

Rapport nr.: 2003.014		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser i løsmasser ved Sørheim på Hølonda, Melhus kommune.				
Forfatter: Øystein Jæger & Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: Jåren vassverk		
Fylke: Sør - Trøndelag		Kommune: Melhus		
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1521 II Hølonda		
Forekomstens navn og koordinater: Sørheim, WGS84, Sone 32, 550800 7002250		Sidetall: 17 Kartbilag: 2	Pris: kr 95,-	
Feltarbeid utført: oktober 2002	Rapportdato: 31.01.03	Prosjektnr.: 2713.00	Ansvarlig:	
Sammendrag:				
<p>Norges geologiske undersøkelse (NGU) har, etter oppdrag fra Jåren vassverk, foretatt grunnvannsundersøkelser ved Sørheim på Hølonda i Melhus kommune. Undersøkelsene er utført for å fastslå om løsmassene i området er egnet for grunnvannsutttak og har omfattet georadarmålinger, sonder- og undersøkelsesboringer, uttak av vann- og masseprøver, fysisk/kjemiske analyser av grunnvannsprøvene og korngraderingsanalyser av masseprøvene</p> <p>Undersøkelsene viser at det er gode muligheter for uttak av grunnvann fra løsmasser. Vannkvaliteten er god og det er god vanngjennomgang i sand og grus fra 2 til 10 m dyp. NGU anbefaler derfor etablering av fullskala brønn for langtids prøvepumping. Prøvepumpingen bør gjennomføres for å kontrollere vannmengde og vannkvalitet over tid.</p>				
Emneord: Hydrogeologi	Grunnvann		Grunnvannsforsyning	
Løsmasser	Georadar		Sonderboring	
Grunnvannskvalitet	Kornfordeling		Fagrapport	

INNHOOLD

1.	INNLEDNING	4
2.	METODER OG UTFØRELSE	4
2.1	Georadarmålinger	4
2.2	Boringer	4
2.3	Analyser	5
3.	RESULTATER	5
3.1	Georadarmålinger	5
3.2	Boringer	6
3.3	Vannkvalitet	6
4.	KONKLUSJON OG ANBEFALING	7
5.	REFERANSER	7

DATABILAG

1.1	Borelogg, borehull 1
1.2	Borelogg, borehull 2
2	Fysisk-kjemiske analyser av grunnvann fra undersøkelsesbrønnen i borehull 2
3	Kornfordelingsanalyser av masseprøver fra undersøkelsesbrønnen i borehull 2
4	Forslag til dimensjonering av fullskala rørbrønn
5	Stedfestingsdata for georadarprofil og boringer

TEKSTBILAG

1	Georadar, metodebeskrivelse
---	-----------------------------

KARTBILAG

2003.014-01	Oversiktskart, Sørheim (M 1: 50000)
2003.014-02	Georadaropptak og detaljkart, Sørheim (M 1: 5000)

1. INNLEDNING

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har, etter oppdrag fra Jåren vassverk, foretatt grunnvannsundersøkelser i en breelavsetning (Reite – 1975) ved Sørheim på Hølonda i Melhus kommune. Undersøkelsene er utført for å fastslå om løsmassene i avsetningen er egnet for grunnvannsuttak og har omfattet georadarmålinger, boringer, uttak av vann- og masseprøver og analyser av prøvene. Georadarmålingene ble utført 17. juni 2002 og boringene ble utført 1. – 3. oktober 2002.

Beliggenheten av det undersøkte området framgår av kartbilag –01.

2. METODER OG UTFØRELSE

2.1 Georadarmålinger

Georadaren som ble benyttet var av typen "pulseEKKO 100" (Sensors & Software Inc. Canada). Målingene ble utført med 100 MHz-antennor 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. På grunn av tekniske problemer mangler opptak mellom koordinat 200 og 250 i profil 3. En beskrivelse av målemetoden er angitt i tekstbilag 1.

Ved dybdekonverteringen er det benyttet en gjennomsnittlig hastighet på 0.08 m/ns. Dette var den hastigheten som hadde best tilpassning til resultatene fra sonderboringene som ble utført i etterkant av målingene.

Før målingene startet ble profilene stukket og stikker ble satt ned med angitte koordinater for hver 50 meter. Profilenes beliggenhet er angitt på kartbilag -02, og profilenes stedfestningsdata angitt i databilag 5.

2.2 Boringer

På grunnlag av georadaropptakene ble det valgt ut punkter for boringer. Boringene ble utført med håndholdt Pionjér boremaskin og det ble sonderboret i to punkter. Tolkingen av massesammensetningen mot dypet er basert på operatørens erfaringsmessige vurdering av borets synkehastighet og lyden ved dreining av borestrengen. I ett av borehullene ble det deretter drevet ned en 32 mm undersøkelsesbrønn påmontert 1 m filter med slisseåpning ca. 3-5 mm for kapasitetstesting og uttak av vann- og masseprøver i ulike dyp. Kapasitetstesting og prøvetakingen ble utført med sugepumpe plassert oppå bakken.

Plasseringen av borepunktene er vist i kartbilag –02.

2.3 Analyser

Det ble samlet inn fire vannprøver og seks masseprøver i ulike dyp fra undersøkelsesbrønnen i borehull 2. Fysikalsk/kjemiske analyser av disse grunnvannsprøvene og korngraderingsanalyser av masseprøvene ble utført ved NGUs laboratorium.

3. RESULTATER

3.1 Georadarmålinger

Opptakene (profil 1 – 5) er vist i kartbilag –02 og profilene er plottet mot nord eller øst.

Profil 1

Måledata viser her forholdsvis liten penetrasjon fra koordinat 0 til 230. Dette indikerer et stort innslag av finstoff i dette området. I de første 100 meterne av profilet indikeres en reflektor fra 6 til 10 meter. Denne ligger under en lag med lite eller ingen reflektivitet, og representerer trolig fjelloverflaten. Fra koordinat 230 kommer en inn i et område med større reflektivitet, noe som indikerer et større innslag av grovere masser. Den mest sannsynlige løsmassefordelingen langs profilet er 2-7 meter sand og grus over finsand/silt. Det er vanskelig å angi grunnvannsnivået ut fra måledata, men ut fra topografien ligger trolig grunnvannsnivået på 1 til 2 meters dyp.

Profil 2

Fram til koordinat 80 indikeres penetrasjon ned til ca. 12 meter. Det er også tydelige indikasjoner på skrålag i deler av dette området, noe som indikerer sortert sand og grus. Fra koordinat 80 til 120 blir penetrasjonen dårligere, for så å øke til 10 -12 meter igjen fra koordinat 120. I denne delen av profilet er det også antydning til skrålag, men ikke så tydelig som i første del av profilet. Grunnvannsnivået kan sees på 1-2 meters dyp i deler av profilet. Boringene (Bh 2) viser at under et grovere topplag består avsetningen her av grus og grusig sand ned til ca. 10 meter. Under dette nivået består avsetningen av sand. Dette stemmer godt med måledata som her har lite eller ingen reflektivitet under 10 - 12 meter, noe som indikerer avsetning av ensartet sand eller silt.

Profil 3

I starten og slutten av profilet indikeres en kraftig reflektor på ca. 2 - 3 meter som representerer bunnen av myr. Med unntak av den siste delen av profilet viser måledata forholdsvis liten reflektivitet, noe som indikerer et stort innslag av finstoff. I partiet 90 til 200 meter indikeres stedvis partier med skrålag, noe som trolig representerer innslag av sand og grus. Partiene med dårlig eller horisontalt refleksjonsmønster representerer trolig finkornige masser eller morene. Det er vanskelig å se grunnvannsnivået ut fra måledata, men ut fra topografien antas det å ligge på 1-3 meters dyp. På grunn av instrumentfeil mangler data mellom 200 og 250 meter, men dette området er dekket av starten på profil 4.

Profil 4

Penetrasjonen varierer langs profilet fra ca 15 meter ved koordinat 95 til ca 2 meter i enden av profilet. I partiet med størst penetrasjon sees tydelige skrålag, noe som indikerer at en her har

partier med innslag av grus. I slutten av profilet reduseres penetrasjonen, og i likhet med profil 1 indikerer måledata her et betydelig innslag av finstoff. En tydelig reflektor mellom 1,5 og 3,5 meters dyp representerer trolig grunnvannsspeilet. Fra starten av profilet indikeres trolig fjelloverflaten under en ca 2 – 3 meters tykk morene.

Profil 5

Langs hele profilet viser måledata en penetrasjonen på 8 til 13 meter. Selv om mesteparten av profilet indikerer et tilnærmet horisontalt refleksjonsmønster (sand og silt), er det også partier med skrålag, noe som indikerer innslag av grovere masser som sand og grus. En reflektor på mellom 9 og 10 meters dyp representerer trolig fjelloverflaten under en morene på 2 til 4 meter. Dette stemmer godt med boringene i borehull 1 som indikerer silt med overgang til siltig sand og grus over morene på 8 meter. Borehullet ser ut til å ha stoppet like over fjelloverflaten. Grunnvannsnivået er ikke lett å tolke ut fra måledata, men ut fra topografien bør det ligge på 0,5 - 4 meters dyp.

Oppsummering:

Ut fra retningen på de observerte skrålagene er avsetningen bygd ut fra sørøst mot nordvest. Løsmassene består mest sannsynlig av et grovt topplag av stein, grus og sand over mer sorterte masser av sand og grus eller silt og sand. Grunnvannsnivået ligger på mellom 0,5 og 4 meters dyp.

3.2 Boringer

Boreloggene er presentert i databilagene 1.1 og 1.2.

Boring 1, i bunnen av nedlagt grustak, viser siltholdige masser til ca. 8 m over morene. Massene antas å ha dårlig vanngjennomgang og det ble derfor ikke satt ned undersøkelsesbrønn for prøvepumping.

Sonderboring 2 viser masser av grus, grusig sand og sand til ca. 9 m over ensgradert sand. I dette punktet ble det satt ned en undersøkelsesbrønn påmontert 1 m filter. Prøvepumping av brønnen i ulike dyp viser at vanngjennomgangen er god ned til 9 m dyp og kapasiteten er målt til 1,3 – 4,0 l/sek i fire ulike nivå. Dypere enn 9 m er massene tettere og mer finkornige og kapasiteten ved prøvepumpingene er mindre.

I databilag 3 er resultatene av kornfordelingsanalysene av masseprøvene presentert. Disse analysene bekrefter at massene er mer finkornige mot dypet.

3.3 Vannkvalitet

Databilag 4 viser resultatene av de fysiske/kjemiske analysene av de fire grunnvannsprøvene som er pumpet opp. I databilaget er analyseresultatene sammenlignet med grenseverdiene i Drikkevannsforskriften (Helsedepartementet – 2002). Analysene viser at vannet har meget god kvalitet, med unntak av pH som er litt for lav i de to vannprøvene som er tatt ut høyest i profilet. Ledningsevnen, som indikerer vannets oppholdstid i grunnen, øker mot dypet.

4. KONKLUSJON OG ANBEFALING

Undersøkelsene viser at det er gode muligheter for uttak av grunnvann fra løsmasser. Vannkvaliteten er god og det er god vanngjennomgang i sand og grus fra 2 til 9 m dyp. NGU anbefaler derfor etablering av fullskala brønn for langtids prøvepumping. Prøvepumpingen bør gjennomføres for å kontrollere vannmengde og vannkvalitet over tid.

Prøvepumpingen bør strekke seg over en periode på minst 3 mnd. og det bør pumpes med en kapasitet tilsvarende forventet vannforbruk for vannverket. Det bør tas prøver av grunnvannet for fysisk/kjemiske- og bakteriologiske analyser annenhver uke.

Brønnen anbefales etablert ved borehull 2 og forslag til brønndimensjonering er vist i databilag 4. Brønnens diameter må tilpasses størrelsen på valgt pumpe. Pumpa må utstyres med skjørt for å hindre direkte innsug av sand som eventuelt trenger gjennom filteret.

Vannet som pumpes opp må ledes vekk fra brønnområdet til nærmeste bekk.

I tillegg til eksisterende undersøkelsesbrønn bør det bores ned minst to nye observasjonsbrønner i området rundt brønnen for måling av grunnvannstanden i prøvepumpingsperioden. Disse målingene vil gi grunnlagsdata for å beregne størrelsen av sikringssonene rundt brønnen.

5. REFERANSER

Reite, A.J. – 1975: HØLONDA, kvartærgeologisk kart 1521 – II , M 1: 50 000. *Norges geologiske undersøkelse.*

Helsedepartementet – 2002: Forskrift om vannforsyning og drikkevann – "Drikkevanns-forskriften"

GRUNNVANNSUNDERSØKELSER I LØSMASSER
STED: Sørheim, Hølonda i Melhus kommune

UTFØRT DATO: 02 – 03.10.2002

BORPUNKT NR: 2

BORUTSTYR: Pionjär boremaskin

SONDERBORING: X

UNDERSØKELSESRØNN: X

UTM-KOORDINATER:
KARTBLAD (M711): 1521 II **SONE:** 32 **Ø-V:** 550826 **N-S:** 7002278

OVERFLATENS HØYDE OVER HAVET I BORPUNKTET: ca. 267 m

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

GRUNNVANNSTAND U/MARKOVERFLATEN: 1,80 m

MERKNAD: Røret står igjen med filteret plassert 10,5 – 11,5 m under bakken. Kan brukes som peilebrønn ved evt. prøvepumping av fullskala brønn.

Dyp [m]	Materialtype (tolking)	Borsynk [min/m]	Slag	Vann- trykk [kg]	Filter- plassering (m u/bakken)	Temp. [°C]	P.tid før prøve taking [min]	Vann- føring [l/s]	Merknad
2,0	Stein Grus								
4,0	Grus Sandig grus				3-4	7,8	20	4,0	God smak, ingen lukt VP+MP
6,0	Sandig grus Sandig grus				4,5-5,5	6,6	20	3,3	Stein fra 5,8 m VP+MP
8,0	Sandig grus Middels sand				6-7	5,8	20	3,3	Sand fra 6,7 m VP+MP
10,0	Grov sand Middels sand				7,5-8,5 9-10	5,3 5,5	20	1,3 0,8	VP+MP MP
12,0	Middels sand Middels sand				10,5-11,5			0,03	MP (spylt prøve)
14,0	Middels sand Sand								
16,0	Sand Sand								
18,0	Sand Sand								Stein på 18,8 m
20,0	Sand Sand								
22,0	Sand Sand								Boringen avsluttet uten å nå fjell

S: Slag

DS: Delvis slag

B: Brunt

G: Grått

S: Svart

R: Rødt

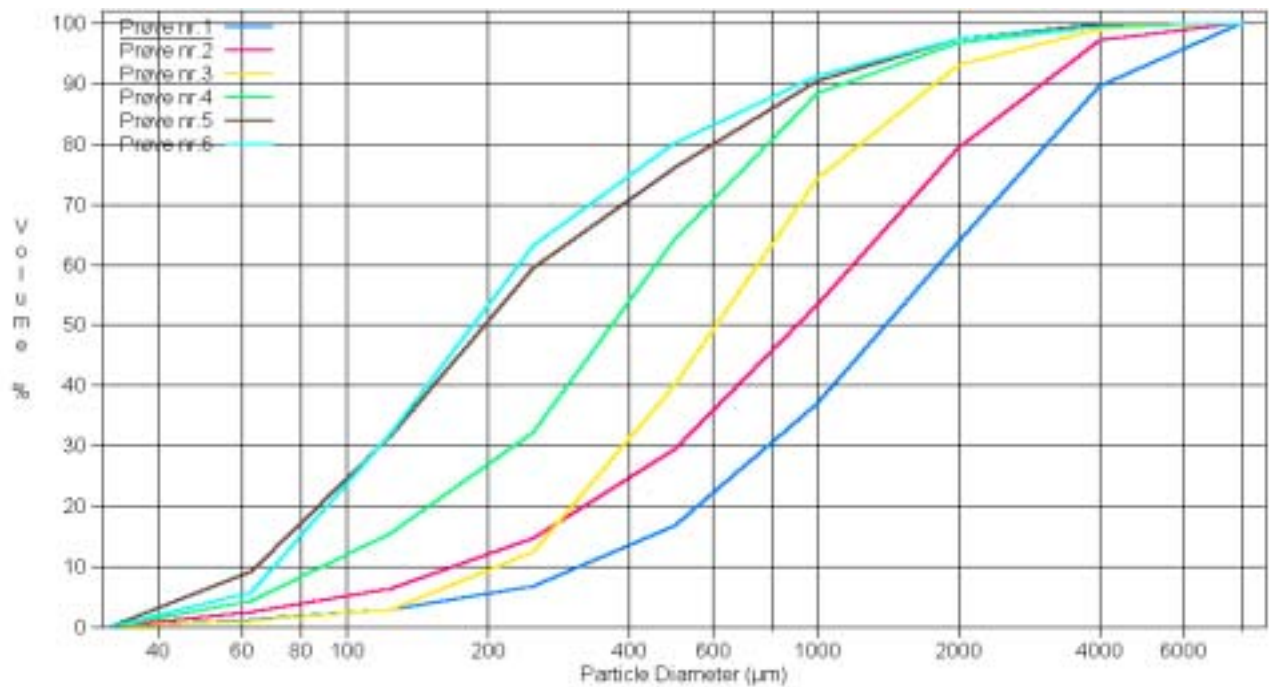
MP: Materialprøve

VP: Vannprøve

L: Ledningsevne [µS/cm]

KORNFORDELING, TØRRSIKTING

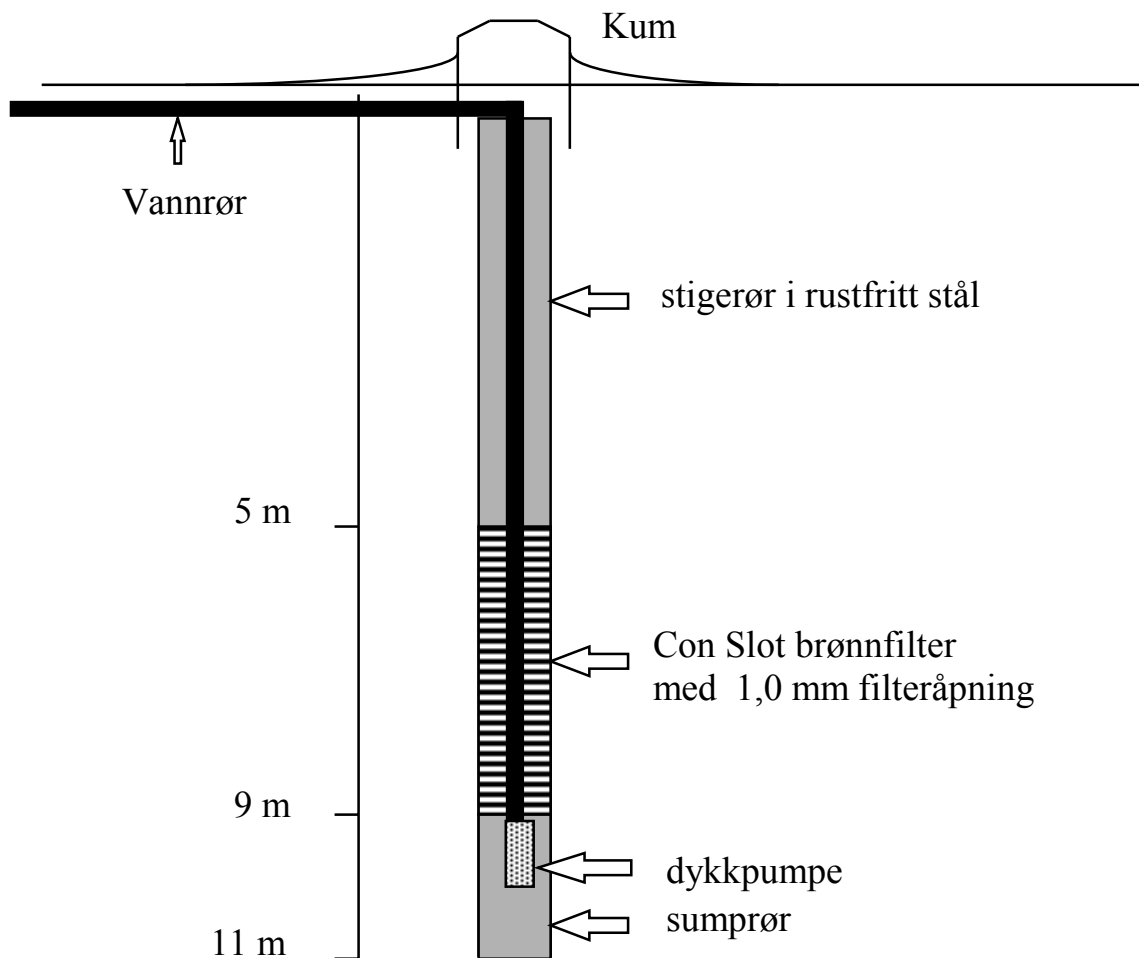
Analysekontrakt nr. 2002.0381



- Prøve nr 1, dyp 3 – 4 m
- Prøve nr 2, dyp 4,5 – 5,5 m
- Prøve nr 3, dyp 6 - 7 m
- Prøve nr 4, dyp 7,5 – 8,5 m
- Prøve nr 5, dyp 9 - 10 m
- Prøve nr 6, dyp 10,5 – 11,5 m

Kornfordelingskurver av oppsugde masseprøver (prøvene 1 – 5) fra undersøkelsesbrønn i borehull 2 ved Sørheim. Prøve nr 6 er prøvetatt ved spyling.

Dimensjonering av rørbrønn



Forslag til dimensjonering av rørbrønn i løsmasser ved Sørheim. Diameter av brønnen må tilpasses valg av pumpe.

Stedfestingsdata for georadarprofilene

Profil		NGO1948 (Akse 3)		WGS84-UTM (Sone 32)		Målemetode
		Ø	N	Ø	N	
P1	Start	-36032	573281	550553	7002065	GPS
P1	Slutt	-35794	573528	550784	7002318	"
P2	Start	-35799	573531	550779	7002321	"
P2	Slutt	-35653	573389	550929	7002183	"
P3	Start	-35681	573556	550896	7002349	"
P3	Slutt	-35803	573268	550782	7002058	"
P4	Start	-35759	573344	550824	7002135	"
P4	Slutt	-35891	573467	550689	7002255	"
P5	Start	-35837	573407	550744	7002196	"
P5	Slutt	-35990	573254	550595	7002039	"

Stedfestingsdata for borehullene

Borehull	NGO1948 (Akse 3)		WGS84-UTM (Sone 32)		Målemetode
	Ø	N	Ø	N	
1	-35837	573403	550745	7002192	GPS
2	-35754	573487	550826	7002278	"

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;

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

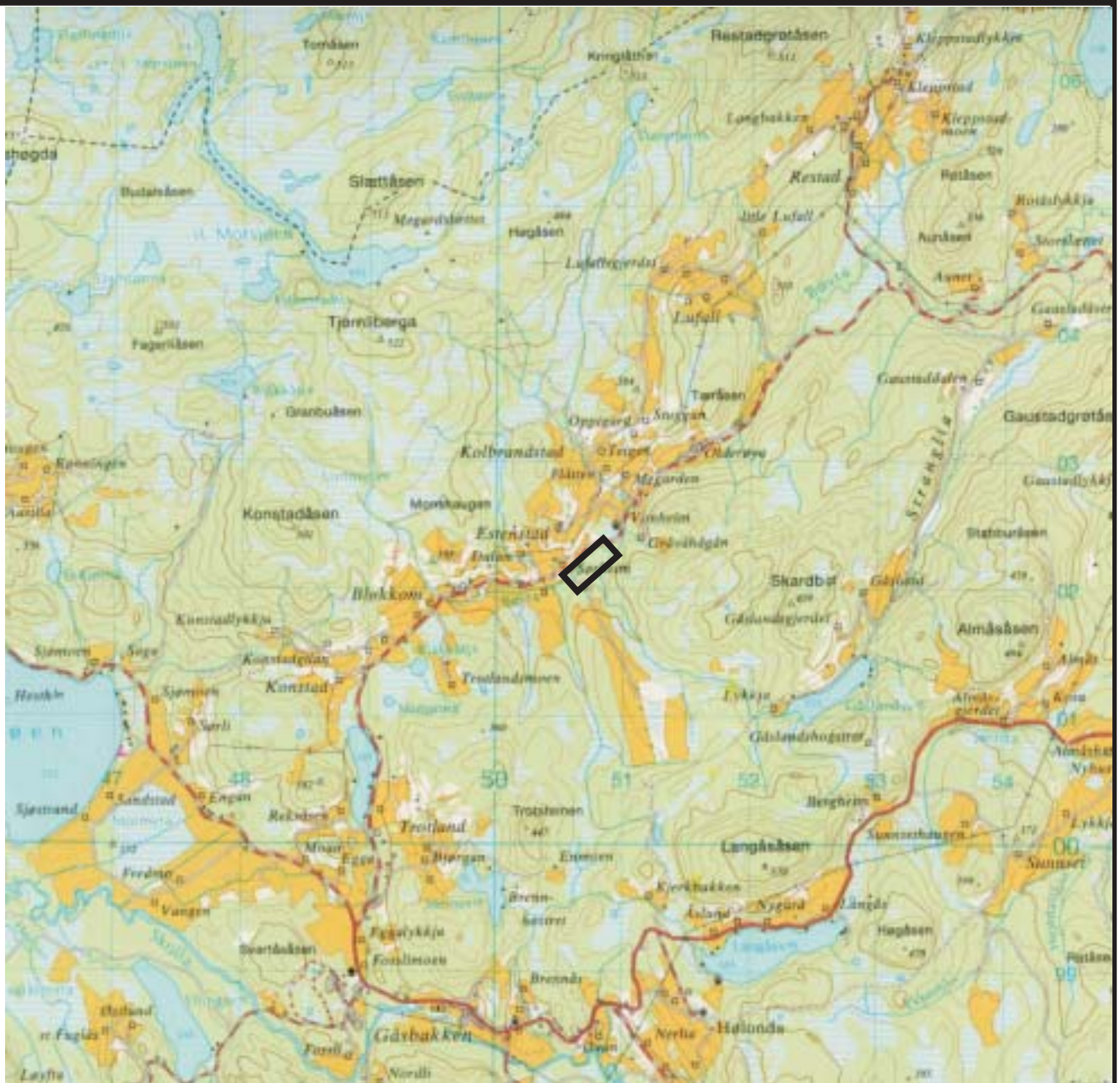
hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne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



 UNDERSØKT OMRÅDE

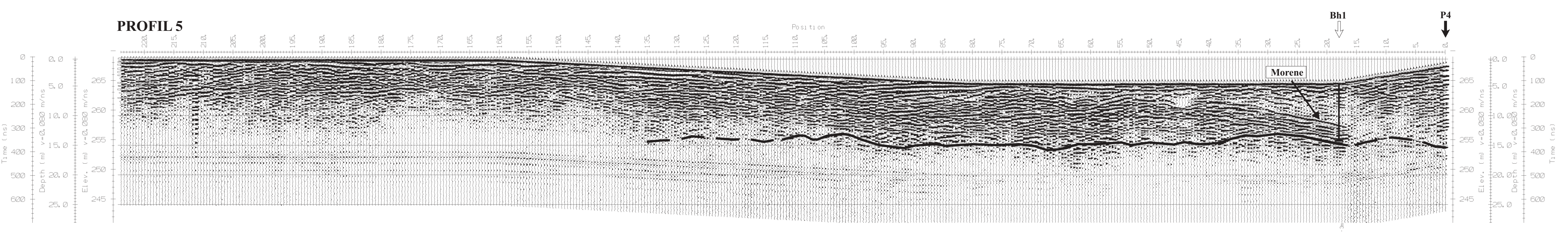
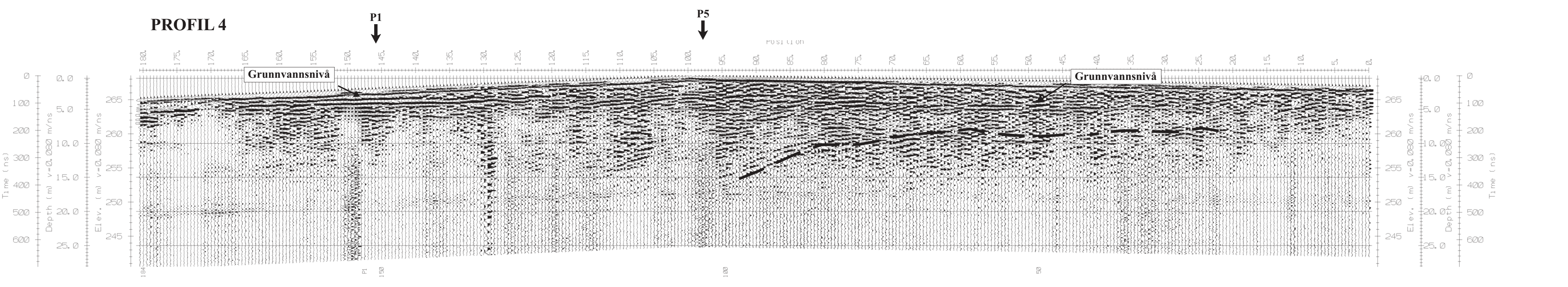
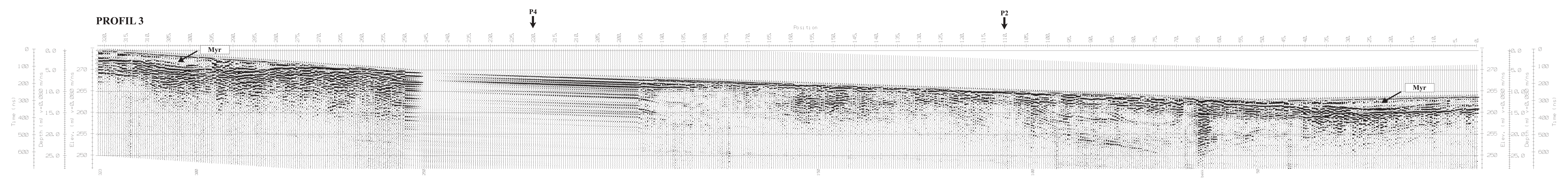
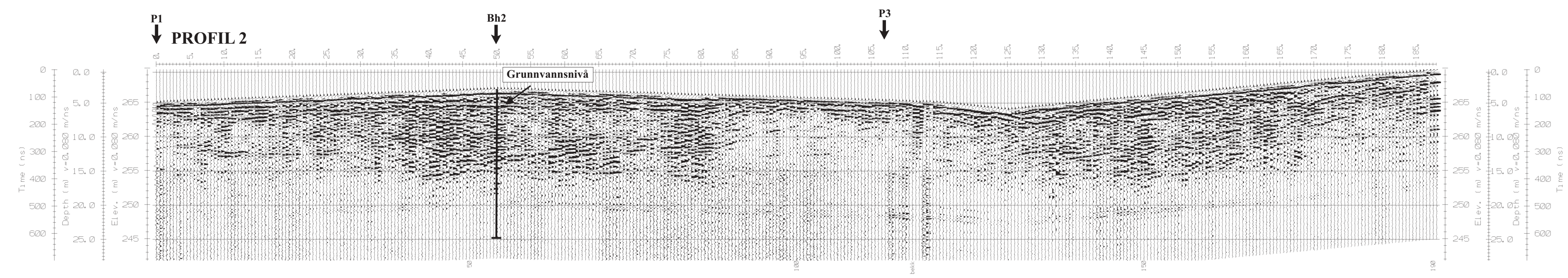
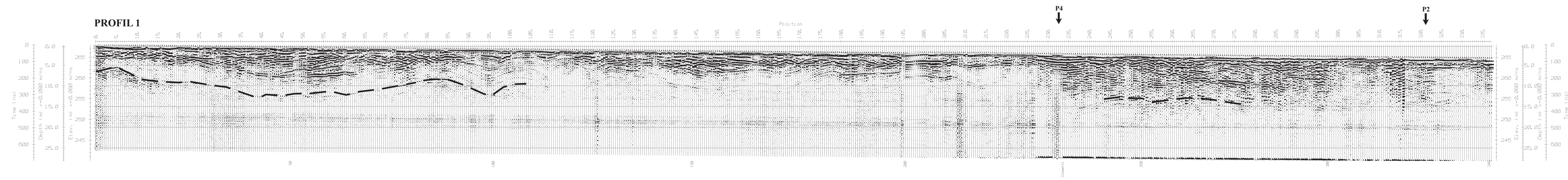


JÅREN VANNVERK
 OVERSIKTSKART
SØRHEIM
 HØLONDA, MELHUS, SØR-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT E.D.	Juni 2002
	TEGN E.D.	Nov. 2002
	TRAC	
	KFR	

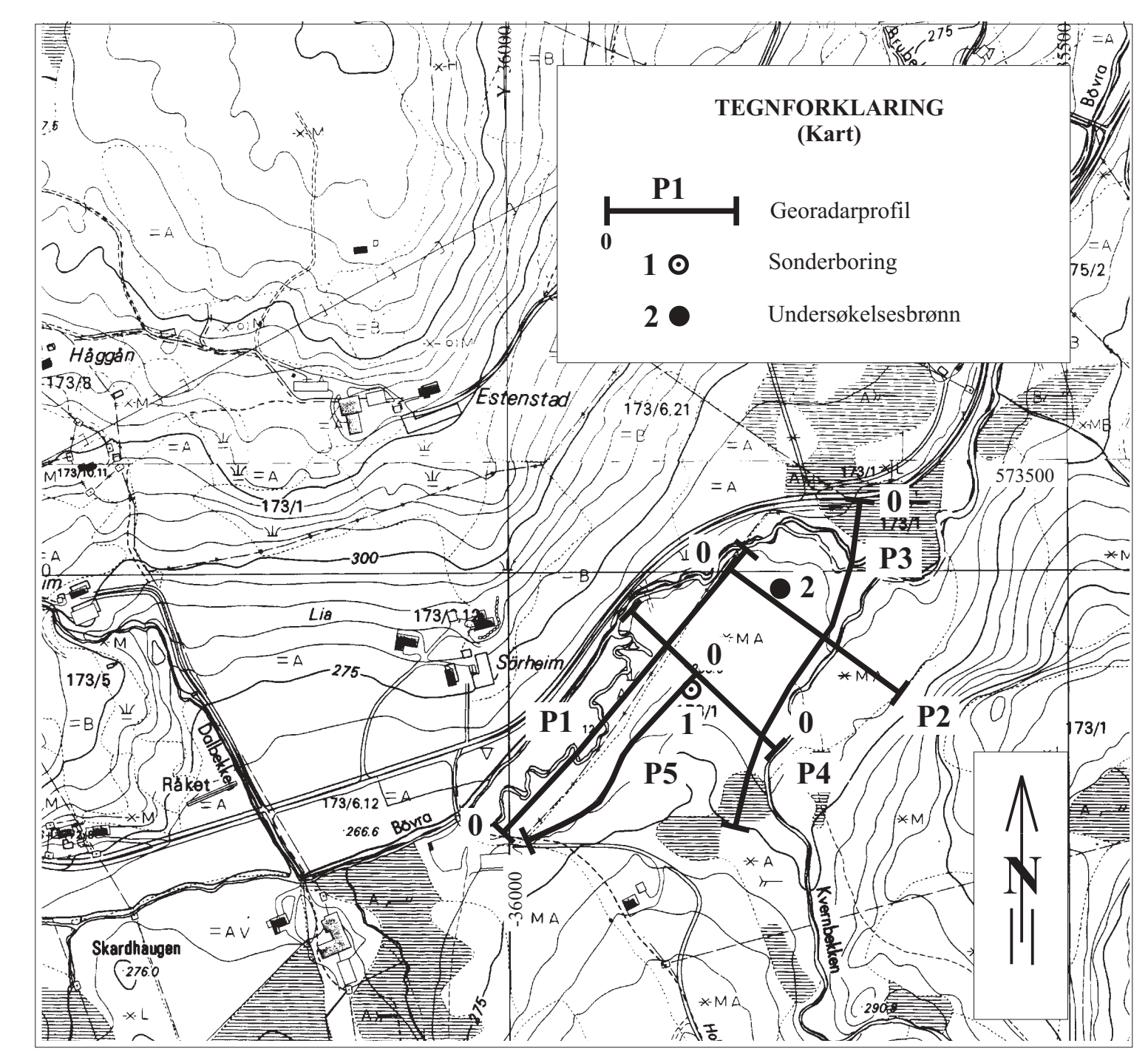
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR 2003.014-01	KARTBLAD NR 1521 II
-----------------------------	------------------------



TEGNFORKLARING (opptak)

- P1 ↓ Kryssende georadarprofil
- Bh2 ↓ Undersøkelingsbrønn
- Bh1 ↓ Sonderboring
- Tolket fjelloverflate
- - Usikkert tolking av fjelloverflate



JÅREN VANNVERK GEORADAROPPTAK P1, P2, P3, P4 og P5 SØRHEIM HOLONDA, MELHUS, SØR-TRØNDELAG	MÅLSTOKK (Kart)	MÅLT E. D. Juni 2002
	1: 5 000	TEGN E. D. Nov. 2002
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAD NR 2003.014-02	KARTBLAD NR 1521 II