

NGU-rapport nr. 87.095

Refleksjonsseismiske undersøkelser
i Frænfjorden,
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. 87.095	ISSN 0800-3416	Åpen/Offisiell	
Tittel: Refleksjonsseismiske undersøkelser i Frænfjorden Møre og Romsdal			
Forfatter: Reidulv Bæ		Oppdragsgiver: Møre og Romsdal fylkeskommune NGU	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Fræna	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Ulsteinvik Alesund		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1220 I Hustad 1320 IV Eide	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 11	Pris: 80,-
		Kartbilag: 4	
Feltarbeid utført: August 1986	Rapportdato: August 1987	Prosjektnr.: 2301.00.51	Prosjektleder: K. Bjerkli
Sammendrag: I august 1986 utførte NGU refleksjonsseismiske målinger i Frænfjorden, Møre og Romsdal. Formålet med undersøkelsen var å kartlegge sedimentmektigheter og overflatesedimenter samt å gi en generell oppsummering av den glacialgeologiske utviklinga i området. De tykkeste løsmasseavsetningene finnes i et basseng østnordøst av Vågøya der 130 ms er påvist. I de øvrige bassengene varierer mektighetene fra 50-100 ms sedimenter. Bunnen av Frænfjorden er hovedsakelig dekket av morenemateriale, glasimarine og marine sedimenter. Av disse har glasimarine avsetninger størst arealmessig utbredelse. En randavsetning krysser fjorden i N-S-retning vest for Elnesvågen. Interne reflektorer i denne viser at den er avsatt mot vest. Rester av eldre, glasimarine avsetninger finnes langs nordkysten av Frænfjorden.			
Emneord	Kvartærgeologi	Marin geologi	
Refleksjonsseismikk	Mektighet	Seismikk	
Fagrapport			

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	4
2. SJØBUNNSTOPOGRAFI	5
3. REFLEKSJONSSEIMISK TOLKNING	5
GENERELT	5
FORDELING OG MEKTIGHET AV LØSNMASSER	5
OVERFLATESEDIMENTER	6
4. DISKUSJON OG KONKLUSJON	7
REFERANSER	8

APPENDIX:

1. REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER
2. RADARPOSISJONERING

KARTBILAG:

- 87.095-01: Havbunnstopografi og utseilte refleksjonsseismiske profiler. M 1:20000.
- 87.095-02: Mektighetskart. M 1:20000.
- 87.095-03: Overflatesedimenter. M 1:20000.
- 87.095-04: Eksempler på tolkede refleksjonsseismiske profiler.

1. INNLEDNING

I august 1986 ble det utført refleksjonsseismiske målinger i Frænfjorden, Møre og Romsdal. Undersøkelsens hovedformål var:

- Generelt beskrive den kvartære stratigrafi.
- Kartlegge sedimentmektigheter.
- Vurdere type overflatesedimenter.
- Kort summere den glacialgeologiske utvikling.

Profilnettet er lagt opp etter de nevnte problemstillinger med tettest profilavstand ved munningen av Frænfjorden mot Julsundet. Det undersøkte området strekker seg videre til Malme innerst i Frænfjorden.


I dette arbeidet ble Elma (Appendix 1) vurdert som den mest hensiktsmessige signalkilde, og posisjoneringen ble utført ved hjelp av radar (Appendix 2). Som kartgrunnlag er det benyttet Serie M 711 i målestokk 1:50000 (Kartene 1220-I og 1320-IV) og "Hydrografiske originaler" i målestokk 1:20000 (Kartene VI-115 og VI-121) fra Statens kartverk.


Feltarbeidet ble utført fra NGUs forskningsfartøy "Seisma" (55 fot), med følgende besetning fra NGU:

O. Longva	(geolog/skipper)
E. Danielsen	(teknisk drift)
R. Myhren	(posisjonering)

Prosjektet er gjennomført med tilskuddsmidler fra Møre og Romsdal fylkeskommune. Undersøkelsene er koordinert av fylkesgeolog E. Anda.

Trondheim, 26. august 1987
Seksjon for løsmassekartlegging


Terje H. Bargel
seksjonssjef


Reidulv Bøe
forsker

2. SJØBUNNSTOPOGRAFI

Hovedtrekkene i sjøbunnstopografien er gitt i Tegning 87.095-01. Dybdekartet er basert på data fra "Hydrografiske originaler" nr. VI-115 (1972) og VI-121 (1968) i målestokk 1:20000 utarbeidet av Statens kartverk, Norges sjøkartverk. Det utarbeidede kartet er tilsvarende i målestokk 1:20000, og vanddypet er konturert med 10 m ekvidistanse i forhold til havnivå ved springfjære. Vedlagte kart må ikke benyttes til navigasjon.

Ved Malme innerst i Fræmfjorden er det et langstrakt grunnområde med vanddyp mindre enn 20 m. Deretter skråner bunnen jevnt mot vest inn i et basseng med største dyp på 73 m. Bassenget er mot nord avgrenset av en fjellterskel. Så følger nok et basseng med dybder fra 40-60 m.

Fra Elnesvågen og vestover heller bunnen jevnt ned til en dybde på 74 m midtveis mellom Tornes og Elnesvågen. Videre avtar dybden litt, og etter å ha passert en smal renne nordøst av Våggøya, øker dybden inn i Julsundet.

3. REFLEKSJONSSEISMISK TOLKNING

Generelt

Tegning 87.095-01 viser en oversikt over de utseilte profiler inntegnet på det sjøbunnstopografiske kartet. Siden denne rapporten kun er ment å skulle gi et generelt bilde av geologien i området, er det relativt stor avstand mellom de enkelte profiler. Tettheten er størst i de ytterste deler av Fræmfjorden med en intern profilavstand på 400-500 m. Videre innover fjorden er det kun en langsprofil i hver fjordarm, og avstanden mellom tverrprofilene varierer fra 1-2.5 km.

Fordeling og mektighet av løsmasser

Det utarbeidede mektighetskartet i målestokk 1:20000 er vist på Tegning 87.095-02. Sedimenttykkelser er gitt i millisekunder (ms) to-veis gangtid og konturert for hvert 20. ms. I Appendix 1 er forutsetningene og fremgangsmåten gitt for å kunne gjøre om dybdeverdier fra millisekunder til meter.

To kontursymboler er benyttet. Sammenhengende linjer er trukket der man med forholdsvis stor sikkerhet har kunnet beregne total mektighet av løsmasser. Stiplede linjer er trukket der de fysiske og geologiske forhold ikke har muliggjort en sikker identifisering av fjellreflektoren. Her opereres det altså med antatte sedimentmektheter, oftest minimumsmektheter.

Innerst i Fræmfjorden ved Malme ligger det et relativt tynt dekke av løsmasser med et lokalt maksimum på 25 ms. Mot vest øker mektigheten til maksimalt 68 ms i bassenget beliggende i den

nord-syd-gående del av fjordarmen. Så følger en fjellterskel praktisk talt uten sedimentoverdekning før man kommer inn i neste basseng med en jevntykk lagpakke på ca. 50 ms løsmasser. Mellom øyene vest av dette området ligger det kun lokalt nevneverdig med sedimenter.

De største løsmassemektigheter i Fræmfjorden finnes i et basseng østnordøst av Vågøya. Maksimalt er det observert 130 ms. Østover avtar tykkelsen raskt for så å stabilisere seg på rundt 60-80 ms. Et annet maksimum på 99 ms ligger mellom Tornes og Vågøya. I brattskrenten ved utløpet av Fræmfjorden mot Julsundet finnes det lite eller ingen sedimenter (Bøe, 1986).

På grunn av totalrefleksjon er det vanskelig å kartlegge tykkelsen av løsmasser på deltaene innerst i Fræmfjorden.

Overflatesedimenter

Et kart som viser overflatesedimenter på bunnen av fjorden er presentert i Tegning 87.095-03. Inndelingen er gjort etter sedimentenes dannelsesmåte og sammensetning, og følgende hovedtyper er utskilt:

- morenemateriale
- dårlig sortert glasimarin leir/silt/sand
- glasimarin leire
- postglasial leire
- sandige deltasedimenter

Grovt, usortert eller dårlig sortert morenemateriale finnes i overflaten flere steder i Fræmfjorden. Et generelt trekk er at disse områdene ligger nær land eller i brattskråninger der yngre sedimenter ikke har kunnet tildekke morenematerialet. Denne sedimenttypen er dominert av bunnmorene.

Størst arealmessig utbredelse har dårlig sortert, glasimarin leir/silt/sand, og kan som morenematerialet gjenfinnes i nesten alle deler av Fræmfjorden. Av størst betydning som bunnsediment er likevel denne avsetningstypen i den øst-vest-gående hovedarmen av fjorden i nord.

Glasimarin leire dominerer de midtre deler av Fræmfjorden nordøst av Vågøya samt et par mindre bassenger syd og vest av dette, mens postglasial leire dekker bunnen av de to større bassengene i øst.

Sandige deltasedimenter (fluviale avsetninger) finnes i de tre buktene øst i Fræmfjorden (Follestad, 1987).

4. DISKUSJON OG KONKLUSJON

Bunnmorene er som nevnt observert flere steder i Frænfjorden, og ligger oftest som nederste enhet over fjell. Disse ble avsatt mens det ennå lå breer langt utover i fjordene. Det er ikke uvanlig å finne flere morenepakker over hverandre, noe som gjenspeiler repeterte episoder med fremrykking og tilbaketrekking av isfronten.

Ettersom breen begynte å trekke seg tilbake ble det avsatt store mengder glasimarint materiale i havet utenfor. Glasimarine sedimenter avsatt ikke langt ifra iskanten er gjerne dårlig sortert med et høyt innhold av silt og sand i leiren, samt isdroppet materiale. Mer distale avsetninger fremviser godt sorterte sedimenter med en fin lagdeling som skyldes vekslinger i kornstørrelse (leir og silt).

Det enkeltstående kanskje mest betydningsfulle morfologiske element observert er en ca. 70 ms mektig randavsetning som krysser fjorden i nord-syd retning ca. 3 km vest av Elnesvågen (Tegning 87.095-04, Profil 7). De interne skrålagene i avsetningen kan korreleres med skrålagene i et delta, og viser at sedimentene er submarint avsatt i vestlig retning fra en isbre beliggende øst for randavsetningen. I forkant ligger det utrast materiale tilført fra toppen og skråningen av randavsetningen mens denne ennå var et ustabil, morfologisk element. Ustabiliteten gjenspeiles muligens ved opptreden av forkastninger på tvers av randavsetningen (Tegning 87.095-04, Profil 12). Forkastningene kan være et resultat av påtrykk fra brefronten. Denne tolkningen medfører at de hellende lagene ved a) på Profil 12 er en lateral, mer finmaterialholdig og bedre lagdelt del av randavsetningen.

En annen tolkning kan være at avsetningene ved a) representerer eldre, glasimarine sedimenter som har overlevet et brefremrykk. Hvilken løsning som er riktig kan ikke avgjøres uten mer detaljert seismikk, selv om man på nordsiden av fjorden lenger vest (ved slutten av Profil 14) har lignende avsetninger som ganske sikkert er eldre, glasimarine sedimenter.

Etter et opphold ved randavsetningen trekte isen seg videre tilbake, og det ble avsatt glasimarine sedimenter over både bunnmorene og randavsetning. Den største observerte mektighet av glasimarine sedimenter (ca. 70 ms) er funnet i dybbassenget østnordøst av Vågøya.

Etter at isbreene smeltet bort ble det overgang til en jevnere leirsedimentasjon, noe som førte til at den postglasiale leiren kun har en svak, akustisk lagdeling. Disse avsetningene når en tykkelse på ca. 10 ms, og finnes kun i de to østligste bassengene i Frænfjorden. Dette skyldes at det tilførte leirmaterialet stammer fra Sylteelva og Malmedalselva, og blir avsatt før det rekker å passere fjellterskelen syd for Elnesvågen. De grovere sedimentene blir avsatt som fluvial deltasand ved elvemunningene.

REFERANSER

Bøe, R. 1986: Refleksjonsseismisk løsmassekartlegging/
strukturgeologisk rekognosering i Julsundet, Møre og
Romsdal. NGU-rapport nr. 86.208. 11 s.

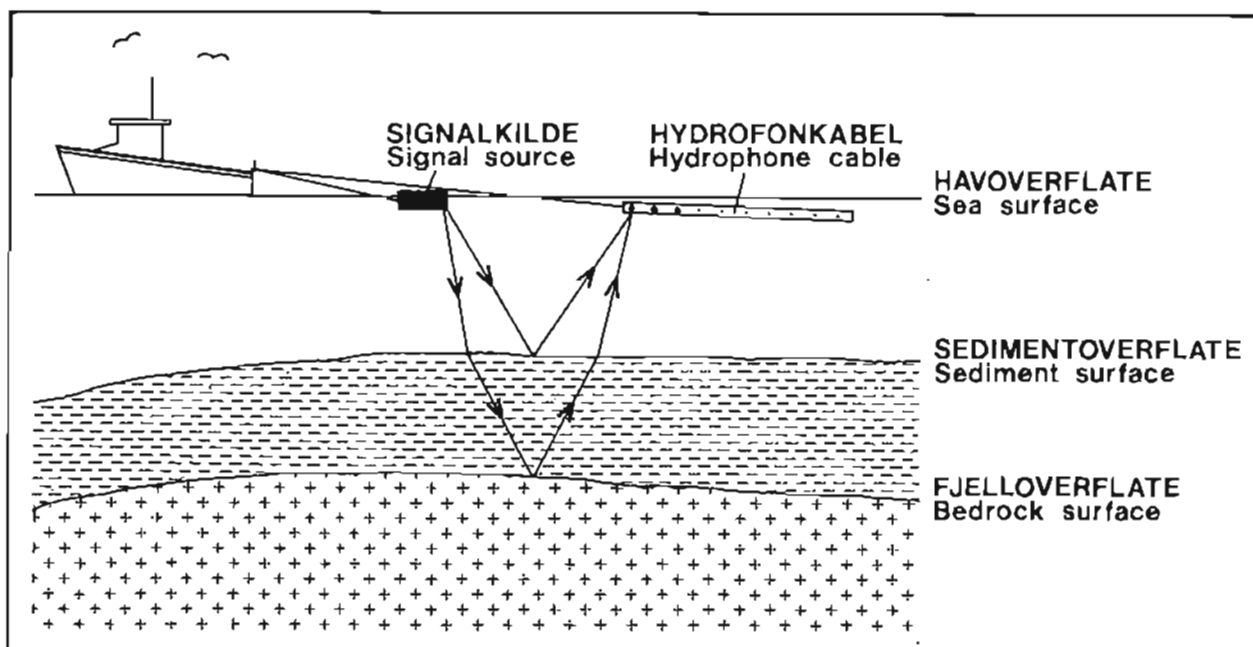
Follestad, B. 1987: Hustad. Kvartærgeologisk kart 1220 I -
M 1:50000. Norges Geologiske Undersøkelse. Under
trykking.

APPENDIX 1

REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER.

Ved den refleksjonsseismiske målemetoden sendes en seismisk bølge (lydpuls) ut fra ett punkt, og mottas i et annet punkt.

I praksis skjer dette ved at det sendes lyd signaler ut fra en signalkilde. Lyden vil forplante seg i det mediet den sendes ut i, for så å reflekteres ved overgangen til et annet medium. Mottak av det reflekterte signalet skjer ved hjelp av en hydrofonkabel ("lyttekabel").



Ved refleksjonsseismiske målinger registreres den utsendte lyd pulsens "2-veis gangtid". Dette er tiden lyd pulsen bruker på å forplante seg fra lydkilden, ned til en reflekterende horisont, og derfra tilbake til hydrofonkabelen. De reflekterende horisontene representerer grenseflater mellom medier med forskjellige fysiske egenskaper, blant annet forskjell i tetthet og seismisk hastighet. Eksempel på slike grenseflater er overgangen mellom vann/sediment og overgangen sediment/fast fjell.

Noe av energien fra en lydbølge som er reflektert til havoverflaten vil bli reflektert ned igjen fra grenseflaten hav/luft. Lydbølgen vil dermed gå en, eller normalt flere ganger ned til underliggende grenseflater for så å bli reflektert til overflaten og bli registrert på nytt. På de seismiske profilene vil dette bli tegnet ut som nye horisonter mot økende dyp. Disse "falske" horisontene kalles multipler. I mange tilfeller vil det

være vanskelig å identifisere geologiske grenseflater under 1. multippel.

Dersom en kjenner den seismiske hastigheten for et lag, kan en ved å måle tiden fra utsendelse til mottak av en lydimpuls, finne lagets mektighet.

Beregningseksempel:

Lydhastighet for laget: 2000 m/s
Målt 2-veis gangtid : 100 ms = 0.1s

Lagets mektighet: $2000 \text{ m/s} * 0.1 \text{ s} / 2 = 100\text{m}$

Vanlige lyd- og seismiske hastigheter for sedimenter i sjøen vil være:

Vann	:	ca. 1500 m/s
Leir	:	1500 - 1800 m/s
Sand/grus	:	1500 - 1700 m/s
Morene	:	1500 - 2800 m/s
Fjell	:	> ca. 4000 m/s

Penetrasjonsevne (evne til å trenge ned i løsmasser/bergarter) vil være avhengig av type signalkilde, men også av geologiske forhold. Lydimpulsen vil generelt forplante seg lett gjennom silt/leirholdige sedimenter, selv om disse kan inneholde en del sand og grus. En større del av energien vil derimot reflekteres fra overflaten av morene og godt sortert sand/grus.

Den vertikale oppløsningen (detaljeringsgraden) vil hovedsakelig avhenge av type signalkilde. Seismiske signalkilder som Uniboom, Sparker, Luftkanon og Elma, gir registreringer med vertikal oppløsning mellom ca. 5 - 15 ms.

De signalkilder NGU benytter er:

Luftkanon	, oppløsning	8 - 10 ms
Elma	, oppløsning	5 - 7 ms

APPENDIX 2

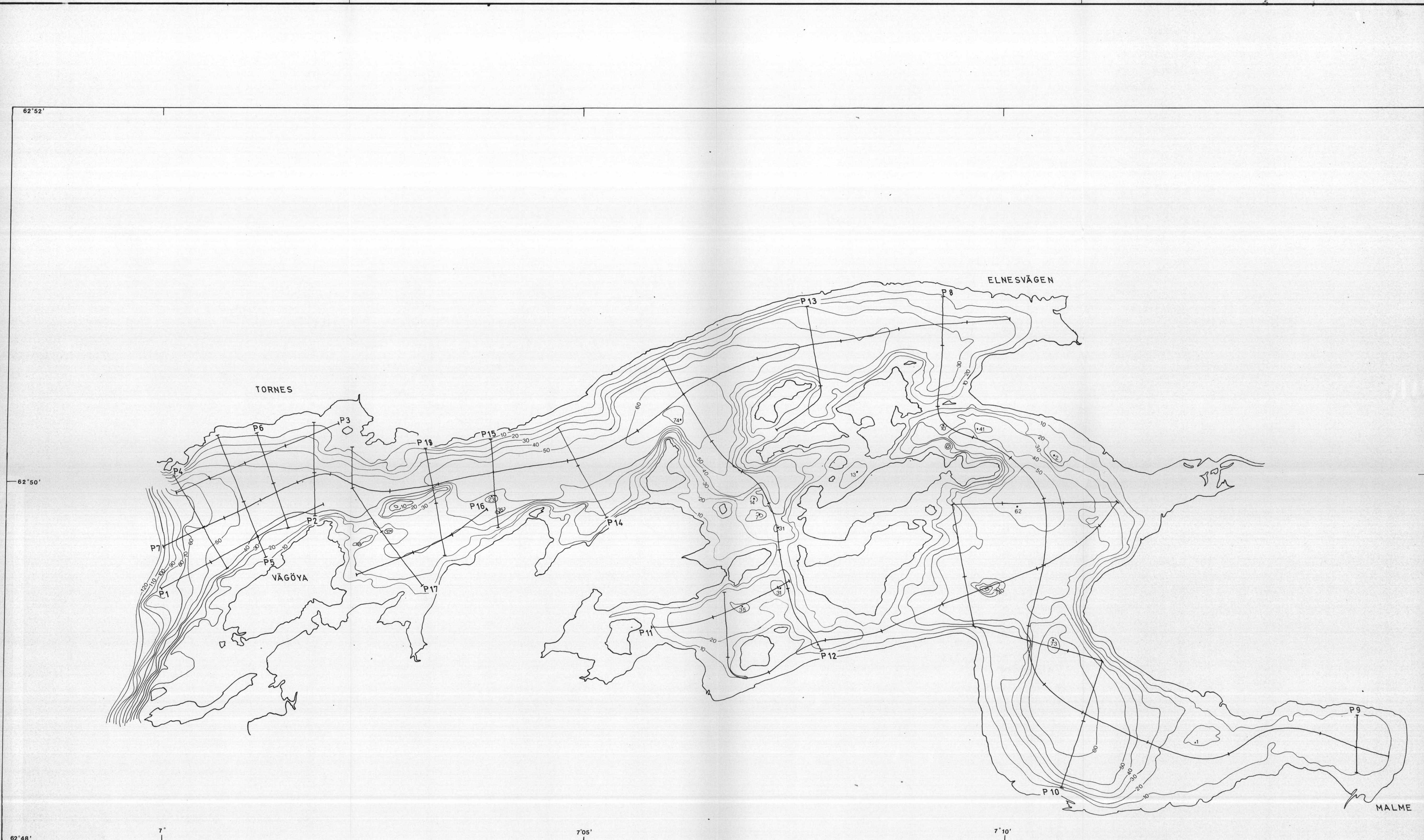
POSIJONERING.

Radarposisjonering.

Utstyr: Furuno FCR 1411 fargeradar , gyrostabilisert via
Anschuts gyrokompass. 2 variable avstandsringer
Elektronisk peilelinjal

Posisjonsberegningene er basert på avstandsmålinger til to
peilepunkter på land, samt kurspeilinger. Avstandsmålingene
plottes fortløpende ut i kart. Etter utplotting i kart, blir
posisjonspunktene digitalisert, og kan om ønskelig, plottes ut
sammen med posisjonsdata fra det automatiske
posisjoneringssystemet.

Posisjonering ved hjelp av radar benyttes kun til oversikts-
kartlegging og orienterende profiler. Nøyaktigheten ved denne
type posisjonsbestemmelse vil være ca. 20 - 80m.

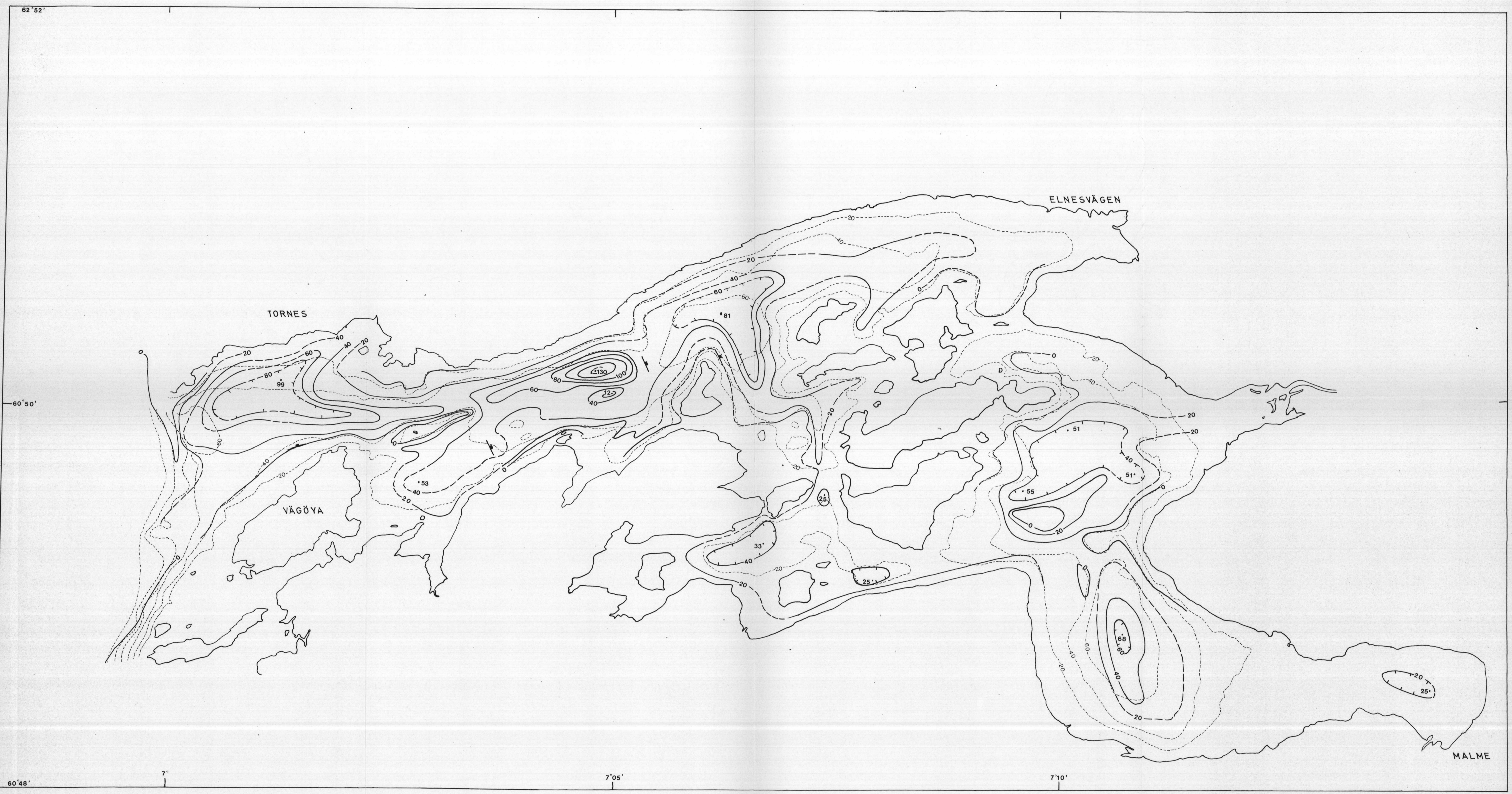


TEGNFORKLARING

- 20 VANNDYP I METER
- 31 PUNKTOBSERVASJON AV STØRSTE VANNDYP I METER
- PROFILLINJE MED PROFILNUMMER OG POSISJONGANGIVELSE (RADARPOSISJONERING)

NGU - MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE HAVBUNNSTOPOGRAFI OG UTSEILTE REFLEKSJONSSEISMISKE PROFILER I FRØNFJORDEN MØRE OG ROMSDAL FYLKE	MÅLESTOKK	OBS. RB	AUG. 1986
	1:20 000	TEGN. RB	AUG. 1987
		TRAC.	
	KFR. <i>K.Bj.</i>		

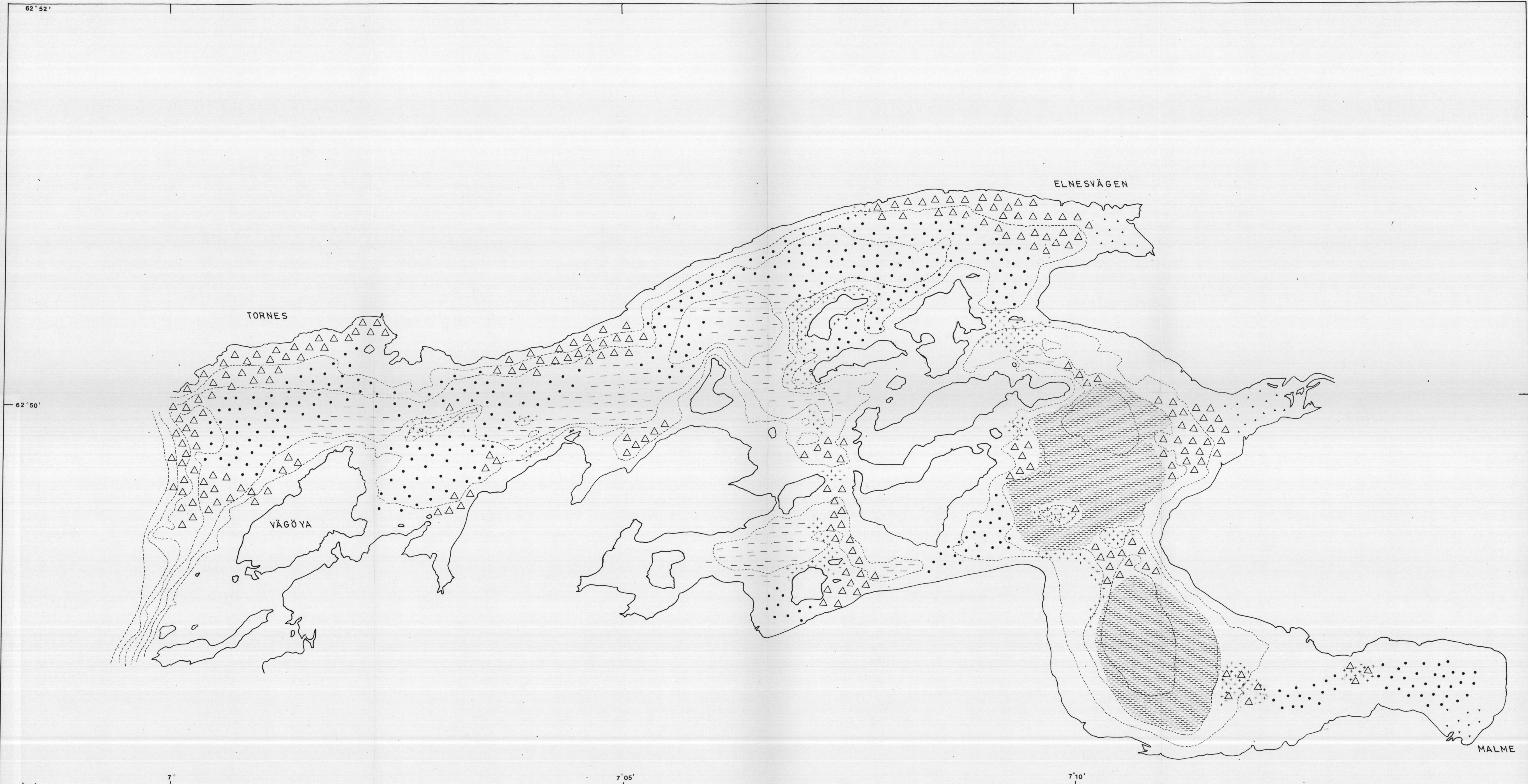
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
	87. 095 - 01	1220 I, 1320 IV



TEGNFORKLARING

- BRATTKANT I FJELLGRUNNEN, MULIGENS SPREKESONE
- - - - - 40 VANDDYPP I METER
- 40 SEDIMENTMEKTIGHET I MILLISEKUNDER (ms)
- - - - - SEDIMENTMEKTIGHET I MILLISEKUNDER (ms) (USIKKER)
- 68 PUNKTOBSERVASJON AV MAKSIMUM SEDIMENTMEKTIGHET ANGITT I MILLISEKUNDER (ms)

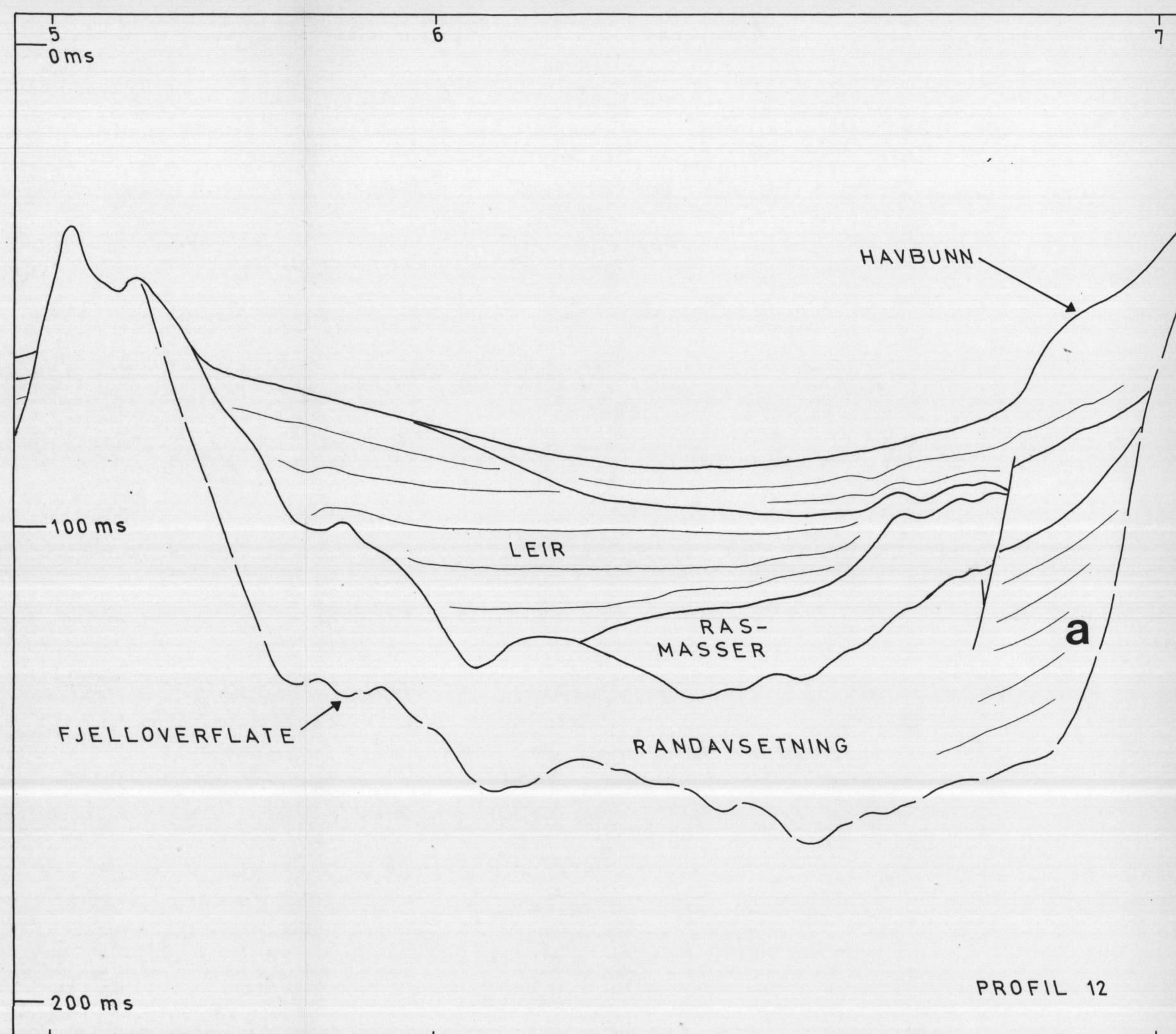
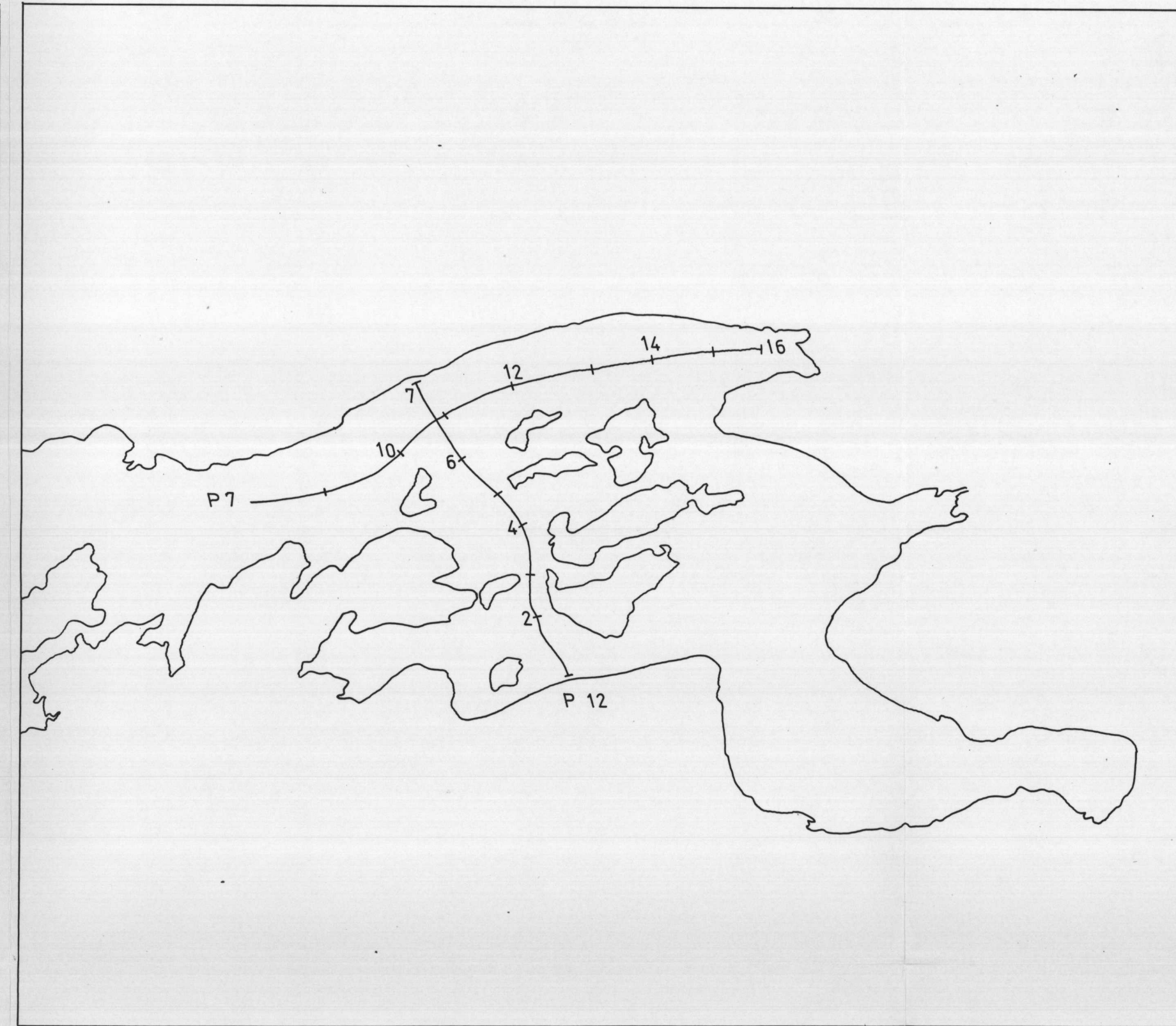
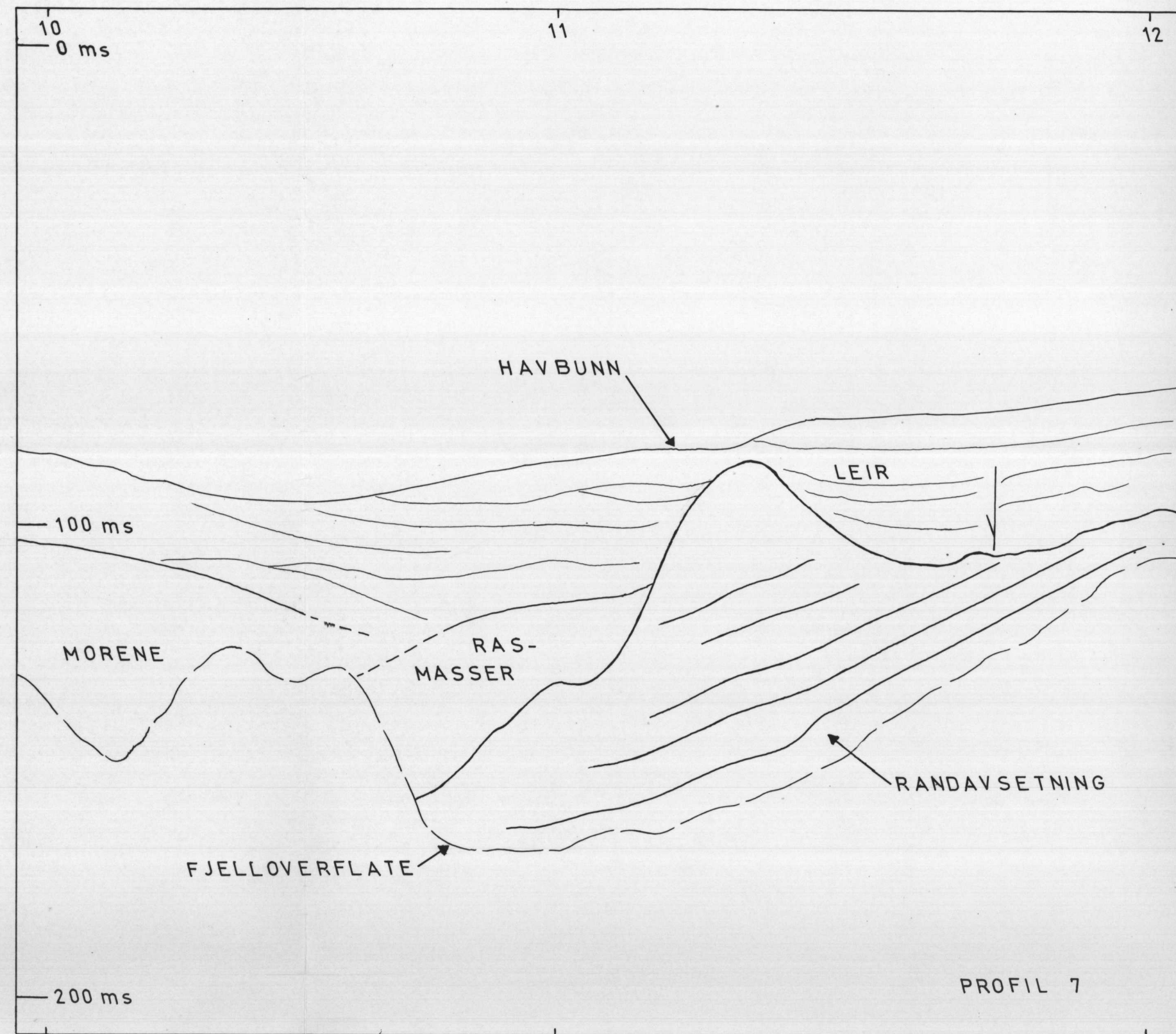
NGU - MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE MEKTIGHETSKART FRØNFJORDEN MØRE OG ROMSDAL FYLKE	MÅLESTOKK	OBS. RB	AUG. 1986
	1:20 000	TEGN. RB	AUG. 1987
		TRAC.	
	KFR. K. Bj.		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	87 095-02	1220 I, 1320 IV	



TEGNFORKLARING

- ⬜⬜⬜⬜ FJELL
- △ MORENMATERIALE
- DÅRLIG SORTERT GLASIMARIN LEIR / SILT / SAND
- — GLASIMARIN LEIRE
- ▨ POSTGLASIAL LEIRE
- ▲▲▲ SANDIGE DELTASEDIMENTER
- 40--- VANDDYP I METER

NGU - MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE OVERFLATESEDIMENTER FRØNFJORDEN MØRE OG ROMSDAL FYLKE	MÅLESTOKK	OBS. RB	AUG. 1986
	1: 20 000	TEGN. RB	AUG. 1987
		TRAC.	
	KFR. K.B.		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 87.095 - 03	KARTBLAD NR. 1220 I, 1320 IV	



NGU - MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE
TOLKETE REFLEKSJONSSEISMISKE PROFILER
FRÆNFJORDEN
MØRE OG ROMSDAL FYLKE

MÅLESTOKK	OBS. RB	AUG. 1986
	TEGN. RB	AUG. 1987
	TRAC.	
	KFR.	K.Bj

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
87.095-04	1220 I, 1320 IV