

Rapport nr.: 2002.074		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Bruk av grunnvann som energikilde for Oppdal sentrum			
Forfatter: Kirsti Midttømme, Torleif Lauritsen, Anveig B. Halkjelsvik, og Eilif Danielsen		Oppdragsgiver: Oppdal kommune	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Oppdal	
Kartblad (M=1:250.000) Røros og Sveg		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1520 III Oppdal	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 28 Kartbilag: 9	Pris: 310
Feltarbeid utført: høst 2001	Rapportdato: januar 2003	Prosjektnr.: 277109	Ansvarlig:
<p>Sammendrag:</p> <p>I et samarbeidsprosjekt mellom Oppdal kommune, Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) og Høgskolen i Hedmark er muligheten for å benytte grunnvannet som energikilde i Oppdal sentrum kartlagt.</p> <p>De geologiske undersøkelsene viser at det kan være muligheter for grunnvannsuttag i deler av Oppdal sentrum. Avsetningene består av vekslende sand og gruslag, men mange av lagene inneholder mye fint materialet som tetter porene og hindrer vanngjennomstrømning. Mektigheten på løsmassene er liten og vil begrense muligheten for bruk av grunnvannet som energikilde i deler av det undersøkte området.</p> <p>Grunnvannstemperaturen logget gjennom vinteren ved kommunehuset viser en temperatur på over 6 °C i perioden november – mars. Det er høyere enn forventet. Grunnvannstemperaturen målt ved jernbanen sank ned til 3 °C i løpet av vinteren. Grunnvannstemperaturen her antas å være påvirket av elva Olma. På grunn av den lave grunnvannstemperaturen vil det være usikkert å benytte grunnvann som energikilde i dette området.</p> <p>Vannkvaliteten målt på grunnvannsprøver fra boring ved jernbanen og kommunehuset tilfredstiller de anbefalte verdiene som brukes i Sverige for grunnvann brukt til energiformål, men både kalium-, jern- og manganinnholdet er høyt i grunnvannet ved kommunehuset.</p> <p>Området nordvest for kommunehuset, ved boring 4, er både ut i fra nærhet til bygninger og resultat av de geologiske undersøkelsene, funnet å være den mest aktuelle lokalisering for et grunnvarmeanlegg.</p> <p>På grunnlag av de utførte undersøkelsene anbefaler NGU etablering av en testbrønn for langtids prøvepumping. Dette er nødvendig for å klarlegge kapasitet, kvalitet og temperatur av grunnvannet over tid. Data fra prøvepumpingen vil gi grunnlag for endelig utforming og driftsinstruks for grunnvarmeanlegget.</p>			
Emneord: grunnvarme	energikartlegging	geofysisk undersøkelse	
temperaturmålinger	løsmasser	grunnvann	
georadar	fagrapport		

INNHold

1. KONKLUSJON OG ANBEFALINGER	4
2. FORORD	5
3. INNLEDNING	5
3.1 Geologi	6
4. GEOLOGISKE OG GEOFYSISKE UNDERSØKELSER	7
4.1 Georadarmålinger	7
4.2 Undersøkelsesboring	9
4.3 Temperaturlogging	10
4.4 Vannanalyser	11
4.5 Sedimentprøve	11
5. REFERANSER	12

VEDLEGG.

1. SKISSE AV TESTBRØNN
2. GEORADARRAPPORT, 6 SIDER
3. BORERAPPORTER, BORING 1-6
4. VANNANALYSER
5. KORNFORDELINGSANALYSE FOR SEDIMENTPRØVE.

KARTBILAG

1. OVERSIKTSKART OVER OPPDAL, M: 1:50000
2. OVERSIKTSKART OVER OPPDAL SENTRUM, M 1:5000
- 2A OVERSIKTSKART HUSALØKKJA – GORSETSTØLAN, M 1:10000
- 3.-9. GEORADAROPPTAK M 1:5000

1. KONKLUSJON OG ANBEFALINGER

Undersøkelsene viser at det kan være mulig å utnytte grunnvannet som energikilde i Oppdal sentrum. Løsmasseavsetningene i sentrumsområdet består av vekslende lag av sand og grus, men i deler av området inneholder lagene mye fintstoff som tetter porene og hindrer vanngjennomstrømningen. Mektigheten på løsmassene er liten og vil begrense muligheten for bruk av grunnvannet som energikilde i deler av det undersøkte området.

Grunnvannstemperaturen logget gjennom vinteren i borehull 4 ved kommunehuset viser en temperatur på over 6 °C i perioden november – mars. Dette er høyere enn forventet. Temperaturen er logget uten at det har foregått pumping i området. Ved pumping kan kaldere vann bli trukket inn mot området. Grunnvannstemperaturen målt i borehull 1 ved jernbanen sank til 3 °C i løpet av vinteren. Årsaken antas å være at grunnvannet her er infiltrert ellevann fra Olma med kort oppholdstid i grunnen. På grunn av den lave temperaturen vil det være usikkert å benytte grunnvann fra dette området som energikilde.

Vannkvaliteten målt på utpumpede grunnvannsprøver fra boringene ved jernbanen og kommunehuset tilfredstiller de anbefalte verdiene som brukes i Sverige for grunnvann brukt til energiformål, men både kalium-, jern- og manganinnholdet er høyt i grunnvannet ved kommunehuset.

Området nordvest for kommunehuset, ved boring 4, er, både ut i fra nærhet til bygninger og resultat av de geologiske undersøkelsene, funnet å være den mest aktuell lokaliseringen for et grunnvarmeanlegg. Her ble det funnet grovkornede lag med god vanngjennomgang. Løsmassetykkelsen i boring 4 er 8 m og dybden til grunnvannsspeilet ble målt til 3,2 m. Tykkelsen på grunnvannsreservoaret er da i overkant av 4 m. En større senking av vannstanden i området kan føre til betydelig reduksjon i kapasiteten på anlegget.

På grunn av usikkerheter med hensyn til en eventuell grunnvannssenking, men også i forhold til endringer i grunnvannskvalitet og grunnvannstemperatur, ved et større uttak av grunnvann anbefales etablering av en testbrønn for lengre tids prøvepumping. Prøvepumping bør foregå over en periode på minst 1,5 måned, og det bør pumpes med en kapasitet tilsvarende 60-100% av forventet vannforbruk i det ferdige anlegget. Under prøvepumping kan returvannet enten sendes ut i det kommunale avløpssystemet eller ut i Olma. Anbefaling om returvannet fra et permanent anlegg bør injiseres i en injeksjonsbrønn nedstrøms energibrønnen eller kan sendes ut i det kommunale avløpet vil bli gitt ut fra resultatene fra prøvepumpingen.

Nærmere lokalisering av testbrønnen må skje i samråd med kommunen. Det vil være nyttig å utføre seismikkundersøkelser for å kartlegge løsmassetykkelsen mer nøyaktig. Slike undersøkelser kan ikke gjennomføres med tele i jorda. Et annet alternativ kan være å utføre nye sonderboringer i forkant av boringen av testbrønnen for å optimalisere lokaliseringen av brønnen. Det vil være ønskelig å etablere testbrønnen i nærheten av boring 4 slik at den eksisterende undersøkelsesbrønnen kan benyttes til målinger av grunnvannsstand og grunnvannstemperatur under testpumpinga. I tillegg bør det etableres 1 til 2 nye undersøkelsesbrønner for tilsvarende målinger av vannstand og temperatur i området rundt testbrønnen.

Testbrønnen bør dimensjoneres som vist i vedlegg 1 med 3 meter Ø 200mm filter med 1,0 mm filteråpning. På grunn av faren for stor senking av vannstanden i pumpeperioden bør pumpa settes under filteret, dvs under 8 m dyp. Det bør tas prøver av det opp-pumpede grunnvannet hver uke for fysikalske og kjemiske analyser. Vanntemperatur og kapasitet bør måles kontinuerlig under prøvepumpinga.

Hvis det viser seg å være vanskelig å pumpe opp tilstrekkelig mengde grunnvann fra en vertikal brønn vil det være aktuelt å bore energibrønnen på skrå for å optimalisere grunnvannsuttaget. Det kan også være aktuelt å etablere to brønner istedenfor en. Testbrønnen kan benyttes enten som produksjonsbrønn eller injeksjonsbrønn for det endelige anlegget.

2. FORORD

Oppdal kommune har sluttet seg til Fredrikstadserklæringen og skal således satse på miljøvern og bærekraftig utvikling i årene framover. Vannbåren oppvarming av bygninger er i den forbindelse et tiltak som gir mulighet til å velge mer miljøvennlige energikilder (Amundal et al., 2001). I varmeplan for Oppdal kommune, utarbeidet av Enøk-senteret i Sør Trøndelag (Amundal et al. 2001), er varmpumpe med grunnvarme funnet å være det økonomisk gunstigste energialternativet for de kommunale byggingene i Oppdal sentrum.

Fordi Oppdal sentrum ligger på løsmasseavsetninger, og hovedsakelig grove elv- og breelvavstninger kan grunnvann være et energialternativ for det området. Mulighetene for å utnytte grunnvann er tidligere blitt undersøkt i området i forbindelse med drikkevannuttak. Det ble den gang påvist gode grunnvannslokaliteter like utenfor Oppdal, og en av disse lokalitetene benyttes i dag som vannkilde for kommunen.

Oppdal kommune og NGU ble våren 2001 enig om å kartlegge avsetningene i sentrumsområdet og vurdere muligheten for å utnytte grunnvannet som energialternativ for bygningene i området. Kartleggingsarbeidet har foregått som en studentoppgave for student Anveig Bjordal Halkjelsvik ved studiet for miljøteknologi ved Høgskolen i Hedmark. Hun leverte inn Prosjektoppgaven "Bruk av grunnvarme i Oppdal kommune" til vurdering den 15.06.02.

Energiuttak fra fjell ved å bore energibrønner vil være et annet grunnvarmealternativ for Oppdal sentrum. Dette alternativet er ikke utredet i denne rapporten.

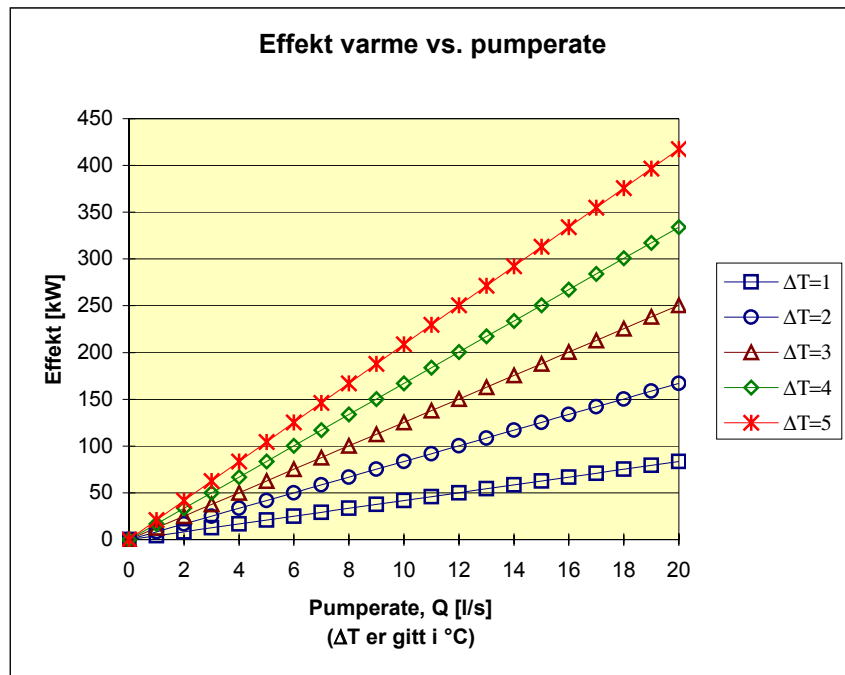
3. INNLEDNING

Grunnvann er et energialternativ. Grunnvannet pumpes opp fra grunnen og med en varmpumpe kan varme lagret i vannet utnyttes til oppvarming av vann og bygninger. Det kalde returvannet fra varmpumpa injiseres i grunnen eller sendes ut i avløpsystemet eller i et nærliggende vassdrag. Lønnsomheten ved slike anlegg er større ved kombinert bruk til både oppvarming og kjøling. Ved kjøling reverseres anlegget og varme fra bygningene avgis til grunnvannet. Grunnvann benyttes i dag som energikilde for blant annet Rana sykehus, Gardermoen flyplass, Melhuset, Melhus bo og omsorgsenter og Lena Terrasse på Melhus.

Tre forutsetninger for å benytte grunnvannet som energikilde er:

1. Det må finnes tilstrekkelig med grunnvann i nærområdet som det er mulig å pumpe opp.
2. Grunnvannet må ha tilfredstillende temperatur, spesielt om vinteren da det er størst oppvarmingsbehov.
3. Grunnvannet må ha tilfredstillende vannkvalitet.

Vann har god varmekapasitet ($C_{p\text{-vann}} = 4,2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$). Figur 1 viser effekten av et grunnvarmeanlegg basert på opp-pumpet grunnvann som en funksjon av pumperate og hvor mange grader man greier å avkjøle vannet med varmepumpa. Effekten av et grunnvannsuttak på 8 l/s med vanntemperatur på 6 °C og med en temperatursenkning på 3 °C, er 100 kW. Elektrisitet til drift av varmepumpa kommer i tillegg, slik at den totale effekten av 8 l/s opp-pumpet grunnvann er ca 150 kW, (2/3 grunnvann + 1/3 elektrisitet).



Figur 1. Effekten av et grunnvarmeanlegg basert på mengde opp-pumpet grunnvann og hvor mange grader av grunnvannet man utnytter $\Delta T = T_{\text{inn}} - T_{\text{ut}}$

3.1 Geologi

Oppdal sentrum ligger på elv- og breelvavsetninger.

Breelvavsetningen ble avsatt da isen smeltet ved slutten av siste istid for mellom 13 000 og 8500 år siden. Avsetningene ble dannet ved at strømmende smeltevann fra breene gravde i løsmasser eller berggrunn, transporterte materialet og avsatte det der strømhastigheten avtok. Dette skjedde både under isbreene, mellom breene og dalsidene og der breelvene munnet ut i datidens fjorder, innsjøer eller bredemte sjøer (Reite, 1990). I Oppdal strømmet smeltevann fra mektige ismasser ned sidedalene og fjellsidene fra Orkelsjøområdet og videre nedover Drivdalen. Breelvavsetninger er lagdelte og løst pakket. De fleste breelvavsetningene i Sør-Trøndelag består av materiale i grus- og sandfraksjonen (Reite, 1990).

Elvavsetninger er dannet etter istiden ved at rennende vann har gravd, transportert og avsatt materiale. Disse avsetningene har mange fellestrekk med breelvavsetningene, med de er som regel bedre sortert, og har bedre rundete korn (Reite, 1990). Oppdal sentrum er dekket med elvedeponier fra Olma. Olma har gravd seg ned i de gamle breelvavsetningene. Opp gjennom årene har elva endret løp, og de gamle elveløpene er gjerne synlig som flate, meandrerende søkk i landskapet. I flomperioder når elva flommer ut over breddene vil det avsettes tykke lag med finkornede sedimenter.

4. GEOLOGISKE OG GEOFYSISKE UNDERSØKELSER

Avsetningene i sentrumsområdet ble kartlagt ved georadarmålinger og undersøkelsesboringer. I de boringene der det ble funnet å være gunstige avsetninger for grunnvannsuttak, ble det foretatt prøvepumping. Vannprøver og sedimentprøver ble tatt for laboratorieanalyser. Temperaturloggere ble satt ned i to av borehullene for å logge temperaturen gjennom vinteren og vårsmeltinga.

De undersøkte områdene er vist i kartbilag 1, og et oversiktskart over de geologiske undersøkelsene i Oppdal sentrum er vist i kartbilag 2. Rapporten omhandler i hovedsak undersøkelsen utført i sentrumsområdet. Oversiktskart over georadarmålingene fra området øst for sentrum er vedlagt som kartbilag 2A og georadarprofilene er vist i kartbilag 8-9. Disse målingene er ikke diskutert nærmere.

4.1 Georadarmålinger

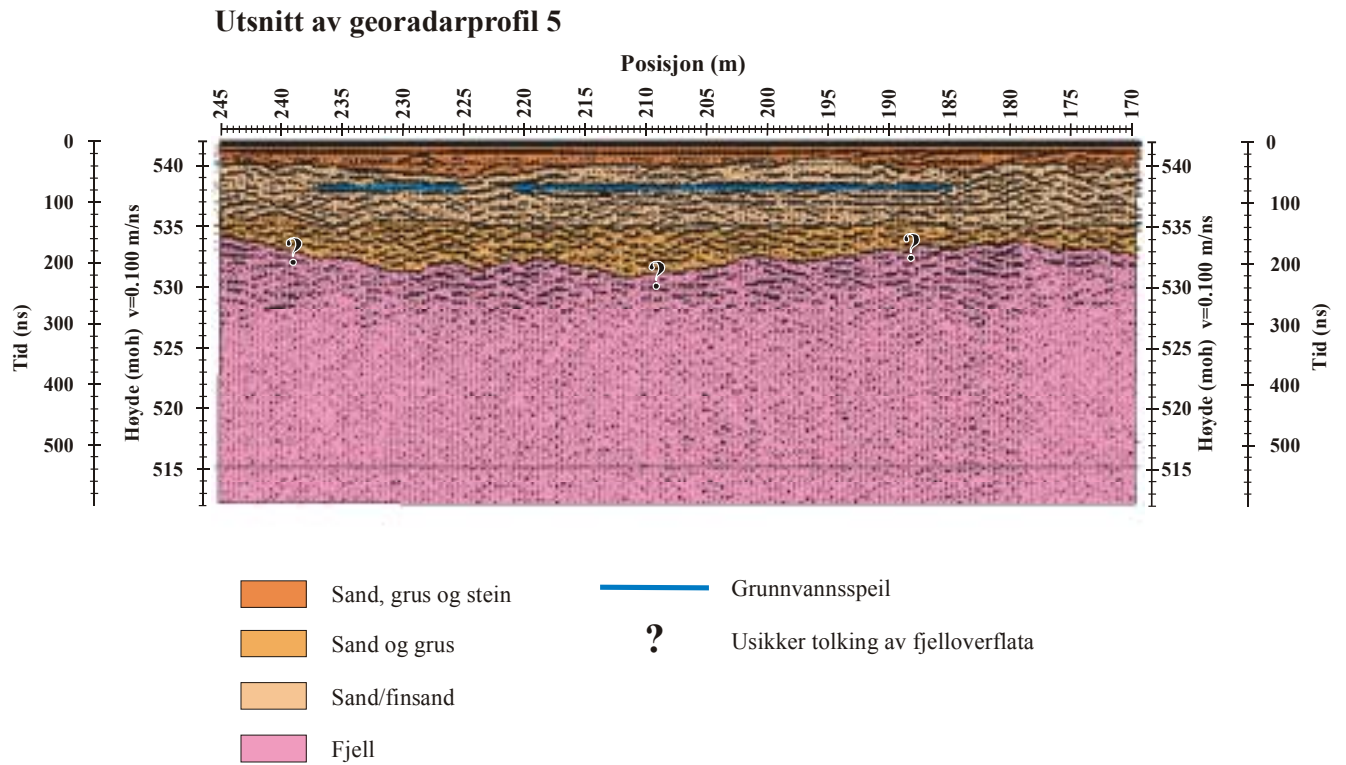
Georadarundersøkelser ble utført i september 2001. Georadar er en geofysisk undersøkelsesmetode basert på elektromagnetiske bølgepulser. Ut fra et georadarprofil kan mektighet og sammensetning av løsmassene ned til opptil 50 m dyp tolkes.

Det ble gått sju georadarprofil i Oppdal sentrum og to i området øst for sentrum. Figur 2 viser bilde fra georadarmåling. Utsnitt av georadarprofil 5 er vist som et eksempel i Figur 3. Fargene på profilet er lagt på i ettertid og viser hvordan profilet er tolket. Profil 5 ligger like ved en byggegrop og bilder av byggegropa, Figur 4, er benyttet i tolkningen av georadaropptaket. Mer informasjon om utstyr og resultat av målingene finnes i en egen georadarrapport i vedlegg 2. Alle georadarprofilene er vedlagt som kartbilag 3-9.

Tykkelsen på løsmassene anslåes til mellom 6 - 16 m i sentrumsområdet. Avsetningene består av vekslende sand og gruslag, men det er også endel finkornet materiale i de grovere avsetningene. Det finkornede materialet tetter de grovere massene og forhindrer større grunnvannsuttak. Fine masser reduserer også kvaliteten på georadaropptaket. Georadarmålingene ble også forstyrret av "støy" fra senderen på Almannberget, slik at kvaliteten på opptakene var dårligere enn normalt.



Figur 2. Georadarmålingene i Oppdal, september-01.



Figur 3 Eksempel på et georadarprofil. Fargene er lagt på i ettertid og viser hvordan profilet er tolket.



Figur 4. Bilde fra ei byggegrop ved georadarprofil 5. Informasjon fra boringene og observasjoner fra byggegropa er brukt som fasit for tolkningene av georadarprofilene.

4.2 Undersøkelsesboring

For nærmere undersøkelser av sedimenttype, dybde til fjell og vanngjennomstrømning i de forskjellige sedimentlagene ble det utført boringer. Boringene ble lokalisert i samråd med Oppdal kommune og ut fra resultatet fra georadaropptaket. Hafo borerigg med Ø57mm krone og vannspyling (figur 5) ble benyttet. Riggeren er hydraulisk drevet og boringene kan utføres både med rotasjon og slag. Under boring ble borsynk, vanntrykk og bruk av slag registrert og type og farge på boreslammet observert. Der det ble påvist god vanngjennomstrømning ble det foretatt prøvepumping for å måle grunnvannskapasitet.

Borelokalitetene er vist på kartbilag 2. En skisse over boringene og borerapportene er vedlagt som vedlegg 3. Data fra boringene er vist i tabell 1. I boring 1 og 2, nærmest Olma, ble dybden til fjell påvist til henholdsvis 15,5 og 13,5 meter. I de andre boringene varierte fjelldybden fra 6 - 8 m. Testpumping ble utført i boring 1, 2 og 4. Grunnvannsuttaget fra både boring 1 og 4 ble målt til 13 l/s. I boring 2 var målt vannuttak 4 l/s. Det ble ikke foretatt testpumping i boring 3, 5 og 6 fordi massene ble antatt å være for finkornige og lite egnet for større grunnvannsuttak. I boring 5 og 6 var løsmassemekktigheten 6 m, noe som er i minste laget for et større grunnvannsuttak.

Tabell 1. Data fra boring og testpumping.

Borehull	Dyp til fjell (m)	Vanngjennomgang, ved pumping (l/s)	Temperatur, grunnvannet	Grunnvannstand (m)	Sedimentprøve
1	15,5	6.7-7.7 m	13	7,5 °C	-
		10.7-11.7m		6,4°C	
2	13,5	4	5,9 °C	-	-
3	8,0	-	-	-	-
4	8,0	13	6,5 °C	3,2	Ja
5	6,0	-	-	1,8	-
6	6,0	-	-	-	-

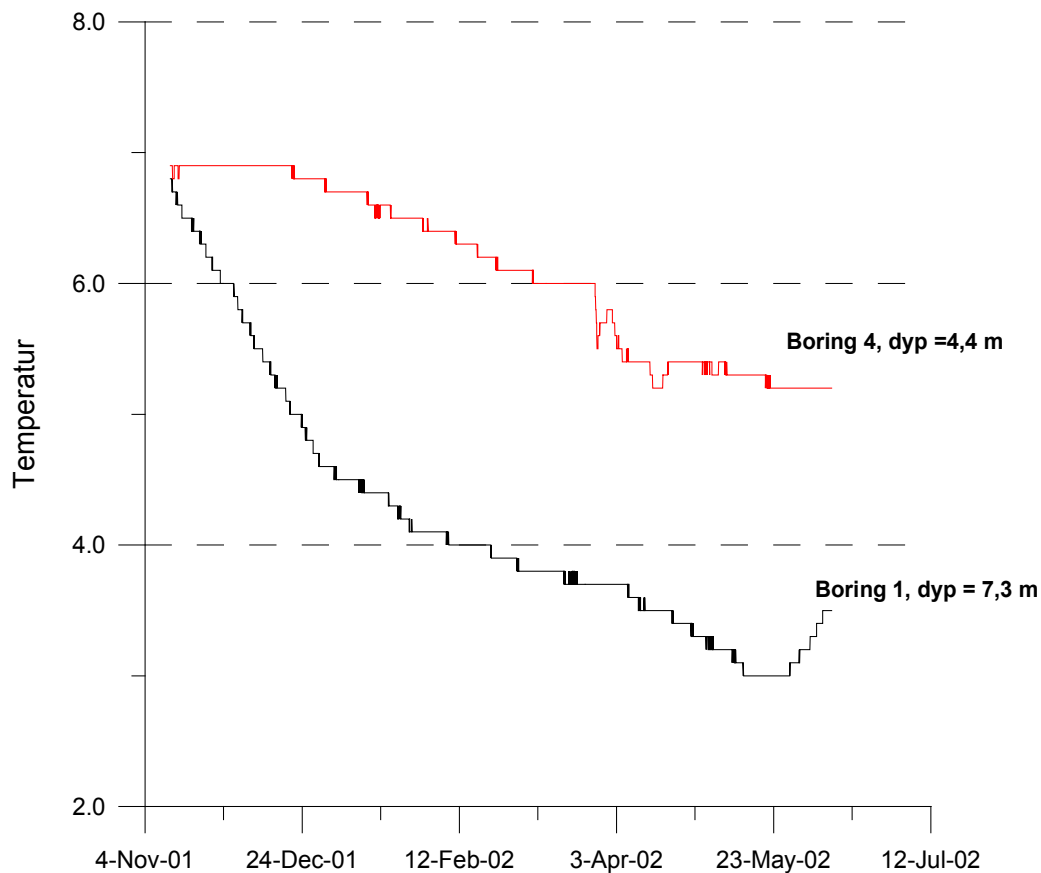


Figur 5. Fra undersøkelsesboringer i Oppdal november-01.

4.3 Temperaturlogging

Grunnvannstemperaturen er avgjørende for energiuttaket. Grunnvann med lavere temperatur enn 3°C er dårlig egnet som energikilde. Tidligere grunnvannsundersøkelser i Oppdal antydte en temperatur på grunnvannet på mellom 4,0 –5,5 °C. For sentrumsområdet i Oppdal kan elva Olma påvirke grunnvannstemperaturen. Hvis kaldt elvevann fra Olma infiltrerer grunnvannet kan grunnvannstemperaturen synke ned mot 0°C midtvinters.

Under prøvepumping 5. og 6. november 2001 ble grunnvannstemperaturen målt. Den varierte fra 5,9 °C til 7,5 °C. Målingene er vist i tabell 1. For å måle grunnvannstemperaturen gjennom året ble det satt ned temperaturloggere i boring 1 på 7,3 m dyp og i boring 4 på 4,4 m dyp. Temperaturen ble logget hver time fra 6. november 01 til 11. juni 02. Grunnvannstemperatur i loggeperioden er vist i figur 6. Grunnvannstemperaturen i boring 4 var konstant 6,9 °C fra 6 november til 22 desember. Utover vinteren sank den ned til 6,0 °C den 28.mars. Mildværet og nedbøren i påska førte til en betydelig snøsmelting, og det kalde smeltevannet bevirket en 0,5 °C senkning av grunnvannstemperaturen den 28.mars. Temperaturen steg igjen til 5,8 °C den 2.april. Laveste temperatur på 5,2 °C ble målt den 11. juni da temperaturloggeren ble hentet inn. I boring 1 ved jernbanen sank grunnvannstemperaturen mer gjennom vinteren. Minimumstemperaturen på 3,0 °C ble nådd 14.mai. Temperaturen begynte å stige igjen fra 29.mai.



Figur 6. Temperaturlogging i perioden 6.nov. 2001 – 11.juni 2002 i borehull 1 og 4 .

Temperaturen målt på grunnvannet i boring 4 er såpass høy gjennom vinteren at det kan benyttes som energikilde, mens temperaturen i boring 1 synker såpass mye at det er usikkert om grunnvannet i det området er egnet som energikilde. Grunnvannet her antas å være påvirket av kaldt elvevann fra Olma.

Det må presiseres at temperaturen er målt i naturlig strømmende grunnvann og ikke i forbindelse med grunnvannsuttak. Ut fra måling av grunnvannstand samt topografien i området antas grunnvannet å strømme fra kommunehuset mot Olma, d.v.s fra NV mot SØ. Ved et større grunnvannsuttak vil det likevel være mulig at kaldt elvevann kan strømme inn mot sentrumsområdet. Værforholdene fra slutten av mars og utover våren var varmere enn normalt og årets vårflom var heller ikke av de største, slik at grunnvannstemperaturen målt utover våren kan være noe høyere enn normalt.

4.4 Vannanalyser

Under prøvepumping ble det tatt vannprøver for å undersøke vannkvaliteten. Prøvene ble analysert ved NGUs lab i Trondheim. Resultatet av analysene samt veiledende verdier er vedlagt som vedlegg 4.

Vann med høyt jern- og manganinnhold er lite egnet for grunnvarmeuttak. Foreslåtte grenseverdier for bruk av grunnvann til energiuttak er 1,0 mg/l for jern og 0,5 mg/l for mangan (Lindblad-Påsse, 1986). For prøvene fra Oppdal er jern og mangan verdiene fra boring 1 godt under grenseverdier. For boring 4 ved kommunehuset er det påvist et relativt høyt jern- (0,82mg/l) og mangan- (0,24mg/l)innhold, men de er lavere enn de anbefalte verdiene. Vannkvaliteten kan endres noe over tid. Det vil derfor anbefales å gjøre nye vannanalyser etter lengre tids prøvepumping. Som eksempel ble manganinnholdet i grunnvannet ved Melhus Bo og omsorgsenter målt til 0,33 mg/l. Dette anlegget har i de to årene det har vært i drift ikke hatt noen problem med manganutfelling.

Ved høy hardhet på grunnvannet kan kalkutfelling skade grunnvarmeanlegget. Vannanalysene fra boring 4 viser et høyt kalsiuminnhold, høyere enn anbefalt verdi for drikkevann. Løseligheten av kalk er høyere ved lav grunnvannstemperaturer, slik at grunnvann til energiformål tåler høyere konsentrasjon av kalsium enn grunnvann til drikkevannsformål. Det anbefales å følge opp med nye vannanalyser etter lengre tids prøvepumping også med hensyn til kalsiuminnholdet i vannet.

4.5 Sedimentprøve

Prøve ble tatt av sedimentene som ble pumpet opp sammen med grunnvannet fra boring 4. Kornfordelingsanalysene av materialet gir en viss kontroll av sedimenttype, samt et grunnlag for å dimensjonere filtertype og filteråpning for en energibrønn. Kornfordelingsanalyse er vedlagt i vedlegg 5. Analysene viser at sedimentene hovedsakelig består av sand, med lite innhold av silt og leire som kan tette igjen og redusere vanngjennomstrømningen.

Kornfordelingsanalyse i prøver tatt fra prøvepumping vil avvike noe fra vanlig sedimentprøve tatt av overflateprøver. Siden filteråpninga er 2 - 4 mm vil ikke opp-pumpet prøvematerialet inneholde materialet grovere enn 4mm. Finsilt og leirpartikler som bruker lang tid på å sedimentere vil i tillegg være underrepresentert i prøven.

5. REFERANSER

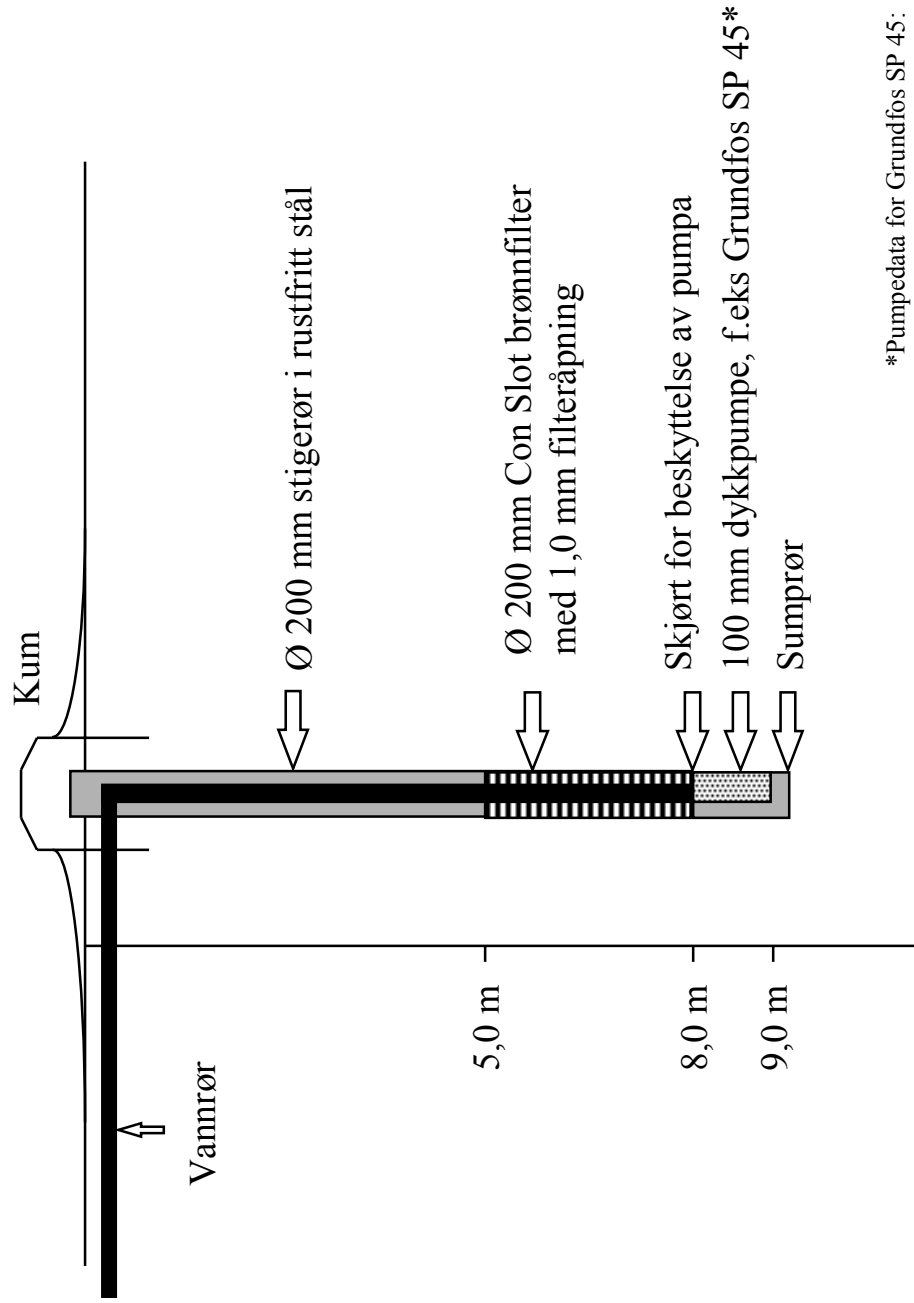
Amundal, J.P., Asmussen, G. og Moe, Ø. 2001: Varmeplan for Oppdal kommune – sentrum og industriområdet. Enøk-senteret i Sør-Trøndelag. 35s.

Halkjelsvik, A.B. 2002: Bruk av grunnvarme i Oppdal kommune. Prosjektoppgave, Høgskolen i Hedmark, 3-årige studium i Miljøteknologi, 34s

Lindblad-Påsse, A., 1986: Järnutfällningsproblem i grundvattenvärmsystem. Byggeforskninrådet Rapport R109:1986

Reite, A.J. 1990: SØR-TRØNDELAGE FYLKE Kvartærgeologisk kart M 1:250.000 Veiledning til kartet.39 s.

Dimensjonering av rørbrønn



*Pumpedata for Grundfos SP 45:
løftehøyde max 20m
Kapasitet 0-15 l/s
Diameter 147mm

GEORADAR

METODE OG UTFØRELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av løsmassenes lagdeling, strukturer og tykkelse, samt grunnvannsspeilets beliggenhet. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. En mer detaljert beskrivelse av georadarmetoden er gitt i vedlegg 2 side 5.

Målingene ble utført med digital georadar av type pulseEKKO 100 fra Sensors & Software Inc., Canada. Det ble i hovedsak benyttet 100 MHz-antennert sett fra i profilene 6 og 7 hvor 50 MHz ble forsøkt. En antennefrekvens på 100 MHz gir større vertikal oppløsning mens 50 MHz som regel gir størst penetrasjonsdyp. Antenneavstanden var 1 meter og målepunktavstanden 0,5 meter. Posisjonene som er angitt øverst på opptakene forteller hvilken vei profilene er målt. Avstandsmålingene er utført med odometer (målehjul) slik at posisjonsangivelsene angir virkelig meteravstand i terrenget. Profilenes startpunkt (0 meter) er angitt på kartutsnittene.

Georadaropptakene og detaljert kart med profilenes beliggenhet er vist i kartbilagene –03 til –09. For å få en så nøyaktig framstilling av georadaropptakene som mulig, har en foretatt terrengkorreksjoner av profilene. Terrenghøydene er hentet fra topografisk kart i målestokk 1:5000 med 5 meter koteavstand, og opptakene er forsynt med høydeakser (m.o.h). Høydeangivelsene i deler av profilene kan, p.g.a relativt stor koteavstand, være noe usikre. Det samme gjelder for de sentrumsnære områdene av Oppdal hvor det er vanskelig å følge kotelinjene på kartet.

Georadarmålingene ble utført langs profilene P1-P10, med en samlet lengde på 7445 meter.

Radarbølgenes gjennomsnittlige vertikale hastighet ble satt til 0,10 m/ns. Dette er et erfaringstall for gjennomsnittshastigheten i tørre og vannmettede masser. Hastigheten er benyttet ved beregning av dyp under terrengoverflata (dybdekonvertering). Radarbølgenes hastighet i vannmettede masser (områder hvor grunnvannsspeil ligger helt i terrengoverflata) vil vanligvis være lavere enn 0,10 m/ns. Dyp ned til reflektorer kan i slike tilfeller antas å være mindre enn angitt i opptakene. For materiale over grunnvannsspeil (tørr sone) vil en hastighet på 0,10 m/ns være litt for lav. Dyp til reflektorer i tørr sone (f.eks. dyp ned til grunnvannsspeil) kan derfor være noe større enn det dybdeskalaen viser i opptakene. Det å benytte en hastighet for hele profilet kan således gi feil dyp til fjell i deler av profilet.

RESULTATER

Løsmasser med god elektrisk ledningsevne, som f. eks silt og leire, vil dempe energien i georadarbølgene. En vil derfor kun få avtegnet svake eller ingen reflektorer i og under slike masser. Dette kan være årsaken til relativt dårlig dybderekkevidde i en del opptak og at for

eksempel underliggende fjelloverflate ikke lar seg detektere i flere av profilene. Kvaliteten på opptakene ble også noe redusert p.g.a. støy fra nærliggende radiosender. Til støtte for tolkningen av opptakene har en benyttet resultatene fra sonderboringene Bh1 til Bh6.

P1

Løsmassetykkelsen i dette profilet ser ut til å avta gradvis mot nordøst. Øverst i opptaket sees et ca 1-2 meter tykt topplag, med horisontal lagdeling, som trolig består av grove masser som grus og stein. Under topplaget sees et hauget og delvis kaotisk reflektormønster som tolkes som henholdsvis lagdelt og kryss-sjiktet sand og grus. Dyp til fjell ser ut til å variere fra 6 til 18 meter. Over fjelloverflata sees stedvis brått avtagende reflektivitet. Slike ("hvite") områder indikerer ensgradert materiale eller finstoffdominerte masser som for eksempel silt eller siltig morene. Grunnvannspeil detekteres i bruddstykker på 2-3 meters dyp.

P2

Opptaket viser en lagrekkefølge som i profil 1. Topplaget som også her tolkes til grus og stein, varierer fra 1 til 4 meter i tykkelse. Størst mektighet har dette laget i starten av profilet, i sørøst. Den underliggende sand- og grussekvensen varierer noe i reflektorstyrke. Svak reflektivitet innenfor denne sekvensen indikerer ensgradert materiale. Dyp til fjell ser ut til å være størst i området mellom posisjonene 200 m og 290 m. Her antydes fjell på ca. 15 meters dyp. Bare i en begrenset del av profilet er det mulig å påvise grunnvannspeil.

P3

Også i dette opptaket erkjennes en lagrekkefølge av grus/stein over sand/grus. Løsmassene har jevn tykkelse på ca 6-8 m langs profilet. Topplaget (grus og stein) erkjennes som tilnærmet horisontale reflektorer øverst i opptaket, og varierer fra 1 til 3 meter i tykkelse. Grunnvannspeil ligger trolig innenfor dette laget og lar seg vanskelig skille fra interne laggrenser. Underliggende sand- og grusmasser er trolig i tynneste laget for et større grunnvannsuttak.

P4

I det lavereliggende midtpartiet av profilet (mellom posisjonene 65 og 165) er det få og/eller svake reflektorer under topplaget. Dette indikerer trolig ensgradert materiale, men det kan også skyldes finstoffdominerte masser (i eller under topplaget) som demper energien i georadarbølgene. Borehull 4 gir imidlertid ingen beskrivelse av finstoffdominerte masser. Borehullet er riktignok plassert 20 m tilside for profilet. Grunnvannspeil lar seg ikke detektere i opptaket. Grunnvannsmagasinet er størst i starten av profilet mellom posisjonene 0 og 55.

P5 og P6

Profilene 5 og 6 går langs samme trasé, men i motsatt retning av hverandre. Profil 5 er målt med 100 MHz antenner, mens det langs profil 6 er benyttet 50 MHz antenner for å trenge dypere ned i løsmassene og om mulig å få en sikrere avtegning av fjelloverflata. Profil 6 ga et noe klarere bilde av fjellreflektoren, men heller ikke her var det mulig å påvise fjell i nordøst. Grunnvannsmagasinet ser likevel ut til å være størst i sør hvor fjell erkjennes på ca. 12 meters dyp og grunnvannspeil sees på ca. 3-4 meter.

P7

Også dette profilet er målt med 50 MHz antenner. Fjelloverflata lar seg likevel vanskelig påvise i opptaket. Dette skyldes trolig godt elektrisk ledende materiale i overliggende masser. Løsmassebeskrivelsen fra sonderboringene (Bh1 og Bh2) nevner riktignok ikke løsmasser av god ledningsevne, dvs. finstoff som silt og leire. Ved pumping i Bh 2 (fra 8,7 til 9,7 meters dyp) ble imidlertid vannet ikke klart, noe som kan indikere finstoff oppløst i grunnvannet. Ellers viser opptaket, i store trekk, at lagrekkefølgen som beskrives i Bh1, trolig gjelder for hele profilet.

P8

Profilet er ikke undersøkt med sonderboringer. Løsmassene tolkes i hovedsak til å bestå av et 2-3 meter tykt topplag med horisontal lagdeling, som trolig består av grove masser som grus og stein. Under topplaget sees i grove trekk et hauget og delvis kaotisk reflektormønster som tolkes som henholdsvis lagdelt og kryss-sjiktet sand og grus. Kun bruddstykker av fjelloverflata kan sees i opptaket og grunnvannsspeil kan identifiseres bare i første halvdel av profilet. Grunnvannsspeil ligger naturlig nok nærmest overflata i dalbunnen. Det er da også her at grunnvannsmagasinet ser ut til å være størst. Mer detaljert indikeres størst mektighet av mettet sone (10-15 meter) mellom posisjonene 460 og 600.

P9

Til støtte for tolkningen av georadarprofilet har en benyttet sonderboringer fra 1980 og 1981 (Rohr-Torp, 1981). De 8 sonderboringene viser at løsmasseavsetningene er forholdsvis grunne, og varierer fra 8 til 11 m over antatt fjell. Ved borehull 14 (posisjon 755) viser georadaropptaket at fjelloverflata ligger dypere (ca. 13 m) enn antatt i sonderingen (ca. 8 m). Store deler av opptaket er preget av svake reflektorer og dårlig dybderekkevidde av georadarbølgene. Dette gjelder særlig fra posisjon 0 til posisjon 650. Her er det nesten umulig å detektere fjelloverflata, noe som trolig skyldes finstoffdominerte løsmasser som silt og leire. Det antas derfor at det er små muligheter for grunnvannsuttak mellom posisjonene 0 og 650. I resten av profilet tolkes løsmassene til sand og grus. I de lavereliggende deler av profilet er det vanskelig å skille grunnvannsspeil fra horisontale reflektorer i topplaget. I dalsiden, hvor terrenget stiger, ligger grunnvannsspeilet trolig dypere, men her vil finstoff med kapillær stigeevne "utviske" grunnvannsreflektoren.

P10

Det finnes ingen boringer ved profilet. Dyp til fjell ser ut til å ligge mellom 5 og 10 meter i dette opptaket. Et bølget reflektormønster indikerer lagdelt sand og grus over fjell. Grunnvannsspeil kan erkjennes ved ca. 1 meters dyp.

REFERANSER

Rohr-Torp, E. 1981: Grunnvannsundersøkelser i Oppdal, foreløpig rapport. *NGU Rapport O-80072*.
Grunnvannsforsyning til Oppdal. *NGU Rapport O-80072*.

Stedfestingsdata**Georadarprofilenes løpende koordinater for start-, knekk- og sluttunkt:**

Profil	NGO1948 (Akse 3)		UTM (Sone 32, WGS84)	
	Ø	N	Ø	N
P1	-52713	512357	535514	6940740
	-53208	511961	535030	6940331
P2	-52735	511971	535502	6940354
	-52911	512195	535320	6940573
	-53163	512374	535064	6940745
	-53291	512539	534931	6940907
P3	-53539	512577	534683	6940938
	-53317	512579	534904	6940946
	-53336	512447	534889	6940814
	-53324	512409	534902	6940776
P4	-53613	512184	534619	6940543
	-53057	512199	535174	6940573
	-53042	512284	535187	6940659
	-52981	512351	535246	6940727
P5	-52963	512412	535263	6940789
	-52975	512146	535258	6940522
	-52976	512250	535254	6940626
	-52879	512348	535348	6940727
P6	-52879	512348	535348	6940727
	-52976	512250	535254	6940626
	-52975	512146	535258	6940522
P7	-53009	511866	535231	6940242
	-52746	512085	535488	6940468
	-52402	512258	535827	6940650
P8	-50598	513327	537601	6941766
	-49998	512528	538222	6940984
	-49893	512196	538336	6940655
	-49629	511932	538607	6940398
P9	-50410	511837	537829	6940282
	-50436	511837	537803	6940281
	-50521	511896	537716	6940338
	-50586	512048	537647	6940488
	-50624	512058	537609	6940497
	-50700	512160	537531	6940597
	-50875	512305	537352	6940737
	-51035	512339	537191	6940767
	-51241	512519	536980	6940941
	-51415	512572	536805	6940990
P10	-51893	512353	536333	6940758
	-51878	512278	536350	6940684
	-51671	512155	536560	6940566
	-51536	511858	536703	6940273
	-51501	511827	536739	6940243

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;

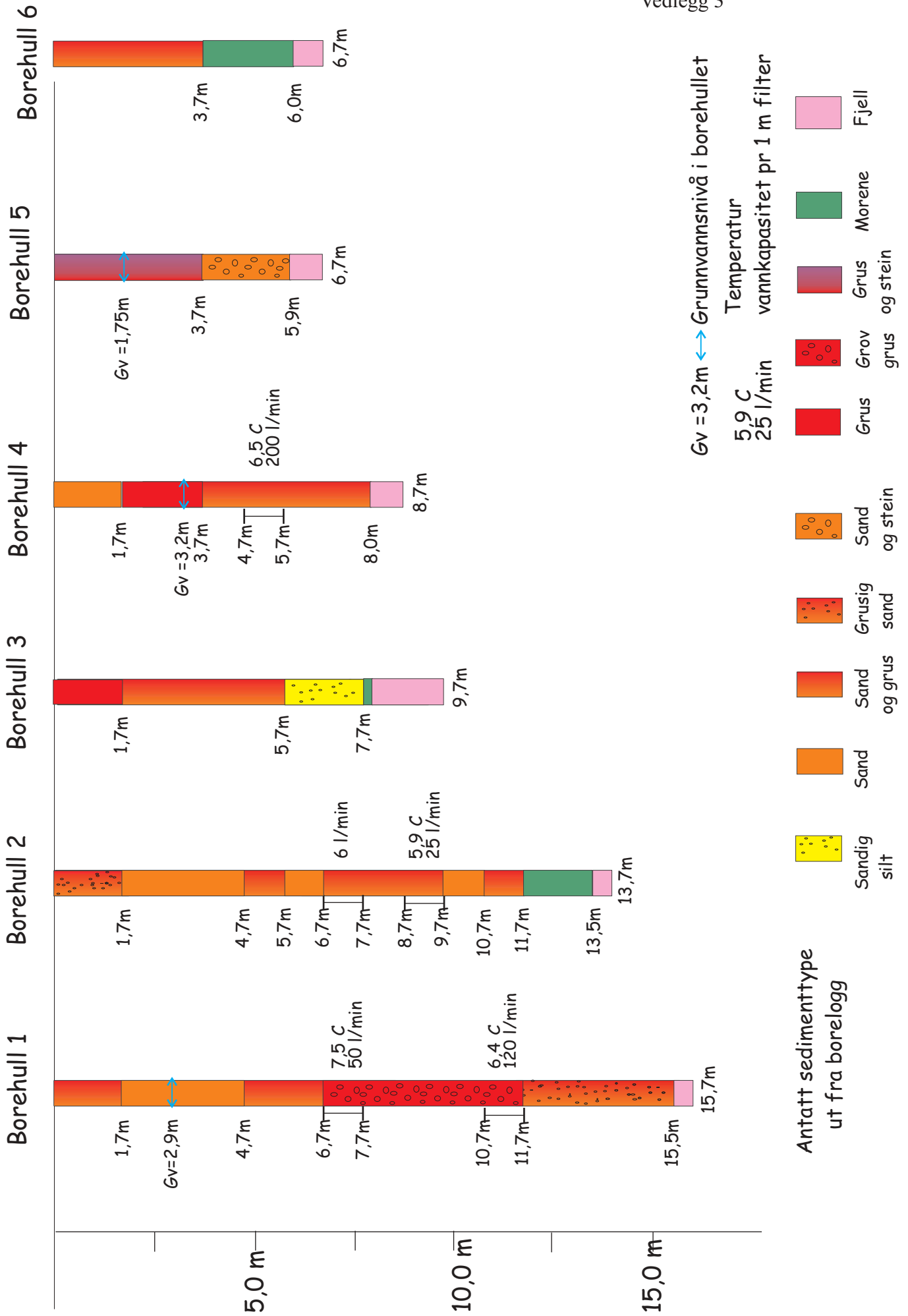
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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 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.



Boring 1 (obs.brønn. 339)

Fylke

Sør-Trøndelag

Kommune

Oppdal (1634)

Lokalisering (UTM): Sone

32 V

ØV-kordinater

535414.00

NS-kordinater

6940374.00

Høyde over havet

Brønnens bruk

Ikke i bruk

Gårdsnr. Bruksnr.

Antall personer

Borefirma

Norges geologiske undersøkelse

Boredato

05.11.2001

Borerens navn

E. Danielsen

Totalt dyp av brønn (målt fra overflaten): 15.70 meter

Dyp til fjell (målt fra overflaten): 15.50 meter

Forings-/brønnrørmateriale: Stål

Forings-/brønnrørlengde:

Antatt stabil vannstand (dyp fra overflaten)

Etter boring: 2.90 m Målt dato: 05.11.2001 Etter evt. sprengning/trykking: Målt dato:

Terrengtransport

Timearbeid

Utfyllingsdato

19.11.2001

Ansvarlig signatur

Eilif Danielsen

Rapporter/referanser: Ingen registrerte plysninger.

Adresser: Ingen adresser er registrert.

Telefon etc.: Ingen telefoner etc. er registrert.

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	1.70	Brunt	Grus og sand	
1.70	4.70	Brunt	Sand	
4.70	6.70		Grus og sand	
6.70	7.70	Borte	Grov grus	Merknader: Pumpert 200 L. ved å dreie på røret. Prøvetakingsmetode: Pumping (P) Temperatur: 7,5 °C Vannuttak: ,83 l/s
7.70	10.70	Borte	Grov grus	
10.70	11.70	Borte	Grov grus	Merknader: Pumpet 200 L. ved å dreie røret. Prøvetakingsmetode: Pumping (P) Temperatur: 6,4 °C Vannuttak: 2 l/s
11.70	15.50	Borte	Grusig sand	
15.50	15.70	Borte	Fjell	

Sprengning/trykking: Ingen informasjon om sprengning/trykking er registrert.

Boring 2, (Unders.brønn nr. 435)

Fylke
Sør-Trøndelag

Kommune
Oppdal (1634)

Lokalisering (UTM): Sone
32 V

ØV-kordinater
535442.00

NS-kordinater
6940469.00

Høyde over havet

Brønnens bruk
Ikke i bruk

Gårdsnr. Bruksnr.

Antall personer

Borefirma
Norges geologiske undersøkelse

Boredato
05.11.2001

Borerens navn
E. Danielsen

Totalt dyp av brønn (målt fra overflaten): 13.70 meter

Dyp til fjell (målt fra overflaten): 13.50 meter

Forings-/brønnrørmateriale: Stål

Forings-/brønnrørlengde:

Terrengtransport

Timearbeid

Utfyllingsdato

Ansvarlig signatur

20.11.2001

Eilif Danielsen

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten
(meter)

Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	1.70	Borte	Grusig sand	
1.70	4.70	Brunt	Sand	Merknader: Brungrått spylevann.
4.70	5.70	Brunt	Sand og grus	Merknader: Brungrått spylevann.
5.70	6.70	Brunt	Sand	Merknader: Brungrått spylevann.
6.70	7.70	Brunt	Sand og grus	Merknader: Brungrått spylevann. Prøvetakingsmetode: Pumping (P) Vanntrykk: 1 kg. Vannuttak: 0 l/s
7.70	8.70	Brunt	Sand og grus	Merknader: Brungrått spylevann. Vanntrykk: 1 kg.
8.70	9.70	Brunt	Sand og grus	Merknader: Brungrått spylevann. Vannet ble ikke klart ved pumping. Prøvetakingsmetode: Pumping (P) Temperatur: 5,9 °C Vanntrykk: 1 kg. Vannuttak: ,42 l/s
9.70	10.70	Brunt	Sand	Merknader: Brungrått spylevann. Vanntrykk: 1 kg.
10.70	11.70	Brunt	Sand og grus	Merknader: Brungrått spylevann. Vanntrykk: 1 kg.
11.70	13.50	Brunt	Morene	Merknader: Brungrått spylevann. Vanntrykk: 1 kg.

13.50	13.70	Brunt	Fjell	Vanntrykk: 1 kg. Merknader: Brungrått spylevann. Vanntrykk: 1 kg.

© Norges geologiske undersøkelse



Boring 3 (Sondering nr. 745)		Fylke	Kommune
		Sør-Trøndelag	Oppdal (1634)
Lokalisering (UTM): Sone		ØV-kordinater	NS-kordinater
32 V		535271.00	6940646.00
Brønnens bruk		Gårdsnr. Bruksnr.	Antall personer
Ikke i bruk			
Borefirma		Boredato	Borerens navn
Norges geologiske undersøkelse		06.11.2001	E. Danielsen
Totalt dyp av brønn (målt fra overflaten): 9.70 meter		Dyp til fjell (målt fra overflaten): 8.00 meter	
Terrengtransport	Timearbeid	Utfyllingsdato	Ansvarlig signatur
		20.11.2001	Eilif Danielsen
Rapporter/referanser: Ingen registrerte opplysninger.			
Adresser: Ingen adresser er registrert.			
Telefon etc.: Ingen telefoner etc. er registrert.			
Lag (løsmassebrønn):			
Dyp fra overflaten (meter)			
Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype
0.00	1.70	Brunt	Grus
1.70	5.70	Brunt	Sand og grus
5.70	7.70	Borte	Sandig silt
7.70	8.00	Borte	Morene
8.00	9.70		Fjell
Sprengning/trykking: Ingen informasjon om sprengning/trykking er registrert.			

© Norges geologiske undersøkelse



Boring 4, (Obs.brønn nr. 340)

Fylke
Sør-Trøndelag

Kommune
Oppdal (1634)

Lokalisering (UTM): Sone
32 V

ØV-kordinater
535253.00

NS-kordinater
6940673.00

Høyde over havet

Brønnens bruk
Ikke i bruk

Gårdsnr. Bruksnr.
Antall personer

Borefirma
Norges geologiske undersøkelse

Boredato
06.11.2001

Borerens navn
E. Danielsen

Totalt dyp av brønn (målt fra overflaten): 8.70 meter

Dyp til fjell (målt fra overflaten): 8.00 meter

Forings-/brønnrørmateriale: Stål

Forings-/brønnrørlengde:

Antatt stabil vannstand (dyp fra overflaten)

Etter boring: 3.20 m Målt dato: 06.11.2001 Etter evt. sprengning/trykking: Målt dato:

Terrengtransport
Timearbeid

Utfyllingsdato
20.11.2001

Ansvarlig signatur
Eilif Danielsen

Rapporter/referanser: Ingen registrerte opplysninger.

Adresser: Ingen adresser er registrert.

Telefon etc.: Ingen telefoner etc. er registrert.

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	1.70	Borte	Sand	
1.70	3.70	Borte	Grus	
3.70	4.70	Borte	Sand og grus	
4.70	5.70	Borte	Sand og grus	Jordprøve: Ja Prøvetakingsmetode: Pumping (P) Pumpetid: 15 min Temperatur: 6,5 °C Vannprøve: Ja Vannuttak: 3,33 l/s
5.70	8.00	Borte	Sand og grus	
8.00	8.70	Borte	Fjell	

Dyp (generelt): Ingen dyp (generelt) er registrert.

Konsulenter: Ingen konsulenter er registrert.



Boring 5, (Sondering nr. 746)

Fylke
Sør-Trøndelag

Kommune
Oppdal (1634)

Lokalisering (UTM): Sone
32 V

ØV-koordinater
534930.00

NS-koordinater
6940791.00

Høyde over havet

Brønnens bruk
Ikke i bruk

Gårdsnr. Bruksnr.
Antall personer

Borefirma
Norges geologiske undersøkelse

Boredato
06.11.2001

Borerens navn
E. Danielsen

Totalt dyp av brønn (målt fra overflaten): 6.90 meter

Dyp til fjell (målt fra overflaten): 5.90 meter

Antatt stabil vannstand (dyp fra overflaten)

Etter boring: 1.75 m Målt dato: 06.11.2001 Etter evt. sprengning/trykking: Målt dato:

Terrengtransport

Timearbeid

Utfyllingsdato
20.11.2001

Ansvarlig signatur
Eilif Danielsen

Rapporter/referanser: Ingen registrerte opplysninger.

Adresser: Ingen adresser er registrert.

Telefon etc.: Ingen telefoner etc. er registrert.

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	3.70	Borte	Grus og stein	
3.70	5.90	Brunt	Sand og stein	
5.90	6.90	Brunt	Fjell	

Sprengning/trykking: Ingen informasjon om sprengning/trykking er registrert.

Dyp (generelt): Ingen dyp (generelt) er registrert.

Konsulenter: Ingen konsulenter er registrert.



Boring 6, (Sondering nr. 747)

Fylke
Sør-Trøndelag

Kommune
Oppdal (1634)

Lokalisering (UTM): Sone 32 V	ØV-koordinater 534724.00	NS-koordinater 6940878.00	Høyde over havet
Brønnens bruk Ikke i bruk		Gårdsnr. Bruksnr.	Antall personer
Borefirma Norges geologiske undersøkelse		Boredato 06.11.2001	Borerens navn E. Danielsen
Totalt dyp av brønn (målt fra overflaten): 6.70 meter		Dyp til fjell (målt fra overflaten): 6.00 meter	
Terrengtransport	Timearbeid	Utfyllingsdato 20.11.2001	Ansvarlig signatur Eilif Danielsen

Rapporter/referanser: Ingen registrerte opplysninger.

Adresser: Ingen adresser er registrert.

Telefon etc.: Ingen telefoner etc. er registrert.

Lag (løsmassebrønn):

Dyp fra overflaten (meter)

Fra	Til	Slamfarge	Løsmasstype	Andre opplysninger
0.00	3.70	Borte	Sand og grus	Vanntrykk: 1 kg.
3.70	6.00	Borte	Morene	Vanntrykk: 4-6 kg.
6.00	6.70	Borte	Fjell	Vanntrykk: 4-6 kg.

Sprengning/trykking: Ingen informasjon om sprengning/trykking er registrert.

Dyp (generelt): Ingen dyp (generelt) er registrert.

Konsulenter: Ingen konsulenter er registrert.



VANNANALYSER

FYLKE: Sør-Trøndelag

KART (M711):

KOMMUNE: Oppdal

PRØVESTED: Oppdal sentrum

OPPDRAKSNUMMER:

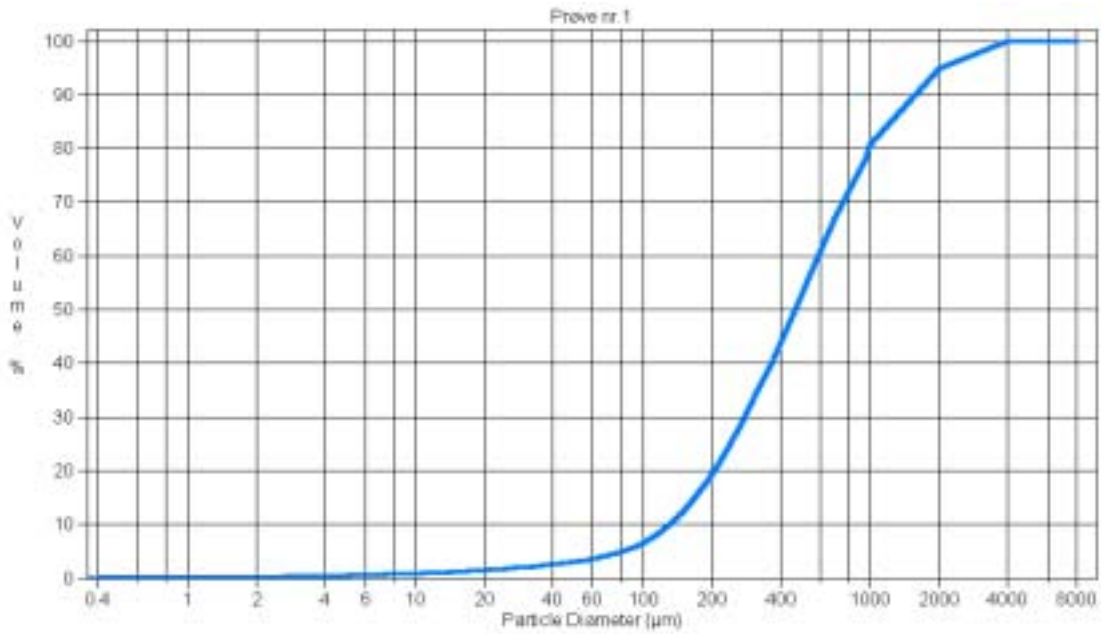
ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted		Bh.1 O.Skasliesv jernbanen	Bh.4 Kommune- huset		Anbefalte verdier grunnvarme ¹	Veiledende verdi drikkevann	Største tillatte konsentrasjon for drikkevann
Dato		05.11.01	06.11.01				
Brønntype		Sondering	Sondering				
Prøvedyp	m	10,5-11,5	4,5-5,5				
Brønndimensjon	mm	57	57				
X-koordinat	Sone:	535414	535253				
Y-koordinat	Sone:	6940374	6940673				
Surhetsrad felt/lab	nH	7,01	6,92			7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab	µS/cm	99,5	280	1500		< 400	
Temperatur	°C	7,5	6,5			< 12	25
Alkalitet	mmol/l	0,72	2,11			0,6-1,0 ²	
Fargetall	mg Pt/l	9,1	9,9			< 1	20
Turbiditet	F.T.U	88	110			< 0,4	4
Oppløst oksygen	mg O ₂ /l			2		> ca 9	
Fritt karbondioksid	mg CO ₂ /l			50		< 5 ²	
Redoks.potensial, E _h	mV						
Anioner							
Fluorid	mg F/l	<0,05	<0,05				1,5
Klorid	mg Cl/l	4,15	8,82	300		< 25	
Nitritt	mg NO ₂ /l	<0,05	<0,05				0,16
Brom	mg Br/l	<0,1	<0,1				
Nitrat	mg NO ₃ /l	1,94	<0,05				44
Fosfat	mg PO ₄ /l	<0,2	<0,2				
Sulfat	mg SO ₄ /l	4,11	23,6			< 25	100
Kationer							
Silisium	mg Si/l	1,43	2,96				
Aluminium	mg Al/l	0,0404	<0,02			< 0,05	0,2
Jern	mg Fe/l	0,0520	0,817	1		< 0,05	0,2
Magnesium	mg Mg/l	1,04	2,53				20
Kalsium	mg Ca/l	14,5	41,4			15-25 ²	
Natrium	mg Na/l	2,34	8,14			< 20	150
Kalium	mg K/l	1,78	4,97			< 10	12
Mangan	mg Mn/l	0,0288	0,239	0,5		< 0,02	0,05
Kobber	mg Cu/l	<0,005	<0,005			< 0,1	0,3
Sink	mg Zn/l	0,00242	<0,002			< 0,1	0,3
Bly	mg Pb/l	<0,05	<0,05				0,02
Nikkel	mg Ni/l	<0,02	<0,02				0,05
Kadmium	mg Cd/l	<0,005	<0,005				0,005
Krom	mg Cr/l	<0,01	<0,01				0,05
Sølv	mg Ag/l	<0,01	<0,01				0,01

¹ Fra Lindblad – Pässe, 1986

² Vannet bør ikke være aggressivt.

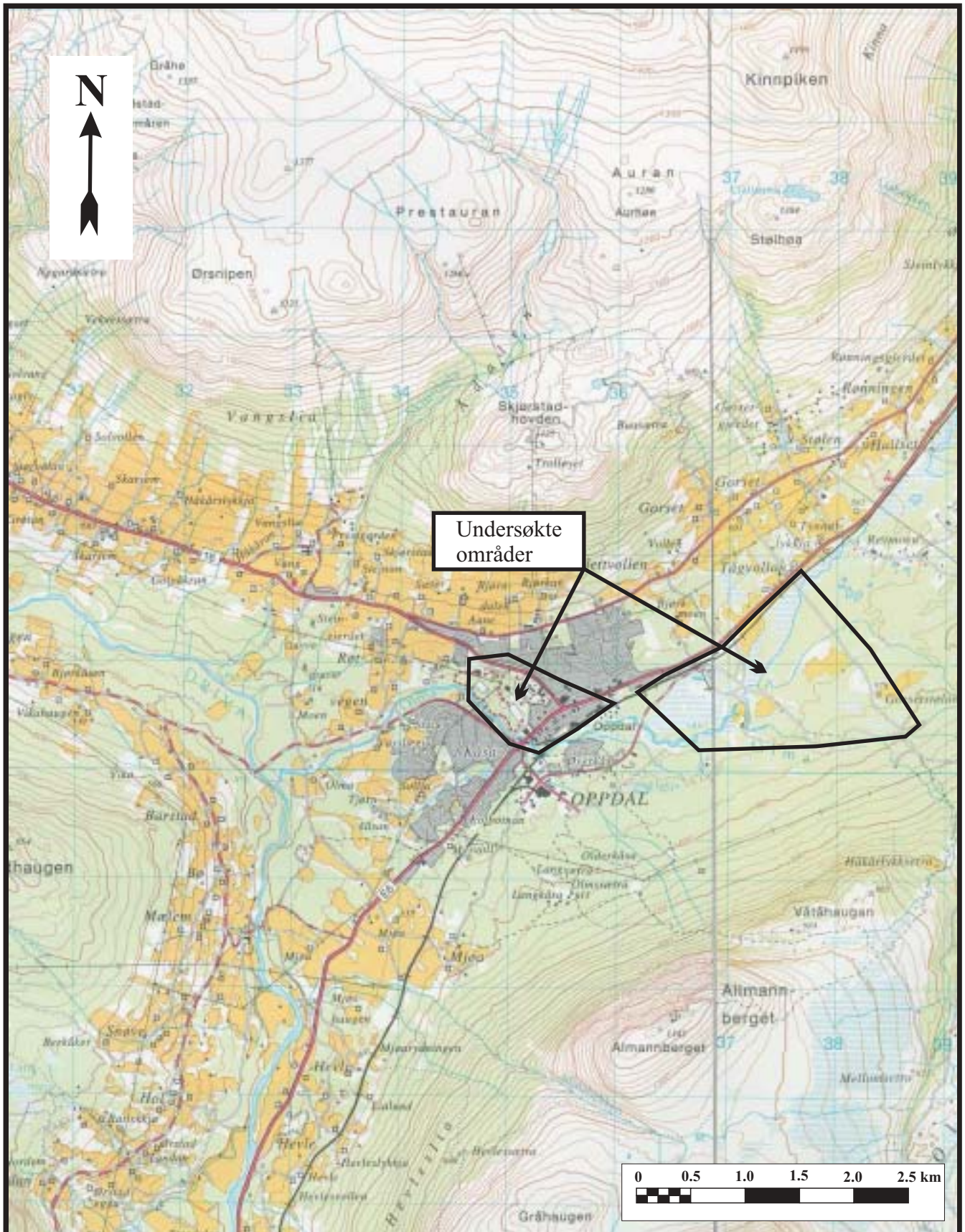
Kornfordelingsanalyse fra sedimentprøve fra boring 4



Statistics

File name: 1a.\$av

From	0.375
To	8000
Volume	100
Mean:	689.2
Median:	468.6
D(3,2):	152.4
Mean/Median	1.471
Mode:	1414
95% Conf. Lin	0
95% Conf. Lin	2025
S.D.:	681.4
Variance:	4.64E+05
C.V.:	98.87
Skewness:	2.29
Kurtosis:	7.548
d10:	132.2
d50:	468.6
d90:	1663
Specific Surf.	393.7
% <	
10	132.2
25	242.7
60	592.8
75	871.3
90	1663



NGU/OPPDAL KOMMUNE

Oversiktskart

OPPDAL

OPPDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50000

MÅLT T.L. Sept. 2002

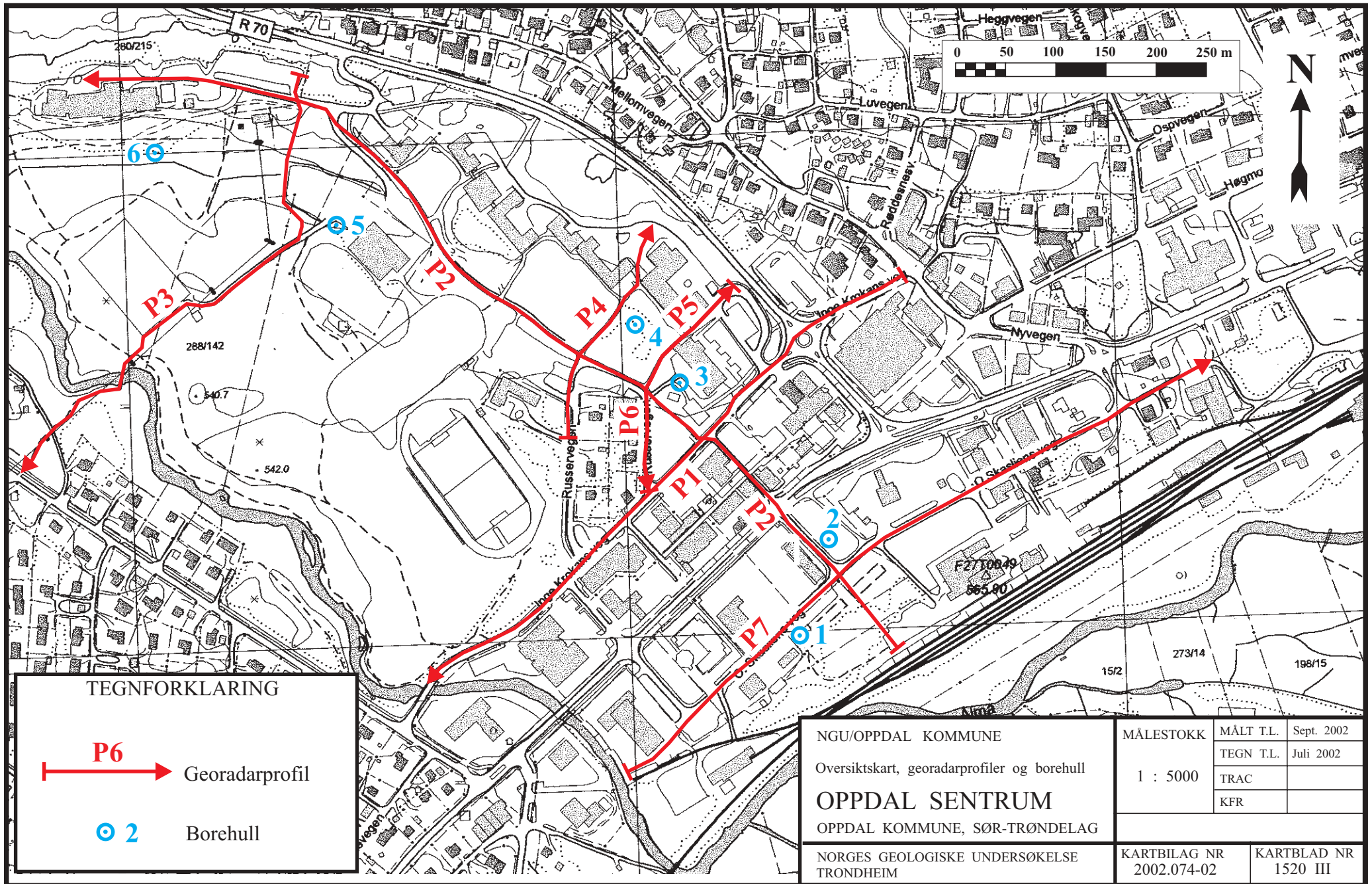
TEGN T.L. Juli 2002

TRAC

KFR

KARTBILAG NR
2002.074-01

KARTBLAD NR
1520 II/1520 III



TEGNFORKLARING

- P6 → Georadarprofil
- ⊙ 2 Borehull

NGU/OPPDAL KOMMUNE

Oversiktskart, georadarprofiler og borehull

OPPDAL SENTRUM

OPPDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 5000

MÅLT T.L. Sept. 2002

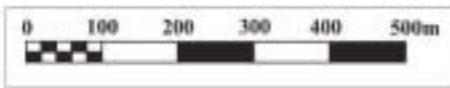
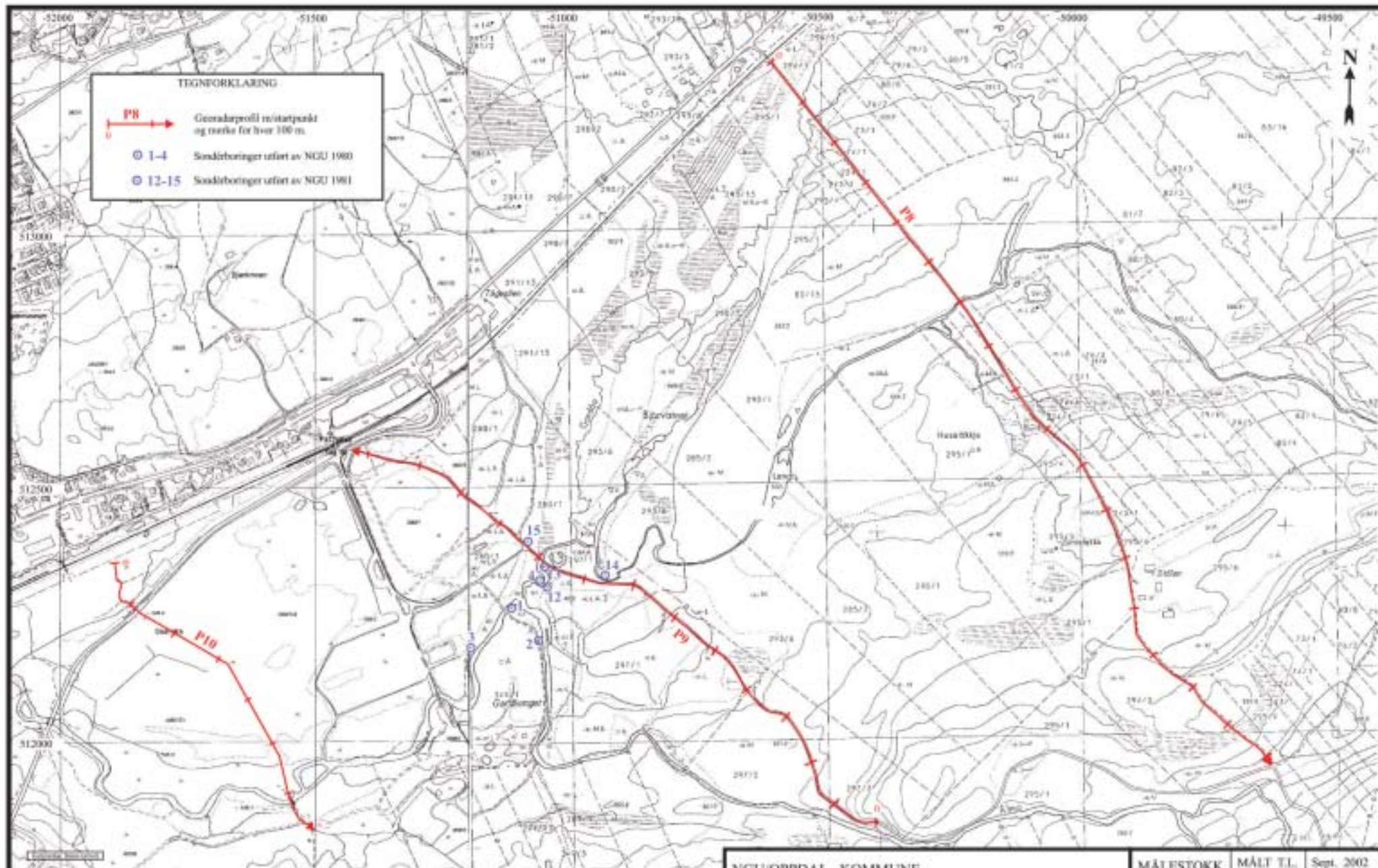
TEGN T.L. Juli 2002

TRAC

KFR

KARTBILAG NR
2002.074-02

KARTBLAD NR
1520 III



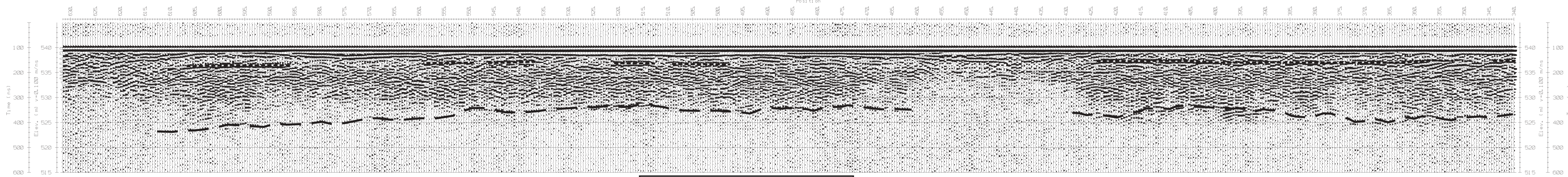
NGU/OPPDAL KOMMUNE
 Oversiktskart, georadarprofiler og sonerboringer
HUSALØKKJA-GORSETSTØLAN
 OPPDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1 : 10000	MÅLT TL.	Sept. 2002
	TEGN TL.	Juli 2002
	TRAC	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

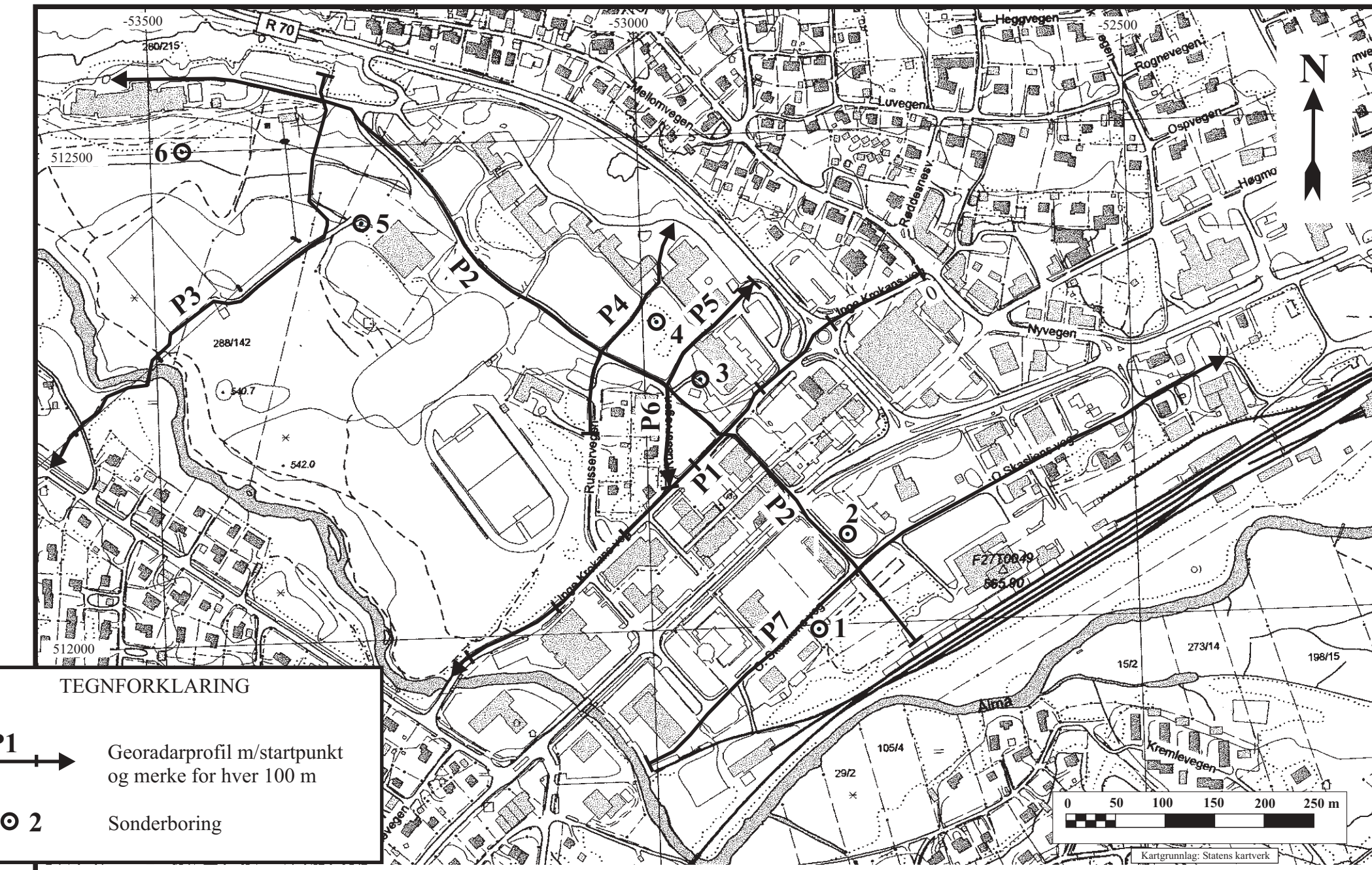
KARTBILAG NR 2002.074-02A	KARTBLAD NR 1520 III
------------------------------	-------------------------

PROFIL 1



TEGNFORKLARING (opptak)

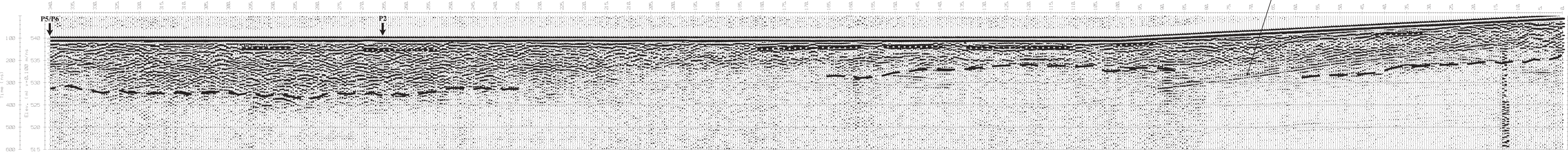
- P2 Kryssende georadarprofil
- Tolket grunnvannsspeil
- Usikker tolking av fjelloverflate



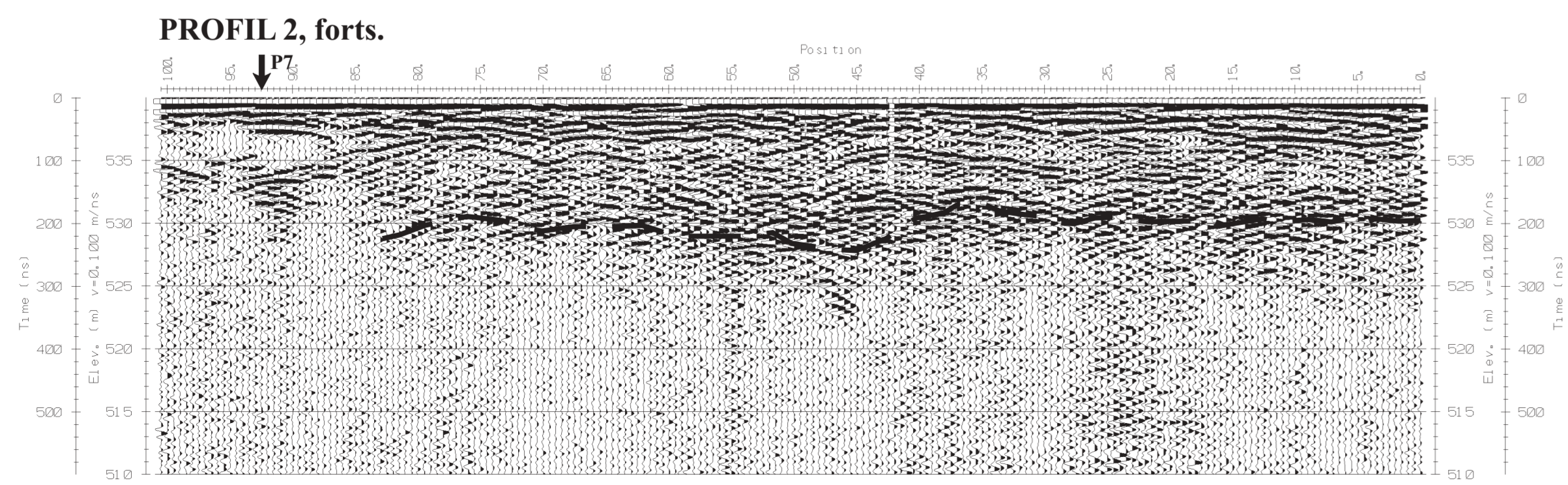
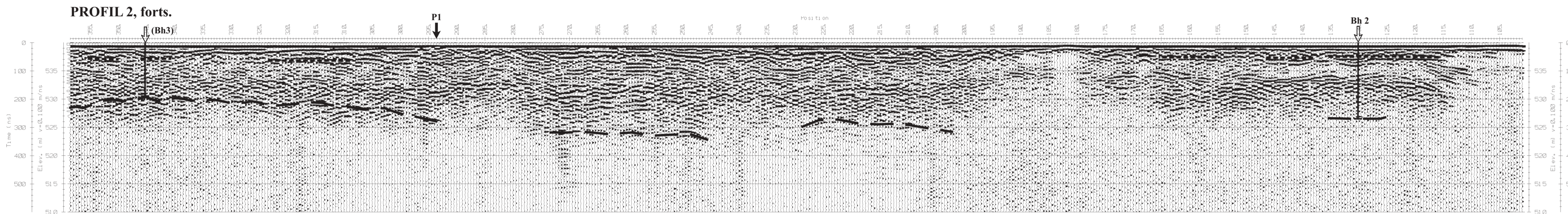
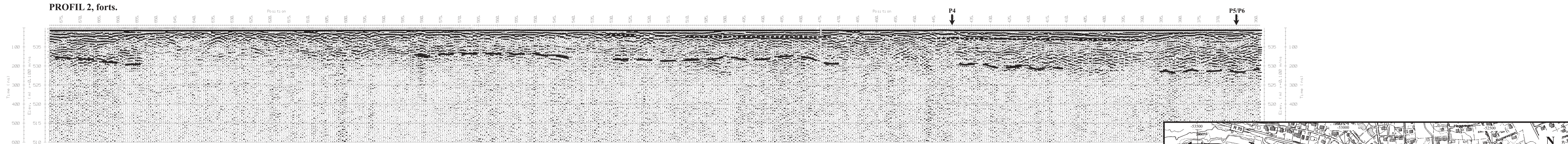
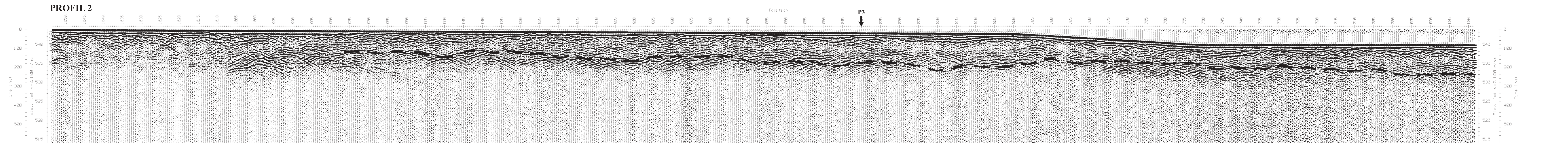
TEGNFORKLARING

- P1 Georadarprofil m/startpunkt og merke for hver 100 m
- 2 Sonderboring

PROFIL 1, forts.

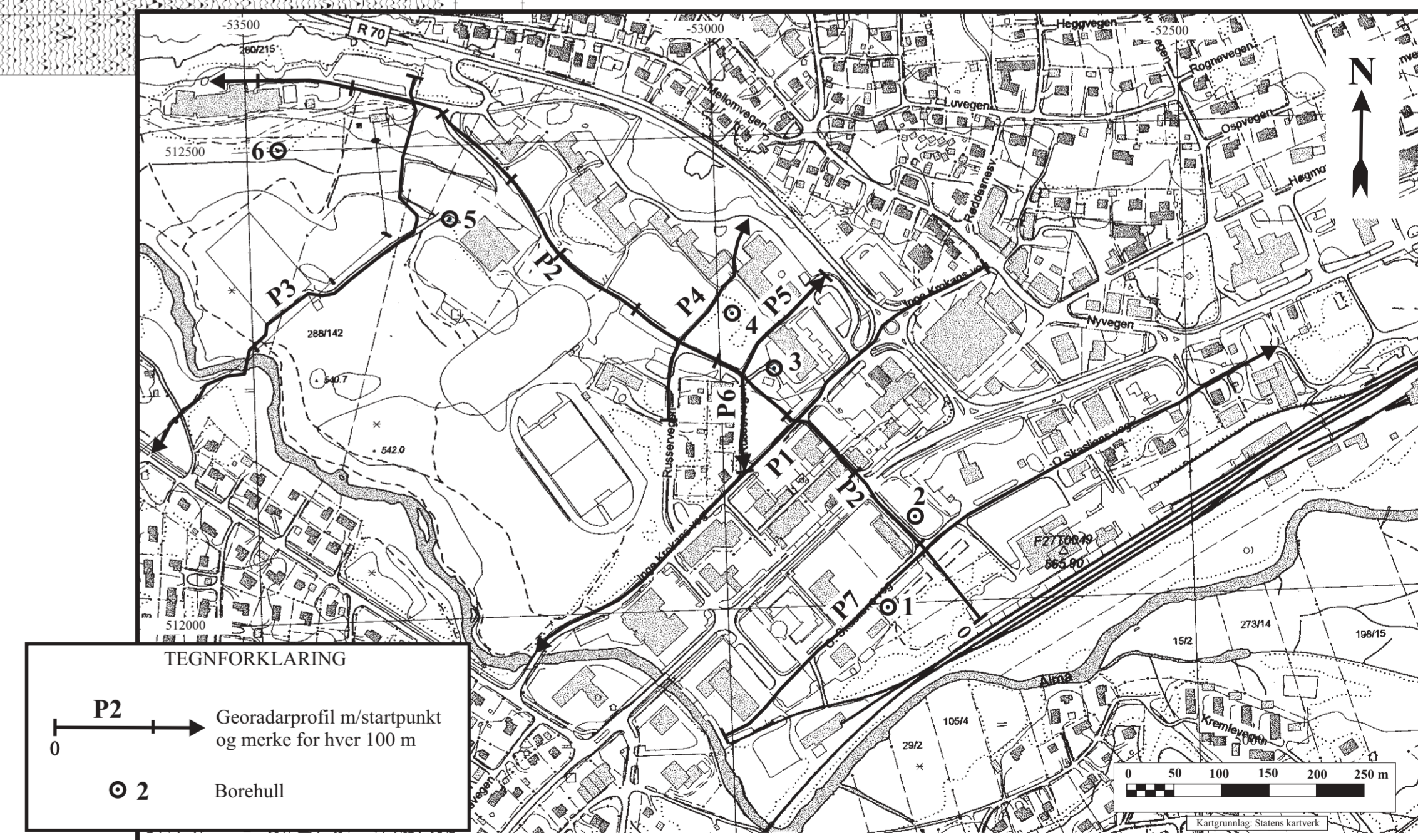


NGU/OPPDAL KOMMUNE GEORADAROPPTAK, P1 OPPDAL SENTRUM OPPDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK (Kart) 1 : 5000	MÅLT T.L. TEGN T.L. TRAC KFR	Sept. 2001 August 2002
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2002.074-03	KARTBLAD NR 1520 III



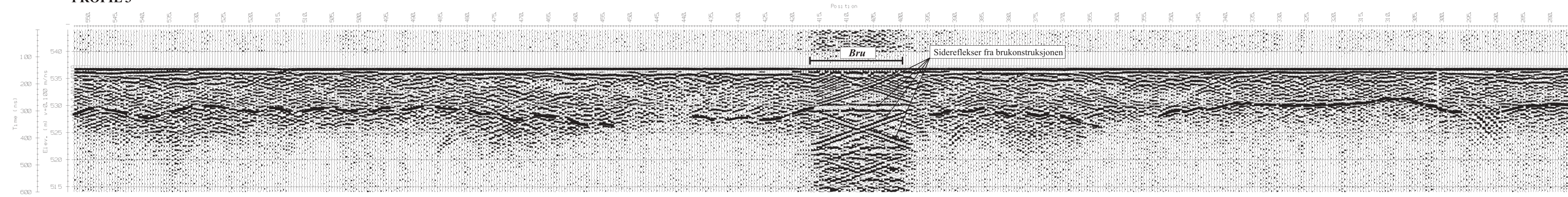
TEGNFORKLARING (opptak)

- P1 Kryssende georadarprofil
- Bh2 Sonderboring
- (Bh3) Sonderboring som ligger litt til side for profilet
- Tolket grunnvannspeil
- Usikker tolking av fjelloverflate



NGU/OPPDAL KOMMUNE GEORADAROPPTAK, P2 OPPDAL SENTRUM OPPDAL KOMMUNE, SØR-TRONDELAG	MÅLESTOKK (Kart) 1 : 5000	MÅLT T.L. TEGN T.L. TRAC KFR	Sept. 2001 August 2002
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2002.074-04	KARTBLAD NR 1520 III	

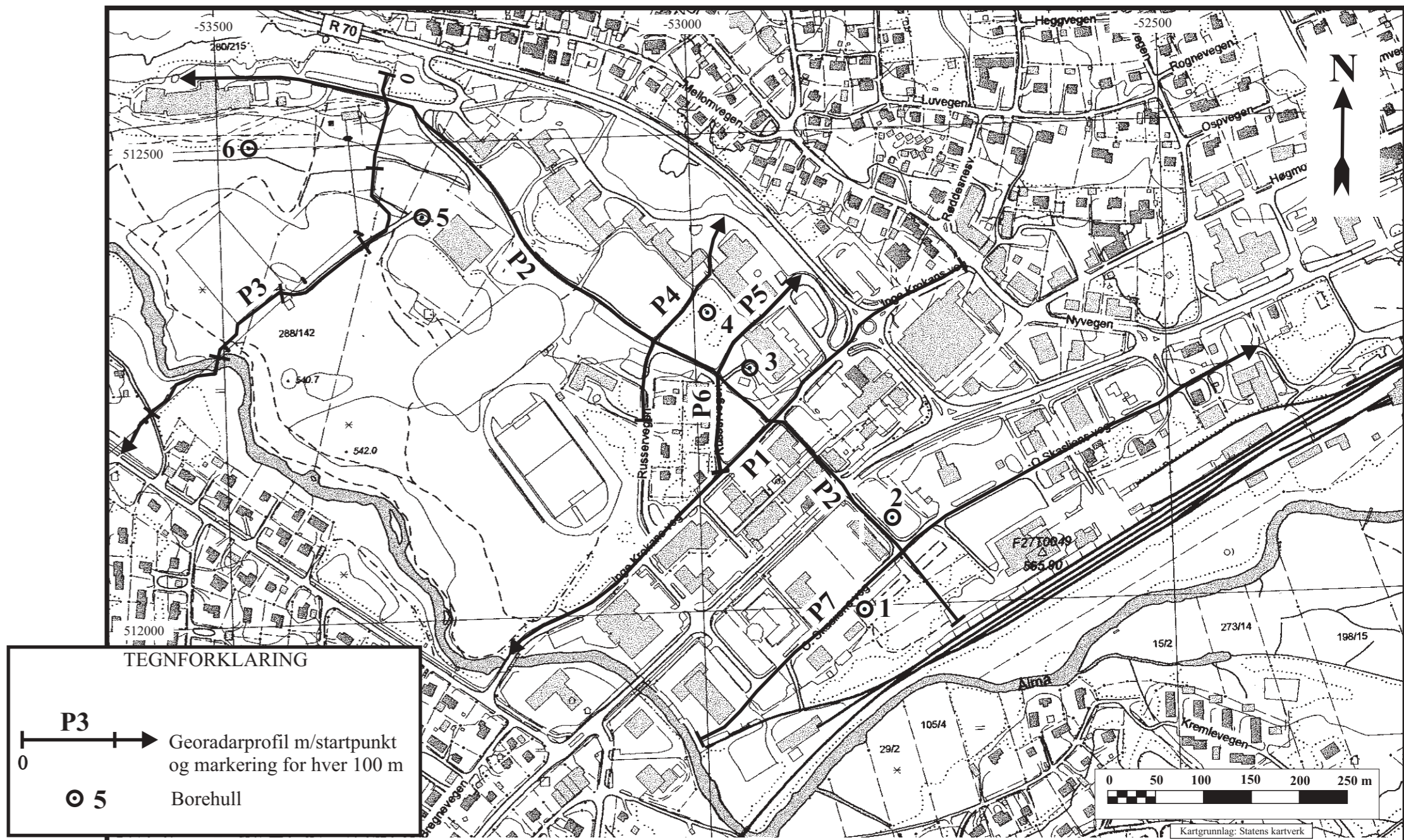
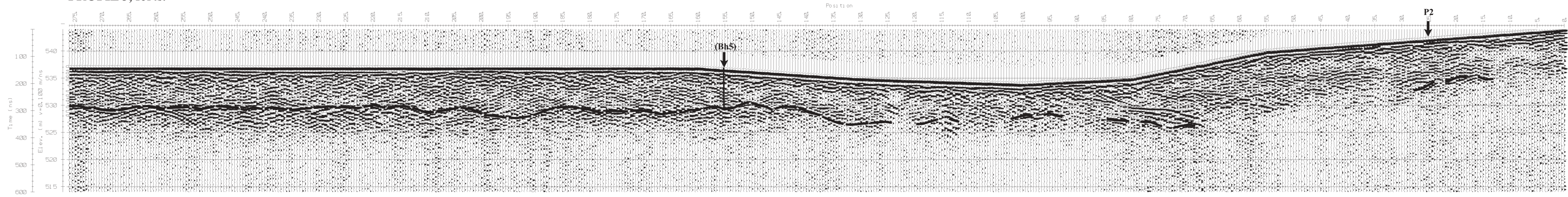
PROFIL 3



TEGNFORKLARING (opptak)

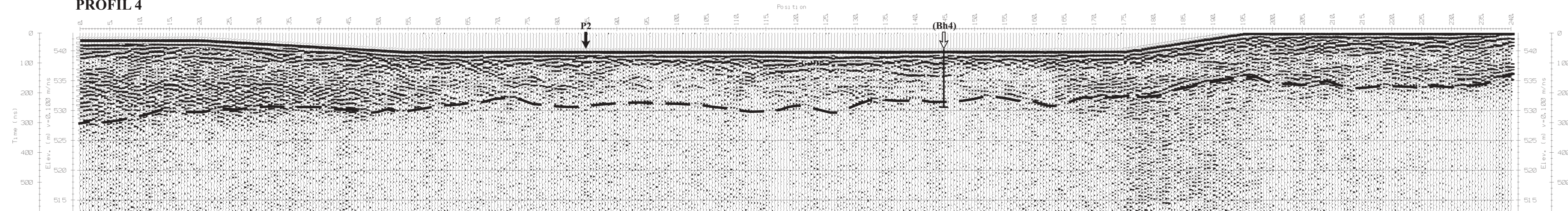
- P2** ↓ Kryssende georadarprofil
- (Bh5)** ↓ Sonderboring som ligger litt til side for profilet
- Tolket fjelloverflate
- - - Usikker tolking av fjelloverflate

PROFIL 3, forts.

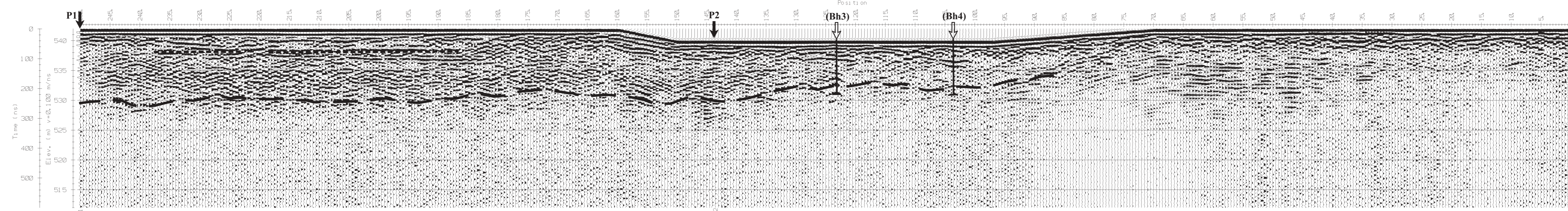


NGU/OPPDAL KOMMUNE GEORADAROPPTAK, P3 OPPDAL SENTRUM OPPDAL KOMMUNE, SØR-TRONDDELAG	MÅLESTOKK (Kart)	MÅLT T.L.	Sept. 2001
	1 : 5000	TEGN T.L.	Sept. 2002
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	2002.074-05	1520 III	

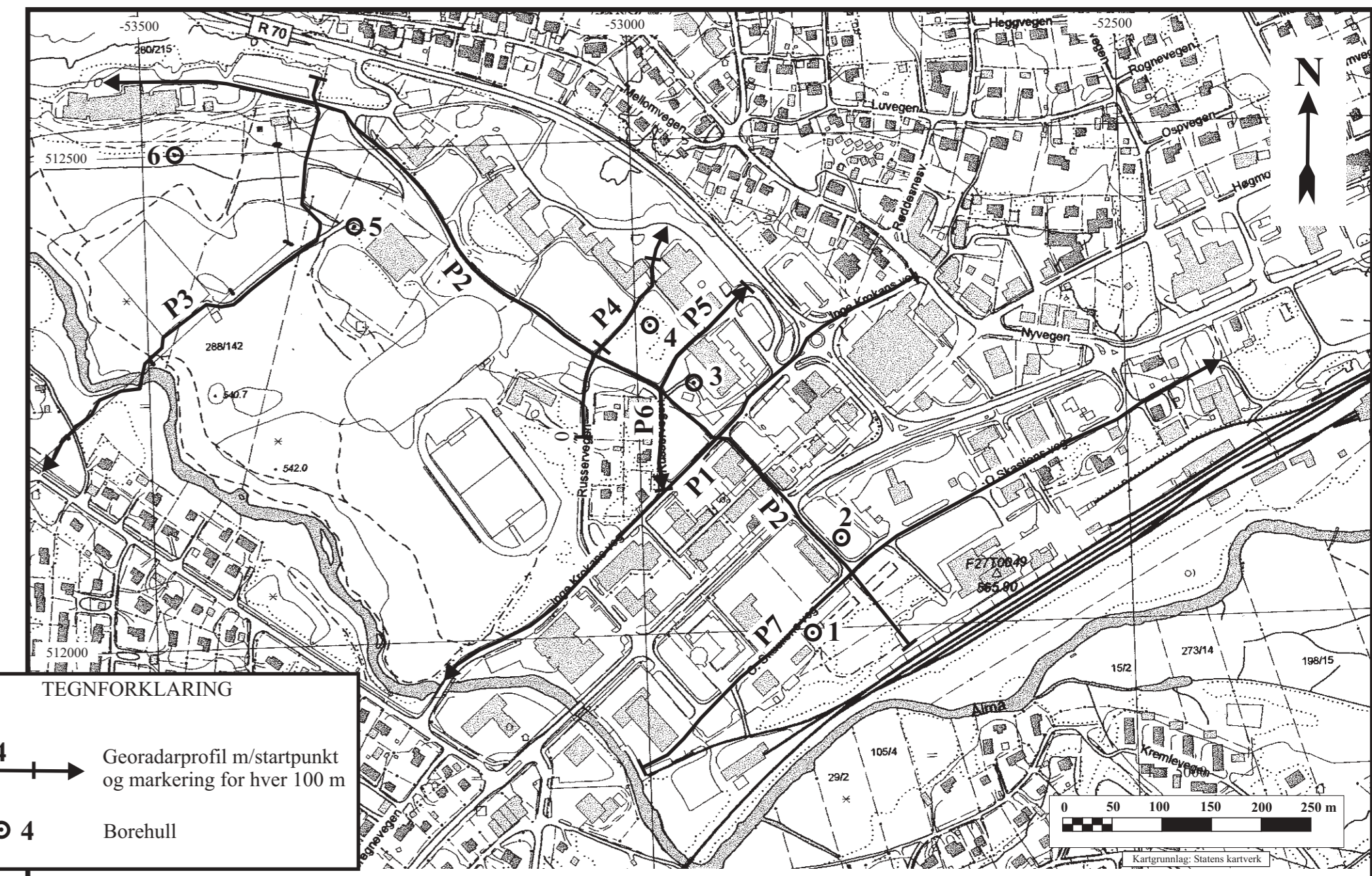
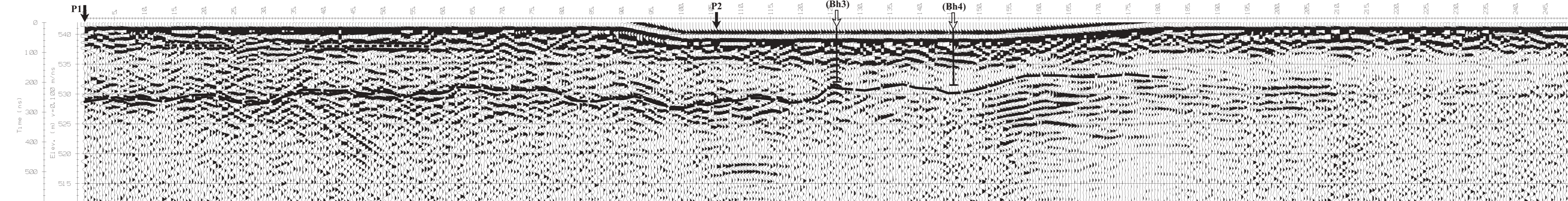
PROFIL 4



PROFIL 5



PROFIL 6 (50 MHz)



TEGNFORKLARING

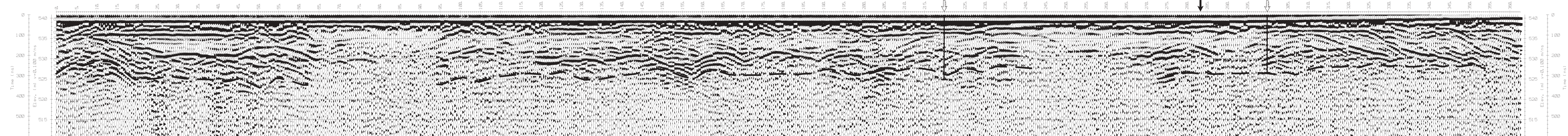
P4 Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m
 4 Borehull

TEGNFORKLARING (opptak)

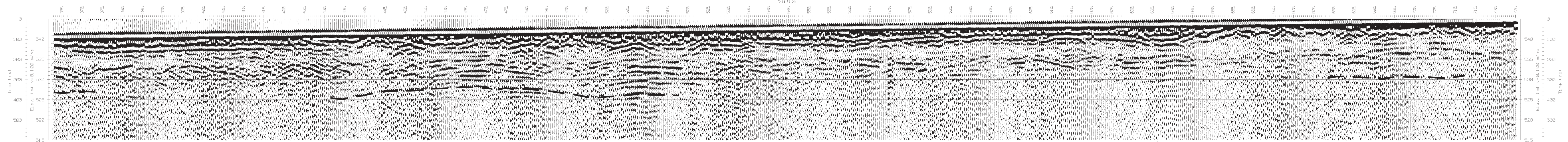
P2 Kryssende georadarprofil
 (Bh4) Sonderboring
 Tolket grunnvannspeil
 Tolket fjelloverflate
 Usikker tolking av fjelloverflate

NGU/OPPDAL KOMMUNE GEORADAROPPTAK P4, P5 og P6 OPPDAL SENTRUM OPPDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK (Kart)	MÅLT T.L.	Sept. 2001
	1 : 5000	TEGN T.L.	Sept. 2002
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2002.074-06	KARTBLAD NR 1520 III	

PROFIL 7 (50 MHz)

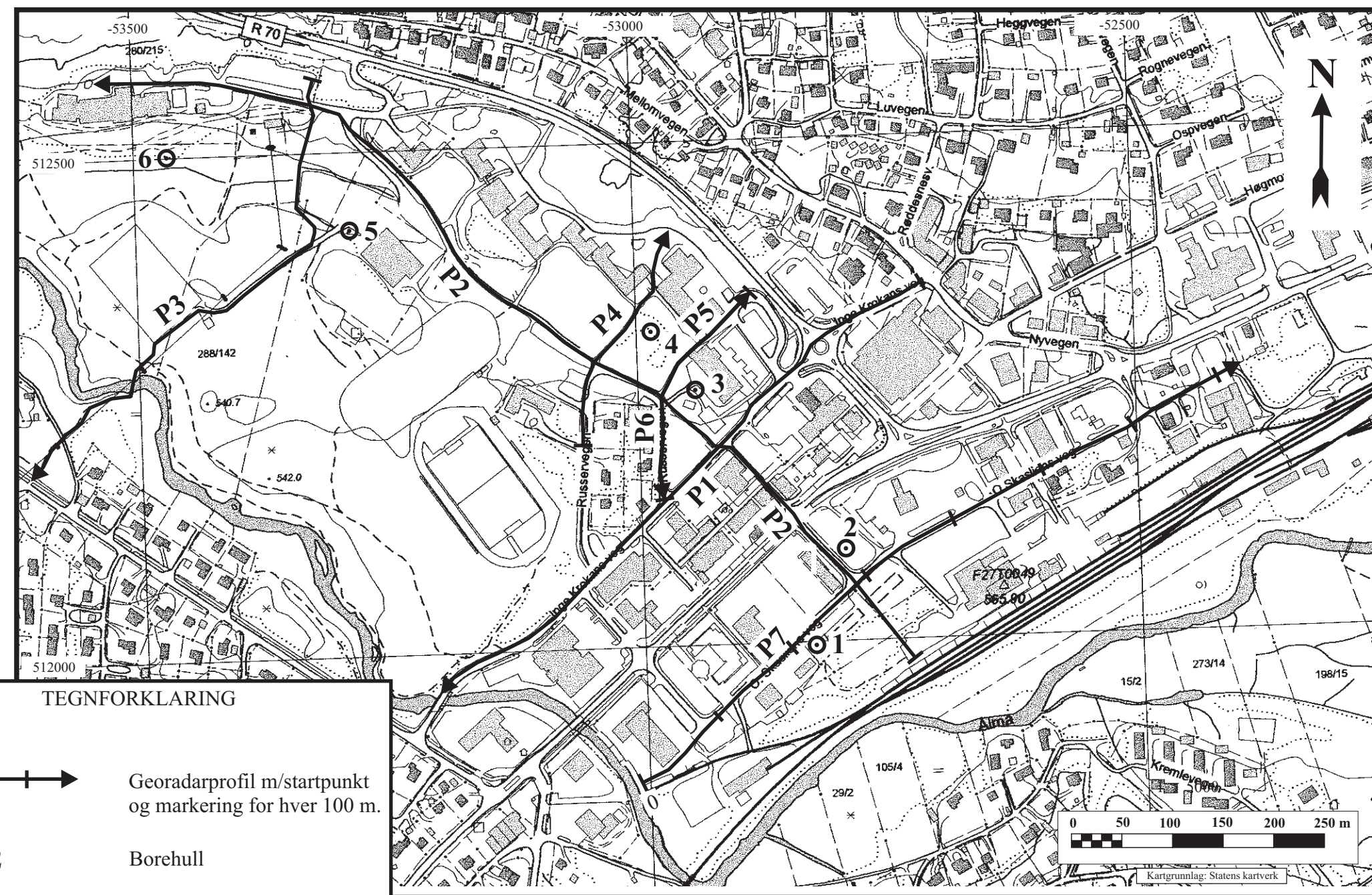


PROFIL 7, forts. (50 MHz)

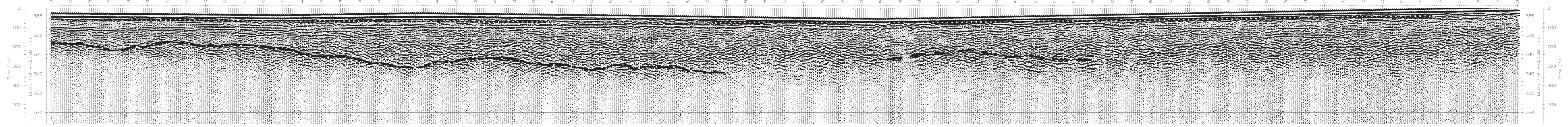


TEGNFORKLARING (opptak)

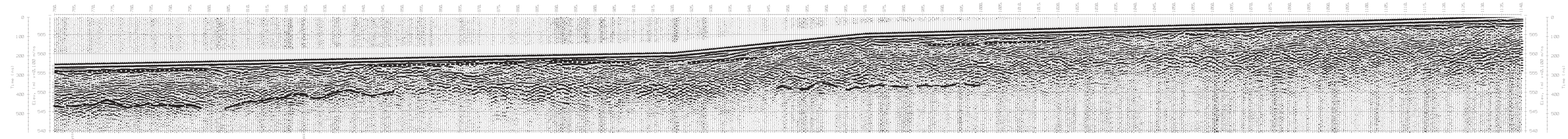
- P2: Kryssende georadarprofil
- Bh1: Sonderboring
- (Bh2): Sonderboring som ligger litt til side for profilet
- Usikker tolking av fjelloverflate



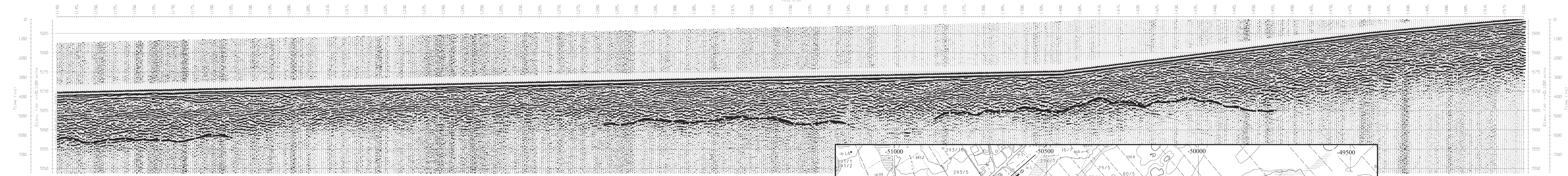
NGU/OPPDAL KOMMUNE GEORADAROPPTAK, P7 OPPDAL SENTRUM OPPDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK (Kart)	MÅLT T.L.	Sept. 2001
	1 : 5000	TEGN T.L.	August 2002
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR	KARTBLAD NR	
	2002.074-07	1520 III	



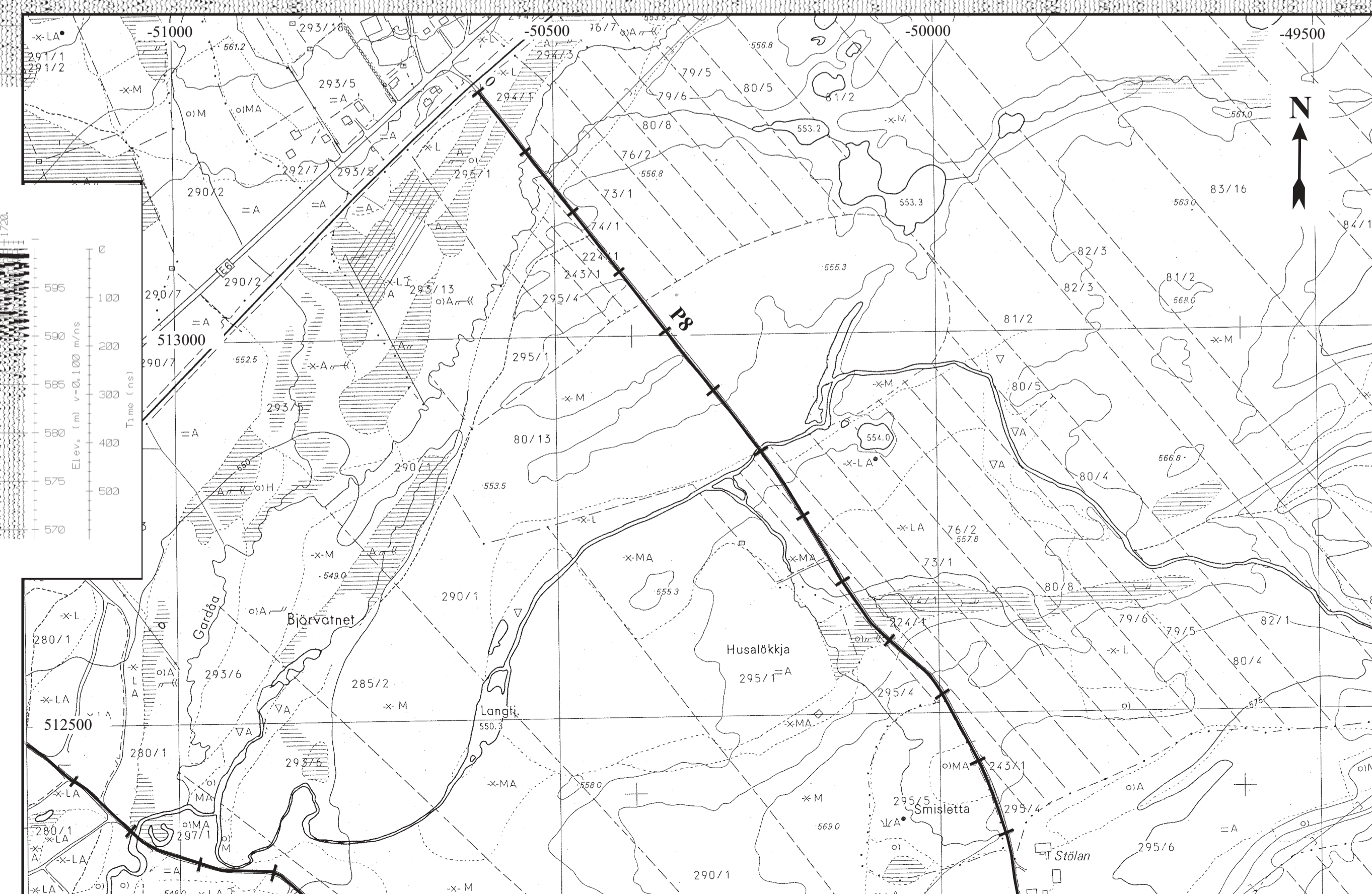
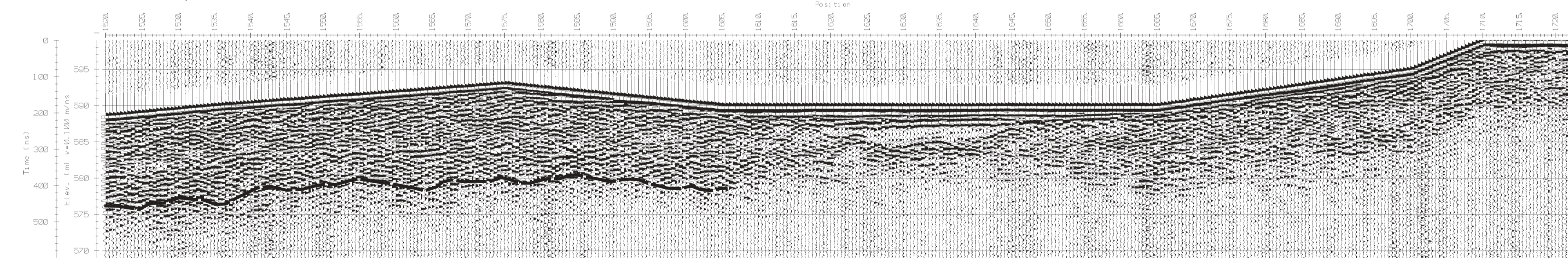
PROFIL 8, forts.



PROFIL 8, forts.



PROFIL 8, forts.



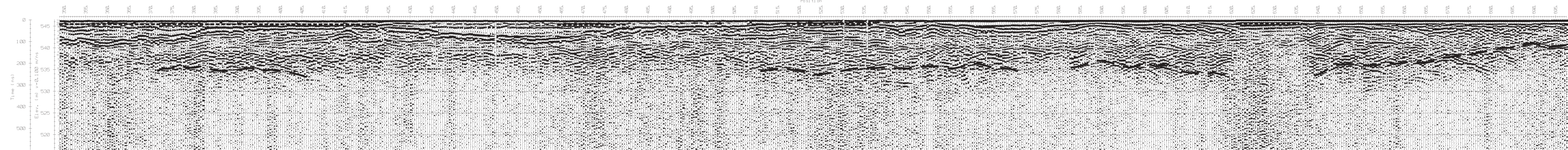
TEGNFORKLARING (opptak)

----- Tolket grunnvannsspeil

TEGNFORKLARING

P8 → Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m

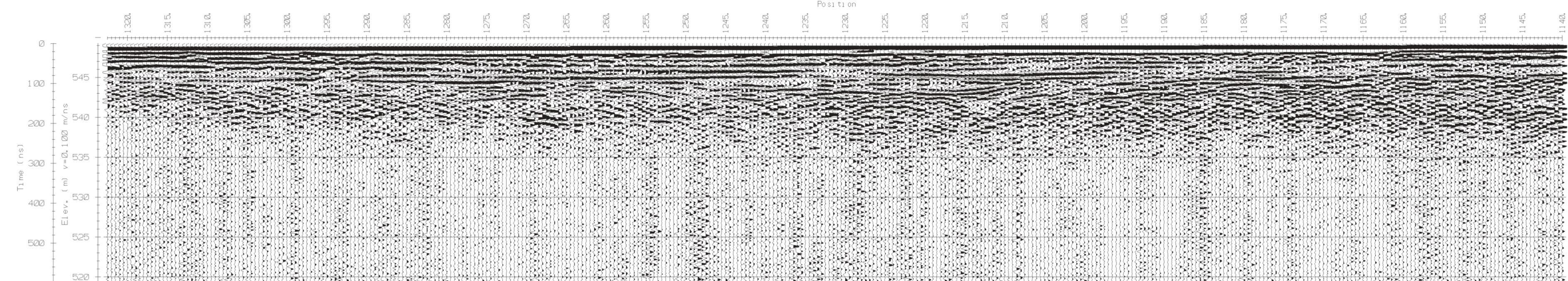
PROFIL 10



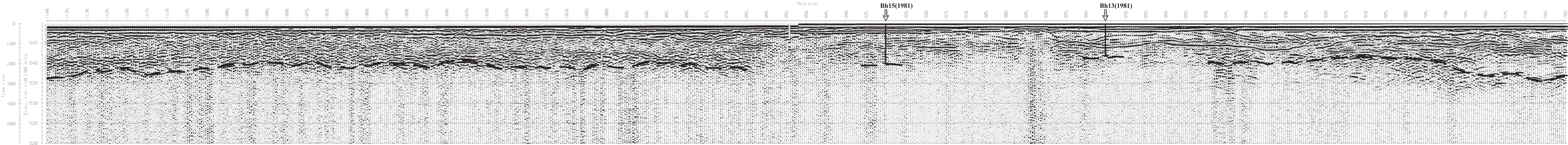
TEGNFORKLARING (opptak)

- Bh14(1981) ↓ Sonderboring utført av NGU i 1981
- Tolket grunnvannsspeil
- Usikker tolking av fjelloverflate

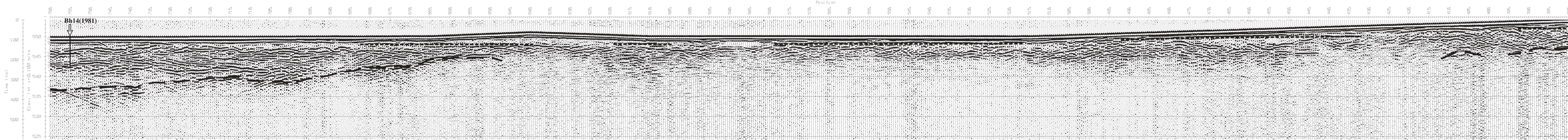
PROFIL 9



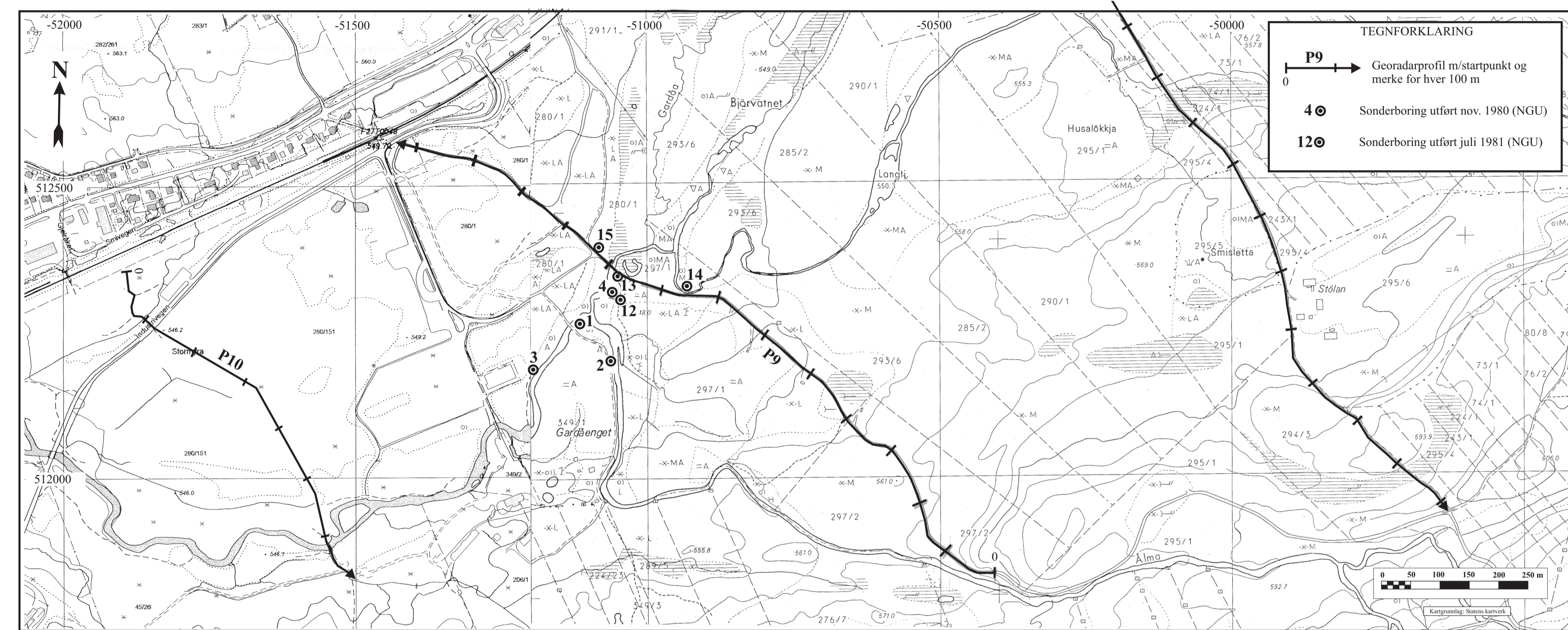
PROFIL 9, forts.



PROFIL 9, forts.



PROFIL 9, forts.



Bh15(1981)

Bh13(1981)