

Rapport 87.040

Refraksjonsseismiske undersøkelser
i Haramsfjorden og Nogvafjorden,
Haram kommune,
Møre og Romsdal



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 87.040	ISSN 0800-3416	Åpen/Forfattet	
Tittel: Refraksjonsseismiske undersøkelser i Haramsfjorden og Nogvafjorden, Haram kommune, Møre og Romsdal			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU/Møre og Romsdal fylkeskommune	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Haram	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Alesund		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1120 II Vigra 1220 III Brattvåg	
Forekomstens navn og koordinater: Haramsfjorden 32V 3594 69465 Nogvafjorden 32V 3606 69552		Sidetall: 17	Pris: kr. 90,-
Feltarbeid utført: 21.-25.07. og 23.-26.09.86		Rapportdato: 23.03.1987	Prosjektnr.: 2410.00.32
Prosjektleder: J.F. Tønnesen			
<p>Sammendrag: De refraksjonsseismiske målingene er utført i tilknytning til den maringeologiske kartleggingen på Møre, men er primært et ledd i utredningen om mulighetene for å anlegge vegtunneler i fjell under Haramsfjorden mellom Løvsøya og Haramsøya og under Nogvafjorden mellom Skuløy og Fjørtoft. Hovedformålet var å bestemme mektigheten av de kvartære sedimentene og fjelloverflatens nivå i de grunneste fjordkryssingsområdene.</p> <p>I Haramsfjorden er sedimentmektigheten 20-33 m sentralt i nordvestlige del av fjorden og 10-20 m i området sydøst i fjorden. I begge områdene går fjelloverflaten ned mot 60 m under havnivå.</p> <p>I fjordkryssingsområdet nordvest i Nogvafjorden går fjelloverflaten ned mot 80 m under havnivå i nordlige del av fjorden mens den ellers er 55-65 m under havnivå. Sedimentmektigheten varierer mellom 10 og 30 m.</p> <p>Sedimentene i de undersøkte fjordområdene består hovedsakelig av morenemateriale.</p> <p>Gjennomgående høye seismiske hastigheter i fjell indikerer at ingen større svakhetssoner med oppsprukket fjell krysser de refraksjonsseismiske profilene. Et betydelig større måleprogram vil være nødvendig dersom det ønskes heldekkende kartlegging av fjellhastighetene i fjordkryssingsområdene.</p>			
Emneord	Refraksjonsseismikk	Mektighet	
Geofysikk	Marin geologi		
Seismikk	Ingeniørgeologi	Fagrappport	

INNHOLD

	Side
1. INNLEDNING	4
2. REFRAKSJONSSEISMIKK - UTFØRELSE OG USIKKERHETER	5
2.1. Utførelse	5
2.2. Datakvalitet og usikkerheter	6
3. REFRAKSJONSSEISMIKK - TOLKNINGSRESULTATER	7
3.1. Sedimentmektigheter og fjellnivå	7
3.2. Seismiske hastigheter	8
4. REFLEKSJONSSEISMIKK - GENERELT	9
4.1. Målemetode og dataframstilling	9
4.2. Tolkningsmetode og tolkningsproblemer	10
5. SAMTOLKNING AV SEISMISKE DATA	10
6. KONKLUSJONER	12
7. REFERANSER	14

TEKSTBILAG

- Bilag 1: Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
 2: Seismiske hastigheter i løsmasser

KARTBILAG

- 87.040-01 Refraksjonsseismikk - Oversiktskart
 -02 Refleksjonsseismikk - Oversiktskart
 -03 Refraksjonsseismikk - Tolkede profiler Haramsfjorden
 -04 Refraksjonsseismikk - Tolkede profiler Nogvafjorden
 -05 Refleksjonsseismikk - Tolkede profiler

1. INNLEDNING

De refraksjonsseismiske undersøkelserne er utført i forbindelse med den maringeologiske kartleggingen på Møre. I kartleggingsarbeidet benytter NGU hovedsakelig refleksjonsseismisk profilering. I Haram kommune er det i 1986 utført profilering innen kartblad 1120 II Vigra (Bøe 1987), mens kartleggingen innen kartblad 1220 III Brattvåg ble utført i 1984 (Larsen, Tønnesen og Olsen 1985). Kartblad Brattvåg utarbeides som et kvartærgeologisk kystsonkart, hvor kvartærgeologien både på land og i sjøen vil bli omhandlet (Larsen, Klakegg og Longva 1987). Innenfor kartbladet er det i 1984 også utført en del refraksjonsseismiske målinger på land (Tønnesen 1986).

På fylkes- og lokalplan utredes for tiden mulighetene for å anlegge vegtunneler i fjell under Haramsfjorden mellom Løvsøya og Haramsøya og under Nogvafjorden mellom Skuløy og Fjørtoft. De refraksjonsseismiske undersøkelserne er utført langs fjordkryssingsalternativer med de minste sjødyp. Hovedformålet med målingene var å beregne mektigheten av de kvartære sedimentene (løsmassene) og dermed fjelloverflatens beliggenhet under fjordene. De seismiske hastigheter som fremkommer kan dessuten indikere sedimenttype og fjellkvalitet.

I Haramsfjorden er det to måleområder, ett i nordvest mellom Hellevik fyr og Haramsneset og ett i sydøst mellom Hestøya sydøst for Løvsøya og sydenden av Haramsøya. I Nogvafjorden er måleområdet mellom nordlige del av Skuløy og Fjørtoftneset. Prosjektrammene medførte at det ikke kunne utføres heldekkende målinger fra øy til øy, men arbeidet måtte begrenses til noen få måleutlegg i hvert fjordområde. Undersøkelsen omfatter 9 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde vel 2,2 km. Profilenes plassering er vist i kartbilag 87.040-01.

De refleksjonsseismiske undersøkelserne har en mye bedre profildekning i fjordområdene og data fra disse målingene vil derfor

kunne gi utfyllende informasjon. Kartbilag 87.040-02 viser et utsnitt av det refleksjonsseismiske profilnettet i området.

2. REFRAKSJONSSEISMIKK - UTFØRELSE OG USIKKERHETER

2.1. Utførelse

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, se bilag 1. Som registreringsinstrument ble benyttet en ABEM TRIO med 24 kanaler. For profil 7-9, målt i juli, ble det anvendt 2 registreringskabler med 12 hydrofoner (seismometre) hver. Langs den korteste kabelen er avstanden 10 m mellom hydrofonene, den andre kabelen har to hydrofonavstander i hver ende på 10 m, mens avstanden ellers er 20 m.

Det ble brukt to båter ved målingene. Målebåt med instrumentering ble ankret opp i ønsket posisjon. Med den andre båten ble hydrofonkablene lagt ut på sjøbunnen langs profilretningen, en til hver side fra målebåten. Kablene har en tilførselsende på vel 50 m som må nå opp til målebåten. Små dynamittladninger ble plassert på sjøbunnen, en ved målebåten mellom kabelutleggene og en i hver ytterende av kablene, ca. 10 m ut fra ytterste hydrofon. I tillegg ble det som regel plassert et skuddpunkt (fjernskudd) mer enn 100 m ut fra hver ytterende for å få god måledekning av fjellrefraktoren langs kabelutleggene.

Profil 7 er satt sammen av to slike måleutlegg, mens profil 8 og 9 har ett måleutlegg hver.

I profil 1-6, som ble målt i september, er bare den korte kabelen benyttet. Sammenbrudd i kontaktstøpsel ved målestart medførte at den andre kabelen dessverre ikke kunne brukes. Hvert profil består av kun ett kabelutlegg. I tillegg til skuddpunkt i hver

ende av kabelen er det også her som regel benyttet fjernskudd. Profil 6 er ufullstendig da det bare er målt fra skuddpunktet ved nordenden. Måling av profilet ble avbrutt fordi målebåten fikk betydelig avdrift.

For profil 7 ble oppankringsposisjoner anvist fra NGUs fartøy "Seisma" i forbindelse med profileringen i området. Det ble også satt ut en markeringsbøye i Nogvafjorden, men sterk strøm i fjorden medførte en betydelig avdrift slik at bøyen ble av begrenset verdi. Posisjonering av profilene er ellers vesentlig basert på peilinger fra målebåt mot fastpunkter på land.

Feltarbeidet ble utført av tre mann. Foruten prosjektleder var Jomar Gellein feltmedarbeider fra NGU i juli, og Olaf Olsborg i september. Harald Longva ble engasjert som ekstern feltmedarbeider og han stilte båter og diverse utstyr til disposisjon. Alle takkes for godt samarbeid.

2.2. Datakvalitet og usikkerheter

Registreringene er av noe variabel kvalitet, men brukbare. En del støy i profil 4-6 skyldes trolig for høy fuktighet i kontakter og instrument. Støy av ukjent årsak opptrer også i profil 7-9, spesielt fra skuddpunktet ved ytterenden av den lengste kabelen. Dette medfører at seismisk hastighet i sedimentene vil være dårligere bestemt ved dette skuddpunkt. Seismisk hastighet er også forholdsvis dårlig bestemt for avsetninger som har mektighet mindre enn 10 m.

Usikkerheten i posisjoneringen av profilene anslås å variere i området 40-80 m. Den er størst for målingene som er utført lengst fra land. Usikkerheten i kabelplassering vil også øke med økende sjødyp, vesentlig på grunn av strømvdrift under kabelutleggingen.

Sjødypet langs profilene er dels tatt ut fra Hydrografisk original (M 1:20 000) utarbeidet av Norges Sjøkartverk, dels fra de refleksjonsseismiske profilmålingene. Nøyaktigheten i sjødyp regnes å være bedre enn 2-3 m.

Usikkerheten i beregnede sedimentmektigheter regnes å være 2 m for avsetninger på 10 m og mindre, og mindre enn 20% for større avsetninger. Det regnes at fjelloverflaten maksimum kan ligge 3-4 m dypere enn angitt for områder med sedimenter under 10 m mektighet og maksimum 6-7 m dypere enn beregnet i områder med rundt 30 m sedimentmektighet.

3. REFRAKSJONSSEISMIKK - TOLKNINGSRESULTATER

Resultatene av de refraksjonsseismiske målingene er vist i kartbilag 87.040-03 for Pr. 1-7 i Haramsfjorden og i kartbilag 87.040-04 for Pr. 8-9 i Nogvafjorden.

3.1. Sedimentmektigheter og fjellnivå

Pr. 1-6 (Haramsfjord sydøst). Langs de tre sydligste profilene varierer sedimentmektigheten i området 6-14 m, mens de tre nordligste profilene viser mektighet varierende mellom 10 og 20 m. Fjelloverflaten når ned til ca. 60 m under havnivå i syd, langs sydlige halvdel av profil 1. Den når ned til 50 m sydligst i profil 2, men varierer ellers mellom 38 og 48 m under havnivå langs profil 2, 3 og 4. Fjelloverflaten er vel 40 m under havnivå lengst syd i profil 5, men skråner opp mot nord til rundt 34 m. Ved nordenden av profil 6, like øst for profil 5, ser det ut til at fjellet ligger knapt 30 m under havnivå.

Pr. 7 (Haramsfjord nordvest). Langs det vel 700 m lange profilet sentralt i fjorden varierer sedimentmektigheten stort sett i området 20-27 m, men øker langs de nordligste 100 m og er rundt 33 m ved nordenden. Fjelloverflaten når høyest midt i profilet hvor den er beregnet å ligge 48 m under havnivå. Sentralt i profilet ellers (fra vel 110 m til 630 m) varierer fjelloverflaten mellom 50 og 55 m under havnivå. Dypeste fjellparti sydligst i profilet er beregnet til 58 m under havnivå, mens fjelloverflaten skråner ned til rundt 60 m mot nordenden.

Pr. 8-9 (Nogvafjorden). I profil 8 nærmest Skuløy er sedimentmektigheten beregnet å være 14-16 m sentralt i profilet, men mektigheten øker til 20 m mot østenden og til rundt 26 m mot vestenden. Fjelloverflaten ligger i området 58-62 m under havnivå.

Langs profil 9 nærmere Fjørtoft er sedimentmektigheten 14-17 m de vestligste 140 m. Mektigheten øker mot øst og er 28-30 m de østligste 100 m av profilet. Fjelloverflaten er 66-68 m under havnivå i vest, men skråner nedover mot øst sentralt i profilet og kan ligge 80 m under havnivå i øst.

3.2. Seismiske hastigheter

Seismisk hastighet i sedimentene varierer stort sett i området 2000-2300 m/s, men kan gå ned mot 1900 m/s og opp mot 2500 m/s. De høye hastighetene indikerer at sedimentene vesentlig består av morenemateriale, men trolig med noe variabel sammensetning og pakningsgrad. Med den anvendte metode er det ikke mulig å avgjøre om det under morenematerialet kan ligge bedre sortert materiale med lavere hastighet. De beregnede sedimentmektigheter vil i tilfelle være noe for store.

Seismisk hastighet i fjell langs profilene er gjennomgående høyere enn 5000 m/s, unntatt langs nordlige del av profil 5 hvor

hastigheten er beregnet til 4700 m/s. De høye hastighetene indikerer at ingen større svakhetssoner med oppsprukket fjell krysser de målte profilene. Hastighetssenkningen i profil 5 er moderat og kan enten skyldes noe oppsprukket fjell eller endringer i bergartstype. For sammenligning refereres til resultatene fra de refraksjonsseismiske målingene på land ved Rogne (Tønnesen 1986). Der er det registrert betydelig større variasjoner i fjellhastighet. Det opptrer flere soner med seismisk hastighet under 4000 m/s og en med hastighet ned mot 3000 m/s. Fjellhastigheten er bare bestemt under profilutleggene. For å få heldekkende informasjon om mulige svakhetssoner i fjordkryssingsområdene vil det være nødvendig med et betydelig mer omfattende refraksjonsseismisk profilnett.

4. REFLEKSJONSSEISMIKK - GENERELT

4.1. Målemetode og dataframstilling

Ved den refraksjonsseismiske profileringen blir en signalkilde og en kort hydrofonkabel tauet like under vannoverflaten etter målebåten. Et akustisk signal blir sendt ut med faste tidsintervall (f.eks. hvert halve sekund), og ombord i båten registreres hvor lang tid lydimpulsen bruker ned til reflekterende flater i undergrunnen og opp igjen til hydrofonkabelen (2-veis gangtid). Resultatene blir uttegnet på en grafisk skriver som vil framstille et tilnærmet kontinuerlig akustisk bilde av reflekterende horisonter langs profilet. Reflekterende flater er f.eks. overgangene vann/sediment, leire/morene, sediment/fjell.

4.2. Tolkningsmetode og tolkningsproblemer

Tolkning av reflekterende horisonter utføres direkte på de grafiske utskriftene. Dypet ned til reflektorene angis derfor i millisekund 2-veis gangtid langs den vertikale akse mens på horisontalaksen er avmerket posisjonsbestemte punkter i profilet. To slike profiltolkninger er vist i kartbilag 87.040-05. Framstillingsmåten medfører at den vertikale målestokk er 8-9 ganger større enn den horisontale og de kartlagte reflektorene får derfor et betydelig større relieff enn i virkeligheten. De sanne dyp til reflektorene kan beregnes når seismiske hastigheter i overliggende materiale er kjent. Hastighet i vann er ca. 1500 m/s, mens hastigheter i sedimentene kan bestemmes med refrak-sjonsseismiske målinger.

Penetrasjonen (nedtrengningen) av lydenergien vil være forskjellig i ulike sedimenter. Energien trenger lett ned gjennom finkornige sedimenter og fjellreflektoren under slike avsetninger vil som regel lett kunne kartlegges. I grovere og mer inhomogene sedimenter vil penetrasjonen være betydelig mindre. Dette medfører at fjellreflektoren under moreneavsetninger ofte ikke lar seg registrere eller at den blir diffus og usikker. Refleksjoner fra en hard bunnmoreneoverflate kan dessuten ligne på fjellrefleksjoner og det er derfor mulighet for feiltolkninger.

5. SAMTOLKNING AV SEISMISKE DATA

Målingene indikerer at sedimentene i de tre undersøkte fjordkryssingsområdene vesentlig består av morenemateriale. Refraksjonsmålingene gir god informasjon om fjelloverflatens beliggenhet langs de målte profilene, men profildekningen er begrenset. Refleksjonsmålingene har god profildekning, men det er vanskelig fra disse målingene alene å beregne morenemektigheten over

fjell med akseptabel sikkerhet. Der det er utført målinger med begge metoder kan resultatene fra refraksjonsseismikken brukes til å definere den reflektoren som best samsvarer med beregnet fjelloverflate. Ut fra disse områdene vil fjelloverflaten kunne følges med betydelig større sikkerhet også langs de øvrige deler av refleksjonsprofilene. Tolkning av refleksjonsseismisk profil PX på tvers av Nogvafjorden og profil P132 på tvers av Haramsfjorden i sydøst er vist i kartbilag 87.040-05. I tolkningen er bare tatt med sjøbunnsreflektoren og fjellreflektoren, mens interne reflektorer i sedimentene er utelatt.

Langs profil PX i Nogvafjorden er østenden av refraksjonsseismisk profil 8 lokalisert nær posisjonspunkt 2 mens vestenden av profil 9 ligger nær posisjonspunkt 3. Tolkningen av profil PX viser at de største sedimentmektigheter opptrer i området med størst sjødyb hvor også profil 9 er plassert. Fjelloverflatens dypeste parti rundt 80 m under havnivå ligger nær østenden av refraksjonsprofilet. Fjelloverflaten stiger trolig noe trinnvis, men gjennomsnittlig steilt opp nordøstover mot Fjørtoftneset. Sydvestover fra profil 9 varierer fjelloverflaten i området 55-65 m under havnivå, trolig med dypeste fjellparti og største sedimentmektigheter vestenfor profil 8 mot Kjeøya.

Ut fra sjøbunnstopografien er det mulig at fjelloverflaten kan ligge noe grunnere i mer sydlig retning fra profil 8 og inn mot Skuløy. Refleksjonsseismikken ellers i fjorden indikerer at sjøbunnstopografien vesentlig styres av fjelltopografien. Fjelloverflaten ser ut til å komme helt opp i sjøbunnen i flere av de oppstikkende grunne fjordpartier.

Profil P132 sydøst i Haramsfjorden starter fra nordsiden av Hestøya og går mot Haramsøya. Refraksjonsseismisk profil 1 og 2 ligger noe vestenfor profilet mens profil 3-5 ligger langs profillinjen. Profilet viser at dypeste punkt på fjelloverflaten ca. 60 m under havnivå kun ligger 350-400 m nord for Hestøya. Fjelloverflaten skråner derfor bratt fra Hestøya og ned mot

maksimaldypet, mens den stiger ganske slakt oppover igjen videre nordover langs profilet.

For fjordkryssingen nordvest i Haramsfjorden er det ikke tegnet ut noen refleksjonsseismisk profiltolkning, men profileringen indikerer at fjelloverflatens laveste områder ca. 60 m under havnivå er lokalisert nær endene av refraksjonsseismisk profil 7.

6. KONKLUSJONER

Sedimentene (løsmassene) i de tre undersøkte fjordkryssingsområdene består vesentlig av morenemateriale.

I Nogvafjorden varierer sedimentmektigheten mellom 10 og 30 m langs en fjordkryssing som passerer gjennom profil 8 og 9. Dypeste fjordområde og størst sedimentmektighet opptrer i nord ved profil 9. Laveste fjellnivå er der beregnet å ligge 80 m under havnivå. Ellers er fjelloverflaten for det meste i området 55-65 m under havnivå.

I Haramsfjorden ser det ut til at fjelloverflaten går ned til rundt 60 m under havnivå i begge fjordkryssingsområdene. I nordvest mellom Hellevik fyr og Haramsneset er fjelloverflaten dypest nær endene av profil 7. I sydøst mellom Hestøya og Haramsøya opptrer laveste fjellnivå kun 350-400 m nord for Hestøya. I det sydøstlige fjordområdet er sedimentmektigheten 10-20 m mens den er 20-33 m sentralt i nordvestlige del av fjorden.

Gjennomgående høy seismisk hastighet i fjell indikerer at ingen større svakhetssoner med oppsprukket fjell krysser de refraksjonsseismiske profilene. Profildekningen er imidlertid begrenset, og

det vil være nødvendig med et betydelig større måleopplegg for å få heldekkende informasjon om fjellkvaliteten i fjordkryssingsområdene.

Trondheim, 23. mars 1987
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Jan Fredrik Tønnesen

Jan Fredrik Tønnesen
forsker

7. REFERANSER

- Bøe, R: 1987: Refleksjonsseismisk kartlegging i Vigrafjorden og Haramsfjorden, Møre og Romsdal. NGU rapport 87.036.
- Larsen, E., Klakegg, O. & Longva, O. 1987: Brattvåg 1220 III, Beskrivelse til kvartærgeologisk kystsonekart - M 1:50 000 og Ona 1220 IV, Beskrivelse til kvartærgeologisk kart - M 1:50 000 (med fargetrykte kart). Nor. geol. unders. Skr. (under utarbeidelse).
- Larsen, E., Tønnesen, J.F. & Olsen, H.A. 1985: Seismiske undersøkelser innen kartblad Brattvåg, 1220 III. NGU rapport 85.138.
- Tønnesen, J.F. 1986: Seismiske undersøkelser ved Rogne, på Rogneholmen og ved vestenden av Engesetvatnet i Haram kommune, Møre og Romsdal. NGU rapport 86.157.

SEISMISK REFRAKSJONSMETODE.

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

En "lydstråle" fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom 2 sjikt hvor lydhastigheten 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 $\frac{\sin i}{\sin R} = \frac{V_1}{V_2}$. Når R blir $= 90^\circ$, vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen, og vi har $\sin i = \frac{V_1}{V_2}$

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

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi årsak til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen i_c . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå frem 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 utnytter en ved å plassere seismometre langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner i samme linje. En får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lydhastigheten langs profilet, kan en oppnå 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. En får refrakterte bølger fra alle grenser når hastig-

heten 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 en gjerne få vanskeligheter når denne vinkel overstiger 25° .

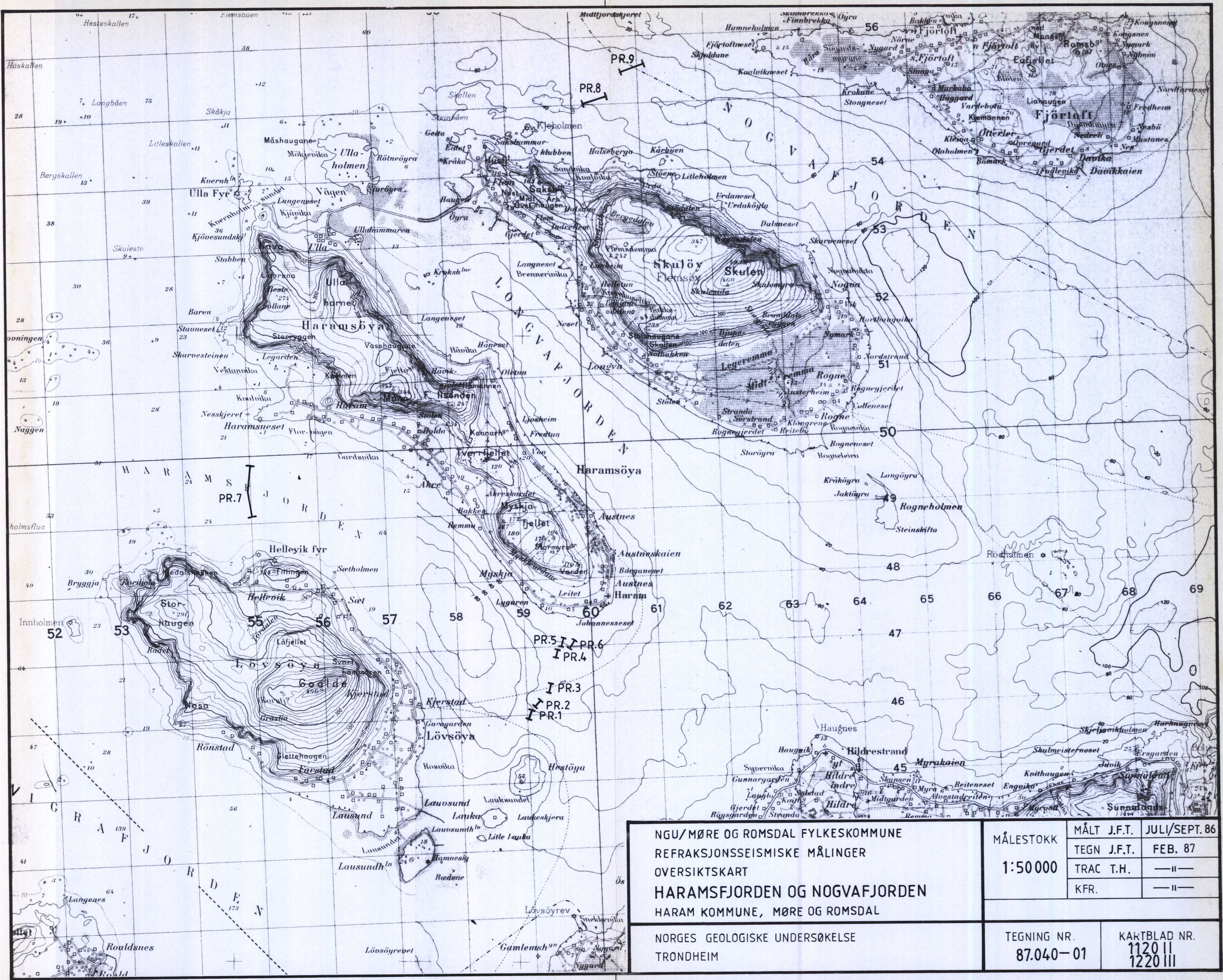
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis lyden på sin vei nedover i jordskorpen treffer et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det aldri komme refrakterte bølger opp igjen til overflaten, og lavhastighetsjiktet vil derfor ikke kunne erkjennes av måledataene. De virkelige dyp vil være mindre enn de beregnede. Generelt må en si at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt.

Med den anvendte apparatur vil en kunne bestemme bølgenes "løpetid" med en usikkerhet av 1 millisekund når seismogrammene har gjennomsnittlig kvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/sek, svarer dette til en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetningene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Når en oppnår førsteklases seismogrammer, kan tiden avleses med 0.5 millisekund nøyaktighet, men selv da mener vi det er urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell - størrelsesorden 1 m - blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og en må regne med prosentvis store feil i dypene.

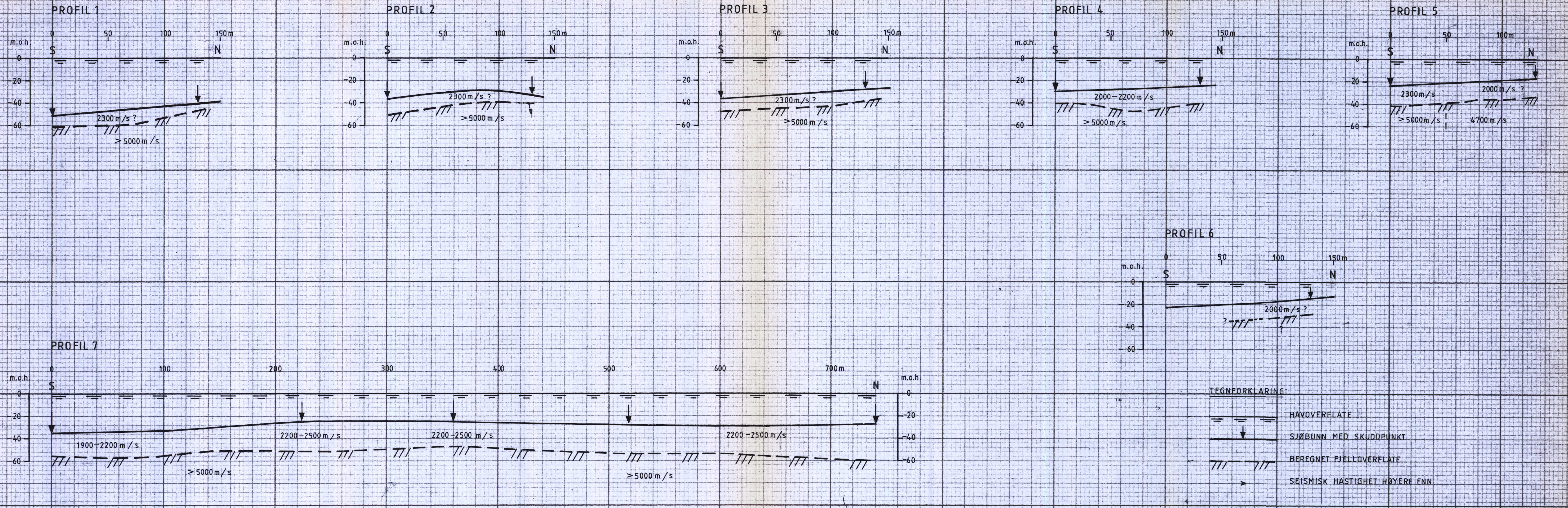
LYDHASTIGHETER I DE MEST VANLIGE LØSMASSETYPER

Organisk materiale		150 - 500 m/s
Sand og grus	- over grunnvann	200 - 800 "
Sand og grus	- under "	1400 - 1600 "
Morene	- over "	700 - 1500 "
Morene	- under "	1500 - 1900 "
Hardpakket bunmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "



NGU/MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE
 REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER
 OVERSIKTSKART
HARAMSFJORDEN OG NOGVAFJORDEN
 HARAM KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT J.F.T.	JULI/SEPT. 86
	TEGN J.F.T.	FEB. 87
	TRAC T.H.	— II —
	KFR.	— II —
TEGNING NR. 87.040-01	KARTBLAD NR. 1120 II 1220 III	

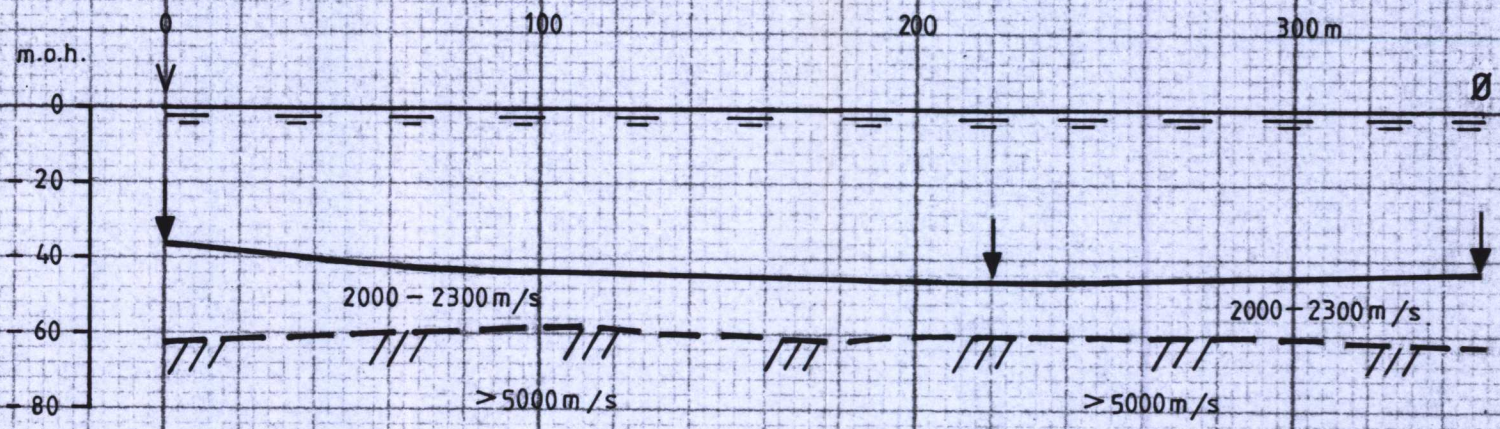


TEGNEFORKLARING:

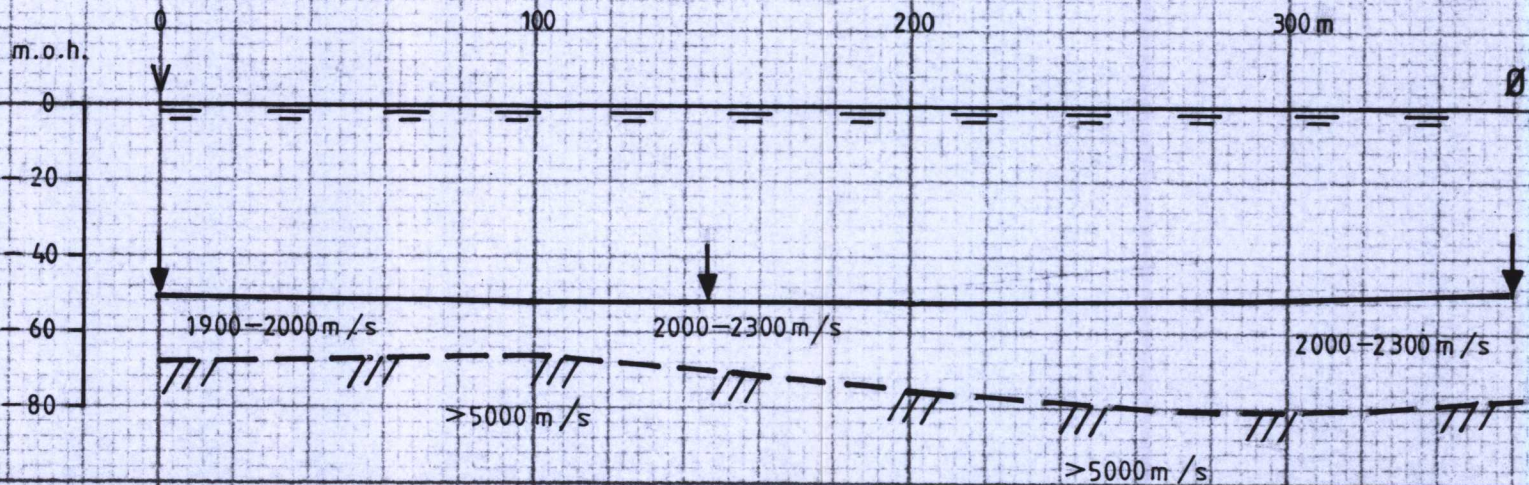
- ≡≡≡ HAVOVERFLATE
- ↓ Sjøbunn med skuddpunkt
- /// BEREGNET FJELLOVERFLATE
- SEISMISK HASTIGHET HØYERE ENN

NGU/MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER GRUNNPROFILER HARAMSFJORDEN HARAM KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	OBS. J.F.T.	JULI/SEPT. 86
	1:2000	TEGN. J.F.T.	FEB. 87
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TRAC. T.H.	— II —	
	KFR.	— II —	
TEGNING NR.	87.040-03	KARTBLAD NR.	1120 II 1220 III

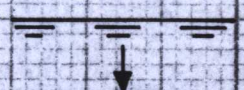
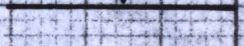
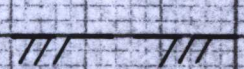

PROFIL 8



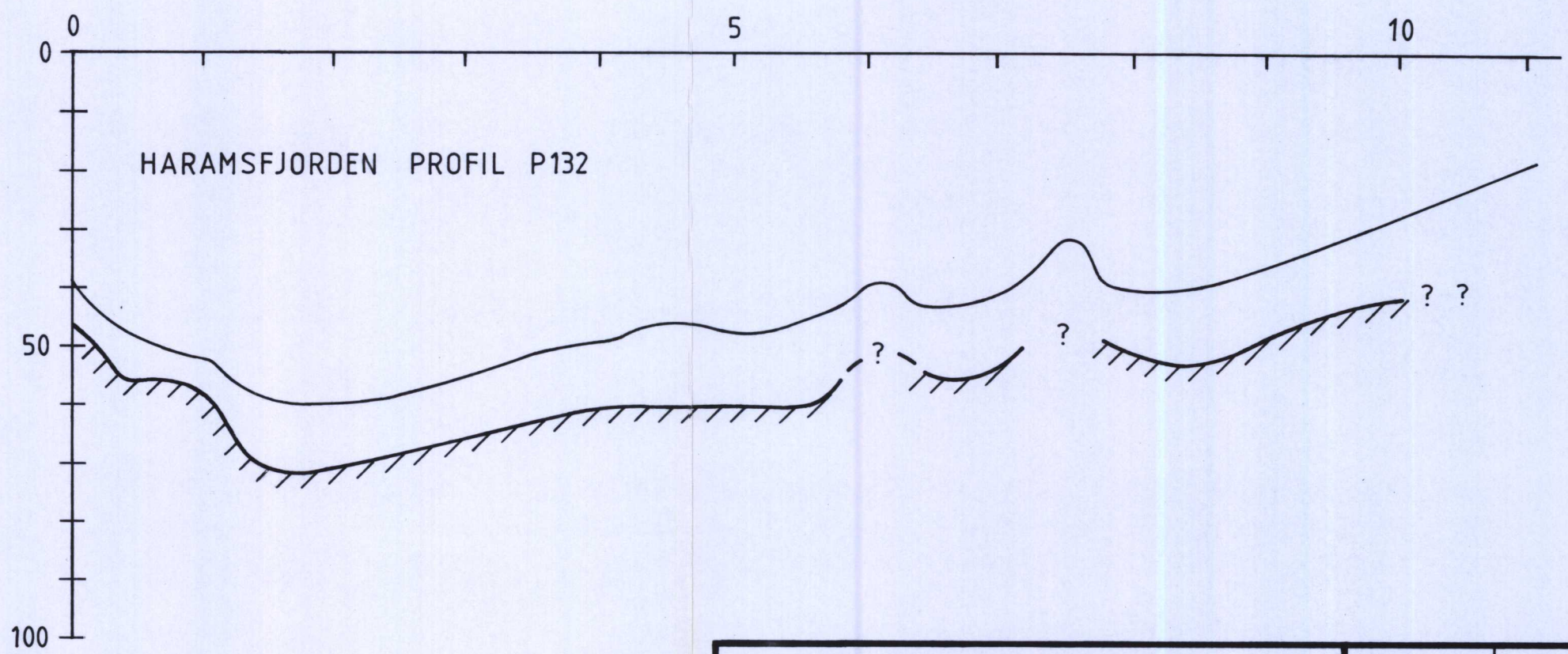
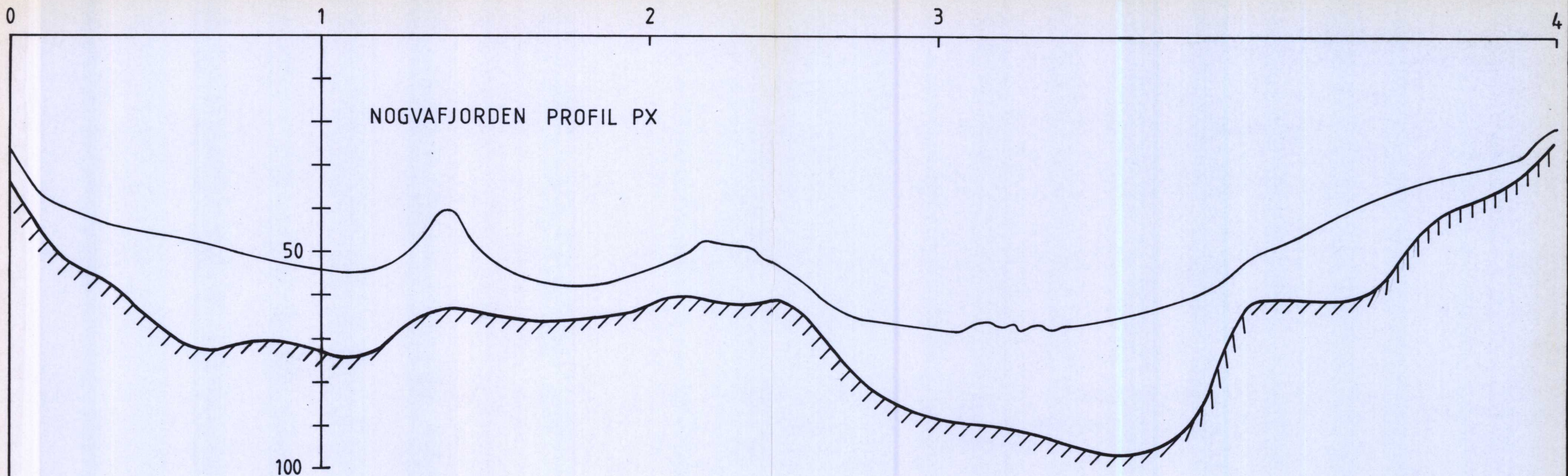
PROFIL 9



TEGNFORKLARING

-  HAVOVERFLATE
-  SJØBUNN MED SKUDDPUNKT
-  BEREGNET FJELLOVERFLATE
-  SEISMISK HASTIGHET HØYERE ENN

NGU/MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER GRUNNPROFILER NOGVAFJORDEN BARAM KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	OBS. J.F.T.	JULI 86
	1:2000	TEGN. J.F.T.	FEB. 87
		TRAC. T.H.	"
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	87.040-04	1220 III	



TEGNFORKLARING

HORISONTAL AKSE:
 NAVIGASJONSPUNKTER
 (SE KARTBILAG 87040-02)

VERTIKALAKSE:
 MILLISEKUND
 2-VEIS GANGTID

— SJØBUNN
 // INDIKERT
 FJELLREFLEKTOR

NGU/MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE REFLEKSJONSSEISMIKK TOLKED E PROFILER HARAMSFJORDEN OG NOGVAFJORDEN HARAM KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT	1984/86
		TEGN J.F.T.	FEB. 87
		TRAC T.H.	MARS 87
		— II —	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	87.040-05	1220 III	