

NGU-rapport nr. 86.230

Refleksjonsseismiske undersøkelser
i Seierstadjorden (Elvalandet/Jøa),
Nord-Trøndelag



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. 86.230	ISSN 0800-3416	Åpen/Fortrolig-til	
Tittel: Refleksjonsseismiske undersøkelser i Seierstadvfjorden (Eivalandet/Jøa), Nord-Trøndelag			
Forfatter: Kristian Bjerkli		Oppdragsgiver: Statens Vegvesen, Nord-Trøndelag NGU	
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Fosnes	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Namsos		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1724.3 Jøa	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 10	Pris: kr. 70,-
		Kartbilag: 3	
Feltarbeid utført: 08.09.86	Rapportdato: Januar 1987	Prosjektnr.: 2301.00	Prosjektleder: K. Bjerkli
Sammendrag: <p>NGU har utført refleksjonsseismiske undersøkelser i Seierstadvfjorden som underlag for vurdering av fastlandsforbindelse til Jøa. Seierstadvfjorden ligger langs en nord-syd-gående sprekke-/forkastnings-sone i fjellgrunnen. Sedimentene består av et øvre silt-/leir-dominert lag og et undre morenelag. Kwartærgeologiske forhold på land tyder på at større morenemasser er avsatt i fjorden.</p> <p>På østsiden av fjordens midtlinje, i området Buvika - Bergemholmen tvers, varierer dyp fra nåværende havnivå til overflate morene mellom ca. 140 - 220 m. Til disse verdiene må det adderes tykkelse av morene og nødvendig fjelloverdekning for å bestemme maks. dyp av eventuell tunnel-trasé.</p> <p>Tykkelse av morene anbefales nærmere fastlagt ved refraksjonsseismikk.</p>			
Emneord	Kwartærgeologi	Marin geologi	
Refleksjonsseismikk	Mektighet	Seismikk	
Strukturgeologi	Fagrapport		

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	4
2. SJØBUNNSTOPOGRAFI	5
3. TOLKNING AV REFLEKSJONSSEISMISKE DATA	5
4. DISKUSJON OG KONKLUSJONER	6

APPENDIKS:

1. Refleksjonsseismiske målinger
2. Posisjonering

KARTBILAG:

- 86.230-01: Utseilte profiler, refleksjonsseismikk 1:10 000
- 86.230-02: Mektighetskart 1:10 000
- 86.230-03: Tolket refleksjonsseismisk profil

1. INNLEDNING

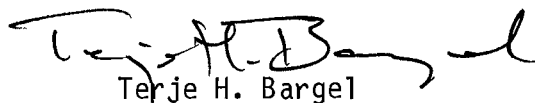
Den 08.09.86 utførte NGU refleksjonsseismiske undersøkelser i Seierstadfjorden, Fosnes kommune. Formålet med undersøkelsen var kartlegging av løsmassemektingene som underlag for videre prosjektering av fjordkryssingsalternativer (undersjøisk tunnel/broforbindelse) mellom Elvalandet og Jøa.

Undersøkelsen er gjennomført med tilskuddsmidler fra Statens Vegvesen, Nord-Trøndelag. Feltarbeidet ble utført fra NGUs forskningsfartøy "Seisma" med følgende personer ombord:

Fra NGU: K. Bjerkli, geolog/skipper
 R. Bøe, geolog/navigatør
 P. Moen, ingeniør/maskinist

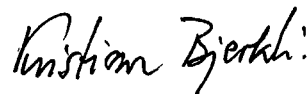
Fra Vegkontoret: B. E. Tessem, overing.

Trondheim, 21.januar 1987



Terje H. Barge

seksjonssjef



Kristian Bjerkli

forsker

2. SJØBUNNSTOPOGRAFI

Hovedtrekkene i sjøbunnstopografien er gitt i tegning nr. 86.230-01. Dybdedata er basert på "Hydrografisk original" nr. VIII-112 (M 1:20 000) utarbeidet av Statens kartverk, Norges Sjøkartverk, i 1982. Vanddyp er angitt iflg. havnivå ved spring fjære. Vedlagte kart må ikke benyttes til navigasjon.

De sentrale deler av Seierstadvfjorden sett i øst-vestretning har en ganske jevn og flat bunn. Det grunneste partiet i sentrale deler av fjorden finnes like øst for Bergemholmen med vanddyp mellom 51 og 60 m. Mot nord og syd øker vanddypet jevnt til mer enn 100 m like nord for Ølhammeren og vest for Vedøya.

Fjordsidene gjenspeiler den generelle landtopografien i området. Den østlige fjordsiden (Elvalandet) faller bratt fra strandsonen ned mot maksimumsdypene i fjorden. På vestsiden av fjorden finnes en bred "hylle" ned til ca. 40 m's vanddyp. Grunnområdet øst for Skjervika, Bergemholmen og Seierstادتaren (-18 m) øst for Seierstad danner de høyeste partiene på "hyllen". Fra ca. 40 m's vanddyp faller fjordsiden igjen bratt ned mot maksimumsdypene i fjorden.

3. TOLKNING AV REFLEKSJONSSEISMISKE DATA

Tolkede refleksjonsseismiske data er sammenstilt i tegning nr. 86.230-02 og 86.230-03. Den vertikale skalaen i tegning nr. 86.230-03 er ca. 11 ganger større enn den horisontale skalaen. De anførte relieff-forskjeller i tegningen er derfor større enn de som finnes i naturen.

Profilene 1-13 er basert på ELMA, mens i profil 14 er det benyttet luftkanon som signalkilde. Metodikk og tolkningsgrunnlag for refleksjonsseismikk og posisjonering er gitt i Appendiks 1 og 2. Sedimentmektigheter er angitt i millisekund 2-veis gangtid (ms).

På bakgrunn av de akustiske forholdene kan sjøbunnsavsetningene deles i to hovedtyper. Øverst finnes sedimenter som i alt vesentlig er akustisk lett gjennomtrengelige, mens det underst ligger sedimenter som lydenergien for det meste ikke trenger gjennom.

Det øverste laget består i alt vesentlig av silt-/leirdominert materiale. I de marginale deler av fjordbassenget vil innhold av sand/grus øke p.g.a. strandvaskingsprosesser. På tegning 86.230-02 er mektighetsvariasjonene i det øverste laget dels konturert, dels angitt som punktobservasjon (eks. 170L, kfr. tegnforklaringen).

Det er påvist flere markerte bassenger med silt-/leirdominert materiale. De er alle lokalisert øst for midtlinjen i fjorden (mot Elvalandet). En vil spesielt påpeke det avlange bassenget nordvest for Buvika (mektighet ca. 170 ms) samt et noe mindre basseng øst-sydøst for Bergemholmen (mektighet ca. 130 ms). Bassengene er adskilt med terskelområder.

Langs østsiden av Seierstadvfjorden er mektighetskotene for det øverste silt-/leirdominerte laget for en stor del ikke trukket sammenhengende. Dette skyldes side-ekko, p.g.a. bratt fjordside og stort vandyp, som stedvis gjør det umulig å tolke registreringene.

På nordsiden av Seierstadvfjorden viser registreringene at indre akustiske reflektorer i silt-/leiravsetningen kuttet av mot sjøbunnens overflate. Dette tyder på at det her enten har gått et undersjøisk ras, eller at sjøbunnen er erodert av rasmasser fra nærliggende strandsone.

Det underste laget av sjøbunnsavsetningene består av harde, grove masser som i vesentlig grad antas å være morenemateriale. I sydlig og nordlig del av det undersøkte området har en antydning total mektighet av løsmasser (summen av øverste og underste lag) over fjell i form av punktobservasjoner (tegning 86.203-02, eks. 100/F).

I sentrale deler av fjorden ved Bergemholmen har det ikke vært mulig å påvise fjell under morenematerialet (tegning 86.230-03).

4. DISKUSJON OG KONKLUSJONER

Hovedretningen av Seierstadvfjorden (nord-syd) danner en klar vinkel med bergartenes generelle strøkkretning i området (nordvest-sydøst). I Buvika (Elvalandet) er det funnet sprekkesoner med tildels åpne sprekker (kfr. R. Boyd, NGU). Det synes derfor rimelig å anta at fjorden er anlagt langs en sprekke-/forkastningssone i fjellgrunnen.

Ifølge foreløpige rekognoseringer på land, antar en at innlandsisen under den generelle tilbakesmeltingen hadde en mindre framrykning i tidlig Yngre Dryas (eller "Ra-tid") mot en sone fra Salsnes, langs Seierstadvfjorden og

videre i syd-sydvestlig retning (kfr. H. Sveian, NGU). Under denne framrykningen, som antagelig varte i 200-300 år, kan en vente at tildels store masser av morenemateriale ble avsatt i Seierstadfjorden. Avsmeltningsforløpet og sedimentfordelingen i området vil bli nærmere klarlagt i forbindelse med NGUs kvartærgeologiske kartlegging av kartblad Jøa 1724.3 i 1987.

Dannelsen av de markerte silt-/leirbassengene øst for senterlinjen i Seierstadfjorden (tegning 86.230-02) kan skyldes skjev blokkforkastning med største spranghøyde mot øst (Elvalandet), ujevn fordeling av morenemateriale i fjorden eller en kombinasjon av disse forholdene.

Det antas at en eventuell undersjøisk tunnel-trasé fra Elvalandet til Jøa vil krysse midtre til sydlige del av det undersøkte området (Bergemholmen - Buvika). Med antatt gjennomsnittlig lydshastighet på 1.600 m/s i silt-/leiravstningene, vil dyp fra dagens havnivå til bassengbunn og terskler i moreneoverflaten på østsiden av fjordens midtlinje være:

Sydlige del av området (Buvika):

Maksimum (basseng): ca. 220 m (herav 85 m vanndyp)
Minimum (terskler): ca. 150 m (herav 70 m vanndyp)

Midtre del av området (Bergemholmen):

Maksimum (basseng): ca. 155 m (herav 55 m vanndyp)
Minimum (terskler): ca. 140 m (herav 60 m vanndyp)

En må addere tykkelse av morene og nødvendig fjelloverdekning til de anførte verdiene for å finne dypeste punkt på en tunnel-trasé i forhold til dagens havnivå.

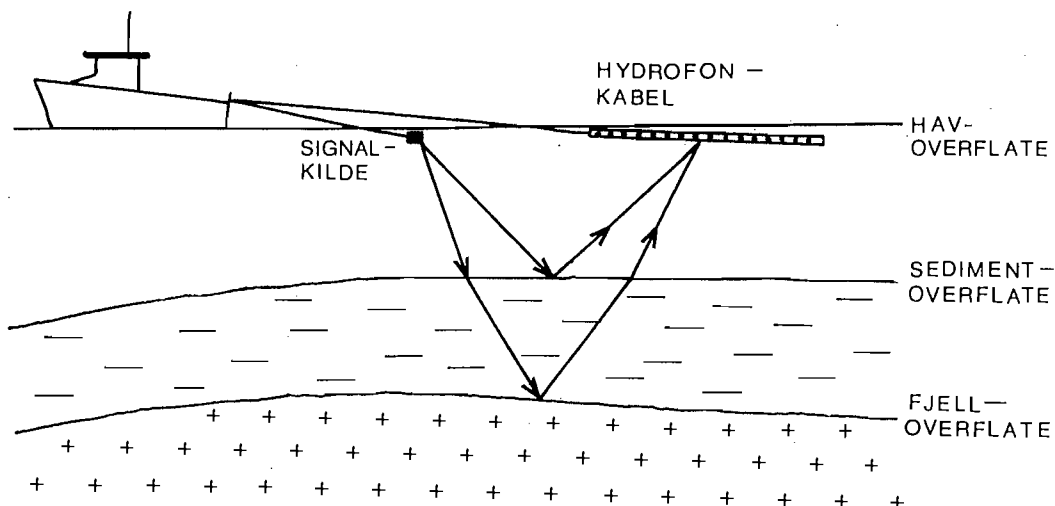
De anførte verdier for mektighet av morene (tegning nr. 86.230-02 og 86.230-03) er usikre og må betraktes som veiledende. Ved videre prosjektering bør derfor morenetykkelse bestemmes mer nøyaktig ved refraksjonsseismiske målinger.

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 lydsignaler 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 lydimpulsens "2-veis gangtid". Dette er tiden lydimpulsen 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.

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 lydhastigheter (seismiske hastigheter) vil være:

Vann	:	ca. 1500 m/s
Leir under grunnvann	:	1500 - 1800 m/s
Sand/grus under grunnvann:		1500 - 1700 m/s
Morene under grunnvann	:	1500 - 2500 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/leir- holdige 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.

Automatisk posisjonering.

Utstyr: Motorola Miniranger , Falcon 484
HP 9836 datamaskin med 2 diskettstasjoner

Posisjonering ved hjelp av Motorola Miniranger er basert på å måle avstanden fra båten til to koordinatbestemte punkter på land.

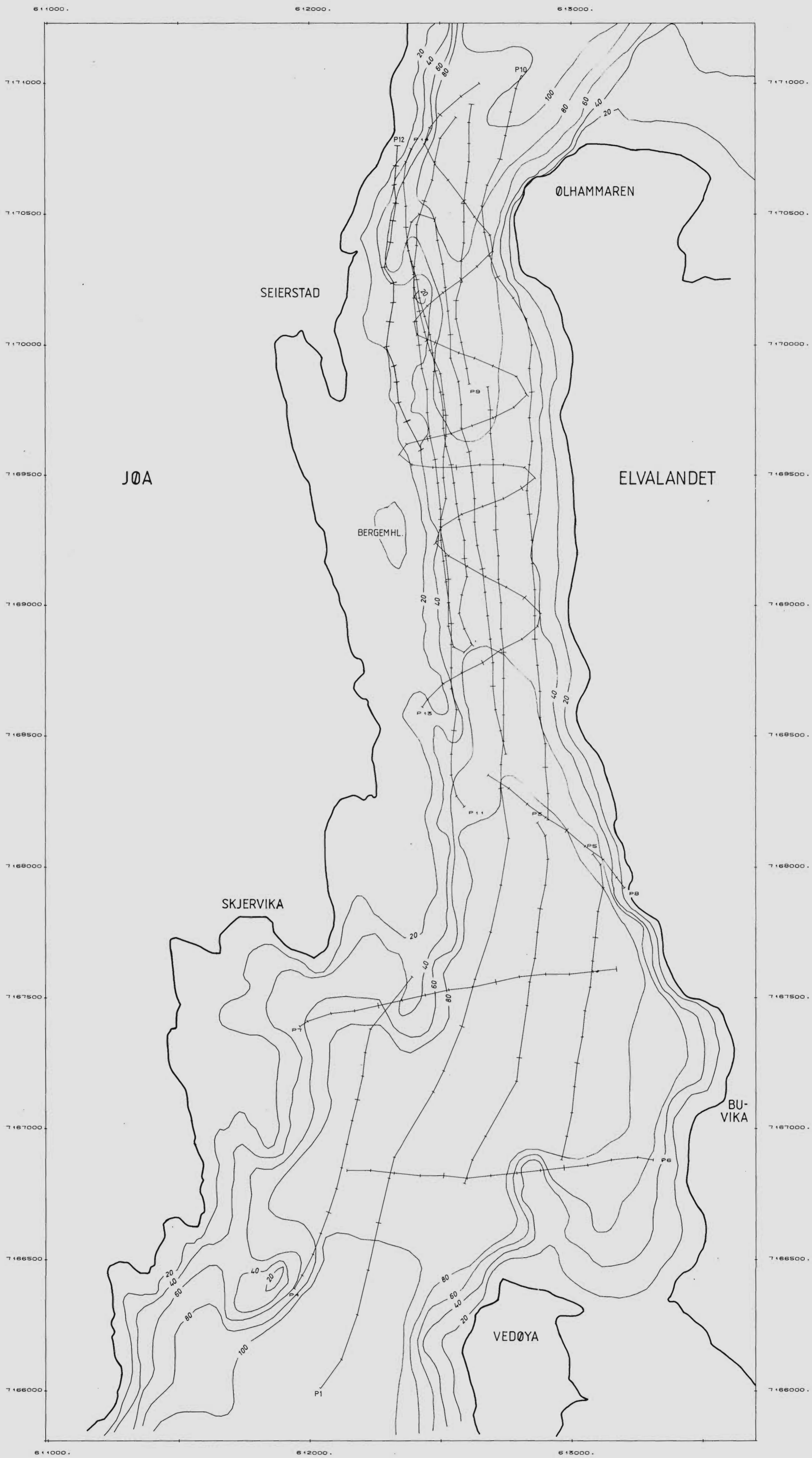
En sender/mottaker-enhet ombord i båten sender ut radiopulser til transpondere (peilestasjoner) plassert på land. Transponderne "svarer" med å sende pulser tilbake via sender/ mottaker-enheten til en prosessor-enhet ombord i båten hvor radiopulsenes gangtid omgjøres til avstander i meter. Posisjoneringssystemet styres fra en HP 9836 datamaskin koblet til prosessor-enheten.

I datamaskinen omregnes båtenes posisjon til koordinater i det koordinatsystem som på forhånd er definert. Ut fra båtenes posisjon, beregnes også slepets posisjon. Posisjonsdata lagres på diskett. Båtenes seilingslinje framkommer på datamaskinaens grafiske skjerm sammen med digitalisert kystkontur og punkter som viser transpondernes plassering.


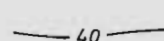
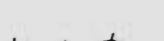
Motorola Miniranger er et radioposisjoneringssystem som er avhengig av fri sikt mellom sender/mottaker-enheten ombord og transponderne på land. Posisjoneringssystemet er også avhengig av tilfredsstillende skjæringsvinkler mellom transponderne og båten for god posisjonsbestemmelse.

Utstyrets nominelle nøyaktighet er +/- 2m. Ved å plassere transponderne på oppmålte fastpunkter (NGO), kan en operere i det nominelle nøyaktighetsområdet. I områder hvor det ikke er tilgang på egnede oppmålte punkter, vil en måtte foreta innmåling ut fra lokalisering av punkter i kart, og nøyaktigheten vil bli noe mindre.

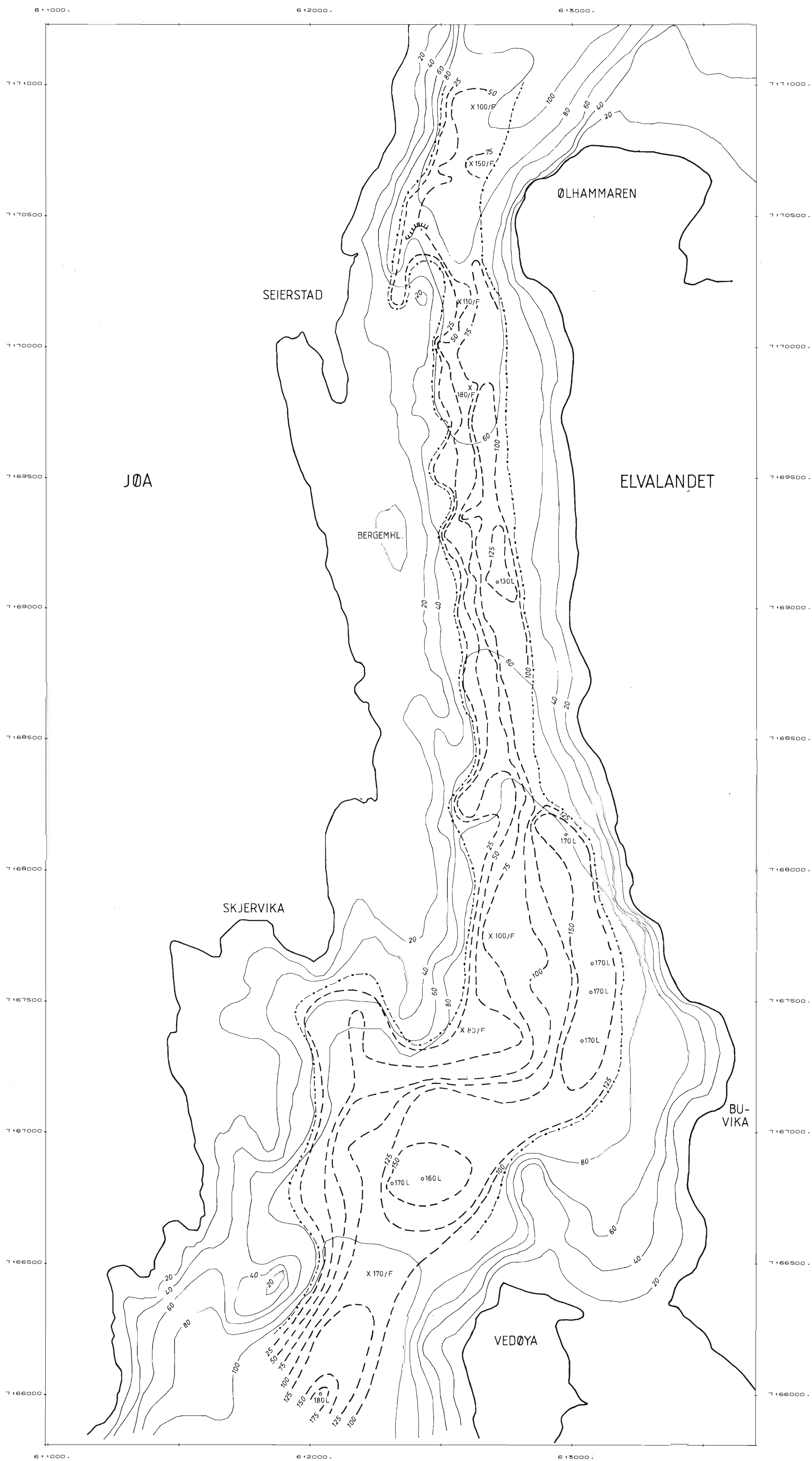
Etter feltarbeidet blir posisjonsdata overført til NGU's data-anlegg for lagring. Posisjonsdata (utseilte profillinjer) kan deretter plottes ut i ønsket målestokk sammen med digitalisert kystkontur.



TEGNFORKLARING

-  KYSTKONTUR
-  VANNDYP I METER (20 M. INTERVALL)
-  REFLEKSJONSSEISMISK PROFIL MED PROFILNR. OG POSISJONSPUNKTER

NGU / STATENS VEGVESEN, NORD-TRØNDELAG UTSEILTE PROFILER - REFLEKSJONSSEISMIKK SEIERSTADFJORDEN (ELVALANDET/JØA) NORD-TRØNDELAG FYLKE	MÅLESTOKK	MÅLT K.B.	
	1:10 000	TEGN K.B.	DES. 1986
		TRAC	
		KFR. K.B.	
MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON			
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 86.230-01	KARTBLAD NR. 1724 III	



TEGNFORKLARING

- KYSTLINJE
- VANNDYP I METER, 20 M. INTERVALL
- YTTERGRENSE AV LEIRBASSENG MOT MORENE / FJELL
- MEKTIGHET AV LEIRE I MILLISEKUND (ms), 25ms INTERVALL
- MEKTIGHET AV LEIRE I ms, PUNKTOBSERVASJON
- ANTATT MEKTIGHET TIL FJELL (LEIRE OG MORENE) I ms, PUNKTOBSERVASJON
- SKRED-/EROSJONSKANT I LEIRE

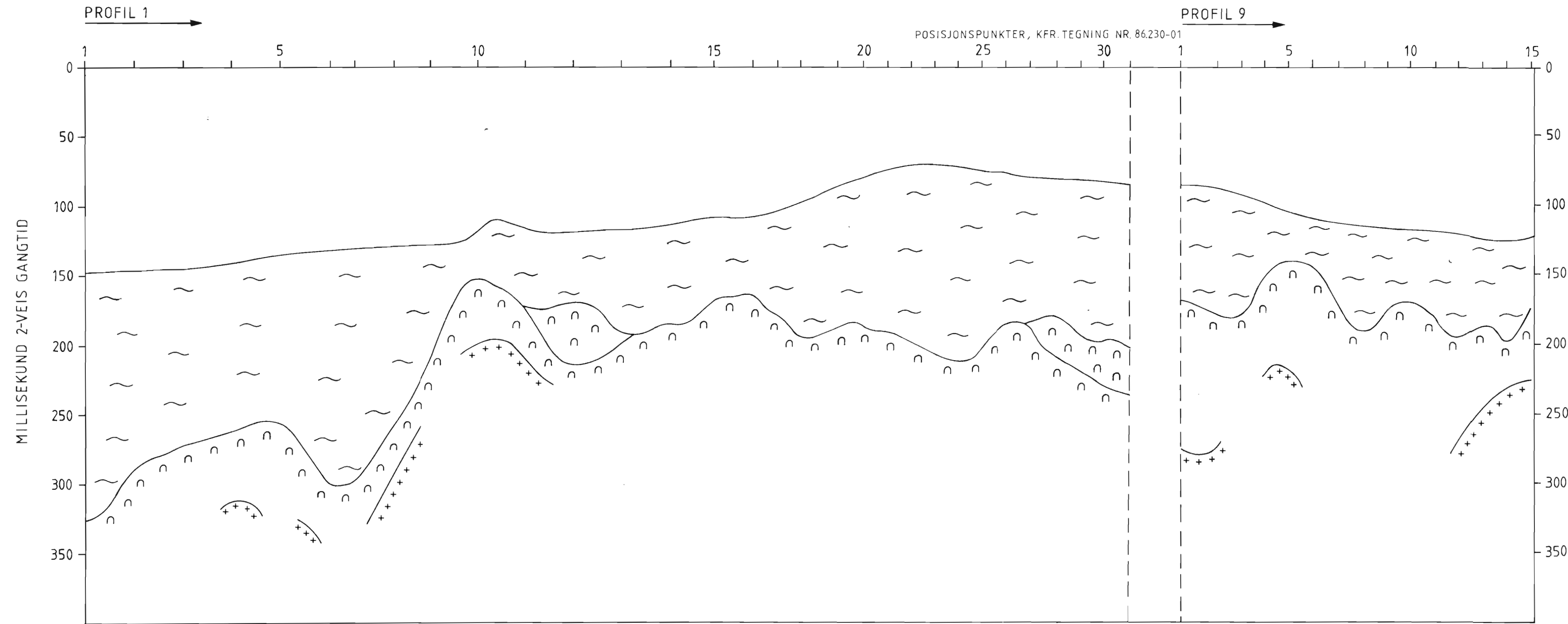
NGU/STATENS VEGVESEN, NORD-TRØNDELAG
 MEKTIGHETSKART
 SEIERSTADFJORDEN (ELVALANDET/JØA)
 NORD TRØNDELAG FYLKE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT K.B.	DES. 1986
1:10000	TEGN K.B.	
	TRAC	
	KFR. <i>V. B.</i>	

MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON

TEGNING NR. 86.230 - 02	KARTBLAD NR. 1724 III
----------------------------	--------------------------



NGU/ STATENS VEGVESEN, NORD-TRØNDELAG TOLKET REFLEKSJONSSEISMISK PROFIL SEIERSTADFJORDEN (ELVALANDET/JØA) NORD-TRØNDELAG FYLKE	MÅLESTOKK	MÅLT. K.B.	
		TEGN. K.B.	DES.-86
		TRAC. T.H.	JAN.-87
	KFR. K.B.	—	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	86.230-03	1724 III	