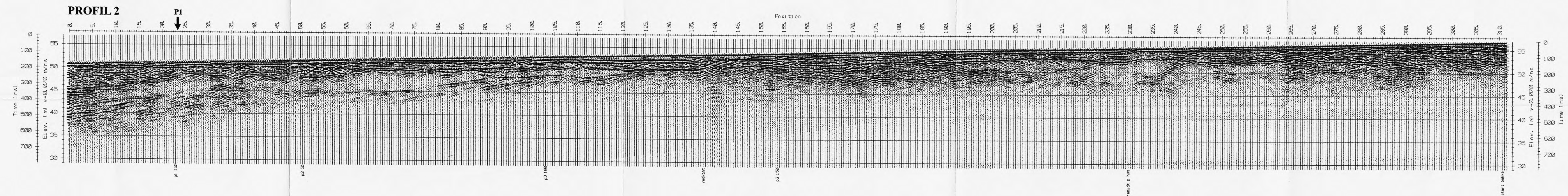
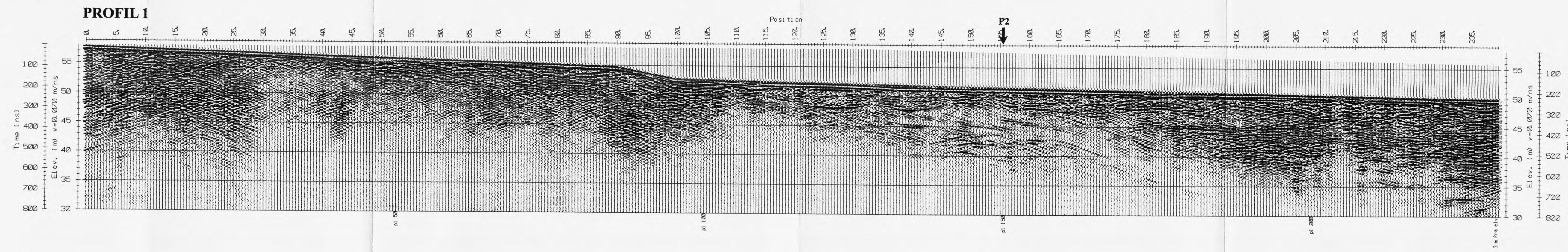
STATKRAFT SF
 OVERSIKTSKART
VINDØLA
 SURNADAL, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT E.D.	Juli 2000
	TEGN E.D.	Aug. 2000
	TRAC	
	KFR	

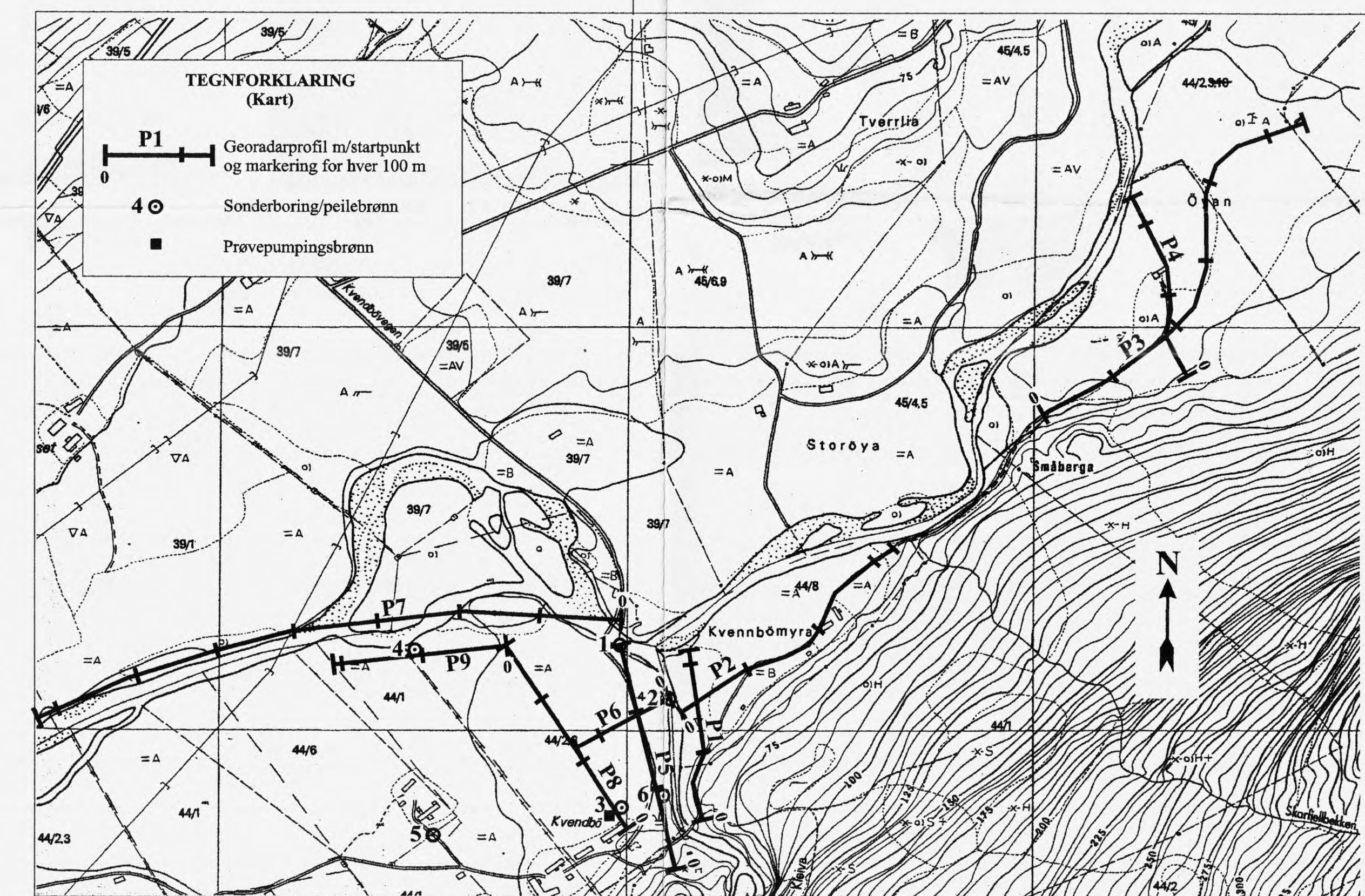
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR
 2001.082-02

KARTBLAD NR
 1420 I

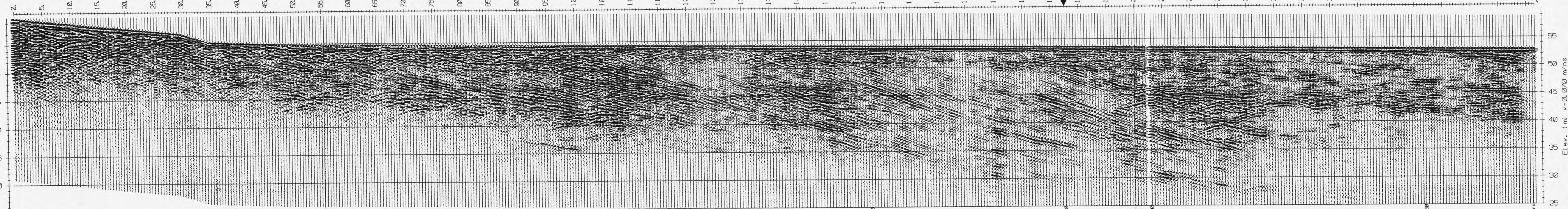


TEGNFORKLARING (opptak)
 P2
 ↓ Kryssende georadarprofil

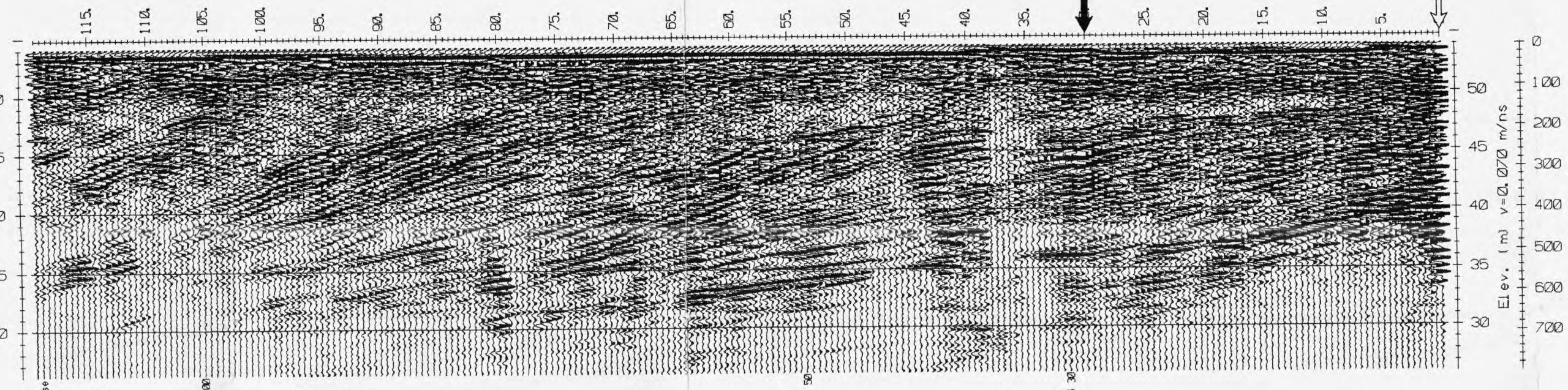


STATKRAFT SF GEORADAROPPTAK P1, P2, P3 og P4 KVENNBØ SURNADAL, MØRE OG ROMSDAL NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MALESTOKK (kart) 1 : 5000	MALT E.D. JULI 2000 TEGN E.D. SEPT. 2000 TRAC KFR	KARTBLAG NR 2001.082-03	KARTBLAD NR 1420 IV
---	------------------------------	--	----------------------------	------------------------

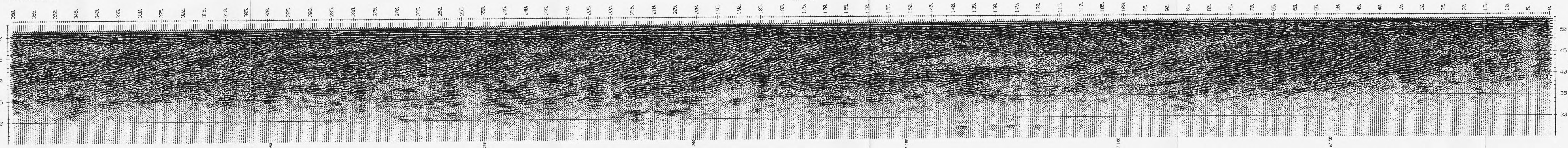
PROFIL 5



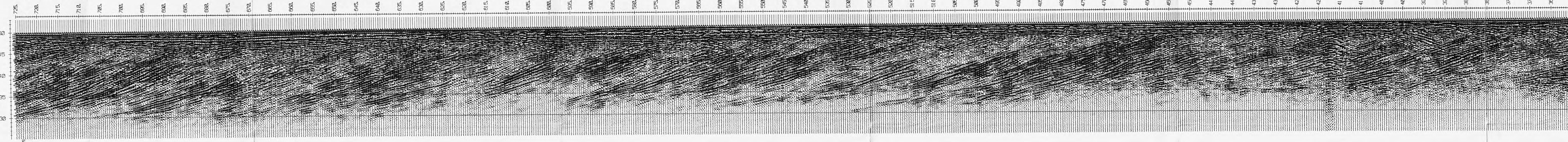
PROFIL 6



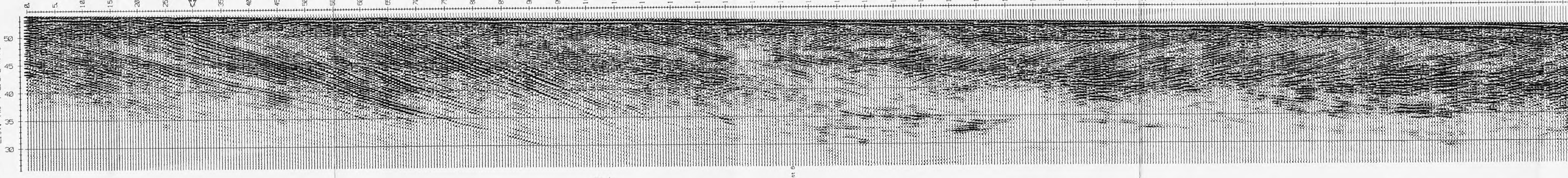
PROFIL 7



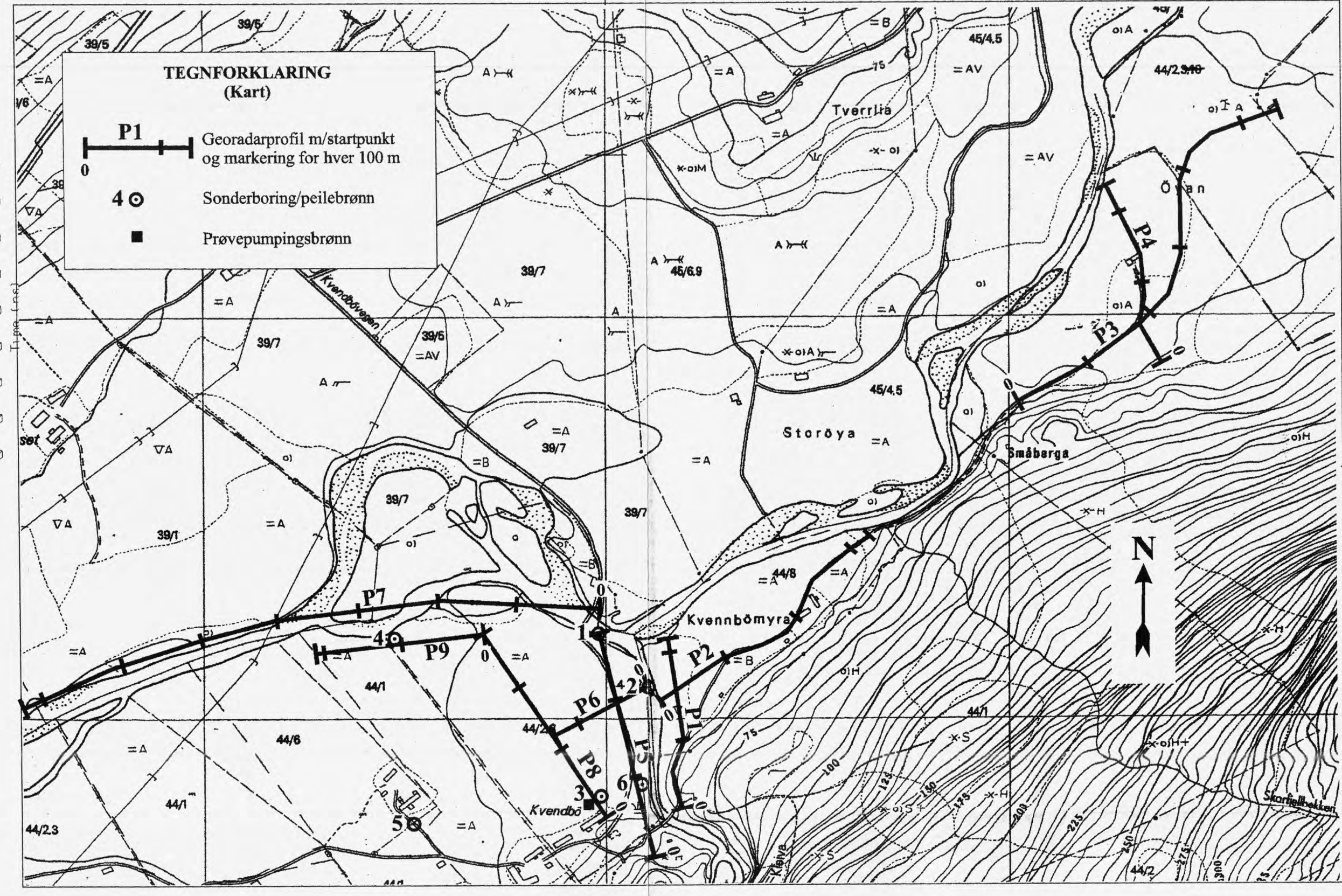
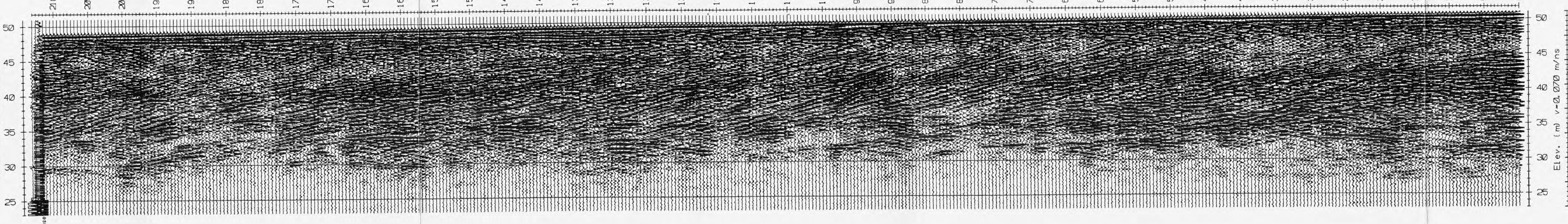
PROFIL 7. forts.



PROFIL 8

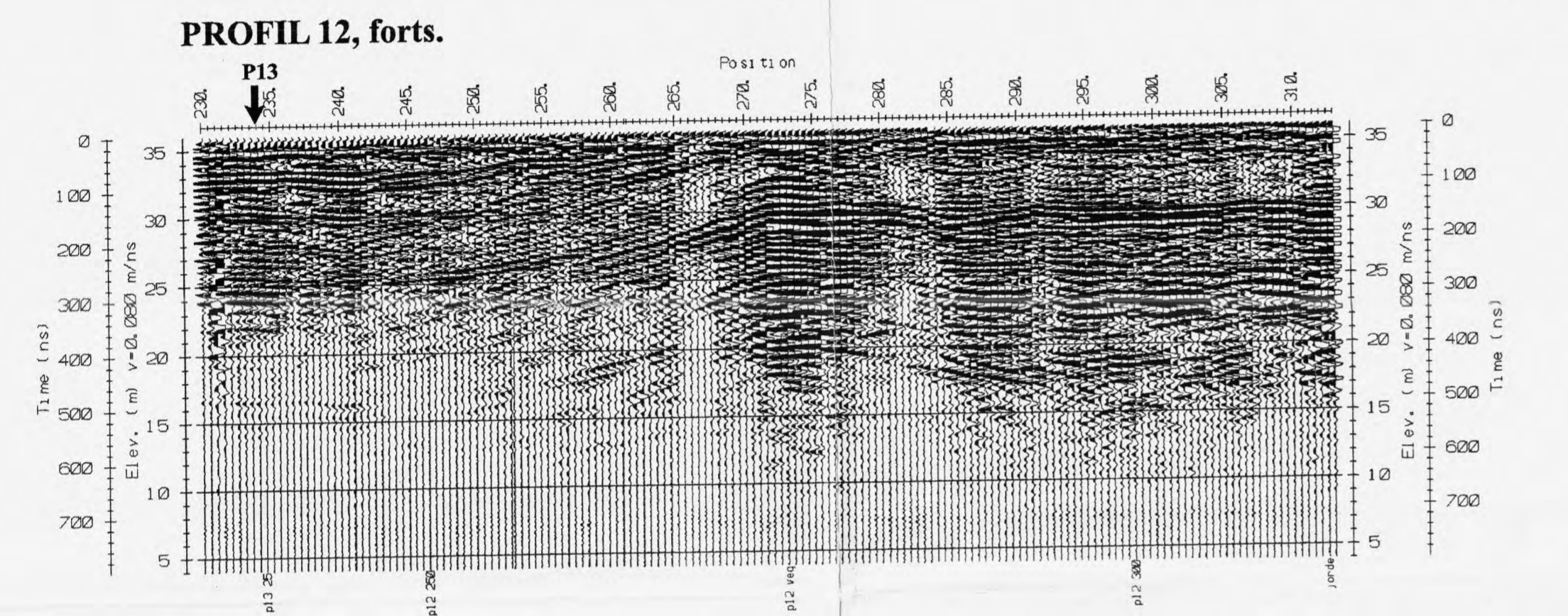
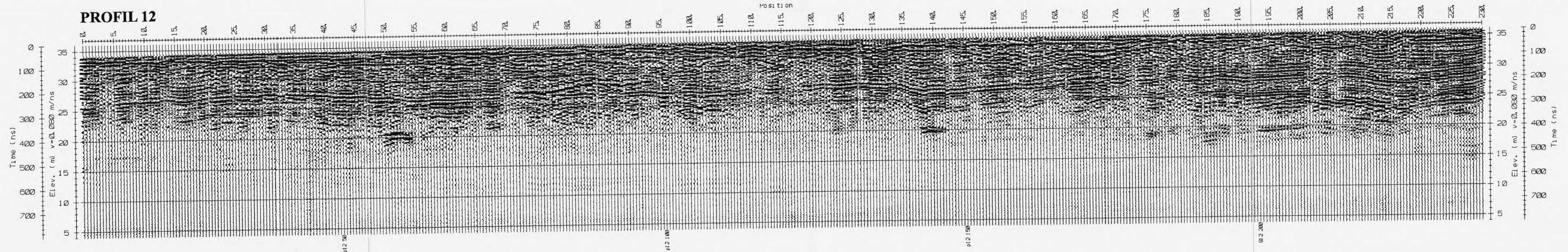


PROFIL 9

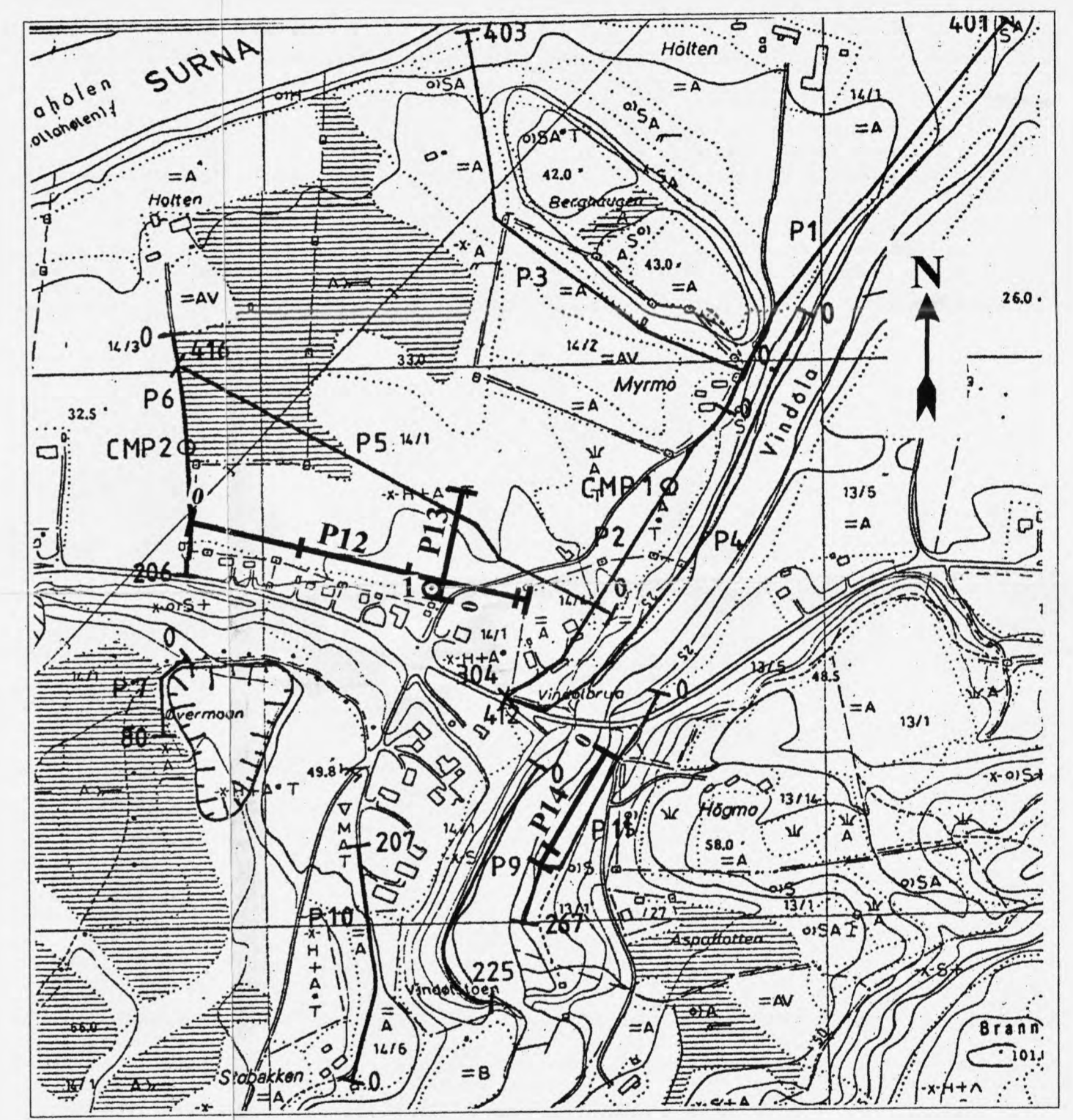
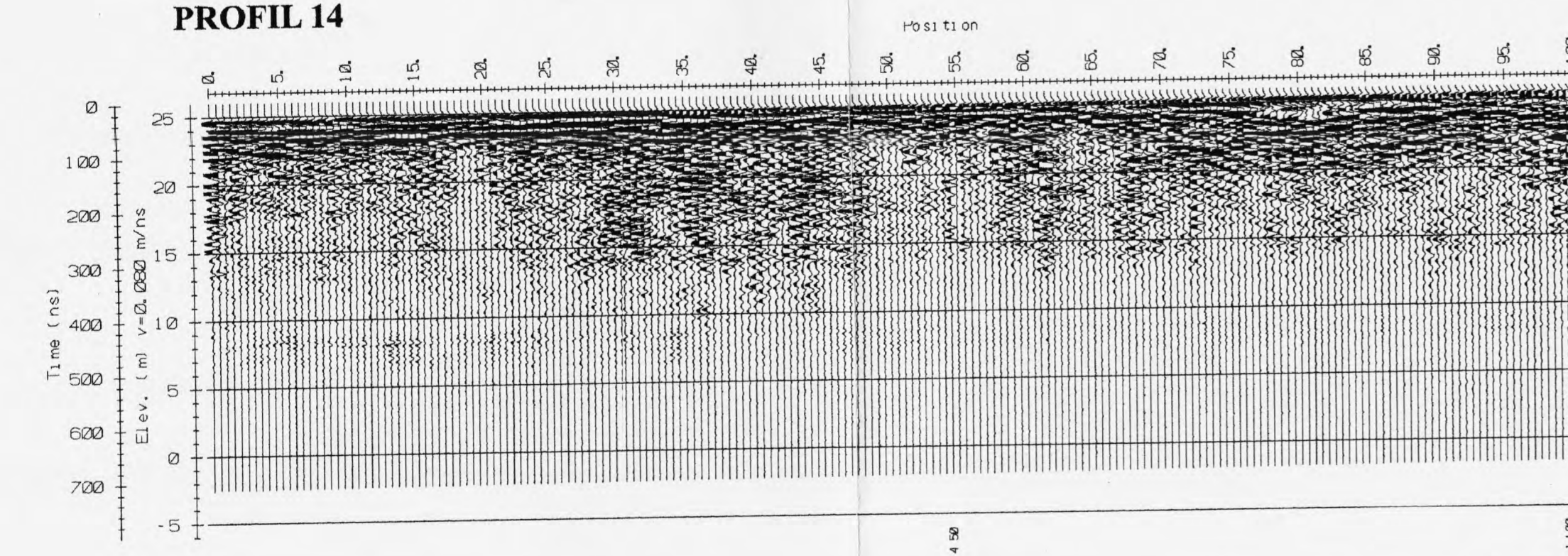
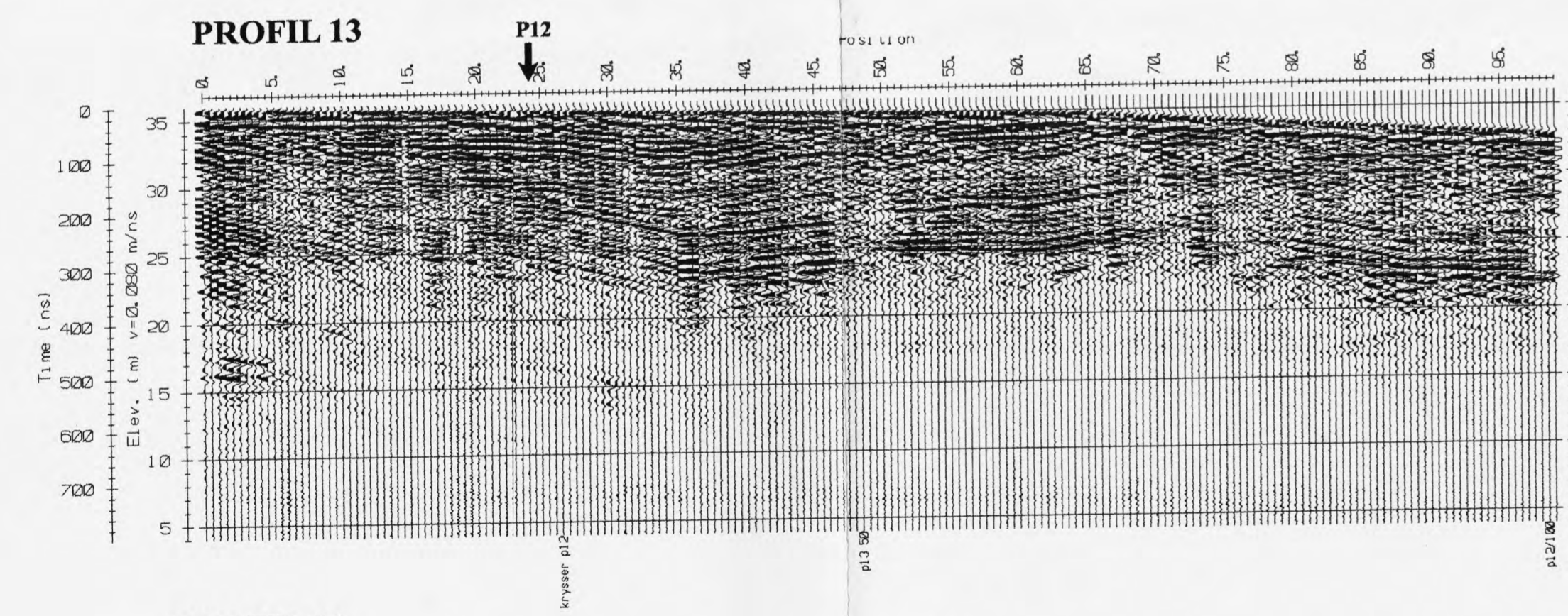


TEGNFORKLARING (opptak)
 P7 ↓ Kryssende georadarprofil
 Bh8 ↓ Sonderboring

STATKRAFT SF GEORADAROPPTAK P5, P6, P7, P8 og P9 KVENNBØ SURNADAL, MØRE OG ROMSDAL	MÅLSTOKK (kart) 1 : 5000	MÅLT E.D. TEGN E.D. TRAC KFR	JULI 2000 JULI 2000
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2001.082-04	KARTBLAD NR 1420 IV



TEGNFORKLARING (opptak)
 P13 ↓ Kryssende georadarprofil



TEGNFORKLARING (Kart)

- P12 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m
- P1 Georadarprofil fra 1993
- Sonderboring 2000

STATKRAFT SF GEORADAROPPTAK P12, P13 og P14 VINDØLA SURNADAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK (kart) 1: 5000	MÅLT E.D. JULI 2000
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 2001.082-05