

NGU-rapport 91.275

Geofysiske undersøkelser på
Reinøy, Porsanger kommune,
Finnmark

Rapport nr. 91.275		ISSN 0800-3416		Åpen/ Fortrolig Stikk	
Tittel: Geofysiske undersøkelser på Reinøy, Porsanger kommune, Finnmark					
Forfatter: E. Mauring, L. Olsen & J.S. Rønning			Oppdragsgiver: NGU/Finnmarksprogrammet		
Fylke: Finnmark			Kommune: Porsanger		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Honningsvåg			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 2035 I Børselv		
Forekomstens navn og koordinater: Reinøy 35V 4352 77959 35V 4349 77956			Sidetall: 12		Pris: 45,-
Feltarbeid utført: 1990-91		Rapportdato: 12.12.1991		Prosjektnr.: 62.1886.62	
				Seksjonssjef: <i>Jan S. Rønning</i>	
Sammendrag: <p>Det er utført målinger med georadar og refraksjonsseismikk over to doliner på Reinøy. Dolinene har oppstått ved kjemisk forvitring av dolomitt og kan ha en alder på 3-12 mill. år. Området har vært lite utsatt for glasial erosjon, og det antas at løsmasser som er avsatt i dolinene i stor grad er bevart og kan avdekke tilnærmet kontinuerlig kvartærgeologiske hendelser over meget lang tid. Dolinen i området N inneholder sedimenter med en maksimal mektighet på minst 15 m. I område S kan en ikke fastslå sedimentmektighet på bakgrunn av de utførte målinger. Undersøkelsene har ikke gitt svar på hvilke sedimenttyper som opptrer, verken i område N eller S. Dette kan kun avdekkes ved boringer. I område S er fjellveggen rundt dolinen brattere enn i område N, og kan fortsette bratt ned under sedimentene. Dyp til fjell sentralt i dolinen kan derfor være større enn i område N. Den sørlige dolinen ligger over M6 og har vært beskyttet mot marin utvasking. Det anbefales derfor boringer i den sørlige dolin.</p>					
Emneord		Georadar			
Geofysikk		Løsmasse			
Refraksjonsseismikk				Fagrapport	

Innhold

	Side
1. INNLEDNING	4
2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE	4
2.1 Refraksjonsselsmikk	4
2.2 Georadar	4
3. RESULTATER	5
3.1 Område N	5
3.2 Område S	5
4. KONKLUSJON	6
Referanser	7

Tekstbilag

1. Refraksjonsselsmikk - metodebeskrivelse
2. Georadar - metodebeskrivelse

Databilag

1. Hastighetsanalyser, georadar

Kartbilag

- 91.275-01: Oversiktskart
91.275-02: Georadar- og refraksjonsselsmiske profiler

1. INNLEDNING

Det er utført refraksjonsseismikk og georadarmålinger i to områder på Reinøy, Porsanger kommune, Finnmark. Profiler ble målt nede i to doliner (område N og S). Disse er halvfyllt med sedimenter, og formålet med undersøkelsen var å kartlegge løsmassenes lagfølge i dolinene, samt dyp til fjell for seinere å kunne påvise gunstige plasseringer av eventuelle borhull. Målinger ble utført i 1990 og 1991. Opprinnelig var det meningen å utføre mållingene i kun én dolin, men refraksjonsseismiske målinger i 1990 ble utført i feil dolin (område N) i forhold til det som var ønsket (område S). I 1991 ble georadarmålinger utført i begge områder.

2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

2.1 Refraksjonsseismikk

Beskrivelse av metoden er vedlagt (tekstbilag 1). Det ble målt ett refraksjonsseismisk profil (område N). Plassering, lengde og retning av profilet er vist i kartbilag -01. Som måleinstrument ble det benyttet en 12-kanals analog ABEM TRIO seismograf. Geofonavstanden ble valgt til 5 m, men ble innkortet til 2.5 m ved endene av utleggene for å få bedre oppløsning av eventuelle grunne laggrenser. Profillengden var 110 m. Energiseringen var dynamitt, og skuddpunkt ble plassert i midten og ved endene av profilet. Det ble også plassert skuddpunkt i større avstand fra endene av profilet for å få bedre kartlegging av fjellrefraktoren. Variasjoner i terrenghøyder langs profilet var neglisjerbare. Kvaliteten på opptakene var middels god. Intercept-tid og Hales' metode (Sjøgren, 1984) er benyttet ved dybdeberegninger ved tolkning av det refraksjonsseismiske profilet.

2.2 Georadar

Beskrivelse av georadarmålinger er vedlagt (tekstbilag 2). Ett georadarprofil ble målt i hvert område, og plassering, lengde og retning framgår av kartbilag -01. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc.). Senderfrekvensen var 50 MHz, opptakstid var 512 ns og samplingsintervallet var 0.8 ns. Signalene ble stacket 128 ganger ved hvert målepunkt. Avstanden mellom sender og mottaker var 1 m, flyttavstanden var 1 m, og lengden av profilene var 134 m (område S) og 152 m (område N). Relative terrenghøyder som er benyttet ved opptegning av tolkede profiler (kartbilag -02) er basert på feltobservasjoner. Høydenivå er bestemt ut fra kart i målestokk 1:50000. Opptakene var av dårlig til middels god kvalitet.

3. RESULTATER

Dolin er en spesiell karst-struktur dannet ved oppløsning av karbonat-bergarter under et løsmassedekke (Thornburg, 1969). Dolinene på Reinøy (se kartbilag -01) er dannet som et resultat av oppløsning av dolomitt. Dolinene antas å være 3-12 mill. år gamle, basert på oppløsningshastighet for dolomitt (S.E. Lauritzen, personlig meddelelse 1988). Løsmasser som ligger nederst i disse forseningene kan derfor være meget gamle. Området har dessuten ligget lite utsatt til for erosjon, også under nedsløsingene, og det antas at masser i dolinene kan ha ligget noenlunde uforstyrret etter at de ble avsatt. Dersom dette er tilfelle, kan lagfølgen i dolinene gjenspele kvartærgeologiske hendelser over meget lang tid.

3.1 Område N

Dolinen i dette området ligger under marin grense (MG) som her antas å være ca. 65 m.o.h. Øverst i dolinen kan det derfor opptre marine sedimenter. Området er vist i kartbilag -01.

Tolkning av georadarprofil og refraksjonsselsmisk profil er vist i kartbilag -02. Det refraksjonsselsmiske profilet viser tre hastighetslag. Det øverste har en selsmisk hastighet på ca. 310 m/s. Dette representerer myr som stedvis har en mektighet på opptil 2 m. I det underliggende laget er hastigheten (dårlig) bestemt til ca. 1250 m/s. Denne hastigheten er etter all sannsynlighet for lav fordi sedimentene er vannmettede (burde vært større eller lik 1500 m/s), men kan også skyldes gassinnhold i sedimentene. På grunn av at hastigheten er dårlig bestemt, er det umulig å fastslå hvilke(n) sedimenttype(r) som opptrer. Det nederste hastighetslaget representerer sannsynligvis fjell med selsmisk hastighet på ca. 2225 m/s. Den lave hastigheten skyldes trolig porøs og forvitret dolomitt. Dyp til fjell er størst mellom posisjon 60 og 80, og er her ca. 15 m. Dette antas å være et minimumdyp, fordi hastigheten 1250 m/s er benyttet for løsmassene ved dybdeberegningene. Fjell dypet avtar mot endene av profilet til 4-6 m.

Georadarprofilet følger det refraksjonsselsmiske profilet fra starten, men er ca. 40 m lengre. Det ble utført en CMP-måling for bestemmelse av radarbølgehastigheter (databilag 1). Hastighet ned til en reflektor som antas å representere bunnen av myra er ca. 0.04 m/ns. Hastigheten til reflektorer under myrbunnen er ca. 0.07 m/ns. Disse hastighetene er benyttet ved opptegning av dybdeskala. Dyp til bunnen av myra er 1-2 m. På grunn av bedre oppløsning gir georadarpptaket et riktigere bilde av myrbunstopografien enn refraksjonsselsmikken. Sporadisk sees reflektorer i sedimenter under myrlaget ned til ca. 7-8 m dyp. Opptakene gir ingen informasjon om hvilke typer sedimenter som her opptrer. Mulig fjellreflektor observeres mellom posisjon 100 og 145 på ca. 3-5 m dyp.

3.2 Område S

Dolinen i dette området ligger over MG (<5 m over). Av den grunn er det sannsynligvis ikke avsatt marine sedimenter i dolinen i postglasial tid, og sedimenter i dolinen har trolig vært beskyttet mot utvasking av havet.

Tolkning av georadarprofil (kartbilag -02) viser ikke annet enn dyp til bunnen av myra langs profilet. Hastighetsanalyse (databilag 1) viser en radarbølgehastighet på ca. 0,04 m/ns til bunnen av myra. Dette gir et myrdyp på 1-2 m. Fra ca. posisjon 120 og ut profilet opptrer fjell i dagen. Manglende penetrasjon under myra kan skyldes stor kontrast i dielektrisitetskonstant mellom myr og underliggende sediment hvor nær 100% av energien reflekteres. Selv om georadarmålingene ikke har gitt nevneverdig informasjon i dette området, er det forhold som gjør dette området interessant med hensyn på undersøkelser med boringer. Det antas at dolinen har lignende opptreden som den i område N, og opptrer trolig som en traufornet forsenkning under løsmassene med størst dyp sentralt i dolinen. Fjellveggene rundt dolinen er brattere enn i den nordlige dolin, og kan følgelig fortsette bratt ned under sedimentene. Dyp til fjell sentralt i dolinen kan derfor være større enn i nordlig område. Som nevnt over har også området vært beskyttet mot utvasking av havet.

4. KONKLUSJON

Det er utført målinger med georadar og refraksjonsselsmikk over to doliner på Reinøy. Dolinene har oppstått ved kjemisk forvitring av dolomitt, og kan i følge beregninger ha en alder på 3-12 mill. år. Beliggenheten på ei øy med fjordbassenger på alle sider tilsier at den glaslale erosjonen kan ha vært meget liten, og det antas at løsmasser som er avsatt i dolinene i stor grad er bevart og kan avdekke tilnærmet kontinuerlig kvartærgeologiske hendelser over meget lang tid, både når det gjelder klimaforandringer og avsetningsmiljø.

Dolinen i område N inneholder sedimenter med en maksimal mektighet på minst 15 m. I område S kan en ikke fastslå sedimentmektighet på bakgrunn av de utførte målinger. Undersøkelsene har ikke gitt svar på hvilke(n) sedimenttype(r) som opptrer, verken i område N eller S. Dette kan kun avdekkes ved boringer. I område S er fjellveggene rundt dolinen brattere enn i område N, og kan fortsette bratt ned under sedimentene. Dyp til fjell sentralt i dolinen kan derfor være større enn i område N. Den sørlige dolinen ligger over MG og har vært beskyttet mot marin utvasking. Det anbefales derfor boringer i den sørlige dolin.

Trondheim, 12/12-91

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE



Eirik Mauring
Forsker



Lars Olsen
Forsker



Jan S. Rønning
Forsker

Referanser

Sjøgren, B. 1984: Shallow refraction seismics. Chapman and Hall. ISBN 0-412-24210-9.

Thornbury, W.D. 1969: Principles of Geomorphology. J. Wiley & Sons Inc., 594 s.

REFRAKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

Metoden grunner seg på at lydets forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/s i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/s i enkelte bergarter.

En 'lydstråle' fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom to sjikt hvor lyd hastigheten er henholdsvis V_1 og V_2 , og vinkelen mellom lydstråle og innfallslodd kalles i . Etter at strålen har passert sjiktgrensen vil den danne en vinkel R med innfallsloddet, slik at

$$\sin i / \sin R = V_1 / V_2$$

Når $R=90^\circ$, vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen, og vi har

$$\sin i = V_1 / V_2$$

Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstiller denne betingelse kalles kritisk vinkel eller i_c .

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi opphav til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen i_c . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå fram før de direkte bølger som har fulgt terrengoverflaten. Den kritiske avstand er proporsjonal med dypet til sjiktgrensen og forøvrig bare avhengig av forholdet mellom de to hastigheter. Denne sammenheng utnyttes ved å plassere seismometre (geofoner) langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner langs samme linje. Man får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lyd hastigheten langs profilet, kan det oppnås en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekkehastighetene blir ved små dyp bare bestemt i nærheten av skuddpunktene. Ofte vil det derfor være naturlig å legge størst vekt på dybdebestemmelsen under skuddpunktene.

Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. Man får refrakterte bølger fra alle grenser når hastigheten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengoverflate må ikke være for stor. I praksis vil man ofte få vanskeligheter når denne vinkel overstiger 25° .

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeller seg i gangtidsdiagrammene, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten seinere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt 'blind sone', og de virkelige dyp kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis man har et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det ikke komme refrakterte bølger til overflaten, og lavhastighetssjiktet vil ikke kunne erkjennes av måledata. Generelt kan det sies at usikkerheten

I de beregnede dyp øker med antall sjikt. Med analog apparatur vil en kunne bestemme første ankomsttid med en usikkerhet på 1 millisekund ved middels god opptakskvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/s, tilsvarer dette en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestem- melsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetnin- gene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Ved meget god datakvalitet kan første ankomsttid avleses med 0.5 millisekunders nøyaktighet. Med denne nøyaktigheten er det allikevel urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell (mindre enn én meter) blir overdekkehastig- heten dårlig bestemt, og man må regne med prosentvis store feil i dybdeangivelsene.

P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

Luft		330 m/s
Vann		1400-1500 m/s
Organisk materiale		150-500 m/s
Sand og grus	- over vannmettet sone	200-800 m/s
Sand og grus	- i vannmettet sone	1400-1700 m/s
Morene	- over vannmettet sone	700-1500 m/s
Morene	- i vannmettet sone	1500-1900 m/s
Hardpakket bunnmorene		1900-2800 m/s
Leire		1100-1800 m/s
Oppsprukket fjell		< 4000 m/s
Fast fjell		3500-6000 m/s

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 tovels gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en refleksor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CMP-målinger ('common mid-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 refleksor som er planparallel 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, tovels gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CMP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

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

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

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i

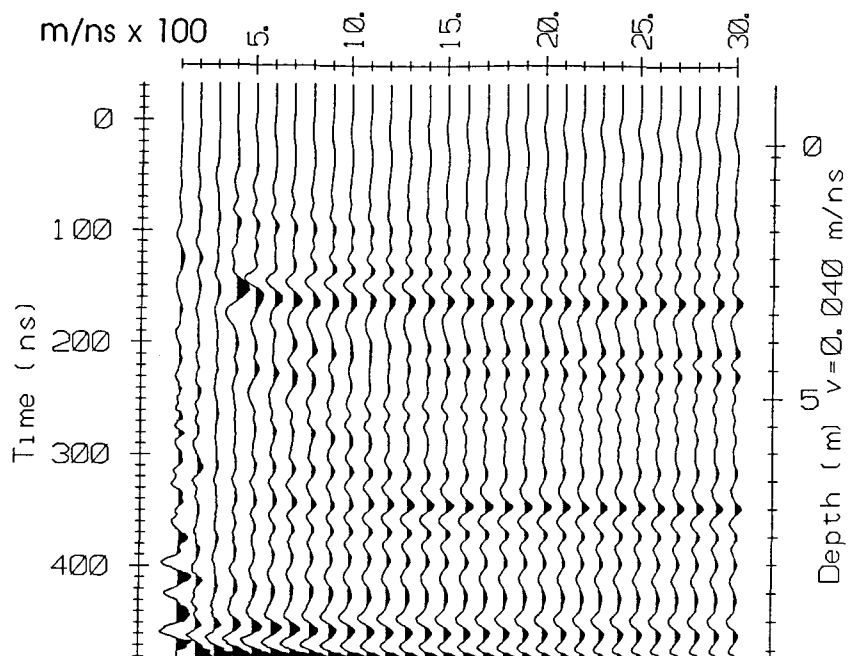
antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

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

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

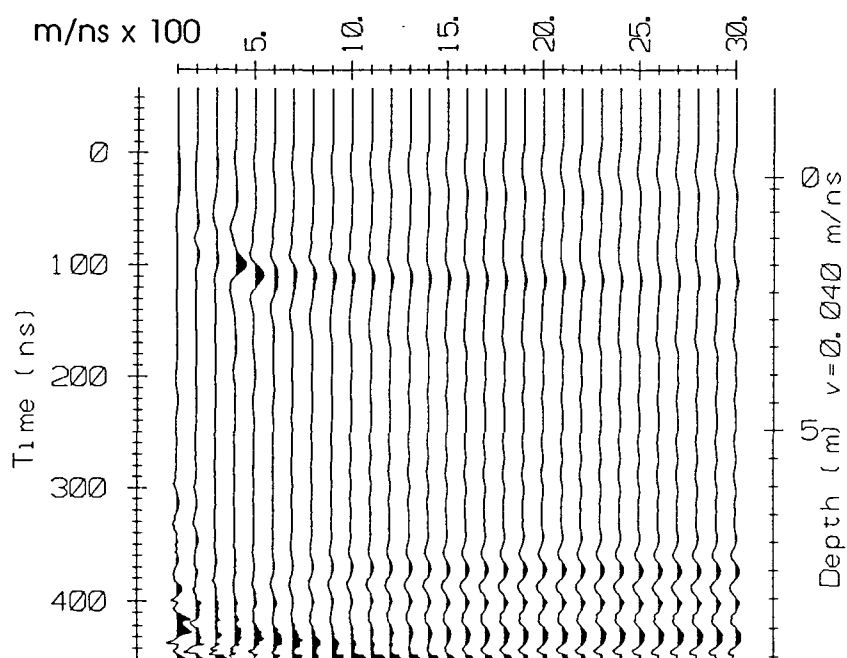
CMP, område N

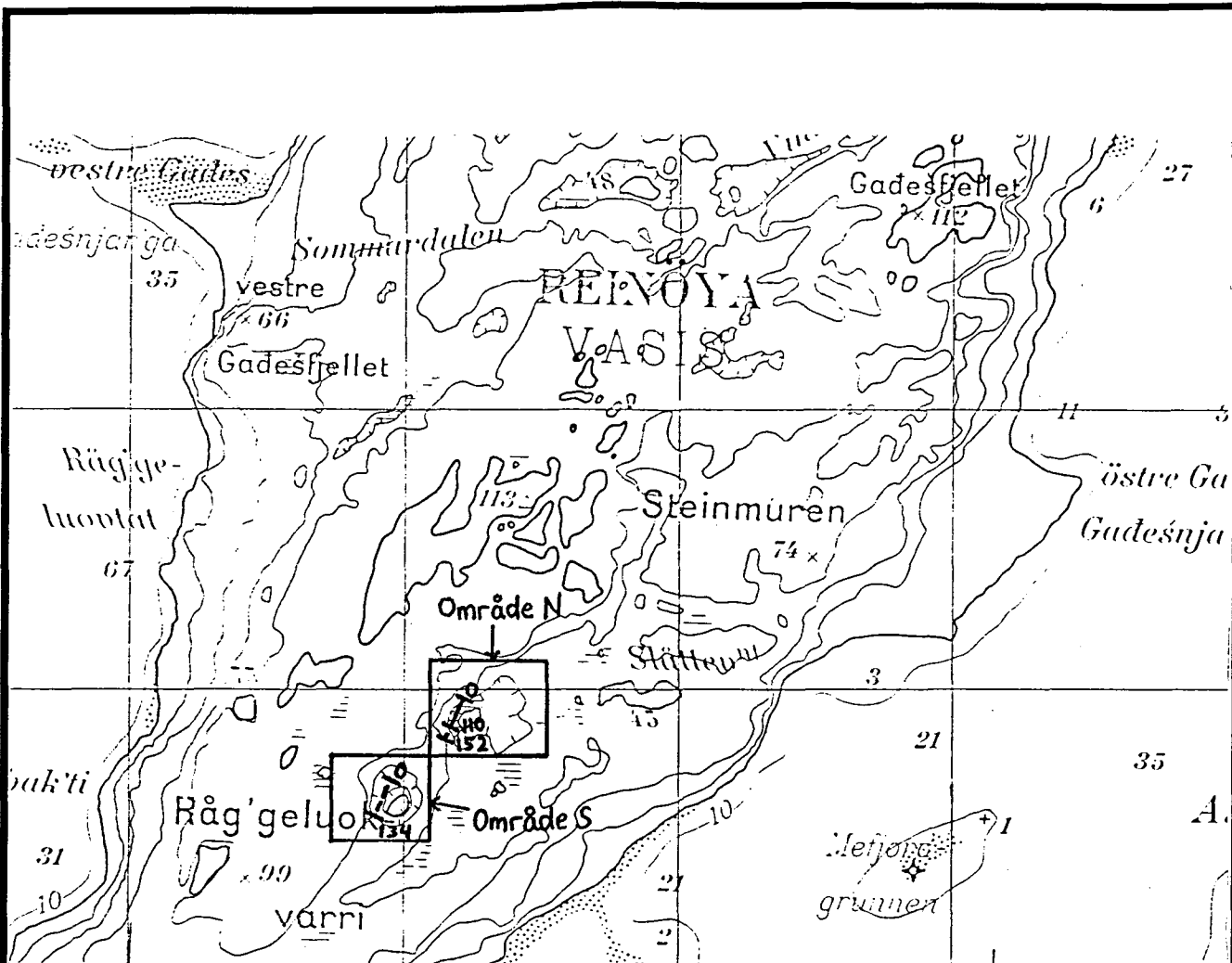
RMS-hastighet



CMP, område S

RMS-hastighet





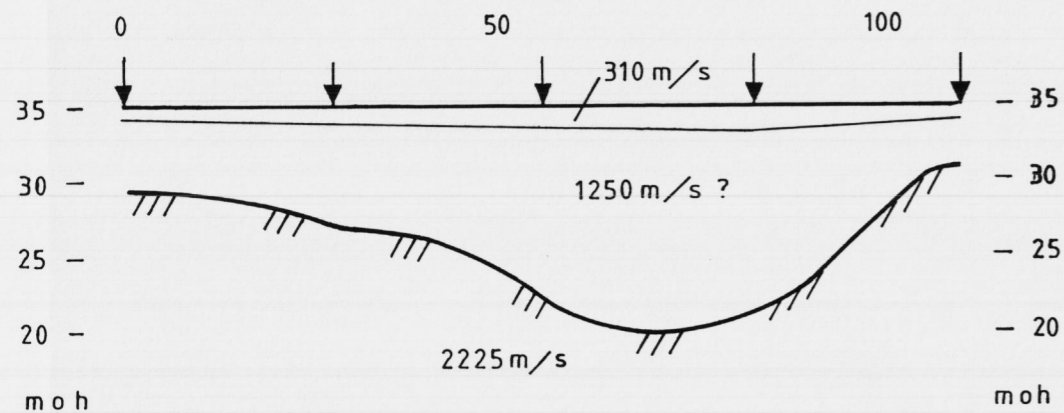
TEGNFORKLARING

- Refraksjonsseismisk profil med endeposisjoner
- Georadarprofil med endeposisjoner

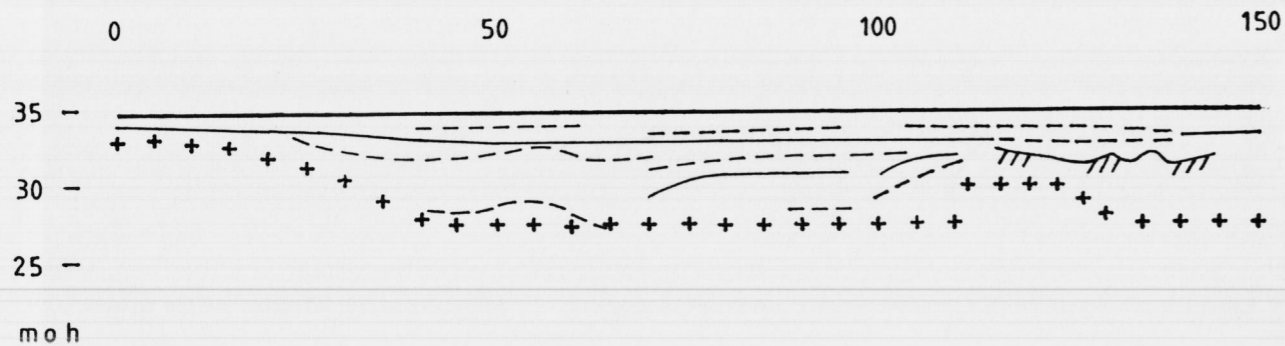
NGU OVERSIKTSKART GEORADAR OG REFRAKSJONSSEISMIKK REINØY, Område N og S PORSANGER KOMMUNE, FINNMARK	MÅLESTOKK	MÅLT JSR	1990-91
	1:25000	TEGN EM	Des. -91
		TRAC	
		KFR EM	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 91.275-01	KARTBLAD NR 2035 I	

OMRÅDE N

REFRAKSJONSSEISMIKK

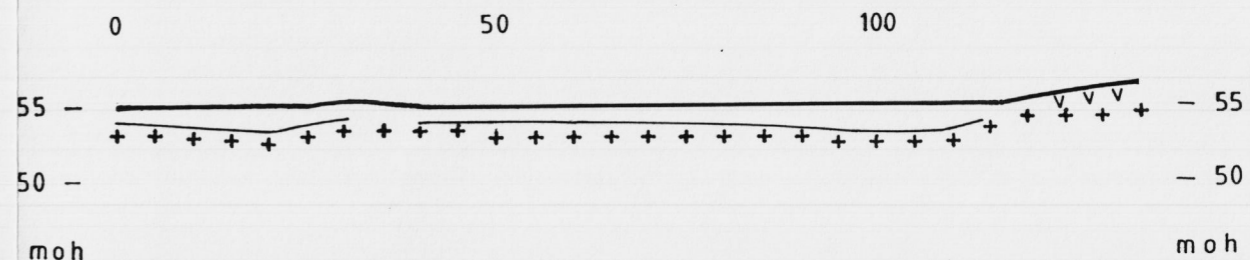


GEORADAR

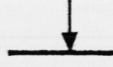
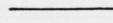
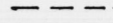
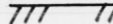
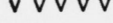



OMRÅDE S

GEORADAR



TEGNFORKLARING

-  TERRENGOVERFLATE (MED SKUDDPUNKT, REFRAKSJONSSEISMIKK)
-  REFRAKTOR/REFLEKTOR I LØSMASSER
-  SVAK REFLEKTOR
-  ANTATT FJELLREFRAKTOR/ FJELLREFLEKTOR
-  FJELL I DAGEN
-  NEDRE GRENSE FOR GEORADARPENETRASJON

NGU
GEORADAR OG REFRAKSJONS-
SEISMISKE PROFILER
REINØY
PORSANGER KOMMUNE, FINNMARK

MÅLESTOKK H= 1:1000 V= 1:500	MÅLT J.S.R.	1990/91
	TEGN E.M.	DES.-91
	TRAC T.H.	— " —
	KFR	— " —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
91.275-02

KARTBLAD NR.
2035 I