

NGU-rapport nr. 87.014

Refleksjonsseismisk kartlegging i
Midfjorden og Tomrefjorden,
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. 87.014	ISSN 0800-3416	Åpen/ XXXXXXX Kontrollig til	
Tittel: Refleksjonsseismisk kartlegging i Midfjorden og Tomrefjorden, Møre og Romsdal			
Forfatter: Reidulv Bøe		Oppdragsgiver: Møre og Romsdal Fylkeskommune, Haram-Midsund-Aukra Tunnel-selskap A/S, Statens Vegvesen i Møre og Romsdal, NGU	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Midsund, Vestnes og Molde	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Alesund		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1220.2 Vestnes 1220.3 Brattvåg	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 18	Pris: kr. 110,-
		Kartbilag: 7	
Feltarbeid utført: Juli 1986	Rapportdato: Februar 1987	Prosjektnr.: 2301.00	Prosjektleder: K. Bjerkli
Sammendrag: <p>Det er utført refleksjonsseismiske målinger i Midfjorden og Tomrefjorden. Formålet med undersøkelsene har vært å kartlegge forholdene for bro-/tunnelforbindelser over Midfjorden til Otrøy. Resultatene er presentert i form av et mektighetskart over kvartære avsetninger der også mulige sprekke-/forkastningssoner er antydnet.</p> <p>I Midfjorden ligger det forholdsvis store sedimentmektigheter. Den største observerte mektighet er på 325 ms, og ingen steder er det mindre enn ca. 300 m fra havflaten til fast fjell på det grunneste. Syd og sydvest av Tautra er det hyppigere variasjoner i avsetningsmønster og tykkelse. Den fra seismikken tydeligst fremtredende sprekke-/forkastningssonen i området går langs nordsiden av Midfjorden. Det er antydnet at Mesozoiske sedimentære bergarter kan forekomme i området.</p>			
Emneord	Kvartærgeologi	Marin geologi	
Refleksjonsseismikk	Mektighet	Seismikk	
Strukturgeologi	Fagrapport		

INNHold:

1. INNLEDNING
2. SJØBUNNSTOPOGRAFI
3. BERGGRUNNSGEOLOGI
4. REFLEKSJONSSEISMISK TOLKNING OG STRUKTURGEOLOGI
5. DISKUSJON
6. FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER
7. KONKLUSJON

REFERANSER

APPENDIKS:

1. REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER
2. AUTOMATISK POSISJONERING
3. RADARPOSISJONERING

KARTBILLAG:

- 87.014-01: Havbunnstopografisk kart. M 1:20 000.
- 87.014-02: Utseilte refleksjonsseismiske profiler. M 1:20 000.
- 87.014-03: Mektighetskart. M 1:20 000.
- 87.014-04: Tolket refleksjonsseismisk profil.
- 87.014-05: Tolket refleksjonsseismisk profil.
- 87.014-06: Tolket refleksjonsseismisk profil.
- 87.014-07: Forslag til oppfølgende undersøkelser.

1. INNLEDNING

I juli 1986 ble det utført refleksjonsseismiske målinger i de vestlige deler av Romsdalsfjorden, Midfjorden og Tomrefjorden i Møre og Romsdal. Undersøkelsens formål var kartlegging av kvartære og eventuelt eldre sedimenter samt kartlegging av geologiske strukturer i forbindelse med fastlandsforbindelse til Otrøy. Prosjektet inngår som en del av de mer omfattende refleksjonsseismiske undersøkelsene i regionen der mulighetene for fergefritt samband mellom Ålesund og Kristiansund vurderes.

Det utseilte området strekker seg fra munningen av Julsundet øst for Tautra til like vest av Rekdal i Midfjorden. Området sydøst og syd av Tautra samt Tomrefjorden er også kartlagt.

Som kartgrunnlag under feltarbeidet er det benyttet Serie M 711 fra Norges Geografiske Oppmåling i målestokk 1:50000, og UTM-koordinater er angitt på de forskjellige kartbillag. Posisjoneringen ble utført ved hjelp av Motorola Miniranger (Appendix 2). Et profil ble kjørt med radarposisjonering (Appendix 3).

Feltarbeidet ble utført fra NGUs forskningsfartøy "Seisma" (55 fot), og følgende personer deltok fra NGU:

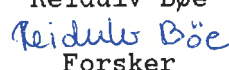
O. Longva	(skipper/geolog)
P.T. Moen	(teknisk drift)
R. Myhren	(EDB-posisjonering)

Feltarbeidet ble utført med tilskuddsmidler fra Møre og Romsdal Fylkeskommune, Haram-Midsund-Aukra Tunnelsekskap A/S og Statens Vegvesen i Møre og Romsdal.

Trondheim, 3. februar 1987
Seksjon for løsmassekartlegging

Terje H. Bargel

Seksjonssjef

Reidulv Bøe

Forsker

2. SJØBUNNSTOPOGRAFI

Hovedtrekkene i sjøbunnstopografien er gitt i tegning 87.014-01. Dybdekartet er basert på "Hydrografiske originaler" nr. VI 144 og VI 145 i målestokk 1:20000 fra Statens kartverk, Norges sjøkartverk, og konturert med 20 m ekvidistanse i forhold til havnivå ved springfjære. Vedlagte kart må ikke benyttes til navigasjon.

Lengst vest i kartbildet, i området nord for Rekdal, er havbunnen flat og jevn i et dyp på 240-260 m. Både på nord- og sydsiden av Midfjorden er det bratte skrenter ned mot dette dypet, men mest utpreget er det i nord. Bunnen skråner så jevnt østover til et maksimalt dyp på 299 m 2.5 km vest av Tautra. Herifra minsker dybden med ca. 100 m over en avstand på omtrent 600 m, og flater så ut. Minimumsdypet nord av Tautra er målt til 160 m. Videre østover smalner sundet for så å åpne seg ved munningen av Julsundet, der dybden er nærmere 500 m. Langs nordkysten av Tautra og småøyene vestenfor er det en tydelig brattskrent der dybdene øker til henholdsvis 100 og 200 m over en avstand på 200-300 m fra land.

I området syd og sydvest av Tautra er havbunnen kupert med flere dyp- og høydeområder. Det grunneste punktet ligger omtrent i havnivå, mens dypeste måling er gjort 900 m syd av Tautra på 157 m. Østover herifra heller bunnen først slakt, siden brattere ned mot et dyp på ca. 500 m i forlengelsen av Julsundet.

Tomrefjorden viser en jevn økning i dybde vest for det kupert område syd og sydvest av Tautra. Dybden øker fra ca. 60 m i syd til maksimalt 299 m i Midfjorden vest av Tautra.

3. BERGGRUNNSGEOLOGI

En av de første som utførte et geologisk studium av bergartene i dette området var Bugge (1934). Så ble det gjort lite før utpå 50-tallet da det ble publisert en rekke artikler om de geologiske forholdene i områdene rundt Molde og østover til Surnadal (Gjelsvik, 1951 og 1953; Hernes, 1954, 1955, 1956a. Disse artiklene behandler først og fremst de såkalte Trondhemsskifrene (senere kalt Rørosgruppen og Gulagruppen) og deres utbredelse vestover fra Surnadalssynklinalen til øyene syd for Molde, til Tautra og videre vestover til Brattvåg. Nyere studier har blitt utført på disse bergartene i Surnadalssynklinalen (Råheim, 1977; Kollung, 1984) og på Moldeøyene (Bryhni, 1986).

En del arbeider som omhandler grunnfjellsgneisene nord og øst for Romsdalsfjorden mot Trondheim har også blitt publisert (Hernes, 1965; Pidgeon og Råheim, 1972; Råheim, 1979; Bering et al., 1986).

Geologien i området er grovt summert av Gjelsvik (1951), Oftedahl (1981) og Sigmond et al. (1984).

Grunnfjellsbergartene i det aktuelle området i vestlige deler av Romsdalsfjorden kan grovt inndeles i tre grupper; a) minst 1700 mill. år gamle prekambriske gneiser og b) yngre prekambriske bergarter som opptrer i forlengelsen av Surnadalssynklinalen og som kan observeres på øyene syd for Molde og på Tautra. c) Øverst i tektonostratigrafien er det stedvis bevart grønnskifre som trolig kan korreleres med Størendekket i Surnadalssynklinalen og Trondheimsfeltet (Gjelsvik, 1953; Krill og Sigmond, 1986). Disse bergartene er av kambrosilursk alder.

De eldste bergartene i området består av øyegneiser, båndgneiser, mylonittiske gneiser, migmatitter og amfibolittiske gneiser. Sammensetningen er for det meste granittisk til granodiorittisk.

Bergartene på Tautra, som sannsynligvis fortsetter undersjøisk østover mot øyene syd for Molde og vestover mot Brattvåg ligger i en synform (Gjelsvik, 1953; Hernes, 1956 a og 1957). Underst ligger hornblendeskifre og hornblendegneis. Så kommer glimmerskifre og glimmergneis samt mindre forekomster amfibolitt, marmor og kvartsitt (Gjelsvik, 1953; Hernes, 1955; Bryhni, 1986). Øverst ligger grønnskifrene (Krill og Sigmond, 1986). Både nord- og sydsjkenkelen av den antatte synformen har fall mot syd.

Grensen til de underliggende gneisene er en sone av granittisert gneis, og representerer antageligvis en skyvesone (Kollung, 1984). Bryhni (1986) antar dessuten at det langsetter Fannefjorden går en yngre forkastningssone av regional betydning som markerer grensen til gneisene i nord. På Moldeøyene har han kartlagt grensen mellom hornblendeskifre og glimmerskifre som en skyvesone med mylonitter og kraftig oppknusning. Det samme forholdet har han funnet mellom glimmerskifrene og gneisene syd for disse. Man kan forvente at det finnes flere skyvesoner høyere i tektonostratigrafien, bl. a. er det generelt antatt at undergrensen av grønnsteinen (Støren-dekket) er en skyvesone. Den siste større deformasjon av disse bergartene fant trolig sted i Devon.

4. REFLEKSJONSSEISMISK TOLKNING OG STRUKTURGEOLOGI

Hensikten med disse refleksjonsseismiske målingene har vært å kartlegge mektigheten (tykkelsen) av kvartære løsmasser ned til fast fjell. Tolkning av hvilke sedimenttyper som dominerer i de enkelte områder (leir/sand/grus/morene) og deres geologiske betydning må derfor utestå til et senere tidspunkt.

Tegning 87.014-02 viser en oversikt over utseilte profiler. Som man kan se er området mellom Tautra og kysten øst for Rekdal best undersøkt med en profilavstand varierende fra 300-500 m. Fra Rekdal og østover nord for Tautra er profilavstanden noe større. I Tomrefjorden og syd for Tautra kan avstanden mellom de enkelte profiler være opp til 2 km. I områder med så stor profilavstand er det nødvendigvis færre deltaljer i de tolkede resultater.

Mest detaljert er tolkningene vest av Tautra ved munningen av Tomrefjorden mot Midfjorden.

Det utarbeidede mektighetskartet i målestokk 1:20000 er vist på Tegning 87.014-03. Mektigheten av løsmasser er gitt i millisekunder (ms) to-veis gangtid, og konturert for hvert 20. ms. To kontursymboler er angitt. Sammenhengende linjer er benyttet i områder der de fysiske og geologiske forhold har tillatt en nøyaktig tolkning av sedimentmektheter. Stiplede linjer er benyttet der tolkningen er noe usikker, og angir oftest minimumsmektheter hvis ikke annet er sagt (se under).

Ved utregning av mektigheter kan man følge fremgangsmåten skissert i Appendix 1 og gå utifra en lydshastighet i løsmasser på 1800-2100 m/s. For oversiktens skyld er dybdekonturer inntegnet kun for hver 100 m. Mer nøyaktige vanddyp fåes fra Tegning 87.014-01.

Hvis man i det undersøkte området starter lengst vest i Midfjorden, har man nordvest for Rekdal en maksimal sedimentmekthet på 273 ms. Vestover herifra er det antatt at mektigheten avtar (Larsen et al., 1987). Østover er det først en reduksjon før man etter noe over 2 km kommer inn i nok et lokalt maksimum på 255 ms. Over hele dette området og videre østover til munningen av Tomrefjorden mot Midfjorden ligger det ellers et noenlunde jevnt sedimentdekke varierende i tykkelse fra 160 ms til 220 ms. Mektighetene øker raskt fra nord- og sydsiden av sedimentbassenget og inn mot midten.

Ca. 2 km vest av Tautra kommer man så inn i et område der mektigheten langs nordsiden av Midfjorden øker kraftig til et maksimum på 326 ms. Dette skjer samtidig som vanddypet avtar, og det totale dyp til fjell minker. Tegning 87.014-04 gir eksempel på et tolket refleksjonsseismisk profil fra dette området. På tegningen kan man legge merke til at interne reflektorer er antydnet i morenepakken. Disse reflektorene viser at det har vært erosjon i tidsrommene mellom hvert moreneframstøt, men de har ingen praktisk betydning for en eventuell tunneldrift.

På sydsiden av fjorden, nærmere øyene vest av Tautra ligger det betydelig mindre mektigheter, og man har et lokalt minimum med 85 ms løsmasser. Østover fra den maksimale mektighetsmålingen langs nordsiden av fjorden avtar tykkelsen jevnt til et minste maksimum på 164 ms før den igjen øker til 230 ms nord av det østlige Tautra. Området mellom disse to mektighetsmaksima definerer et noenlunde jevnt platå. Det gjelder spesielt langs nordsiden og sentralt i fjorden. Nærmere Tautra er det større variasjoner. Mektighetene midtfjords mellom profil 8 og 11 er likevel noe usikre. Det antas at de målte verdier representerer maksimumsmektigheter.

Videre nordøstover mot munningen av Julsundet avtar sedimenttykkelsen gradvis.

Generelt kan man si at de største sedimentmektighetene finnes langs nordsiden av Midfjorden. Her finnes det en brattskrent som kan følges fra tverrprofil til tverrprofil nesten langssetter hele fjorden. Muligens er denne brattskrenten en forkastning/forkastningssone, men den kan også representere en sprekke-/knusingssone uten større bevegelser. Det er verdt å merke seg at denne forkastningssonen trolig er den samme som Bryhni (1986) har postulert i Fannefjorden syd for Molde. Også langs sydsiden av Midfjorden nord av Tautra og Rekdal finnes brattskrenter som kan representere forkastninger, men disse ser ikke ut til å være av samme størrelsesorden som langs nordsiden.

Sedimentmektigheter angitt i den sydlige del av Tomrefjorden må generelt oppfattes som minimumsmektigheter. P.g.a. ugunstige forhold med til dels totalrefleksjon og mange multipler på registreringene (Appendiks 1) var det vanskelig å kartlegge dybde til fjell. I dette området ble ELMA brukt som signalkilde for å få bedre oppløsning, noe som har gått på bekostning av penetrasjonsevne (Appendiks 1). Generelt kan man si at mektigheten av løsmasser øker jevnt mot nordvest fra ca. 20 ms til 185 ms i en depresjon like før munningen av Tomrefjorden mot Midfjorden. 185 ms ansees i dette tilfellet som den maksimale mektighet av løsmasser. Videre utover avtar mektigheten raskt. Over den undersjøiske fortsettelsen av Tautra mot sydvest ligger det kun 43 ms sedimenter. Så øker sedimentmektigheten igjen ut i Midfjorden.

I området syd og sydøst av Tautra er forholdene noe usikre, spesielt grunnet stor avstand mellom hver profillinje. Området er dominert av et antall høydedrag og forsenkninger som går østnordøst-vestsydvest. Noen av disse skyldes morenerygger som ligger med samme orientering. Registreringen på 212 ms 1.2 km sydvest av Tautra er en slik. Nord for denne ligger det muligens en mindre morenerygg, men profil 28, som er skutt med ELMA gir ikke god nok oppløsning til å kunne si noe sikkert. Det er heller ikke usannsynlig at eventuelle morenerygger mellom profilene 26 og 28 har blitt oversett.

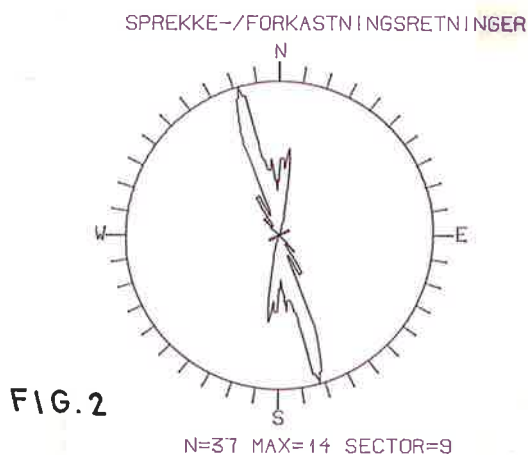
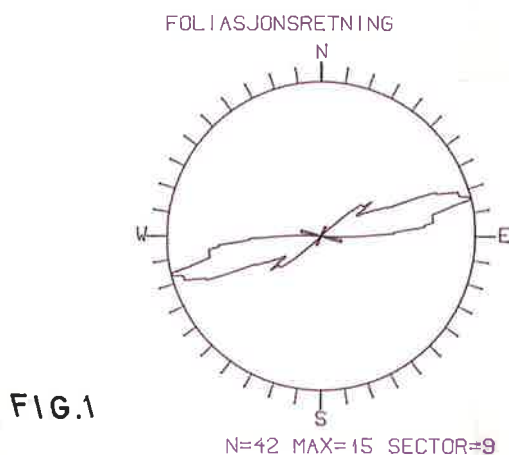
Videre østover fra profil 26 kommer man inn i et område med jevnt økende sedimentmektigheter. Mektighetene, som bør ansees som minimumsmektigheter, øker fra ca. 40 ms til 150 ms. Langs kysten i syd ligger det et ca. 2 km langt sedimentbasseng med et maksimum på 100 ms sedimenter.

I fortsettelsen av Tautra både mot sydvest og nordøst er det lange, grunne områder praktisk talt uten løsmasseoverdekning.

På mektighetskartet Tegning 87.014-03 er det tegnet inn en del sprekke-/forkastningssoner. Disse er strukturer som tydelig fremtrer på seismikken, men grunnet stor avstand mellom de enkelte profillinjer er det gjort få forsøk på å korrelere fra profil til profil. Dette kunne lett medføre feil da retningene er usikre. Et unntak er den tydelig fremtredende sonen langs nordsiden av Midfjorden. På kartet er disse strukturene plassert

enten ved overgangen fast fjell/løsmasser, dvs. der de forsvinner under løsmassene, eller, hvis de ikke kommer opp til overflaten, der de kommer til uttrykk på fjelloverflaten.

I området fra Rekdal og vestover, både på nord- og sydsiden av Midfjorden, stryker foliasjonen i gneisene 075 -085 (Fig. 1). Dette ser ut til å forandre seg lite videre østover. Et plott av målte sprekker og forkastninger i det samme området (Fig. 2) viser at den dominerende retning går vinkelrett på foliasjonen (ca. 180). Det er sannsynlig at sprekker og forkastninger parallelt foliasjonen er underrepresentert i målingene grunnet vanskeligheter med å observere disse i felt.



5. DISKUSJON

Et usikkerhetsmoment under tolkningen av de refleksjonsseismiske profilene har vært eventuelle forekomster av eldre, sedimentære bergarter i området. Ingen slike forekomster er med sikkerhet påvist, men i et par områder er det observert indikasjoner.

Området der det med størst sannsynlighet ligger sedimentære bergarter er i den dypeste del av Midfjorden 2.5 km vest av Tautra. Mellom punktene 10 og 24 på profil 2 fremtrer det en spesielt kraftig reflektor som er blitt tolket som fjelloverflate. Under denne reflektoren ligger det nok en reflektor som i en alternativ tolkning kunne tolkes dithen. Avstanden mellom disse to reflektorene er på det meste 80 ms. Selv om indre reflektorer ikke fremtrer, er det en mulighet som bør taes med i betraktningen at man her kan ha liggende eldre sedimentære bergarter.

Hvis sedimentære bergarter opptrer andre steder innen det undersøkte området er det sannsynlig at de på Tegning 87.014-03

har blitt kartlagt som løsmasser, og at dybden til fast fjell i millisekunder derfor likevel er riktig. Hele Romsdalsfjorden er et stort, overfordypet basseng med grunne terskler vest i Midfjorden og i Julsundet. Trolig er bassenget delvis forkastningsbetinget, noe som øker sannsynligheten for at unge sedimentære bergarter kan ligge bevart. Antatte Mesozoiske bergarter er nylig indikert nordvest av Otrøy (Larsen et al., 1987).

I starten av profil 20 er det observert en samling av kraftige, vestlig fallende reflektorer. Det er vanskelig å avgjøre med sikkerhet hva disse representerer. En mulighet er unge sedimentære bergarter da reflektorene har en viss likhet med indre reflektorer i Mesozoiske bergarter i Trondheimsleia. Forfatteren heller likevel til den oppfatning at man her ser strukturer i grunnfjellet, mest sannsynlig foliasjon og foliasjonsparallel oppsprekking. Det skulle ikke være umulig å observere foiasjon i en veksling av glimmerskifre, marmor og kvartsitt (Kap. 3), spesielt hvis de er forvitret. Uansett hva man her har antyder målingene dårlig fjell.

Også i de vestligst kartlagte deler av Midfjorden opptrer det noen reflektorer av usikker affinitet. På profil 37 (Tegning 87.014-05) fortsetter en kraftig reflektor mot vest ca. 550 m under havflaten, og fra denne igjen utgår det reflektorer med vestlig fall. Hvis reflektoren på 550 m er reell, vil dette trolig si at man har sedimentære bergarter liggende over i vestlig retning. Dette vurderes likevel som usannsynlig sammenholdt med kartblad Brattvåg (Larsen et al., 1987) og Tegning 87.014-06. Antageligvis ser man her sideekko.

På profil 38 finnes det i østlige deler, under den tolkede fjelloverflate, noen kraftige reflektorer med østlig fall. En mulighet er at disse reflektorene er sideekko, altså falske signaler fra bergarter på sidene av profilen. En annen mulighet er at de representerer kraftige skjær-/forkastningssoner i berggrunnen. En tredje mulighet er at de er reelle bergartsgrenser/overflater i en sedimentær lagpakke. Forfatteren finner her en kombinasjon av de to første mulighetene som mest sannsynlig, men dette vil kun bli fastslått med sikkerhet ved oppfølgende undersøkelser.

6. FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

Utifra hva som er sagt i kapitlene 4 og 5 foreslås det at oppfølgende undersøkelser blir utført. Generelt kan man si at dekningsgraden av profiler syd for Tautra bør gjøres bedre. Man bør kjøre et tettere profilnett for å få bedre kontroll over de mange større og mindre forsenkningene og moreneryggene i området. Dette bør gjøres med en kraftig signalkilde for å få god penetrasjon ned til fjell.

Som nevnt i Kapittel 5 finnes det i den vestlige del av Midfjorden, vest av utløpet fra Tomrefjorden mot Midfjorden, en del reflektorer av usikker karakter, og muligheten for forekomster av sedimentære bergarter holdes åpen. Skal dette nærmere kartlegges, må man først og fremst skyte refleksjonsseismikk i et tettere profilnett. Så bør man i tillegg skyte refraksjonsseismikk for å få lydastigheter i sedimentene/bergartene. Dette vil trolig kunne fortelle om sedimentære bergarter forekommer.

Et forslag til plassering av refleksjons-/refraksjonslinjer i en eventuell oppfølgende undersøkelse er gitt i Tegning 87.014-07.

Mellom det området som her er undersøkt og et tidligere undersøkt område lenger vest i Midfjorden (Larsen et al., 1987) er det dårlig dekning med refleksjonsseismiske profiler. Dette forholdsvis lite undersøkte partiet kan være interressant med hensyn på en fjordkryssning, da fjelloverflaten ligger grunnere dess lenger vest man kommer, og de minste sedimentmektighetene finner man så langt vest som syd av Dryna (Tegning 87.014-06). Det foreslås at man også her foretar oppfølgende refleksjonsseismisk og refraksjonsseismisk profilering.

Man bør også foreta et nærmere studium av bergartene på land i dette området. Berggrunnsgeologisk kart er under utarbeiding ved NGU (Mørk, 1987).

7. KONKLUSJONER

Av de refleksjonsseismiske undersøkelsene som er foretatt i området kan det fastslås at Midfjorden er dekt av et mektig lag sedimenter. Den største observerte mektighet er på 325 ms ca. 2.5 km nordvest av Tautra, og ingen steder er det mindre enn ca. 300 m fra havflaten til fast fjell på det grunneste. Det største dyp fra havflaten til fast fjell er 500-550 m.

Syd for Tautra varierer løsmassemektighetene. Området ser ut til å ha et innslag av vestsydvest-østnordøst-gående morenerygger der den største er på 212 ms. Ellers varierer mektighetene fra 0-120 ms.

I forlengelsen av Tautra mot sydvest er det forholdsvis grunt med sedimenter (mellom 40 og 50 ms). Videre innover Tomrefjorden øker mektigheten til maksimalt 185 ms før den så gradvis avtar.

Et antall sprekke-/forkastningssoner er antydnet fra seismikken. Den største av disse går langs nordsiden av Midfjorden. Mellom de forskjellige bergartsgruppene som kan observeres bl.a. på Tautra er det kartlagt forkastnings-/skyvesoner med kraftig oppknusing. Disse sonene, samt enkelte av bergarten langs fjorden, kan skape problemer ved en eventuell tunnellbygging. Tegn på kvartære forkastningsbevegelser har ikke kunnet påvises utifra de foreliggende data.

Skal man krysse Midfjorden med en undersjøisk tunnel i dette området, må man regne med at den må gå minst 300-350 m under havflaten. Derfor synes det mere aktuelt å konsentrere seg om områder lenger vest i Midfjorden der dybden til fast fjell antageligvis er mindre. De minste sedimentmektighetene (ca. 70 ms) finnes sydøst av Dryna.

REFERANSER

- Bering, D., Boyd, R., Grønlie, A., Solli, A., Atakan, K., Bryhni, I., Gautneb, H., Krill, A., Lynum, R., Olesen, O. og Rindstad, B.I. 1986: Berggrunnsgeologisk rekognosering av fire områder på kysten av Møre og Trøndelag. NGU Rapp. 86.027. Bind I-IV. 96 s.
- Bryhni, I. 1986: Årø-Bolsøya-Geologisk Oversikt. Geologisk Museum, Oslo. Upublisert. 39 s.
- Bugge, C. 1934: Grønne Trondhemsskifre på Øyene ved Molde. Norsk Geol. Tidsskrift. XIV, s 167-175.
- Gjelsvik, T. 1951: Oversikt over bergartene i Sunnmøre og tilgrensende deler av Nordfjord. Norges Geol. Unders. 179, 1-45.
- Gjelsvik, T. 1953: Det nordvestlige gneis-område i det sydlige Norge, aldersforhold og tektono-stratigrafisk stilling. Norges Geol. Unders. 184, s 71-94.
- Hernes, I. 1954: Eclogite-amphibolite on the Molde Peninsula, Southern Norway. Norsk Geol. Tidssk. 33, h. 3-4, s 163-184.
- Hernes, I. 1955: Trondhemsskifrene ved Molde. Norsk Geol. Tidssk. 34, h. 2-4, s 123-137.
- Hernes, I. 1956a: Kaledonsk Tektonikk i Midt-Norge. Norsk Geol. Tidssk. 36, h. 3, s 157-166.
- Hernes, I. 1956b: Surnadalssynklinalen. Norsk Geol. Tidssk. 36, h. 1, s 25-39.
- Hernes, I. 1957: Connections between the Trondheim and Sunnhordland Regions, Caledonides of Norway. Norsk Geol. Tidssk. 37, h. 2, s 247-255.
- Hernes, I. 1965: Die Kaledonische Schichtenfolge im Mittel-Norwegen. Neues Jb. Geol. Pal. Mh. 2, s 69-84.
- Kollung, S. 1984: The Surnadal Syncline revisited. Norsk Geol. Tidssk. 64, nr. 3, s 257-262.
- Krill, A.G. og Sigmond, E.M.O. 1986: Surnadalens dekke-lagfølge og dens fortsettelse mot vest. Geolognytt 21. Sammendrag av foredrag.
- Larsen, E., Klakegg, O. og Longva, O. 1987: Kvartærgeologisk kystsonkart Brattvåg M1:50 000. Norges Geol. Unders.
- Mørk, M.B.E. 1987: Berggrunnsgeologisk kart Brattvåg (1220 III). M 1:50 000. Norges Geol. Unders. Under utarbeiding.

Oftedahl, C. 1981: Norges Geologi. Tapir. 207 s.

Pidgeon, R.T. og Råheim, A. 1972: Geochronological investigation of the gneisses and minor intrusive rocks from Kristiansund, West-Norway. Norw. Geotraverse Project, Publ. 43, s 241-256.

Råheim, A. 1977: A Rb, Sr study of the rocks of the Surnadal Syncline. Norsk Geol. Tidssk. 57, s 193-204.

Råheim, A. 1979: Petrology of High Grade Metamorphic Rocks of the Kristiansund Area. Norges Geol. Unders. 279, s 1-75.

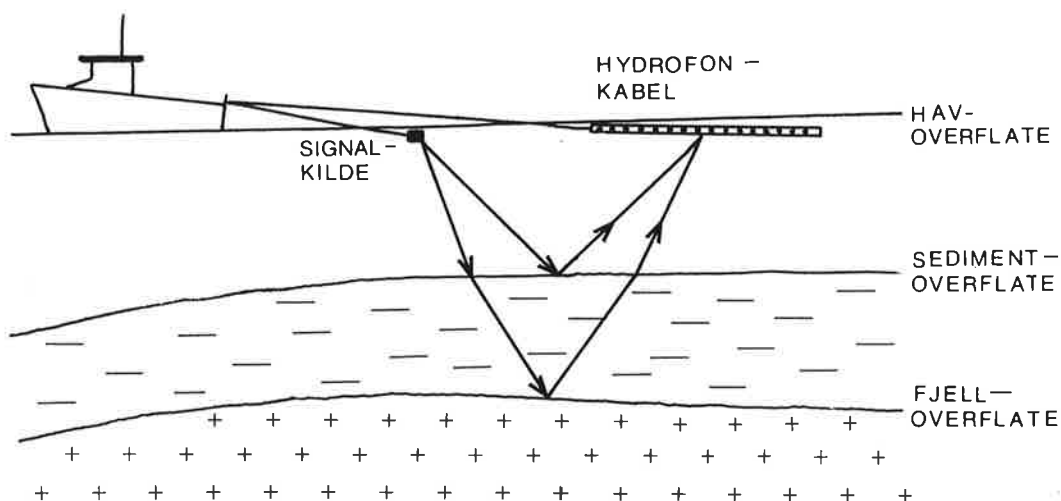
Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. og Roberts, D. 1984: Berggrunnskart over Norge - M1:1 000 000. Norges Geol. Unders.

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.

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 hastigheter (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.

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 prosessorenhet ombord i båten hvor radiopulsenes gangtid omgjøres til avstander i meter. Posisjoneringssystemet styres fra en HP 9836 datamaskin koblet til prosessorenheten.

I datamaskinen omregnes båtens posisjon til koordinater i det koordinatsystem som på forhånd er definert. Ut fra båtens posisjon, beregnes også slepets posisjon. Posisjonsdata lagres på diskett. Båtens 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.

APPENDIX 3

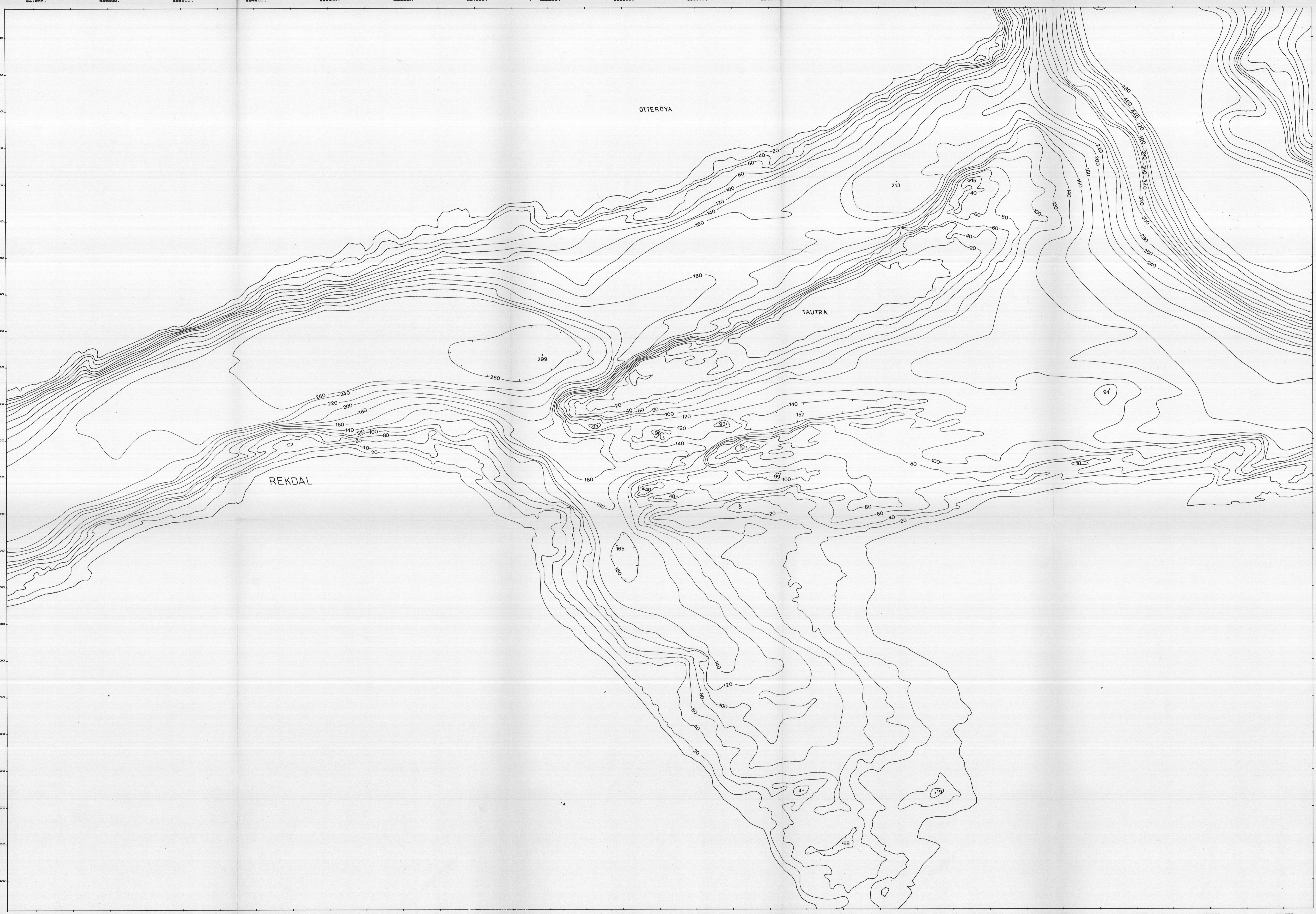
POSIJONERING.

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 oversiktskartlegging og orienterende profiler. Nøyaktigheten ved denne type posisjonsbestemmelse vil være ca. 20 - 80m.



TEGNFORKLARING
 ~ 20 ~ VANNØYP I METER
 • 299 PUNKTOBSERVASJON AV VANNØYP

MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON

MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE, HARAM - MIDSUND - AUKRA TUNNELSELSKAP A/S, STATENS VEGVESEN I MØRE OG ROMSDAL, NGU HAVBUNNSTOPOGRAFISK KART MIDFJORD / TOMREFJORDEN, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	OBS. RB	JULI 1986
	1:20 000	TEGN. RB	FEB. 1987
		TRAC.	
		KFR. K. S.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 87. 014-01	KARTBLAD NR. 1220 II, 1220 III	

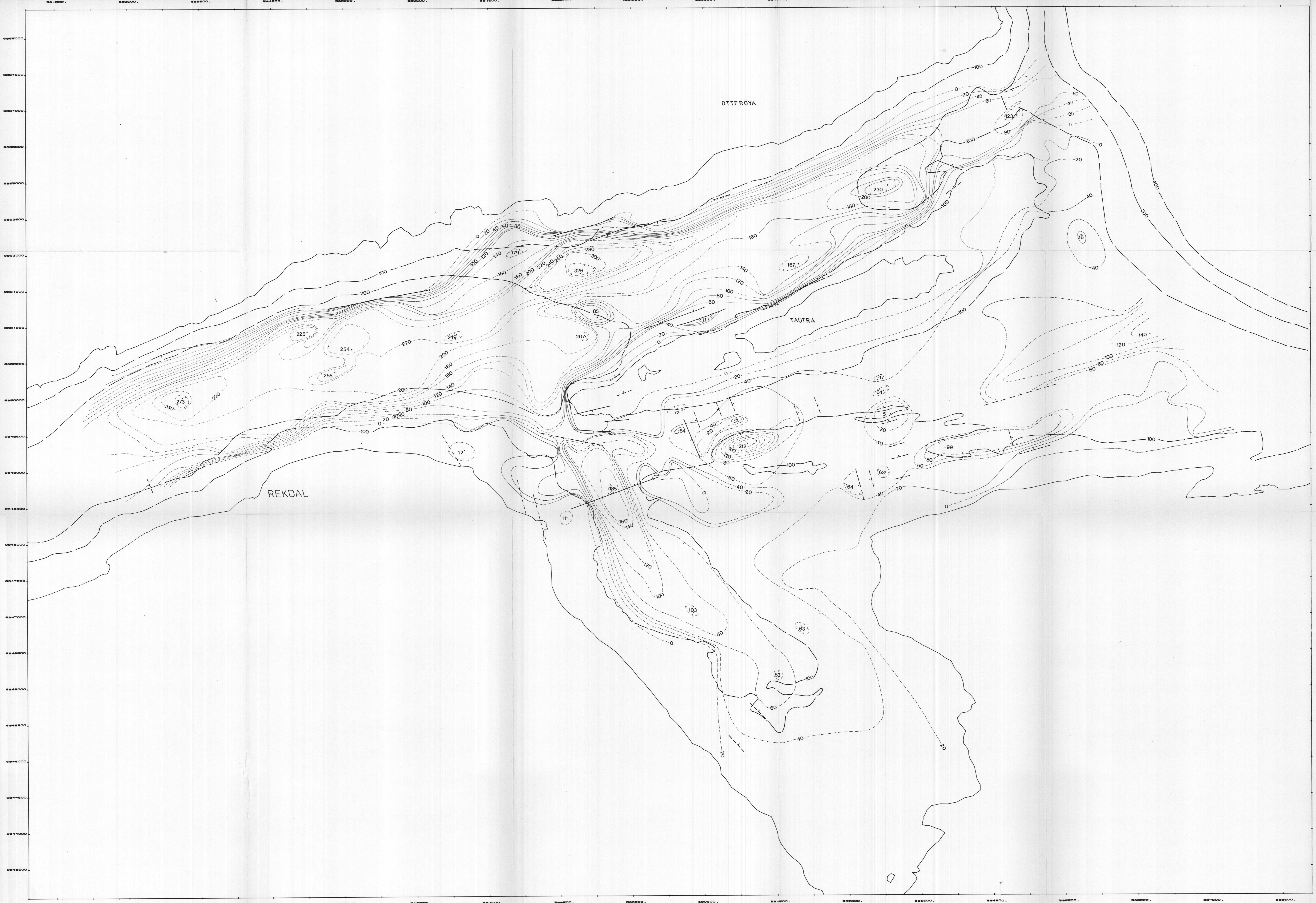


TEGNFORKLARING

PROFILLINJE MED PROFILNUMMER OG POSISJONGANGIVELSE

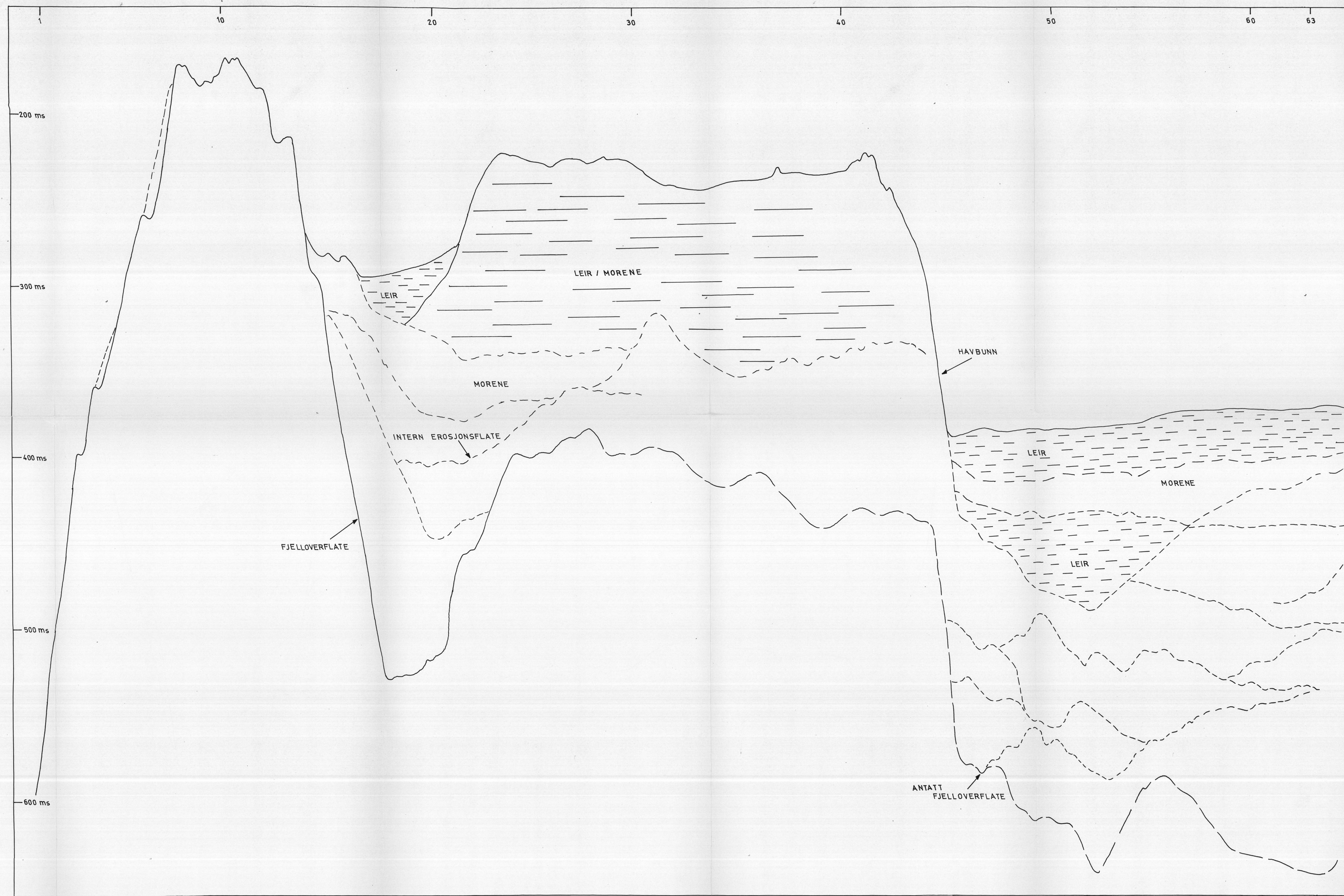
 TRANSPONDER - LOKALITET (AUTOM. POSISJONERING)

MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE, HARAM - MIDSUND AUKRA TUNNELSELSKAP A/S, STATENS VEGVESEN I MØRE OG ROMSDAL, NGU REFLEKSJONSSEISMIKK - UTSEILTE PROFILER MIDFJORDEN / TOMREFJORDEN, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	OBS. RB	JULI 1986
	1:20 000	TEGN. RB	FEB. 1987
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	87.014-02	1220 II, 1220 III	

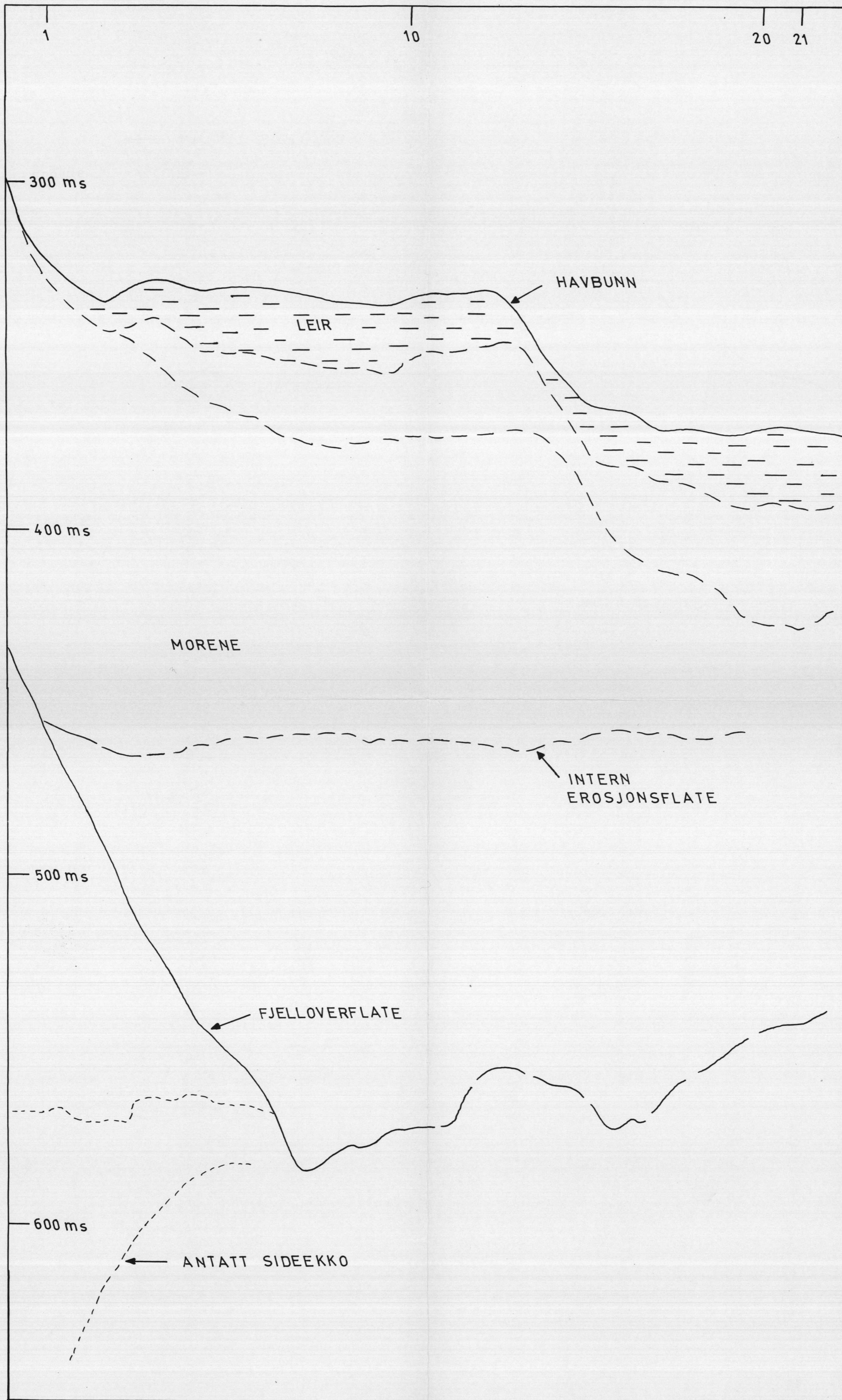


- TEGNFORKLARING**
- 83 PUNKTMÅLING AV MINIMUM ELLER MAKSIMUM SEDIMENTMEKTIGHET ANGIT I MILLISEKUND (ms)
 - 20 — MEKTIGHET AV KVARTÆRE AVSETNINGER ANGIT I MILLISEKUND (ms). SIKKER
 - - - 40 - - - MEKTIGHET AV KVARTÆRE AVSETNINGER ANGIT I MILLISEKUND (ms). USIKKER. MINIMUM HVIS IKKE ANNET ER ANGIT I TEKSTEN
 - 100 — VANNØYP I METER
 - - - - - FORKASTNING - / SPREKKESONE
 - - - - - FORKASTNING - / SPREKKESONE MED USIKKERT FORLØP

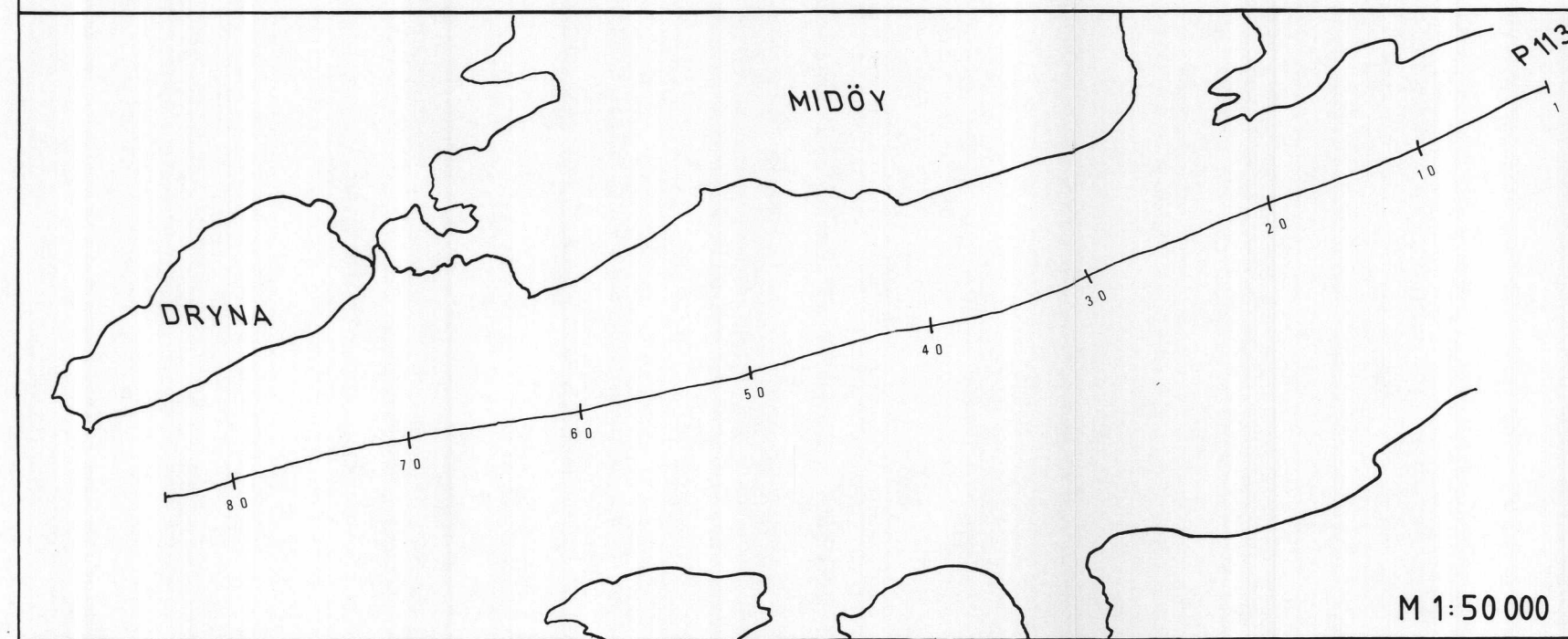
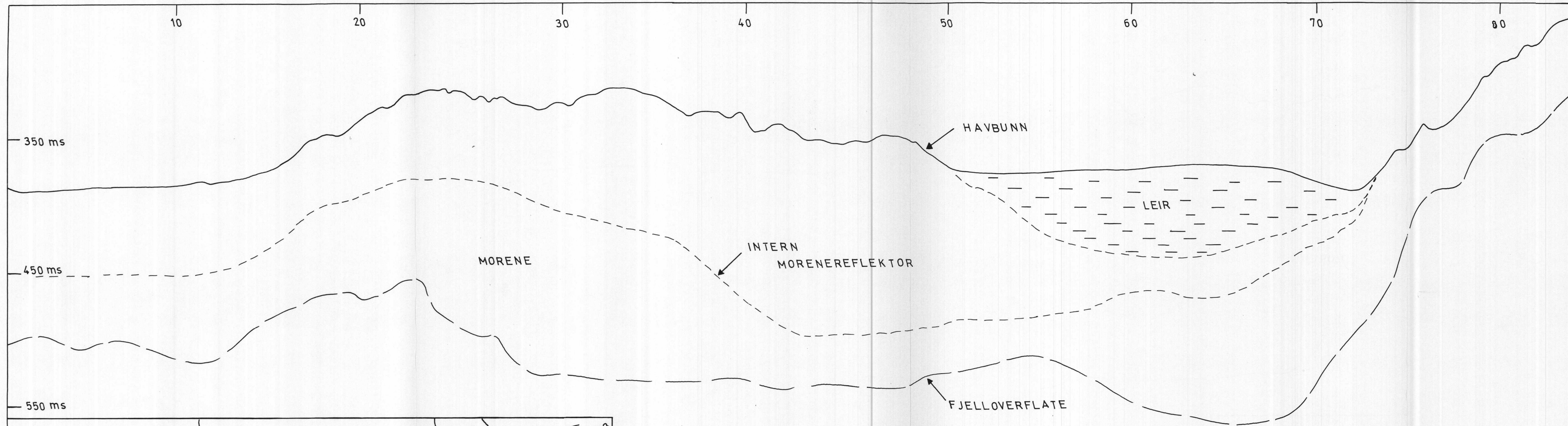
MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE, HARAM - MIDSUND - AUKRA TUNNELSELSKAP A/S, STATENS VEGVESEN I MØRE OG ROMSDAL, NGU	MÅLESTOKK 1:20 000	OBS. RB TEGN. RB TRAC KFR. K.B.	JULI 1986 FEB. 1987
MIDTJORDEN / TOMREFJORDEN, MØRE OG ROMSDAL	TEGNING NR. 87. 014-03	KARTBLAD NR. 1220 II, 1220 III	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM			



MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE, HARAM - MIDSUND - AUKRA TUNNELSELSKAP A/S, STATENS VEGVESEN I MØRE OG ROMSDAL, NGU EKSEMPEL PÅ TOLKET PROFIL (PROFIL 1) MIDFJORDEN / TOMREFJORDEN, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	OBS. RB	JULI 1986
		TEGN. RB	FEB. 1987
		TRAC.	
		KFR. K.Bj.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 87.014-04	KARTBLAD NR. 1220 II, 1220 III	

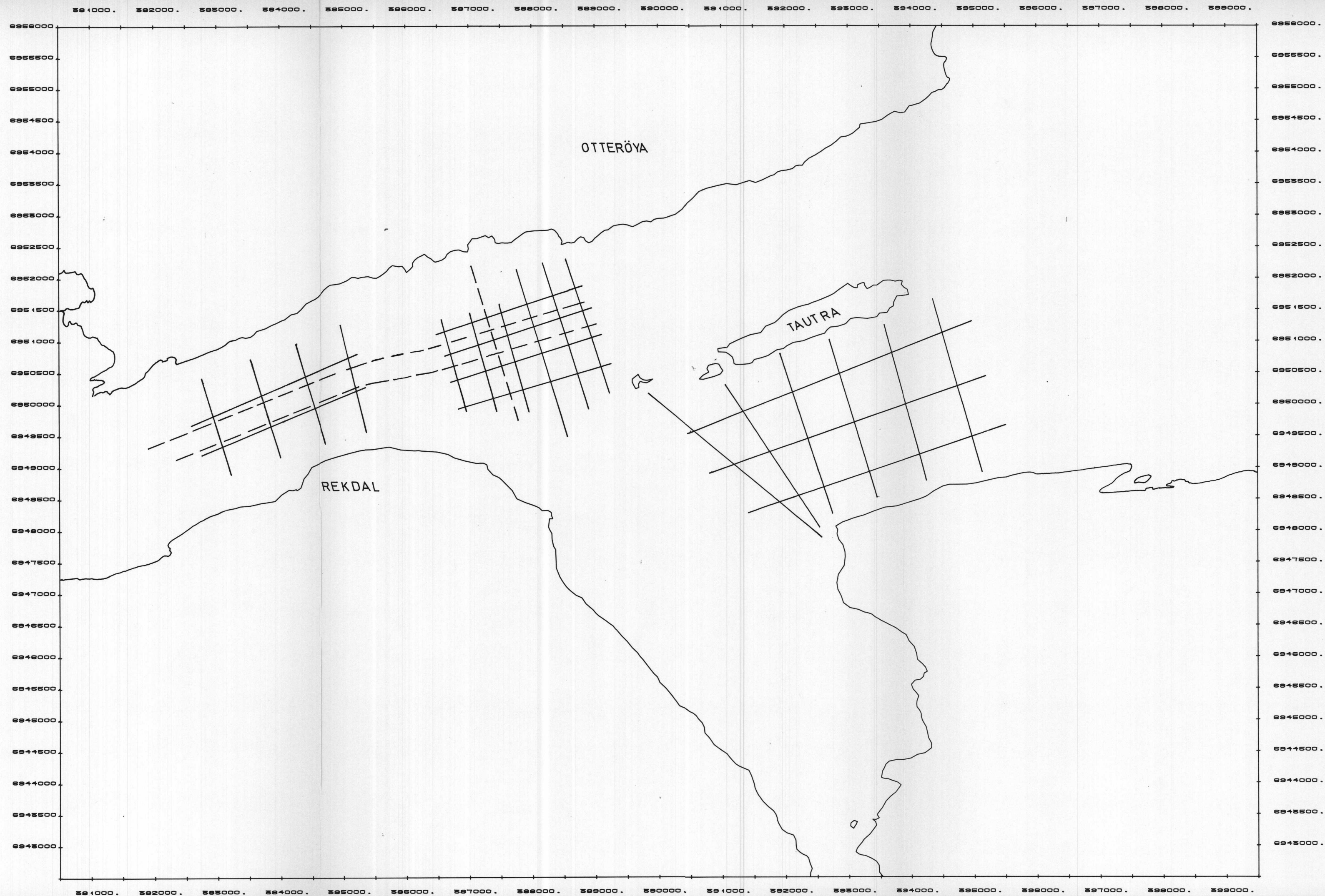


MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE, HARAM - MIDSUND - AUKRA TUNNELSELSKAP A/S, STATENS VEGVESEN I MØRE OG ROMSDAL, NGU EKSEMPEL PÅ TOLKET PROFIL (PROFIL 37) MIDFJORDEN / TOMREFJORDEN, MØRE OG ROMSD.	MÅLESTOKK	MÅLT RB	JULI 1986
		TEGN RB	FEB. 1987
		TRAC	
		KFR. <i>K.B.</i>	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	87.014-05	1220 II, 1220 III	



(Profil 113, Larsen et al., 1987)

MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE, HARAM - MIDSUND- AUKRA TUNNELSELSKAP A/S, STATENS VEGVESEN I MØRE OG ROMSDAL, NGU EKSEMPEL PÅ TOLKET PROFIL MIDFJORDEN, MØRE OG ROMSDAL FYLKE	MÅLESTOKK	MÅLT EL	JULI 1984
		TEGN. RB	FEB. 1987
		TRAC.	
		KFR. K. Bj.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 87. 014 - 06	KARTBLAD NR. 1220 III	



——— FORESLÅTTE OPPFØLGENDE REFLEKSJONSSEISMISKE PROFILER
 - - - - - FORESLÅTTE OPPFØLGENDE REFRAKSJONSSEISMISKE PROFILER

MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE, HARAM- MIDSUND-AUKRA TUNNELSELSKAP A/S, STATENS VEG- VESEN I MØRE OG ROMSDAL, NGU FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER MIDFJORDEN / TOMREFJORDEN, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT RB	JULI 1986
	1:50 000	TEGN. RB	FEB. 1987
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TRAC.		
	KFR. <i>K. Bj.</i>		
TEGNING NR.	KARTBLAD NR.		
87. 014-07	1220 II, 1220 III		