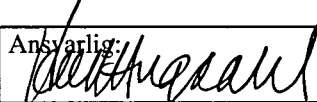


NGU Rapport 2000.090

Hydrogeologisk vurdering i forbindelse med
planlagt overføring av Finnkoisjøen til Nesjøen,
Tydal kommune

Rapport nr.: 2000.090		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Hydrogeologisk vurdering i forbindelse med planlagt overføring av Finnkoisjøen til Nesjøen, Tydal kommune.			
Forfatter: Bernt O. Hilmo, Torleif Lauritsen, Harald Sveian og Bjørn Iversen		Oppdragsgiver: Trondheim Energiverk Kraft AS	
Fylke: Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag		Kommune: Tydal og Meråker	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1721 II Esandsjøen	
Forekomstens navn og koordinater: Sone 32V, datum WGS84: Skarpdalen 64100 700900		Sidetall: 37 Pris: 350,- Kartbilag: 5	
Feltarbeid utført: Juli 2000	Rapportdato: 13.12.2001	Prosjektnr.: 2712.16	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Norges geologiske undersøkelse har på oppdrag fra Trondheim Energiverk gjort en vurdering av hvordan en planlagt overføringstunnel fra Finnkoisjøen til Esandsjøen (del av Nesjøen) kan innvirke på grunnvannsforholdene i Skarpdalen. Vurderingene er basert på kvartærgeologisk kartlegging, georadarmålinger, undersøkelsesboringer, beskrivelse av grunnvannskilder/oppkommer og måling av grunnvannsnivå.</p> <p>Løsmassene i Skarpdalen er dominert av breelv- og bresjøsedimenter og morene. Det er flere steder påvist opptil 20 m tykt løsmassedekke, hovedsakelig av sand og grus. Dette mektige løsmasseoverdekket vil gi for liten fjelloverdekning over deler av planlagt tunnel, slik at det kan bli nødvendig å flytte tunneltraseen litt lenger mot øst i forhold til eksisterende planer.</p> <p>Topografien, samt stor utbredelse av vannførende og til dels mektige løsmasser, gir grunnlag for de mange oppkommene av grunnvann i Skarpdalen. Vannføringen i oppkommene varierer sterkt med snøsmelting og nedbør. De største har en trolig en minstevannføring på mer enn 1 l/s, mens mange av de mindre tørker ut i nedbørsfattige perioder på høsten eller i lange kuldeperioder om vinteren. Grunnvannsnivået i løsmasseavsetningene varierer også mye over året. I en observasjonsbrønn er det målt opptil 3 m forskjell mellom høyeste og laveste grunnvannsnivå.</p> <p>Med liten fjelloverdekning over planlagt tunnel og vannførende løsmasser er det sannsynlig at planlagt overføringstunnel vil få konsekvenser for grunnvannsnivået i området. En senkning av grunnvannsnivået vil føre til mindre vannføring/tørklegging av grunnvannskilder. Særlig to oppkommer som benyttes til vannforsyning til samenes sommerboplasser i Skarpdalen ligger utsatt til for tørklegging. Det finnes imidlertid andre alternativer for vannforsyning i området. Rørbrønner i løsmasser eller grunnvann fra lavereliggende oppkommer vil være et godt alternativ til dagens vannforsyning fra kilder, men disse løsningene vil kreve pumping av vannet.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Løsmasse	Kvartærgeologi	
Geofysikk	Georadar	Sonderboring	
Grunnvannskilde	Grunnvannsmagasin	Fagrapport	

INNHOOLD

1.	INNLEDNING	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Formål.....	4
1.3	Gjennomføring	4
2.	OMRÅDEBESKRIVELSE	5
2.1	Topografi og beliggenhet	5
2.2	Berggrunnsgeologi	5
2.3	Kvartærgeologi.....	5
3.	LØSMASSEUNDERSØKELSER	6
3.1	Kvartærgeologisk kartlegging	6
3.2	Georadarmålinger	6
3.3	Sonderboringer	6
4.	OVERDEKNING OVER PLANLAGT TUNNELLØP	7
5.	GRUNNVANNSUNDERSØKELSER	8
5.1	Grunnvannskilder	8
5.2	Grunnvannsnivå.....	10
5.3	Grunnvannskvalitet.....	12
6.	KONSEKVENSTUTREDNINGER.....	12
6.1	Områder som kan få lavere grunnvannsnivå	12
6.2	Kilder som kan bli berørt.....	13
6.3	Konsekvenser for vannforsyning.....	14
7.	REFERANSER.....	15

TEKSTBILAG

- 1 Georadar- Metodebeskrivelse

DATABILAG

- | | |
|---------|---|
| 01-07 | Utskrift av georadaropptak |
| 8 | Tolking av georadaropptak |
| 9.1-9.2 | Sonderboringer – boreprofil |
| 10 | Fysikalsk-kjemiske analyser av vannprøver |

KARTBILAG

- 1 Oversiktskart i M 1:50 000 med omriss av undersøkt område og forslag til tunneltrase.
- 2 Utsnitt av berggrunnskart Trondheim, 1 : 250 000.
- 3 Kvartærgeologisk kart over Skarpdalen, 1 : 20 000.
- 4 Oversiktskart i M 1 : 20 000 over Skarpdalen med plassering av georadarprofil og borehull.
- 5 Detaljkart i M 1 : 5 000 over Skarpdalen med plassering av georadarprofil, kilder og borehull.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Trondheim Energiverk (TEV) har planer om å overføre Finnkoisjøen til Esandsjøen som er en del av Nesjøen via en 12-13 km lang overføringstunnel. Langs overføringstunnelen er det planlagt inntak av sju bekker som ledes inn på tunnelen via enkle sperredammer og borede sjakter i fjell. En mer detaljert beskrivelse av planene er gitt av TEV i forbindelse med *Melding om igangsatt planlegging etter Plan- og bygningsloven og Forslag til konsekvensutrednings-program* (Trondheim Energiverk, 1999)

TEV har engasjert Norges geologiske undersøkelse (NGU) til å vurdere hvilke konsekvenser utbyggingen har for vannforsyning i Skarpdalen og grunnvannsnivået i området langs tunneltraseen. Det er foreslått 4 alternativer for utbygging hvorav ett alternativ allerede er forkastet. De tre gjenstående alternativene har omtrent samme tunneltrase, men med noe forskjellig plassering av inntak og påhugg uten at dette vil ha nevneverdige konsekvenser for grunnvannsforholdene.

1.2 Formål

Formålet med NGUs utredning er å finne ut om, og eventuelt i hvilken grad, en planlagt overføringstunnel vil innvirke på følgende forhold:

- Vannforsyningen til samenes sommerbosteder i Skarpdalen. Denne vannforsyningen er i hovedsak basert på grunnvann fra kildeutslag.
- Vannføringen i andre kildeutslag i området.
- Grunnvannsnivået i området langs tunneltraseen.

I tillegg er oppdragsgiver interessert i en vurdering av om det er tilstrekkelig fjelloverdekning langs den foreslåtte tunneltraseen på bakgrunn av georadarmålinger og sonderboringer i løsmasser.

1.3 Gjennomføring

Feltundersøkelsene ble gjennomført i perioden juni til oktober 2000 og har bestått av følgende:

- Feltbefaring, registrering av grunnvannskilder og kvartærgeologisk kartlegging i uke 26.
- Georadarmålinger i uke 28
- Sonderboringer i løsmasser og måling i grunnvannskilder i uke 31.
- Installering av sonder for automatisk måling av grunnvannsnivå og måling i grunnvannskilder i uke 41 og fram til våren 2001.

En foreløpig oppdragsrapport, samt en kvartærgeologisk rapport (NGU Rapport 2000.117) ble utarbeidet i nov. 2000.

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1 Topografi og beliggenhet

Den planlagte traseen for overføringstunnelen mellom Finnkoisjøen og Esandsjøen går i østre dalside av Skarpdalen og videre under Sankådalen hvor det laveste passet mellom Skarpdalen og Esandsjøen ligger 765 m o.h. (se kartbilag 1). Undersøkelsene er i hovedsak konsentrert i et område i Skarpdalen mellom Finnkoisjøen og Skarpdalsvollen som utgjør et areal på ca. 7 km² i dalbunnen og langs østre dalside opp mot kote 800. Undersøkelsesområdet er begrenset til østsiden av Løddølja og nordsiden av sideelva Sankåa. I Skarpdalen ligger dalbunnen 700 – 720 m o.h., mens høydedragene på sidene er ca. 300 m høyere.

2.2 Berggrunnsgeologi

Bergartene i Trøndelag tilhører stort sett den kaledonske fjellkjeden. Under fjellkjedefoldningen som skjedde for 400-450 millioner år siden ble bergartene presset sammen i store flak som går under betegnelsen skyvedekker. I området mellom Finnkoisjøen og Esandsjøen består berggrunnen av 3-4 skyvedekker som har hatt ulik opprinnelse og er av ganske forskjellig karakter (se kartbilag 2). Selve tunneltraseen vil i området nærmest Esandsjøen berøre Sevedekket som her består vesentlig av garbenskifer (spesiell type glimmerskifer med lange hornblendenåler) og muligens soner med amfibolitt. Lengre mot nordvest kommer tunnelen inn i Trondheimsdekket som her hovedsakelig består av lettvitrende skifre med lag av litt hardere sandsteiner. Grensene mellom skyvedekkene blir ofte svakhetssoner og kan utgjøre topografiske trekk i landskapet, men mellom Finnkoisjøen og Esandsjøen er dette lite tydelig.

I den ingeniørgeologiske rapporten utarbeidet av O.T. Blindheim (1999) er det angitt to markerte svakhetssoner med retning VSV-ØNØ. Den ene ligger like ved planlagt inntak av N. Sankåa mens den andre ligger ved planlagt bekkeinntak rett nordøst for Skarpdalsvollen. Denne retningen på svakhetssoner er også tydelig i en bekk ca.1 km nord for Skarpdalsvollen.

2.3 Kvartærgeologi

Innlandsisen smeltet bort fra østre deler av Trøndelag for 10 000 – 9500 år siden. Isbevegelsen i Skarpdalen har for det meste gått mot nordvest, men dreide i sluttfasen mer vestlig. Skarpdalen ser ut til å ha vært et viktig dreneringsområde for smeltevann fra store områder lenger sør og sørøst, både fra norsk og svensk side av grensefjellene, under denne nedsmeltingen. Store deler av området har derfor tykke løsmasseavsetninger.

I en første fase av nedsmeltingen for 10 000 år siden (Vukutrinnet) rant smeltevannet mot nordvest forbi Sankådalen, Skarpdalen og Finnkoisjøen, og over til Rotldalen i Selbu. Denne dreneringen har satt spor etter seg i ca. 800 m høyde i erosjonsspor og terrasser i østre dalside i Skarpdalen, samt den lange grusryggen vi ser langs østre side av Finnkoisjøen. Mens nedsmeltingen pågikk ble smeltevann i en senere periode oppdemt i en bresjø i Skarpdalen, før det fant vegen ut langs Løddølja. I denne perioden ble det i tillegg til bresjøsedimentene i dalbunnen avsatt mektige breelvavsetninger av sand og grus i østre dalside av Skarpdalen. Lengst sør i det kartlagte området ble det til slutt avsatt store grusterrasser i ca. 700 m høyde ved Skarpdalsvollen. Med isoverflata senket til ca. 700 m o.h. ble det nå liggende ei sidetunge mot nord fra Tydalen og inn i Løddøljas dal som en stor demning.

En mer detaljert beskrivelse av kvartærgeologien er gitt i NGU Rapport 2000.117.

3. LØSMASSEUNDERSØKELSER

Som grunnlag for de hydrogeologiske vurderingene er det utført grundige undersøkelser av løsmassene.

3.1 Kvartærgeologisk kartlegging

For denne rapporten ble det utført feltarbeid med kvartærgeologisk kartlegging i to dager i slutten av juni 2000. Ut fra løsmassekartleggingen i felt er det utarbeidet et kvartærgeologisk kart (se kartbilag 3). Kartleggingen er foretatt på et forstørret utsnitt (M 1: 20 000) av kartblad Esandsjøen, M 1: 50 000. Løsmassene består hovedsakelig av breelvvavsetninger av sand og grus, morenemateriale, bresjøsedimenter av silt og sand og myr.

3.2 Georadarmålinger

Georadar er en geofysisk metode som gir informasjon om løsmasstype, løsmassetykkelse, lagdeling og grunnvannsnivå. En generell beskrivelse av georadarmetoden er gitt i tekstbilag 1. Målingene ble utført med digital georadar av typen pulse EKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble benyttet 100 MHz-antenner og 1000 V sender.

Det ble til sammen kjørt 13 georadarprofiler med lengde varierende mellom 100 og 1075 m. (Et planlagt profil 9 er ikke målt). Plassering av profilene er vist i kartbilagene -04 og -05, og en utskrift av opptakene er vist i databilagene -01 til -07. På grunn av unøyaktig flytting av antennene vil posisjonene som er angitt øverst på opptakene, ikke alltid stemme nøyaktig med avstander på kartet. I slike tilfeller kan en støtte seg til merknadene nederst på opptakene, om passering av bekker, veier, avstandsmerker og lignende. Avstandsmerkene er satt ut med kompass og målebånd. Posisjonene som er angitt øverst på opptakene forteller hvilken vei profilene er målt. Alle profilene er terrengkorrigerte på bakgrunn av topografisk kart i målestokk 1: 5 000 og med 1 m koteavstand. Opptakene er forsynt med høydeakser som refererer til havoverflata.

En tolkning av opptakene er vist i databilag 8 og i tabell 1. I tolkningen er det forsøkt å bestemme kun grunnvannsnivået og dyp til fjell. Posisjonene som angis i tolkingene refererer til posisjoner øverst i opptakene. Til støtte for tolkingen av georadarprofilene har en benyttet resultatene fra sonderboringer i området. Sonderboringene er inntegnet på kartbilag 5, og sonderboringer som ligger på eller i nærheten av georadarprofilene er i tillegg avmerket på opptakene. Ved profilene P1, P6 og P7 er det utført CMP-målinger (hastighetsanalyser) for å beregne radarbølgenes utbredeshastighet i løsmassene. Målingene ga gjennomsnittshastigheter på 0.06 m/ns og 0.07 m/ns, og disse er benyttet ved dybdekonverteringen av opptakene. I de andre profilene er valgt hastighet tilpasset borhullsloggenes dybdeangivelser. For mange av profilene er dyp til fjell og grunnvannsnivå vanskelig å bestemme. Flattliggende skiferlag og/eller hardpakket morene gjør at overgangen mellom løsmasser og fjell trer uklart fram på profilene. Også grunnvannsspeil lar seg vanskelig påvise i noen av opptakene. Dette kan skyldes finstoffdominerte masser med stor kapilær stigeevne og "utvisking" av grunnvannsreflektoren.

3.3 Sonderboringer

Sonderboringene ble gjort med en beltegående borerigg av typen HAFO. Boringene gir grunnlag for tolkning av løsmasstype og dyp til fjell. For å kunne måle grunnvannsnivået ble det i enkelte borehull satt ned Ø36 mm observasjonsbrønner med en meter slisset filter.

Det ble til sammen utført 10 sonderboringer i løsmasser. Plasseringen av borehullene er vist i kartbilag -04 og -05. Resultatene av boringene er vist i databilag 9.1-9.2. I alle borehull, unntatt hull 6, ble det påtruffet fjell. Løsmassetykkelsen varierer mellom 5 og 20 m og er størst i borehullene 1, 3, 4 og 10. I disse borehullene ble det påvist sand og grus over sand og finsand, mens i de andre hullene er det påvist hovedsakelig sand og grus eller morene.

4. OVERDEKNING OVER PLANLAGT TUNNELLØP

I en ingeniørgeologisk vurdering foretatt av O.T. Blindheim (Blindheim, 1999) blir det oppgitt at fjelloverflaten, dvs. terrenghøyden minus løsmassetykkelsen i alle deler av tunnelen må være høyere enn kote 735 for å oppnå tilfredsstillende fjelloverdekning. Alle våre georadarprofiler, unntatt profil 7 og 8, ligger nærmere enn 100-200 m fra foreslått tunneltrase, og av disse profilene ligger den tolkede fjelloverflaten klart **under kote 735 i profilene 5, 6, 11, 12, 13 og 13 A**. Fjelloverflatens høyde påvist ved sonderboringer er vist i tabell 2.

Tabell 1. Løsmassetykkelse, grunnvannsnivå og fjelloverflate tolket ut fra georadarmålinger

Profil nr	Overflate (moh)	Løsmassetykkelse (m)	Grunnvannsnivå (moh)	Fjelloverflate (moh)
1	738-747	2-5		734-745
2	740-748	2-5		737-746
3	762-764	10-15	759-762	749-752
4	758-767	2-16	755-760	746-757
5	735-749	5-10		730-738
6	732-747	9-16	731-739	719-738
7	712-726	2- >20	710-711	< 694-723
8	715-719	1-12	709	704-714
10	725-736		729	
11	731-735	8-11	728-729	721-727
12	732-736	1-10		726-733
13	742-744	6-13	741-743 og 737-738	728-738
13 A	732-742	12-18	741 og 735-737	722-728

Tabell 2. Løsmassetykkelse og høyde på påvist fjelloverflate for borehullene

Borehull nr	Høyde (moh)	Løsmassetykkelse	Fjelloverflate (moh)
1	735	16 m	719
2	740	5,5 m	734
3	740	18 m	722
4	742	15 m	727
5	735	6 m	729
6	764	Mer enn 14 m	Lavere enn 750
7	758	7,4 m	751
8	746	4,6 m	741
9	716	6,8 m	709
10	715	20,4 m	695

Av borehull som ligger i nærheten av tunneltraseen viser tabell 2 at fjelloverflaten ligger under kote 735 i borehullene 1, 2, 3, 4 og 5. Georadarprofilene og sonderboringene viser dermed at det ikke kan oppnås tilstrekkelig fjelloverdekning ved det eksisterende forslaget til tunneltrase. Særlig i området mellom bekkeinntak 4 og 5, regnet fra Finnkoisjøen, er høyden på fjelloverflaten for lav til å oppnå tilstrekkelig overdekning. Her er det påvist partier hvor fjelloverflaten ligger på ca. kote 720. Dette vil gi en fjelloverdekning over tunnelen på kun ca. 5 m. Dette er for lite ut fra anleggstekniske forhold. Tunnelen må derfor legges lenger mot øst i dette området, i det en tolkning av boringer og georadarprofil indikerer at fjelloverflaten skråner nedover mot vest. En plassering 50-150 m øst for borehull 2 vil sannsynligvis gi tilstrekkelig overdekning, men man må da enten flytte bekkeinntak 4 og muligens også 5 lenger mot øst, eller skråbore sjaktene ned på tunnelen for disse bekkeinntakene. En større fjelloverdekning vil i tillegg til mindre behov for tunnelsikring også gi redusert fare for innlekking av grunnvann. For endelig lokalisering av tunneltrase kan det være nødvendig med ytterligere feltundersøkelser basert på boringer og seismiske målinger for nøyaktig kartlegging av fjelloverflate. Det vil da være nødvendig med presis innmåling av borepunkter og seismikkprofiler.

5. GRUNNVANNSUNDERSØKELSER

Grunnvannsundersøkelsene har bestått av registrering av oppkommer/kildeutslag og måling av grunnvannsnivå i observasjonsbrønner. Samtidig har tolkningen av georadarmålinger og sonderboringer gitt nyttig informasjon om grunnvannsforholdene.

5.1 Grunnvannskilder

I det undersøkte området er det registrert mange oppkommer/kildeutslag fra løsmasser. Noen har karakter som punktkilder, mens andre slår ut i en kildehorisont. Mange av oppkommene slår ut i dagen oppå finkornige masser eller fjell, mens de fleste i tillegg er topografisk betinget, dvs kildeutslaget ligger i foten av skråninger. I felt ble det målt temperatur og elektrisk ledningsevne på kildevannet, samt gjort anslag på kildenes kapasitet. I kartbilag 5 er det tegnet inn observerte kildeutslag hvorav 24 er nummerert. Tabell 3 viser målinger av temperatur, elektrisk ledningsevne, samt anslag på kapasitet og en kort beskrivelse av kildene. I noen kilder er kapasiteten målt/anslått ved flere forskjellige tidspunkt.

Som nevnt mates alle registrerte grunnvannskilder av grunnvann fra løsmasser. Infiltrasjonsområdene består av høyereliggende sand- og grusavsetninger og i noen tilfeller bekker. Temperaturen og elektrisk ledningsevne sier noe om grunnvannets oppholdstid i grunnen. En stabil temperatur i området 3-4 °C og stabil elektrisk ledningsevne, indikerer grunnvann med relativt lang oppholdstid. Kilde nr. 4, 5, 15, 16, 17, 18 og 20 har temperaturer over 4 °C og grunnvann med relativt lav elektrisk ledningsevne. Dette tyder på kort oppholdstid. Alle disse kildene har samtidig lav kapasitet og tørker ut i perioder med lite nedbør/snøsmelting. Grunnvannet i disse kildene er dermed mer påvirket av overflatevatn og lufttemperatur.

Kilde nr. 3, 10, 11, 12 og særlig kilde nr. 1 mates delvis fra en bekk som renner 200-300 m nord for kildene. Vannet i denne bekken infiltreres ned i de grove løsmassene langs georadarprofil 3 og 4, slik at bekken nedstrøms går tørr i store deler av året. Dette vannet går igjennom de mektige løsmasseavsetningene (eskere) sør for bekken og slår ut i kilder

nedenfor, og da særlig i kilde nr.1. Vannføringen i denne kilden varierer derfor mye med nedbør og snøsmelting, og i følge kjentfolk blir den nesten tørrlagt på sen vinteren.

Kilde nr. 2 er den største kilden i området, og vannet i denne kilden stammer trolig fra løsmasseavsetninger nord for kilden. Ut fra sonderboringer og måling av grunnvannsnivå er det sannsynlig at noe av vannet i kilde 2 stammer fra naturlig infiltrert bekkevann på den store sandsletta med bresjøsedimenter i området ved georadarprofilene 7 og 8 og sonderboring 10.

Tabell 3. Registrerte kildeutslag

Kilde nr.	Temperatur °C	Ledningsevne MS/m	Kapasitet l/s	Kort beskrivelse
1 1)	3,5 / 2,5 / 5,5	3,8 / 3,1 / 3,5	10 / 6 / 1,0	Tre punktkilder, har vært brukt til vannforsyning
2 2)	2,7 / 3,1	6,2 / 6,2	15 / 3	Ca. 50 m bred kildehorisont
3 1)	3,0 / 2,9 / 3,9	3,8 / 3,8 / 4,0	4 / 2 / 1,5	Punktkilde. Brukes til vannforsyning
4	9,2	3,2	0,3	Tørker ut i perioder
5	5,6	4,1	0,5	Tørker ut i perioder
6	3,3	5,0	4	Punktkilde
7 1)	2,7 / 3,0 / 5,6	3,8 / 4,0 / 4,5	2 / 1 / 0,4	Punktkilde. Brukes til vannforsyning
8	3,9	4,4	0,5	Flere små kilder som slår ut på morene/fjell, tørker ut i perioder
9	4,0	4,2	1	Punktkilde, tørker ut i perioder
10			2	Punktkilde
11	3,5	3,8	2	Flere små kilder ved skråningsfot/bekk
12	2,7	3,6	2	Punktkilde
13	2,7	3,0	3	2 punktkilder
14	2,9	2,6	5	Flere punktkilder
15	4,5	2,9	1	Kilde i moreneskråning. Tørker ut i perioder.
16	9,0	2,9	0,5	Tørker ut i perioder
17	4,5	3,0	0,5	Tørker ut i perioder
18	5,4	4,5	0,5	Punktkilde
19	3,2	4,6	5	Punktkilde
20	4,7	4,2	0,5	Punktkilde. Brukes til vannforsyning
21 2)			5 / 1	Kildeområde i sand/grus under myr
22			2	Punktkilde i sand/grus under myr
23			2	Punktkilde ved N. Sankåa
24 2)			8 / 2	Stor punktkilde

1) Målt 29.06.00 / Målt 02.08.00 / Målt 12.10.00

2) Målt 29.06.00 / Målt 12.10.00

De øvrige: Målt 29.06.00

Kilde nr. 21 drenerer trolig området nord for kilden. I dette området ligger det to vannfylte dødisgroper (tjern) uten synlige avløp. Disse ligger i samme høyde som kilde nr. 21 og representerer grunnvannsnivået i området.

Området mellom Skarpdalsvollen og Esandsjøen er ikke detaljkartlagt, men også her er det observert en rekke mindre kildeutslag.

5.2 Grunnvannsnivå

Grunnvannsnivået sees i kildeutslagene og i større bekker. I tillegg ble grunnvannsnivået målt i tre nedsatte observasjonsbrønner. I to av brønnene (bh 1 og bh 4) ble det satt ned sonder for automatisk måling av grunnvannsnivået over vinteren. I tillegg kan grunnvannsnivået tolkes ut fra georadarprofiler. Som tidligere nevnt tørker enkelte kilder ut i nedbørsfattige perioder. Tabell 4 viser grunnvannsnivået i kilder med vannføring året rundt og i observasjonsbrønner, samt en vurdering av hvordan en overføringstunnel fra Finnkoisjøen til Esandsjøen vil påvirke kildene, både ved redusert nedslagsfelt som følge av bekkeinntak og ved direkte innlekking til tunnelen ved en vannstand på kote 726 som tilsvarer laveste reguleringshøyde i Esandsjøen.

Tabell 4. Grunnvannsnivå i stabile kilder og i undersøkelsesbrønner.

Kilde nr	Grunnvannsnivå i m.o.h.	Fare for påvirkning fra overføringstunnel		
		Ved redusert nedslagsfelt	Ved direkte innlekking	Total vurdering
1	745	Liten	Stor	Middels
2	700	Middels	Ikke mulig	Liten *
3	742	Liten	Stor	Stor
6	725	Liten/middels	Ikke mulig	Liten
7	747	Liten	Stor	Stor
10	743	Liten	Stor	Middels
11	736	Liten	Middels	Middels
12	758	Liten	Stor	Middels
13	760	Ingen	Middels	Liten/middels
14	759	Ingen	Middels	Liten/middels
18	720	Liten/middels	Ikke mulig	Liten
19	720	Liten/middels	Ikke mulig	Liten
20	715	Ingen	Ikke mulig	Ingen
21	728	Liten	Middels	Liten/middels
22	695	Liten	Ikke mulig	Liten
23	695	Liten	Ikke mulig	Liten
24	695	Liten	Ikke mulig	Liten
Brønn nr.				
Bh. 1	733	Liten	Stor	Stor
Bh. 4	733	Liten	Stor	Stor
Bh. 8	743	Liten	Middels	Middels
Bh. 10	710	Middels	Ikke mulig	Liten

* indikerer muligheter for økt grunnvannsnivå/ vannføring (i tilfelle utlekkasje fra tunnel).

Tabellen antyder at faren for påvirkning av kildene er størst ved direkte innlekking av grunnvann i tunnelen. Redusert nedslagsfelt som følge av bekkeinntakene vil ha mindre betydning på vannføringen i kildene ettersom de fleste bekkeinntakene skjer nedstrøms kildenes infiltrasjonsområde. Et unntak er bekkeinntak nr. 5 regnet fra Finnkoisjøen. Dette bekkeinntaket vil gi mindre infiltrasjon av grunnvann på den store sletta med bresjøsedimenter (se kartbilag 3). Ettersom dette grunnvannsmagasinet trolig drenerer mot sør, kan dette gi redusert vannføring i kilde nr. 2. En eventuell flytting av tunneltraseen lenger mot øst vil gi økt fjelloverdekning og dermed mindre fare for direkte innlekking av grunnvann, men samtidig kan flytting av bekkeinntak gi redusert vannføring i flere kilder som en følge av mindre infiltrasjonsområde/nedslagsfelt.

Det er interessant å merke seg at grunnvannsnivået i undersøkelsesbrønnene 1 og 4 er likt. Kilde nr. 21, samt tre tjern (dødisgroper) hvorav to ligger nordvest og ett sørvest for bh 1 ligger også omtrent på samme høyde (se kartbilag 5). Dette kan tyde på et felles grunnvannsmagasin i dette området som trolig drenerer mot Lødølja og mot sør og slår ut i kildene 6, 18, 19 og 21. I og med at grunnvannsstanden i magasinet ligger på kote 730-733, kan overføringstunnelen, ihvertfall periodevis, gi en senkning av grunnvannsnivået og følgelig gi en vannstandssenkning i de omtalte tjernene.

For å måle langtidsfluktuasjoner i grunnvannsnivået ble det installert automatiske målesonder i observasjonsbrønner i borehullene 1 og 4. Målingene ble foretatt i perioden 12.10.00 til 05.06.01. Grunnvannsnivået som er vist i fig. 1 og 2. viser store variasjoner. I bh 1 sank grunnvannsnivået fra kote 732,9 til kote 730,4 moh fra målestart til ca. 20.04.01. Fra dette tidspunktet steg grunnvannsnivået og ved slutten av målingene i begynnelsen av juni var vannstanden steget knapt 2 m igjen. Høsten 2000 var tørr, mens vinteren 2001 var relativt kald. Dette førte til lite nydannelse av grunnvann og en jevn senkning av grunnvannsnivået helt fram til snøsmeltingen startet i slutten av april. I den andre observasjonsbrønnen i bh 4 sank grunnvannsnivået såpass mye at brønnen ble tørrlagt fra 10.11.2000, og den var fortsatt tørr ved avslutningen av måleserien den 05.06.01. Ut fra kurveforløpene i fig. 1 og 2 kan det antas at grunnvannsnivået også i denne brønnen synker ned mot samme nivå som i bh.1, dvs. til kote ca 730,5 m. Hvis en i tillegg tar i betraktning senkningen av grunnvannsnivået fra august til oktober 2000, kan det antas at årsvariasjonene i grunnvannsnivået er ca. 3 m i dette området. Som tidligere nevnt representerer grunnvannsnivået i bh 1 og bh 4 et stort grunnvannsmagasin med utbredelse fra sør for bh 4 og minst 700 m mot nordvest forbi et tjern på kote 732 moh. Det er viktig å kjenne til disse store naturlige variasjonene når man i ettertid skal vurdere hvilke konsekvenser en eventuell overføringstunnel har på grunnvannsnivået i området.

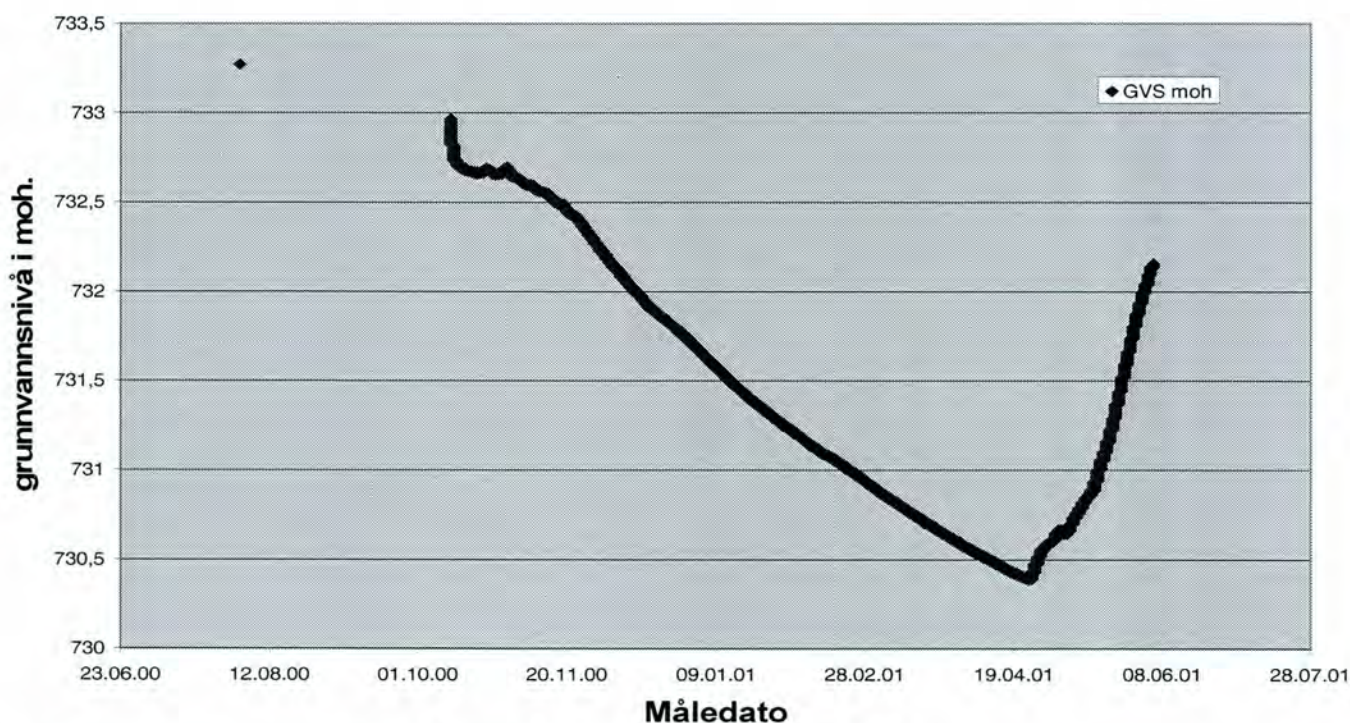


Fig. 1 Grunnvannsnivå i bh 1 i perioden august 2000 til juni 2001.

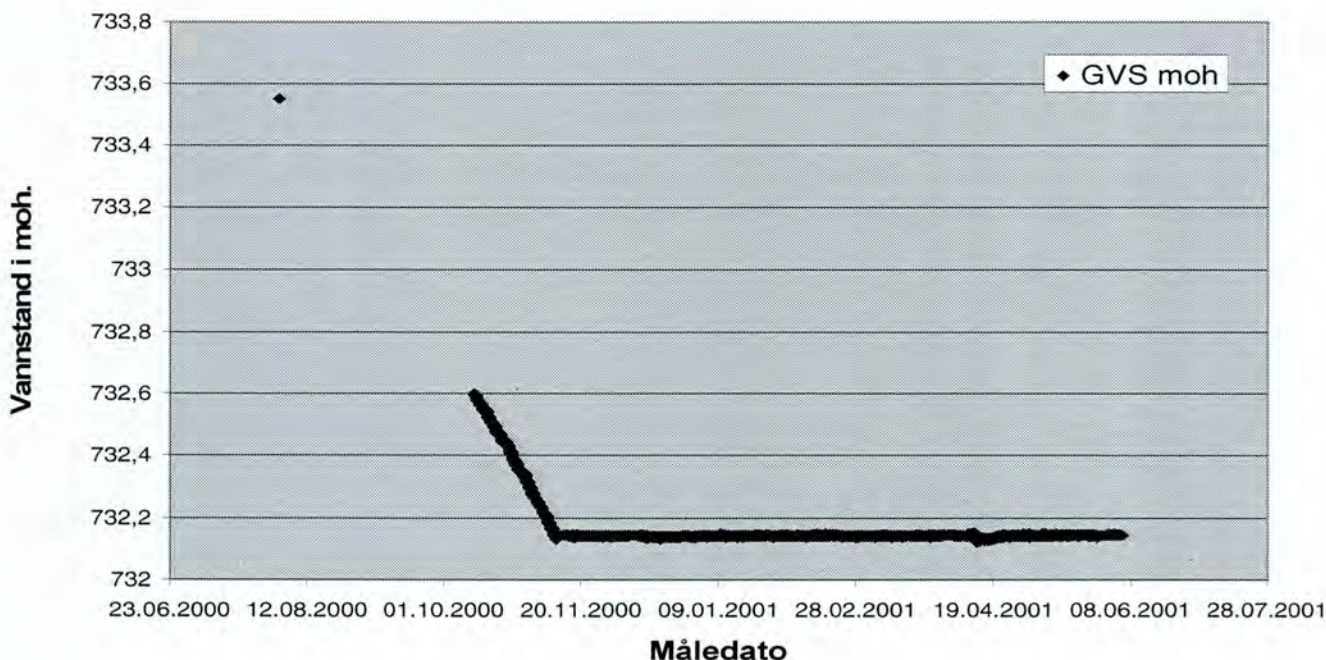


Fig. 2 Grunnvannsnivå i bh 4 i perioden august 2000 til juni 2001. I perioden november til juni lå grunnvannsnivået lavere enn målesonden slik at riktig vannstand ikke er registrert.

5.3 Grunnvannskvalitet

I forbindelse med tidligere grunnvannsundersøkelser i Tydal kommune (Hilmo og Lauritsen, 1996) ble det i 1995 tatt vannprøver for analyser av fysikalsk-kjemiske parametere av kilde nr. 1 og 2. I tillegg ble det den 30.06.00 tatt vannprøver fra kilde nr. 3 og 7 for samme typer analyser. De viktigste analyseresultatene er vist i databilag 10. Sammenlignet med kravene til drikkevann er grunnvannet stort sett av god fysikalsk-kjemisk kvalitet med følgende unntak:

- Vannprøven fra kilde nr. 1 har noe lav pH-verdi.
- I vannprøven fra kilde nr. 3 er det påvist et innhold av nitritt (NO_2). Selv om innholdet ligger innenfor kravet i Drikkevannsforskriften, kan det være en indikasjon på fekal forurensning (møkk) fra beitende sau og rein.

Det må bemerkes at det ikke foreligger bakteriologiske analyser av grunnvannet. Dette er nødvendig for å kunne gi en fullstendig vurdering av kildenes egnethet til drikkevann.

6. KONSEKVENSTREDNINGER

6.1 Områder som kan få lavere grunnvannsnivå

Det er vanskelig å vurdere hvor stort område som kan bli berørt av en overføringstunnel mellom Finnkoisjøen og Esandsjøen i Nesjøen, men i prinsippet kan hele nærområdet som

ligger over trykkehøyden i tunnelen få lavere grunnvannsnivå. Trykknivået i tunnelen vil variere mellom 726 og 733 moh, som er hhv. laveste og høyeste regulerings høyde i Esandsjøen. Når det tappes vann gjennom tunnelen vil trykknivået være noe høyere enn vannstanden i Esandsjøen, særlig nærmest Finnkoisjøen. I tillegg til tunnelens trykkehøyde vil senkningen i grunnvannsnivå være avhengig av vanngjennomgangen i løsmassene, om det eksisterer tette sjikt mellom løsmasser og fjell og om det finnes vannførende sprekker i selve fjellet.

De kartlagte løsmassene i området har normalt såpass høy hydraulisk ledningsevne at de kan dreneres. Bergrunnen er dominert av skiferbergarter (glimmerskifer og fyllitt). Dette er normalt relativt tette bergarter, men med liten overdekning (15-50 m i store deler av tunneltraseen) kan overflatenære sprekkesoner gi muligheter for drenering av grunnvann inn i tunnelen. Konsekvensene vil være størst i områdene nærmest tunnelen og med løsmasser med god vanngjennomgang (sand og grus). Her kan tunnelen gi flere meters senkning av grunnvannsnivået. I områder med mer finkornige løsmasser (bresjøsedimenter og morene) vil også grunnvannsnivået kunne bli lavere, men konsekvensene vil bli mindre ettersom disse løsmassene holder bedre på vannet enn de grovere sedimentene. For å redusere faren for innlekking av grunnvann og dermed redusert grunnvannsnivå, bør det tilstrebes å legge tunnelen slik at man oppnår størst mulig fjelloverdekning.

Løsmassene i området over mot Esandsjøen langs N. Sankåa og Storsanka er som tidligere nevnt ikke detaljkartlagt, men ut fra feltbefaring og tidligere kartlegging basert på flyfototolkning, finnes det også her mektige avsetninger av morene og breelvmaterialer av sand og grus. Også i disse områdene kan overføringstunnelen gi lavere grunnvannsnivå.

En beregning av totalt areal som kan bli påvirket av senket grunnvannsnivå er meget vanskelig. Grunnvann i fjell beveger seg i sprekker og hulrom i fjellet slik at en tunnel som krysser og drenerer vannførende sprekkesoner kan påvirke grunnvannsnivået flere kilometer fra selve tunneltraseen. Hvis man bare ser på områder med sammenhengende løsmassedekke, hvor konsekvensene av redusert grunnvannsnivå blir størst, kan vi ut fra det kvartærgeologiske- og det topografiske kartet anslå størrelsen på området til 2-3 km².

Som tidligere nevnt vil bekkeinntakene ha mindre betydning for grunnvannsnivået enn selve tunnelen. I områdene langs de tørrlagte bekkefarene og over kote 726 kan grunnvannsnivået senkes til under bekkenivåene hvis tunnelen drenerer området, men det er like sannsynlig at det opprettholdes en lokal grunnvannsstrøm mot bekkefarene. Dette gir et grunnvannsnivå som ligger over bekkenivåene. Under kote 726 vil grunnvannsnivået bli lite påvirket. Dette gjelder også i bekkefarene.

6.2 Kilder som kan bli berørt

De kildene som ligger rett over planlagt tunneltrase og med nedbørsfelt som i sin helhet ligger over kote 726 kan bli mest påvirket av tunnelen (se tabell 4). Dette gjelder kilde nr. 1, 3, 7, 10, 11, 12, 13, 14 og 21. Kilder som slår ut under kote 726 kan få redusert vannføring ved at tunnelen drenerer noe av nedslagsfeltet. Dette gjelder for eksempel kilde nr. 2 og muligens kilde nr. 6, 18 og 19. Kilde nr. 2 kan bli direkte berørt ved at bekken som mater det ovenforliggende grunnvannsmagasinet blir tatt inn på tunnelen oppstrøms infiltrasjonsområdet. Det er også teoretisk mulig at vann vil lekke ut fra tunnelen og gi økt vannføring i lavereliggende oppkommer, for eksempel kilde nr. 2. Kilder med lav vannføring, og som tidvis tørker ut, er ikke vurdert.

6.3 Konsekvenser for vannforsyning

Av de registrerte kildeutslagene benyttes nr. 3, 7 og 20 til vannforsyning til samenes sommerboplasser i Skarpdalen. Fra kilde nr. 3 og nr. 7 går det felles vannledning til flere hytter, mens kilde nr. 20 trolig benyttes som vannkilde til en hytte. Den planlagte overføringstunnelen kan gi redusert vannføring og i verste fall uttørking av kilde nr. 3 og 7 da disse ligger så og si rett over planlagt tunnellopp. En sikker vurdering av konsekvensene er det imidlertid vanskelig å gi ut fra det eksisterende datagrunnlaget.

Som tidligere nevnt er det flere steder påvist mektige løsmasseavsetninger med til dels god vanngjennomgang. Det er derfor gode muligheter for alternativ vannforsyning fra rørbrønner i løsmasser. Det beste området for grunnvannsuttak fra rørbrønner er trolig i området ved borehullene 1, 3, 4 og 10. Her kan grunnvann trolig tas på såpass stort dyp at en eventuell innlekking til tunnel vil få små konsekvenser. Et annet alternativ er å ta vann fra kilder som ikke blir berørt av overføringstunnelen. Dette må vurderes etter at tunnelen er bygd.

7. REFERANSER

- Blindheim, O.T. 1999: Trondheim Energiverk Kraft AS. Finnkoisjøoverføringen. Ingeniørgeologisk vurdering. *Rapport 2437.01 datert 24 september 1999.*
- Hilmo, B. O. og Lauritsen, T. 1996: Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Tydal kommune. *NGU Rapport 96.032. Norges geologiske undersøkelse*
- Sosial- og helsedepartementet 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.
- Sveian, H., Lauritsen, T. og Hilmo, B. O. 2000: Kvartærgeologi i Skarpdalen, Tydal kommune. Undersøkelser for planlagt overføringstunnel (vedlagt kvartærgeologisk kart plottet i M 1 : 20 000). *NGU Rapport 2000.117.*
- Trondheim Energiverk 1999: Planlagt overføring av Finnkoisjøen til Nesjøen. *Melding om igangsettatt planlegging etter Plan- og bygningsloven og Forslag til konsekvensutredningsprogram.*
- Wolff, F.Chr. 1976: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart TRONDHEIM 1 : 250 000. *Norges geologiske undersøkelse.*

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.

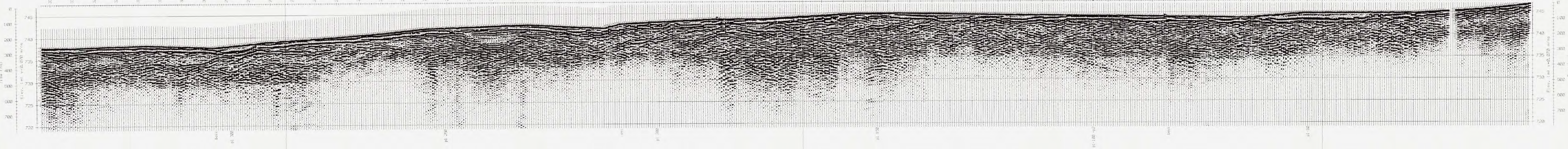
Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin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

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

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

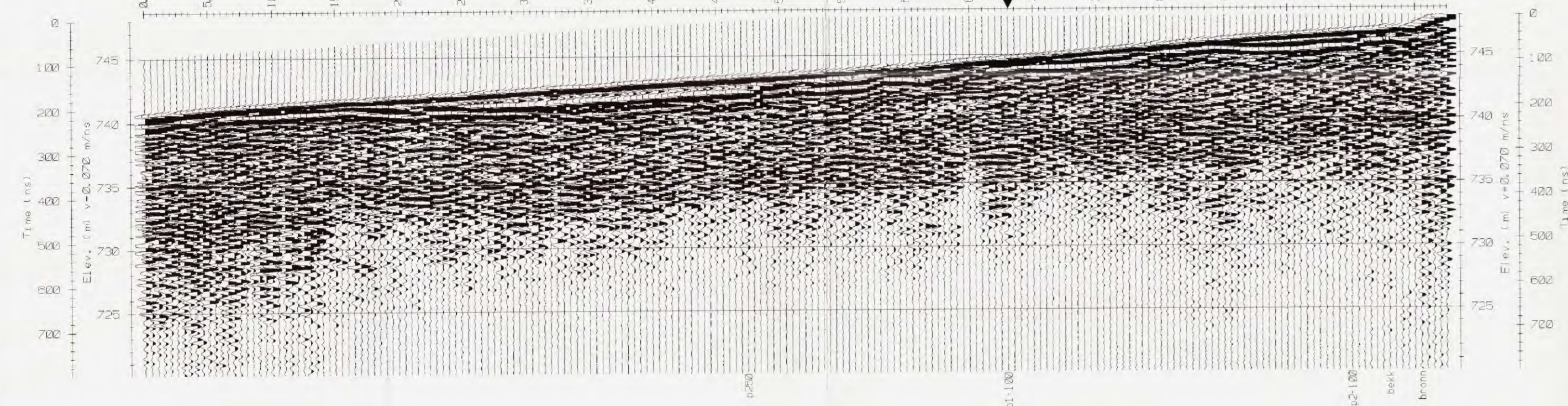
PROFIL 1

P2



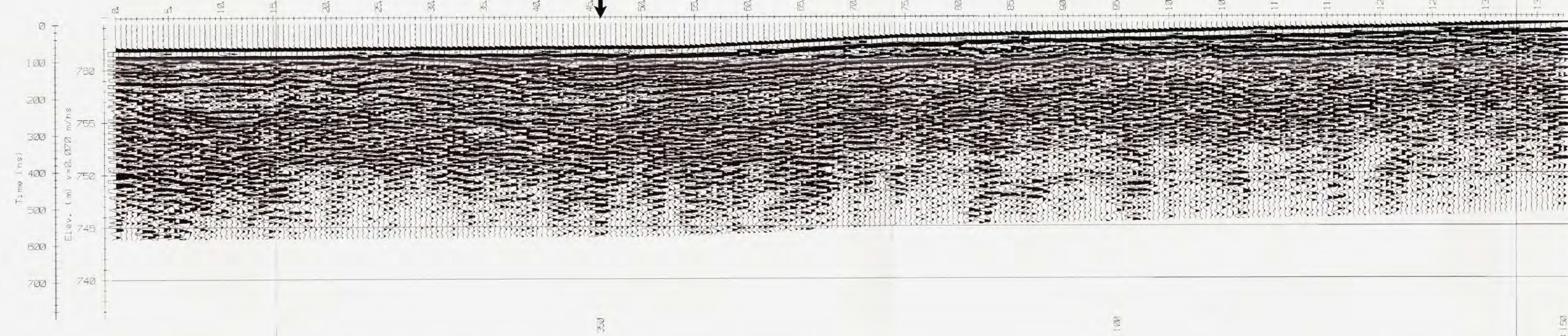
PROFIL 2

P1



PROFIL 3

P4



TEGNFORKLARING
(opptak)

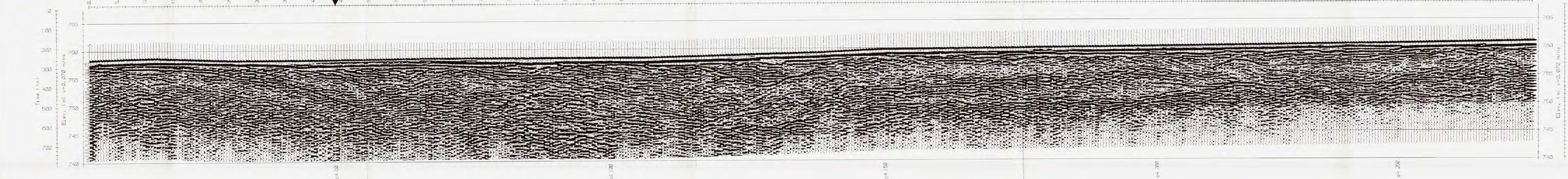
P2 ↓ Kryssende georadarprofil
Bh7 ↓ Sonderboring

TEGNFORKLARING
(Kart)

P1 — Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m
Bh7 ● Sonderboring
8 Ⓢ Kilde

PROFIL 4

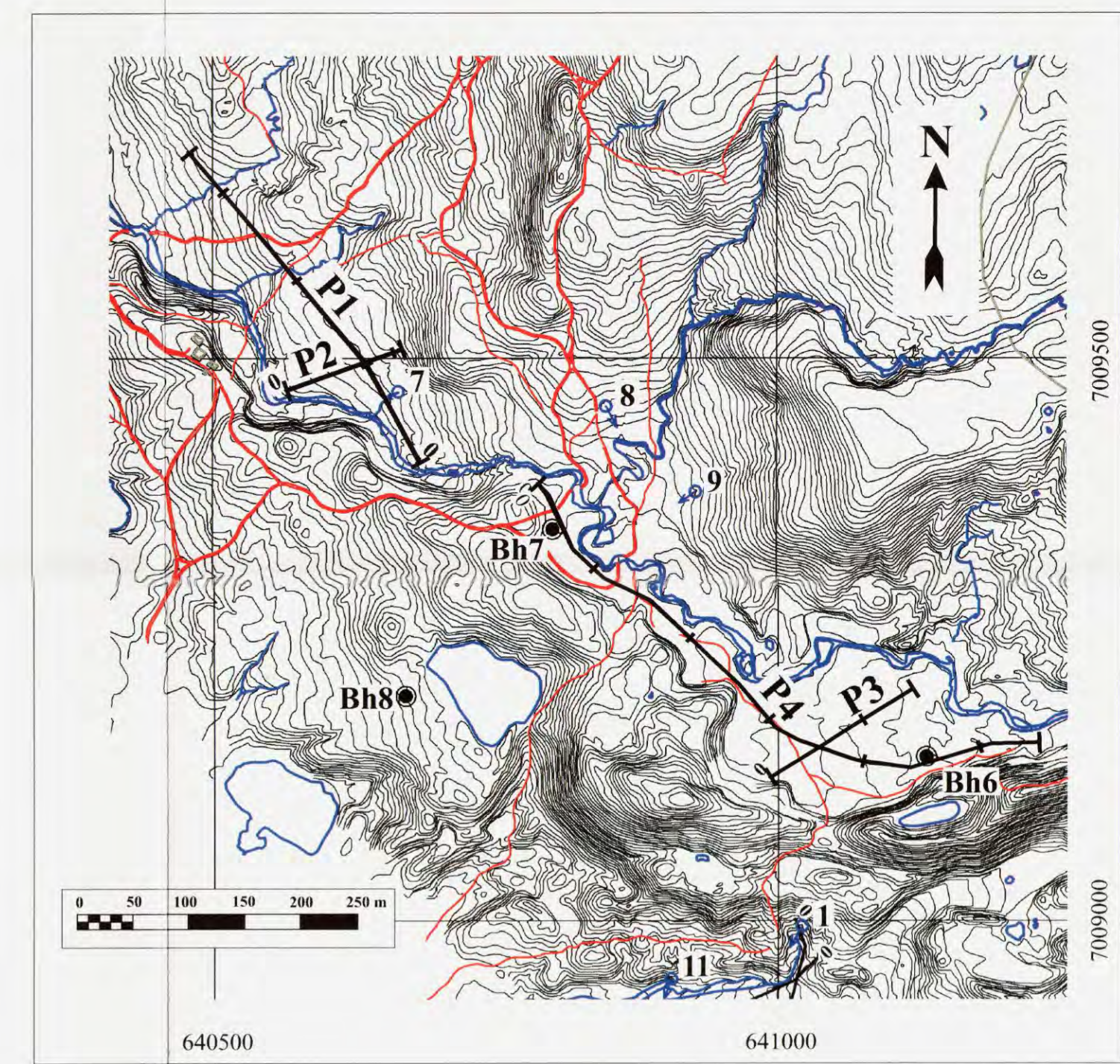
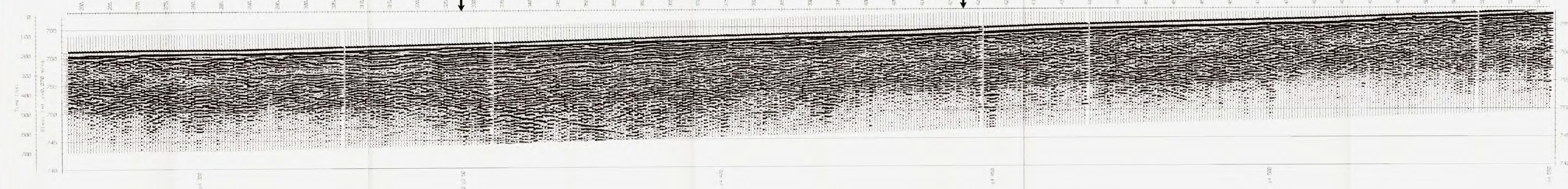
Bh7



PROFIL 4, forts.

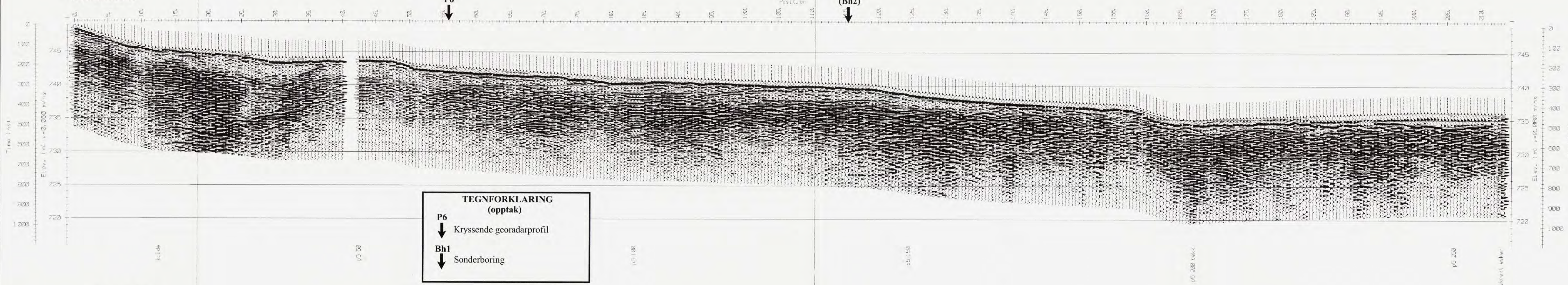
P3

Bh6

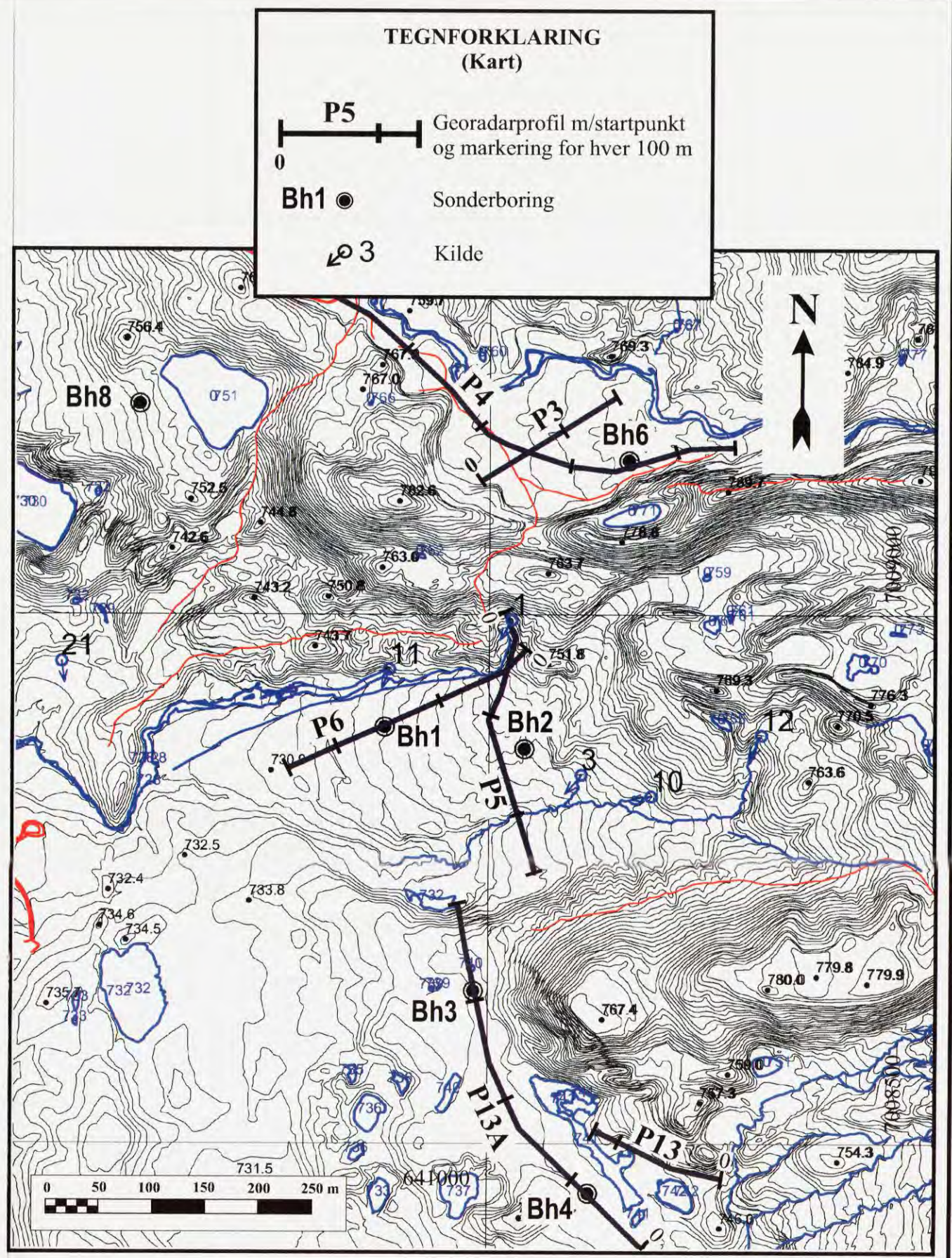
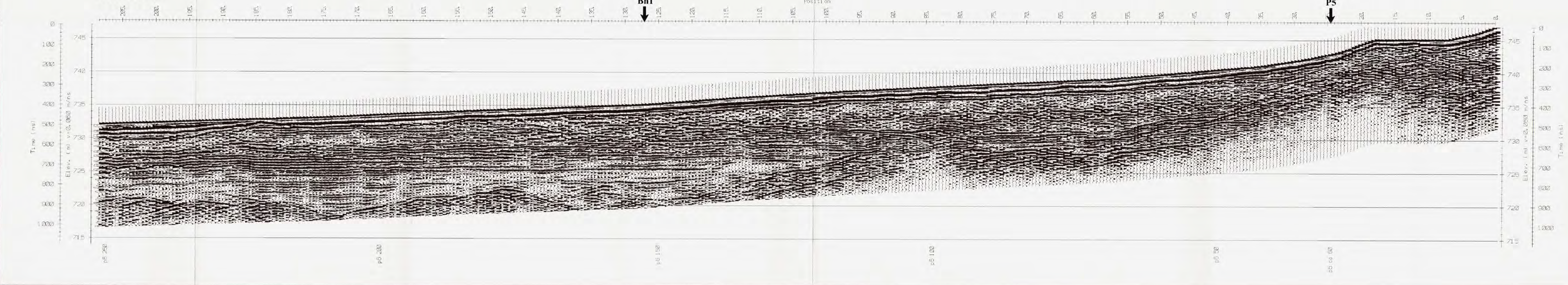


NGU/Trondheim Energiverk Kraft AS GEORADAROPPTAK, P1, P2, P3 og P4 SKARPDALEN TYDAL KOMMUNE og MERÅKER KOMMUNE, SØR-TRONDDELAG	MÅLESTOKK (Kart)	MÅLT E.D.	JULI 2000
	1: 5000	TEGN T.L.	AUGUST 2000
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	DATABLAG NR	KARTBLAD NR	
	2000.090-01	1721 II	

PROFIL 5

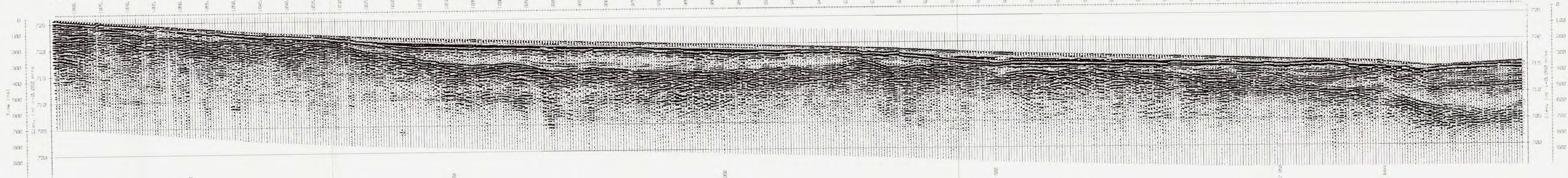


PROFIL 6

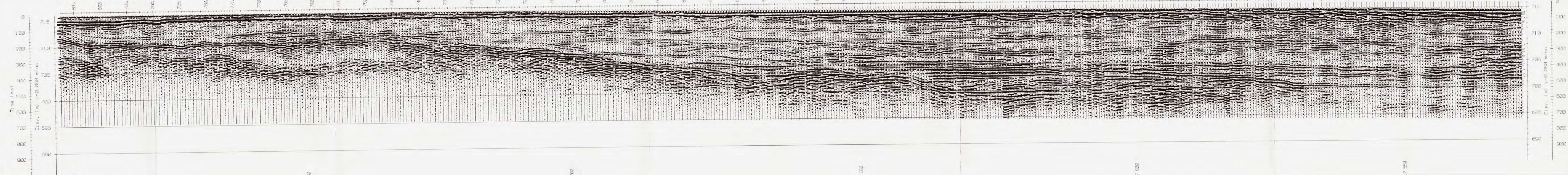


NGU/Trondheim Energiverk Kraft AS GEORADAROPPTAK, P5 og P6 SKARPDALEN TYDAL KOMMUNE og MERÅKER KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK (Kart) 1: 5000	MÅLT E.D. TEGN T.L. TRAC KFR	JULI 2000 AUGUST 2000
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	DATABILAG NR 2000.090-02	KARTBLAD NR 1721 II

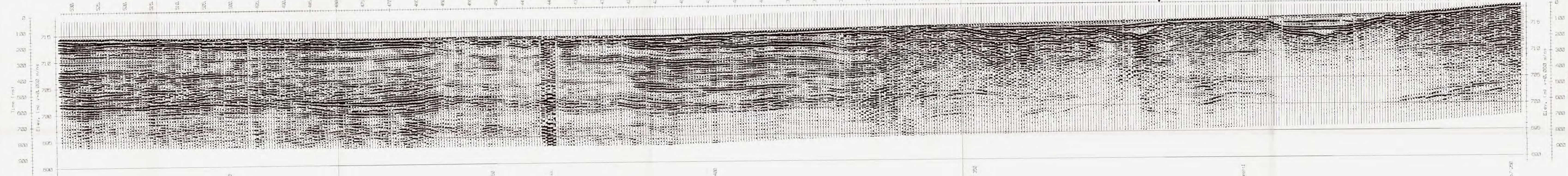
PROFIL 7



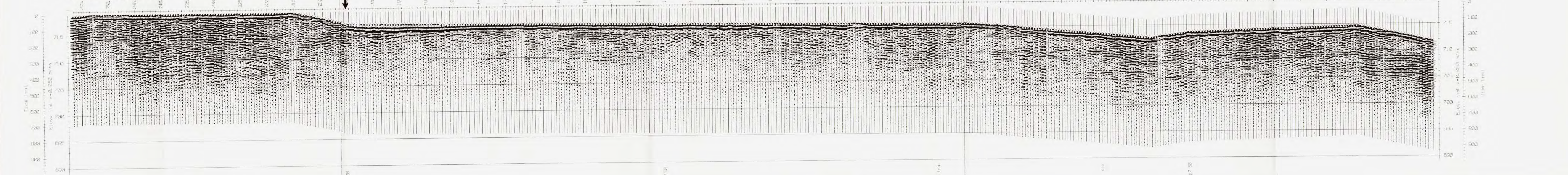
PROFIL 7, forts.



PROFIL 7, forts.

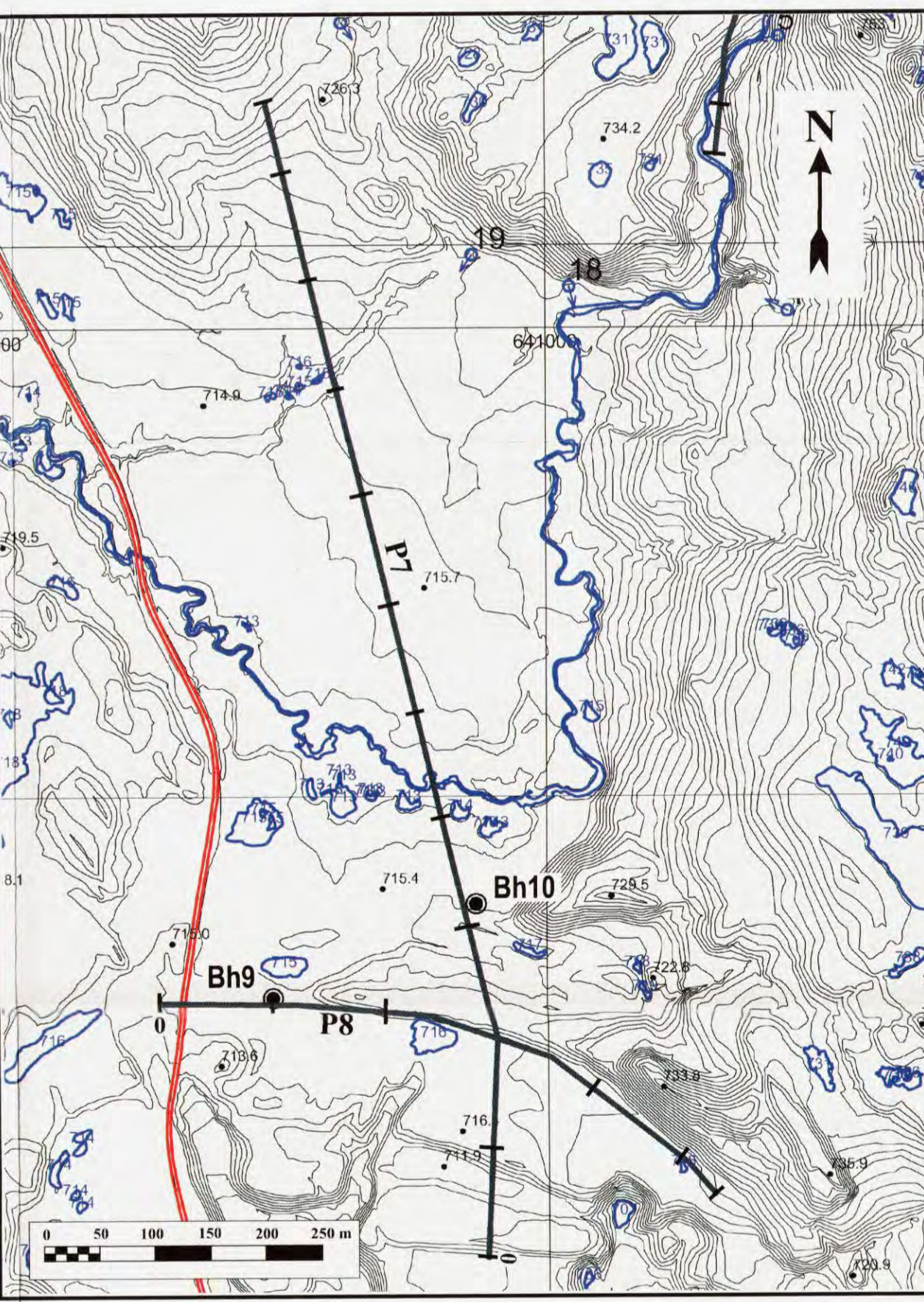


PROFIL 7, forts.



TEGNFORKLARING (opptak)

- P8 ↓ Kryssende georadarprofil
- Bh10 ↓ Sonderboring

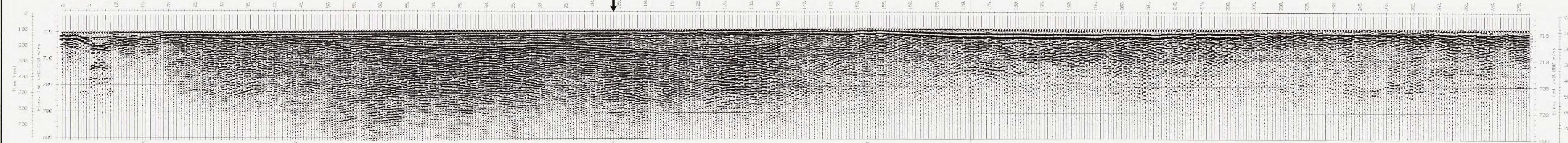


TEGNFORKLARING (Kart)

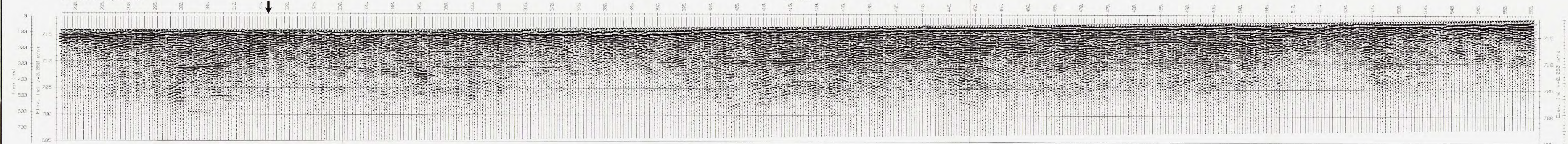
- P7 — Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m.
- Bh10 ● Sonderboring
- 19 ○ Kilde

NGU/Trondheim Energiverk Kraft AS GEORADAROPPTAK, P7 SKARPDALEN TYDAL KOMMUNE og MERÅKER KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MALESTOKK 1: 5 000	MÅLT E.D. JULI 2000
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	DATABILAG NR 2000.090-03
		KARTBLAD NR 1721 II

PROFIL 8



PROFIL 8, forts.

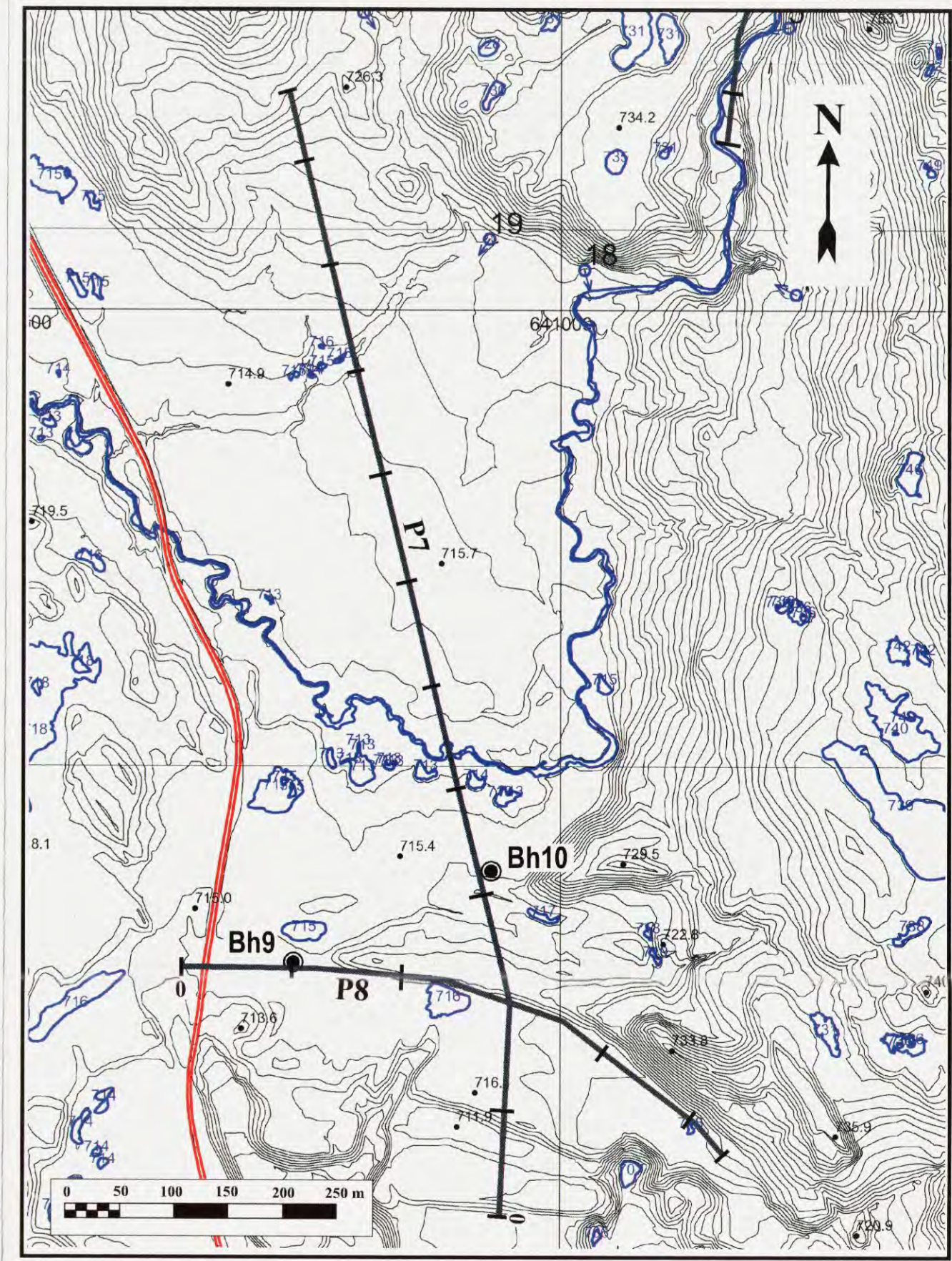


TEGNFORKLARING (opptak)

- P7** ↓ Kryssende georadarprofil
- Bh9** ↓ Sonderboring

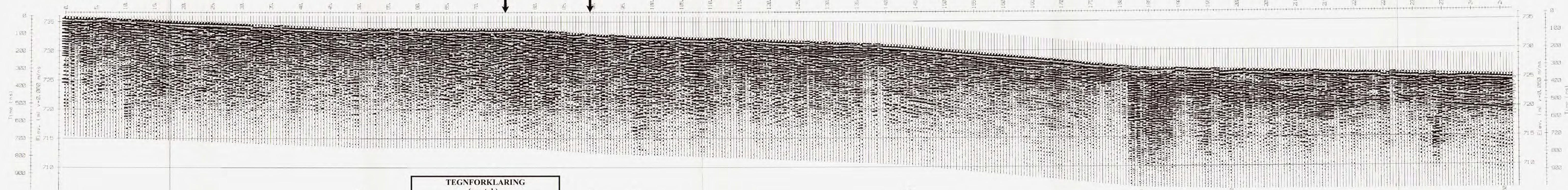
TEGNFORKLARING (Kart)

- P8** — Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m.
- Bh9** ● Sonderboring
- 19** ○ Kilde

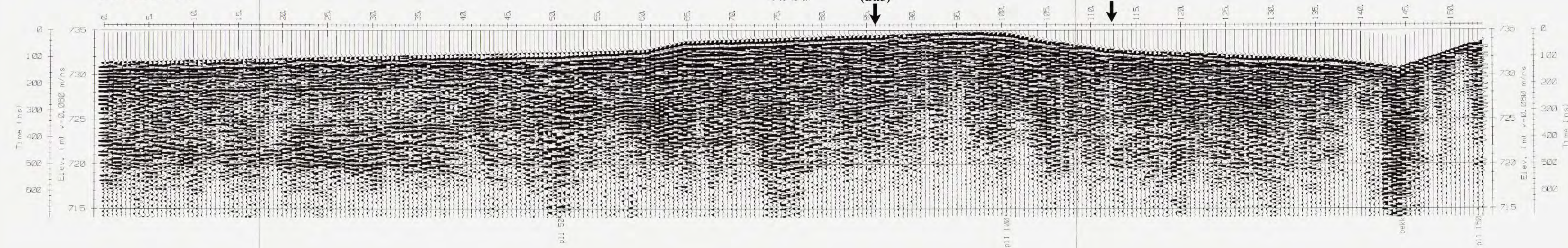


NGU/Trondheim Energiverk Kraft AS		MÅLESTOKK (Kart)	MÅLT E.D.	JULI 2000
GEORADAROPPTAK, P8		1: 5 000	TEGN T.L.	NOV. 2001
SKARPDALLEN			TRAC	
TYDAL KOMMUNE OG MERÅKER KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG			KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		DATABILAG NR 2000.090-04	KARTBLAD NR 1721 II	

PROFIL 10



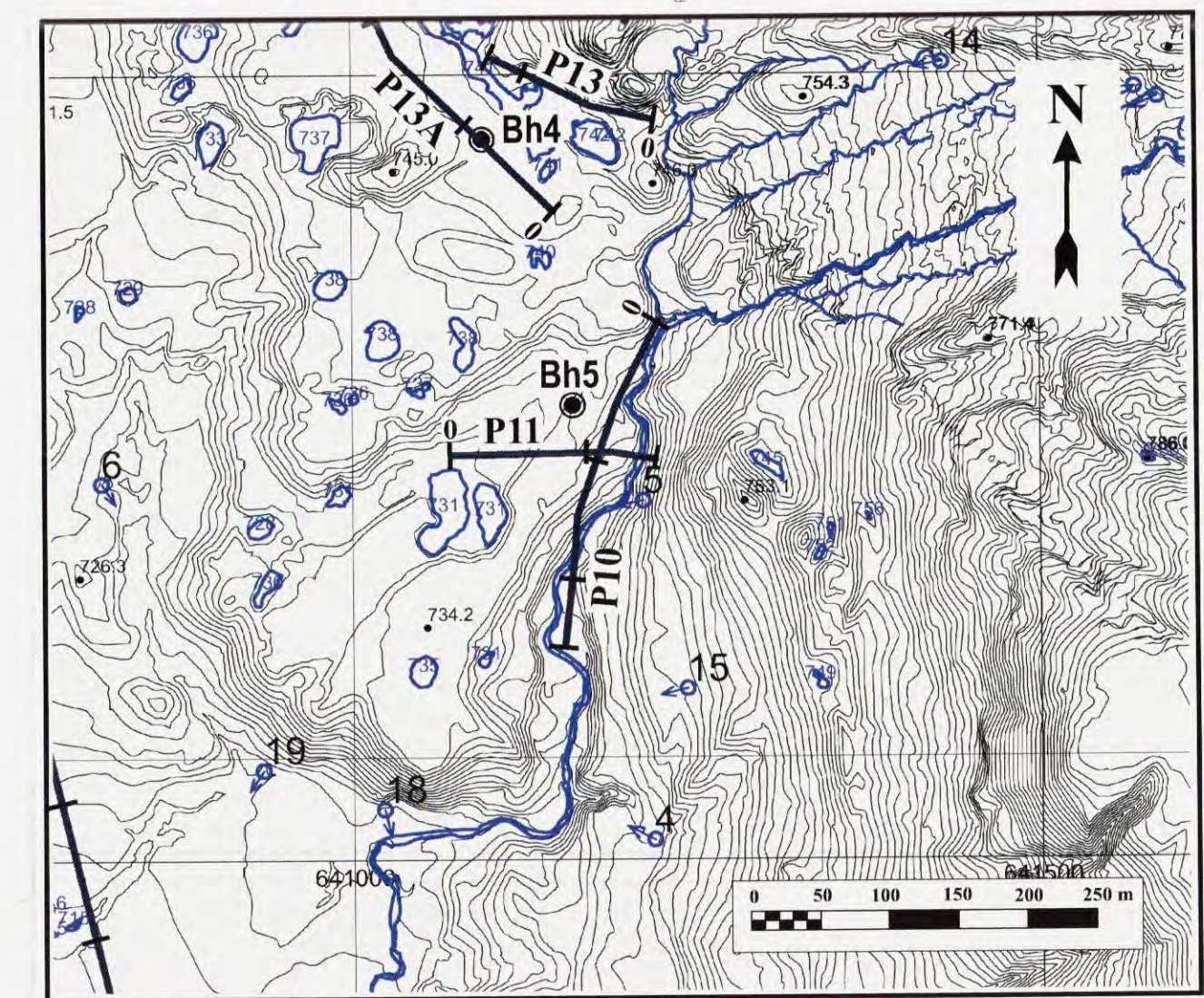
PROFIL 11



TEGNFORKLARING (opptak)

P10
↓ Kryssende georadarprofil

(Bh5)
↓ Sonderboring til side for profilet



TEGNFORKLARING (Kart)

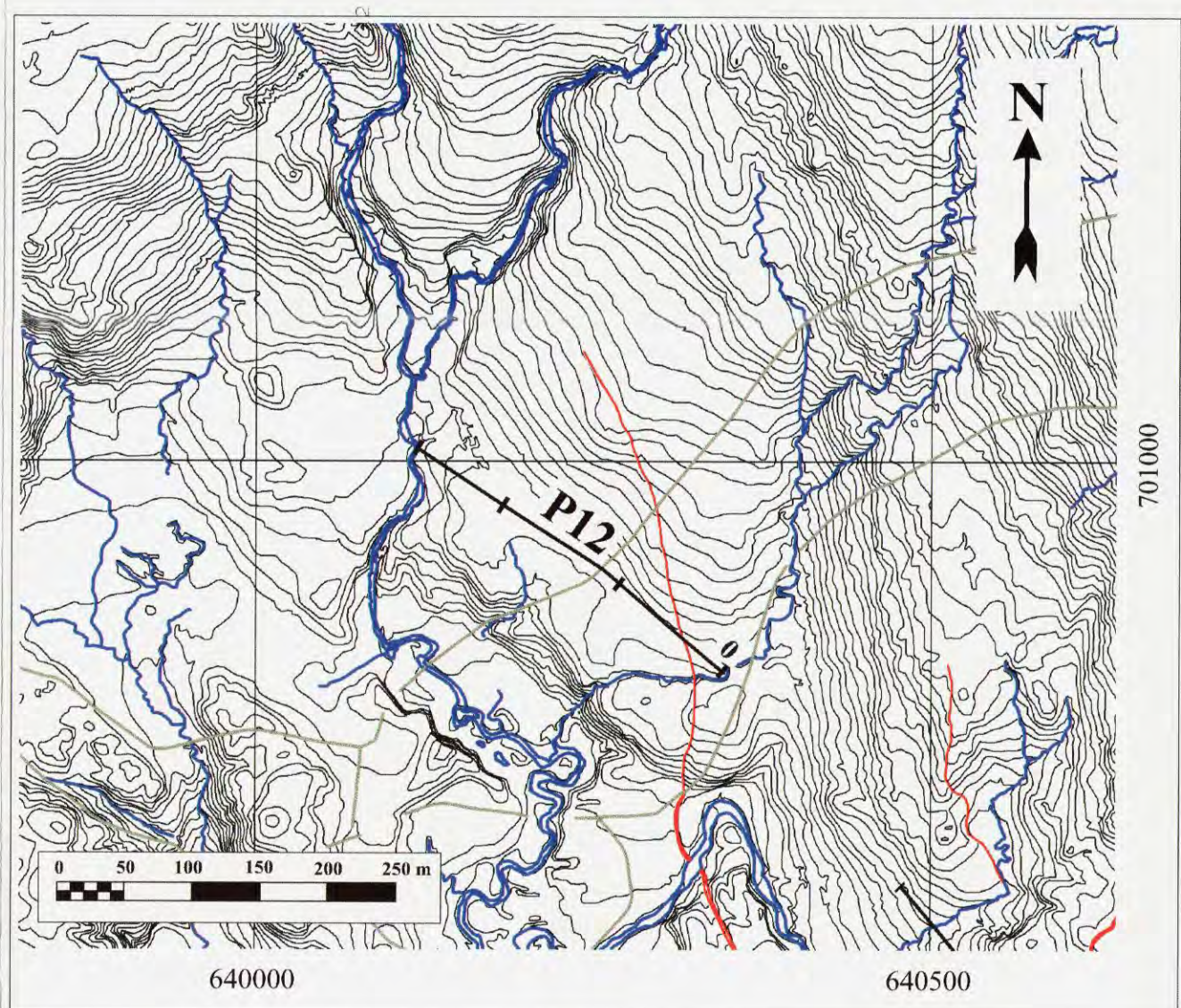
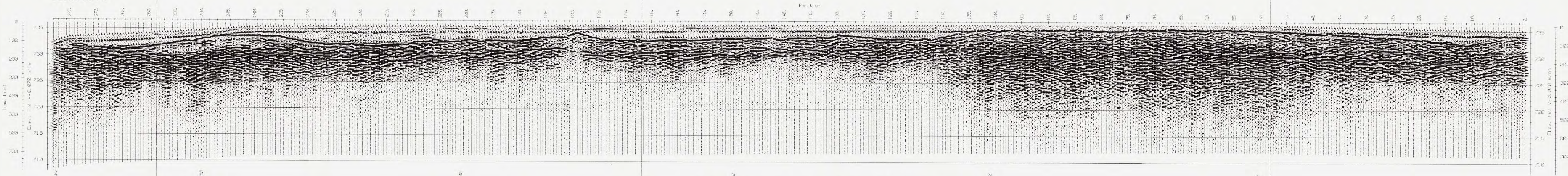
P11 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

Bh5 Sonderboring

5 Kilde

NGU/Trondheim Energiverk Kraft AS GEORADAROPPTAK, P10 og P11 SKARPDALEN TYDAL KOMMUNE og MERÅKER KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK (Kart) 1: 5 000	MÅLT E.D. TEGN T.L. TRAC KFR	JULI 2000 NOV. 2001
	DATABILAG NR 2000.090-05	KARTBLAD NR 1721 II	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM			

PROFIL 12

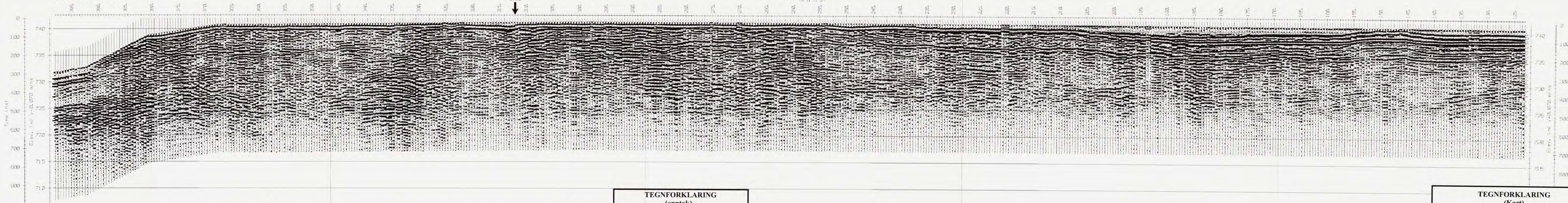


**TEGNFORKLARING
(Kart)**

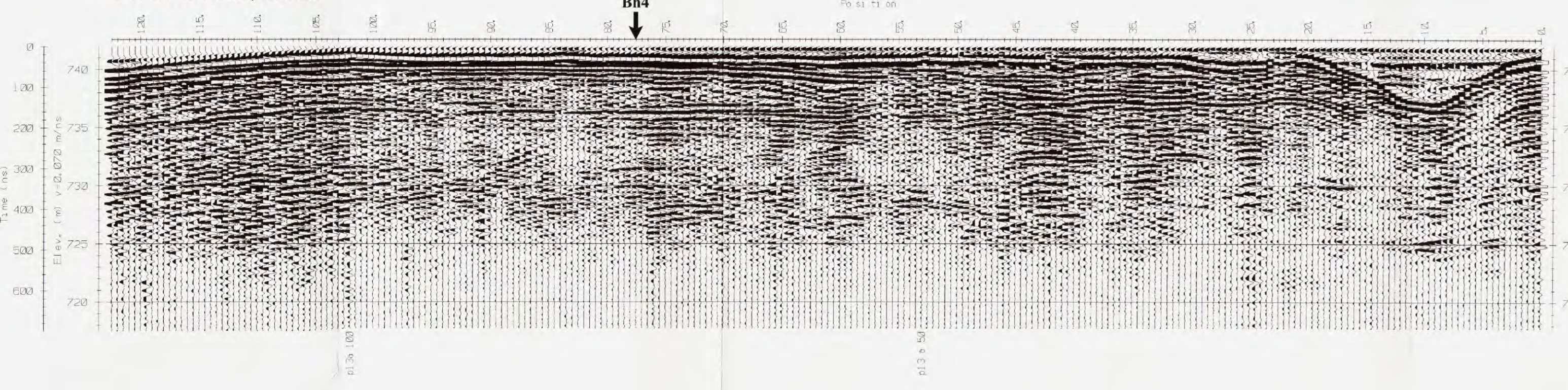
P12 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

NGU/Trondheim Energiverk Kraft AS GEORADAROPPTAK, P12 SKARPDALEN TYDAL KOMMUNE og MERÅKER KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK (Kart)	MÅLT E.D.	JULI 2000
	1: 5 000	TEGN T.L.	AUGUST 2000
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	DATABILAG NR	KARTBLAD NR	
	2000.090-06	1721 II	

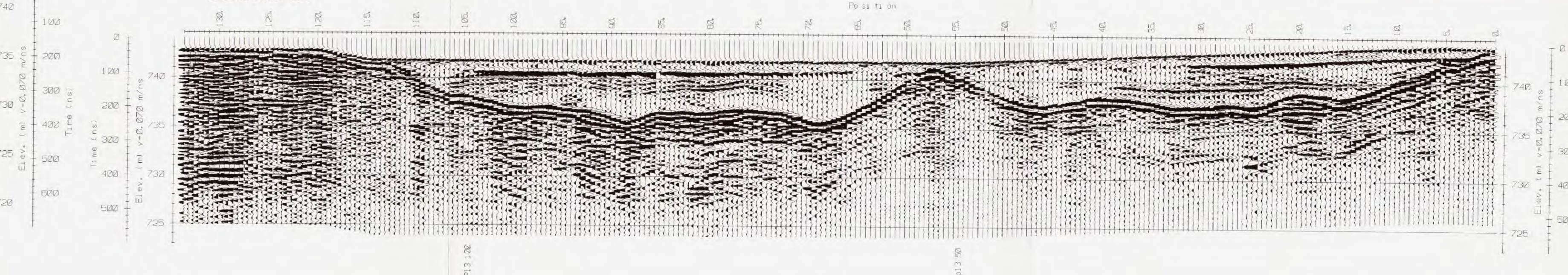
PROFIL 13A



PROFIL 13A, forts.

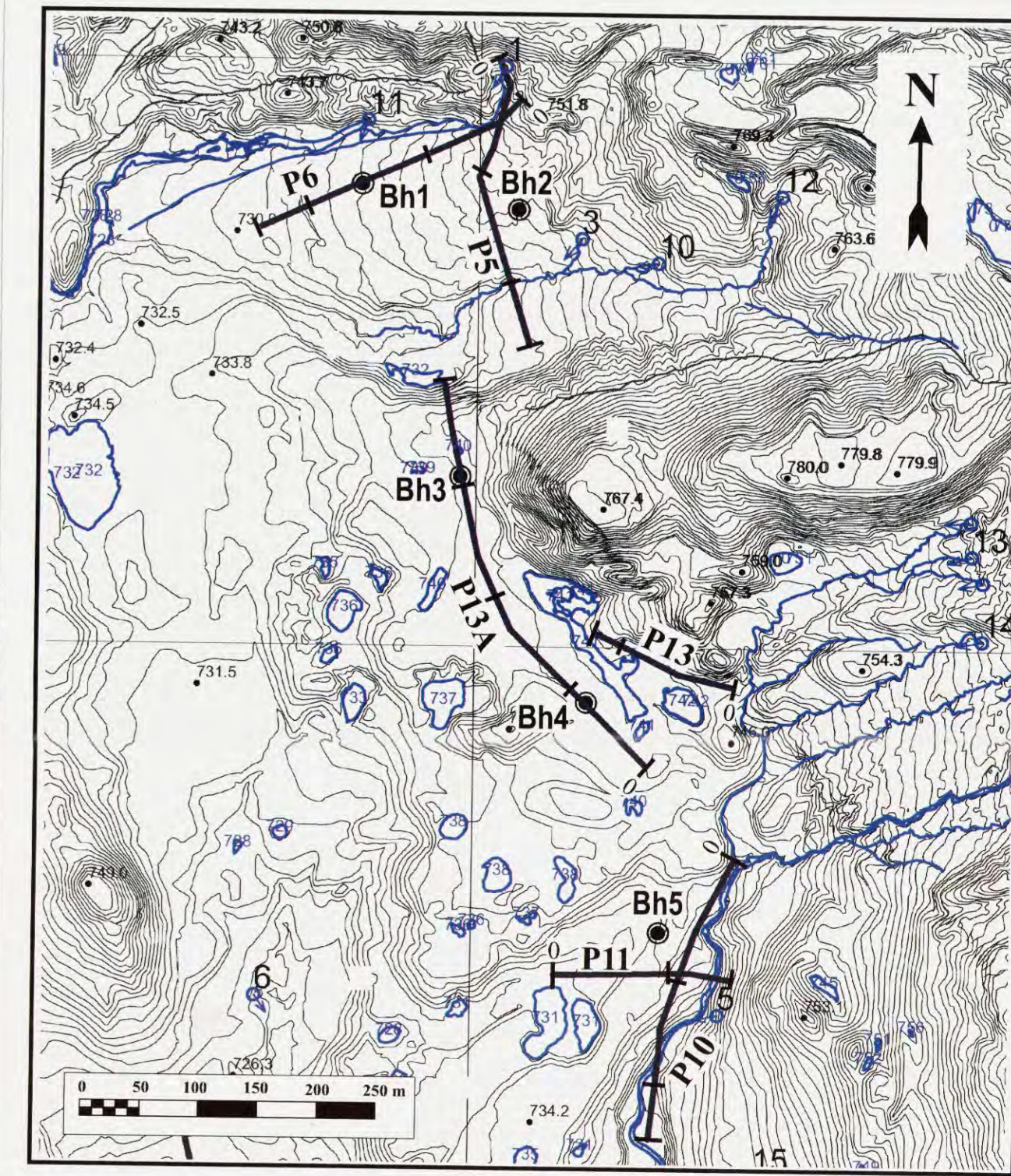


PROFIL 13



TEGNFORKLARING (opptak)
 Bh3
 ↓
 Sonderboring

TEGNFORKLARING (Kart)
 P13A Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m.
 Bh3 Sonderboring
 13 Kilde



NGU/Trondheim Energiverk Kraft AS GEORADAROPPTAK, P13 og P13A SKARPDALEN TYDAL KOMMUNE og MERÅKER KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK (Kart)	MÅLT E.D.	JULI 2000
	1: 5 000	TEGN T.L.	NOV. 2001
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	DATABILAG NR	KARTBLAD NR	
	2000.090-07	1721 II	

Tolket høyde av fjelloverflata i profil 1.

FJELL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	
0	745	Verdiene for fjelloverflatas høyde over havet er meget usikre. Verdiene bør verifiseres med sonderboringer. Det er ikke mulig å påvise grunnvannsspeil i opptaket.
27	744	
44	742	
110	742	
130	741	
145	742	
205	738	
287	737	
307	734	
325	736	
337	736	

Tolket høyde av fjelloverflata i profil 2.

FJELL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	
0	737	Samme merknader som for P1.
8.5	738	
17	737	
49	741	
54	741	
59	742	
83	745	
90	744	
102.5	746	

Tolket høyde av fjelloverflata og grunnvannsspeil i profil 3.

FJELL		GRUNNVANNSSPEIL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	Posisjon	H.o.h. (m)	
0	751	0	759	Fjellreflektoren er meget svak og usammenhengende. Meget usikker angivelse. Vanskelig å skille grunnvannsspeil fra andre dagnære horisontale reflektorer.
30	752	15	759	
60	752			
70	752	70	761	
82	749	80	761	
97	749			
137.5	752	105	761	
		120	762	

Tolket høyde av fjelloverflata og grunnvannsspeil i profil 4.

FJELL		GRUNNVANNSSPEIL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	Posisjon	H.o.h. (m)	
0	757	71.5	755	
17	757	86.5	755	
35	755			
47.5	750	100.5	755	
58	751	108.5	755	
75	749			
86	749	120	755	
110	746	123.5	755	
124	747			
140	750	324	759	
179	750	332.5	759	
205	753			
214	752	376	759	
223.5	754	426	760	
235	754			
255	755			
290	752			
310	754			
331	750			
352	747			

Grunnvannsspeil kan ikke påvises med sikkerhet. Det er mulig at grunnvannsreflektoren ligger så vidt høyt at den interfererer med direktebølgen i opptaket. Men det er også mulig at kapilær stigeevne i finstoffdominerte masser "utvisker" grunnvannsspeilet. Små bruddstykker av en tilnærmet horisontal, svak reflektor, kan representere grunnvannsspeil, og er angitt i tabellen. Denne tolkingen er dog usikker.

Fjelloverflata ligger muligens i nedkant av reflektormønsteret i siste del av profilet.

Tolket høyde av fjelloverflata i profil 5.

FJELL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	
19	736	
25	735	
37	738	
53	734	
64	733	
69	735	
75	733	
81	733	
92	735	
105	735	
133	730	

Meget vanskelig å påvise fjelloverflata også i dette opptaket. Angitte høyder er meget usikre, og bør verifiseres med sonderboringer.

Grunnvannsspeil lar seg ikke detektere i opptaket.

Tolket høyde av fjelloverflata og grunnvannsspeil i profil 6.

FJELL		GRUNNVANNSSPEIL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	Posisjon	H.o.h. (m)	
0	738	35	739	<p>I deler av opptaket er opptakstida for kort til at fjellreflektoren kommer med. Dette gjelder i området mellom posisjonene 110 og 138. Her ligger fjelloverflata under 720 m.o.h.</p> <p>Fram til posisjon 36 er grunnvannsreflektoren borte, mens grunnvannsspeilet trer relativt tydelig fram fra posisjon 36 og ut til enden av profilet.</p>
20	736	43	739	
40	731	75	737	
60	728	170	732	
66	729	208.5	731	
78	729			
110	721			
127	720			
137	720			
147	722			
161	721			
173	719			
179	721			
201	721			
208.5	721			

Tolket dyp ned til fjelloverflata i profil 7.

FJELL		GRUNNVANNSSPEIL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	Posisjon	H.o.h. (m)	
415	694	265	711	<p>Det kan stedvis være vanskelig å skille fjelloverflata fra morene. Fra posisjon 0 til posisjon 415 blir radarsignalene dempet så vidt mye av overliggende finstofflag at fjellreflektoren ikke trer fram på opptaket. I deler av dette området kan riktignok tidsvinduet være for lite til at fjelloverflata kommer med (dvs.> 21 m dyp).</p> <p>Grunnvannsstanden er målt til 5 m dyp i Bh 10 (posisjon 325). Mellom posisjonene 265-276 og posisjonene 306-330 sees bruddstykker av en tilnærmet horisontal reflektor ved ca. 6-7 meters dyp. Denne kan representere grunnvannsspeil. I såfall har grunnvannsstanden steget ca. 1-2 m fra georadarmålingene ble utført til Bh 10 ble boret.</p> <p>Mange horisontale reflektorer (bresjøavsetning) øverst i opptaket, fra posisjon 376 til posisjon 830, gjør det vanskelig å skille grunnvannsstanden fra andre horisontale laggrenser.</p>
421	697	276	710	
447	696			
451	697	306	710	
467	698	330	710	
492	696			
515	698			
532	698			
542	696			
570	697			
578	699			
607	697			
615	699			
633	699			
638	700			
649	703			
660	703			
670	702			
677	701			
683	702			
696	704			
708	704			
723	707			
729	706			
737	707			
740	707			
746	706			
751	707			
760	705			
777	708			
784	707			
796	708			
801	707			
808	708			

812	706		
829	708		
850	711		
858	711		
867	710		
890	714		
900	714		
905	713		
915	716		
925	715		
932	716		
954	715		
987	715		
998	716		
1008	717		
1033	721		
1083.5	723		

Tolket dyp ned til fjelloverflata i profil 8.

FJELL		GRUNNVANSSPEIL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	Posisjon	H.o.h. (m)	
0	714	300	709	Meget svake signaler i store deler av opptaket gjør det vanskelig å detektere fjelloverflata. Dette kan skyldes finstoffdominerte masser som demper radarbølgene.
4	714	309	709	
7.5	712			
20	714	348	709	
50	713	364	709	
55	712			
60	712	367	709	
70	710	372	709	
95	710			
107	708			
122	707			Mellom posisjonene 50 og 140 er reflektorene kraftige. I Bh 9 (posisjon 106) er fjell påtruffet ved 6.8 m dyp, men det er vanskelig å se en fjellreflektor som skiller seg fra de andre reflektorene ved dette dypet. De angitte nivåene i tabellen er derfor usikre. Det er ikke mulig å påvise en sikker grunnvannsreflektor i opptaket. Bruddstykker av en horisontal reflektor som kan representere grunnvannsspeil kan sees ved ca. nivå 709 m.o.h mellom posisjonene 300 og 372.
127	709			
139	708			
162	706			
173	709			
181	707			
247	704			
277	705			

Tolket dyp ned til fjelloverflata i profil 10.

GRUNNVANSSPEIL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	
105	729	Verken fjelloverflata eller grunnvannsspeil lar seg påvise med sikkerhet i opptaket. Det er ikke utført sonderboringer på profilet, men Bh5, vest for posisjon 75, angir fjell ved 6 meters dyp. Grunnvannsspeil kan muligens antydes ved ca. nivå 729 m.o.h mellom posisjonene 105 og 140, men det angitte nivået er høyst usikkert og må derfor verifiseres med sonderboringer.
140	729	

Tolket dyp ned til fjelloverflata og grunnvannsspeil i profil 11.

FJELL		GRUNNVANSSPEIL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	Posisjon	H.o.h. (m)	
0	721	0	728	Fjelloverflata kan muligens følges fram til posisjon 131, mens grunnvannsspeil lar seg trolig påvise fram til posisjon 40. I resten av opptaket er det vanskelig å detektere klare reflektorer for disse to horisontene. Bh 5, som ligger nord for posisjon 85, angir fjell ved 6 meters dyp.
5	721	40	729	
23	722			
35	722			
50	725			
78	726			
88	727			
94	726			
115	723			
131	721			

Tolket høyde av fjelloverflata i profil 12.

FJELL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	
0	727	Grunnvannsspeil lar seg ikke påvise i dette opptaket. Fjellreflektoren er noe usikker, særlig i første halvdel av profilet.
22	726	
43	730	
62	731	
67	731	
80	733	
90	731	
102	732	
146	731	
158	730	
183	731	
220	730	
240	731	
278	730	

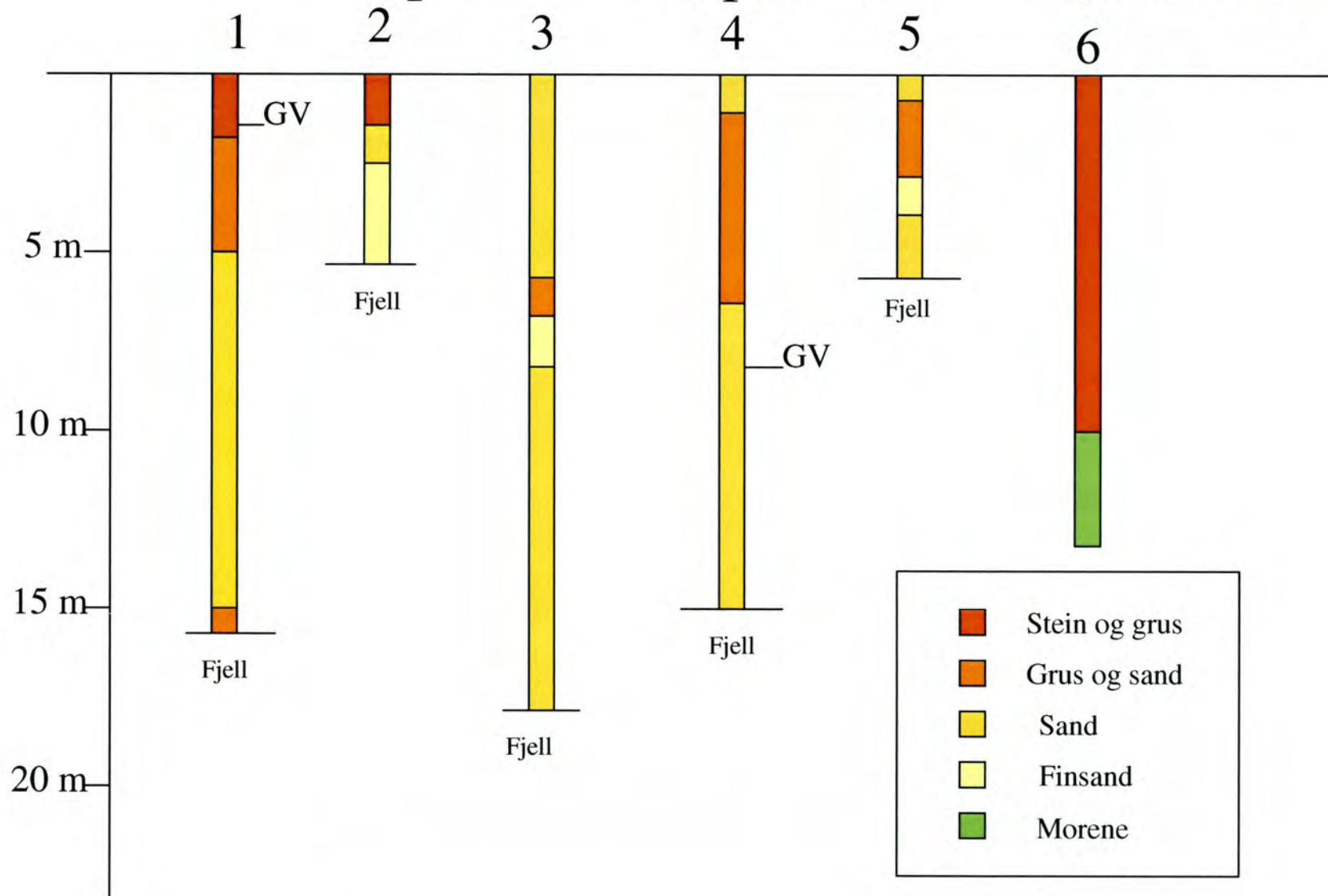
Tolket dyp ned til fjelloverflata i profil 13.

FJELL		GRUNNVANSSPEIL		Merknader
Posisjon	H.o.h. (m)	Posisjon	H.o.h. (m)	
0	738	2	743	<p>Myr fra starten av profilet til posisjon 112.. Gjennomsnittlig maximumsdyp på ca. 5 m.</p> <p>Internt i myra ser grunnvannspeil ut til å kunne følges fra ca. 743 m.o.h ved posisjon 2 m til ca. 741 m.o.h ved posisjon 104 m. Et lavere grunnvannsnivå kan antydes fra posisjon 120 til enden av profilet ved ca. nivå 737-738 m.o.h.</p>
9	736	31	741/742	
15	734			
32	732	65	741	
40	733	104	741	
48	732			
57	733	121	738/738	
72	729	133	737	
82	730			
90	728			
113	732			
133.5	732			

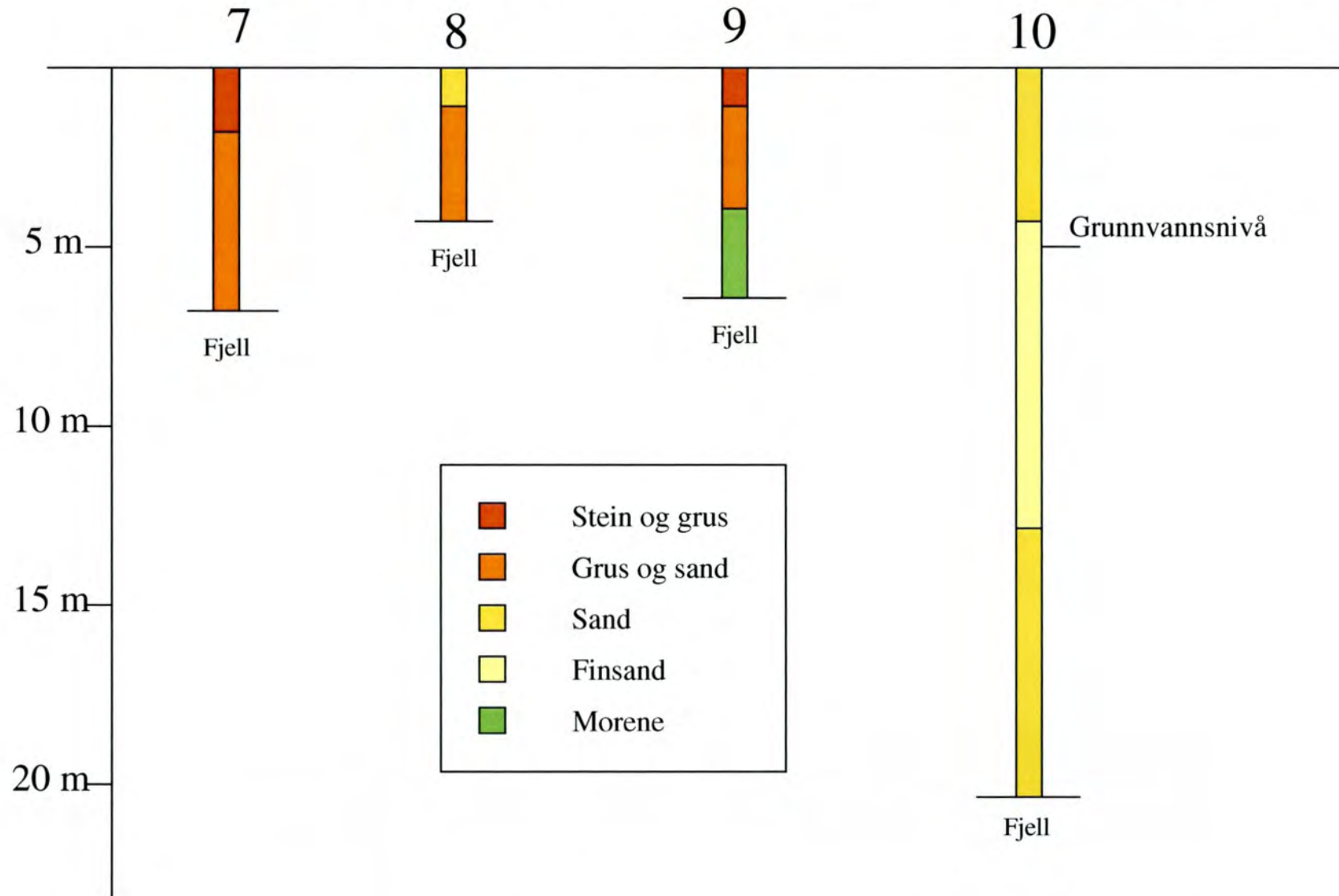
Tolket dyp ned til fjelloverflata i profil 13A.

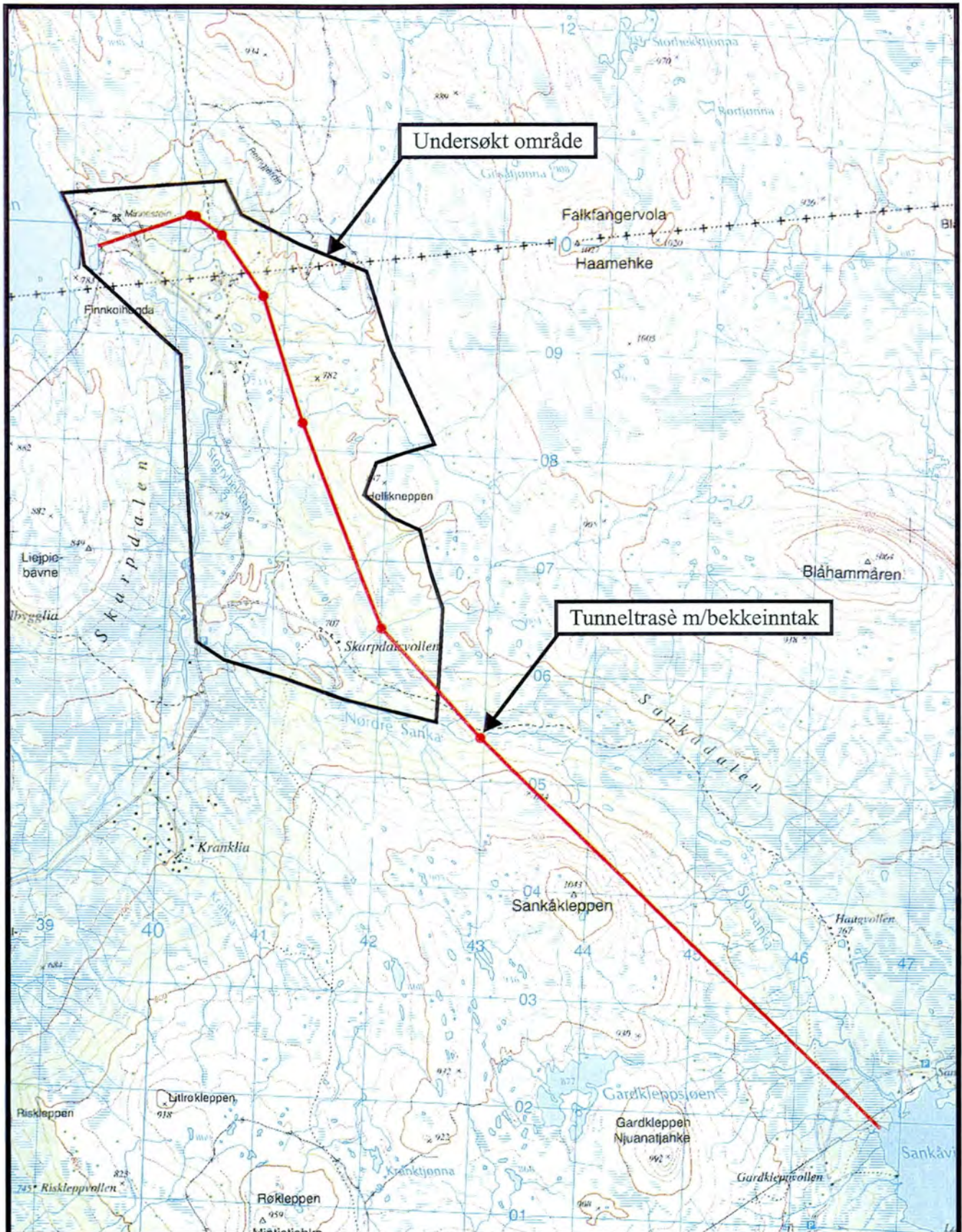
FJELL		GUNNVANSSPEIL		Merknader
Posisjon (m)	H.o.h. (m)	Posisjon (m)	H.o.h. (m)	
0	725	0	741	<p>Fjellreflektoren er meget svak på dette opptaket. Stedvis er den helt borte. Med støtte i sonderboringene Bh3 og Bh4, har en likevel forsøkt å tolke fjelloverflatas forløp.</p> <p>Flere tilnærmet horisontale reflektorer gjør det vanskelig å velge ut grunnvannspeilreflektoren. En meget kraftig, overflateparallellel reflektor som trolig representerer grunnvannspeil, kan følges på ca. nivå 735-737 m.o.h fra posisjon 60 til posisjon 145. Et internt grunnvannspeil i myra kan sees mellom posisjonene 0 og 20 ved nivå 741 m.o.h.</p>
42	725	20	741	
58	727			
69	728	60	737	
76	727	105	736	
103	727	122	735	
122	723	145	735	
154	727			
180	723			
203	724			
214	724			
249	725			
258	724			
279	723			
300	724			
326	723			
331	724			
376	723			
390	722			
398	720			

Borprofiler Skarpdalen



Borprofiler Skarpdalen





Undersøkt område

Tunneltrasé m/bekkeinntak

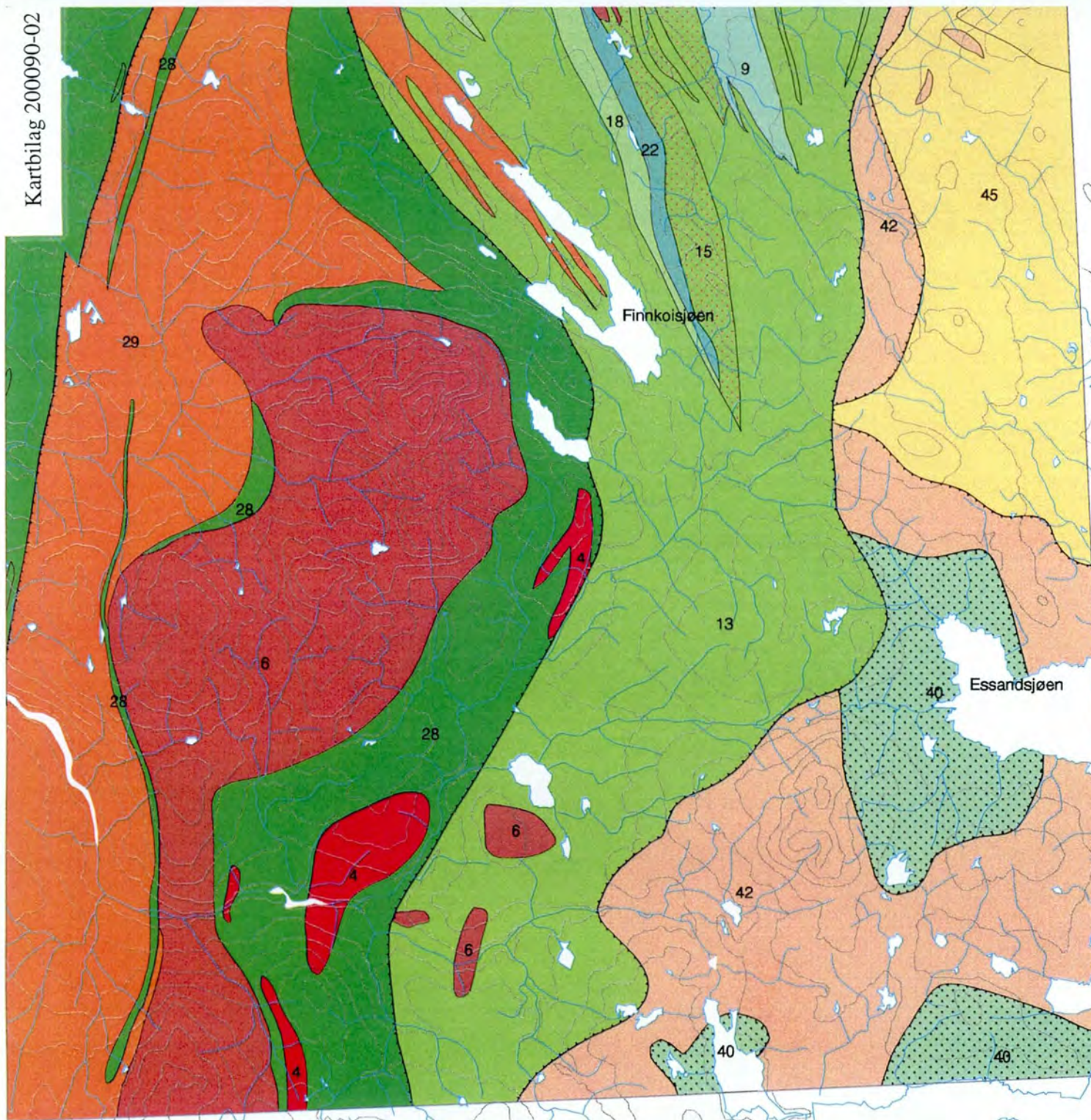
NGU/Trondheim Energiverk Kraft AS
 Oversiktskart
SKARPDALEN
 TYDAL KOMMUNE og
 MERÅKER KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1 : 50 000	UNDERSØKT E.D./H.S./B.O.H./B.I.	Juli 2000
	TEGN T.L.	Nov. 2000
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR
 2000.090-01

KARTBLAD NR
 1721 II



TEGNFORKLARING

TRONDHEIMSDEKKEKOMPLEKSET

Dypbergarter

- 4 Kvartsdioritt (trondhjemitt)
- 6 Gabbro

Sedimentære bergarter

Hovingruppen

- 9 Fyllitt, grå til svart
- 13 Leirskifer med lag av gråvakke
- 15 Gråvakkessandstein med lag av leirskifer
- 18 Fyllitt og gråvakke
- 22 Kalkspatholdig sandstein

Størengruppen

- 28 Glimmerskifer med lag av amfibolitt
- 29 Grønnstein og grønnskifer

SEVEDEKKET

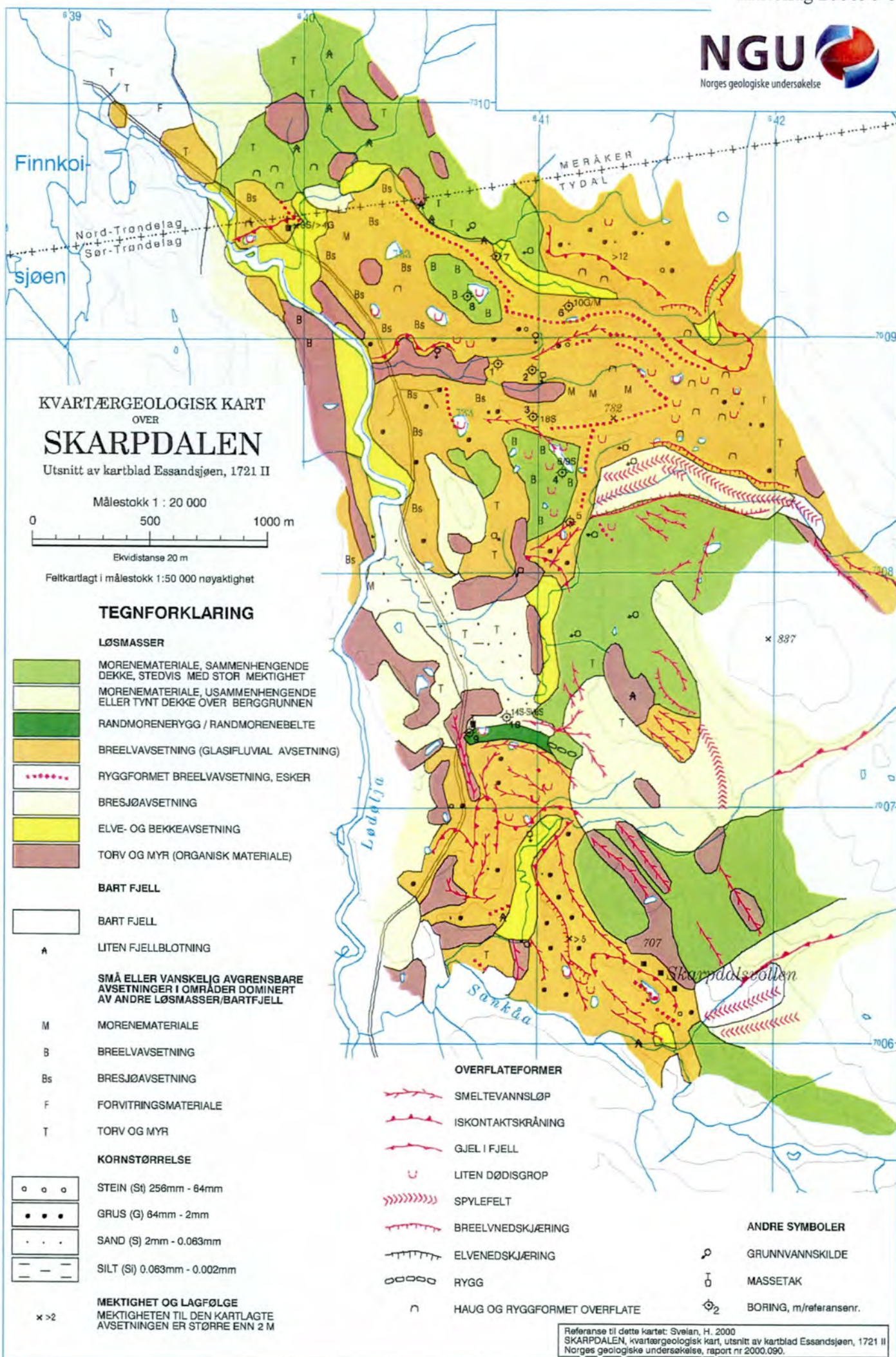
- 40 Garbenskifer
- 42 Amfibolitt med lag av glimmerskifer

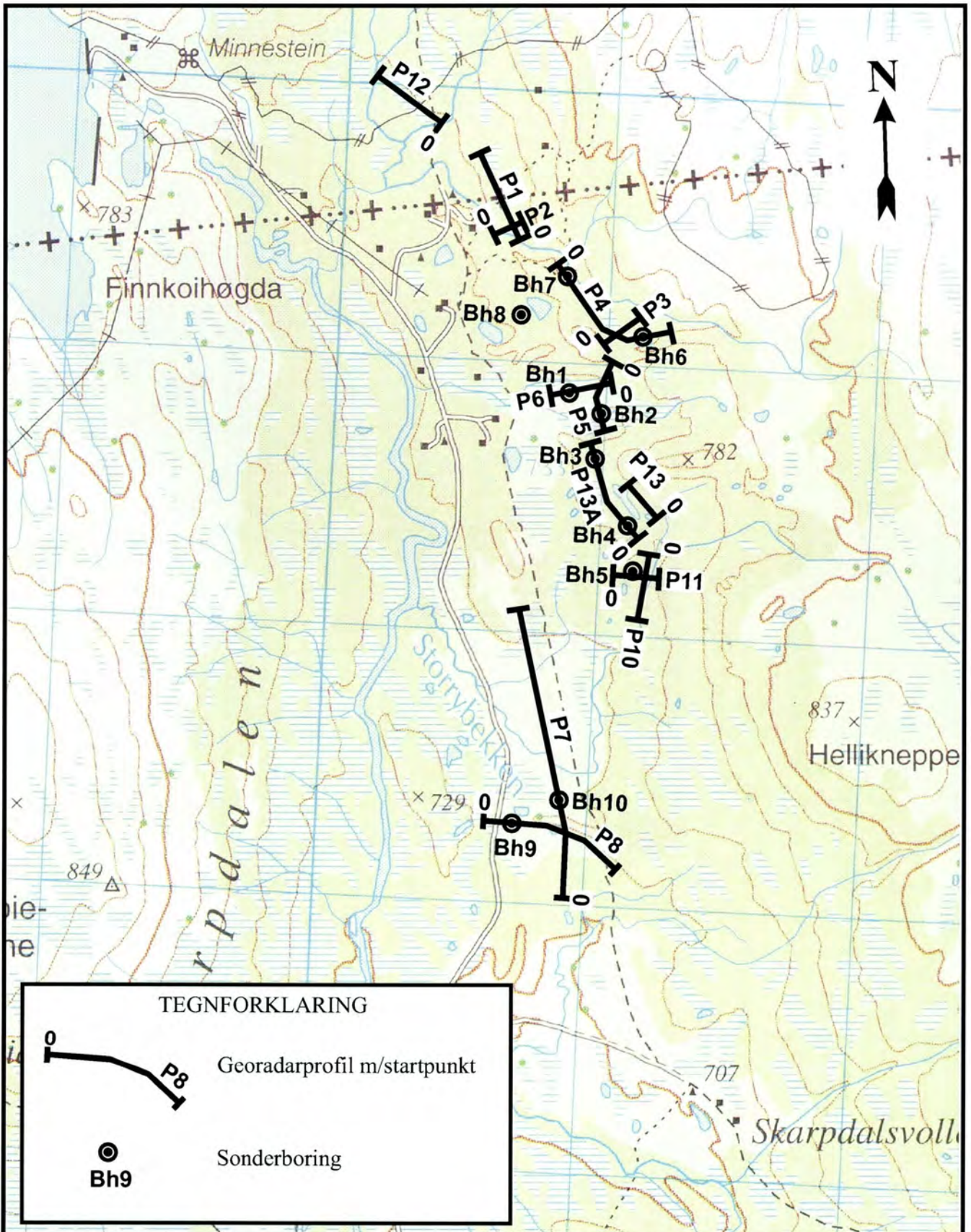
GRUNNFJELL

- 45 Kvartsskifer og gneis

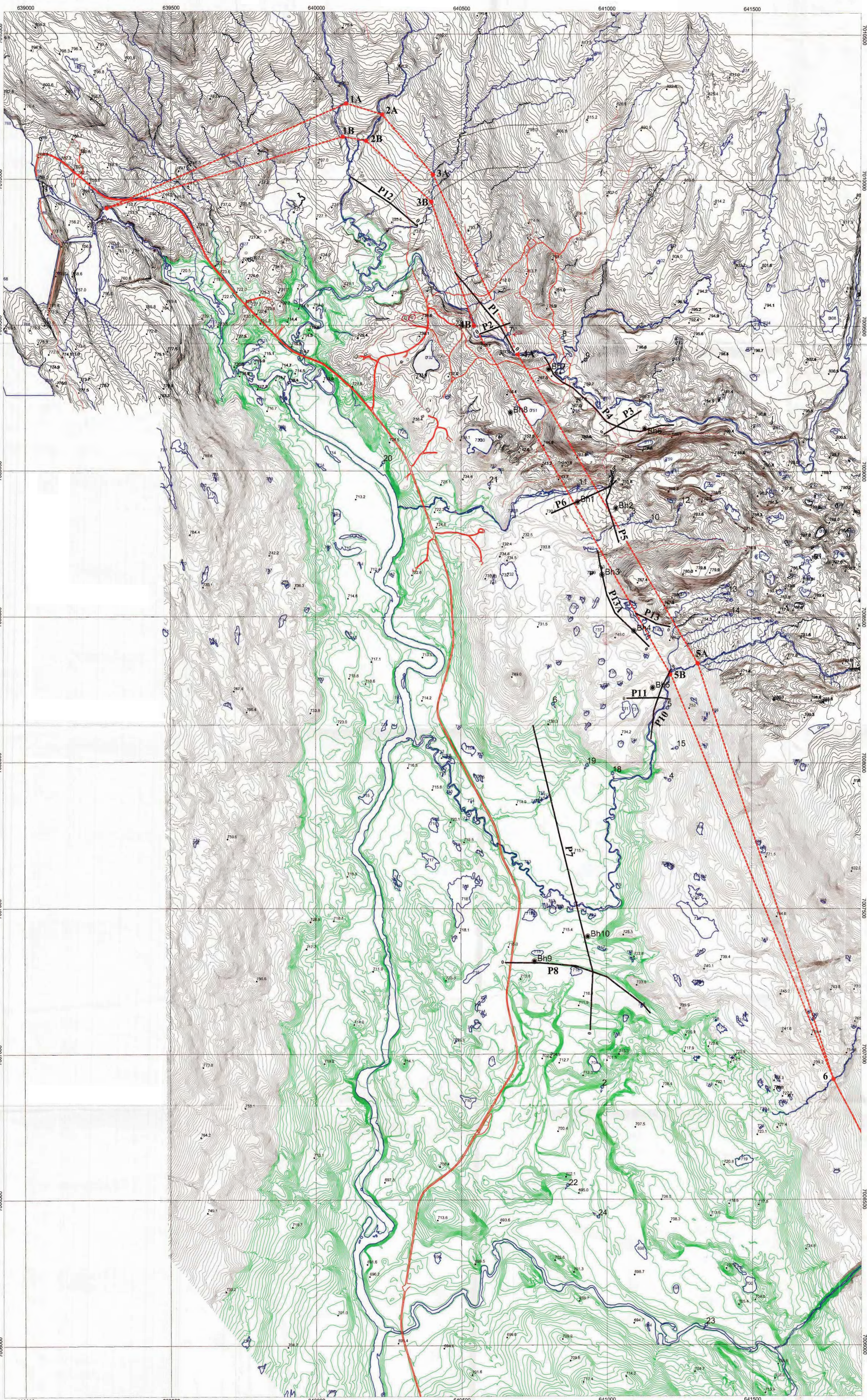
Målestokk 6km

Kartet er et forstørret utsnitt av
Wolff, F.Chr. 1976
Berggrunnskart Trondheim 1:250 000
Norges geologiske undersøkelse





NGU/Trondheim Energiverk Kraft AS Oversiktskart, georadarprofiler SKARPDALEN TYDAL KOMMUNE og MERÅKER KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK 1 : 20 000	MÅLT E.D./B.I.	Juli 2000
		TEGN T.L.	Nov. 2000
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2000.090-04	TRAC	
		KFR	
		KARTBLAD NR	1721 II

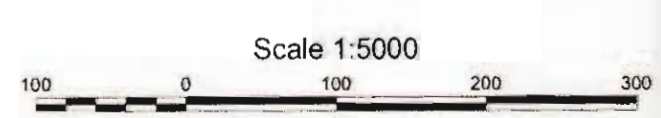


GEORADARPROFILENS UTM-KOORDINATER (Sone 32, WGS84)

PROFIL 1	640682 7009406
	640652 7009463
	640633 7009496
	640613 7009520
	640478 7009684
PROFIL 2	640564 7009472
	640666 7009508
PROFIL 3	640992 7009127
	641035 7009154
	641118 7009205
PROFIL 4	640787 7009388
	640795 7009378
	640818 7009329
	640847 7009304
	640884 7009284
	640963 7009212
	640997 7009171
	641025 7009168
	641035 7009154
	641077 7009140
	641137 7009136
	641187 7009157
	641230 7009158
PROFIL 5	641015 7009001
	641024 7008977
	641010 7008926
	640998 7008900
	641045 7008757
PROFIL 6	641034 7008967
	641014 7008946
	640812 7008855
PROFIL 7	640943 7007083
	640953 7007281
	640748 7008126
PROFIL 8	640652 7007313
	641024 7008977
	640893 7007302
	641002 7007264
	641025 7007168
	641149 7007140
PROFIL 10	641222 7008320
	641191 7008259
	641162 7008176
	641161 7008149
	641153 7008081
PROFIL 11	641070 7008221
	641187 7008223
	641220 7008218
PROFIL 12	640344 7008844
	640256 7008919
	640120 7010008
PROFIL 13	641219 7008467
	641173 7008477
	641137 7008495
	641100 7008512
PROFIL 13A	641147 7008400
	641029 7008514
	641001 7008577
	640978 7008685
	640970 7008726

TEGNFORKLARING

- Reingjerde
- Vei/sti
- Georadarprofil m/startpunkt
- Høydekote, ekvidistans 1m
- Høydekote, < 726 m.o.h.
- Sonderboring
- Bekk, elv, vann
- Bekkeinntak, forslag fra TEV
- Tunneltrasé, forslag fra TEV
- Kilde



DATUM: WGS84
PROJEKSJON: UTM, Sone 32