

Rapport nr.: 2002.024		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser for Meråker kommunale vannverk				
Forfatter: Bernt Olav Hilmo og Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: Meråker kommune og NGU		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Meråker		
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1721-1 Meråker og 1721-4 Flornes		
Forekomstens navn og koordinater: Meråker		Sidetall: 25	Pris: 220,-	
Feltarbeid utført: februar-juli 2001		Rapportdato: 02.04.2002	Prosjektnr.: 271317	Ansvarlig:
<p>Sammendrag:</p> <p>Norges geologiske undersøkelse (NGU) har på forespørsel fra Meråker kommune foretatt undersøkelser av mulighetene for grunnvannsuttak til Meråker kommunale vannverk. Avhengig av kapasitet og kvalitet vil påviste grunnvannsforekomster bli benyttet til reservevannkilde eller hovedvannkilde. Vannverket har et vannbehov på ca. 60 m³/time (17 l/s).</p> <p>I samråd med kommunen ble det etter gjennomgang av eksisterende data og feltbefaring, valgt ut løsmasseavsetninger for videre undersøkelser langs hele hoveddalføret fra Gudå til Dalåmo. Det er målt 28 georadarprofiler og utført 12 undersøkelsesboringer.</p> <p>Det mest lovende området for grunnvannsuttak er en elve- og breelvavsetning på nordsida av Dalåa ca. 800 m sørøst for eksisterende grunnvannsanlegg ved Hernes. Her ble det påvist opptil 15 m vannmettet sand og grus med middels til god vanngjennomgang. Med unntak av at enkelte prøver har litt for høyt innhold av aluminium, jern og mangan, er grunnvannets fysisk-kjemiske kvalitet god.</p> <p>Grunnvannsundersøkelsene i Dalåmo-området viste også muligheter for grunnvannsuttak, men på grunn av mindre løsmassetykkelse og noe tettere løsmasser er mulighetene for større uttak av grunnvann mindre her enn ved Hernes. I de undersøkte områdene fra Meråker sentrum og nedover langs Stjørdalselva er det ikke påvist større grunnvannsforekomster, hovedsakelig på grunn av for liten tykkelse på sand- og grusmassene som ligger over marine finkornige sedimenter.</p> <p>På grunnlag av de utførte undersøkelser anbefales det å sette ned en fullskala produksjonsbrønn ved borehull 11 ved Hernes. En langtids prøvepumping av denne brønnen vil gi grunnlag for en sikker vurdering av grunnvannsforekomstens totale kapasitet og vannkvalitet.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Geofysikk		Sonderboring
Løsmasse		Grunnvannskvalitet		Grunnvannsforsyning
Grunnvannsbrønn		Georadar		Fagrapport

INNHOOLD

1. INNLEDNING.....	4
1.1 Bakgrunn.....	4
1.2 Tidligere undersøkelser.....	4
1.3 Utførte undersøkelser.....	4
2. METODEBESKRIVELSE.....	5
2.1 Georadarmålinger.....	5
2.2 Undersøkelsesboringer.....	5
3. RESULTATER	6
3.1 Hernes.....	6
3.1.1 Georadarmålinger.....	6
3.1.2 Undersøkelsesboringer.....	7
3.2 Dalåmo	7
3.2.1 Georadarmålinger.....	7
3.2.2 Undersøkelsesboringer.....	8
3.3 Sentrum	9
3.3.1 Georadarmålinger.....	9
3.4 Funna	9
3.4.1 Georadarmålinger.....	9
3.4.2 Undersøkelsesboring.....	9
3.5 Meråker vest.....	10
3.5.1 Georadarmålinger.....	10
4. ANBEFALINGER	10
5. REFERANSER	12

TEKSTBILAG

Tekstbilag 1	Georadarmålinger, metodebeskrivelse
Tekstbilag 2	Hydrogeologiske forundersøkelser, metodebeskrivelse

DATABILAG

Databilag 1.1-1.3	Borprofiler
Databilag 2.1-2.2	Vannanalyser
Databilag 3	Koordinater for georadarprofiler i Meråker
Databilag 4	Koordinater for undersøkelsesboringer i Meråker

KARTBILAG

Kartbilag -01	Oversiktskart i M 1 : 50 000 som viser undersøkte områder i Meråker.
Kartbilag -02	Kart i M 1:10 000 som viser plasseringen av georadarprofil og undersøkelsesboringer, samt utskrift av profilene i områdene Hernes.
Kartbilag -03	Kart i M 1:10 000 som viser plasseringen av georadarprofil og undersøkelsesboringer, samt utskrift av profilene ved Dalåmo.
Kartbilag -04	Kart i M 1:10 000 som viser plasseringen av georadarprofil, samt utskrift av profilene ved Torsbjørka og sentrum
Kartbilag -05	Kart i M 1:10 000 som viser plasseringen av georadarprofil og undersøkelsesboring, samt utskrift av profilene ved Funna.
Kartbilag -06	Kart i M 1:10 000 som viser plasseringen av georadarprofil, samt utskrift av profilene i området Meråker vest.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med Hovedplan vannforsyning ønsker Meråker kommune å utrede grunnvann som reservevannkilde, eventuelt hovedvannkilde, til Meråker kommunale vannverk. Vannverket, som har oppgitt et maks. døgnforbruk på 60 m³/time (17 l/s), forsynes i dag fra Litjåtjønna. Vannverket er koblet sammen med Kopperå vannverk og Gudå kommunale vannverk.

1.2 Tidligere undersøkelser

Grunnvann som vannkilde til Meråker kommunale vannverk er tidligere vurdert av NGU i prosjektet Grunnvann i Norge (Hilmo, 1992), av siv. ing Jan E. Buan (1984) og i en diplomoppgave ved NTH (Hugdahl, 1976). I tillegg har T. Moseid ved NTH gjort undersøkelser i forbindelse med etablering av grunnvannsanlegget ved Hernes som forsyner Kopperå vannverk (Moseid 1990).

Hugdahl påpeker muligheter for grunnvannsuttak fra den store grusavsetningen like øst for Meråker sentrum, Egga-avsetningen, men senere undersøkelser av Buan (1984) viser at denne neppe står i hydraulisk kontakt med større vassdrag og vil derfor ha et begrenset uttakspotensiale. I følge Hovedplan vannforsyning (1991) benyttes kildeutslag i foten av avsetningen til vannforsyning til Skoleanlegget. Kapasiteten blir anslått til 200 m³/døgn eller 2,3 l/s. Også Buan omtaler denne avsetningen som en mulig grunnvannsressurs til Meråker vannverk, men større uttak av grunnvann vil kreve kunstig infiltrasjon av overflatevann.

I GiN-rapporten (Hilmo, 1992) ble det ut fra eksisterende kart og rapporter registrert fem løsmasseavsetninger med muligheter for grunnvannsuttak, men tre av disse er ut fra beliggenhet og tidligere undersøkelser lite egnet til større uttak av grunnvann (over 10 l/s). De to avsetningene med muligheter for store uttak er en breelvavsetning ved Dalåmo og breelv/elve-avsetningen ved Hernes. Denne avsetningen ble først undersøkt av Buan (1984) i form av geofysikk og sonderboringer. På grunnlag av disse undersøkelsene og undersøkelser av Moseid (1990), ble det så etablert to grunnvannsbrønner på en smal elveterrasse like syd for Hernes massetak. Brønnene som forsyner Kopperå vannverk, ble oppgitt til å ha en samlet kapasitet på 30 m³/time eller 8,3 l/s, men etter lengere tids drift er kapasiteten noe lavere (ca. 20 m³/time).

Breelvavsetningen på Dalåmoen er så vidt vi kjenner til ikke tidligere detaljundersøkt med tanke på grunnvannsuttak.

NGU har tidligere utredet en stor grunnvannsføremst ved Gudå (Hilmo 1996), men denne ble ikke utbygd grunnet høyt innhold av jern og mangan i grunnvannet.

1.3 Utførte undersøkelser

I samråd med kommunen og etter gjennomgang av eksisterende data og feltbefaring, ble det valgt ut følgende områder for videre undersøkelser:

Breelv- og elveavsetning ved Hernes, breelv- og elveavsetninger ved Dalåmo, elveavsetninger ved sentrum, breelv- og elveavsetninger ved Funna og elveavsetninger mellom Meråker kirke og Gudå (Meråker vest).

Undersøkelsene har omfattet av feltbefaring, georadarmålinger og undersøkelsesboringer i løsmasser.

Bernt Olav Hilmo har vært ansvarlig for arbeidet. I tillegg har følgende deltatt:

Einar Dalsegg (georadarmålinger, rapportering)

Jomar Gellein (georadarmålinger)

Bjørn Iversen (løsmasseboringer)

Harald Sveian (feltbefaring)

Sturla Jackobsen har vært kommunens kontaktperson. Kommunen har skaffet nødvendig bakgrunnsinformasjon (tidligere rapporter, kart etc.) samt innhentet nødvendige tillatelser til feltarbeid fra berørte grunneiere.

2. METODEBESKRIVELSE

2.1 Georadarmålinger

Georadaren som ble benyttet var av typen "pulseEKKO 100" (Sensors & Software Inc. Canada). Målingene ble utført med 100 MHz-antennor og 1000V sender. Ved målingene ble det benyttet en antenneavstand på 1 meter og en flyttavstand på 0.5 meter. Målemetoden er beskrevet i tekstbilag 1.

De undersøkte områdene framgår av kartbilag –01. Måledata og profilenes plassering framgår av kartbilagene –02 til –06. Ved dybdekonverteringen er det benyttet en gjennomsnittlig hastighet på 0.09 m/ns. Dette var den hastigheten som hadde best tilpasning til resultatene fra sonderboringerne som ble utført i etterkant av målingene. Der det var mulig å tolke fjellreflektoren er denne angitt på kartbilagene med heltrukket og stiplet (usikker tolkning) svart strek. Profilene er terrengkorrigert ut fra avleste høyder fra økonomisk kartverk. Dette har en ekvidistanse på 5 meter, noe som tilsier at de angitte høyder på plottene kan være noe unøyaktige. Samtlige profiler er innmålt med GPS (se databilag 3).

2.2 Undersøkelsesboringer

En undersøkelsesboring i løsmasser består av en innledende sonderboring for beskrivelse av løsmasstype og løsmassetykkelse. Hvis sonderboringen indikerer muligheter for grunnvannsuttag blir det satt ned en undersøkelsesbrønn som blir testpumpet i forskjellige nivå for kapasitetsvurdering og prøvetaking av løsmasser og grunnvann. En nærmere beskrivelse av metoden er gitt i tekstbilag 2.

3. RESULTATER

3.1 Hernes

Kommunen ønsket en vurdering av mulighetene for økt vannuttak fra grunnvannsanlegget ved Hernes. Anlegget produserer i dag ca. 20 m³/time (5,6 l/s) fra tre brønner. Økt uttak krever flere brønner. På grunn av gjensidig påvirkning, har det liten hensikt med en tettere brønnplassering, og det er heller ikke rom for mer enn en brønn nordvest for anlegget og muligens en til to brønner på sørøstsida (se tolkning av georadarprofil 1, kartbilag –02). En utvidelse av anlegget med flere brønner mot sørøst kan komme i konflikt med steintipp og avrenning fra denne. Selv om man utvider anlegget med 2-3 brønner vil neppe den totale kapasiteten kunne økes med mer enn 10-15 m³/time, noe som ikke vil være tilstrekkelig til å dekke behovet til hele Meråker vannverk.

På strekningen mellom grunnvannsanlegget ved Hernes og Turifossen renner Dalåa over 5-6 fjellterskler som sees i eller i kanten av elveløpet. Fjelltersklene krysser elva med tilnærmet rett vinkel. Mellom tersklene er det basseng med løsmasser. Tilsvarende forhold som i det bassenget hvor grunnvannsbrønnene står, kan også forekomme i bassengene lenger oppover langs Dalåa.

3.1.1 Georadarmålinger

Det ble målt med georadar i to områder (kartbilag –02). Profilene 1 og 2 ble målt på hver sin side av Dalåa, det ene (P1) ved grunnvannsanlegget og P2 på motsatt side av elva. Fjelloverflaten i P1 kan ikke påvises da måledata i det aktuelle dypet er forstyrret av støy. Eneste stedet hvor man har indikasjoner på fjell i dette profilet, er mellom posisjon 20 og 70 hvor fjelloverflaten sannsynligvis ligger knapt 15 m under elvenivået. Dette stemmer godt overens med tidligere undersøkelser (Buan, 1984). Måledata viser enkelte partier med mindre refleksivitet, noe som indikerer større andel finstoff eller en homogen sand. Mellom posisjon 60 og produksjonsbrønn 1 sees antydning til skrålag som indikerer at avsetningene kan bestå av noe grovere masser enn i området ved brønnene.

I profil 2, som ligger på andre siden av elva, er det indikasjoner på fjell langs mesteparten av profilet. Profilet starter i vest ved en fjellblotning, og dypet til fjell øker til 10-15 m langs resten av profilet. Det må bemerkes at tolkningen av fjelloverflaten er usikker i østenden av profilet. Løsmasstype og grunnvannsnivå er vanskelig å tolke, men en dominans av horisontale reflektorer indikerer at løsmassene består vesentlig av sand og silt mot dypet.

Det andre området ligger ca. 1 km. lengre mot sørøst, og omfatter profilene 3, 33, 34, 35 og 37 (kartbilag –02). Den vestligste delen, som omfatter profilene 35 og 37, viser beskjedne løsmassemektigheter (mindre enn 5 m). Langs profil 3 derimot indikerer spesielt den østligste delen av profilet mer enn 15 meter tykke løsmasseavsetninger. Den tolkede fjelloverflaten er bekreftet av flere boringer langs profilet. I partiet mellom borehullene 1 og 12 er det dårlig refleksivitet, noe som kan skyldes større innslag av finstoff enn ellers langs profilet eller støy. Profilene 33 og 34 er korte profil målt på tvers av P3 fra elva og inn mot skråningsfoten. P 33 er vanskelig å tolke, men løsmassetykkelsen er trolig større enn 10 m. I profil 34 øker løsmassetykkelsen fra ca. 10 m ved elva til nesten 20 m (15 m under elvenivå) ved posisjon 30. Fra denne posisjonen og til enden av profilet skråner fjelloverflaten oppover igjen. Den tolkede fjelloverflaten er i samsvar med resultatet av boringen i borhull 1.

3.1.2 Undersøkellesboringer

Det er utført 5 boringer på nordsida av Dalåa, 600-1000 m SØ for grunnvannsanlegget ved Hernes. Kartbilag -02 viser plasseringen av boringene mens databilag 1.1 viser borprofilene.

Sonderboringen lengst mot nordvest (borehull 3) viste at det er bare 3,5 m sand og grus over fjell. Denne boringen sammen med to georadarmålinger (P35 og P37) indikerer for små tykkelser av vannførende sand og grus (0-5 m) til større uttak av grunnvann.

De fire andre undersøkelsesboringene (bh 1, 2, 11 og 12) som ble utført langs georadarprofil 3, viste 13-16 m med sand og grus over fjell. Nedborede Ø 36 mm undersøkelsesbrønner med 1,2 m slisset filter viste masser med middels til god vanngjennomgang. Det ble pumpet opp grunnvann fra undersøkelsesbrønnene 1, 2 og 11. Kapasiteten i brønnen 1 og 2 varierte mellom 0,2 og 1,0 l/s pr testpumpet nivå, mens det i bh. 11 ble målt kapasiteter på 2,5 l/s ved 13,5 m dyp og 1,5 l/s ved 15,5 m dyp. Grunnvannsnivået i alle brønnene er 2-3 m høyere enn elvenivået. Dette skyldes et stort påtrykk av grunnvann fra de høyereliggende breelvtterrassene nord for elva. Resultatene fra boringene, samt en tolkning av georadarprofil P3 og P34, viser at det er en strekning på ca 160 m langs Dalåa hvor det er mellom 8 og 15 m mektighet med vannførende sand og grus og dermed muligheter for brønnetablering.

Ved testpumping av undersøkelsesbrønnene 1, 2 og 11 ble det til sammen tatt 8 vannprøver som er analysert på fysiske og kjemiske parametere (se databilag 2.1 og 2.2). pH-verdien i alle prøvene varierer fra 6,8-7.1. Alle målte parametere unntatt turbiditet og fargetall i vannprøvene fra brønn 1 og 11, tilfredsstillende kravene i Drikkevannsforskriften, mens vannprøvene fra brønn 2 har for høyt innhold av jern, mangan og aluminium. De høye verdiene for turbiditet og fargetall skyldes at vannprøvene inneholdt leirslam. Selv om prøvene ble filtrert kan noe av det høye innholdet av aluminium, jern og mangan i prøvene fra borehull 2 skyldes leirpartikler i grunnvannet. Innholdet av nitrat ligger mellom 3 og 8 mg/l. Dette er langt under kravet i Drikkevannsforskriften på 50 mg/l, men det er likevel såpass høyt at det indikerer påvirkning fra gjødslet dyrket mark. Prøvene har ellers et middels til lavt innhold av andre løste elementer som natrium, magnesium, kalsium, kalium, klorid og sulfat.

Det ble også tatt en vannprøve av en kilde ved borehull 2. Denne kilden mates fra en nærliggende bekk som skjærer seg gjennom en breelvtterrasse på nordsida av elva. Kapasiteten vil derfor variere med vannføringen i bekken. Grunnvannets oppholdstid er trolig såpass kort at det ikke oppnås tilfredsstillende hygienisk rensing, men grunnvannet har god fysisk-kjemisk kvalitet (se databilag 2.1).

3.2 Dalåmo

Ut fra feltbefaringen er det mest aktuelle området for grunnvannsuttak elveslettene på begge sider av Dalåa fra Dalåmofossen og opp til rett nedenfor idrettsplassen på Dalåmo (se kartbilag -01 og -03). De aktuelle områdene for videre grunnundersøkelser består av oppdyrkede og skogbevokste elvesletter.

3.2.1 Georadarmålinger

På elvesletta mellom Dalåmofossen og Turifossen ble det målt 2 georadarprofil (P 4 og P17). Måledataene gir grunnlag for en forholdsvis sikker tolkning av dypet til fjell langs profil 17,

mens tolkingen er mere usikker langs profil 4 (kartbilag –03). Tolket løsmassedyp langs profil 17 varierer mellom 0 og 9 m og er bekreftet av to boringer (bh 4 og bh5). I profil 4 kan løsmassetykkelsen være opptil 15 m, men denne tolkingen er svært usikker. På grunn av vanskelig tilgjengelighet ble det ikke fulgt opp med undersøkelsesboringer langs dette profilet.

Området som omfatter profilene 13, 14 og 38 er målt i området øst for Dalåa, mellom Kølmlåkeren og Frauekra. Grunnvannsnivå og dyp til fjell er vanskelig å tolke ut fra georadarprofilet, men måledataene indikerer 10 til 20 meter tykke løsmasser lengst nord langs P13, samt langs P14 og P38 (kartbilag –03). I dette området sees horisontale reflektorer noe som indikerer sand/finsand.

Profilene 11 og 12 ble målt lengst sør på elvesletta (kartbilag -03). Her viser måledataene mindre enn 8 m tykke løsmasser.

3.2.2 Undersøkelsesboringer

Det ble gjort seks sonderboringer i dette området (se kartbilag –03 og databilag 1.2). De to boringene (bh 4 og bh 5) på elvesletta nord for Dalåa mellom Turifossen og Dalåmofossen viste henholdsvis 5 og 7 m sand og grus over fjell. Det ble satt ned en Ø 36 mm undersøkelsesbrønn i borehull 5 og testpumping av denne på 5,5 og 6,7 m dyp ga kapasiteter på henholdsvis 0,7 og 0,1 l/s. På grunn av mye finsand i massene ble det ikke foretatt vannprøvetaking. Resultatene fra boringene sammen med tolkingen av georadarprofil 17 viser at det er opptil 8 m med vannførende sand og grus. Det er muligheter for små uttak av grunnvann, men løsmassetykkelsen er for liten og finstoffinnholdet for stort til store uttak av grunnvann.

På grunn av vanskelig framkommelighet med borelegg ble det ikke gjort boringer på selve Frauekra, men det ble foretatt en boring (bh 6) like på nordsida av Dalåmobekken der den renner ut i Dalåa (like nord for starten av P14). Denne boringen viste 13,4 m med vesentlig sand over fjell. Det ble satt ned en undersøkelsesbrønn og testpumping av denne ga mindre enn 0,1 l/s i nivåene 4,7-5,7 m og 6,7-7,7 m. Vanngjennomgangen ble enda dårligere mot dypet.

Sonderboringene 8 og 9 ble boret på østre elvebredd rett ovenfor Frauekra. Disse boringene viste henholdsvis 11,5 og 7,4 m med hovedsakelig sand over fjell. Testpumper av nedborede undersøkelsesbrønner ga kapasiteter på 0,1-0,2 l/s i de ulike nivå. Vanngjennomgangen var middels til dårlig.

En sonderboring (bh 7) på østsida av Dalåa og sør for Kølmlåkeren viste kun 5 m med stein, grus og sand over fjell. Sammen med tolkingene av georadarprofil P11 og P12 kan det dermed konkluderes med små muligheter for grunnvannsuttak på denne elvesletta.

Selv om de utførte boringene ved Dalåmo ikke har påvist betydelige grunnvannsressurser, kan det ikke utelukkes at andre deler av løsmasseavsetningene kan være bedre egnet for grunnvannsuttak. Det vurderes likevel som lite aktuelt å gjøre flere undersøkelser her før det foreligger en sikker konklusjon om grunnvannsmulighetene ved Hernes.

3.3 Sentrum

Dette området består av elvesletter langs nedre deler av Torsbjørka og på vestsida av Stjørdalselva forbi sentrum (se kartbilag –01). Elvesslettene har et topplag av sand- og grusmasser og trolig marin silt og leire under. Tykkelsen av sand- og grusmassene er avgjørende for mulighetene for større grunnvannsuttak. Mange av disse elvesslettene er enten bebygd eller oppdyrket, slik at uttak av grunnvann lett kan komme i konflikt med andre brukerinteresser. Under feltbefaringen ble det plukket ut skogbevokste områder som kan være aktuelle for grunnundersøkelser.

3.3.1 Georadarmålinger

Plassering og utskrift av georadarmålingene er vist i kartbilag –04. I profil 5, som ble målt på ei elveslette langs Torsbjørka, indikeres en løsmassestykkelse på 10 til 15 meter. Profilene 6 og 7, som ble målt på elvesletter langs Stjørdalselva, viser mindre penetrasjonsdyp noe som indikerer finkornige sedimenter. Den mest sannsynlige løsmassefordelingen er 2-5 m med sand og grus over horisontale lag av sand og silt til 8-12 m dyp. Under dette er det dårlig penetrasjon noe som mest sannsynlig skyldes marin silt og leire. Langs profil 7 fra posisjon 5 til 45 sees tydelig rester av et gammelt elveløp som er fylt med sand og grus.

Ut fra små muligheter for større uttak av grunnvann ble det ikke utført undersøkelsesboringer i dette området.

3.4 Funna

Området består av elveavsetninger langs nedre deler av Funna og ved utløpet av Funna i Stjørdalselva. Avsetningenes egnethet for grunnvannsuttak vil også her være avhengig av tykkelsen på sand –og grusmassene som trolig ligger over marine finkornige avsetninger.

3.4.1 Georadarmålinger

Det ble målt med georadar på tre steder (kartbilag –01). Ett fjerde område noe lengre opp langs Funna ble også målt, men tekniske problemer gjorde at vi her mistet måledata. Felles for alle tre områdene er at det er få indikasjoner på fjell. Kun lengst nordvest langs profil 8 og lengst nordøst langs profil 9 er det reflektorer som kan skyldes fjelloverflaten (se kartbilag –05). Dette tyder på at avsetningene her mest trolig består leire med overliggende silt, sand og grus. Dette samsvarer med sonderboring 10 på profil 9.

3.4.2 Undersøkelsesboring

Det ble foretatt en boring (bh 10) ved georadarprofil 9, ca. 100 m NV for utløpet av Funna i Stjørdalselva (se kartbilag –05 og databilag 1.3). Boringen viste drøyt 5 m med sand over leire til minimum 16 m dyp. Det er dermed små muligheter for større uttak av grunnvann her, mens området lenger opp langs Funna ikke er tilstrekkelig undersøkt for å kunne gi en sikker vurdering.

3.5 Meråker vest

Det ble innledningsvis gjort en feltbefaring av elveslettene langs Stjørdalselva mellom Smemobekken og Brennhølen (se kartbilag –01). Også i dette området består løsmassene sannsynligvis av elveavsatt sand og grus over marin silt og leire.

3.5.1 Georadarmålinger

Det ble målt med georadar på tre forskjellige steder (kartbilag –06). Alle tre målinger (profilene 27, 29 og 41) gir usikker/ingen identifikasjon av fjelloverflaten. Den mest sannsynlige løsmassefordelingen er et topplag av 2-5 m sand og grus over horisontale lag av silt og sand til 6- 10 m dyp med underliggende marin silt og leire.

Det ble ikke utført undersøkelsesboringer i dette området.

4. ANBEFALINGER

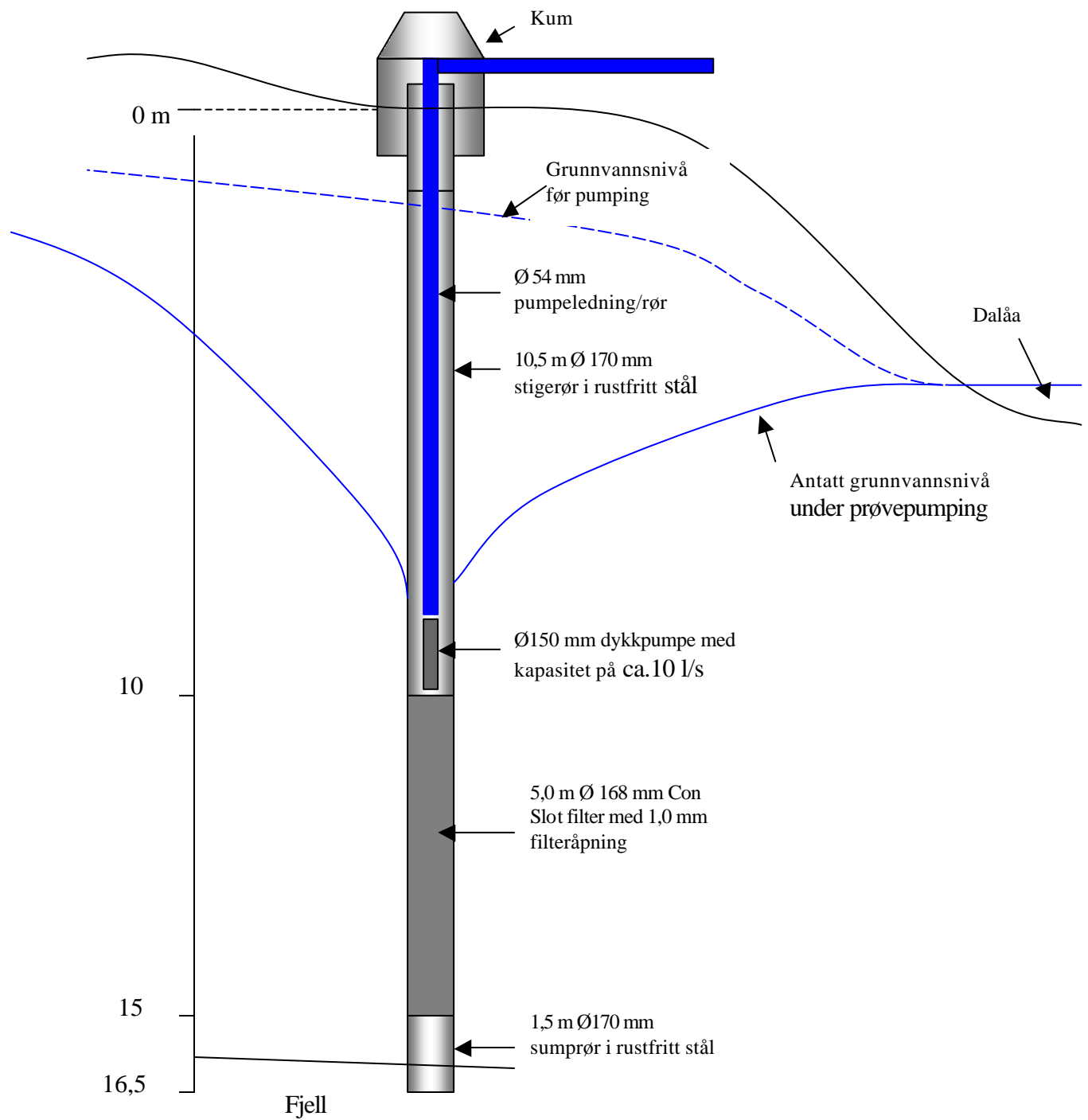
På grunnlag av de utførte undersøkelser anbefales videre undersøkelser av grunnvannsforekomsten ved borehullene 1, 2, 11 og 12 ved Hernes. For å få en sikker dokumentasjon på vanngiverevne og vannkvalitet over tid, må det gjennomføres en langtidspøvepumping av en nedsatt produksjonsbrønn ved borehull 11. Forslag til brønn dimensjonering er vist i fig. 1. Brønnboringen må utføres av brønnboringsselskap. I tillegg til undersøkelsesbrønnene 2, 11 og 12 som står igjen, bør det etableres minst to peilebrønner.

Etter brønnboring bør brønnen prøvepumpes i min. tre måneder eller helst ett år. I denne perioden bør vannstanden i produksjonsbrønnen, i elva og i peilebrønnene observeres. I tillegg skal det tas vannprøver minimum en gang pr. måned for dokumentasjon av både fysikalsk-kjemiske og bakteriologiske parametere. I starten av pumpeperioden bør det gjennomføres en korttids pumpeprøve, eventuelt i kombinasjon med sporforsøk for å kunne beregne hastigheten på vannstrømmen inn mot brønnen. Prøvepumpingen gir også grunnlag for å kunne vurdere brønnens influensområde, det vil si det området rundt brønnen som blir påvirket av pumpingen. Grunnvannets strømningshastighet og influensområde er grunnleggende opplysninger for å kunne gi anbefalinger på klausuleringssoner rundt framtidige produksjonsbrønner. Den foreslåtte brønnen vil trolig få en kapasitet på 5-10 l/s. For å dekke hele vannbehovet må det etableres 1-3 brønner i tillegg. Plassering og dimensjonering av disse må gjøres ut fra undersøkelsesboringene og resultatet av prøvepumpingen.

I forbindelse med prøvepumpingen kan NGU kan være behjelpelig med:

- Sette ned flere peilebrønner
- Oppstart og gjennomføring av prøvepumping.
- Analyser av fysikalsk-kjemiske parametere.
- Tolkning av vannkvalitet og hydrauliske parametere.
- Gjennomføre eventuelle sporforsøk.
- Anbefale plassering og dimensjonering av flere produksjonsbrønner.
- Anbefale sikringssoner rundt produksjonsbrønnene.

Før prøvepumpingen må det legges frem strøm til brønnområdet.



Figur 1 Skisse av produksjonsbrønn for prøvepumping

5. REFERANSER

Buan, J. E. 1984 : Hydrogeologiske undersøkelser i Meråker kommune.

Hilmo, B. O. 1992 : Grunnvann i Meråker kommune. NGU Rapport 92.194. Norges geologiske undersøkelse

Hilmo, B. O. 1996 : Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Gudå, Meråker kommune. NGU Rapport 96.009..

Hugdahl, H. 1976 : Jordartsforholdene i Meråkerområdet. Hovedoppgave, Geologisk institutt, Norges tekniske høgskole, Trondheim.

Moseid, T. 1990 : Prøvepumping av grunnvannsbrønn ved Hernes, Meråker kommune med forslag til beskyttelsestiltak.

Reinertsen, A. R. 1991 : Meråker kommune, Hovedplan Vannforsyning

Sosial- og Helsedepartementet 2002: Forskrift om vannforsyning og drikkevann.

Sveian, H. 1996 : Digitalt kvartærgeologisk kart over Nord-Trøndelag med utsnitt av Meråker.

HYDROGEOLOGISKE UNDERSØKELSESMETODER I LØSMASSER VED NGU

1 SONDERBORINGER

a) Metodikk

Standard sonderboringer i løsmasser blir gjort med Hafo borerigg og Ø57 mm krone med vannspyling. Boringen er hydraulisk drevet og kan gjøres med både rotasjon og slag. Vanligvis bores det til 20-30 m dyp eller til fjell, men ellers er lengden av sonderstrengen eneste begrensning i mulig boredyp. For å få en mest mulig sikker kontroll av fjelldyp, bores det min. 0.5 m ned i fjellet.

b) Dataregistreringer

Under boring med Hafo borerigg registreres borsynk (sekund/m), vanntrykk (kg), om det brukes slag under boring og karakterisering av boreslammet (farge og kornstørrelse).

c) Tolkning

Ut fra dataregistreringene og egne vurderinger gjør boreingeniøren en tolkning av massene for hver meter. Fargen på boreslammet sier i tillegg noe om det er oksyderende (brunt spylevann) eller reduserende forhold (grått spylevann) i magasinet. Hvis spylevannet forsvinner i grunnen, gir vanntrykket en indikasjon på massenes hydrauliske ledningsevne.

2 TESTPUMPINGER

a) Metodikk

Hvis sonderboringen indikerer egnede masser for grunnvannsuttak, blir det boret en undersøkelsesbrønn for kapasitetsmålinger og prøvetaking av masser og grunnvann i bestemte nivå i magasinet. Brønnen bores med samme utstyr som sonderboringene og den settes ned i et forboret hull. Undersøkelsesbrønner lages av Ø36 mm damprør med en meter filterlengde bestående av 3-5 mm brede slisser. Det finnes også spesielle sandspisser til dette formålet. Før testpumpingen spyles brønnen ren for masser som har trengt inn under boring. Testpumpingen skjer ved bruk av bensindrevet sugepumpe med en kapasitet på 4-5 l/s. For å kunne vurdere kapasiteten i hvert nivå og for å få klart grunnvann til prøvetaking, må det bygges opp et naturlig grusfilter rundt brønnfilteret. Dette gjøres ved vekselvis spyling og pumping av brønnen, dreining av hele brønnrøret og/eller ved å starte og stoppe pumpa gjentatte ganger. For å få pumpet opp vann med sugepumper må dybden til grunnvannsnivået ikke være større enn 6-7 m.

b) Dataregistreringer

Før pumpingen starter måles grunnvannsstanden i testbrønnen. I hvert nivå hvor det blir testpumpet, blir brønnens vanngiverevne målt (l/s) og det blir tatt prøver av grunnvannet etter ca. 15 min. pumping. Grunnvannsstanden blir også målt like etter pumpingen. I tillegg blir det gjort en

bedømming av vanngjennomgangen ut fra hvor raskt nedspylt vann synker i testbrønnen. Alle sonderboringer og undersøkelsesbrønner blir lagt inn i NGU's brønndatabase.

c) Tolkning

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

3 SEDIMENTPRØVETAKING

Sedimentprøver kan tas av oppspylte/oppumpede masser i hvert nivå hvor det blir testpumpet. Vanligvis tas det oppumpede prøver, men i tilfeller med lav grunnvannsstand eller for liten prøvemengde ved pumping, tas det oppspylte prøver. Oppspylte prøver tas etter at brønnen er spylt ren for masser som er trengt inn under boring, mens oppumpede prøver tas like etter oppstart av testpumpingen. Disse sedimentprøvene er ikke helt representative for jordarten idet man mister korn større enn filteråpningen og de minste korna som ikke sedimenterer i prøvekarret. Ved undersøkelser som stiller strengere krav til representative og mer uforstyrrende prøver blir det benyttet gjennomstrømningsprøvetaker.

Ut fra sedimentprøvenes kornfordeling kan man gjøre overslag av massenes hydrauliske ledningsevne og anbefale filteråpning på eventuelle produksjonsbrønner.

4 VANNPRØVETAKING

Under grunnvannsundersøkelser tas det vannprøver til fysikalsk-kjemiske analyser fra:

- undersøkelsesbrønner i løsmasser
- borede fjellbrønner
- kildeutslag
- prøvepumpingsbrønner
- nærliggende produksjonsbrønner
- nærliggende overflatevann som kan infiltrere i grunnvannsmagasinet

Prøvetakingen av grunnvann fra undersøkelsesbrønner blir tatt etter min. 15 min. pumping og fra borede fjellbrønner etter min. 1 times pumping. Vannprøver fra eksisterende produksjonsbrønner tas så nær inntaket som mulig.

Hver vannprøve omfatter en 500 ml ufiltrert prøve til analyse av pH, elektrisk ledningsevne, alkalitet, turbiditet og fargetall, en filtrert (0.45 µm papirfilter) 100 ml prøve til anionanalyser og en 100 ml filtrert og surgjort prøve (tilsatt 0.5 ml ultraren 65 % salpetersyre) til kationanalyser. Vannprøvene blir lagret i kjølerom/kjøleskap før analyse på NGU's laboratorium.

5 FELTANALYSER

Feltanalyser blir gjort for å få en foreløpig vurdering av grunnvannskvaliteten, og av parametre som må/bør analyseres i felt. Aktuelle kationer og anioner (Fe, Mn, NO₃), CO₂-innhold og O₂-innhold blir bestemt ved bruk av fargespektrometri, mens til feltmålinger av pH, Eh og ledningsevne brukes sensoriske metoder.

Den største fordelen med feltanalysene er at de gir raske indikasjoner på grunnvannskvaliteten. Dette kan ha stor betydning for feltundersøkelsene i og med at foreløpige resultater av grunnvannskvalitet gir grunnlag for omprioriteringer av boringer/lokaliteter og grunnlag for lokalisering og filterplasseringen av testbrønner. Forundersøkelser og nedsetting av testbrønner kan dermed gjøres i samme tidsrom.

6 LABORATORIEUNDERSØKELSER

I forbindelse med grunnvannsundersøkelser blir det ved NGU's laboratorium utført kornfordelingsanalyser av masseprøver og fysikalsk-kjemiske analyser av grunnvannsprøver. Kornfordelingen er bestemt ved tørrsiktning av materiale større enn 0.063 mm med bruk av følgende siktesats: 0.0625 mm, 0.125 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm, 4.0 mm, 8.0 mm og 16 mm. Hvis mer enn 10 % av prøven er mindre enn 0.0625 mm blir det kjørt sedigrafanalyse på oppslemmet materiale av denne prøvedelen.

Som standard analyseres følgende fysikalsk-kjemiske parametre på vannprøver:

- | | |
|----------------|---------------|
| - ledningsevne | - turbiditet |
| - pH | - 30 kationer |
| - alkalitet | - 7 anioner |
| - fargetall | |

Bestemmelse av ledningsevne blir gjort etter Norsk Standard (NS) 4721 og måleinstrumentet er et Radiometer CDM 83 Conductivity meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.004 mS/m og en målenøyaktighet på $\pm 2\%$ for verdier over 0.2 mS/m, ± 0.004 mS/m i måleområdet 0.004-0.2 mS/m og ± 0.003 mS/m i måleområdet < 0.004 mS/m.

pH-verdien blir bestemt etter NS 4720 og måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH meter med en analyseusikkerhet på ± 0.05 pH.

Bestemmelse av alkalitet blir gjort etter NS 4754. Måleinstrumentet er et Radiometer PHM 84 Research pH-meter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.03 mmol/l og en målenøyaktighet på $\pm 2.5\%$ for verdier over 2.0 mmol/l, ± 0.004 mmol/l i måleområdet 0.2-2 mmol/l og ± 0.03 mmol/l i måleområdet 0.03-0.2 mmol/l.

Fargetallet bestemmes etter NS 4787 og instrumenttypen er et SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer med en nedre bestemmelsesgrense på 1.4 og en analyseusikkerhet på $\pm 7.5\%$.

Bestemmelse av turbiditet blir gjort etter NS 4723. Måleinstrumentet er et Hach 2100 A Turbidimeter med en nedre bestemmelsesgrense på 0.05 FTU og en analyseusikkerhet på ± 0.04 FTU i måleområde 0.05-1.0, ± 0.4 FTU i måleområde 1.0-10, ± 4 FTU i område 10-100 og ± 40 FTU i område 100-1000 FTU.

Standardanalyse av 30 forskjellige elementer bestemmes ved ICP og bruk av måleinstrumentet Thermo Jarrell Ash ICP 61. Nedre bestemmelsesgrenser og analyseusikkerhet går fram av tabell 2: I tillegg kan tungmetaller som Pb, Cd, Hg, As, Se og Sb bestemmes ved bruk av atomadsorpsjon og med en målenøyaktighet som tilfredsstillende de krav som stilles i Forskriftene om vannforsyning og drikkevann m.m. (Sosial- og Helsedepartementet, 1995).

Tabell 1: Nedre bestemmelsesgrense og analyseusikkerhet for analyserte kationer.

Element	Nedre bestemmelsesgrense	Analyseusikkerhet	Element	Nedre bestemmelsesgrense	Analyseusikkerhet
Si	20 ppb	10 %	V	5 ppb	
Al	20 ppb	10 %	Mo	10 ppb	10 %
Fe	10 ppb		Cd	5 ppb	20 %
Ti	5 ppb		Cr	10 ppb	
Mg	50 ppb		Ba	2 ppb	
Ca	20 ppb		Sr	1 ppm	
Na	50 ppb	10 %	Zr	5 ppb	10 %
K	500 ppb	20 %	Ag	10 ppb	10 %
Mn	1 ppb		B	10 ppb	10 %
Å	100 ppb		Be	1 ppb	
Cu	5 ppb		Li	5 ppb	20 %
Zn	2 ppb		Sc	1 ppb	
Pb	50 ppb	20 %	Ce	50 ppb	20 %
Ni	20 ppb		La	10 ppb	10 %
Co	10 ppb		Y	1 ppb	

Sju forskjellige anioner bestemmes ved en IC-analyse der instrumenttypen er en Dionex ionekromatograf 2120i. Nedre bestemmelsesgrense går fram av følgende tabell:

Tabell 2: Nedre bestemmelsesgrense for analyserte anioner

ION	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.10	0.05	0.2	0.1

Analyseusikkerheten er 10 % rel. for alle ionene.

Kvaliteten av analysene er kontrollert ved beregning av ionebalansen (Σ kationer = Σ anioner)

Ionebalanseavviket er beregnet etter formelen:

$$(\mathbf{Skationer} - \mathbf{Sanioner}) / (\mathbf{Skationer} + \mathbf{Sanioner}) \times 100 \%$$

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

Σ Anioner + Σ kationer [mekv/l]	20	7	0.9
Ionebalanseavvik [%]	2	3	12

Sammenligning av totalt ioneinnhold og målt elektrisk ledningsevne gir også muligheter for å kontrollere analyseresultatene.

NGU, faggruppe for laboratorier er akkreditert for alle de nevnte analysene (akkrediteringsdokument P020), og en nærmere beskrivelse av kvalitetssikring, produksjonsrutiner og måleutstyr er gitt i NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-lab.

LITTERATUR

Sosial- og helsedepartementet, 1995: Forskrifter om vannforsyning og drikkevann m.m.

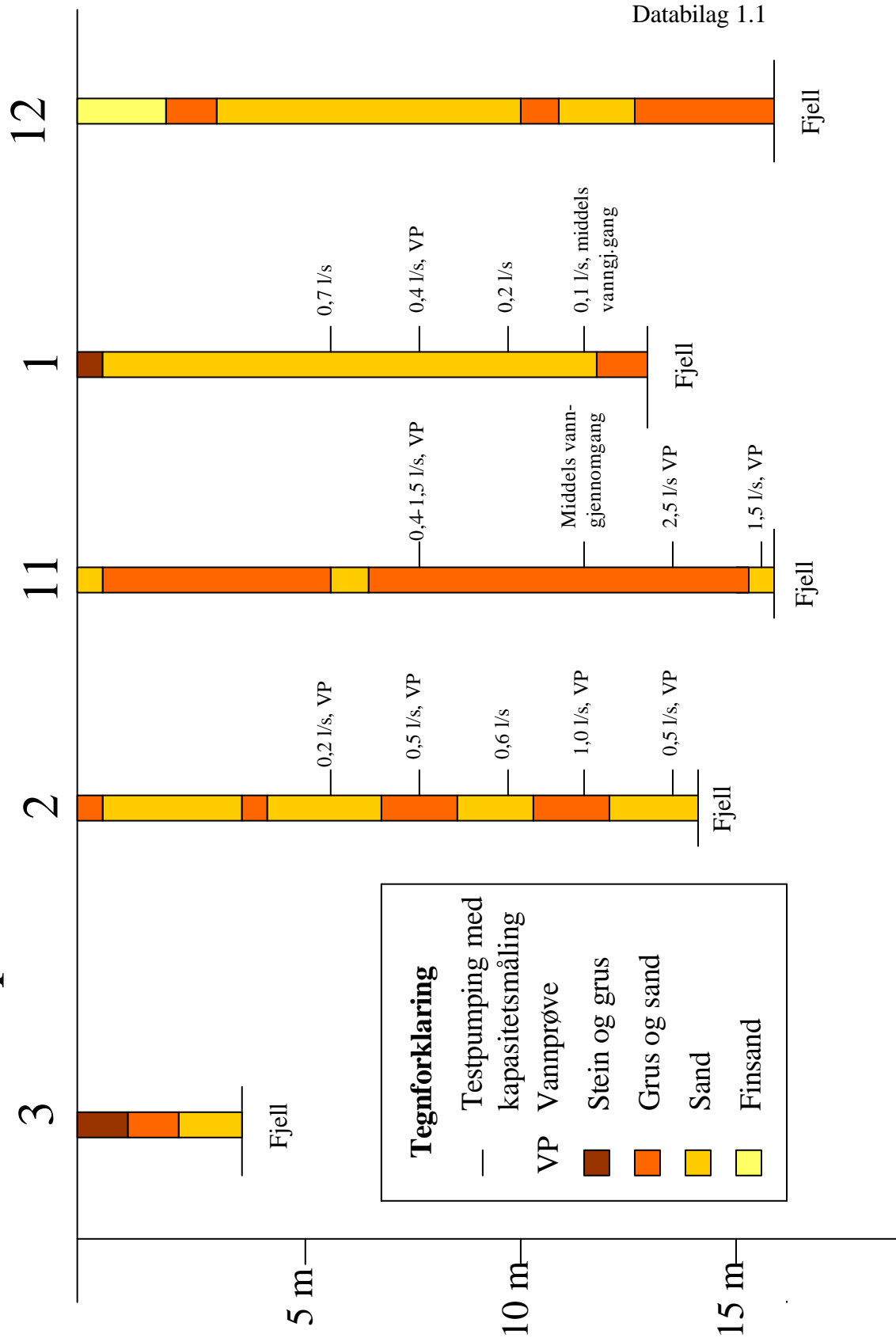
Bjerkli, K., 1994: NGU-SD 0.1 Kvalitetshåndbok for NGU-LAB. *Norges geologiske undersøkelse*.

GiN-veileder nr. 3, 1990: Grunnvannsundersøkelser i løsmasser. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

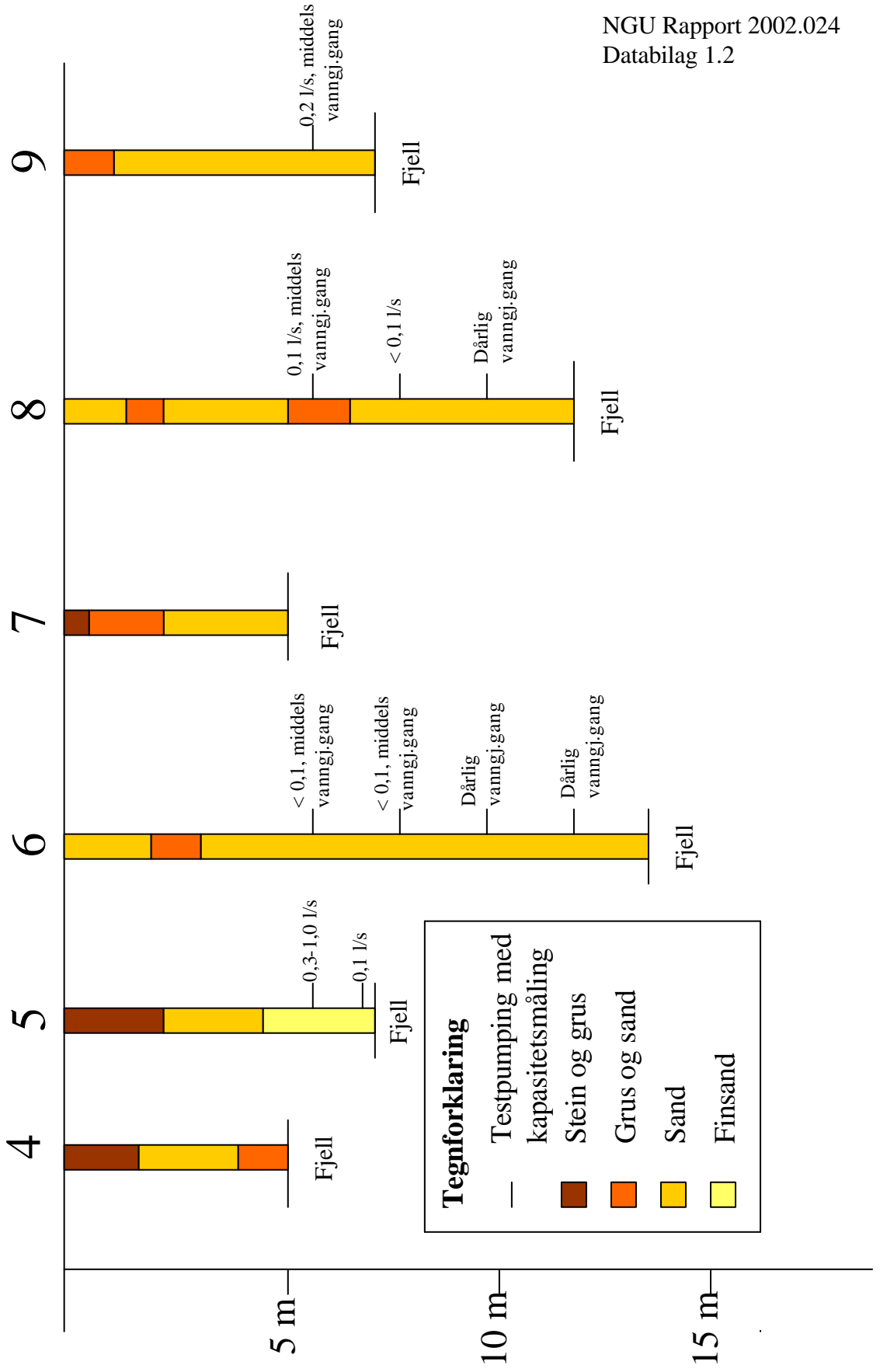
GiN-veileder nr. 6, 1990: Grunnvatn i fjell til spreidd busetnad. *Norges geologiske undersøkelse, Miljøverndepartementet*.

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

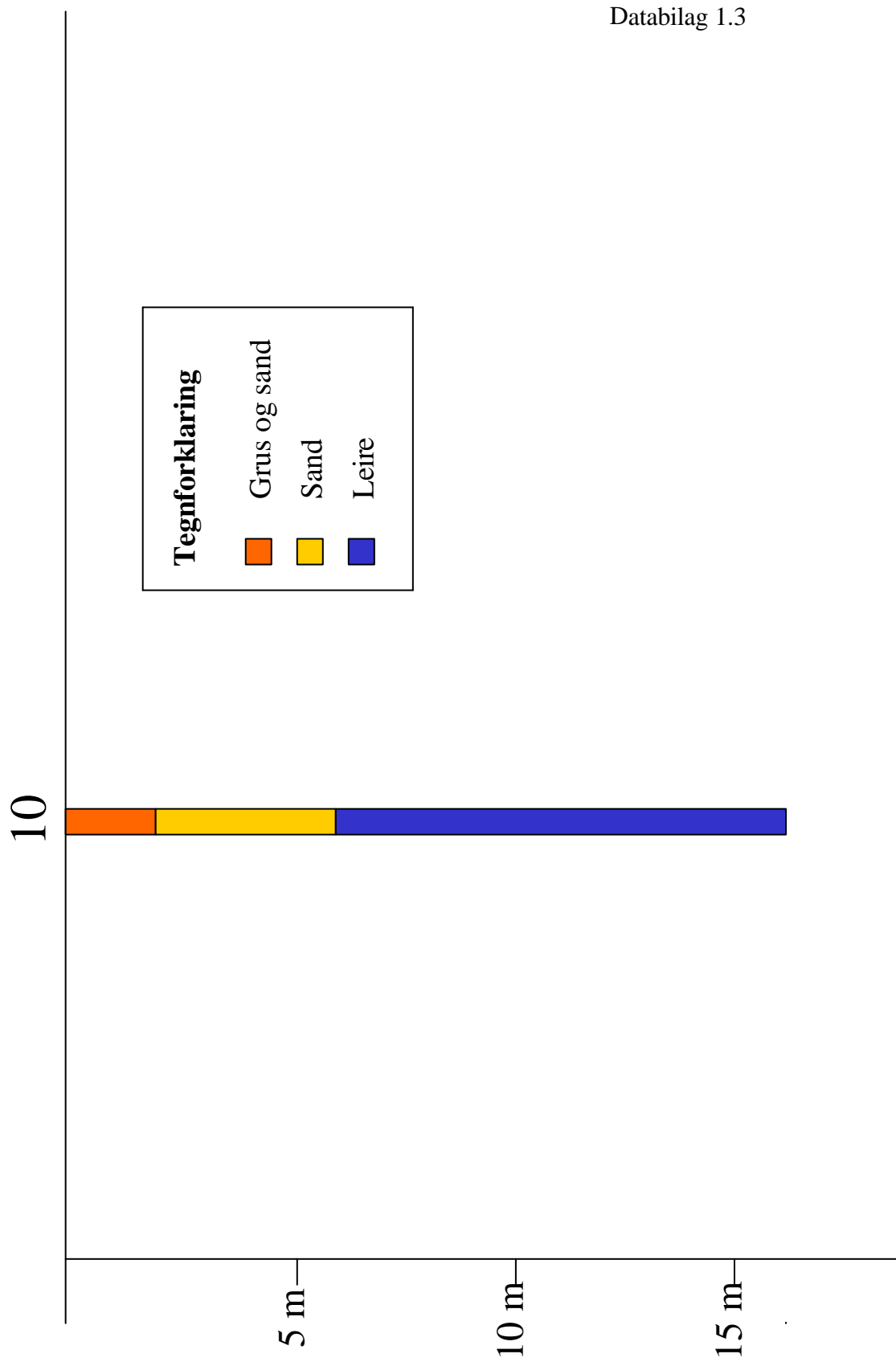
Borprofiler Brenna/Hernes



Borprofiler Dalåmo



Borprofil Funna



VANNANALYSER

FYLKE: Nord-Trøndelag

KART (M711): 1721-I Meråker

KOMMUNE: Meråker

PRØVESTED: Hernes/Brenna

OPPDRAKSNUMMER: 2001.0219

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	Bh 1	Bh2	Bh2	Bh2	Bh2	Kilde v/bh2		
Dato	30.05.01	30.05.01	30.05.01	30.01.05	31.05.01	01.06.01		
Brønntype	u.brønn	u.brønn	u.brønn	u.brønn	u.brønn	Kilde		
Kapasitet l/s	0,3	0,2	0,5	1,0	0,5	Ca 5		
Dyp m	6,7-7,7	4,7-5,7	6,7-7,7	10,7-11,7	12,5-13,5	0		
X-koordinat Sone: 32	0638499	0638647	0638647	0638647	0638647	0638640		
Y-koordinat Sone: 32	7033227	7033108	7033108	7033108	7033108	7033114		
Fysisk/kjemisk							Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon
Surhetsgrad felt/lah PH	7 03	7 08	7 07	7 14	6 98	6 96	7 5-8 5	6 5-8 5 ²
Ledningsevne, mS/m	15,0	22,1	21,7	21,5	22,0	22,3	< 40	
Temperatur °C							< 12	25
Alkalitet mmol/l	0,99	0,52	0,57	0,75	0,64	0,42	0,6-1,0 ²	
Fargetall mg Pt/l	8,9	19,6	46,3	27,3	7,6	8,9	< 1	20
Turbiditet F.T.U	42	120	150	91	1,0	0,24	< 0,4	4
Oppløst oksygen mg O ₂ /l							> ca 9	
Fritt mg CO ₂ /l							< 5 ²	
Redoks.potensial, E _h								
Anioner								
Fluorid mg F/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		1 5
Klorid mg Cl/l	6,84	6,09	6,20	5,91	5,87	7,20	< 25	
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		0,16
Brom mg Br/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Nitrat mg NO ₃ /l	8,05	4,47	4,21	3,18	3,64	4,54		50
Fosfat mg PO ₄ /l	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
Sulfat mg SO ₄ /l	5,67	4,34	4,16	4,69	4,38	4,37		100
Sum anioner+alkalitet	1,43	0,85	0,90	1,07	0,96	0,79		
Kationer								
Silisium mg Si/l	2 88	1 95	2 37	2 15	1 55	1 13		
Aluminium mg Al/l	0,156	0,217	0,549	0,310	0,020	0,050	< 0,05	0,2
Jern mg Fe/l	0,146	0,335	0,821	0,368	0,144	< 0,01	< 0,05	0,2
Magnesium mg Mg/l	2,10	1,47	1,56	1,54	1,34	1,22		20
Kalsium mg Ca/l	20,9	10,7	11,6	14,8	13,0	10,8	15-25 ²	
Natrium mg Na/l	4,45	3,66	3,68	3,64	3,49	3,49	< 20	150
Kalium mg K/l	2,52	2,51	2,47	2,02	2,28	1,34	< 10	12
Mangan mg Mn/l	0,0066	0,0965	0,151	0,340	0,120	0,0021	< 0,02	0,05
Kobber mg Cu/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,1	0,3
Sink mg Zn/l	0,006	0,010	0,027	0,021	0,023	0,023	< 0,1	0,3
Bly mg Pb/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		0,02
Nikkel mg Ni/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		0,05
Kadmium mg Cd/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		0,005
Krom mg Cr/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,05
Sølv mg Ag/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,01
Sum kationer ³ meq/l	1,47	0,88	0,93	1,08	0,97	0,83		
Ionebalanseavvik %	1	1	1	0	0	2		

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

² Vannet bør ikke være aggressivt.

³ Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

⁴ Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)·100%

VANNANALYSER

FYLKE: Nord-Trøndelag

KART (M711): 1721-I Meråker

KOMMUNE: Meråker

PRØVESTED: Hernes/Brenna

OPPDRAKSNUMMER: 2001.0262

ANALYSERT VED: Norges geologiske undersøkelse

Brønn-nr/sted	Bh 11	Bh 11	Bh 11																
Dato	28.06.01	28.06.01	28.06.01																
Brønntype	u.brønn	u.brønn	u.brønn																
Kapasitet l/s	0,7	2,5	1,5																
Dyp m	6,7-7,7	12,7-13,7	14,7-15,7																
X-koordinat Sone: 32	0638721	0638721	0638721																
Y-koordinat Sone: 32	7033129	7033129	7033129																
Fysisk/kjemisk													Veiledende verdi	Største tillatte konsentrasjon					
Surhetsgrad felt/lah PH	6,89	6,76	6,98																
Ledningsevne, mS/m	8,76	8,52	9,52																
Temperatur °C																			
Alkalitet mmol/l	0,41	0,39	0,50																
Fargetall mg Pt/l																			
Turbiditet F.T.U																			
Oppløst oksygen mg O ₂ /l																			
Fritt mg CO ₂ /l																			
Redoks.potensial, E _h																			
Anioner																			
Fluorid mg F/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05																
Klorid mg Cl/l	7,03	7,20	7,27																
Nitritt mg NO ₂ /l	< 0,05	< 0,05	< 0,05																
Brom mg Br/l	0,1	0,1	0,1																
Nitrat mg NO ₃ /l	5,21	4,93	5,12																
Fosfat mg PO ₄ /l	0,2	0,2	0,2																
Sulfat mg SO ₄ /l	4,28	4,19	4,12																
Sum anioner+alkalitet	0,78	0,76	0,87																
Kationer																			
Silisium mg Si/l	1,70	1,55	1,54																
Aluminium mg Al/l	0,161	0,117	0,120																
Jern mg Fe/l	0,193	0,099	0,102																
Magnesium mg Mg/l	1,33	1,28	1,30																
Kalsium mg Ca/l	9,30	9,03	10,1																
Natrium mg Na/l	3,47	3,46	3,44																
Kalium mg K/l	1,81	1,56	1,72																
Mangan mg Mn/l	0,033	0,012	0,025																
Kobber mg Cu/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005																
Sink mg Zn/l	0,004	0,004	0,004																
Bly mg Pb/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05																
Nikkel mg Ni/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02																
Kadmium mg Cd/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005																
Krom mg Cr/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01																
Sølv mg Ag/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01																
Sum kationer ³ meq/l	0,77	0,75	0,80																
Ionebalanseavvik %	0	0	4																

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

² Vannet bør ikke være aggressivt.

³ Sum kationer = Na + Ca + Mg + K.

⁴ Ionebalanseavvik = Σkationer-Σanioner/(Σkationer+Σanioner)·100%

Koordinater for georadarprofiler i Meråker

UTM-N (WGS-84)	UTM-E (WGS-84)	Profil	Posisjon
7033522	638013	P1	0
7033533	637960	P1	50
7033573	637925	P1	100
7033599	637922	P1	
7033594	637892	P1	150
7033579	637822	P1	224
7033578	637911	P1	Brønn 1
7033590	637884	P1	Brønn 2
7033611	637864	P1	Brønn 3
7033526	637858	P2	0
7033496	637948	P2	
7033488	637996	P2	Slutt
7033197	638583	P3	0
7033206	638630	P3	59
7033152	638690	P3	132
7033106	638765	P3	211
7033078	638823	P3	266
7033060	638845	P3	Slutt
7032820	639205	P4	0
7032827	639258	P4	
7032855	639321	P4	
7032857	639397	P4	Slutt
7032942	636161	P5	0
7032763	636105	P5	Slutt
7034447	636769	P6	0
7034363	636796	P6	125
7034268	636850	P6	
7034107	636909	P6	Slutt
7035176	636514	P7	0
7035381	636418	P7	Slutt
7035770	636363	P8	0
7035824	636294	P8	
7035910	636253	P8	
7035933	636140	P8	Slutt
7036258	635977	P9	0
7036155	635820	P9	Slutt
7032296	639505	P11	0
7032144	639582	P11	
7032077	639612	P11	
7032048	639639	P11	Slutt
7032183	639535	P12	0
7032156	639665	P12	Slutt

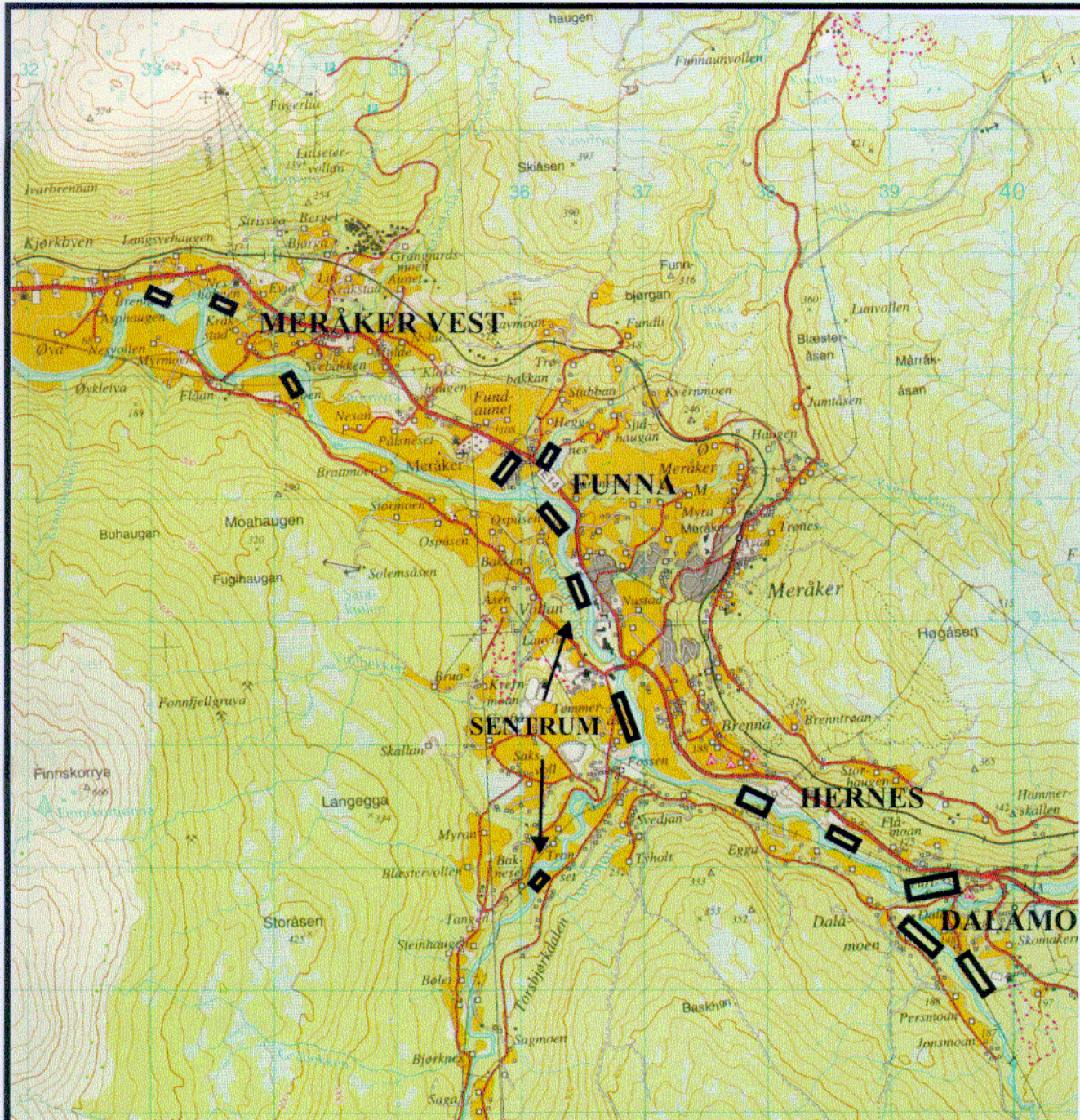
UTM-N (WGS-84)	UTM-E (WGS-84)	Profil	Posisjon
7032276	639419	P13	0
7032328	639369	P13	
7032424	639341	P13	
7032467	639329	P13	
7032530	639219	P13	slutt
7032532	639205	P14	0
7032429	639205	P14	slutt
7032741	639145	P17	0
7032824	639451	P17	slutt
7036276	636165	P22	0
7036403	636233	P22	slutt
7036776	634260	P27	0
7036845	634256	P27	
7036954	634193	P27	slutt
7037518	633589	P29	0
7037568	633446	P29	slutt
7037571	633150	P32	0
7037629	633038	P32	slutt
7033161	638645	P33	0
7033233	638658	P33	slutt
7033080	638766	P34	0
7033135	638756	P34	slutt
7033194	638577	P35	0
7033250	638487	P35	slutt
7033194	638480	P37	0
7033250	638516	P37	slutt
7032502	639231	P38	0
7032503	639138	P38	slutt
7036172	635848	P39	0
7036291	635838	P39	slutt
7036352	636222	P40	0
7036413	636279	P40	slutt
7037007	634197	P41	0
7037037	634168	P41	slutt

Koordinater for undersøkelsesboringer i Meråker

Undersøkelsesboring nr	Sone	UTM-N (WGS-84)	UTM-E (WGS-84)	Nr. i brønnboringsdatabasen
1	32	7033109	638763	U – 430
2	32	7033108	638647	O – 335
3	32	7033227	638499	S – 723
4	32	7032745	639266	S – 724
5	32	7032743	639228	U – 431
6	32	7032533	639226	U – 432
7	32	7032178	639559	S – 725
8	32	7032525	639269	U – 433
9	32	7032503	639326	O – 336
10	32	7036179	635950	S – 726
11	32	7033129	638721	O – 333
12	32	7033085	638806	O – 334

Koordinatene er målt med GPS.

Alle boringene er lagt inn i NGUs brønnboringsdatabase. Databasen er lagt ut på internett og finnes via NGUs hjemmeside: <http://www.ngu.no/> (geologiske tjenester – databaser).



UNDERSØKTE OMRÅDER



MERÅKER KOMMUNE / NGU

OVERSIKTSKART

MERÅKER

MERÅKER, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT E.D. Mai 2001

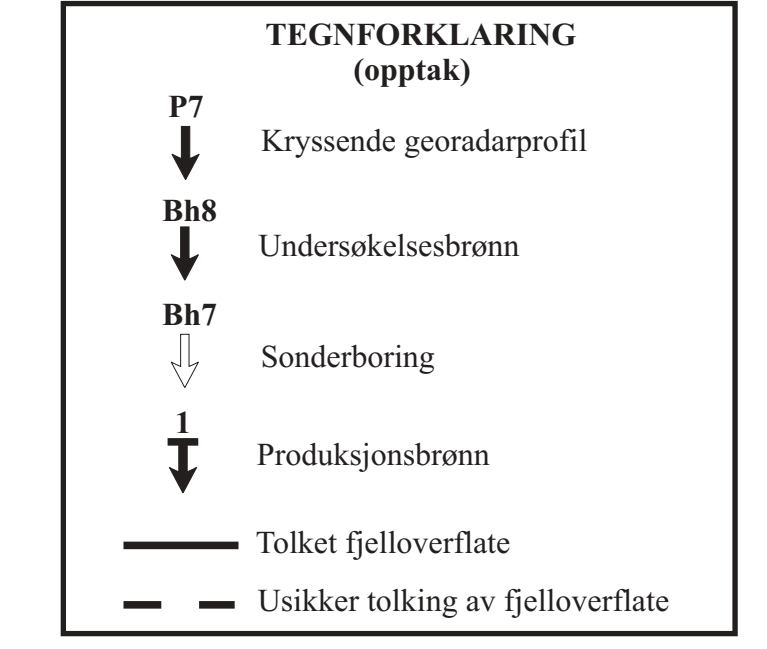
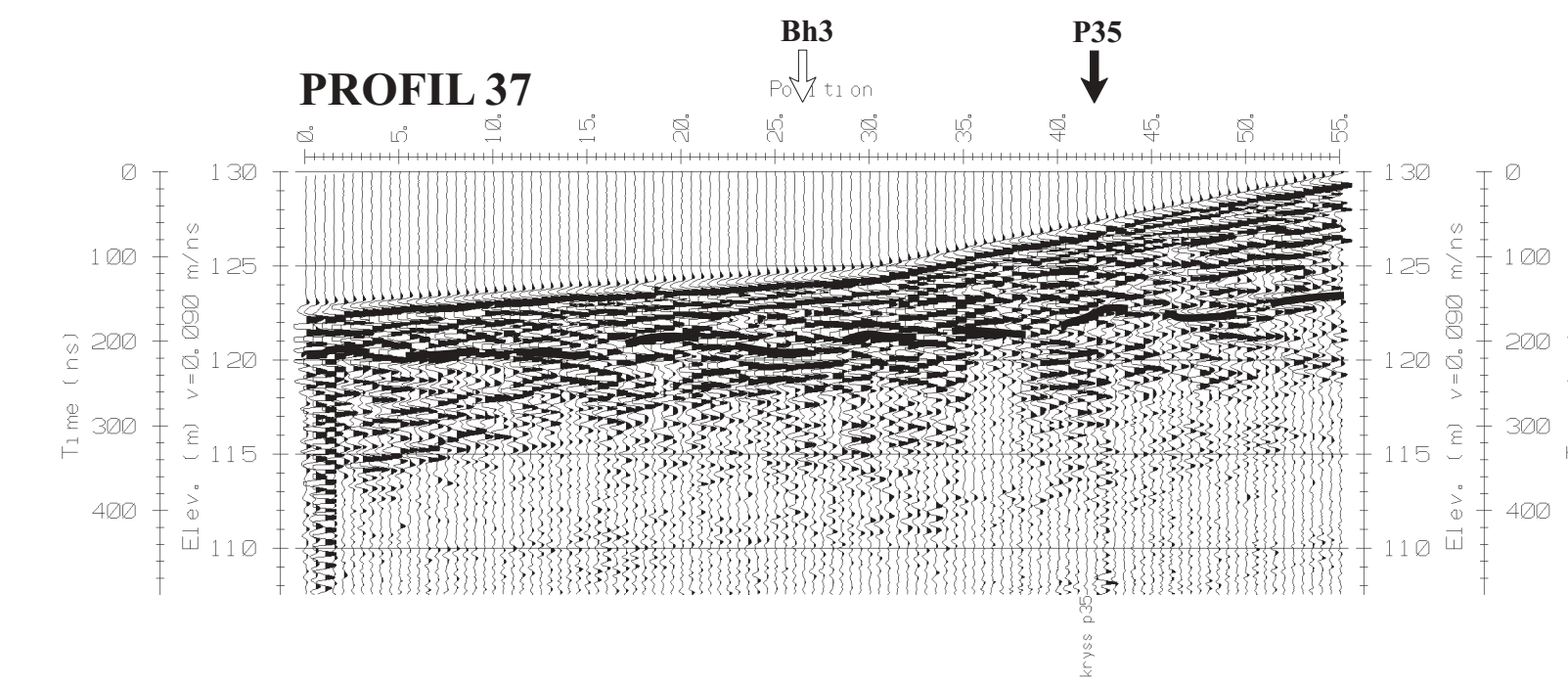
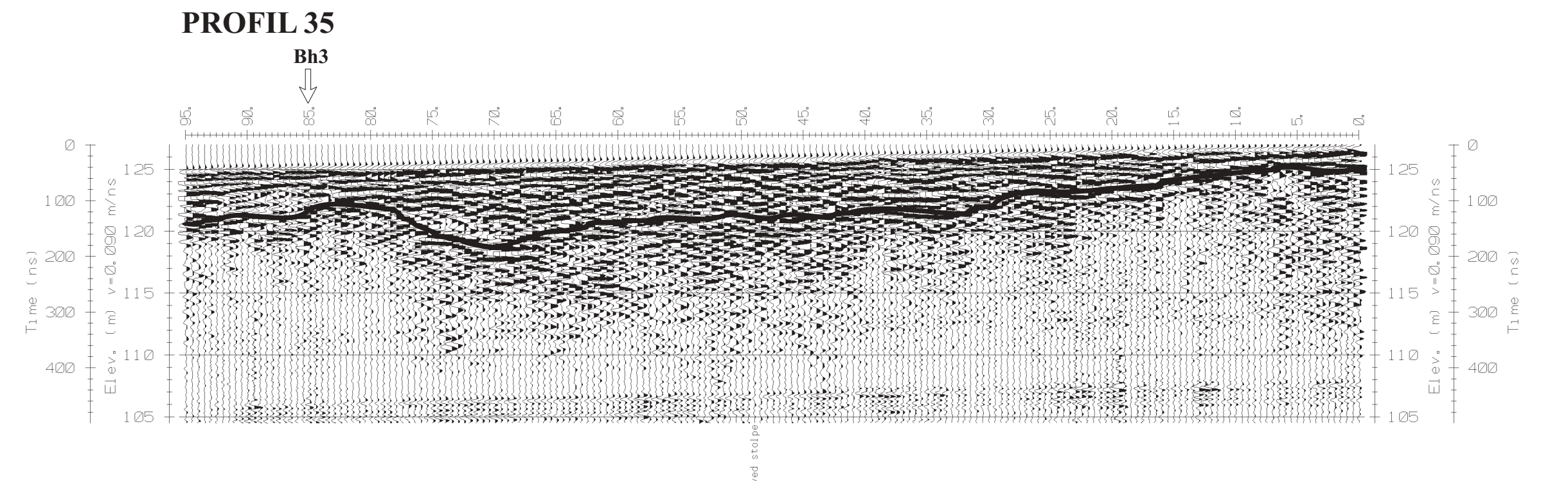
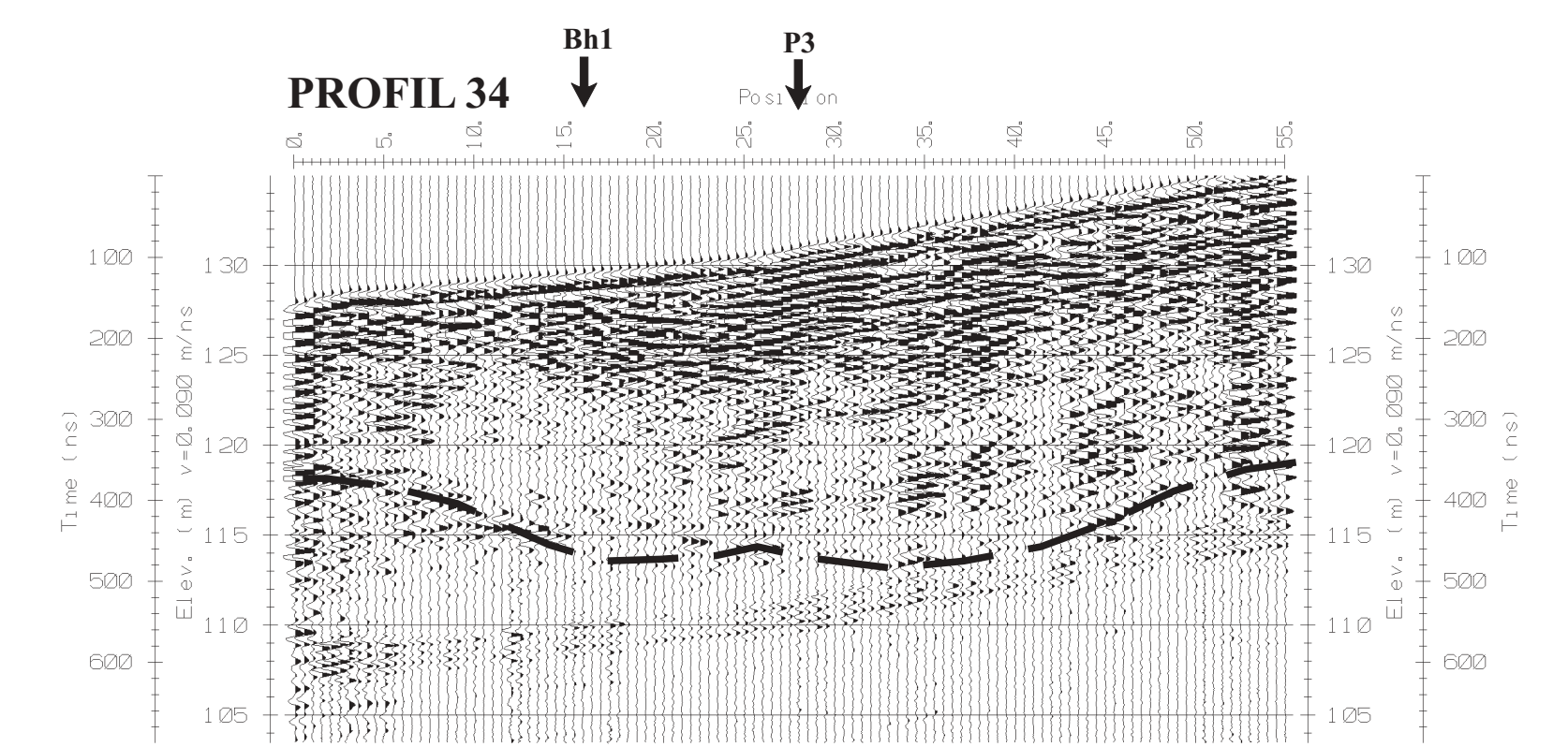
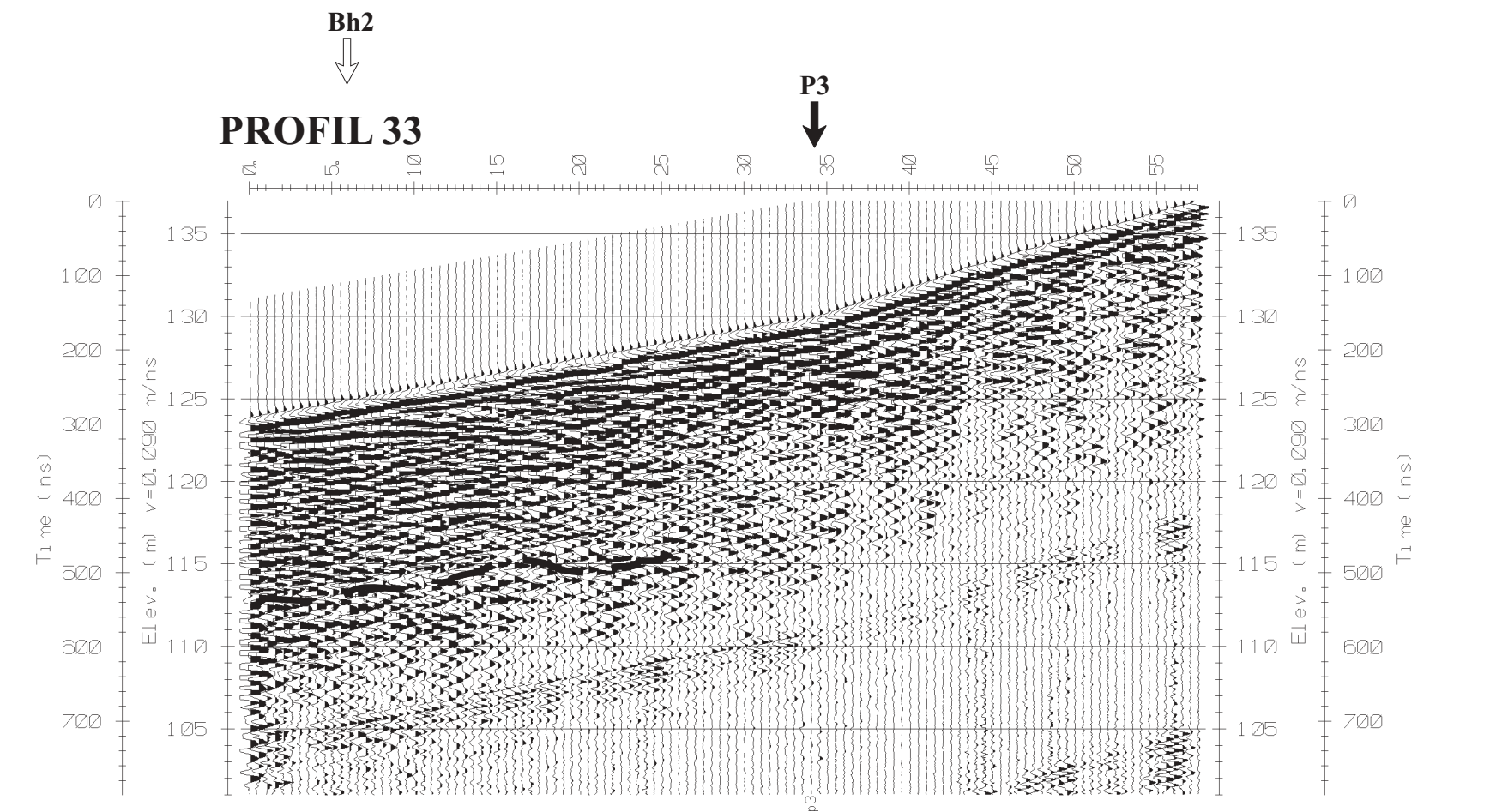
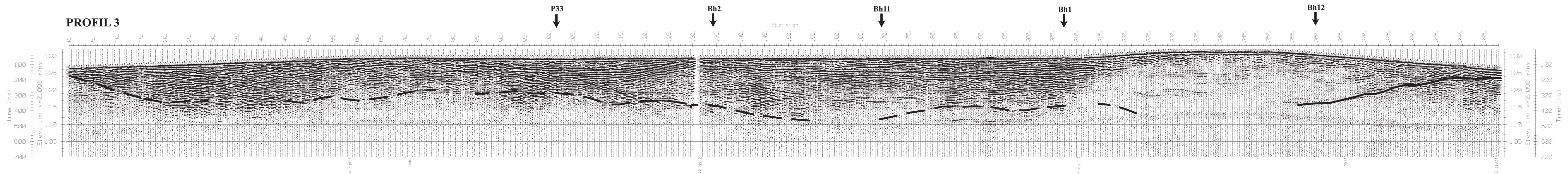
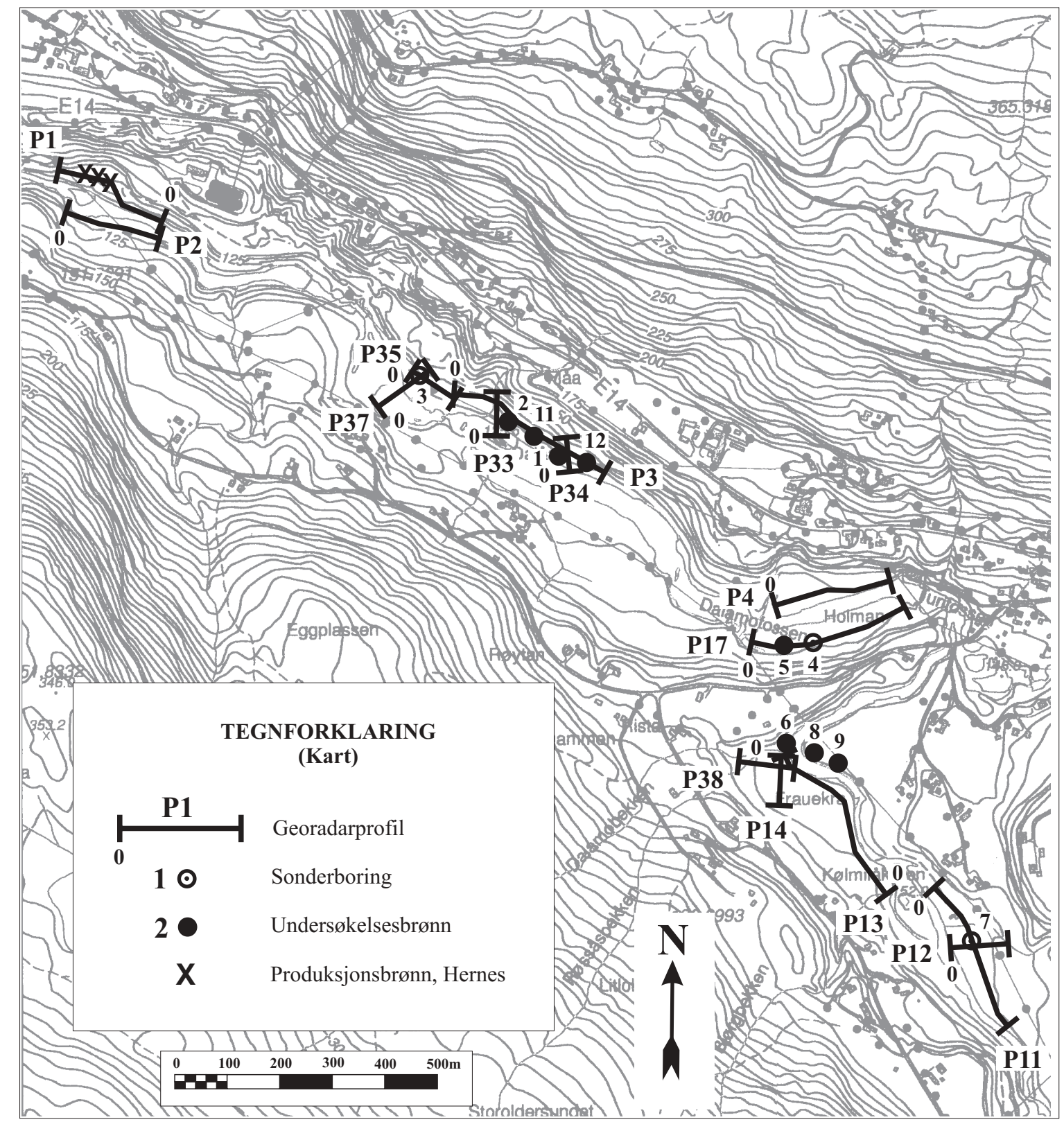
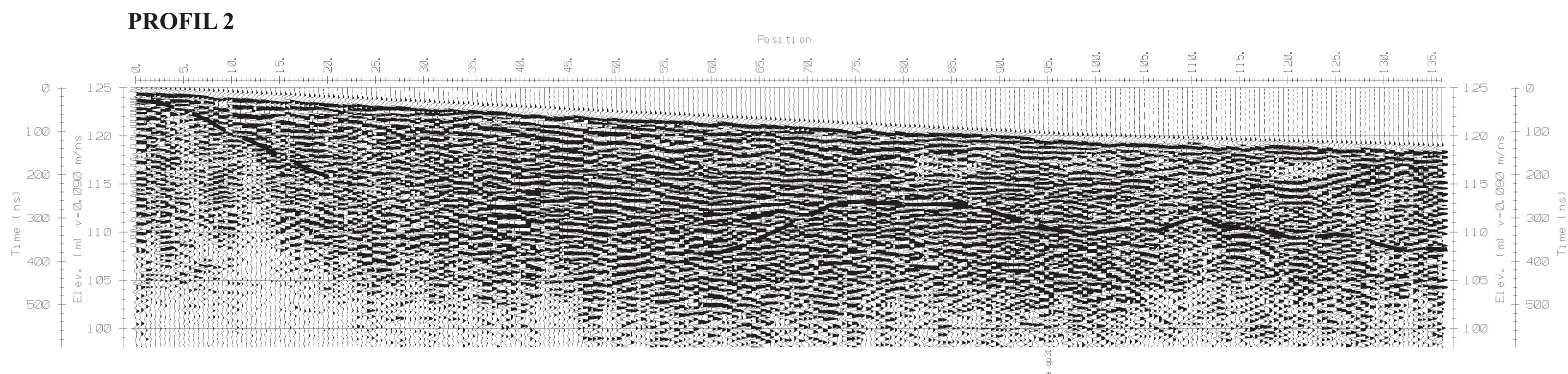
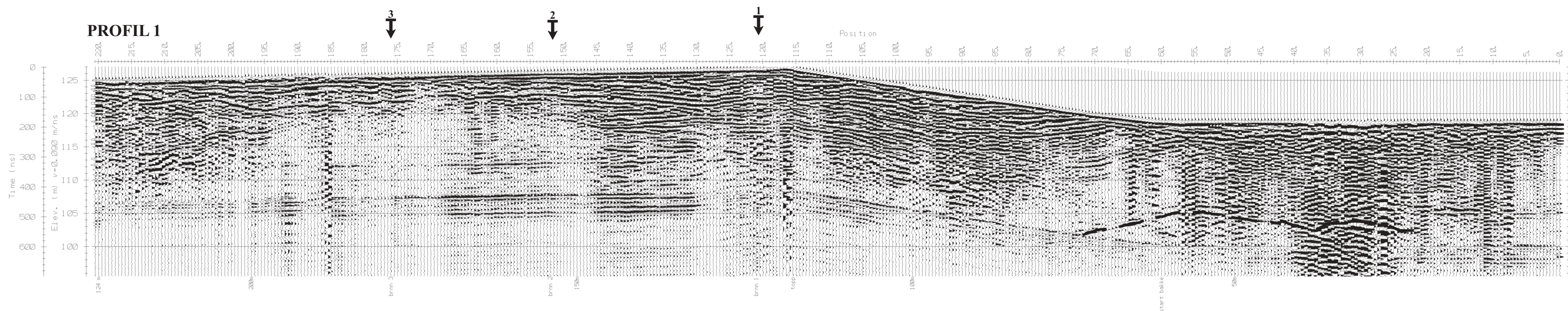
TEGN E.D. Des. 2001

TRAC

KFR

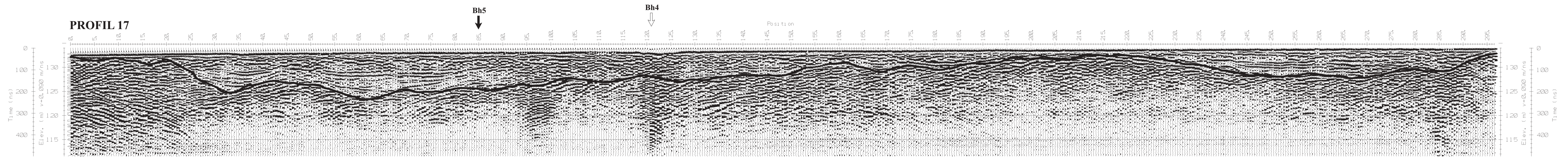
KARTBILAG NR
2002.024-01

KARTBLAD NR
1721 I - 1721 IV

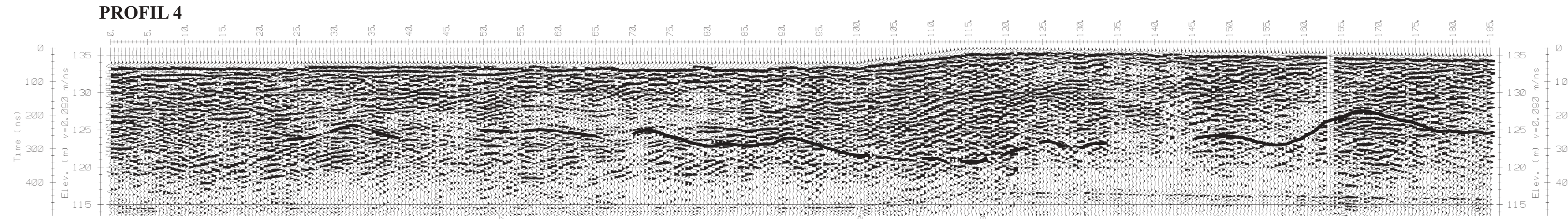


MERÅKER KOMMUNE / NGU	MÅLESTOKK (kart)	MALT E.D.	Mai 2001
GEORADAROPPTAK P1, P2, P3, P33, P34, P35 og P37	1 : 10 000	TEGN E.D.	Jan. 2002
MERÅKER - HERNES		TRAC	
MERÅKER, NORD-TRONDELAG		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE	KARTBLAG NR	KARTBLAD NR	
TRONDHEIM	2002.024-02	1721 I - 1721 IV	

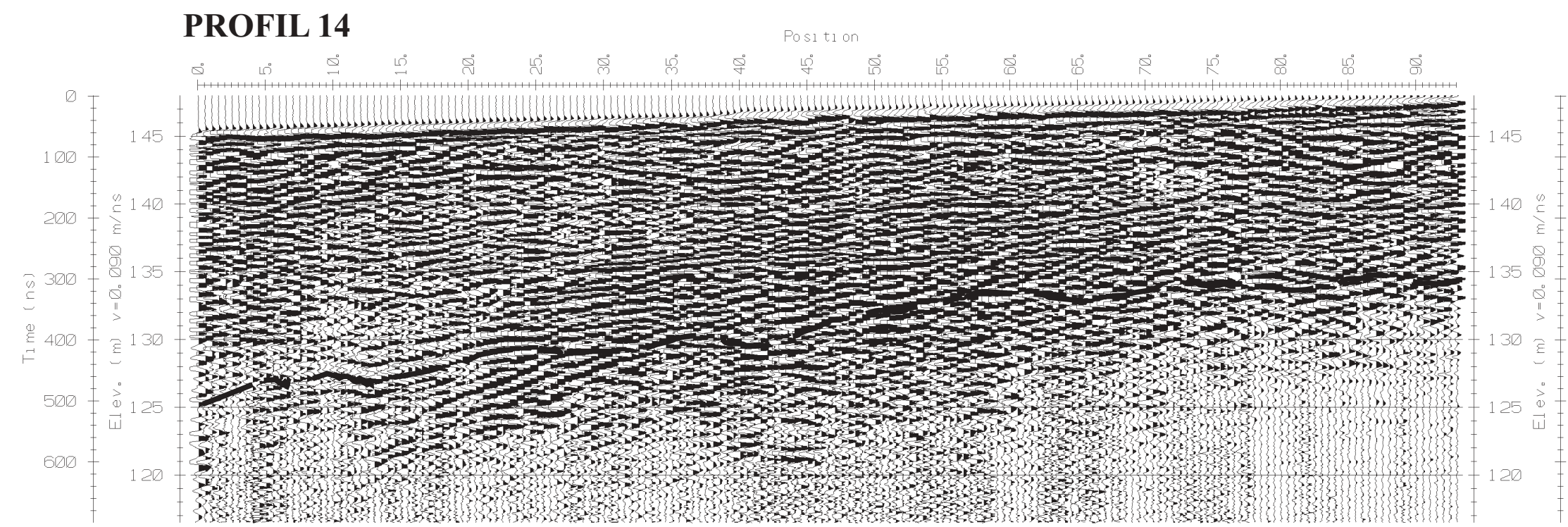
PROFIL 17



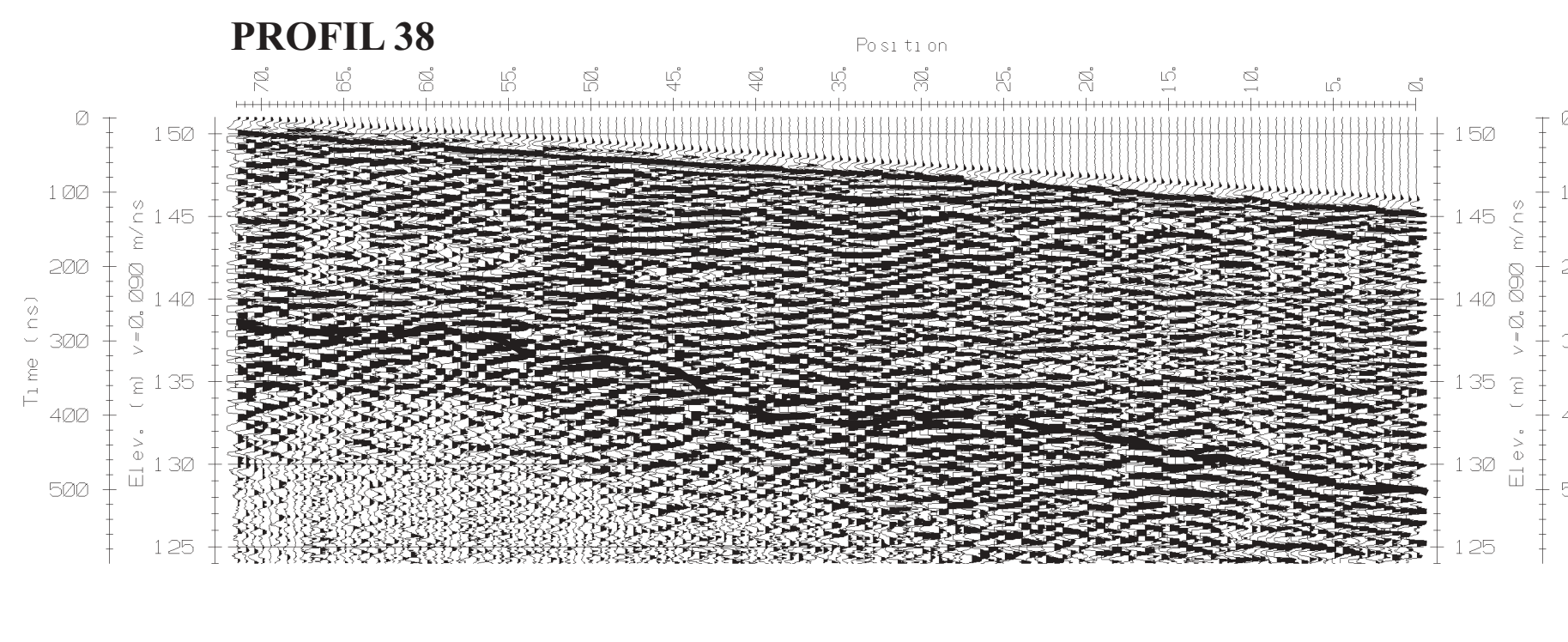
PROFIL 4



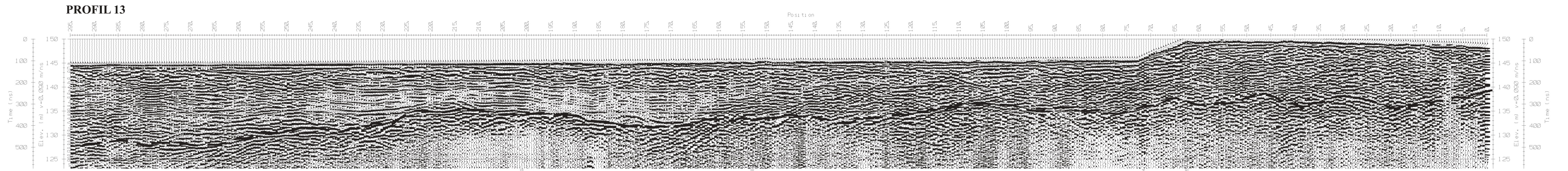
PROFIL 14



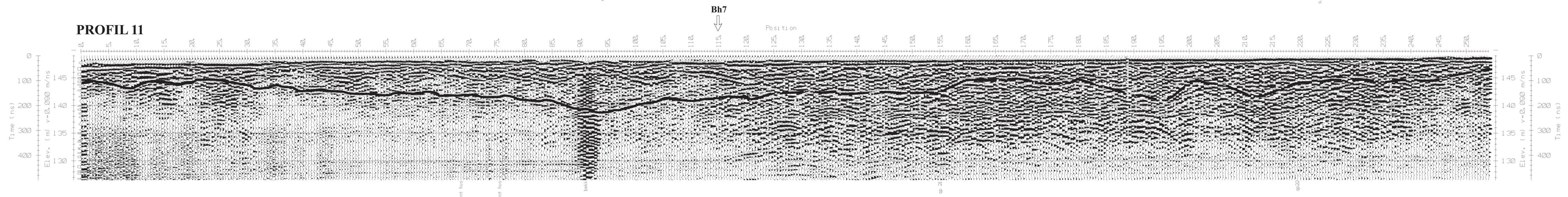
PROFIL 38



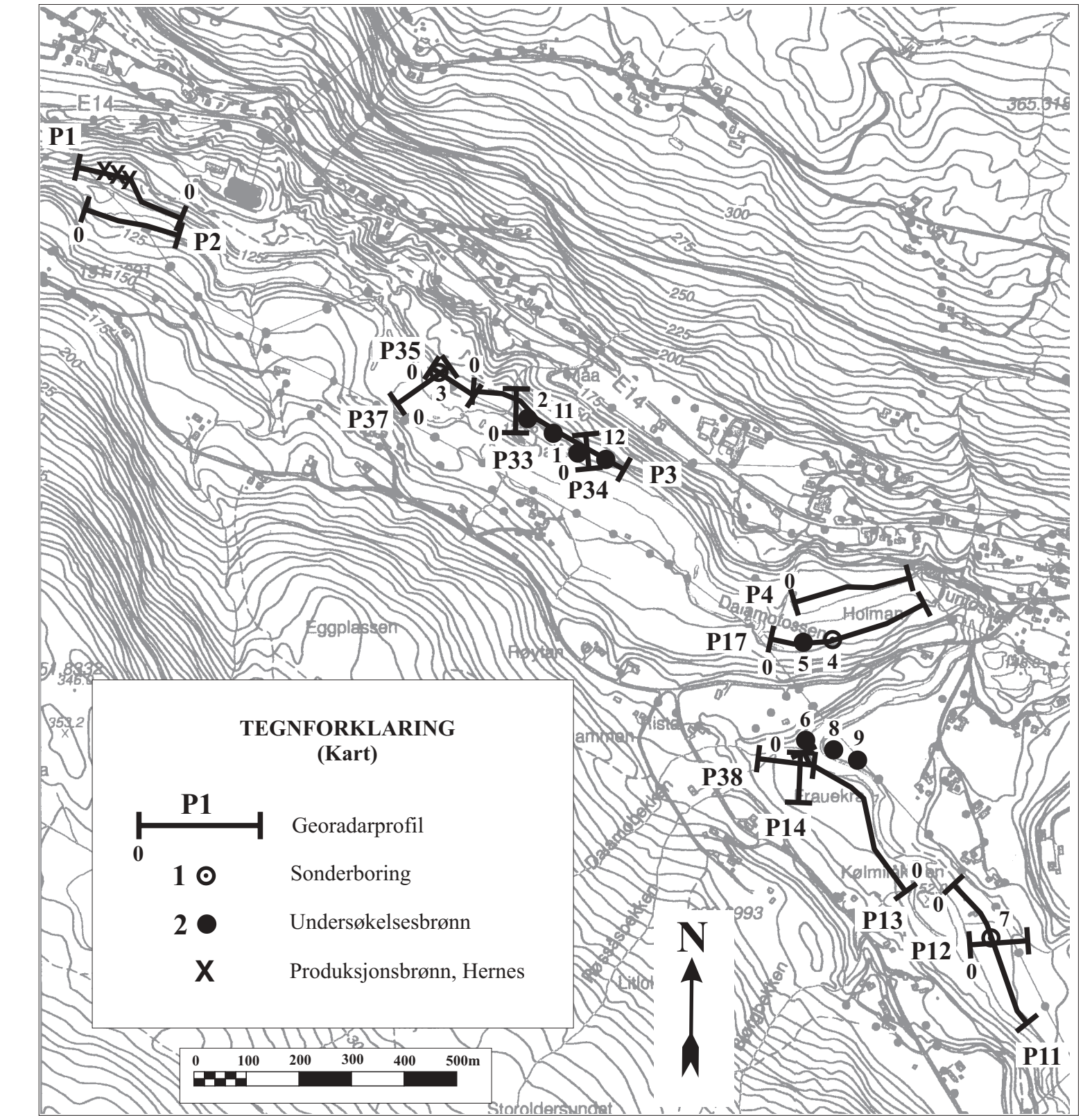
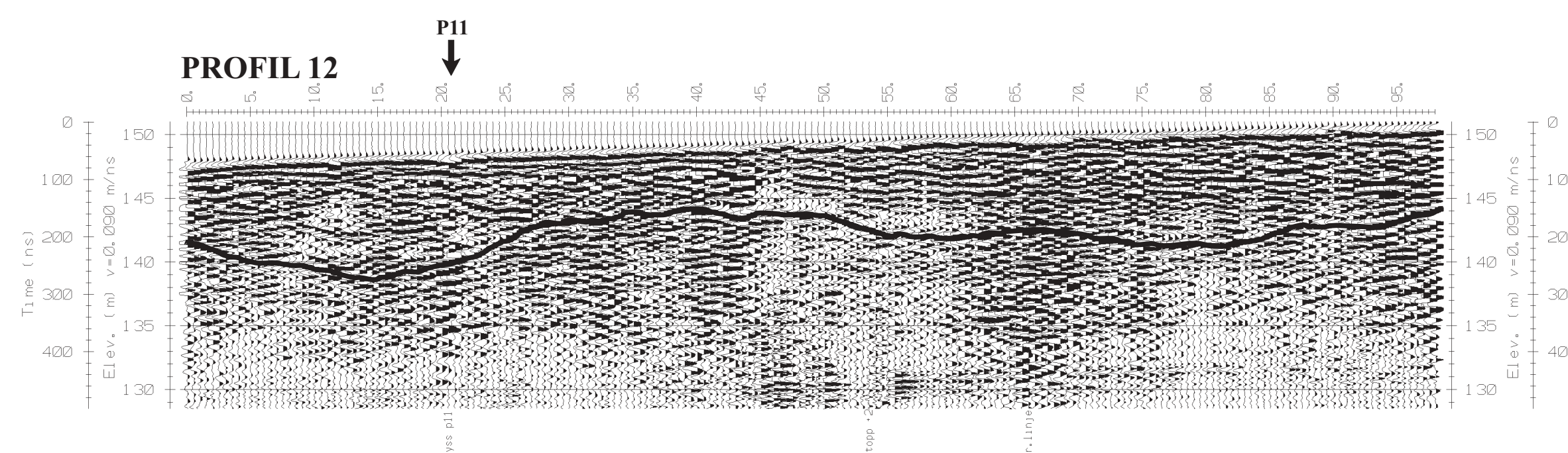
PROFIL 13



PROFIL 11



PROFIL 12

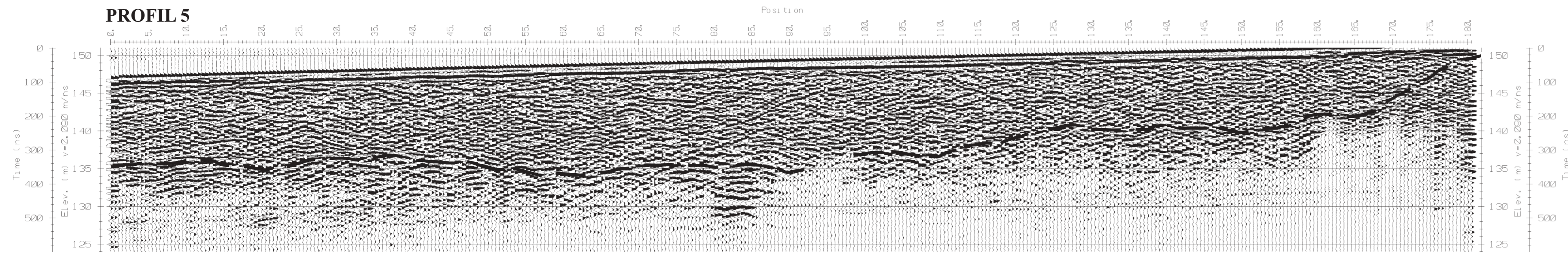


TEGNFORKLARING (Kart)

- P1 | Georadarprofil
- 1 ○ | Sonderboring
- 2 ● | Undersøkesbrønn
- X | Produksjonsbrønn, Hernes

TEGNFORKLARING (opptak)

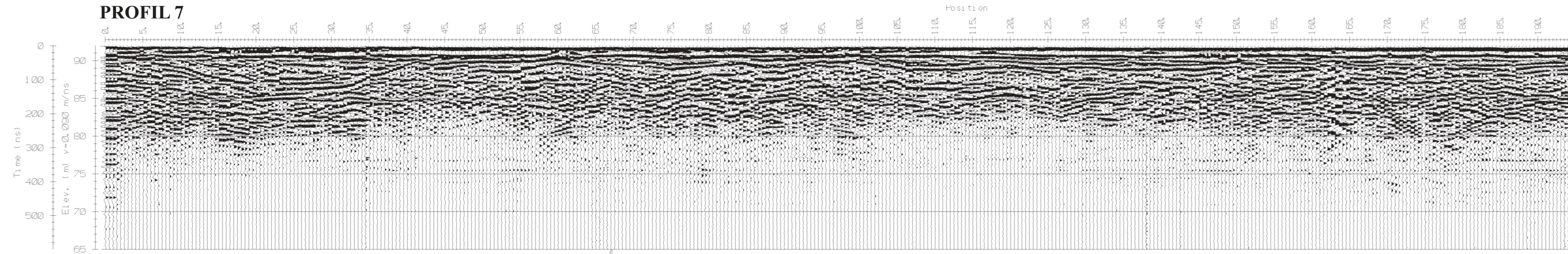
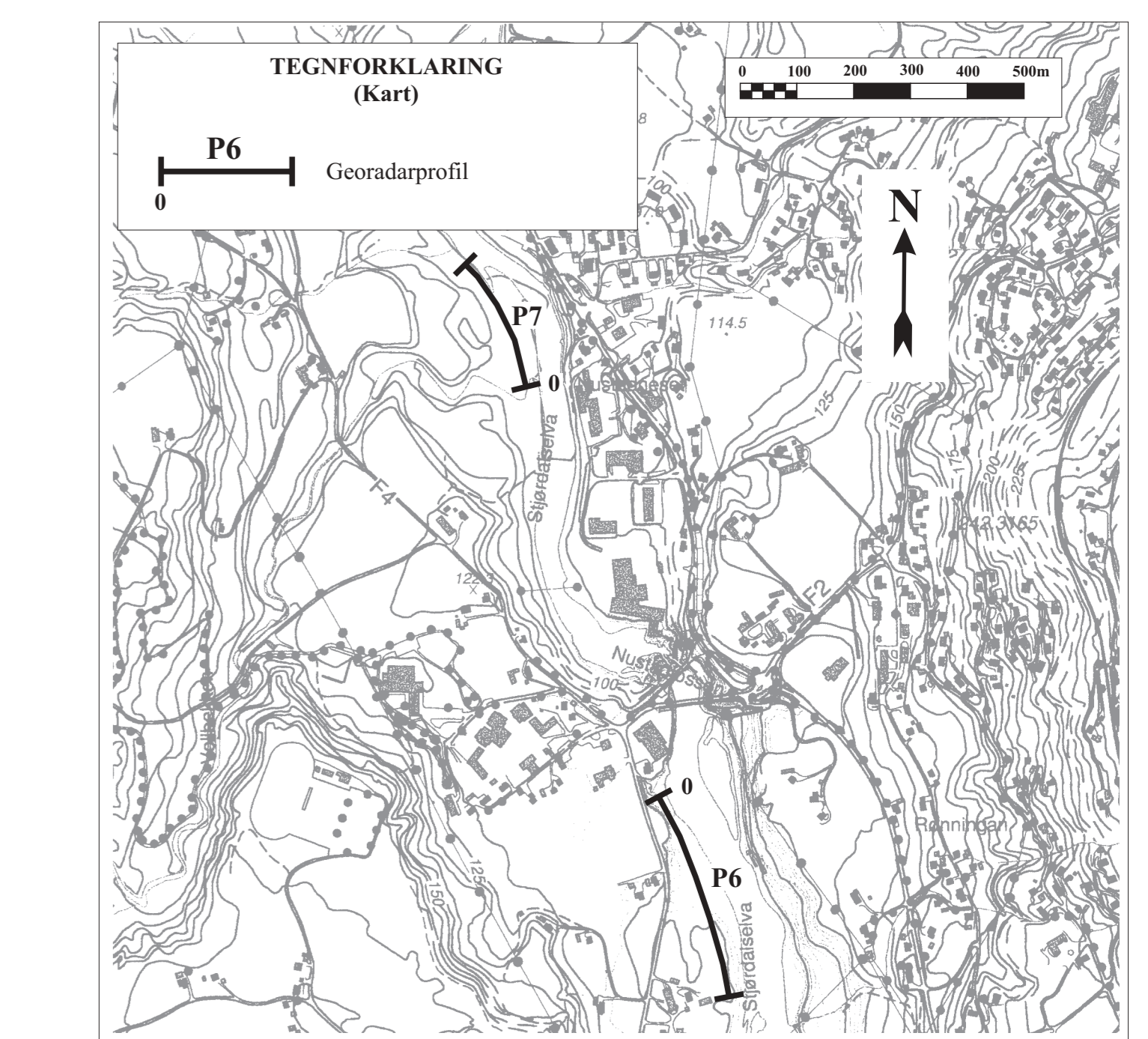
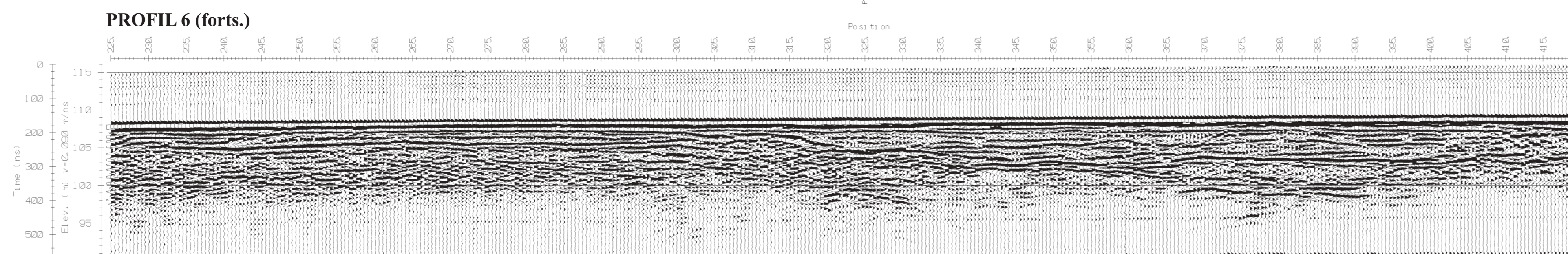
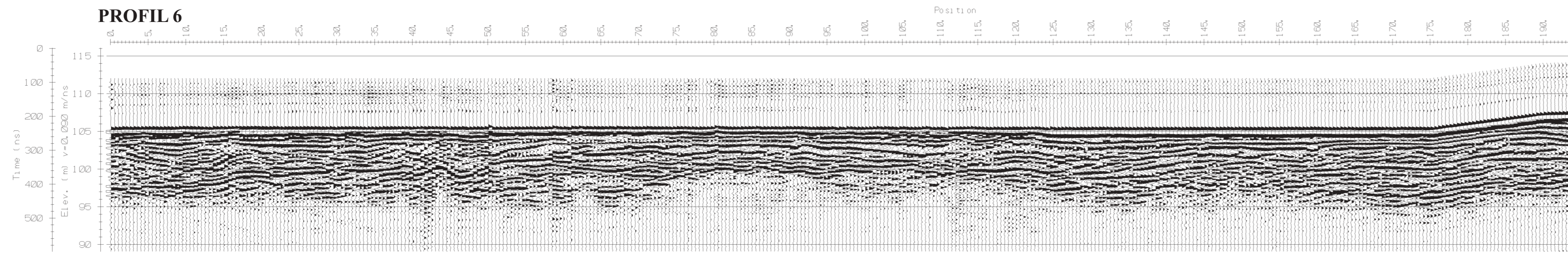
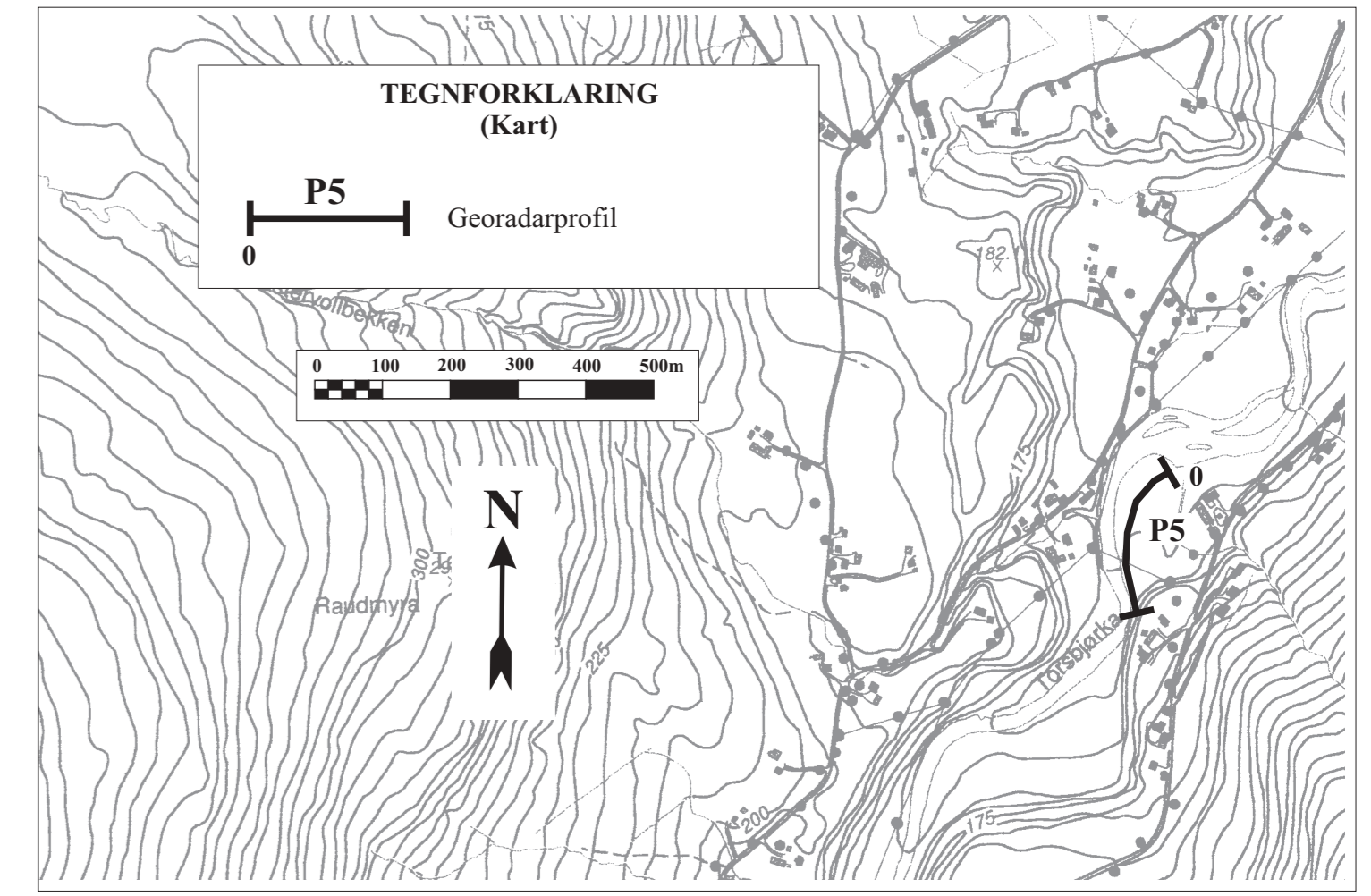
- P7 ↓ | Kryssende georadarprofil
- Bh8 ↓ | Undersøkesbrønn
- Bh7 ↓ | Sonderboring
- | Tolket fjelloverflate
- - - | Usikker tolking av fjelloverflate



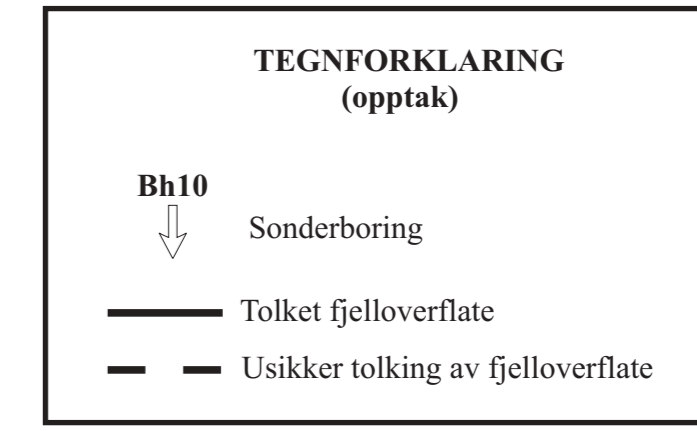
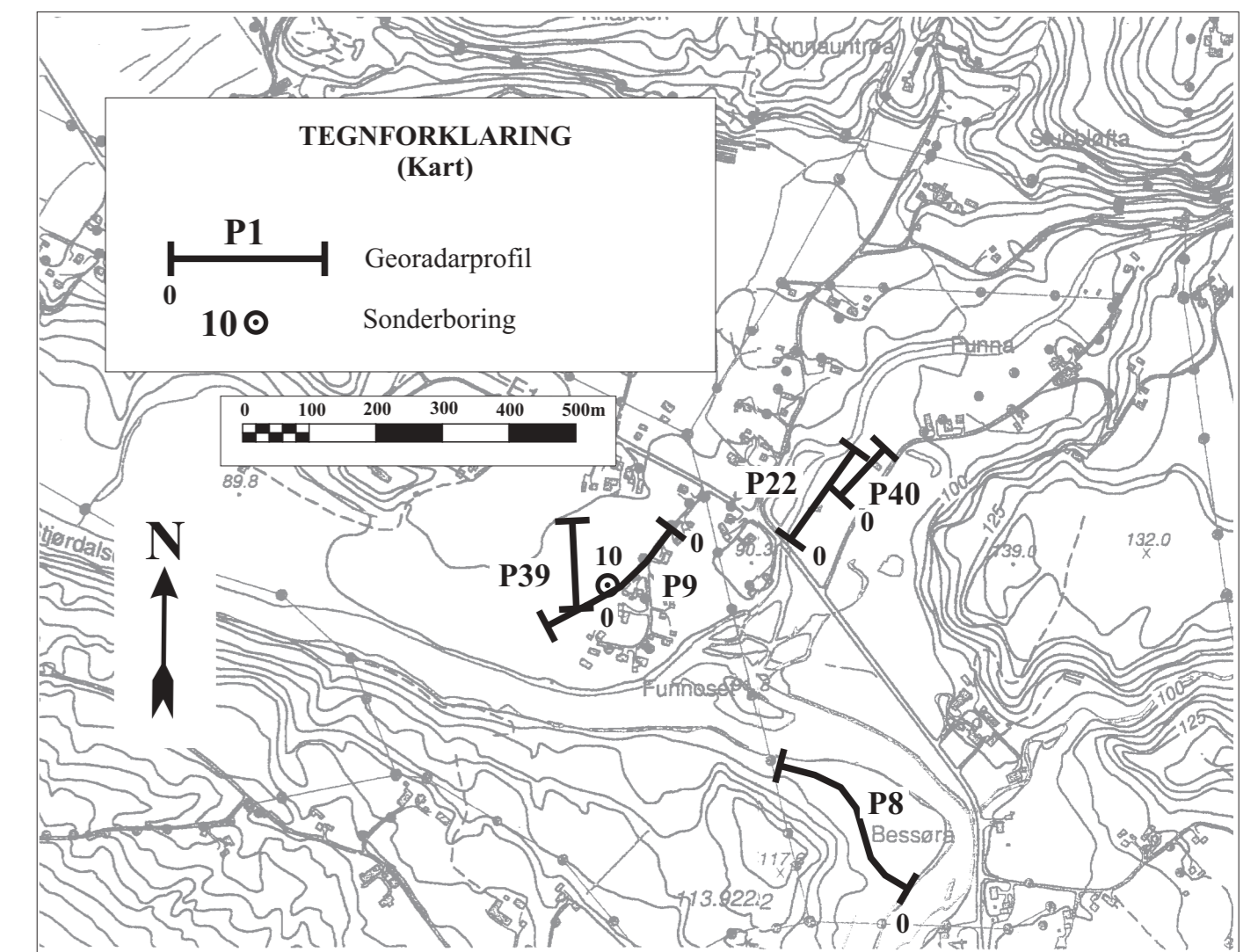
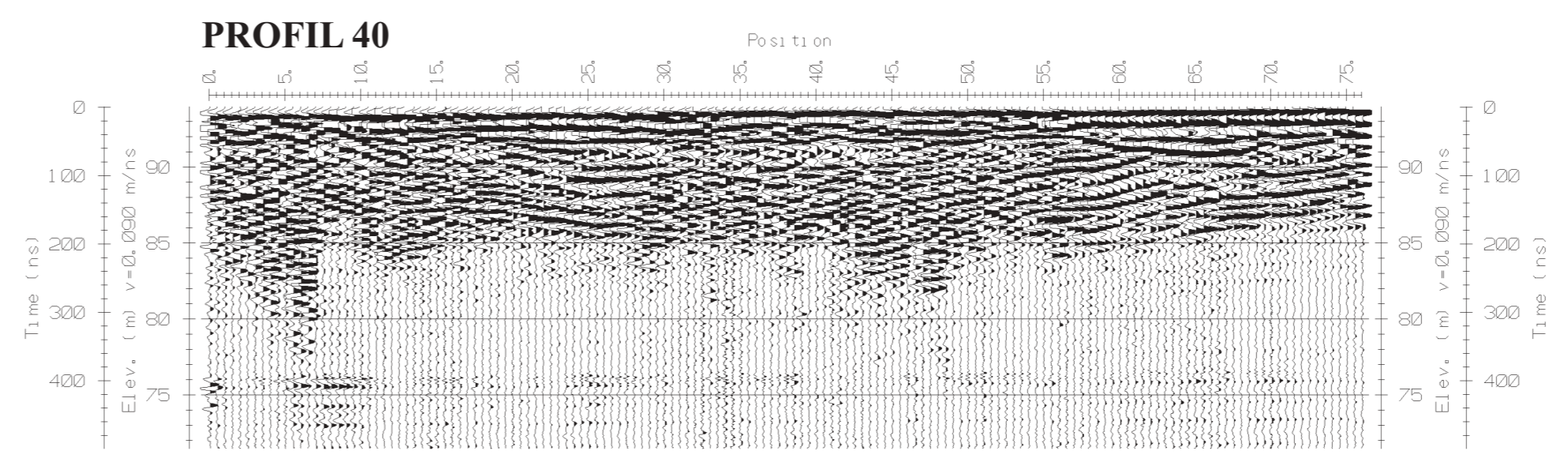
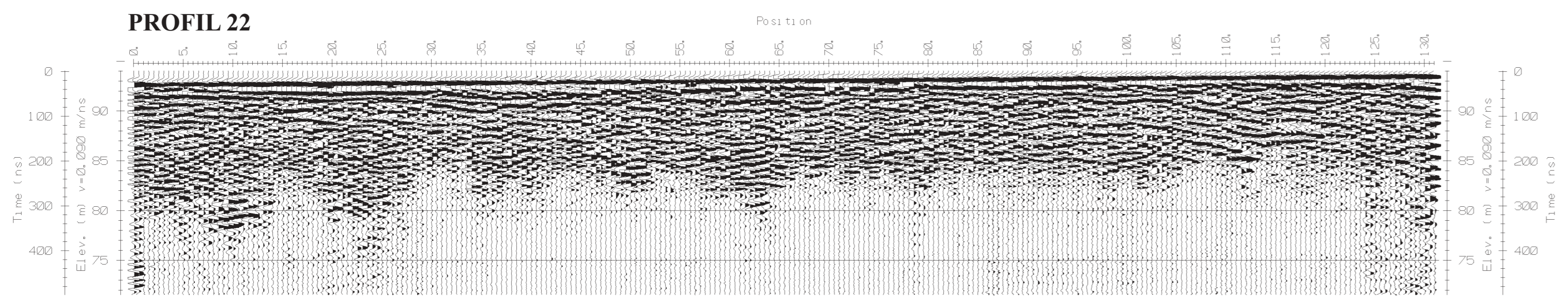
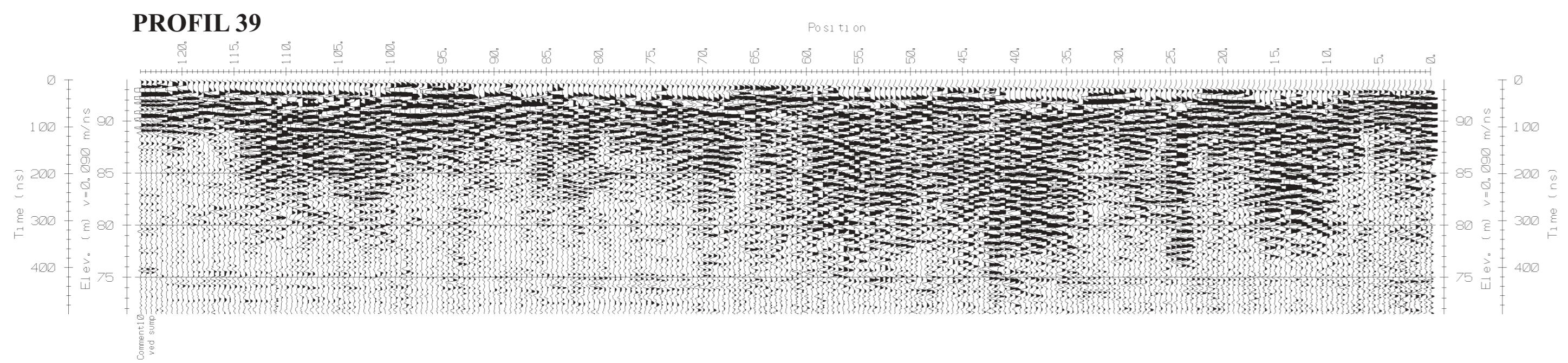
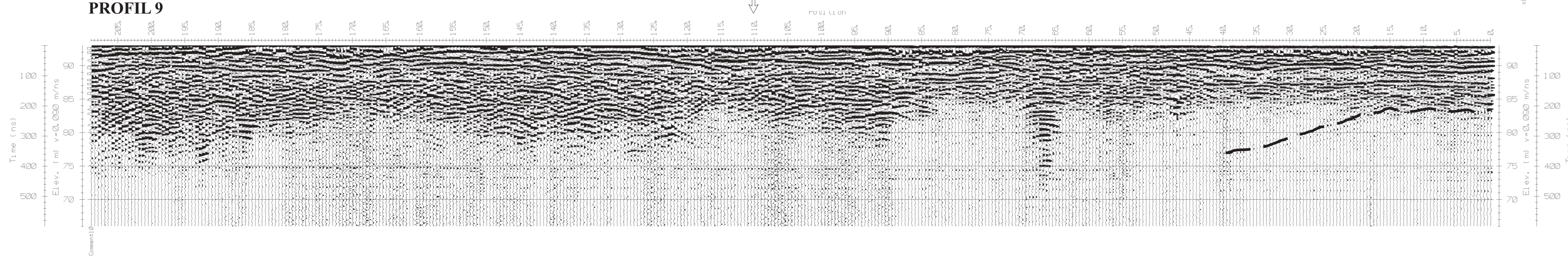
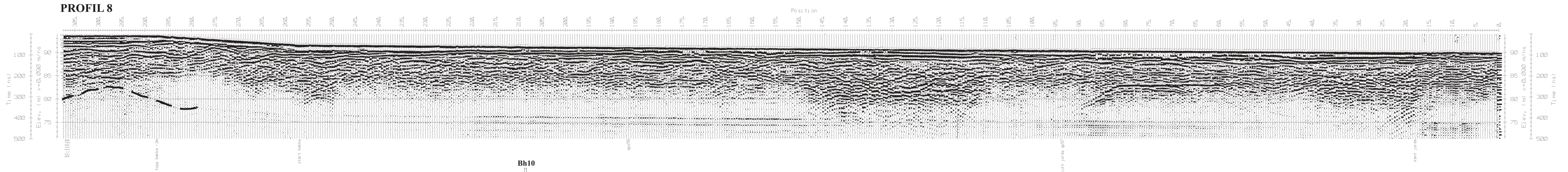
TEGNFORKLARING (opptak)

— Tolket fjelloverflate

- - Usikker tolking av fjelloverflate

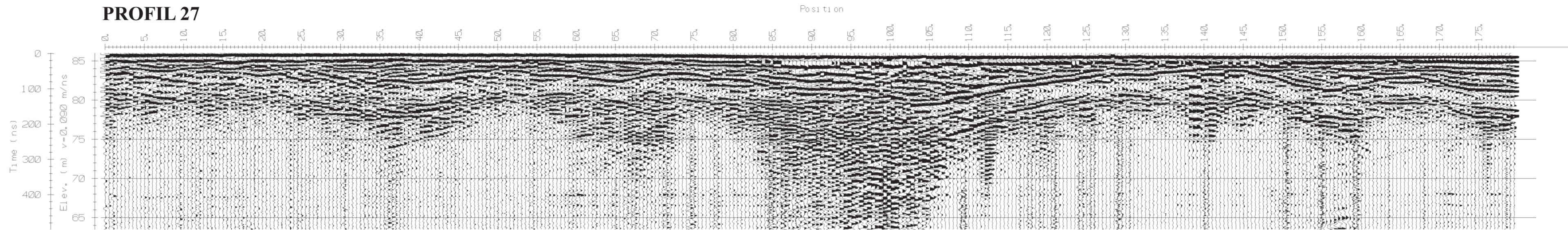


MERÅKER KOMMUNE / NGU GEORADAROPPTAK P5, P6 og P7 MERÅKER - SENTRUM MERÅKER, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK (kart) 1 : 10 000	MÅLT E.D. TEGN E.D. TRAC KFR	Mai 2001 Jan. 2002
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARBILAG NR 2002.024-04	KARTBLAD NR 1721 I - 1721 IV

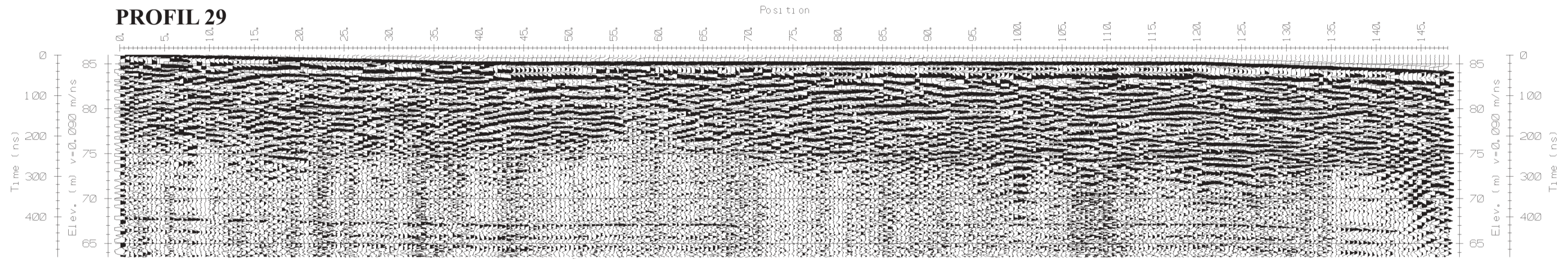


MERÅKER KOMMUNE / NGU GEORADAROPPTAK P8, P9, P39, P22 og P40 MERÅKER - FUNNA MERÅKER, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK (kart) 1 : 10 000 TRAC KFR	MÅLT E.D. TEGN E.D. TRAC KFR	Mai 2001 Jan. 2002
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR 2002.024-05	KARTBLAD NR 1721 I - 1721 IV	

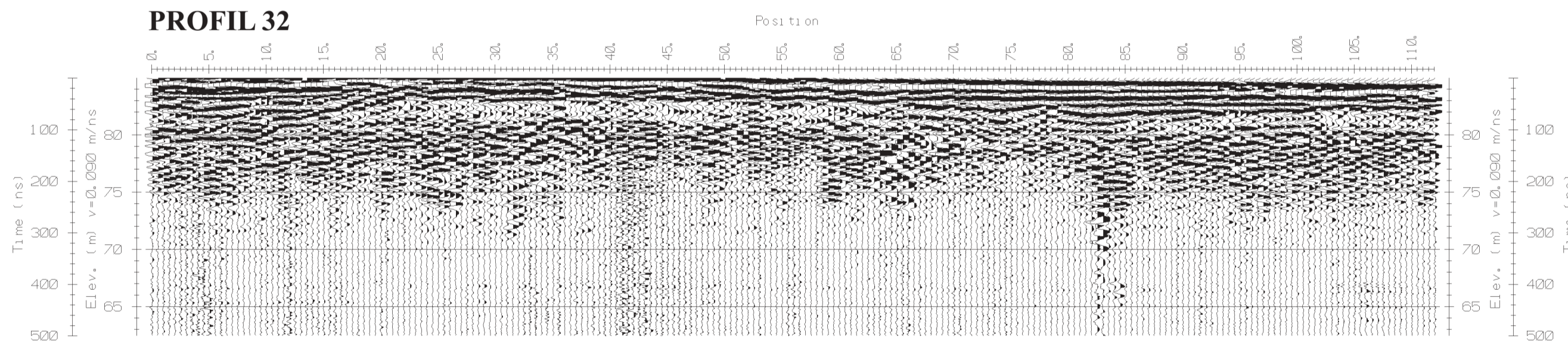
PROFIL 27



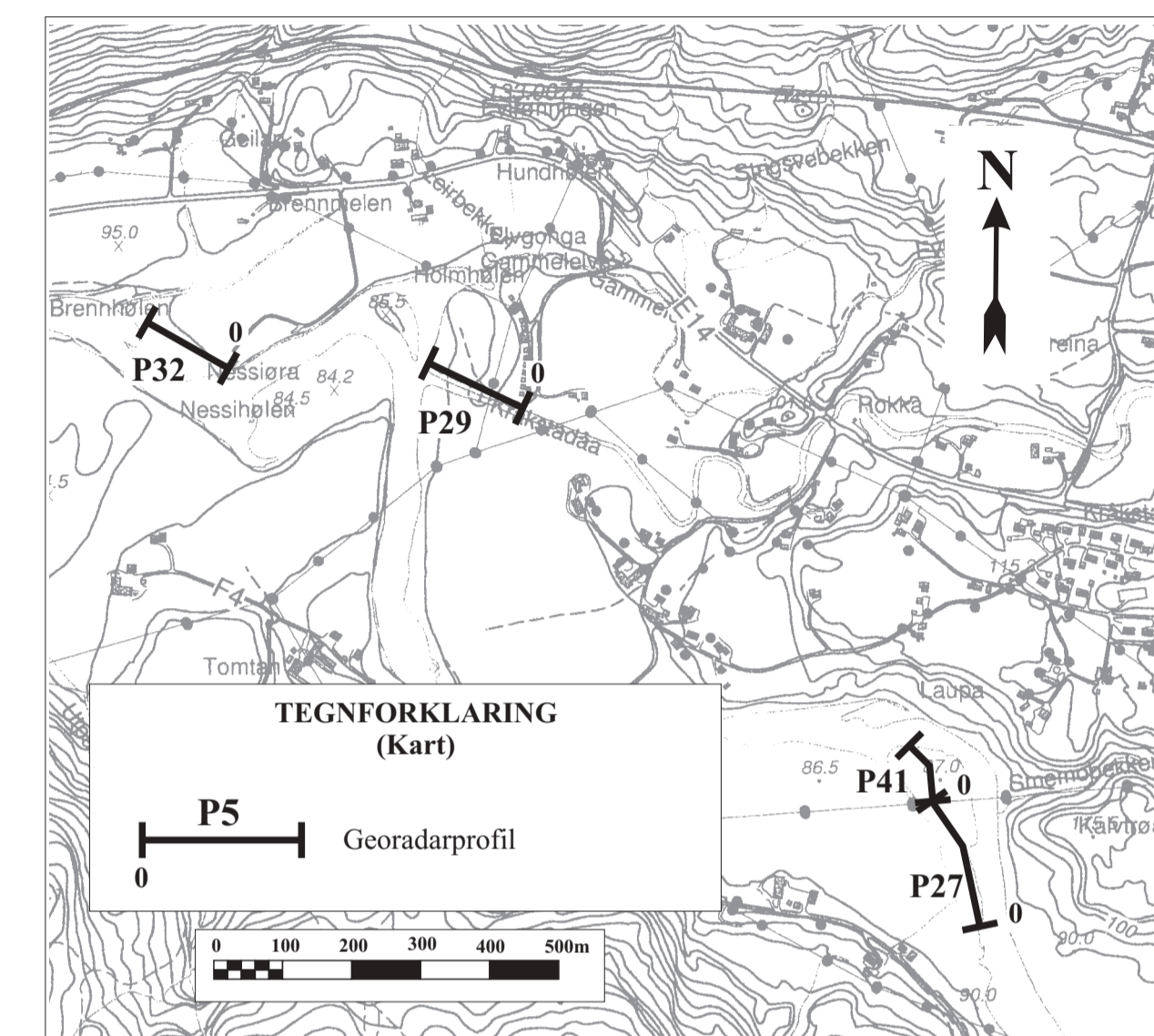
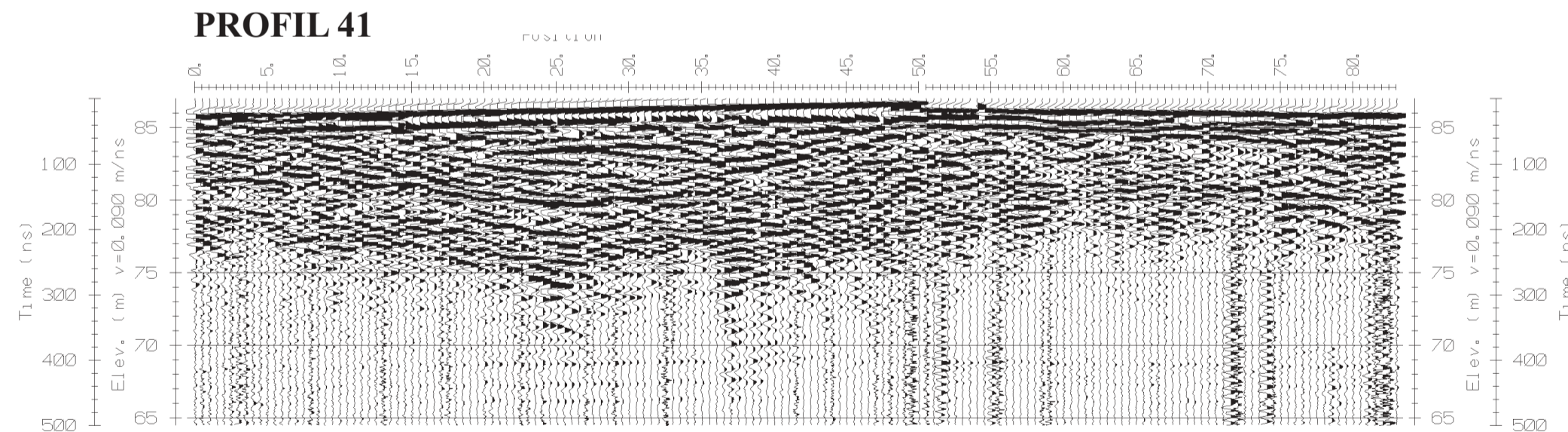
PROFIL 29



PROFIL 32



PROFIL 41



MERÅKER KOMMUNE / NGU
 GEORADAROPPTAK P27, P29, P32 og P41
MERÅKER - MERÅKER VEST
 MERÅKER, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK (kart) 1 : 10 000	MÅLT E.D.	Mai 2001
	TEGN E.D.	Jan. 2002
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR 2002.024-06	KARTBLAD NR 1721 I - 1721 IV
-----------------------------	---------------------------------