

NGU Rapport 96.064

Georadarmålinger på Jæren 1995 i Hå, Klepp,
Sandnes og Time kommuner

Rapport nr.: 96.064		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger på Jæren 1995 i Hå, Klepp, Sandnes og Time kommuner			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU / UiB, Geologisk inst. avd.B	
Fylke: Rogaland		Kommune: Hå, Klepp, Sandnes og Time	
Kartblad (M=1:250.000) Stavanger		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1212 III Nærbø og 1212 IV Stavanger	
Forekomstens navn og koordinater: Jæren		Sidetall: 23	Pris: 285,-
Feltarbeid utført: Nov. 1995		Rapportdato: 28.05.1996	Prosjektnr.: 2713.11
		Ansvarlig: <i>Jan S. Kvernøy</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>NGU har i samarbeid med UiB høsten 1995 utført georadarmålinger en rekke utvalgte steder på Jæren i forbindelse med kartlegging og hydrogeologisk vurdering av løsmasseavsetninger. Det er totalt målt ca. 22 profilkilometer med georadar, og denne rapporten omfatter resultater fra alle målingene i Hå og Klepp samt en del av målingene i Sandnes og Time, dvs. totalt rundt 18 km. Resultater fra lokaliteten Bråsteinvatnet i Sandnes og Sæland i Time er omhandlet særskilt i NGU Rapport 96.046 og NGU Rapport 96.065. Vurderingene angir grunnvannsmulighetene fra dagnære sand/grusavsetninger, dvs. fra de øverste 10-20 m.</p> <p>I <u>Hå kommune</u> kan det være brukbare muligheter for uttak av grunnvann ved Lode, visse men usikre muligheter i begrensete områder ved Auestad og Sæland, mens det ikke er påvist muligheter ved Elgane.</p> <p>I <u>Klepp kommune</u> er det noe usikre muligheter for uttak av grunnvann ved Erga, Vik og i området rundt Horpestadvatnet. Det er trolig best forhold nordøst for vatnet og deretter i sørøst.</p> <p>I <u>Sandnes kommune</u> regnes grunnvannsmulighetene å være gode ved Sviland og Bråstein, mens det sannsynligvis er små muligheter ved Eikeland og Vaglemoen.</p> <p>I <u>Time kommune</u> regnes det å være relativt gode muligheter for grunnvannsuttak ved Netland og Njåskog.</p> <p>Før det kan trekkes noen endelig konklusjon om mulighetene for uttak av grunnvann, er det nødvendig å vurdere resultater fra oppfølgende boringer og prøvepumping.</p>			
Emneord: Geofysikk	Kvartærgeologi	Hydrogeologi	
Georadar	Løsmasse	Grunnvann	
		Fagrapport	

INNHold

1 INNLEDNING.....	5
2 METODE OG UTFØRELSE.....	6
3 RESULTATER	6
3.1 Hå kommune	7
3.1.1 Lode (P28,P29 og P31).....	7
3.1.2 Auestad (P41).....	8
3.1.3 Sæland (P32).....	8
3.1.4 Elgane (P40).....	8
3.1.5 Sammenfattende vurdering Hå.....	9
3.2 Klepp kommune.....	9
3.2.1 Erga (P1A ogP1B)	9
3.2.2 Vik (P27).....	10
3.2.3 Horpestadvatnet SV (P2A, P2B og P6)	10
3.2.4 Horpestadvatnet SØ (P2C og P3).....	11
3.2.5 Horpestadvatnet N (P4, P5 og P7)	12
3.2.6 Sammenfattende vurdering Klepp.....	13
3.3 Sandnes kommune	14
3.3.1 Sviland (P19, P20 og P21).....	14
3.3.2 Bråstein (P22 og P23)	15
3.3.3 Eikeland (P24).....	15
3.3.4 Vaglemoen (P25)	15
3.3.5 Sammenfattende vurdering Sandnes.....	16
3.4 Time kommune	16
3.4.1 Netland (P8).....	16
3.4.2 Njåskog (P15A, P15B og P16)	17
3.4.3 Sammenfattende vurdering Time.....	18
4 KONKLUSJON	19
5 REFERANSER.....	20

TEKSTBILAG

Georadar - metodebeskrivelse

DATABILAG

Skjema for refleksjonsmønster (etter Beres & Haeni, 1991)

KARTBILAG

- 96.064-01: Oversiktskart - georadarmålinger Hå
- 96.064-02: Oversiktskart - georadarmålinger Klepp
- 96.064-03: Oversiktskart - georadarmålinger Sandnes og Time
- 96.064-04: Georadaropptak i Hå: Lode, Auestad, Sæland og Elgane (P28, P29, P31, P32, P40 og P41)
- 96.064-05: Georadaropptak i Klepp: Erga og Vik (P1A, P1B og P27)
- 96.064-06: Georadaropptak i Klepp: Horpestadvatnet SV (P2A, P2B og P6)
- 96.064-07: Georadaropptak i Klepp: Horpestadvatnet SØ (P2C og P3)
- 96.064-08: Georadaropptak i Klepp: Horpestadvatnet N (P4, P5 og P7)
- 96.064-09: Georadaropptak i Sandnes: Sviland, Bråstein, Eikeland og Vaglemoen (P19 - P25)
- 96.064-10: Georadaropptak i Time: Netland (P8)
- 96.064-11: Georadaropptak i Time: Njåskog (P15A, P15B og P16)

1 INNLEDNING

I samarbeid med Geologisk institutt avd. B ved Universitetet i Bergen, har NGU høsten 1995 utført georadarmålinger en rekke utvalgte steder på Jæren i forbindelse med kartlegging og hydrogeologisk vurdering av løsmasseavsetninger. Det er totalt målt ca. 22 profilkilometer med georadar, og denne rapporten omfatter resultater fra alle målingene i Hå og Klepp samt en del av målingene i Sandnes og Time, dvs. totalt rundt 18 km. Resultater fra lokaliteten Bråsteinvatnet i Sandnes er omhandlet særskilt i NGU Rapport 96.046 (Tønnesen 1996a), og lokaliteten Sæland i Time i NGU Rapport 96.065 (Tønnesen 1996b).

De undersøkte områdene ligger innenfor de kvartærgeologiske kartbladene Nærbø (1212 III) og Stavanger (1212 IV) i målestokk 1:50 000 (Wangen & Lien 1990 og Østmo & Olsen 1986). Kvartærgeologisk beskrivelse av Jæren-området framgår også av Andersen m.fl. (1987). Målingene er konsentrert til områder med hovedsakelig breelvdominert materiale i overflaten (dvs. vesentlig sand og grus). Det kan forventes at georadaren har relativt god dybderekkevidde i slike avsetninger, og det vil være mulighet for å kartlegge mektighet, grunnvannsspeil og ut fra refleksjonsmønster kunne antyde om området kan være aktuelt for oppfølgende grunnvannsundersøkelser (sonderboringer, masseprøvetaking, nedsetting av prøvebrønn for testpumping). Georadaren kan også ha brukbar penetrasjon i sand- og grusdominert morene, mens den må regnes å ha meget liten penetrasjon i morene med høyt leirinnhold.

Målingene ble utført av Jan Fredrik Tønnesen med assistanse av Jan Tore Samlanes og hovedfagsstudentene Jorid Lavik og Hilde Nymark fra Universitetet i Bergen i perioden 6.-17. nov. 1995. Lokaliseringen av de ulike måleområdene er vist i kartbilagene 96.064-01 for Hå, -02 for Klepp og -03 for Sandnes og Time. Utskrift av georadarprofiler samt lokalkart med profilplassering er vist i kartbilag 96.064-04 til -11. Lokalisering av tidligere utførte elektriske sonderinger og sonderboringer utført samtidig med georadarundersøkelsene er også avmerket på lokalkartene. En samlet hydrogeologisk vurdering av de undersøkte områdene på Jæren, hvor resultater fra elektriske målinger og sonderboringene også inngår, er utarbeidet av Noralf Rye og Jan Tore Samlanes (1996).

2 METODE OG UTFØRELSE

En generell beskrivelse av georadarmetoden er gitt i tekstbilag 1. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada).

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000V og antenner med senterfrekvens 50 MHz. Opptakstiden var 800 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 1,6 ns. Målingene ble utført med 32 registreringer («stacks») i hvert målepunkt (posisjon). Antenneavstand og flyttavstand var 1 m ved profilmålingene. Reell lengde av profiler kan avvike en del fra lengde angitt ut fra posisjoner og flyttavstand på grunn av tilfeldig eller systematisk feil i flyttavstanden. Generelt er det brukt for stor flyttavstand og de målte profilene er derfor en del lenger enn oppgitt. Angitt informasjon om kryssende profiler, veger, bekker og andre terrengdetaljer kan benyttes for mer nøyaktig profilposisjonering.

Det er ikke utført CMP-målinger for beregning av radarbølgehastighet i grunnen. Ved utplotting av georadarprofilene er det anvendt en hastighet på 0.1 m/ns for beregning av en dybdeskala (m under terrengoverflaten). Variasjoner i terrengoverflaten er ikke lagt inn, og høydeskala er derfor utelatt. Den valgte hastigheten er erfaringsmessig for lav for sand/grus over grunnvannsspeil og for høy for tilsvarende vannmettet materiale. Mektighet av avsetning over grunnvannsnivå kan dermed være noe større enn dybdeskalaen tilsier, mens mektighet av vannmettet sone sannsynligvis er noe mindre enn dybdeskalaen viser. Myrtykkelser vil bli betydelig overdrevet med den anvendte dybdeskalaen, da myrtorv som regel har lav hastighet.

Ved utskrift av georadarprofilene ble det benyttet en forsterkning som kompenserer for geometrisk spredning og demping av signalene. Det ble benyttet 2, 3 eller 4-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy.

3 RESULTATER

Penetrasjonsdypet (dybderekkevidden) av reflekterte georadarsignaler vil være viktigste indikator for mulighetene for uttak av grunnvann, da dette som regel vil beskrive mektigheten av sand/grus-avsetninger. I tillegg vil refleksjonsmønster kunne si en del om avsetningstyper. For tolkning av refleksjonsmønster er det i en viss utstrekning benyttet et tolkningsskjema som er vist i databilag 1 (Beres & Haeni 1991). Det må presiseres at sand/grus-avsetninger som ligger under morene, og da spesielt morene med høyt leirinnhold, ikke vil kunne identifiseres med georadmålingene. Det vil som regel heller ikke være mulig å fastslå materialtypen under bunn av myr.

3.1 Hå kommune

Målingene i Hå omfatter lokalitetene Lode, Auestad, Sæland og Elgane (se kartbilag -01). Utskrift av georadarprofilene og lokalkart med profilplassering er vist i kartbilag -04.

3.1.1 Lode (P28, P29 og P31)

Langs P28 er det gjennomgående oppnådd et penetrasjonsdyp på 15 m eller 300 ns. Det er fra nær horisontale til bølget usammenhengende reflektorer og det er trolig vesentlig sanddominerte avsetninger. Det antas at begrensningen mot dypet skyldes morene med høyt finstoffinnhold, men overgang mot fjell kan heller ikke utelukkes. Grunnvannsnivå er usikkert, men antydes å ligge på 5-6 meters dyp ut fra indikert reflektor i området pos. 270-320 og pos. 60-130. Kraftig reflektor som stiger opp fra ca. 9 m dyp i pos. 140 til 6-7 m ved pos. 200 og som ligger i området 6-8 m dypt siste del av profilet (pos.290-415), kan skille mellom ulike avsetningssekvenser eller være en spesiell avsetningshorisont (grovere eller finere enn materialet forøvrig). Skråreflektorer pos. 315-370 må skyldes teknisk støy.

Langs P29 er det nær tilsvarende penetrasjon som i P28, men mellom pos. 205 og 350 er den mindre enn 10 m. Denne reduksjonene skyldes trolig endring i overflateforholdene da profilet her følger gardsveg og krysser gardstunet. Grunnvannsnivå er usikkert, men kan være reflektor i ca. 5 meters dyp mellom pos. 25 og 130. Som i P29 er det en markert reflektor i 8-10 meters dyp indikert i området pos.30-200.

Langs P31 varierer penetrasjonen fra knapt 10 m og opp til 15 m. Mye teknisk støy forkludrer refleksjonsmønsteret. Fram til pos. 100 er det nær horisontale reflektorer de øvre 5 m (vesentlig sand?), mens underliggende materiale har kaotisk refleksivitet og dårlig respons (muligens morene). Videre mot sør er det mer bølget usammenhengende reflektorer til større dyp (10 m), og det er her mulighet for grovere og bedre sortert materiale. Reflektor på 12-13 m dyp (pos.160-200) og som stiger opp mot 10 m dyp mot enden av profilet, kan være morene- eller fjelloverflate. Grunnvannsnivå regnes å ligge forholdsvis overflatenært spesielt i sørlige del av profilet og er ikke klart definert i utskriften.

I borpunktene B11 og B12 er det boret til 26 og 27 m dyp i løsmasser, så fjell må regnes å ligge dypere enn georadarpenetrasjonen. B11 indikerer vekslende men stort sett sanddominerte avsetninger. Morene er antydnet fra 24 m dyp, men dårlig sortert materiale nås fra rundt 16 m. B12 bekrefter at det er dårlig sortert materiale, trolig morene, dypere enn 5-7 m langs nordlige del av P31.

3.1.2 Auestad (P41)

Penetrasjonen er 10-15 m nedover bakken fram til pos. 150, rundt 10 m de neste 100 m og mindre enn 10 m videre langs profilet. Grunnvannsnivå kan være på rundt 4 m dyp mellom pos. 60 og 120, derfra trolig nærmere overflaten. Det regnes å være vesentlig sand/grus langs de første 100 m av profilet, trolig med morene under fra 10-12 m dyp. Fra pos. 230 kan finstoffrik morene komme inn fra 5-7 m dyp.

3.1.3 Sæland (P32)

Det er vel 40 m høydeforskjell fra start og ned til vestenden av profilet (pos. 583). Penetrasjonen er nær 15 m fra start, men avtar relativt brått til mindre enn 10 m fra pos. 100. Den er noe større fra pos. 195 til 270, mens den videre bare er 5-7 m. Det er mulig at grunnvannsnivå ligger i reflektoren som bare er ca. 3m under overflaten ved starten av profilet og som grunner opp til mindre enn 2 m fram til pos. 90. En dypere og kraftig reflektor på ca. 10 m dyp ved profilstart kan heller ikke utelukkes å representere grunnvannsnivå. Den kan også skille mellom ulike avsetningssekvenser, eller mest sannsynlig skyldes overgang mot morenedominert materiale. Mellom pos. 190 og 290 kan det være opptil 7-9 m sand/grus over morenedominert materiale, mens finstoffrik morene kommer opp mot 5-6 m dyp videre nedover langs profilet. En del skrå reflektorer skyldes teknisk støy.

I borpunkt B14 ca. 30 m sørvest for vestenden av P32 er det boret vel 27m i løsmasser. Det er vekslende grove lag øverst (sand og grus), mens det kommer inn finere materiale fra 8-9 m dyp.

3.1.4 Elgane (P40)

Penetrasjonen er stort sett mindre enn 5 m. Under et meget tynt overflatelag av mulig sortert materiale (sand/grus) må avsetningen bestå av moreneleire. Kraftig bunnreflektor som danner forsenkning mellom pos.180 og230 og mellom pos. 260 og 293 indikerer bunnen av myr. På grunn av antatt lav radarbølgehastighet i myrmateriale, vil myrmektigheten bli en god del overdrevet i profilutskriften.

3.1.5 Sammenfattende vurdering Hå

Ved de undersøkte lokalitetene i Hå tyder målingene på relativt begrensede muligheter for uttak av større vannmengder. Forholdene er absolutt best ved Lode hvor det kan være opptil 10 m mektighet under grunnvannsnivå med mulighet for egnede løsmasser (spesielt langs P28 og deler av P31). Ved Auestad kan det være egnede løsmasser i østre del av P41 (pos. 0 - 150) og ved Sæland i den østre og høyestliggende del av P32 (pos. 0 - 100). Forøvrig ligger antatt overflate av leirdominert morene for grunt, spesielt ved Elgane (P40). Målingene kan ikke si noe om det ved noen av lokalitetene kan ligge bedre egnede løsmasser under morene.

3.2 Klepp kommune

Målingene i Klepp er konsentrert til området rundt Horpestadvatnet og Ergavatnet (se kartbilag -02). Utskrift av georadarprofiler og lokalkart med profilplassering er vist i kartbilag -05 for lokalitetene Erga og Vik, kartbilag -06 for Horpestadvatnet SV, kartbilag -07 for Horpestadvatnet SØ og kartbilag -08 for Horpestadvatnet N.

3.2.1 Erga (P1A og P1B)

Langs P1A er penetrasjonsdypet ca. 300 ns (ca. 15 m) fra vestenden og fram til pos. 125. Videre langs resten av profilet (til pos. 497) varierer penetrasjonen noe rundt 250 ns (11-13 m). Dårlig penetrasjon mellom pos. 365 og 385 kan skyldes spesielle overflateforhold, eller deponert eller infiltrert materiale i grunnen. Penetrasjonsbegrensningen forøvrig skyldes trolig overgang mot morenedominert materiale eller muligens fjell. Refleksjonsmønsteret er fra nær horisontalt til bølget, men domineres av relativt usammenhengende reflektorer. Det ser ut til å være en ryggform med toppunkt rundt pos. 80, og overflaten på denne skråner nedover mot vest som en tydelig reflektor mellom pos.70 og 50. Ryggformen kan være en eskeravsetning. Overliggende materiale vestafor er trolig også vesentlig sand og grus, men antas å være avsatt i en noe senere fase. Det kan også være sand og grus i øvre del også videre mot øst langs profilet, men usikker overgang mot antatt morene mot dypet.

Grunnvannsspeilet er relativt usikkert, men kan være på 4-5 m dyp rundt pos. 40, pos. 105-130 og 190-240, er muligens oppe i 3 m ved pos. 380 og deretter rundt 5 m pos. 430-470. Langs østlige halvdel av profilet stiger terrenget ca. 10 m, og grunnvannsnivået ser derfor også ut til å stige mot øst.

Langs P1B, som er en direkte fortsettelse av P1A, er penetrasjonen rundt 10 m i starten, avtagende til 5-6 m fra pos. 35 og er mindre enn 5 m fra pos. 250 og ut (pos.309). Det er en

lokal økning i penetrasjonen i området pos. 75-85. Kryssende skråreflektorer pos. 120-170 er teknisk støy. Den generelt dårlige penetrasjonen kan skyldes overgang til morene med høyt finstoffinnhold, men det kan ikke utelukkes at overflateforholdene kan spille en vesentlig rolle for redusert penetrasjon. Profilet følger en våt gardsveg trolig med dels overgjødslet overflate. Det er nær horisontale reflektorer i overflatematerialet, og grunnvannsnivå er ikke indikert.

3.2.2 Vik (P27)

Penetrasjonen er stort sett begrenset til 10-12 m og skyldes sannsynligvis at det derfra kommer inn finkornig materiale, trolig leirholdig morene. Over er det fra nær horisontale til bølget og usammenhengende reflektorer, som indikerer at det er vesentlig sand/grus-avsetninger. Grunnvannsnivå er meget usikkert, men reflektor 8-9 m dypt langs vestligste del av profilet kan indikere grunnvannsspeil.

I borpunkt BH2 ca. 80 m sør for midten av P27 er det boret nær 30 m dypt i løsmassene. Ut fra borloggen indikeres vekslende lag av sand og grus med stein nedover i hele borprofilet, men fra 14-15 m dyp kan materialvariasjonene også representere morenedominerte avsetninger. Det opptrer også faste lag på rundt 4 og 11 m dyp som kan tenkes å inneholde finkornig materiale. Ved boringen ble grunnvannsnivå indikert på nær 4 m dyp, men det lyktes ikke å pumpe opp vann fra 5 og 7 m dyp.

3.2.3 Horpestadvatnet SV (P2A, P2B og P6)

Langs P2A er det noe varierende penetrasjon, men er gjennomgående rundt 300 ns eller 15 m fram til pos. 980, mens den videre fram til enden av profilet (pos. 1208) stort sett er mindre enn 10 m. I løsmassene er det fra nær horisontale reflektorer til uregelmessig bølget og til dels kaotisk refleksjonsmønster. Slakt stigende reflektor fra ca. 12 m dyp ved pos. 0 til 8-10 m ved pos. 70 kan representere overgang mot fjell eller morene. Materialet over regnes å være breelvdominert, men kan også være sand/grusdominert morene. Reflektoren går trolig ned til nær 15 m dyp ved pos. 100. Den er vanskelig å skille ut kontinuerlig videre langs profilet, men anslås å ligge mellom 10 og 15 m dypt. Mellom pos. 800 og 990 varierer reflektoren rundt 10 m dyp med et toppunkt på 7 m ved pos. 880. Terrengoverflaten skråner noe nedover fra pos. 990, og reflektoren grunner opp til 6-7 m ved pos. 1015 og kan ligge i dette dyp fram mot enden av profilet. Dårlig penetrasjon pos. 665-685 kan skyldes spesielle overflateforhold, eventuelt deponert eller infiltrert materiale i grunnen. Grunnvannsnivå er

ikke klarlagt langs profilet, men kan muligens ligge 4-5 m dypt de første 750 m og trolig noe grunnere videre.

Langs P2B, som er en direkte fortsettelse av P2A, er penetrasjonen fra vel 200 til 300 ns, tilsvarende 12-15 m dyp. Det er tilsvarende refleksjonsstrukturer som i P2A. Reflektor på 8-10 m dyp kan representere overgang mot mer finkornig materiale, eventuelt morene eller muligens fjell. Det er trolig myroverflate enkelte steder, f. eks. pos. 160-200. Dårlig penetrasjon pos. 130-160 kan være forårsaket av finstoffholdig lag som her kommer nær overflaten (fra større dyp i øst), men kan også skyldes spesielle overflateforhold, eventuelt deponert eller infiltrert materiale i grunnen. Grunnvannsnivå er ikke klarlagt langs profilet.

Langs P6, som går sørøstover langs grusveg fra P2A pos.643, avtar penetrasjonen fra 15-20 m til 10-12 m fram til pos. 70 og fortsetter rundt 10 m fram til enden (pos. 296). Kraftig men relativt kaotisk refleksjonsmønster nærmest P2A, svakere og bølget men dels usammenhengende videre mot SØ. Det er trolig brelvdominert materiale, muligens relativt finkornig. Redusert penetrasjon og svak refleksivitet kan også skyldes salting av grusvegen. Slak ryggformet reflektor i området pos. 167-215 med toppunkt 7-8 m dyp rundt pos. 190 kan være fjell- eller moreneoverflate. Grunnvannsnivå er ikke klarlagt, men må antas å ligge grunt i sørøstlige del av profilet.

3.2.4 Horpestadvatnet SØ (P2C og P3)

Profil P2C er en direkte fortsettelse av profilene P2A + P2B fra området Horpestad SV. Penetrasjonen langs profilet er stort sett rundt 15 m, men er redusert til 10 m i noen områder (f. eks. pos. 300-400, 900-950 og fra pos.1330 og til slutten av profilet (pos. 1543). Fra start og fram til pos. 90 krysses et mindre avsetningsbasseng med nær horisontale reflektorer, trolig sortert, men relativt finkornig materiale. Fra pos. 90 til 250 stikker det opp en ryggform med god penetrasjon og relativt kaotisk refleksjonsmønster. Den kan være en eskeravsetning og regnes vesentlig å bestå av sand og grus. Grunnvannsnivå kan ligge vel 5 m dypt i vestlige del, men stiger noe opp mot øst (3-4 m ved pos. 215). Bruddstykker av reflektor på 10-15 m dyp kan representere overgang til morene eller fjell. Mellom pos. 250 og 450 krysser profilet igjen et lavområde dekket av myr. Kraftige horisontale reflektorer nær overflaten demper georadarsignalet betydelig, og underliggende materialtype er usikker. Fra nær topp av oppoverbakke ved pos. 610 (15-18 m o.h.) er grunnvannsnivå trolig 6-7 m dypt, men kommer opp mot 5 m dyp mellom pos. 690 og 720. Hauget refleksjonsmønster under høydeplataet (pos. 700-930) regnes også å representere eskeravsetninger. Det er mulig at det er overgang mot morenedominert materiale fra 10-15 m dyp. Fra pos. 1330 og ut profilet kan en reflektor på 6-8 m dyp representere overgang mot morene eller fjell. Dårlig penetrasjon mellom pos.

530 og 560 kan skyldes overflateforhold i vegen, eventuelt deponert eller infiltrert materiale i grunnen. Dårlig reflektivitet pos. 910-950 og pos. 1070-1100 kan ha samme årsak.

Langs P3, som følger gardsveg nordvestover fra P2C (pos. 122), er penetrasjonen 15-20 m fram til pos.70, 10-15 m videre fram til pos. 265 og 10 m eller mindre siste del av profilet (til pos. 350). Kraftig bølgeformet refleksjonsmønster i sør regnes å indikere at det der vesentlig er sand og grus. Fra bunn av bakke (pos. 65) og trolig fram til pos. 170 er det myr i overflaten med størst mektighet rundt pos. 80-90. Myra demper radarsignalet, så det er dårlig reflektivitet fra materialet under. Sentralt i profilet (pos. 80-270) er det en god del teknisk støy fra bygninger og fra kryssing av kanal (pos. 130-170), noe som gjør tolkning av refleksjonsstrukturene vanskelig. Langs siste del av profilet ser det ut til å komme inn finkornig materiale fra ca. 7 m dyp. I sør kan grunnvannsnivå stige slakt oppover fra ca. 6 m dyp. Det kan ikke utelukkes at dype reflektorer langs profilet kan representere overgang mot fjell eller morene, f. eks. reflektor som stiger opp fra ca. 18 til 15 m mellom pos. 25 og 55.

I borpunkt BH1 i nordvestre del av P3 (pos. 302) er boringen avsluttet mot fjell eller hard morene på nær 22 m dyp. Bortsett fra de øvre 3 m med grovt materiale er løsmassene dominert av sand/finsand med et høyt innslag av finkornig materiale og regnes dermed dårlig egnet for større grunnvannsuttak.

3.2.5 Horpestadvatnet N (P4, P5 og P7)

Profil P4, som er 1040 m langt, er målt langs drifts- og gardsveg. Penetrasjonsdypet varierer stort sett mellom 10 og 15 m og er jevnest og størst de østligste ca. 300 m. De vestligste 450 m er dominert av grunne myrbassenger (f.eks. pos. 70-160 og 215-245) med oppstikkende rygger i mellom. Det er liten penetrasjon under reflektor i bunn av myr. Ryggene er trolig sand/grus-dominerte eskeravsetninger, men begrenset penetrasjon tyder på relativt tynne avsetninger og at det under ligger morene eller fjell. Det kan heller ikke utelukkes at fjelloverflaten kan stikke opp under noen av ryggene, f. eks. ved pos. 380-440. Relativt kraftig og til dels kaotisk reflektivitet indikerer sand/grus-avsetninger de østligste 300 m. Det er mulig overgang mot morene eller fjell fra 12-15 m dyp. Grunnvannsnivå kan ligge ca. 5 m under overflaten de østligste 150 m, men reflektoren er noe diffus og er ikke sikkert indikert forøvrig i profilet.

I borepunkt BH3, som er plassert mellom østlige del av P4 og Horpestadvatnet, er det boret i grovt materiale (sand, grus og stein) ned til stopp mot fjell eller blokk på vel 10 m dyp.

Det 964 m lange profilet P5 starter ved enden av P4 og følger veg med fast dekke mot ØSØ. Penetrasjonen er 10-15 m fram til pos. 470, 15-20 m videre fram til pos. 700 og rundt 15 m

langs resten av profilet. Refleksjonsmønsteret er variabelt, men relativt uklart i første halvdel av profilet. Det kan også her være løsmasser som dels er avsatt i rygger/hauger og med senere innfylte groper/bassenger i mellom, stedvis dekket av et tynt myrlag på overflaten. Langs østlige halvdel av profilet kommer det fra et visst dyp inn markert skrålagning vesentlig med fall mot vest langs profilet og dette indikerer breelavsatt materiale. Over kan det ligge materiale avsatt i en noe senere fase. Grunnvannsnivå kan fra starten av profilet være på 5-6 m dyp, men kommer nærmere overflaten nedover bakken (mot pos. 210). Fra pos. 480 og fram til pos.660 kan dyp til grunnvann øke fra 3-4 m til 6-7 m. Det avtar trolig til ca. 3 m ved pos. 800, men øker igjen til 4-5 m mot østenden.

Langs profil P7 som følger veg med fast dekke nordvest for Horpestadvatnet, varierer penetrasjonen stort sett mellom 10 og 15 m. Penetrasjon på bare 5 m mellom pos. 73 og 105 kan skyldes overflateforhold i vegen, eller deponert eller infiltrert materiale i grunnen. Refleksjonsmønsteret er vesentlig nær horisontalt eller bølget. Det kan være en oppstikkende esker-, morene- eller eventuelt fjellrygg i området fra pos. 50 og sørvestover. I området pos. 100-200 kan det være overgang mot morenedominert materiale fra rundt 10 m dyp. Videre sørvestover i profilet kan det være innfylte bassenger mellom mindre oppstikkende rygger med toppunkt rundt pos. 360 og 430. De sørvestligste 100 m er det mer markerte flattliggende lag i øvre del av avsetningene. Dette er sannsynligvis mer finkornige innsjøsedimenter som ligger over trolig grovere breelvavsetninger. Grunnvannsnivå er usikkert, det kan antydningvis ligge rundt 5 m dypt sentralt i profilet og 3-4 m i vestligste del.

3.2.6 Sammenfattende vurdering Klepp

Mulighetene for større uttak av grunnvann fra løsmassene i de undersøkte områdene ved Ergavatnet og Horpestadvatnet er ut fra georadarmålingene forholdsvis usikre. Langs en god del av måleprofilene kan det være mulig egnede løsmasser ned til mellom 5 og 10 m under grunnvannsnivå. Ved Erga er det trolig best egnede avsetninger i vestlige del av P1A (pos. 0 - 125). Dersom grunnvannsspeilet ligger 8-9 m dypt ved Vik, er det bare et meget tynt grunnvannsmettet lag over finkornige avsetninger langs P27. Ved Horpestadvatnet SV synes det å være brukbare, men noe varierende forhold langs P2A fram til pos. 1000. Sørøst for vatnet er det absolutt best forhold langs P2C i området pos. 95-250 og i søndre del av det kryssende profil P3 (pos. 0-70). De beste løsmasseforholdene synes å opptre nordøst for Horpestadvatnet langs østlige del av P4 (pos.750-1040) og i sentrale og østlige deler av P5. Nordvest for vatnet kan det være visse muligheter i det lavereliggende området langs sørvestlige del av P7.

3.3 Sandnes kommune

Målingene i Sandnes omfatter lokalitetene Sviland, Bråstein, Eikeland og Vaglemoen (se kartbilag -03). De tre sistnevnte ligger på avsetninger nær Figgjoelva. Utskrift av georadarprofiler og lokalkart med profilplassering er vist i kartbilag -09.

3.3.1 Sviland (P19, P20 og P21)

Langs alle profilene er det oppnådd et penetrasjonsdyp på mellom 20 og 25 m. Dette indikerer at det er relativt grovt materiale, trolig vesentlig breelvavsatt sand/grus, av stor mektighet i området.

Langs P19 er det vesentlig horisontale lagstrukturer øverst i avsetningene. Under kommer det inn skrålag med fall mot sør de sørligste 200 m av profilet. I nordlige del er lagstrukturene mer usammenhengende. Det kan være like grovt materiale som i sør, men avsetningsretningen kan her være mer på tvers av profilet.

P20 krysser over en rygg med høyeste terrengnivå mellom pos. 130 og 160. På begge sider av ryggen ser det ut til å være avsatt nedskylt materiale (strandavsetninger) med maksimal mektighet 7-8 m på vestsiden og ca. 6 m på østsiden. I materialet under opptrer en del skrålagning, hovedsakelig med fall mot vest langs profilet.

Langs P21 er det bølget til kaotisk refleksjonsmønster i østlige halvdel av profilet, mens det vestover er forholdsvis markert skrålagning med fall mot vest.

Grunnvannsnivå er dårlig definert langs profilene, det kan ligge 8-10 m dypt i sørligste del av P19, 5-7 m sentralt i profilet og trolig 6-8 m i nordlige del og vestligst i P20. Under ryggen i P20 kan grunnvannsnivå ligge 12-14 m dypt, mens dypet østafør er usikkert.

Fjelloverflate eller morene er ikke indikert, men kan ikke utelukkes å komme inn fra vel 20 m dyp, f. eks. i østlige halvdel av P21.

I borpunkt BH13, som er plassert i øst på avsetningene og relativt langt fra georadarprofilene, er det boret 28 m dypt i løsmassene uten å nå fjell. Det er grovt materiale (sand, grus og stein) de øvre 12 m, men fra 8-9 m dyp er materialet spesielt grovt og hardpakket (moreneaktig). Under er det vesentlig sand og finsand.

3.3.2 Bråstein (P22 og P23)

I profil P22 parallelt med Figgjo-elva er det stort sett 15-20 m penetrasjon. Dårlig penetrasjon i områdene pos. 5-15 og 80-112 skyldes trolig overflateforhold, muligens deponert eller infiltrert materiale i grunnen. Det er fra bølget til kaotisk refleksjonsmønster, men med antydning til skrålagning med slakt fall mot vest i vestlige del. Det er mulig at fjelloverflaten når opp mellom 10 og 15 m dyp mellom pos. 40 og 110. Grunnvannsnivå er dårlig definert, men ligger trolig maksimalt 2-3 m under overflaten.

Langs tverrprofilet P23 er penetrasjonsdypet ca. 20 m og refleksjonsmønsteret er relativt kaotisk. Det er mulig at fjelloverflaten kan ligge på rundt 15 m dyp sentralt i profilet. Grunnvannsnivå kan ligge maksimalt 2-3 m dypt i nordlige del og meget dagnært i sørligste del av profilet.

Penetrasjonsdyp og refleksjonsmønster indikerer relativt grove avsetninger, trolig vesentlig sand og grus, som kan være egnet for grunnvannsformål. Det antas å være breelvdominert materiale, men kan også være grusig morene.

3.3.3 Eikeland (P24)

Penetrasjonen avtar fra 15-20 m de første 150 m av profilet til mindre enn 10 m mot vestenden (pos. 278). Det er uryddig haugete refleksjonsmønster fram til pos. 80, og dette kan dels skyldes tekniske støykilder i området. Derfra opptrer skrålagning med fall mot vest fram mot pos. 230. Dette indikerer at løsmassene vesentlig er breelvmateriale avsatt mot vest. Det er sannsynlig at fjelloverflaten kommer opp mot vest, fra ca. 15 m dyp ved pos. 185 til 5 m lengst vest. Grunnvannsnivå er meget usikkert, men anslås å kunne ligge på ca. 10 m dyp.

3.3.4 Vaglemoen (P25)

Når det ses bort fra teknisk støy i området, er penetrasjonen mindre enn 5 m de nordligste 150 m av profilet. Den øker mot sør til rundt 17m med kraftigst refleksivitet mellom pos. 260 og 300. Penetrasjonen avtar til 10 m mot sørenden (pos. 380). Refleksjonsmønsteret varierer fra nær horisontalt til bølget og haugete, og løsmassene kan her inneholde både breelv- og elveavsetninger. Svak refleksivitet mot dypet og horisontale reflektorer kan tyde på relativt finkornig materiale (sand/finsand?). Reflektor på rundt 17 m dyp (pos. 220-295) kan være fjelloverflaten. Fjell- eller moreneoverflate ligger meget grunt i nordlige del og kan komme

opp mot 6-7 m dyp mot sørrenden. Grunnvannsnivå ligger maksimalt 2-3 m under overflaten i sørlige del og 4-5 m sentralt i profilet.

3.3.5 Sammenfattende vurdering Sandnes

Målingene tyder på at det er minimum 10-15 m med relativt grovt materiale under grunnvannsnivå ved Sviland (P19, P20 og P21) og trolig også ved Bråstein nær Figgjo-elva (P22 og P23). Ved Sviland er det anslått å være fra 5 til 10 m ned til grunnvannsspeil, mens det ligger dagnært og ned til 2-3 m dyp ved Bråstein. Mulighetene for uttak av grunnvann vurderes å være gode for begge områdene. Ved Eikeland lenger vest ved Figgjo-elva er det en terrasse som har relativt stor mektighet av grovt materiale langs østlige del av måleprofilen, men grunnvannsnivå antas å ligge ganske dypt (10 m?) og forholdene for eventuelt uttak av grunnvann fra dypere nivå er usikre. På Vaglemoen lenger vest langs elva er avsetningene trolig for fine og har for liten mektighet til å være av interesse for større grunnvannsuttak. .

3.4 Time kommune

Målingene i Time omfatter lokalitetene Netland og Njåskog som begge ligger på østsiden av Frøylandsvatnet (se kartbilag -03). Utskrift av georadaropptak og lokalkart med profilplassering er vist i kartbilag -10 for Netland og -11 for Njåskog.

3.4.1 Netland (P8)

Penetrasjonsdyppet er 15-20 m fram til pos. 600 og er best i områdene pos. 90-220 og 250-450. Fra pos. 600 til 725 er penetrasjonen redusert til under 10 m, men øker litt mot sørøstenden av profilet (pos. 782). Terrenget skråner opp fram til pos. 115 og ned igjen ca. fra pos. 155 til 195. Dette medfører at dyp til grunnvannsspeil øker fra ca. 2 m i starten til muligens 6-8 m under toppflaten (pos. 115-155), men angivelsen er noe usikker da de øvrige reflektorene her stort sett også er horisontale og ligge nær parallelt med grunnvannsreflektoren. Horisontal lagdeling kan tyde på relativt finkornig materiale i øvre del av avsetningen, men det kan også være grovere lag avsatt på tvers av profilretningen. Det er slak skrålagning med fall mot NV langs profilet mellom pos. 155 og 230. Noe redusert penetrasjon rundt pos. 220-250 kan skyldes en mulig ryggform av morenedominert materiale. Området videre mot SØ fra pos. 250 til 350 synes å være et bassengområde med antatt innfylte breelavsetninger. Mer kaotisk refleksjonsmønster langs resten av profilet mot sørøst kan også representere relativt grovt

materiale, men er trolig dårligere sortert og det må regnes at det kommer inn mer finkornig materiale mot dypet, spesielt etter pos. 580. Grunnvannsnivå er indikert å ligge 4-5 m dypt i sentrale deler av profilet, men er noe usikkert. Svak reflektor på 15-20 m dyp, som kan antydes flere steder i profilet (bl. a. pos. 55-75 og 90-130 i første del av profilet), kan representere overgang mot fjell eller morene.

Ut fra penetrasjon, refleksjonsmønster og dyp til grunnvannsnivå synes området langs de sentrale deler av profilet å være best egnet for oppfølgende grunnvannsundersøkelser. Borpunkt BH5 øst for pos. 175 i P8 er boret til nesten 30 m dyp i løsmasser og er avsluttet i antatt morene. Materialet over er stort sett vekslende lag av sand og grus.

3.4.2 Njåskog (P15A, P15B og P16)

Langs P15A er det bare 3-8 m penetrasjon fram til pos. 300, deretter 10-15 m fram til vestenden av profilet (pos. 665). Den dårlige penetrasjonen i første del av profilet skyldes nok at det her vesentlig er morene med høyt finstoffinnhold, men fjellet kan heller ikke utelukkes å ligge relativt grunt i østligste del. Mellom pos. 60 og 125 kan det være 5-6 m med sand og grus øverst. I vestlige halvdel er det noe variabelt refleksjonsmønster, med nær horisontale men lite sammenhengende reflektorer. Avsetningene regnes her stort sett å være sand og grus, men er trolig dårlig sortert. Det er mulig at disse avsetningene går inn under moreneavsetningene østafør. Dette samsvarer med tolkning av vertikal elektrisk sondering nær pos. 165 i profilet og en enkel sonderboring samme sted til nesten 15 m dyp (Hilde Nymark, pers. medd.). I området fra pos. 570 og til vestenden er det en øvre avsetningssekvens med liten refleksivitet. Det er mulig at fjell eller morene kan komme inn fra 12-15 m dyp i den vestlige del av profilet. Grunnvannsnivået er ikke sikkert indikert, men kan ligge ned mot 5 m dypt sentralt i profilet, men kommer nok dagnært ved vestenden.

Profil P15B, som starter vest for bekken 8-10 m fra slutten av P15A, gir en penetrasjon på 20-25 m, og penetrasjonen er størst og refleksiviteten i løsmassene er kraftigst i området pos. 330-780. Refleksjonsmønsteret varierer fra nær horisontalt til bølget og hauget usammenhengende. Det er en del skrålagning fra et stykke under overflaten, men med varierende fallretning, noe som indikerer vekslende avsetningsretninger i området. I området pos. 280-430 er det skråreflektorer med fall mot sørøst langs profilet. Løsmassene langs profilet må regnes å være stort sett breelvavsatt materiale, men variasjon i refleksjonsmønster indikerer at det kan være en god del variasjon i sammensetning. En reflektor som går ned fra ca. 5 m dyp ved pos. 375 til 10 m ved 400 og under 15 m ved pos. 470, ser ut til å skille mellom to avsetningssekvenser, hvor den overliggende som dominerer i NV, har kraftigere og tettere refleksjonsmønster. Dette kan bety mer vekslende, men godt sorterte løsmasser. Det er mulig at underliggende avsetning kommer opp som en ryggform noe lenger vest med

toppunkt rundt pos. 575. Grunnvannsnivå er ikke definert i østlige del av profilet, det er nær 5 m dypt fra pos. 185 og er trolig i området 5-7 m videre mot vest.

I borpunkt BH4, som er lokalisert ca. 10 m sør for pos.650-655 i P15B, er det boret nær 30 m dypt i løsmassene uten å nå ned i morene eller fjell. Sonderboringen indikerer vekslende sand/grus-lag ned til 10 m dyp og sand/finsand dypere ned.

Langs tverrprofilet P16 er det oppnådd tilsvarende penetrasjon som i P15B, men noe mindre i nordlige del (pos.40-200). Refleksjonsmønsteret er tilsvarende, og det kan også her indikeres to avsetningssekvenser. Sentralt i profilet kan det se ut til å være en bred ryggform som når opp til mindre enn 5 m dyp mellom pos. 300 og 520. Overflaten av ryggen er indikert med en reflektor som skråner ned mot nord til ca 10 m dyp ved pos. 260 og fortsetter noe diffust videre. Avgrensningen mot sør er ikke så markert, men skråreflektor når ned til 15 m dyp ved pos. 595. Sønnafor pos. 420 er det i ryggen skrålagning med fall mot sør mens det nordafor er skrålagning med fall mot nord. Avsetningene over og til side for ryggen regnes å være avsatt i en noe senere fase. En meget markert reflektor på 15 m dyp rundt pos. 120 har uviss årsak, men kan være et organisk sjikt. Nordafor ser det ut til å komme opp en ny ryggform av antatt tilsvarende sekvens som ryggen sønnafor. Grunnvannsnivå er noe usikkert, men sentralt under ryggformen kan det ligge opptil 6-7 m dypt og rundt 5 m dypt lenger sør i profilet.

3.4.3 Sammenfattende vurdering Time

Målingene ved Netland og Njåskog indikerer gode muligheter for uttak av grunnvann fra løsmassene. Langs georadarprofil P8 ved Netland synes det å være gunstigst i området sentralt i profilet (pos. 250-500). Ved Njåskog er det ikke egnede løsmasser i østlige halvdel av P15A. I vestlige halvdel av profilet kan det være visse muligheter for grunnvannsuttak, men det er noe begrenset mektighet av antatt egnede løsmasser. Både langs P15B og det kryssende profilet P16 er det oppnådd god penetrasjon under grunnvannsnivå i sannsynlig relativt grovt materiale (breelvavsatt sand og grus). Grunnvannsnivå er anslått å ligge 5-7 m under terrengoverflaten. Løsmassene kan se ut til å være avsatt i flere faser og kan derfor variere en god del i sammensetning. For å vurdere grunnvannsmulighetene nærmere, vil det være nødvendig med oppfølgende borer med prøvetaking flere steder for å se hvilke deler av avsetningene som egner seg best for grunnvannsuttak.

4 KONKLUSJON

I forbindelse med kartlegging og hydrogeologisk vurdering av løsmasseavsetninger på Jæren, er det utført georadarmålinger på en rekke lokaliteter i Hå, Klepp, Sandnes og Time kommuner. Målingene er stort sett konsentrert til områder hvor tidligere kartlegging viser at det vesentlig er breelvdominert materiale (dvs. sand og grus) i overflaten. Vurderingene antyder mulighetene for grunnvannsuttak fra de dagnære avsetningene, dvs. fra de øverste 10-20 m ved hver lokalitet, og det er i en viss utstrekning avgrenset profilområder hvor forholdene synes å være best.

I Hå kommune kan det være brukbare muligheter for uttak av grunnvann ved Lode, spesielt langs P28 og søndre del av P31. Det er visse men usikre muligheter i begrensede områder ved Auestad (P41 pos. 0-150) og Sæland (P32 pos. 0-100), mens det ikke er påvist muligheter ved Elgane.

I Klepp kommune er det noe usikre muligheter for uttak av grunnvann ved Erga (P1A pos. 0-125), Vik, og i området rundt Horpestadvatnet. Det er trolig best forhold nordøst for vatnet (P4 pos. 750-1030 og P5 pos. 200-960) og deretter i sørøst (P2C pos. 95-250 og P3 pos 0-70).

I Sandnes kommune regnes grunnvannsmulighetene å være gode ved Sviland og Bråstein, mens det sannsynligvis er små muligheter ved Eikeland og Vaglemoen.

I Time kommune regnes det å være relativt gode muligheter for grunnvannsuttak ved Netland (P8 pos. 250-500) og Njåskog (P15B og P16).

Det er antatt å være gode muligheter for grunnvannsuttak også ved lokalitetene Bråsteinvatnet i Sandnes og Sæland i Time. Disse lokalitetene er imidlertid omhandlet særskilt i NGU Rapport 96.046 og NGU Rapport 96.065.

I de områdene hvor det er indikert muligheter for uttak av grunnvann, vil det være behov for oppfølgende boringer med masseprøvetaking for å vurdere korngradering og variasjon i løsmassesammensetning. Før endelig konklusjon om grunnvannsmulighetene kan trekkes, er det nødvendig med nedsetting av prøvebrønner med oppfølgende prøvepumping for vurdering av vannkapasitet og vannkvalitet. Faren for forurensning av grunnvannet må også vurderes. Forurensning fra jordbruket kan virke negativt inn på grunnvannskvaliteten, og denne faren må regnes å være spesielt stor i Hå og Klepp komuner. Det må også vurderes mulighet for forurensning fra andre kilder, dvs. fra deponert eller infiltrert materiale i grunnen.

5 REFERANSER

- Andersen, B. G., Wangen, O. P. & Østmo, S. R. 1987: Quaternary geology of Jæren and adjacent areas, southwestern Norway. *NGU Bulletin 411*, 55pp.
- Beres, M. Jr. & Haeni, F. P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water 29*, No. 3, 375-386.
- Rye, N. & Samlanes, J. T. 1996: Hydrogeologiske undersøkelser på Jæren. *Rapport 2/96, Geologisk institutt, Universitetet i Bergen.*
- Tønnesen, J. F. 1996a: Georadarmålinger ved Bråsteinvatnet i Sandnes. *NGU Rapport 96.046.*
- Tønnesen, J. F. 1996b: Georadarmålinger ved Sæland i Time kommune. *NGU Rapport 96.065.*
- Wangen, O. P. & Lien, R. 1990: Nærbø 1212 III. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. *NGU*
- Østmo, S. R. & Olsen, K. S. 1986: Stavanger 1212 IV. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000. *NGU*

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;

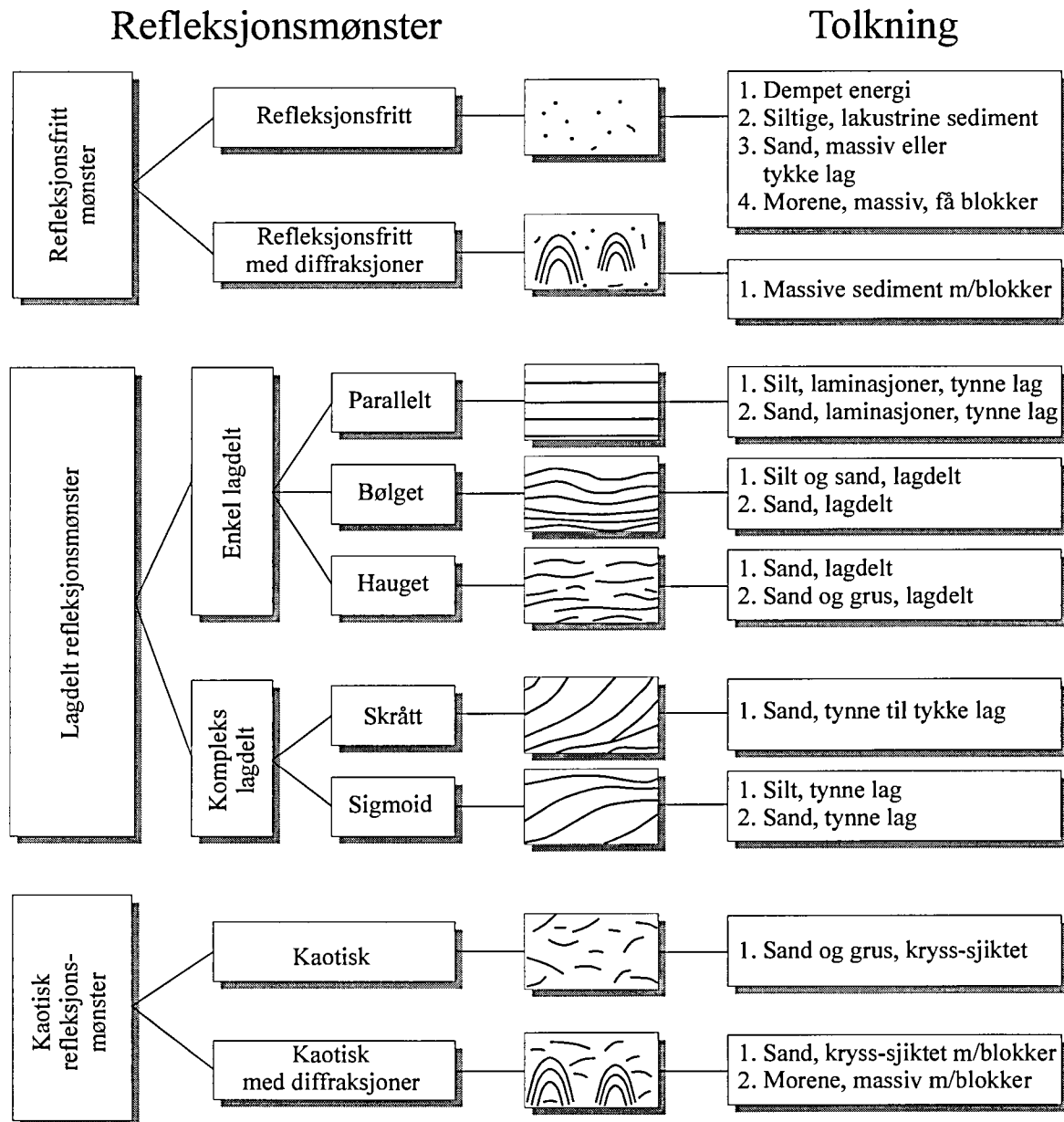
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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.

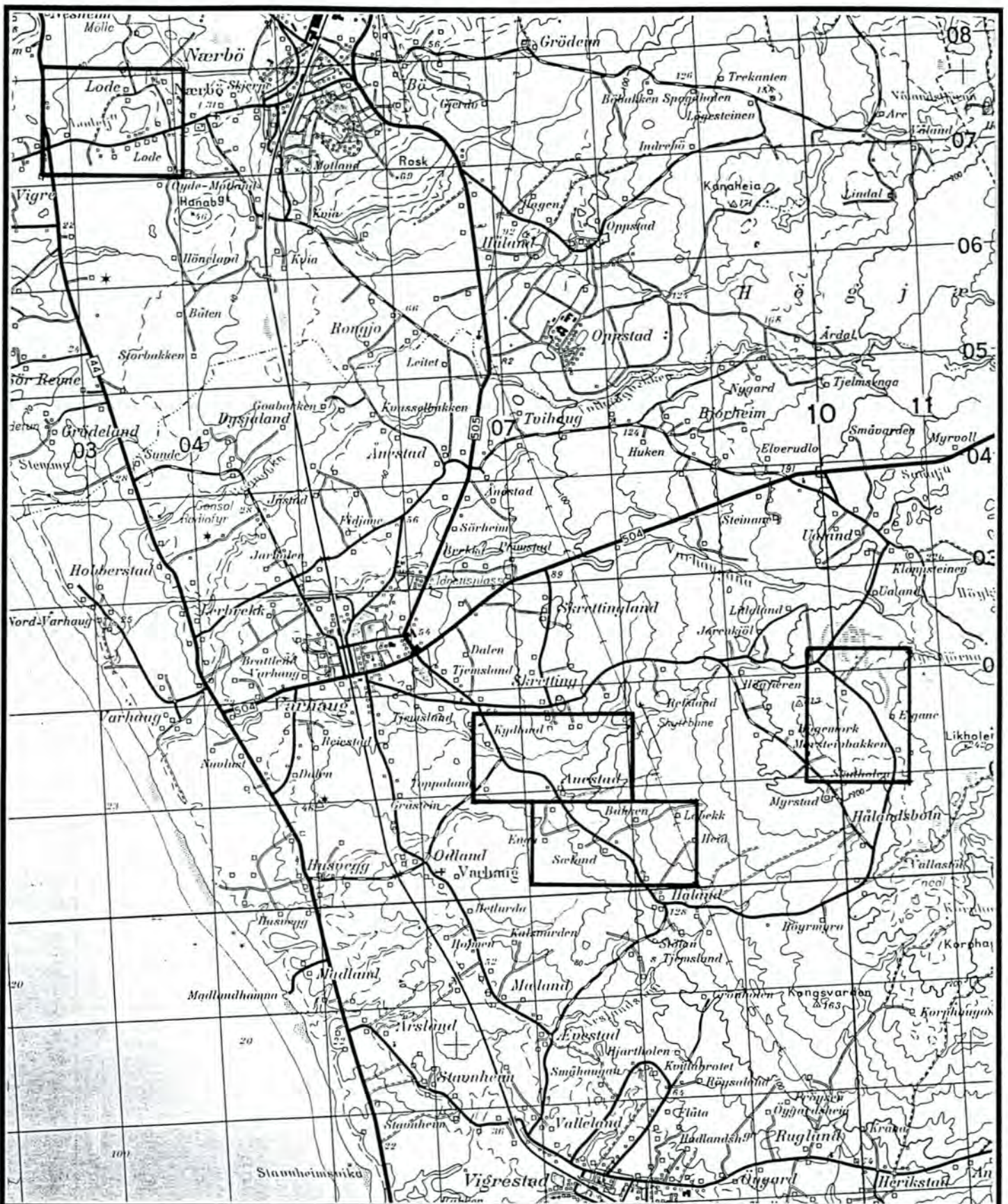
Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulserne og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin 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.

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

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



Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991).



NGU / UiB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B
 OVERSIKTSKART - GEORADARMÅLINGER

HÅ

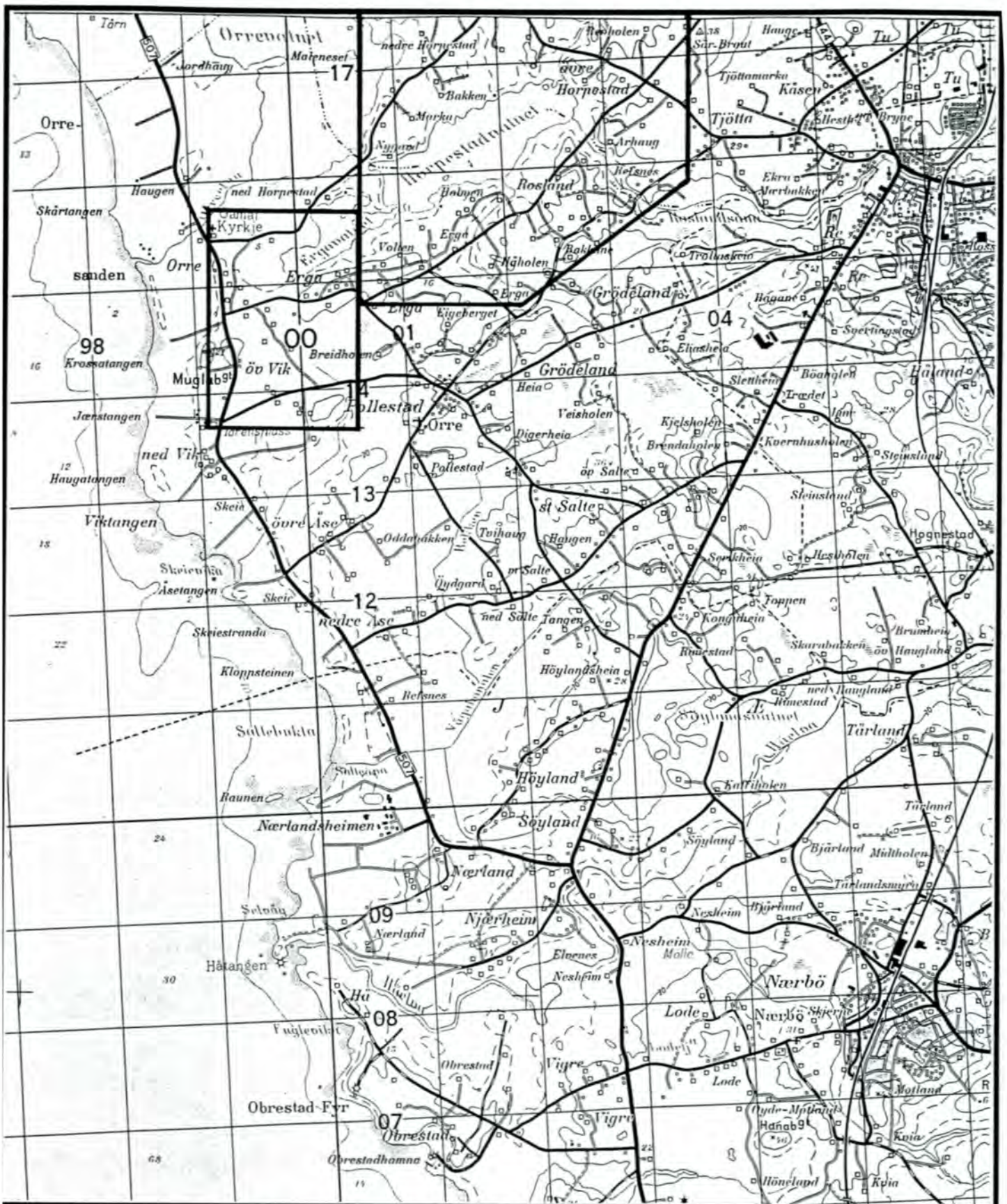
HÅ KOMMUNE, ROGALAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1 : 50 000	MÅLT JFT	NOV. -95
	TEGN JFT	MAI -96
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR
96.064-01

KARTBLAD NR
1212 III



NGU / UiB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B
 OVERSIKTSKART - GEORADARMÅLINGER

KLEPP

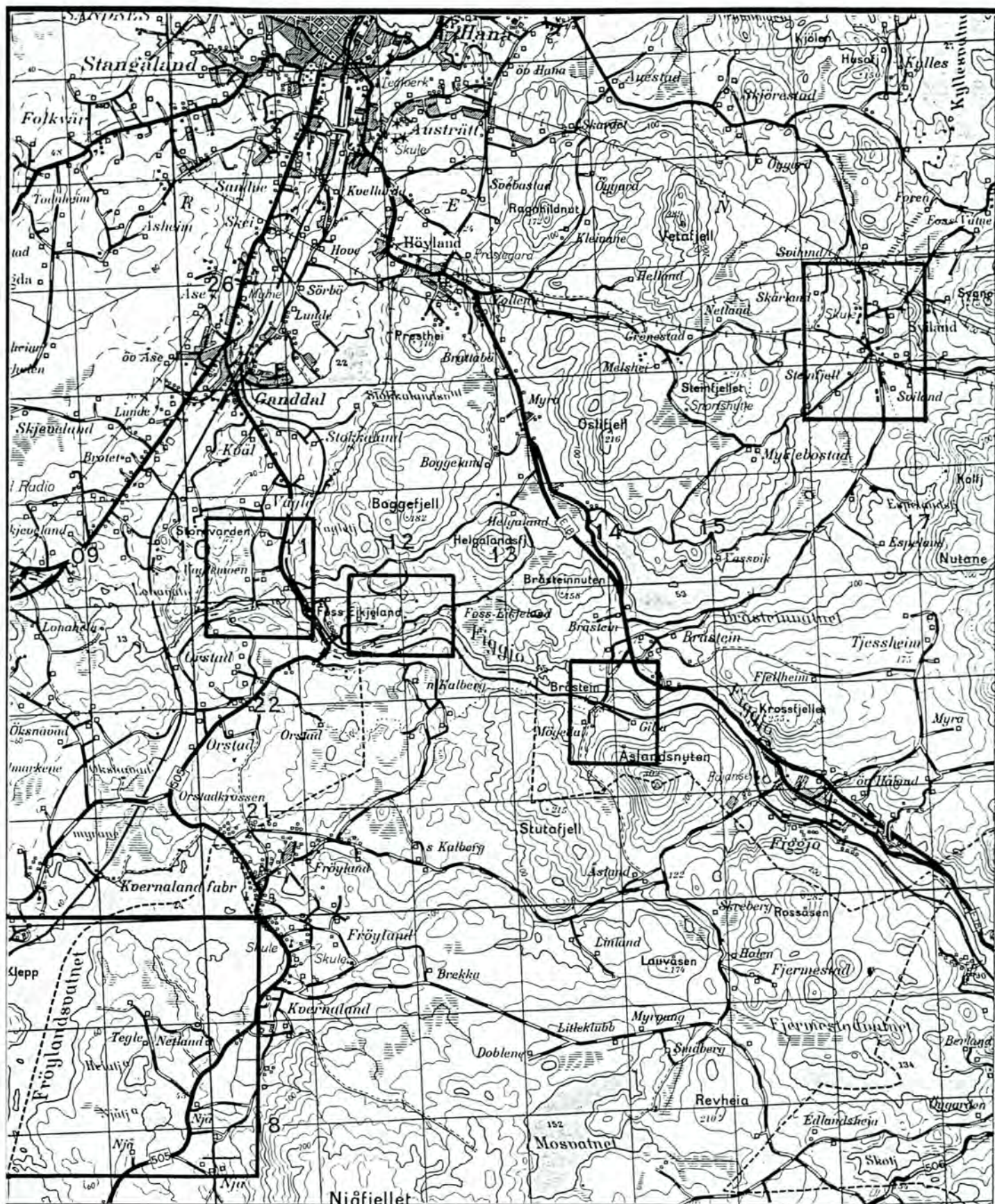
KLEPP KOMMUNE, ROGALAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1 : 50 000	MÅLT JFT	NOV. -95
	TEGN JFT	MAI -96
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR
96.064-02

KARTBLAD NR
1212 III



NGU / UiB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B
 OVERSIKTSKART - GEORADARMÅLINGER

SANDNES OG TIME

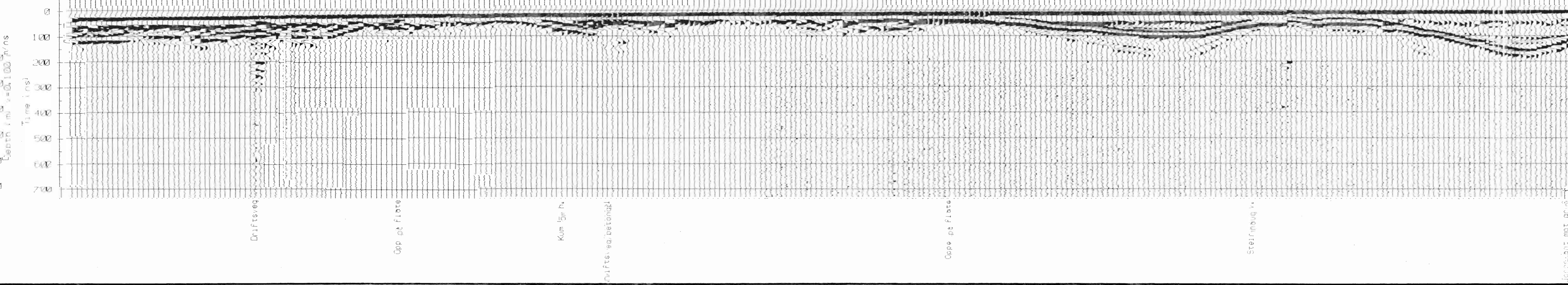
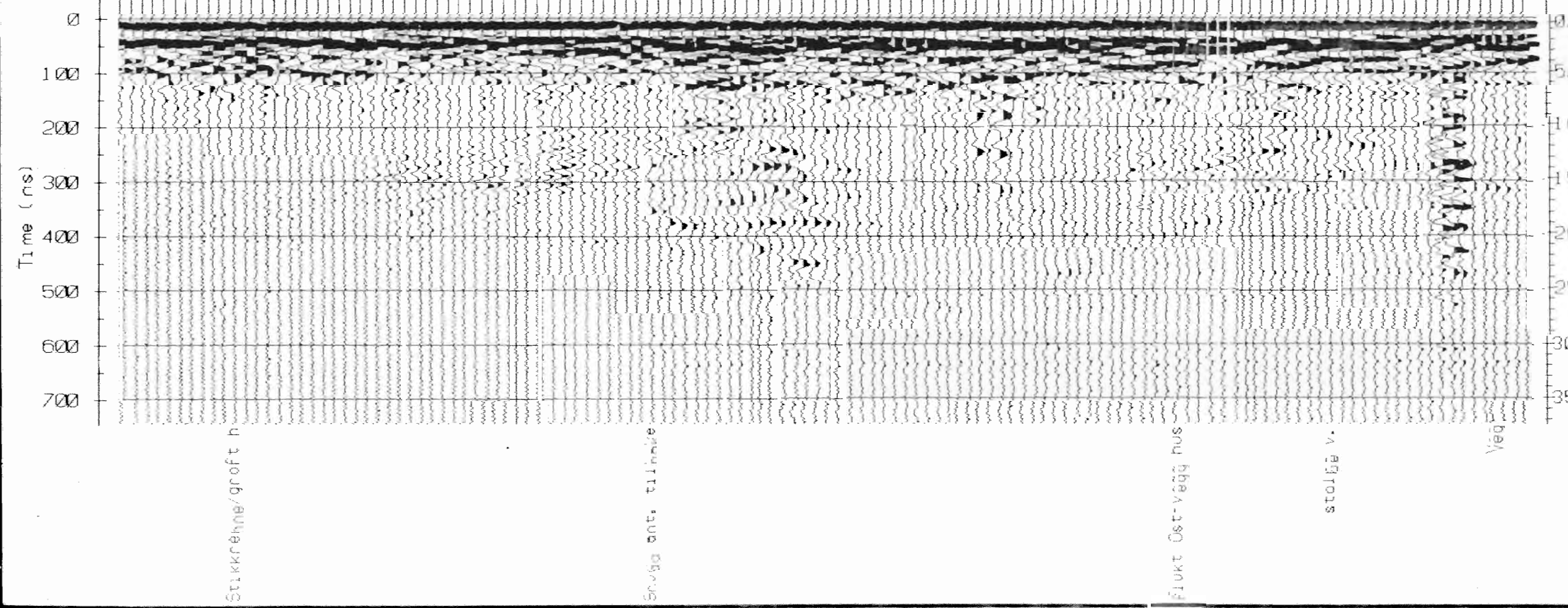
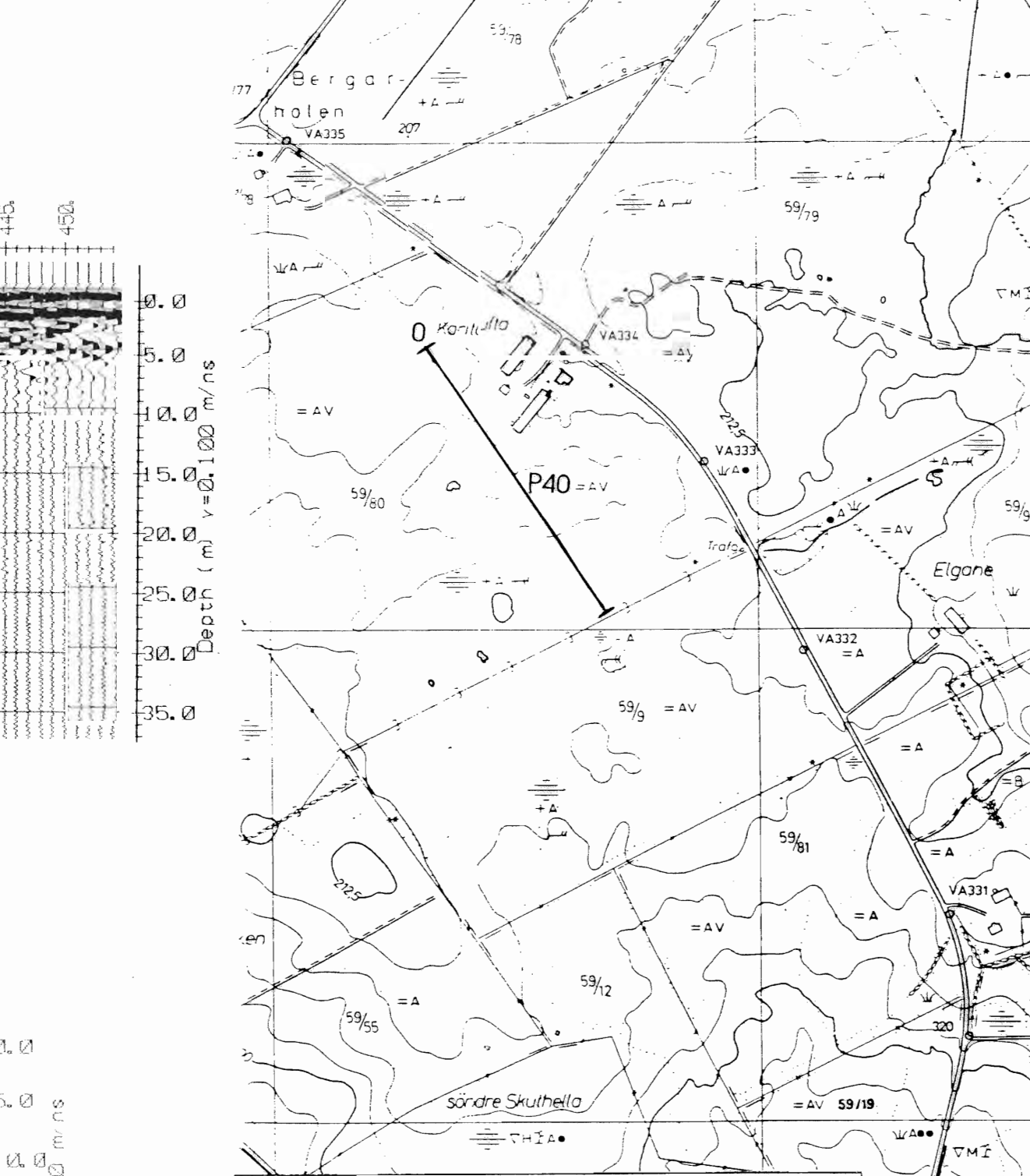
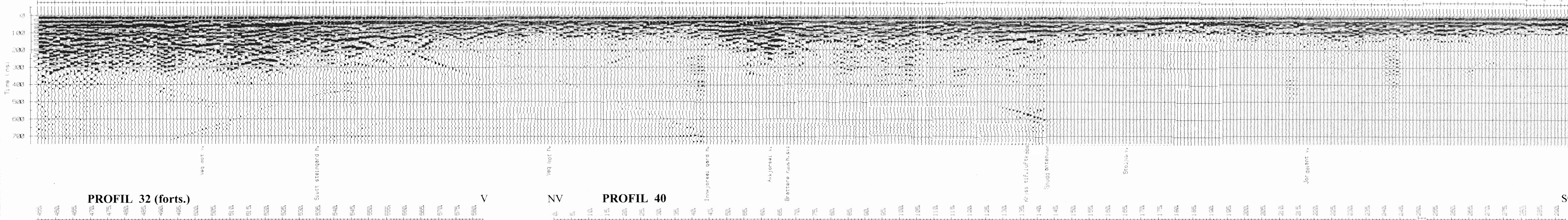
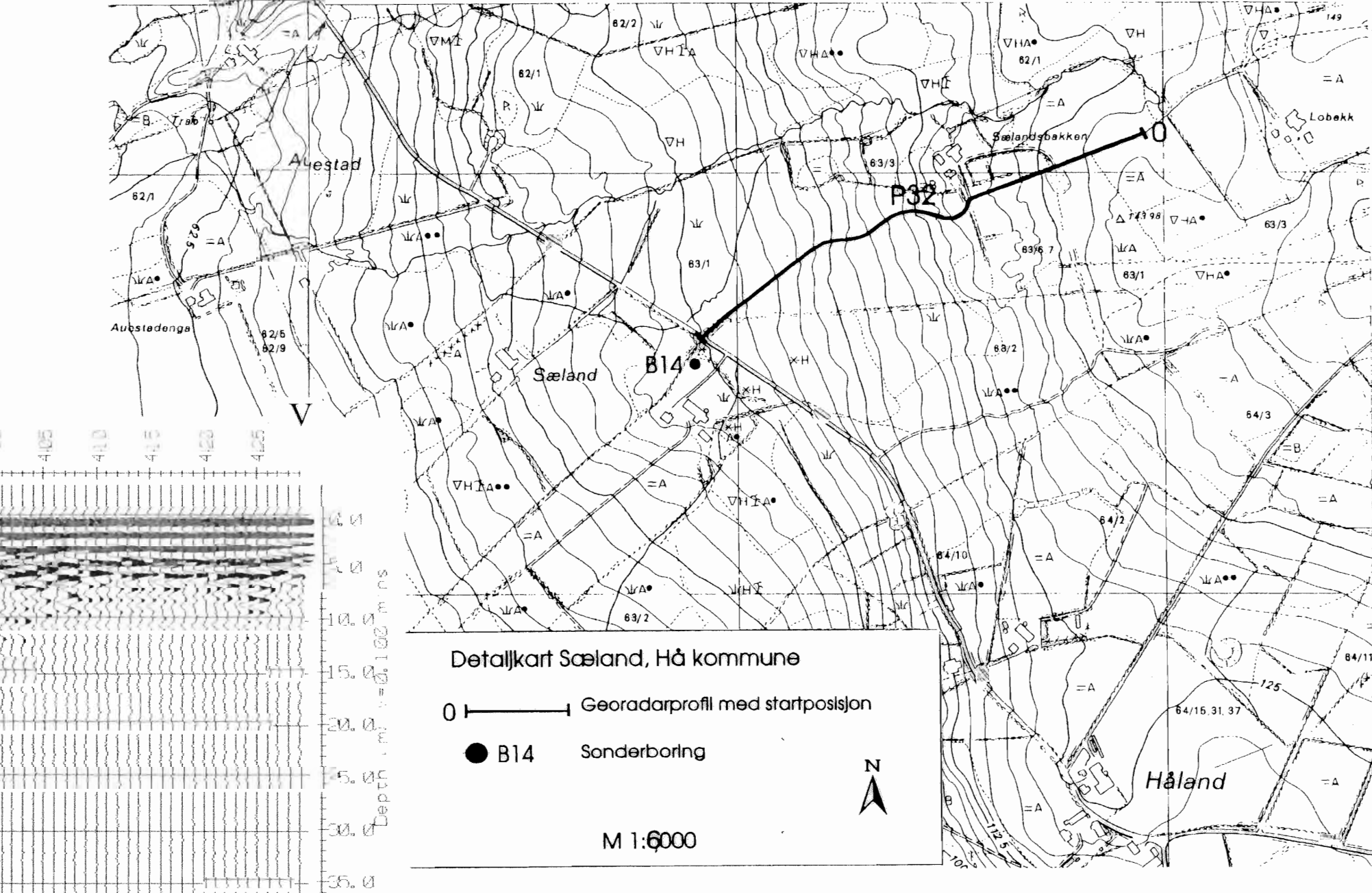
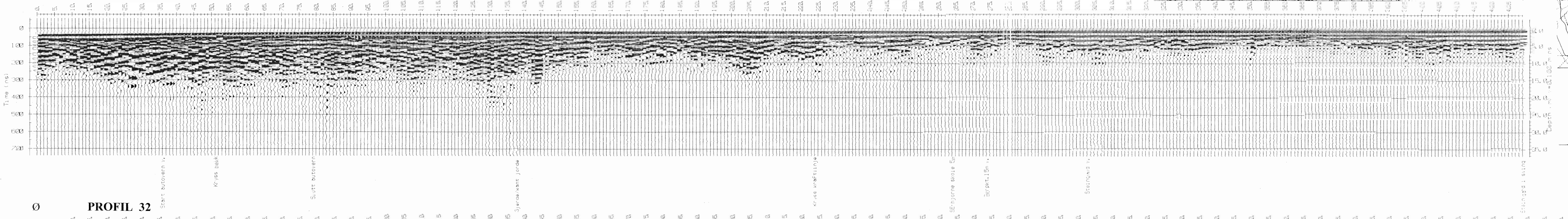
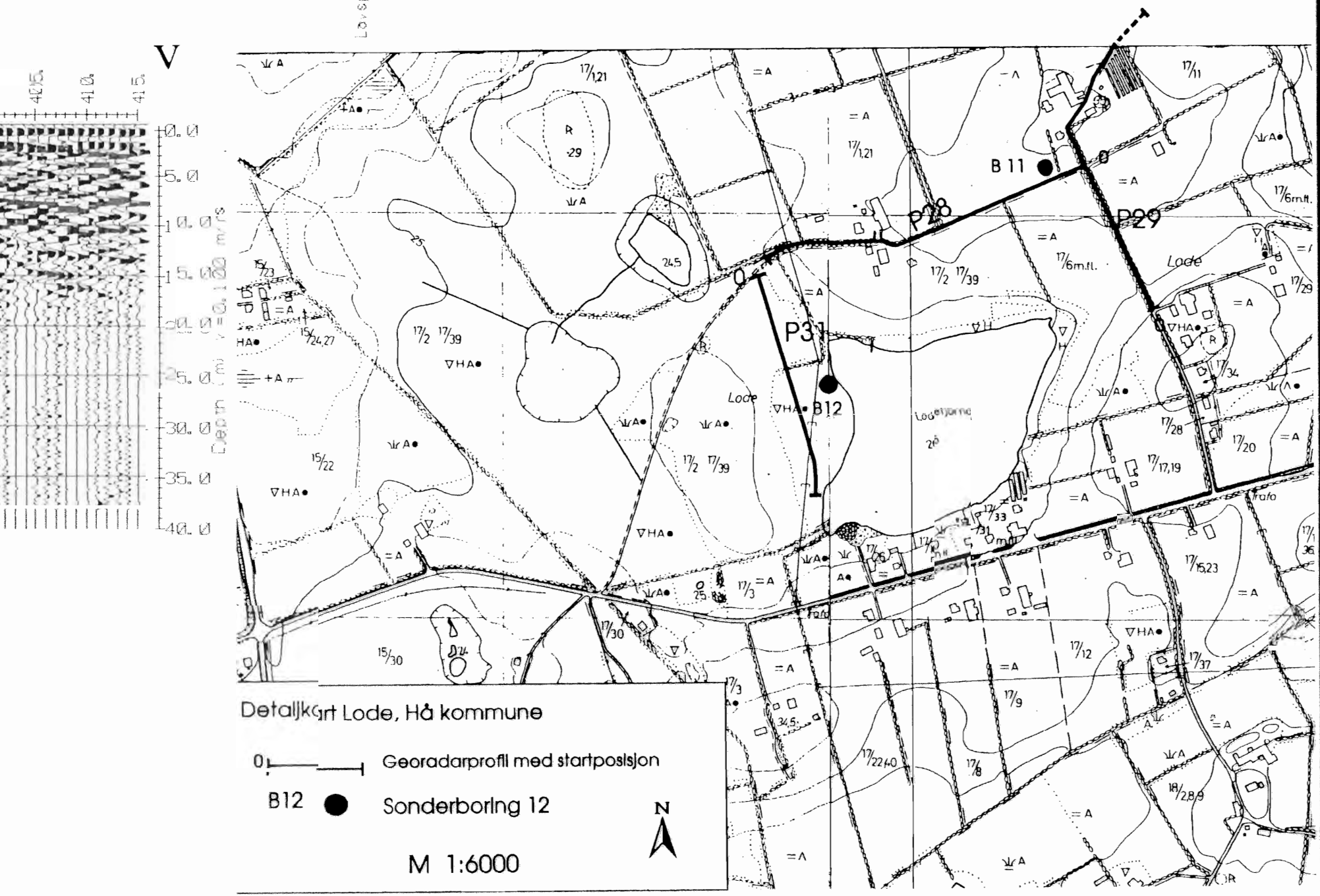
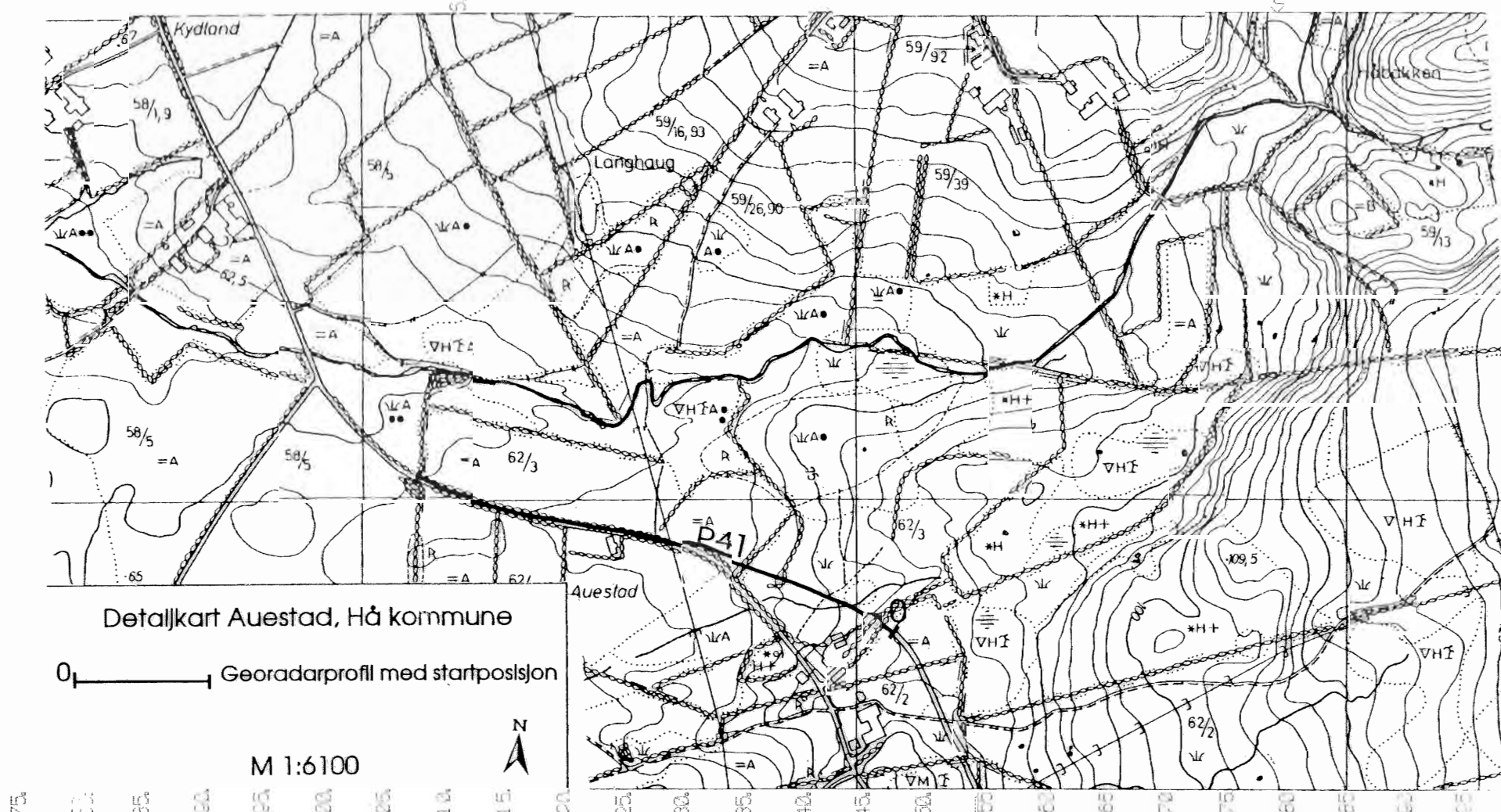
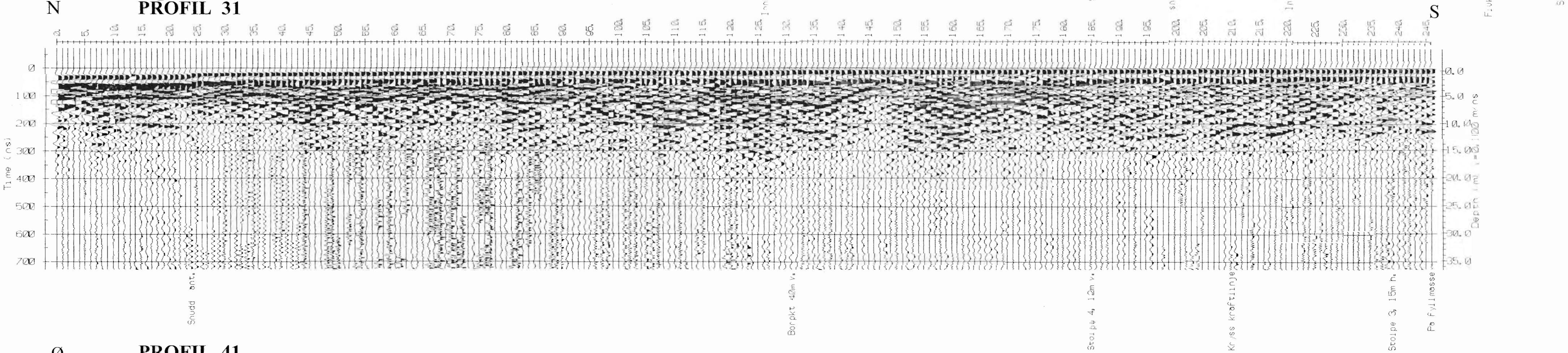
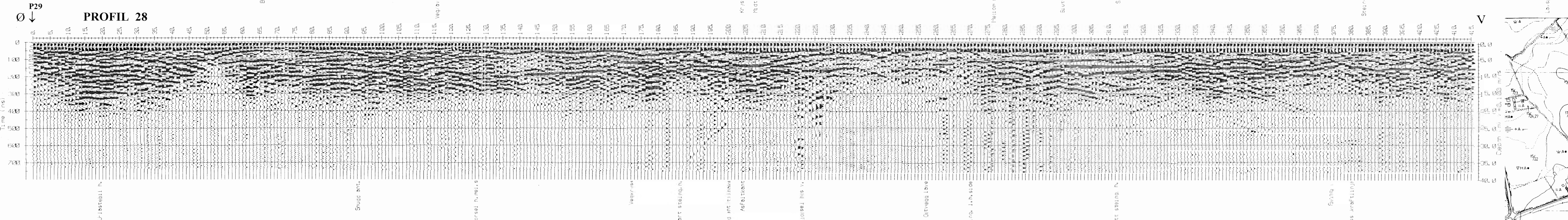
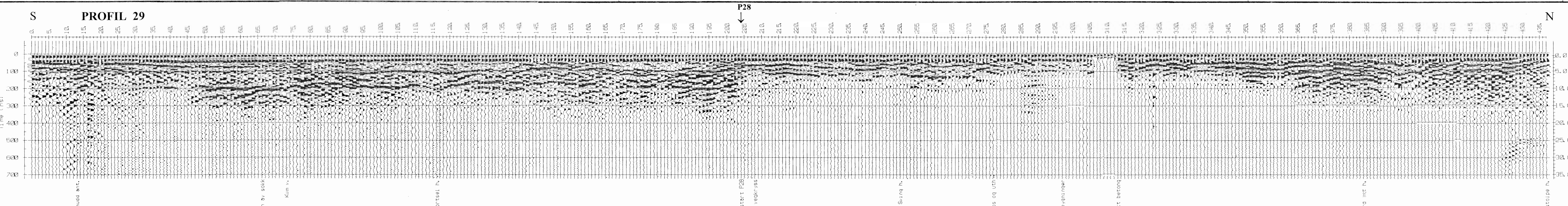
SANDNES OG TIME KOMMUNER, ROGALAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

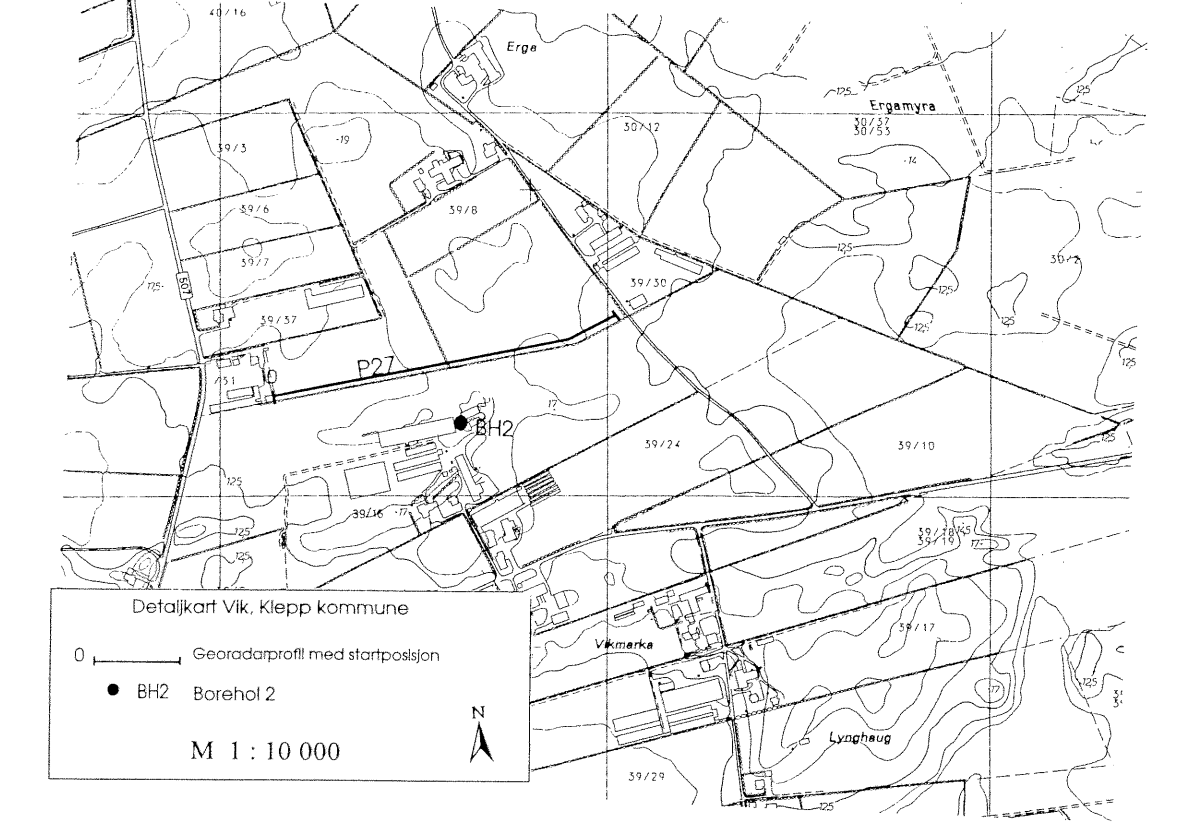
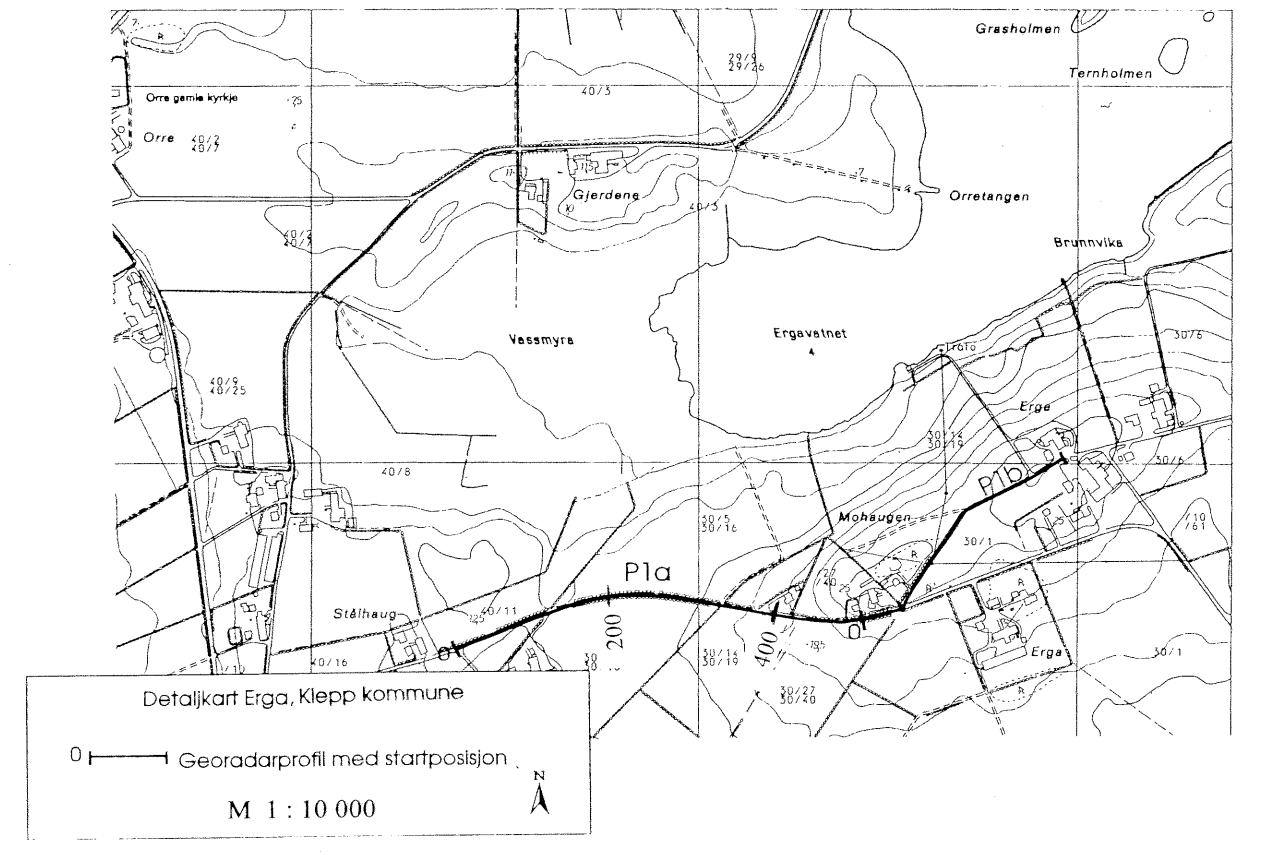
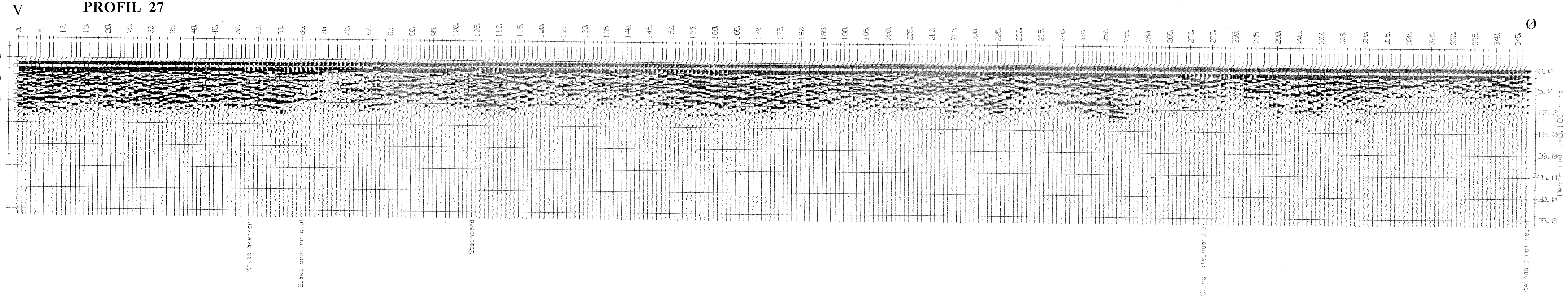
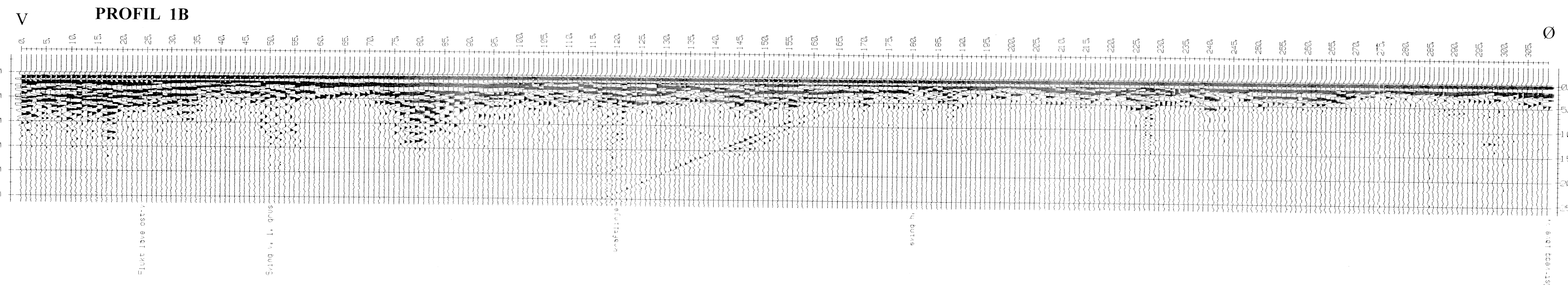
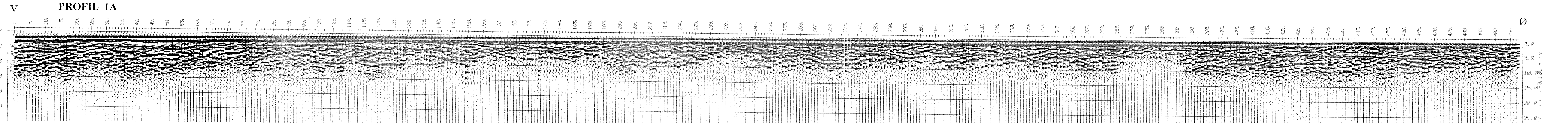
MÅLESTOKK 1 : 50 000	MÅLT JFT	NOV. -95
	TEGN JFT	MAI -96
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR
96.064-03

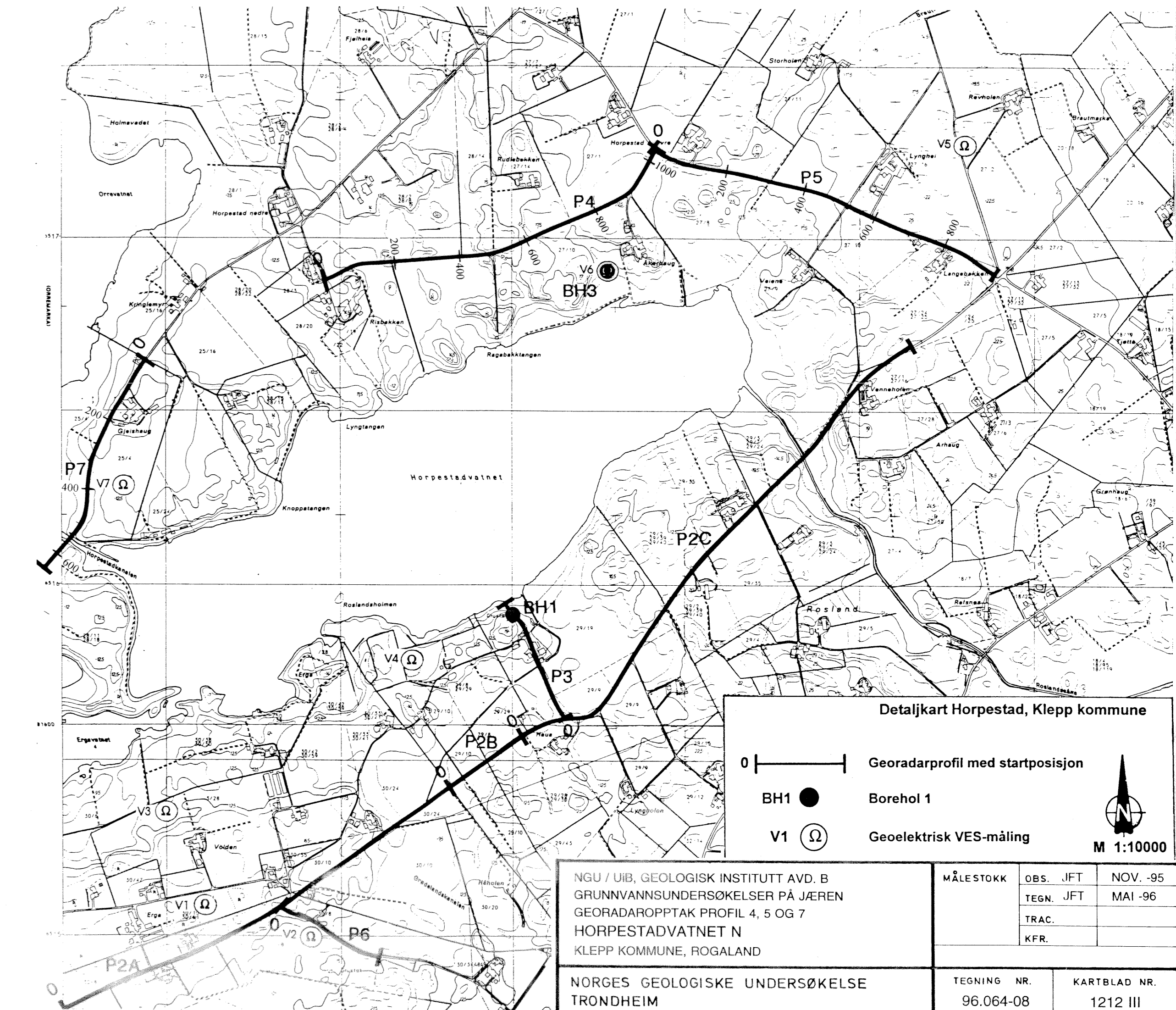
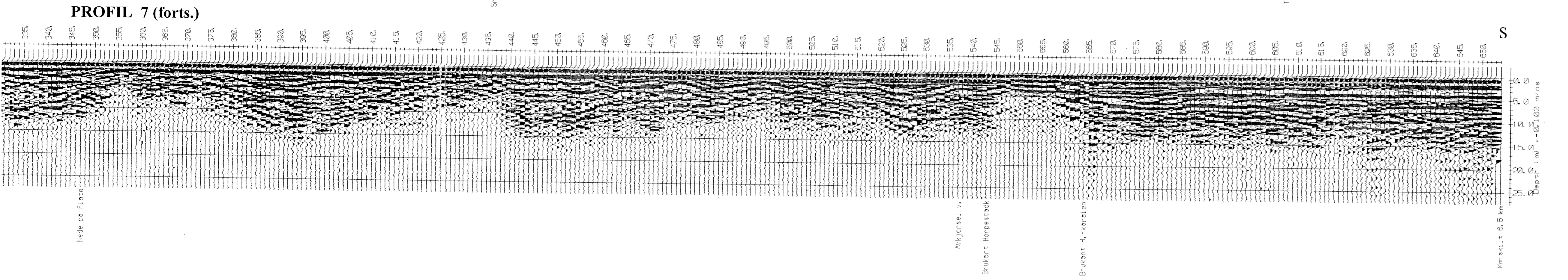
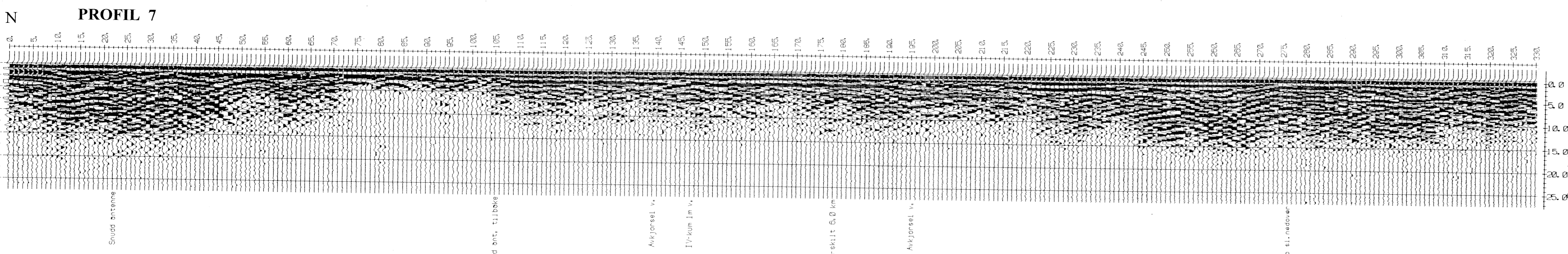
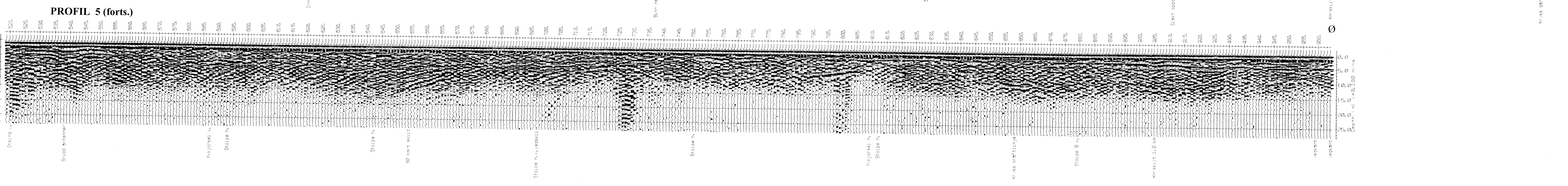
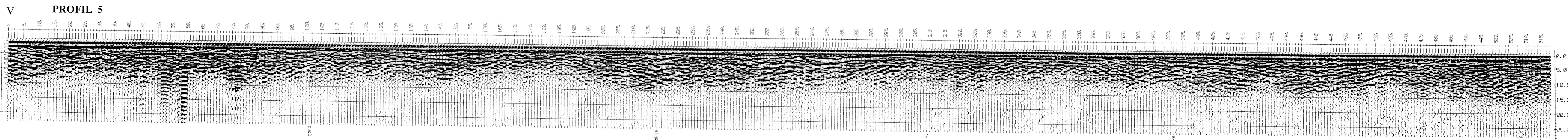
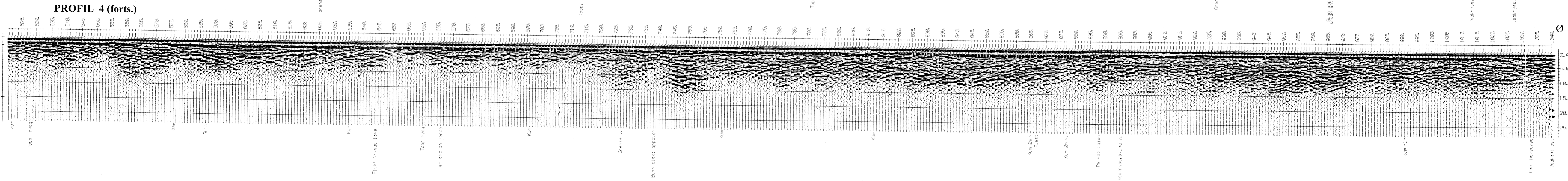
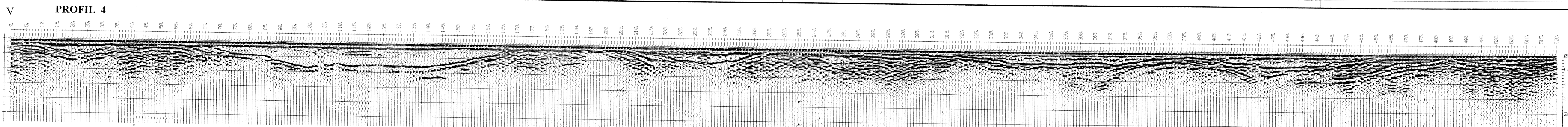
KARTBLAD NR
1212 IV



NGU / UB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B GRUNNVANNSUNDERSØKELSER PÅ JÆREN GEORADAROPPTAK PROFIL 28, 29, 31, 32, 40 OG 41 LODE, AUESTAD, SÆLEND OG ELGANE HÅ KOMMUNE, ROGALAND	MÅLESTOKK TEGN. NR. TRAC. KFR.	OBS. JFT MAI '96	NOV. '95
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 96.064-04	KARTBLAD NR. 1212 III	

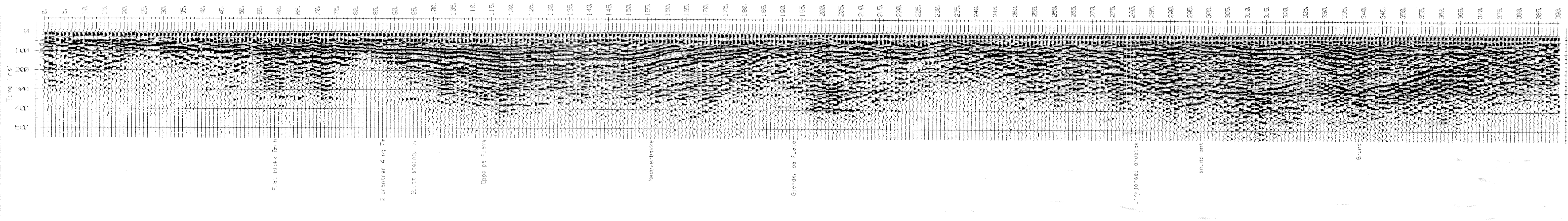


NGU / UIB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B GRUNNVANNSUNDERSØKELSER PÅ JÆREN GEORADAROPPTAK PROFIL 1A, 1B OG 27 ERGA OG VIK KLEPP KOMMUNE, ROGALAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	NOV. -95
	TEGNING NR 96.064-05	TEGN JFT	MAI -96
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBLAD NR 1212 III		

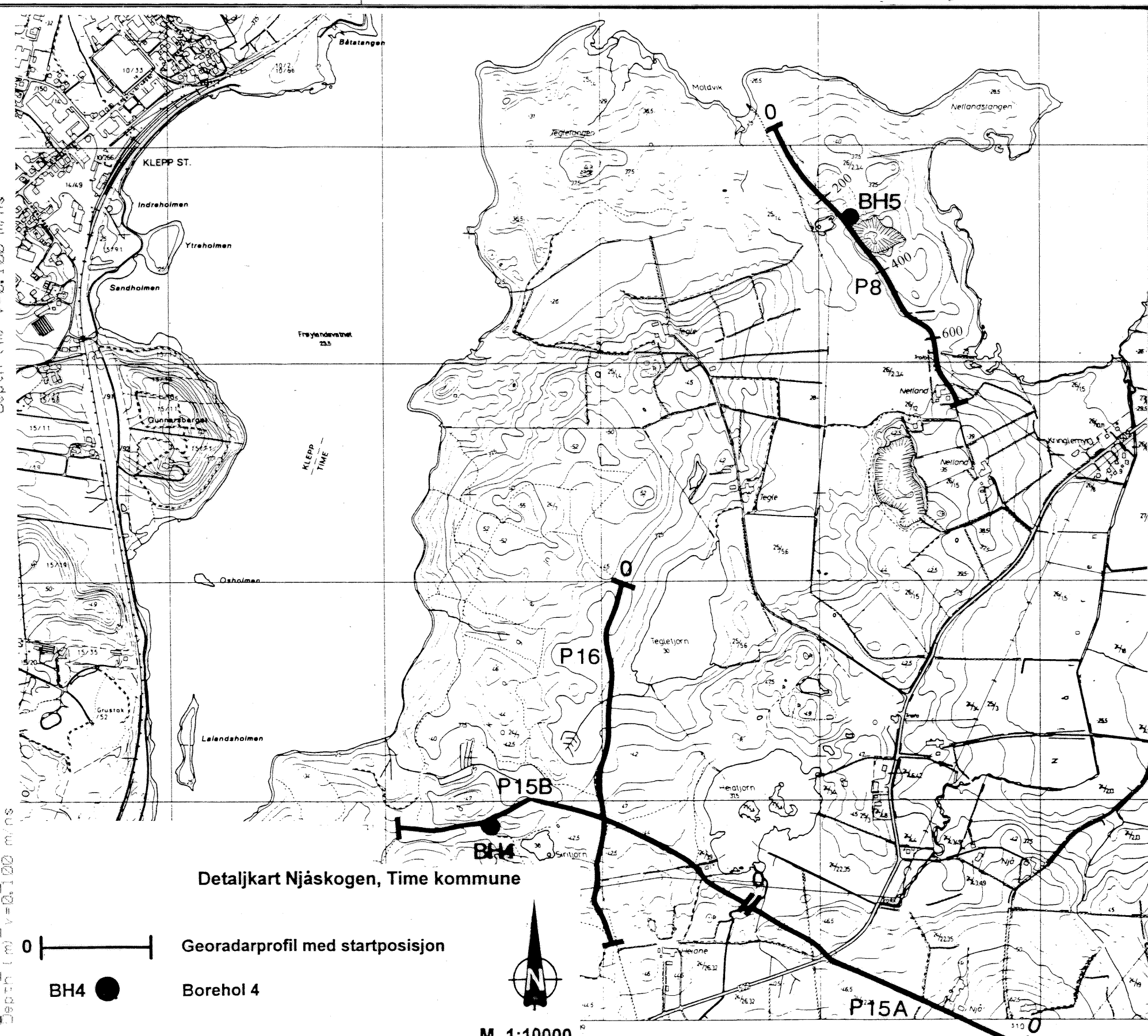
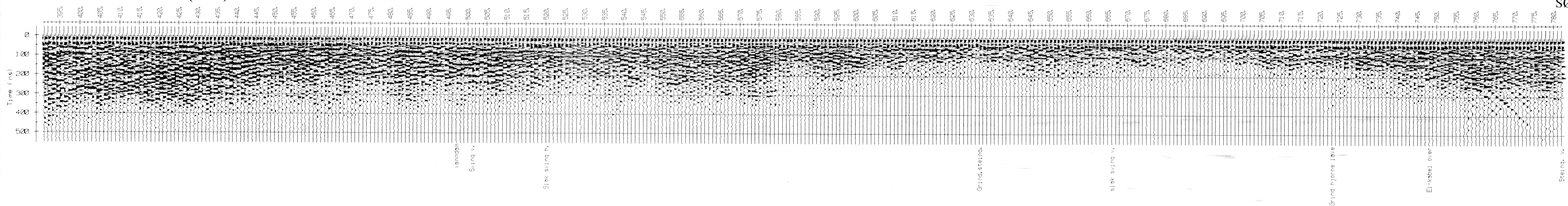


NV

PROFIL 8



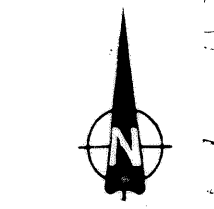
PROFIL 8 (forts.)



Detaljkart Njåskogen, Time kommune

Georadarprofil med startposisjon

BH4 ● Borehol 4



NGU / UIB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B
GRUNNVANNSUNDERSØKELSER PÅ JÆREN
GEORADAROPPTAK PROFIL 8
NETLAND
TIME KOMMUNE, ROGALAND

MÅLE STOKK	MÅLT JFT	NOV. -95
	TEGN.	MAI -96
	TRAC.	
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM.

TEGNING NR. 96.064-10
KARTBLAD NR. 1212 IV

