

NGU Rapport 93.024  
Skjellsandundersøkelser i området  
Tromøy-Risør, Aust-Agder

Rapport nr. 93.024		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Skjellsandundersøkelser i området Tromøy - Risør, Aust-Agder				
Forfatter: Dag Ottesen Reidulv Bøe		Oppdragsgiver: NGU Aust-Agder fylkeskommune		
Fylke: Aust-Agder		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Arendal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1611 I og IV, 1712 III og IV, 1612 II		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 18		Pris: 160,-
		Kartbilag: 4		
Feltarbeid utført: Sept. 1992	Rapportdato: 25.02.1993	Prosjektnr.: 66.2301.31	Ansvarlig: <i>Håkon Thoreen</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>I september 1992 utførte NGU et maringeologisk tokt i Aust-Agder for å kartlegge skjellsandforekomstene fra Tromøya i sør til fylkesgrensa i nord.</p> <p>Ut fra ca. 300 km med seismiske profiler og 60 sedimentprøver med grabb er det avgrenset 12 sikre eller mulige skjellsandområder mellom Tromøya og Gjernerstangen (Tegning 93.024-02 og 93.024-04). I tillegg er det merket av en rekke mindre, mulige skjellsandområder (merket med S) som ikke er arealavgrenset.</p> <p>Av de 12 avgrensede skjellsandområdene, ligger 8 innenfor en radius på 5 km fra Lyngør, og blant disse de 3 største i utstrekning.</p> <p>Kvaliteten på skjellsanda er generelt dårlig. De fleste skjellsandprøvene som er tatt opp er urene, det vil si at de er innblandet med minerogen silt, sand eller gruspartikler. Dette skyldes sannsynligvis den nære beliggenheten i forhold til Ra-ryggen.</p> <p>Grabbspøvene fra sjøbunnen viser sedimenttypen i de øverste 10-30 cm under havbunnen. Det kreves kjerneboring eller prøvegrabbing for å fastslå mektigheten på skjellsandlagene i de aktuelle områdene.</p>				
Emneord:	Maringeologi	Kvartærgeologi		
Skjellsand	Refleksjonsseismikk	Prøvetaking		
Mektighet	Seismikk	Fagrapport		

## INNHold

1	INNLEDNING	5
2	DANNELSE AV SKJELLSAND	6
3	UNDERSØKELSESMETODER	7
	3.1 Navigasjon	7
	3.2 Kartgrunnlag	7
	3.3 Seismisk profilering	7
	3.4 Prøvetaking	7
4	PRESENTASJON	8
	4.1 Mektighetskart	8
	4.2 Kart over skjellsandområdene	8
5	BESKRIVELSE AV OMRÅDENE	9
	5.1 Generelt	9
	5.2 Beskrivelse av enkeltområdene	9
	5.3 Raet	12
6	KONKLUSJON	13
7	REFERANSER	14

## TABELLER

Tabell 1	Grabbprøveoversikt med prøvenummer, vanddyb og sedimenttype. På tegningene og i teksten er kun de to siste siffer i prøvenummeret angitt.
Tabell 2	Oversikt over sikre og mulige skjellsandområder i under-søkelsesområdet. Vanddypsvariasjon innen skjellsandområdet, omtrentlig areal av skjellsandområdet, maksimum og gjennomsnittlig sedimentmektighet i meter er angitt.

## APPENDIKS

Appendiks 1	Refleksjonsseismiske målinger
-------------	-------------------------------

## TEGNINGER

- 93.024-01 Seismisk linjenett og sedimentmektigheter i området Tromøy-Lyngør
- 93.024-02 Skjellsandområder og prøvepunkter i området Tromøy-Lyngør
- 93.024-03 Seismisk linjenett og sedimentmektigheter i området Lyngør-Gjernestangen
- 93.024-04 Skjellsandområder og prøvepunkter i området Lyngør-Gjernestangen

## 1 INNLEDNING

Dette prosjektet er utført som et samarbeidsprosjekt mellom Aust-Agder fylkeskommune og Norges geologiske undersøkelse.

Foreliggende rapport gir en oversikt over skjellsandforekomster mellom Tromøya og fylkesgrensa mot Telemark i nord.

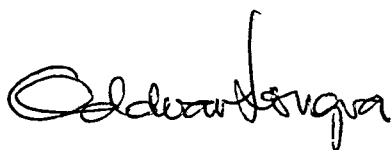
Feltundersøkelsene ble utført i september 1992 med NGUs forskningsfartøy F/F Seisma.

Følgende personer deltok på toktet:

Karl Amundsen	(skipper)
Per Moen	(avd. ingeniør)
Terje Thorsnes	(forsker)

Trondheim, 25. februar 1993

Program for maringeologi



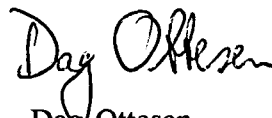
Oddvar Longva

Programleder



Reidulv Bøe

Forsker



Dag Ottesen

Forsker

## 2 DANNEELSE AV SKJELLSAND

Skjellsand består av hele og knuste skall fra organismer med kalkskall. De viktigste er mollusker (snegler og skjell), rugl (balanider), kråkeboller og kalkalger.

Dannelse av skjellsand avhenger både av voksebetingelsene for de kalkdannende organismene og avsetningsbetingelsene etter at organismene er døde. Masseopptreden av kalkskalldannende organismer avhenger av mange økologiske parametre som varierer etter hvilke organismer det er snakk om. Næringstilgang, lysforhold, vanntemperatur, strømforhold, bunnsubstrat, tilførsel av minerogent materiale (nedknust fjell), vannkjemiske forhold og bølgeeksponering vil avgjøre hvordan organismene trives, og om det er muligheter for masseforekomster av kalkskalldannende organismer.

Skjellsandforekomstene ligger generelt langt ute mot "havet", hvor det er liten tilførsel av minerogent materiale (sand, grus og leire), samtidig som det er tilstrekkelig bølgeenergi til å knuse skallene effektivt. Skjellsandforekomstene i Aust-Agder er således litt utypiske, da de ytterste grunnområdene langs kysten er Raet, som er en løsmasserygg. På grunn av de grove løsmassene i denne sonen, (morene, stein, sand og grus), er bunnforholdene lite gunstige for masseforekomster av skjell. De beste skjellsandområdene forekommer således i skjærgården innenfor Raet. Raet går "på land" like sør for Tromøya, og fra Fevik og sørøver er Raet avsatt over vann (Jansen 1987). Dette øker sjansen for at skjellsanda er mindre oppblandet av minerogent materiale sør for Fevik, slik at kvaliteten generelt sett skulle være bedre i den sørlige delen av fylket.

Etter at organismene er døde, knuses kalkskallene ned til fragmenter avhengig av graden av bølgeeksponering. Dette avgjør kornstørrelsen på kalkfragmentene. Generelt vil de største partiklene bli knust og avsatt på grunt vann, mens de minste partiklene blir ført ned på dypere vann. Skjellmaterialet er ofte transportert og avsatt i le på innsida av holmer og skjær. Skjellsandforekomstene antas å være avsatt like ved kalkorganismenes voksested.

Renheten til skjellsandforekomstene avhenger av underlaget som kalkorganismene har vokst på. Er dette sand eller grus som kan flyttes på i stormperioder, vil forekomstene få innblanding av minerogent materiale. De fleste skjellsandprøvene som er tatt opp i Aust-Agder er klassifisert som urene, dvs. de har innblanding av minerogent materiale. Dette skyldes sannsynligvis forekomstenes nærhet til raet.

### **3 UNDERSØKELSESMETODER**

#### **3.1 Navigasjon**

Under toktet ble det benyttet et system for differensiell satellittposisjonering (Diffstar fra Kongsberg Navigation), med referansestasjon på Skagen i Danmark. Feilmarginene varierte etter mottakerforholdene, men var oftest bedre enn 5 m. På grunn av mulige unøyaktigheter ved beregning av det seismiske slepets posisjon, kan en anta en nøyaktighet på ca. 15 m for de seismiske linjene.

#### **3.2 Kartgrunnlag**

Som kartgrunnlag er det benyttet sjøkart i målestokk 1: 50 000 og hydrografiske originaler fra Norges sjøkartverk i målestokk 1: 20 000 og 1: 7 500.

Følgende originaler er benyttet:

II-047, II-048A, II-048, II-049, II-050

#### **3.3 Seismisk profilering.**

I toktperioden ble det profilert 300 km med lettseismisk utstyr i Aust-Agder. Geopulse ble benyttet som lydkilde (Appendiks 1).

De seismiske linjene er nummerert fortløpende fra linjenummer 9208078 til 9208138. På kartene og i teksten er kun de tre siste siffer i linjenummeret angitt. Eksempler på tolkede seismiske registreringer er vist på Tegning 93.024-02 og 93.024-04.

#### **3.4 Prøvetaking**

Etter en grovtolkning av de seismiske profilene, ble mulige skjellsandområder avmerket. Det ble tatt 60 grabbprøver innenfor disse og flere andre områder (Prøve P9208050-P9208110, Tabell 1). På kartene og i teksten er kun de tre siste siffer i prøvenumrene angitt. Prøvetakerens lukkemekanisme utløses når grabben senkes og treffer bunnen, og den lukkede grabben heises opp med prøvematerialet. Hvis det er mye stein på overflata av bunnen, kan det hindre at grabben lukkes helt, slik at sedimentprøven vaskes ut av grabben når den heises opp. Der dette har skjedd, er nytt forsøk på å få opp prøve som regel utført, og dette er bemerket i prøveoversikten (Tabell 1).

Det var vanskelig å få opp prøver fra Ra-ryggen, sannsynligvis på grunn av hard sedimentbunn og fordi stein- eller gruspartikler kilte seg fast i grabben slik at den ikke lukket seg helt. Topografien på innsiden av Ra-ryggen er kupert, og inneholder lite løsmasser. Skjellsandområdene innenfor undersøkelsesområdet har generelt beskjedne utstrekning, som regel betydelig mindre enn områdene i Vest-Agder (Bøe og Ottesen, 1992). Dette medførte at det var vanskelig å få opp materiale fra enkelte av bassengene.

Prøvene ble beskrevet og klassifisert i felt. Det er ikke utført kjemiske analyser av prøvene, hverken kalkbestemmelser eller kornfordelingsanalyser. På grunnlag av visuell beskrivelse er prøvene inndelt i **ren skjellsand (fin/grov)**, **uren skjellsand** med innblanding av organisk eller minerogent materiale (stein, gruspartikler, sand, silt eller leir), **mineralsand** med angivelse av innhold av skjell og skjellfragmenter, **mineralgrus** og **organiske gytjer (gjørme)** (Tabell 1). Prøvene er tørket, pakket og lagret ved NGU.

## 4 PRESENTASJON

### 4.1 Mektighetskart

Det undersøkte området er av praktiske grunner delt i to. For hvert av områdene er det ut fra de seismiske dataene utarbeidet et mektighetskart over sedimentene (Tegning 93.024-01 og 93.024-03). Inndelingen i mektighet er tre-delt, < 5 ms (millisekund to-veis gangtid), 5-25 ms og > 25 ms. Omregning fra millisekund til meter avhenger av lydets hastighet i sedimentet. Med en antatt lydshastighet på 1600 m/s, svarer 5 ms til 4 m og 25 ms tilsvarer 20 meter.

### 4.2 Kart over skjellsandområdene

Ut fra mektighetskartene og grabbprøvene er det tegnet kart over **sikre** og **mulige skjellsandområder** (Tegning 93.024-02, 93.024-04). Avgrensningen av områdene er gjort ved hjelp av seismikk og hydrografiske originaler. **Sikre skjellsandområder** er avgrenset hvor vi har seismikk og bunnprøver med ren skjellsand. **Mulige skjellsandområder** er inntegnet hvor det kun er seismikk, og hvor det er gode muligheter for å finne skjellsand.

Enkelte mulige skjellsandområder er inntegnet uten at det eksisterer seismiske data eller prøver fra området. Avgrensningen av disse er stiplet ut fra hydrografiske originaler. Mulige skjellsandområder uten seismiske data eller prøver er inntegnet der det er stor sannsynlighet for at det ligger skjellsand, i nærheten av andre skjellsandområder. Det presiseres at avgrensningen av disse områdene er usikker. **Mulige skjellsandområder**



uten avgrensning er avmerket som S-er på kartene. Dette er små områder hvor det er sjanse for å finne skjellsand. Avgrensning er ikke foretatt, enten på grunn av manglende seismikk eller på grunn av en meget uregelmessig bunntopografi.

## **5 BESKRIVELSE AV OMRÅDENE**

### **5.1 Generelt**

Tabell 2 gir en oversikt over vanddyb, areal, maksimum og gjennomsnittlig sedimentmektighet innen de forskjellige skjellsandområdene i undersøkelsesområdet.

Innenfor undersøkelsesområdet er det avgrenset 12 sikre eller mulige skjellsandområder. Mulige skjellsandområder merket med S er ikke avgrenset, enten på grunn av størrelsen (relativt små områder), eller på grunn av manglende seismikk. Områdene er beskrevet nedenfor.

Ved avgrensning av de ulike skjellsandområdene har vi benyttet seismiske data, grabbprøver og bunntopografiske opplysninger fra hydrografiske originaler. Eksakt avgrensning av skjellsandområder er vanskelig, likeså vurdering av mektigheter uten mere detaljerte undersøkelser. Innenfor de sikre skjellsandområdene med prøvetatt skjellsand på havbunnen, er det ikke sikkert at hele avsetningen (fra toppen til bunnen) (sedimentmektighetene angitt i Tabell 2) består av skjellsand. Kjerneprøvetaking eller prøvegrabbing vil kunne fastslå dette.

### **5.2 Beskrivelse av enkeltområdene.**

#### **Ved Kalvøya, øst for Flostadøya.**

Mellom Kalvøya og Flostadøya er det avmerket tre S-er. Her kan det være mindre områder med skjellsand. De hydrografiske originalene viser flat bunn, og dette tyder på at det ligger sedimenter som kan være skjellsand. Det er ikke skutt seismikk i området, men generelt viser seismikken i tilstøtende områder sparsomt med løsmasser. Nord og sørøst for Kalvøya er det avmerket flere mulige skjellsandområder. Det er heller ikke her skutt seismikk, men området er godt eksponert for bølger og strøm, slik at det er sjanse for å finne skjellsand. Beliggenheten i forhold til Raet gjør at det er sannsynlig at skjellsanda kan være innblandet med miøerogent materiale. Vanddypet innen de fleste av disse områdene er mellom 10 og 20 m, ett par er mellom 20 og 35 m.

**Område 1** består av fire delområder sørøst og sør for Buskjærene og Måkeskjærene, øst for Flostaøy. I dette grunne området var det ikke mulig å skyte seismikk, men bunnen er jevn, noe som tyder på at det er sedimenter som kan være skjellsand. Vanddypet innenfor områdene ligger mellom 12 og 20 m og samlet areal er 92 000 m<sup>2</sup>.

**Område 2** består av fire delområder sør for Sandøya, nordøst for Sandskjærene. Prøve 62 innenfor det nordligste delområdet viser **uren skjellsand**. De andre områdene ligger eksponert for bølgeaktivitet og har jevn bunn. Områdene ligger på mellom 12 og 27 m vanddyp og samlet areal er omlag 80 000 m<sup>2</sup>. Sør for område 2 er det avmerket flere S-er, som viser at det kan være muligheter for skjellsand. Områdene er plukket ut fra seismikk og hydrografiske originaler, men sedimentbassengene er såpass små at vi ikke har gitt dem avgrensning.

**Område 3** ligger i Kibbervika på den sørvestlige delen av Askerøya. Det er ikke prøve innenfor området. Prøve 71 og 72 sør for området består av minerogen silt eller leir, men disse prøvene er tatt på større dyp. Prøve 73 fra et "tilsvarende" område som 3, består av ren skjellsand. Dette gjør det nokså sannsynlig at det kan finnes skjellsand innenfor område 3. Arealet er 24 000 m<sup>2</sup>, vanddypet ligger mellom 20 og 23 meter, og bunnen er nokså jevn.

**Område 4** sør for Askerøya består av ett sikkert skjellsandområde og to mulige skjellsandområder. Prøve 73 består av ren skjellsand og delområdet har vanddyp mellom 10 og 26 m, hvorav det meste er på grunnere vann enn 20 m. De to andre delområdene har vanddyp mellom 8 og 20 m og et samlet areal på 148 000 m<sup>2</sup>.

**Område 5** består av to langstrakte mulige skjellsandområder sørøst for Askerøya. Vanddypet er mellom 9 og 20 m og arealet er 77 000 m<sup>2</sup>. Området er ikke dekket av seismikk eller prøvetatt, men bunnen innenfor begge områdene er relativt jevn.

**Område 6** er et lite område med skjellsand mellom Askerøya og Lyngør. Vanddypet er mellom 14 og 20 m og arealet er 18 000 m<sup>2</sup>. Prøve 80 innenfor området består av ren, grovkornig skjellsand.

**Område 7** ligger sør for Ytre Lyngør på vanddyp mellom 20 og 28 m og et areal på omlag

60 000 m<sup>2</sup>. Sentralt i området er det et lite, grunnere område på 16 m dyp, sannsynligvis en fjellknaus. Området skiller seg ut fra de andre skjellsandområdene da det ligger like innenfor Raet. Prøve 101 ligger innenfor området og er klassifisert som uren, lys skjellsand. Nord for område 7 er et mulig skjellsandområde avmerket med 3 S-er på henholdsvis 15, 16 og 22 m vanddyp.

**Område 8** består av to områder mellom ytre Lyngør og Kjeholmen. Prøve 53 består av uren skjellsand. Områdene ligger på henholdsvis 9-20 m og 20-35 m vanddyp og samlet areal er 36 000 m<sup>2</sup>.

Prøve 79 mellom Ytre Lyngør og Odden består av uren skjellsand. Dette området er merket med en S, da området sannsynligvis har liten kommersiell interesse med hensyn på skjellsand. Likeså er det avmerket et mulig lite skjellsandområde (S) nord for Kjeholmen på 25 m vanddyp.

**Område 9** består av fire delområder utenfor Risøya, nordøst for ytre Lyngør. Vanddypet er mellom 10 og 35 m og samlet areal er 105 000 m<sup>2</sup>. Prøve 78 består av uren skjellsand. Området ligger relativt nært Raet (500 m), og skjellsanda i området er sannsynligvis innblandet med minerogent materiale.

**Område 10** ligger utenfor Åkvåg øst for Risøya. Området består av fire delområder og er det største i utstrekning. Prøve 76 og 77 består av uren skjellsand. Vanddypet ligger mellom 15 og 40 m og samlet areal er 248 000 m<sup>2</sup>.

Utenfor Sildeodden er tre mulige små skjellsandområder avmerket med S-er, på henholdsvis 25, 27 og 22 m vanddyp. To andre mulige skjellsandområder ligger på mellom 17 og 29 m vanddyp (merket med S) cirka 1 km nordøst for Sildeodden.

**Område 11** ligger nord for Høibotangen på mellom 10 og 35 m vanddyp og har en utstrekning på omlag 100 000 m<sup>2</sup>. Prøve 74 består av uren skjellsand.

**Områdene sørvest for Risøya ved Risør.** Det er avmerket tre mulige mindre skjellsandområder med S-er innefor dette området, på henholdsvis 15, 20 og 19 m vanddyp. Den sterkt vekslende bunntopografien rundt disse øyene har gjort at vi kun har benyttet S-er ved angivelser av mulige skjellsandområder.

### **Områdene mellom Risøya og Store Vardøy øst for Risør.**

Sju mulige skjellsandområder uten avgrensning (merket med S) på mellom 10 og 22 m dyp. Den sterkt varierende bunntopografien rundt disse øyene har gjort at vi ikke har avgrenset områdene.

**Område 12** ligger innenfor Grønholmen på mellom 9 og 20 m vanddyp og har et areal på omlag 60 000 m<sup>2</sup>. Det er ikke skutt seismikk innenfor området, men beliggenheten sammen med flat bunn har gjort dette til et potensielt skjellsandområde.

Like nord-øst for område 12 er det avmerket et mulig område (S) på 19 m vanddyp.

Mellom Gjernerstangen og fylkesgrensa i nord har vi ikke tilgang på hydrografiske originaler. Bunntopografien er således ikke avtegnet, men kystformen antyder at det ikke finnes store skjellsandforekomster i denne delen av Aust-Agder.

### **5.3 Raet**

Den undersjøiske løsmasseryggen (Raet) fra Jomfruland til Tromøya går hele veien parallelt med kysten. Dette er en løsmasserygg dannet for mellom 10 og 11 000 år siden (Andersen, 1960; Bergstrøm, i trykk). Seismikken på tegning 93.024-02 viser et tverrsnitt av Ra-ryggen. Ryggen består delvis av morenemateriale, delvis av sortert sand og grus, og enkelte steder stikker fjellet opp. Toppen av Raet er inntegnet på tegning 93.024-02 og -04. Seismikken viser at ryggens form veksler fra å være smal og godt avgrenset til enten å være to-delt eller bredere og mere diffus.

Raets sammensetning og beliggenhet har hatt betydning for fordelingen av skjellsandforekomstene i fylket. Vi har ikke funnet skjellsandforekomster på raet. Forekomstene ligger innenfor, de fleste 1-2 km fra ryggen, mens et par bare ligger noen få hundre meter fra Raet. Løsmassene i ryggen har også ført til at skjellsandforekomstene innenfor er blitt oppblandet med minerogent materiale slik at kvaliteten er blitt dårligere.

## 6 KONKLUSJON.

Det er avgrenset 12 sikre eller mulige skjellsandområder innenfor undersøkelsesområdet mellom Tromøya i sør og Gjernestangen i nord. I tillegg er mange mulige skjellsandområder merket med S, uten at avgrensning av områdene er forsøkt foretatt.

Av de 12 avgrensede skjellsandområdene ligger 8 innenfor en radius av 5 km fra Lyngør, og blant disse de 3 største i utstrekning.

Kvaliteten på skjellsanda er generelt dårlig. De fleste skjellsandprøvene som er tatt opp er urene, det vil si at de er innblandet minerogen silt, sand eller gruspartikler. Dette skyldes sannsynligvis beliggenheten på innsiden av den undersjøiske Ra-ryggen. Sør for Arendal går Ra-ryggen på land. Det er derfor mindre løsmasser langs kysten i denne delen av fylket. Skjellsanda her er således sannsynligvis mindre oppblandet med minerogent materiale enn lengre nord. Ut fra dette forventer vi at forekomster sørvest for det undersøkte området har renere skjellsand.

## 7 REFERANSER

Andersen, B. G. 1960: Sørlandet i sen- og postglacial tid. *NGU nr. 210*. 142 s.

Bergstrøm, B., under trykk.: Langesund og Stavern. Kwartærgeologisk kart 1712 I og 1812 IV - M 1: 50 000, med beskrivelser. *Norges geologiske undersøkelse*.

Bøe R. og Ottesen D., 1992: Skjellsandundersøkelser i området Flekkerøy-Skjernøy, Vest-Agder. *NGU-rapport 92.312*, 23 s.

Jansen, I. 1987: Ekskursjonsguide Aust-Agder. Ingeniørgeol. ekskursjon Oslo - Sørlandet 24.-28.8.87. *Fylkeskartkont. i Aust-Agder*. 61 s.

**Tabell 1. Grabbprøver**

Prøvenummer	Vanddyp (m)	Sedimenttype
P9208050	20	Kalkholdig, minerogen sand.
P9208051	40	Minerogen finsand, godt sortert. Få og små skjellfragmenter.
P9208052	31	Minerogen middelskornig sand. Relativt dårlig sortert. Mange små og større (max 1 cm) kalkfragmenter.
P9208053	32	Uren, finkornig skjellsand. Endel gruskorn (max 5 cm).
P9208054	12	Minerogen sand m/skjell og skjellfragmenter.
P9208055	36	Kalkholdig minerogen sand. Små skjellfragmenter. Endel store gruspartikler (max 4 cm).
P9208056	35	Minerogen fin/middelskornig sand. Svovellukt. Noen få gruspartikler (max. 3 cm).
P9208057	28	Minerogen middels/grovkornig sand med høyt innhold av skjellfragmenter.
P9208058	26	Ingen prøve.
P9208059	8	Ingen prøve.
P9208060	13	Ingen prøve.
P9208061	34	Kalkholdig minerogen sand. Mange små kalkpartikler. Store, hele skjell.
P9208062	20	Uren skjellsand.
P9208063	21	Ingen prøve.
P9208064	29	Ingen prøve.
P9208065	29	Minerogen, siltig finsand med endel skjellfragmenter (max 1 cm).
P9208066	27	Minerogen, siltig finsand med endel små og store skjellfragmenter.
P9208067	35	Minerogen, siltig finsand med skjellfragmenter.
P9208068	35	Minerogen finsand med noen få skjellfragmenter. Svovellukt.
P9208069	35	Ingen prøve.
P9208070	32	Minerogen, leirig silt med noen få hele skjell og skjellfragmenter.
P9208071	35	Minerogen, siltig leire med noen få skjell og skjellfragmenter.
P9208072	30	Minerogen, siltig leire med noen få skjell og skjellfragmenter.
P9208073	26	Ren, middelskornig skjellsand med noen få større skjellbiter.
P9208074	35	Middelskornig skjellsand. Litt "gjørmete".
P9208075	50	Minerogen siltig sand med skjell og skjellfragmenter. Svovellukt.
P9208076	24	Uren skjellsand. Svovelukt. Høyt innhold av organisk materiale gir en mørk brunspettet farge.

Prøvenummer	Vanddyb (m)	Sedimenttype
P9208077	25	Uren skjellsand.
P9208078	27	Uren skjellsand, middelskornig. Noen gruspartikler (opptil 4 cm i diameter).
P9208079	11	Uren skjellsand iblandet organisk og minerogent materiale. Ikke kommersielt utnyttbar.
P9208080	15	Ren, grovkornig skjellsand.
P9208081	34	Minerogen, leirholdig, sandig silt med skjell- og skjellfragmenter.
P9208083	35	Minerogen, siltig leire med skjell- og skjellfragmenter.
P9208084	30	Minerogen sand med skjell, skjellfragmenter og gruspartikler.
P9208085	26	Ingen prøve.
P9208086	33	Ingen prøve.
P9208087	19	Ingen prøve.
P9208088	37	Minerogen, fin/middelskornig sand med skjell og skjellfragmenter.
P9208089	9	Ingen prøve.
P9208090	25	Grovkornig kvartssand.
P9208091	29	Ingen prøve.
P9208092	25	Ingen prøve.
P9208093	26	Ingen prøve.
P9208094	22	Ingen prøve.
P9208095	24	Minerogen, kalkholdig, middelskornig sand. Dårlig sortert med skjell og skjellfragmenter.
P9208096	20	Minerogen, kalkholdig sand. Grovkornig. Skjellfragmenter.
P9208097	23	Minerogen, kalkholdig middelskornig sand. Skjellfragmenter.
P9208098	17	Ingen prøve.
P9208099	29	Minerogen, kalkholdig middelskornig sand.
P9208100	53	Minerogen silt. Inneholder skjell og skjellfragmenter.
P9208101	24	Uren, lys skjellsand. Middelskornig. Innblanding av minerogene lyse sandpartikler.
P9208102	35	Minerogen siltig, grusig sand med skjell og skjellfragmenter.
P9208103	33	Uren skjellsand. Store skjellfragmenter og minerogen silt. Ingen kommersiell interesse.
P9208104	33	Minerogen siltig sand med skjell og skjellfragment.
P9208105	27	Ingen prøve.
P9208106	25	Ingen prøve.
P9208107	15	Ingen prøve.



Prøvenummer	Vanddyp (m)	Sedimenttype
P9208108	12	Ingen prøve.
P9208109	10	Minerogen grus.
P9208110	35	Minerogen, finkornig sand. Inneholder endel gruspartikler og skjellfragmenter.

**Tabell 2. Skjellsandområder**

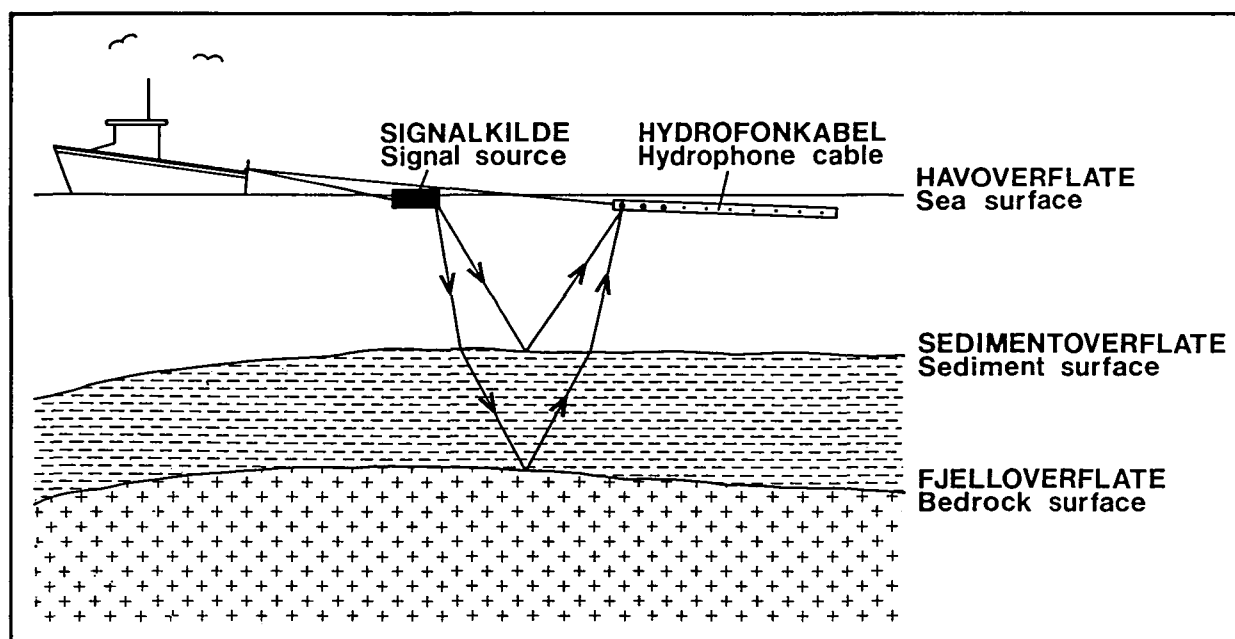
Område nr.	Område	Vanddyb (m)	Areal (m <sup>2</sup> )	Sedimentmektighet (m)		Kommentar
				Max	Gj.sn.	
1	Buskjærene	12-20	92.000	-	-	2 områder. Ingen seismikk.
2	Sandskjærene	12-27	81.000	-	-	3 områder. Ingen seismikk.
3	Kibbevika, Askerøya	20-23	24.000	14	7	
4	Askerøya, sør	10-26	148.000	8	6	3 områder.
5	Askerøya, sørøst	9-20	77.000	-	-	Ingen seismikk
6	Sundet Askerøya - Lyngør	14-20	18.000	8	4	
7	Sør for Ytre Lyngør	20-28	59.000	5	3	Mektigheten kan være større.
8	Lyngør - Kjeholmen	9-35	36.000	11	7	2 områder.
9	Øst for Kjeholmen	10-35	105.000	6	3	4 områder. Seismikk i utkant.
10	Sør for Åkvåg	15-40	248.000	11	5	4 områder, seismikk i 2 av områdene.
11	Høybotangen	10-35	99.000	10	5	Seismikk i utkant av området.
12	Nordøst for Grønholmen	9-20	59.000	-	-	Ingen seismikk.

## APPENDIKS 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 "to-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 forskjell i tetthet og seismisk lydhastighet. Eksempel på slike grenseflater er overgangen mellom vann/sediment og overgangen sediment/fast fjell.

Dersom en kjenner den seismiske lydhastigheten for et lag, kan en ved å måle tiden fra utsendelse til mottak av en lyd puls finne lagets mektighet (tykkelse).

### Beregningseksempel:

Lydhastighet for laget: 1600 m/s (meter/sekund)  
Målt to-veis gangtid : 100 ms (millisekund) = 0.1 s  
Lagets mektighet :  $1600 \text{ m/s} \times 0.1 \text{ s} / 2 = 80 \text{ m}$

Vanlige seismiske lydhastigheter for sedimenter i sjøen vil være:

Vann	:	1500 m/s
Leire	:	1500-1800 m/s
Sand/grus	:	1500-1700 m/s
Morene	:	1500-2800 m/s
Fjell	:	3500-6000 m/s

Penetrasjonsevnen til lydimpulsen (evnen 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- og 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 og grus.

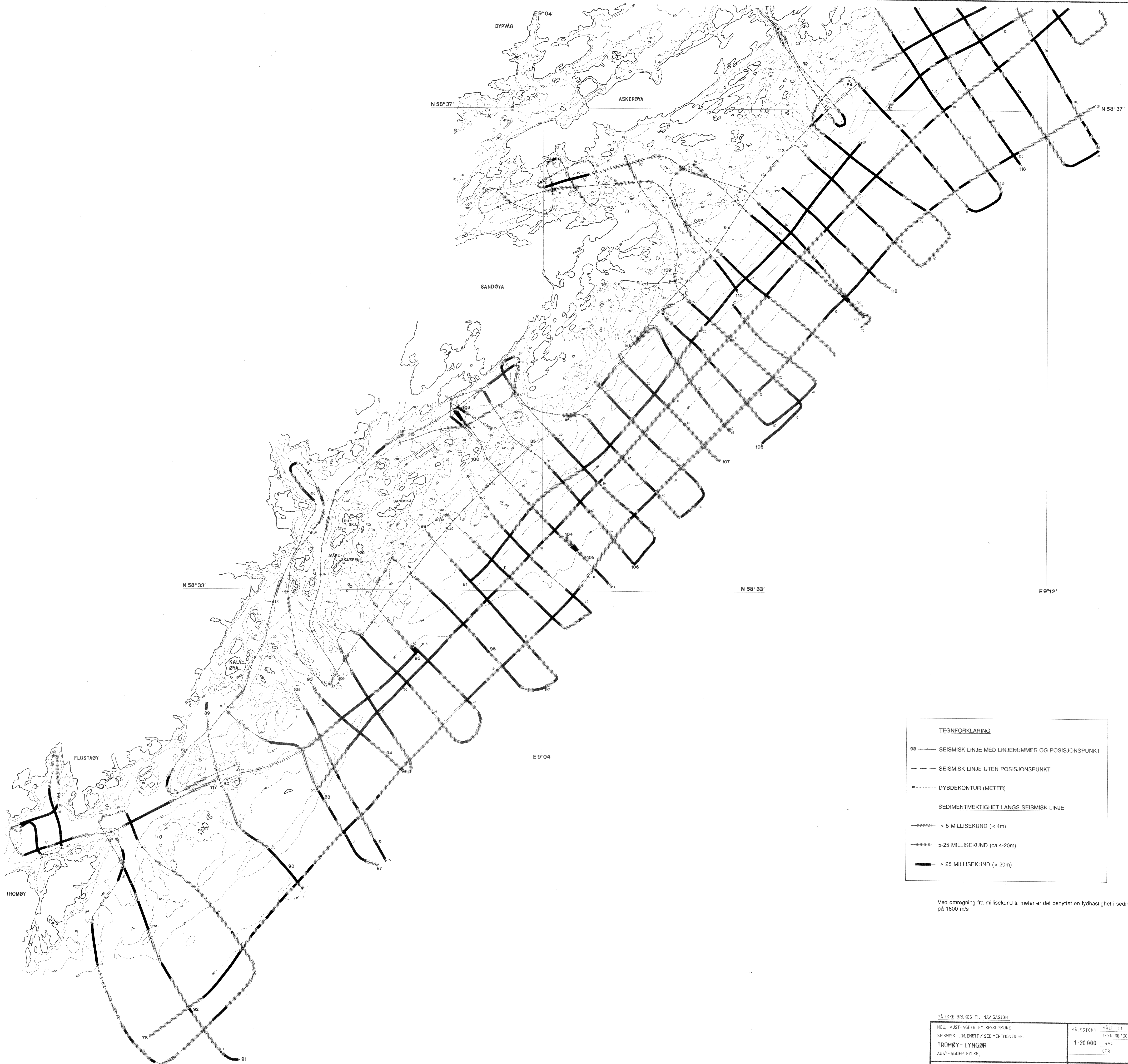
Den vertikale oppløsningen (detaljeringsgraden) vil hovedsakelig avhenge av type signalkilde. Seismiske signalkilder som Geopulse, Boomer, Elma, Sparker, Luftkanon og Sleevegun gir registreringer med vertikal oppløsning på 1-20 ms, alt etter signalkilde.

I dette prosjektet er Geopulse benyttet som signalkilde. Geopulse har en vertikal oppløsning på ca. 1 ms, og er derfor i stand til å se tynne lag.

Den refleksjonsseismiske metoden kan gi en del uønskede reflektorer, som kan være vanskelige å skille fra reelle reflektorer. De viktigste av disse er multipler og sideekko.

Multipler: 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.

Sideekko: Sideekko eller siderefleksjoner oppstår fordi lydbølger etter utsending sprer seg i alle retninger i stedet for ideelt sett bare å gå loddrett ned. I smale og dype fjorder kan lyden bli reflektert fra fjordsidene og forårsake uønskede, "falske" reflektorer. Det samme kan skje ved svært kupert bunnforhold. Slike "falske" reflektorer kan dels skygge helt over, og dels være vanskelig å skille fra reelle reflektorer.



**TEGNFORKLARING**

98 — SEISMISK LINJE MED LINJENUMMER OG POSISJONSPUNKT

--- SEISMISK LINJE UTEN POSISJONSPUNKT

10 - - - - - DYBDEKONTUR (METER)

**SEDIMENTMEKTIGHET LANGS SEISMISK LINJE**

▨ < 5 MILLISEKUND (< 4m)

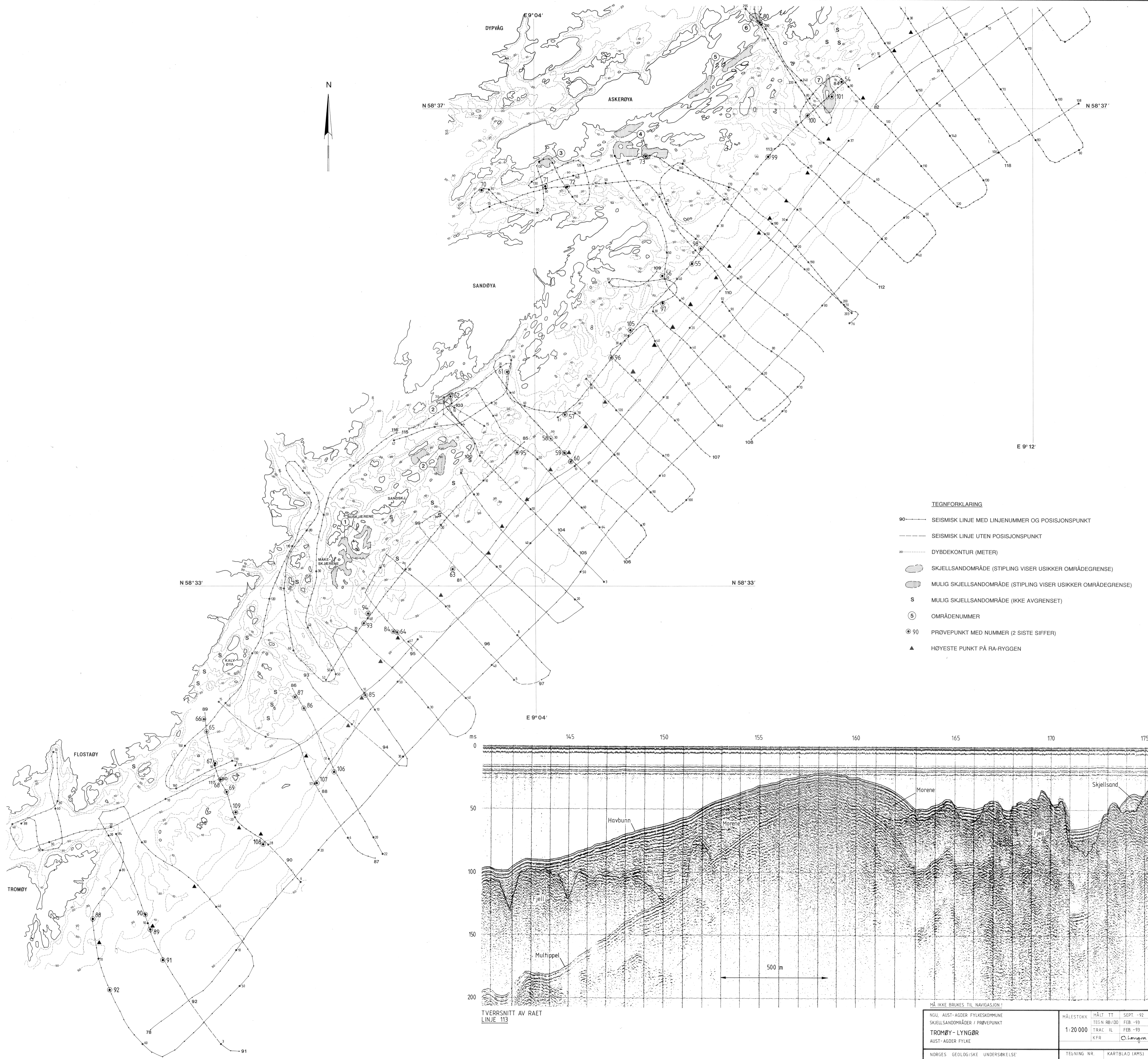
▨ 5-25 MILLISEKUND (ca. 4-20m)

▨ > 25 MILLISEKUND (> 20m)

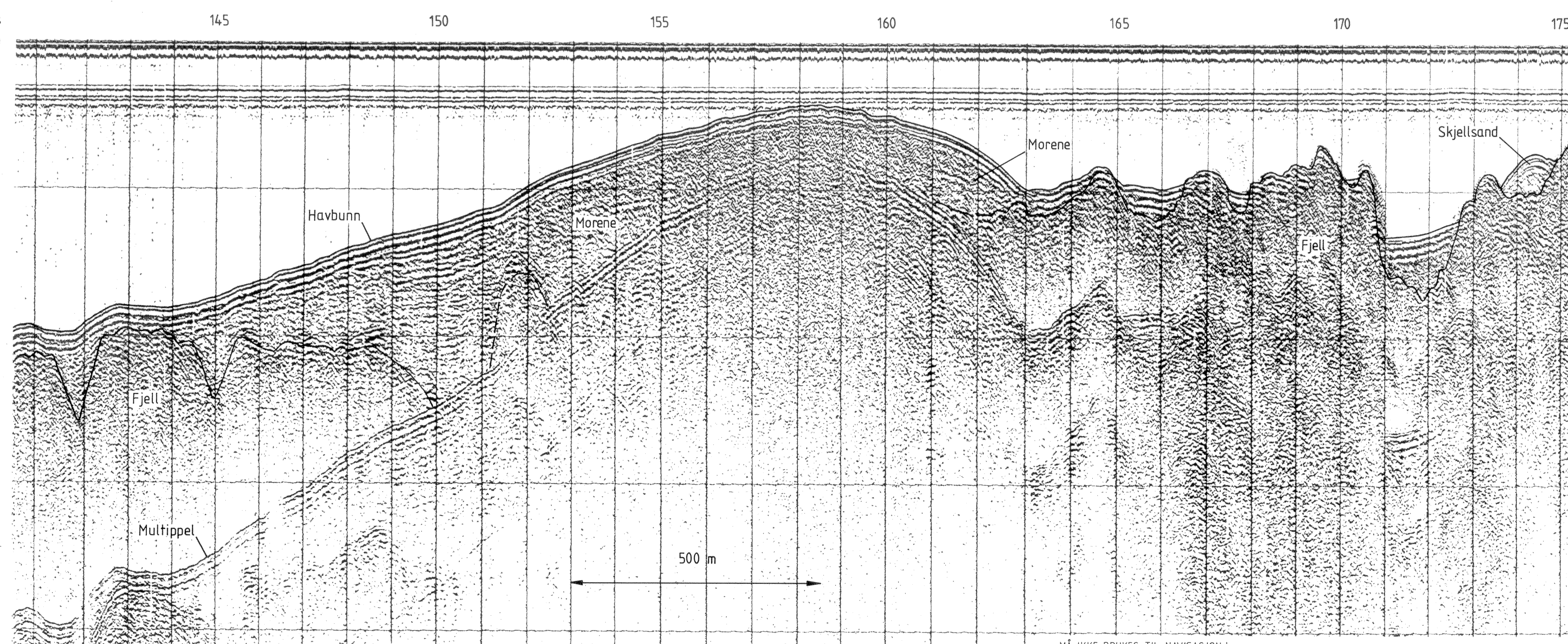
Ved omregning fra millisekund til meter er det benyttet en lydshastighet i sedimentet på 1600 m/s

MÅ IKKE BRUKES TIL NAVIGASJON!

NGU, AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE SEISMISK LINJENETT / SEDIMENTMEKTIGHET <b>TROMØY - LYNGØR</b> AUST-AGDER FYLKE	MÅLESTOKK	MÅLT TT	SEPT -92
	1:20 000	TEGN RB/DD	FEB -93
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)	
	93.024-01	1611 II, 1612 II	



- TEGNFORKLARING**
- 90 — SEISMISK LINJE MED LINJENUMMER OG POSISJONSPUNKT
  - SEISMISK LINJE UTEN POSISJONSPUNKT
  - DYBDEKONTUR (METER)
  - SKJELLSANDOMRÅDE (STIPLING VISER USIKKER OMRÅDEGRENSE)
  - MULIG SKJELLSANDOMRÅDE (STIPLING VISER USIKKER OMRÅDEGRENSE)
  - S MULIG SKJELLSANDOMRÅDE (IKKE AVGRENSET)
  - OMRÅDENUMMER
  - 90 PRØVEPUNKT MED NUMMER (2 SISTE SIFFER)
  - ▲ HØYESTE PUNKT PÅ RA-RYGGEN



IKKE BRUKES TIL NAVIGASJON!

NGU, AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE	MÅLESTOKK	HÅLT TT	SEPT -92
SKJELLSANDOMRÅDER / PRØVEPUNKT	1:20 000	TEGN RB/DO	FEB -93
<b>TROMSØ-LYNGØR</b>		TRAC IL	FEB -93
AUST-AGDER FYLKE		KFR	O. Lovvåg
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE	TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)	
TRONDHEIM	93.024-02	1611 II, 1612 II	



**TEGNFORKLARING**

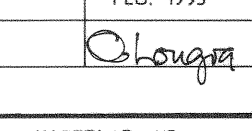
- 121 --- SEISMISK LINJE MED LINJENUMMER OG POSISJONSPUNKT
- SEISMISK LINJE UTEN POSISJONSPUNKT
- 10 --- DYBDEKONTUR (METER)

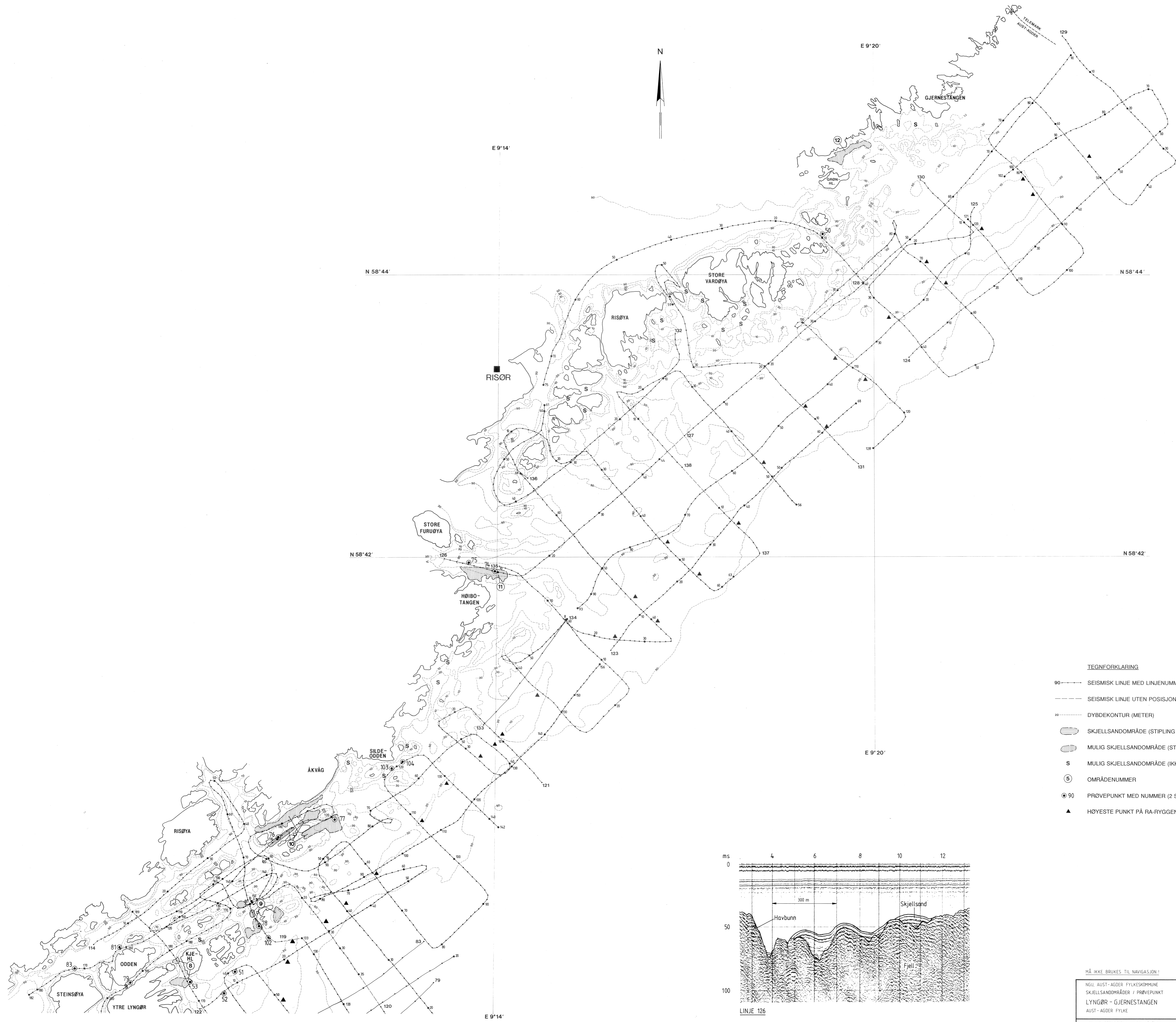
**SEDIMENTMEKTIGHET LANGS SEISMISK LINJE**

- < 5 MILLISEKUND (< 4m)
- 5-25 MILLISEKUND (ca. 4-20m)
- > 25 MILLISEKUND (> 20m)

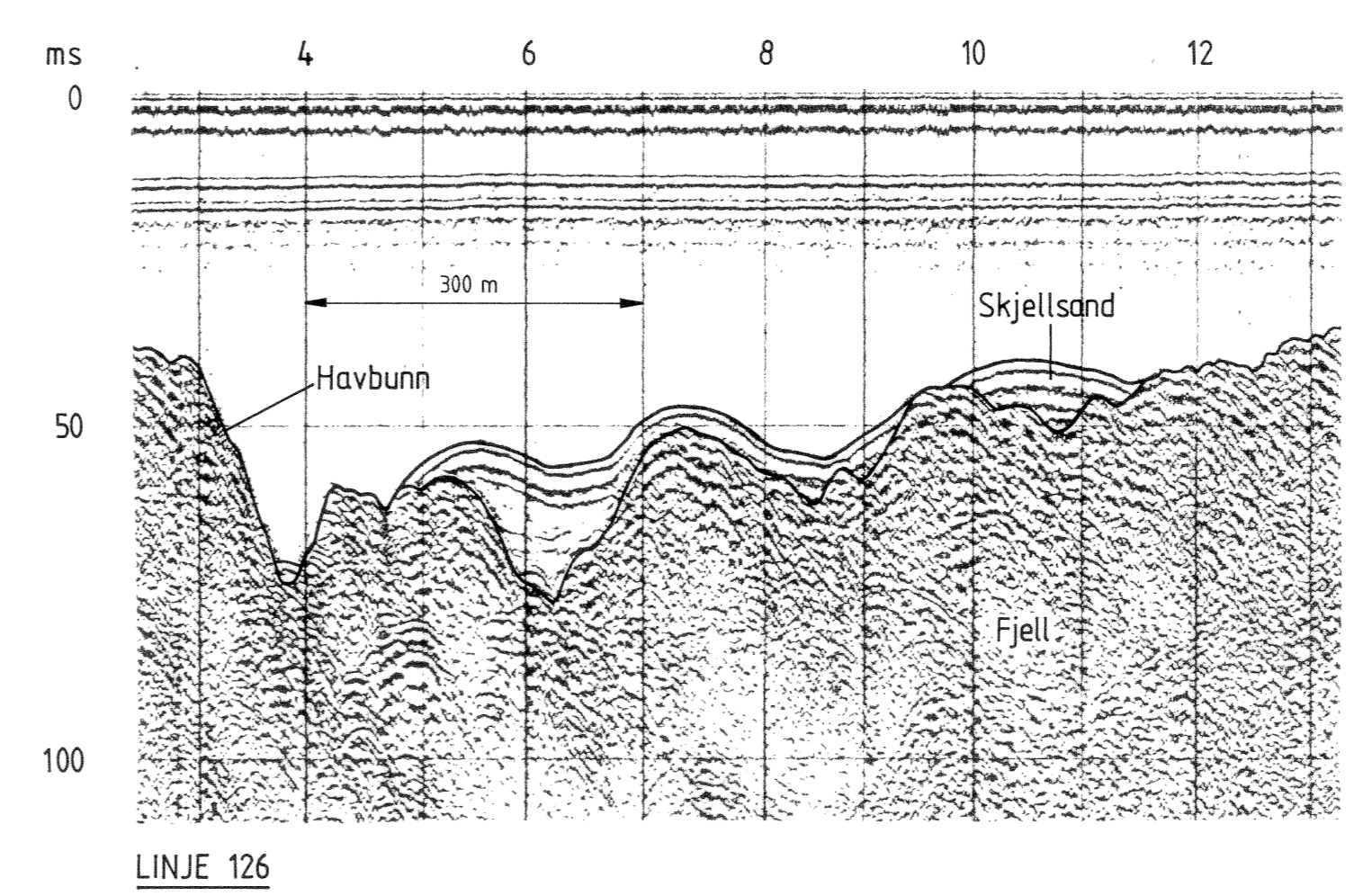
Ved omregning fra millisekund til meter er det benyttet en lydshastighet i sedimentet på 1600 m/s

MÅ IKKE BRUKES TIL NAVIGASJON!

NØY AUST-AGDER FYLKESKOMMUNE SEISMISK LINJENETT / SEDIMENTMEKTIGHET LYNGØR - GJERNESTANGEN AUST-AGDER FYLKE	HÅLESTORRE	DRS.	TT	SEPT. 1992
	1:20 000	TEGN.	DO / AB	FEB. 1993
		TRAC.		FEB. 1993
		KFR.		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 93.024-03	KARTBLAD NR. 1612 II 1712 III, 1712 IV		



- TEGNFORKLARING**
- 90 — SEISMISK LINJE MED LINJENUMMER OG POSISJONSPUNKT
  - SEISMISK LINJE UTEN POSISJONSPUNKT
  - 10 --- DYBDEKONTUR (METER)
  - ▨ SKJELLSANDOMRÅDE (STIPLING VISER USIKKER OMRÅDEGRENSE)
  - ▨ MULIG SKJELLSANDOMRÅDE (STIPLING VISER USIKKER OMRÅDEGRENSE)
  - S MULIG SKJELLSANDOMRÅDE (IKKE AVGRENSET)
  - ⑤ OMRÅDENUMMER
  - ⊙ 90 PRØVEPUNKT MED NUMMER (2 SISTE SIFFER)
  - ▲ HØYESTE PUNKT PÅ RA-RYGGEN



MÅ IKKE BRUKES TIL NAVIGASJON!

NDL AUST-ÅGDER FYLKESKOMMUNE SKJELLSANDOMRÅDER / PRØVEPUNKT LYNGØR - GJERNSTANGEN AUST-ÅGDER FYLKE	MÅLSTOKK 1:20 000	DRS. TT TRAC. IL KTR.	SEPT. 1992 FEB. 1993
	TEGN. NO / RB	KARTBLAD NR. 93 024 - 04	1712 III, 1712 IV
	NORDES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 93 024 - 04	1612 II