

NGU Rapport 95.032

Skjellsandforekomster i  
Radøy kommune,  
Hordaland.

Rapport nr. 95.032		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Skjellsandforekomster i Radøy kommune, Hordaland.				
Forfatter: Reidulv Bøe & Dag Ottesen		Oppdragsgiver: NGU, Hordaland fylkeskommune, Radøy kommune		
Fylke: Hordaland		Kommune: Radøy		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Bergen		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1116 III		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 28	Pris: 78,-	
		Kartbilag: 1		
Feltarbeid utført: 19.06-07.07.1994	Rapportdato: 20.03.1995	Prosjektnr.: 66.2301.37	Ansvarlig: <i>Håkon Gundersen</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>I perioden 26.5-5.7 1994 utførte NGU et maringeologisk tokt for å kartlegge skjellsandforekomstene i enkelte kystkommuner i Hordaland, deriblant Radøy.</p> <p>I Radøy ble det i løpet av toktperioden profilert ca. 100 km med lettseismisk utstyr, og det ble tatt 46 grabbprøver av bunnsedimentene. I denne rapporten er resultatene av skjellsandkartleggingen presentert i form av kart over sikre og mulige skjellsandområder. I tillegg er det antydnet mektigheter av skjellsand, tolket fra seismiske profiler, og omtrentlige volum av skjellsand innenfor de enkelte områder er utregnet.</p> <p>I Radøy er det kartlagt sikre og mulige skjellsandforekomster som tilsammen dekker et areal på 925 000 m<sup>2</sup>. Innenfor dette arealet er 920 000 m<sup>3</sup> (27 % av totalvolumet) klassifisert som skjellsand, mens 2.5 mill. m<sup>3</sup> er klassifisert som mulig skjellsand.</p>				
Emneord: Maringeologi		Kvartærgeologi	Skjellsand	
Refleksjonsseismikk		Prøvetaking	Mektighet	
Seismikk		Overflatesediment	Fagrapport	

## INNHOOLD

1	INNLEDNING .....	4
2	DANNELSE AV SKJELLSAND .....	5
3	UNDERSØKELSESMETODER .....	5
	3.1 Navigasjon.....	5
	3.2 Kartgrunnlag.....	6
	3.3 Seismisk profilering.....	6
	3.4 Prøvetaking.....	6
4	PRESENTASJON.....	8
5	BESKRIVELSE AV OMRÅDENE .....	8
6	FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER .....	11
7	KONKLUSJON .....	12
	REFERANSER.....	13

## TABELLER

Tabell 1	Bunnprøvebeskrivelser.
Tabell 2	Skjellsandområdebeskrivelser.

## APPENDIKS

Appendiks 1	Orientering om NGU's forskningsfartøy F/F Seisma.
Appendiks 2	Orientering om Diffstar posisjoneringssystem.
Appendiks 3	Orientering om refleksjonsseismiske målinger.

## VEDLEGG

Tegning 95.032-01	Skjellsandområder, seismisk linjenett og prøvepunkter i Radøy kommune.
-------------------	--

## 1 INNLEDNING


I perioden 1988-1991 foretok NGU en kartlegging av skjellsandforekomstene i Sveio kommune (Ottesen 1988) og i Sund kommune (Grøsfjeld 1989, 1991) i Hordaland.

I 1993 ble det bestemt å fortsette kartleggingen av skjellsand langs kysten av Hordaland. Arbeidet er blitt utført som et samarbeidsprosjekt mellom Hordaland Fylkeskommune, Norges geologiske undersøkelse og deltakende kystkommuner i Hordaland fylke. Foreliggende rapport gir en oversikt over skjellsandforekomstene i Radøy kommune.

Kartleggingsarbeidet ble utført i perioden 26.5-5.7 1994 med NGU's forskningsfartøy F/F Seisma (Appendiks 1). Følgende personer deltok under feltundersøkelsene:

Karl Amundsen	(skipper)
Reidulv Bøe	(forsker)
Eilif Danielsen	(ingeniør)
Oddvar Longva	(skipper/forsker)
Per Th. Moen	(avd. ingeniør)
Dag Ottesen	(forsker)
Terje Thorsnes	(forsker)
Oddbjørn Totland	(overingeniør)

Trondheim, 20. mars 1995  
Program for kontinentalsokkelundersøkelser



Oddvar Longva  
programleder



Reidulv Bøe  
prosjektleder

## **2 DANNELSE AV SKJELLSAND**

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

Dannelse av skjellsand avhenger både av voksebetingelser for de kalkdannende organismene og avsetningsbetingelsene etter at organismene er døde. Masseopptreden av kalkskalldannende organismer avhenger av mange økologiske parametre, og varierer etter type organismer. Næringstilgang, lysforhold, vanntemperatur, strømforhold, bunnforhold (bunntype og bunntopografi), tilførsel av minerogent materiale (nedknust fjell som sand, grus og leire), vannkjemiske forhold og bølgeeksponering vil avgjøre hvordan organismene trives, og om det er muligheter for masseforekomster av kalkskalldannende organismer.

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 innsiden av holmer og skjær, oftest like i nærheten av kalkorganismenes voksested.

Renheten til skjellsandforekomstene avhenger av underlaget som kalkorganismene har vokst på. Er dette f. eks. sand eller grus som kan flyttes på i stormperioder, vil forekomstene bli innblandet med minerogent materiale. I denne rapporten har vi definert skjellsand som et sediment bestående av mer enn 85 % karbonat. Sedimenter med 50-85 % karbonat er klassifisert som uren skjellsand, mens sedimenter med mindre enn 50 % karbonat er klassifisert som annet, f.eks. gytje eller mineralsand.

Skjellsandforekomstene ligger generelt langt ute på kysten der det er lite tilførsel av minerogent materiale, samtidig som det er tilstrekkelig bølgeenergi til å knuse skallene effektivt. Skjellsandforekomstene i Radøy gjenspeiler dette tydelig. De største og reneste forekomstene ligger lengst mot vest.

## **3 UNDERSØKELSESMETODER**

### **3.1 Navigasjon**

Under toktet ble det benyttet et system for differensiell satellittposisjonering (Diffstar fra SEATEX) (Appendiks 2), med referansestasjon på Askøy. Feilmarginene varierte etter mottakerforholdene, men var oftest bedre enn 5 m under den seismiske profileringen. For bunnprøvene kan en anta en nøyaktighet på bedre enn 10 m.

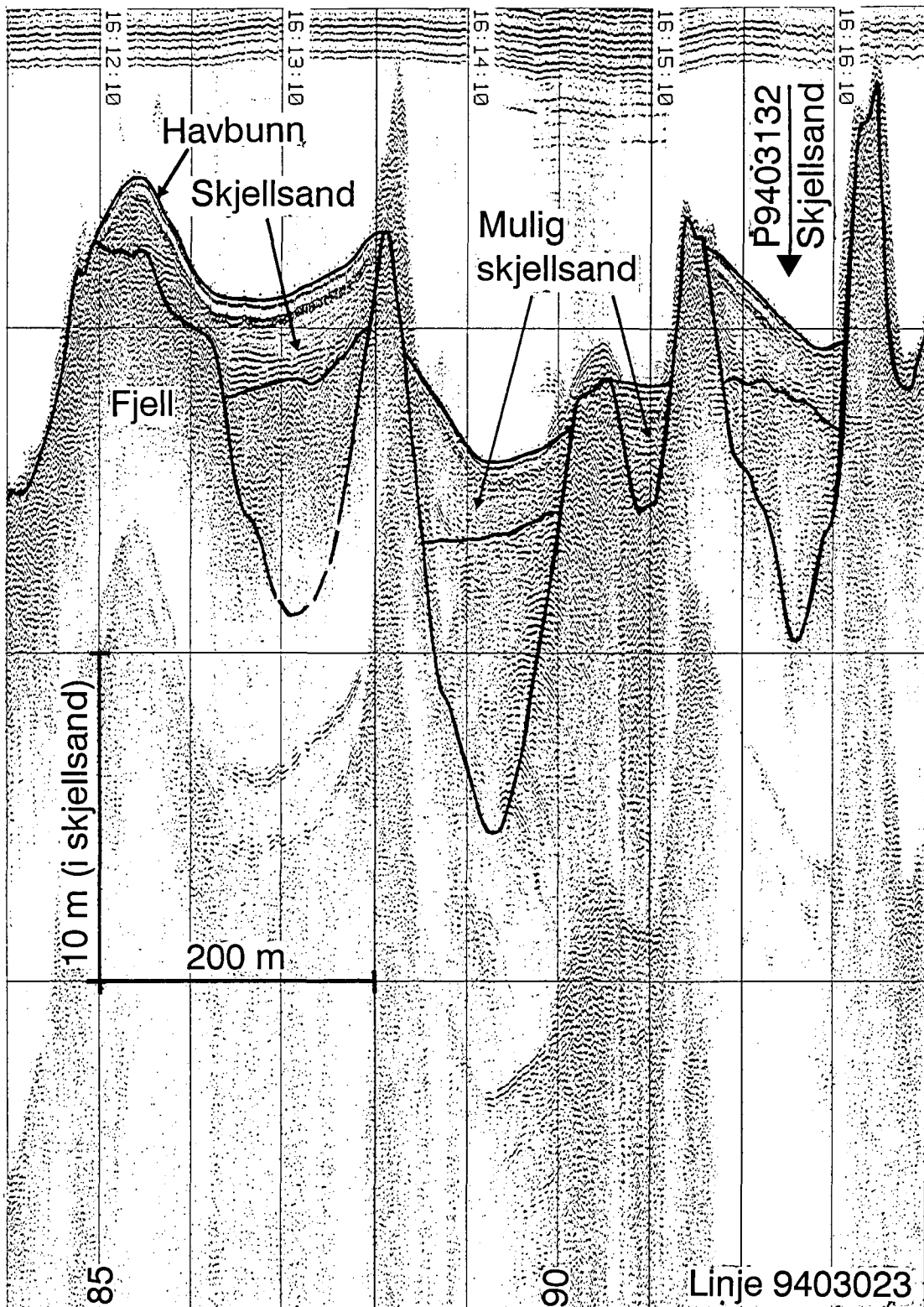


Fig. 1. Eksempel på tolket refleksjonsseismisk profil fra Radøy.

## 4 PRESENTASJON

Ut fra utbredelsen av løsmasser kartlagt ved hjelp av seismikk og grabbprøvebeskrivelsene (Tabell 1) er det tegnet kart over **sikre skjellsandområder** og **mulige skjellsandområder** (Tegning 95.032-01). Avgrensningen av områdene er gjort ved hjelp av seismikk, sjøkart og de digitale dataene fra SKNS. Sikre skjellsandområder er avgrenset hvor vi har seismiske data og bunnprøver som består av skjellsand (mer enn 85% karbonat). Mulige skjellsandområder er inntegnet der vi har seismikk, men bunnprøvene viser uren skjellsand (50-85 % karbonat), og i områder som ikke er prøvetatt, men hvor der er store sjanser for å finne skjellsand ut fra seismikken. Enkelte mulige skjellsandområder er inntegnet i områder uten seismiske data eller prøver. Mulige skjellsandområder uten avgrensning er avmerket med S på kartene. Avgrensning er ikke foretatt, enten på grunn av manglende seismikk/bunnprøver, eller på grunn av uregelmessig bunntopografi. En forenklet oversikt over skjellsandforekomstene i Radøy kommune er vist i Fig. 2.

Eksakt avgrensning av skjellsandområder er vanskelig, likeså vurdering av mektigheter uten mere detaljerte undersøkelser. Innenfor de sikre områdene med prøvetatt skjellsand på havbunnen, er det ikke sikkert at hele avsetningen (fra toppen til bunnen) (skjellsandmektighetene er angitt i Tabell 2) består av skjellsand. Kjerneprøvetaking eller prøvegrabbing vil kunne fastslå dette. Omregning fra millisekund to-veis gangtid (ms) til sedimentmektigheter i meter avhenger av lydets hastighet i sedimentet (Appendiks 3). Med en antatt lydshastighet på 1600 m/s, svarer f.eks. 5 ms til 4 m, og 25 ms tilsvarer 20 m.

## 5 BESKRIVELSE AV OMRÅDENE

**Område 1** sørvest for Toska består av ett sikkert (vanndyp 9-18 m) skjellsandområde og fire mulige (vanndyp 9-35 m) skjellsandområder (Tabell 2). P9403135 fra det sikre delområdet består av skjellgrus (95 % karbonat) (Tabell 1). Dette delområdet har et areal på 10 000 m<sup>2</sup>, og med en gjennomsnittsmektighet på 3 m, gir dette 30 000 m<sup>3</sup> skjellsand. De fire delområdene med mulig skjellsand har et samlet areal på 90 000 m<sup>2</sup>. P9403134 fra et av delområdene viser uren skjellsand med 80 % karbonat. Med en gjennomsnittsmektighet på 3 m gir dette 270 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand.

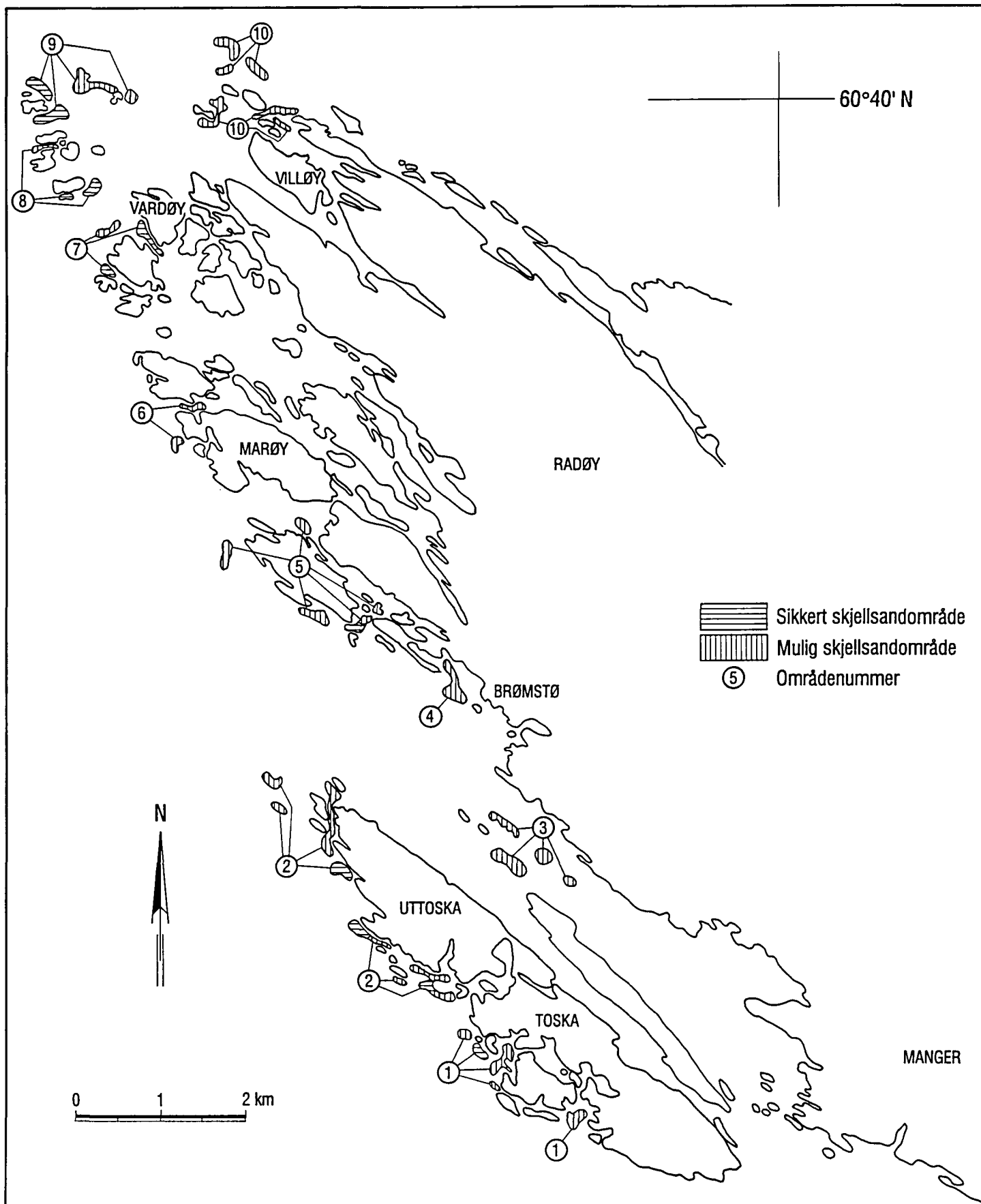


Fig. 2. Forenklet oversikt over skjellsandforekomstene i Radøy kommune, Hordaland. Se Tegning 95.032.01 for flere detaljer.



**Område 2** sør og vest for Uttoska består av to delområder (vanndyp 7-25 m) delt mellom sikker og mulig skjellsand. P9403132 og P9403129 tatt innenfor de sikre delene inneholder skjellsand med et karbonatinnhold på 90 %. De sikre delene har et areal på 35 000 m<sup>2</sup>, og med en gjennomsnittsmektighet på 4 m gir dette 140 000 m<sup>3</sup> skjellsand. De mulige delene (P9403130, P9303131 og P9403133, uren skjellsand) har et areal på 80 000 m<sup>2</sup>. Med en mektighet på 4 m, gir dette 320 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand. Et delområde med sikker skjellsand (vanndyp 8-22 m) (P9403128, 90 % karbonat) har et areal på 20 000 m<sup>2</sup>, og med mektighet på 7 m gir dette 140 000 m<sup>3</sup> skjellsand. Fire mulige delområder er avgrenset (P9403136 og P9403137, uren skjellsand). Disse har et samlet areal på 110 000 m<sup>2</sup>, og med en mektighet på 5 m, gir dette 550 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand. Vanndypet innenfor de fire mulige delområdene ligger på 4-40 m.

**Område 3** nordøst for Uttoska består av fem delområder med mulig skjellsand (P9403139 og P9403140 viser begge uren skjellsand), med et samlet areal på 100 000 m<sup>2</sup>. Med en mektighet på 2 m i snitt gir dette 200 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand. Vanndypet er 10-40 m.

**Område 4** vest for Brømstø er et mulig skjellsandområde med et areal på 55 000 m<sup>2</sup>. Vanndypet varierer fra 8 til 30 m. En gjennomsnittsmektighet på 3 m gir 165 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand. P9403126 tatt innenfor området viser uren skjellsand. I bukta sør for Brømstø er det plassert en S, som indikerer at også dette kan være et skjellsandområde.

**Område 5** sør for Marøy består av ett sikkert (vanndyp 8-40 m) delområde (P9403124 inneholder skjellgrus med 90 % karbonat) og 5 mulige (vanndyp 10-55 m) delområder (P9403123 består av uren skjellsand). Det sikre delområdet har et areal på 20 000 m<sup>2</sup>, og med en mektighet på 3 m gir dette 60 000 m<sup>3</sup> skjellsand. De mulige delområdene har et samlet areal på 70 000 m<sup>2</sup>. Med en mektighet på 4 m i snitt gir dette 280 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand.

**Område 6** vest for Marøy består av 2 mulige delområder med et samlet areal på 35 000 m<sup>2</sup>. Vanndypet varierer fra 10-40 m. P9403109 tatt innenfor ett av områdene viser uren skjellsand. Med en gjennomsnittsmektighet på 3 m ligger det her 105 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand.

**Område 7** vest for Vardøy har to sikre (vanndyp 10-35 m) og et mulig (vanndyp 10-45 m) skjellsandområde. P9403103, P9403104 og P9403105 tatt innfor de sikre delområdene viser skjellsand og skjellgrus med karbonatinnhold på 85-90 %. Disse delområdene har et samlet areal på 30 000 m<sup>2</sup>, og med en gjennomsnittsmektighet på 4 m gir dette 120 000 m<sup>3</sup> skjellsand. Det mulige delområdet har et areal på 15 000 m<sup>2</sup>, og med en mektighet på 4 m gir det 60 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand. Sør for område 7 er det plassert en S, som viser at det også der kan ligge skjellsand.

**Område 8** nordvest for Vardøy inneholder to sikre (vanndyp 10-45 m) og et mulig (vanndyp 8-15 m) skjellsandområde. P9403100 og P9403101 tatt innenfor de sikre delområdene viser skjellgrus med karbonatinnhold på 90 %. Disse to delområdene har et samlet areal på 30 000 m<sup>2</sup>. En mektighet i snitt på 3 m gir 90 000 m<sup>3</sup> skjellsand. Det mulige delområdet har et areal på 15 000 m<sup>2</sup>, og med en gjennomsnittsmektighet på 3 m (usikker), gir dette 45 000 m<sup>3</sup> skjellsand.

**Område 9**, også nordvest for Vardøy, inneholder to sikre (vanndyp 15-50 m) og to mulige (vanndyp 10-35 m) skjellsandområder. P9403096 og P9403097 tatt innfor de sikre delområdene viser skjellsand med karbonatinnhold på 90 %. De sikre delområdene har et samlet areal på 60 000 m<sup>2</sup>. Med gjennomsnittsmektighet på 5 m gir dette 300 000 m<sup>3</sup> sikker skjellsand. De mulige delområdene har et samlet areal på 45 000 m<sup>2</sup>, og med en mektighet i snitt på 6 m gir dette 270 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand.

**Område 10** nord for Villøy inneholder et delområde delt mellom sikker og mulig skjellsand (vanndyp 15-30 m), og fem mulige delområder (vanndyp 7-40 m). P9403114 tatt innenfor den sikre delen av det delte området inneholder skjellsand med et karbonatinnhold på 90 %. Et areal på 10 000 m<sup>2</sup> og en gjennomsnittsmektighet på 4 m, gir 40 000 m<sup>3</sup> sikker skjellsand. Delen med mulig skjellsand har et areal på 15 000 m<sup>2</sup> og en gjennomsnittsmektighet på 4 m. Dette gir 40 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand. De 5 delområdene med mulig skjellsand har et samlet areal på 80 000 m<sup>2</sup>. Med en mektighet i snitt på 3 m gir dette 240 000 m<sup>3</sup> mulig skjellsand.

## **6 FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER**

De beregnede volumene innenfor de forskjellige skjellsandområdene er basert på tolkning av seismiske data, mens sedimenttypen på bunnen er bestemt ved hjelp av overflateprøver tatt med grabb. For å avklare om de ulike skjellsandområdene virkelig består av skjellsand ned til angitt dyp, anbefaler vi at det gjøres oppfølgende undersøkelser. Nedenfor er det satt opp et forslag til hva en slik undersøkelse kan omfatte:

1. Kjerneprøvetaking (boring med vibrasjonsprøvetaker). Et eksempel på en slik undersøkelse er gitt i Grøsfjeld (1991).
2. Prøvegrabbing innen de ulike skjellsandområdene ned til et ønsket dyp.
3. Videoopptak/dykking for å dokumentere bunnforholdene før eventuelle skjellsanduttak.

En del av grabbprøvene tatt innenfor det undersøkte området av Radøy består av uren skjellsand/skjellgrus med et høyt innhold av organisk materiale, som gjør prøvene klebrige

(Tabell 1). Områder med slike prøver er vanligvis ikke merket av som skjellsandområder, da skjellsanden ikke er kommersielt utnyttbar. Det er ikke usannsynlig at det organiske materialet i noen av disse prøvene kan stamme fra fiskeoppdrettsanlegg, og at det under den urene skjellsanden kan ligge ren skjellsand. Det bør derfor undersøkes om det har ligget oppdrettsanlegg i områder der det er tatt slike prøver.

## **7 KONKLUSJON**

I Radøy kommune er det kartlagt sikre og mulige skjellsandforekomster som tilsammen dekker et areal på 925 000 m<sup>2</sup>. Innenfor dette arealet er 920 000 m<sup>3</sup> (27 % av totalvolumet) klassifisert som skjellsand, mens 2.5 mill. m<sup>3</sup> er klassifisert som mulig skjellsand.

Maksimumsmektigheten av skjellsand varierer sterkt fra område til område, men er sjelden over 10-12 m. Den gjennomsnittlige mektigheten ser oftest ut til å ligge på 3-4 m. Det må presiseres at alle skjellsandmektigheter er anslag basert på seismisk tolkning. Sikre skjellsandmektigheter, og dermed sikre skjellsandvolum, kan en ikke få uten å foreta prøvegrabbing eller boring gjennom forekomstene.

## REFERANSER

Grøsfjeld, K. 1989: Skjellsandkartlegging i Sund kommune, Hordaland. *NGU Rapport 89.122*, 50 s.

Grøsfjeld, K. 1991: Skjellsandkartlegging i Sund kommune, Hordaland. Supplerende undersøkelser, 1991. *NGU Rapport 91.210*, 47 s.

Haye, T. & Russenes, B. 1984: Skjellsandprosjektet i Sogn og Fjordane. Kartlegging av skjellsandforekomstar i dei kystnære farvatna. *Sogn og Fjordane Fylkeskommune, Plan og utbyggingssjefen*, 193 s.

Munsell 1954: Munsell Soil Color Chart. *Munsell Soil Color Company Inc.*, Baltimore, USA.

Ottesen, D. 1988: Skjellsandundersøkelser i Sveio kommune, Sunnhordland. *NGU Rapport 88.207*, 16 s.

## TABELL 1

Bunnprøver tatt med grabb i Radøy kommune under tokt 9403 i 1994.

I kolonnen for **sedimenttype** er uttrykkene mineralsand og mineralgrus benyttet i de tilfeller der prøven består av sand og/eller grus, og hvor karbonatinnholdet er lavere enn 50 %. Prøver med karbonatinnhold mellom 50 og 85 % er vanligvis klassifisert som uren skjellsand eller uren skjellgrus, mens prøver med karbonatinnhold lik eller større enn 85 % er klassifisert som skjellsand eller skjellgrus.

I kolonnen for **karbonatinnhold** er det angitt prosentvis mengde karbonat i prøven ut fra visuelle anslag. Noen prøver er analysert ved hjelp av karbon analysator (Leco) for å kalibrere anslagene. Disse prøvene er merket med \* i tabellen.

I kolonnen for **skjellbiter** er det angitt prosentvis mengde skjellbiter med lengste akse større enn 1 cm.

I kolonnen for **farge** på sedimentet (i våt tilstand) er det benyttet standardiserte betegnelser (oversatt til norsk) fra Munsell Soil Color Charts (Munsell 1954). I de fleste tilfeller er det benyttet en gul-grønn fargeskala (5Y).

I kolonnen for **kornstørrelse** er det gitt et visuelt anslag over kornfordelingen. Kornfraksjonene er presentert i avtagende rekkefølge, slik at hvis f.eks. ms står først, er middelskornet sand den dominerende kornstørrelse. Forkortelser: **l**: leir (<0,002 mm); **s**: silt (0,002-0,0625 mm); **vfs**: veldig fin sand (0,0625-0,125 mm); **fs**: fin sand (0,125-0,25 mm); **ms**: middelskornet sand (0,25-0,5 mm); **gs**: grov sand (0,5-1 mm); **vgs**: veldig grov sand (1-2 mm); **gr**: grus (2-64 mm).

I kolonnen for **sortering** er det angitt om sorteringen av sedimentet er god (G), middels (M) eller dårlig (D). God sortering av et sediment vil si at det meste av prøven har noenlunde samme kornstørrelse, mens dårlig sortering innebærer at flere kornstørrelser er til stede i relativt store mengder. Bimodal sortering av et sediment (eventuelt notert i kommentarfeltet) vil si at to kornfraksjoner dominerer sammen.

I kolonnen for **fauna** er det benyttet samme system som i Haye & Russenes (1984). Faunaen er presentert i avtagende rekkefølge, slik at hvis f.eks. A står først, så er det mest av hvite skjell i prøven. Forklaring til bokstaver: **A**: hvite skjell; **B**: blå skjell (blåskjell, O-skjell); **C**: gastropoder (snegler); **D**: ekinodermer (kråkeboller); **E**: lithotamnier (kalkalger); **F**: balanider (rur); **G**: polycheter (trekantmark).

I kolonnen for **dominerende fauna** er det angitt hvor mange prosent det er av den dominerende fauna i prøven, dvs. den bokstav som står først i kolonnen for fauna.

Prøvenr.	Vanddyb (m)	Sedimenttype	Karbonatinnhold (%)	Skjellbiter <1 cm (%)	Farge	Kornstørrelse	Sortering	Fauna	Dominerende fauna (%)	Kommentar
P9403096	26	Skjellsand	90	2	Lys oliven	vgs,gs,gr,ms	G	A,B,C,D,F		Skjell <5 cm
P9403097	36	Skjellsand	90	3	Lys oliven	vgs,gs,gr,ms	G	A,D,C,B,G		Skjell <7 cm
P9403098	38	Urein skjellgrus	50	1	Veldig mørk grå	gr,vgs,fs,ms,vfs	D	G,A,D,F,C,B	60	Organisk
P9403099	41	Urein skjellsand	50	4	Veldig mørk grå	vgs,gr,ms,fs,vfs,gs	D	A,D,G,F	80	Organisk
P9403100	40	Skjellgrus	90	5	Lys brun	gr,vgs,gs,ms,fs	D	A,F,B,C,D	70	
P9403101	25	Skjellgrus	90	2	Lys brun	gr,vgs,gs	G	G,A,F,D,C	50	
P9403102	29	Mulig skjellsand								Ingen prøve
P9403103	28	Skjellgrus	90	1	Lys oliven	gr,vgs,gs,ms	G	A,C,F,B,D,G		
P9403104	20	Skjellsand	85	1	Lys oliven	vgs,gr,ms,gs,fs	M	A,C,D,E	70	Grus <1 cm
P9403105	14	Skjellsand	85	5	Olivengrå	vgs,gr,gs,ms	G	A,C,D,G	80	Grus <1 cm, skjell <8 cm
P9403106	37	Urein skjellgrus	50	3	Veldig mørk grå	gr,vgs,ms,gs,fs	D	A,F,C,D	60	Organisk
P9403107	31	Sandig gytje								Ingen prøve
P9403108	24	Leirholdig sand/stein								Ingen prøve
P9403109	21	Urein skjellsand	60	1	Veldig mørk grå	vgs,gr,fs,ms,vfs,gs	D	A,F,D,C,B	70	Skjellgrus på topp
P9403110	22	Grusholdig leire								Ingen prøve
P9403111	19	Grusholdig leire								Ingen prøve
P9403112	20	Gytje								Ingen prøve
P9403113	41	Leirholdig grus								Ingen prøve
P9403114	30	Skjellsand	90	1	Oliven	vgs,gs,gr,ms,fs	G	A,G,F,D,C	50	
P9403115	30	Urein skjellgrus	*70	2	Veldig mørk grå	gr,vgs,ms,fs,vfs,gs	D	A,G,F,D,C	50	Organisk
P9403116	28	Skjellgrus								Ingen prøve
P9403117	22	Gytje								Ingen prøve
P9403118	23									Ingen prøve
P9403119	26									Ingen prøve

Prøvenr.	Vandyp (m)	Sedimenttype	Karbonatinnhold (%)	Skjellbiter <1 cm (%)	Farge	Kornstørrelse	Sortering	Fauna	Dominerende fauna (%)	Kommentar
P9403120	20	Kalkholdig gytje	50	4	Veldig mørk grå	gr,vgs,gs,ms,fs	D	A,C,D,F	80	Grus, store skjell, organisk
P9403121	35									Ingen prøve
P9403122	31	Stein								Ingen prøve
P9403123	48	Urein skjellgrus	75	2	Lys oliven	gr,vgs,ms,gs	G	A,F,D	70	Grus <3 cm
P9403124	22	Skjellgrus	90	2	Lys oliven	gr,vgs,gs,ms	G	A,F,D,G,C,B	50	Skjell <4 cm
P9403125	43	Kalkholdig gytje	*30	2	Veldig mørk grå	gr,vgs,ms,fs,gs,vfs	D	A,F,D,C	60	
P9403126	31	Urein skjellsand	60	1	Veldig mørk grå	vgs,gr,fs,ms,gs,vfs	D	A,C,D,F	90	Stein <8 cm. Organisk
P9403127	13	Kalkholdig mineralsand	*36	2	Grå	ms,gs,vgs,fs,gr	G	A,C,B,D	80	
P9403128	17	Skjellsand	90	2	Lys olivengrå	vgs,gs,ms,gr,fs	G	A,F,G,B,C	60	
P9403129	28	Skjellsand	90	0	Lys olivengrå	gs,vgs,ms,gr,fs	G	A,B,F,G,C	80	
P9403130	17	Urein skjellsand	80	1	Olivengrå	vgs,ms,gs,gr,fs	M	F,A,C,D,G,B	40	
P9403131	18	Urein skjellsand	70	0	Olivengrå	gs,vgs,ms,fs,gr	M	A,G,C,D	70	
P9403132	14	Skjellsand	90	0	Lys grå	ms,gs,vgs,fs,gr	G	A,B,C,D	70	
P9403133	13	Urein skjellsand	80	1	Lys oliven	vgs,gs,ms,gr,fs	G	A,F,C,D,B	80	
P9403134	13	Urein skjellsand	80	1	Olivengrå	vgs,gs,ms,gr	G	A,B,C,D,F	70	
P9403135	20	Skjellgrus	95	2	Lys oliven	gr,vgs,gs,ms	G	A,C,G,D,B	70	
P9403136	15	Urein skjellsand	70	4	Lys oliven	vgs,gs,gr,ms	G	A,B,C,D,G	50	Grus <3 cm, skjell <5 cm
P9403137	27	Urein skjellsand	80	5	Lys oliven	gs,ms,vgs,fs,gr	G	A,F,D,C,B,G	50	Stein <8 cm
P9403138	49	Kalkholdig mineralsand	*39	0	Olivengrå	ms,gs,fs,vgs,vfs	G	A,D,G,B	80	
P9403139	27	Urein skjellsand	70	0	Lys oliven	vgs,gs,gr,ms	M	A,D,B,C,E,G	70	
P9403140	15	Urein skjellsand	70	2	Oliven	gs,ms,vgs,gr,fs	G	A,C,D	90	
P9403141	24	Kalkholdig mineralgrus	40	3	Oliven	gr,vgs,gs,ms	M	A,E,D,G,B,C	50	Grus <7 cm



## TABELL 2

Skjellsandområder i Radøy kommune kartlagt under tokt 9403 i 1994. I tabellen er angitt områdenummer, hvor området ligger, om det er et sikkert skjellsandområde (S) eller et mulig skjellsandområde (M), omtrentlig areal av skjellsandområdet, maksimal og gjennomsnittlig skjellsandmektighet innen skjellsandområdet og vanddypsvariasjon innen skjellsandområdet. Det må presiseres at mektigheten av skjellsand innen et område utelukkende er et anslag basert på seismisk tokning. Sikker mektighet får en ikke uten å prøveta gjennom skjellsandforekomsten. Et skjellsandområde er avmerket som sikkert hvis en både har seismikk og bunnprøver med skjellsand fra området. Hvis det mangler bunnprøver fra et område med antatt skjellsand, eller hvis bunnprøven består av urein skjellsand, er området klassifisert som mulig skjellsandområde.

Område			Areal (m <sup>2</sup> )	Mektighet (m)		Vanndyp (m)	Kommentar
Nr.	Navn	Sikker (S) Mulig (M)		Maks.	Snitt		
1	Sørvest for Toska	S	10 000	5	3	9-18	1 delområde
		M	90 000	10	3	9-35	4 delområder
2	Sør og vest for Uttoska	S/M	115 000	12	4	7-25	2 delområder, derav 35 000 m <sup>2</sup> sikker skjellsand
		S	20 000	12	7	8-22	1 delområde
		M	110 000	12	5	8-40	4 delområder
3	Nordøst for Uttoska	M	100 000	8	2	10-40	5 delområder
4	Brømstø	M	55 000	7	3	8-30	1 delområde
5	Sør for Marøy	S	20 000	5	3	8-40	1 delområde
		M	70 000	10	4	10-55	5 delområder
6	Vest for Marøy	M	35 000	8	3	10-40	2 delområder
7	Vest for Vardøy	S	30 000	8	4	10-35	2 delområder
		M	15 000	7	4	10-45	1 delområde
8	Nordvest for Vardøy	S	30 000	10	3	10-45	2 delområder
		M	15 000	5?	3?	8-15	1 delområde
9	Nordvest for Varøy	S	60 000	14	5	15-50	2 delområder
		M	45 000	10	6	10-35	2 delområder
10	Nord for Villøy	S/M	25 000	10	4	15-30	1 delområde, derav 10 000 m <sup>2</sup> sikker skjellsand
		M	80 000	8	3	7-40	5 delområder

## APPENDIKS 1

### ORIENTERING OM NGUs FORSKNINGSFARTØY F/F "SEISMA"

#### Hovedspesifikasjoner:

Byggeår:	1985
Verft:	West Products A/S, 6718 Deknepollen
Materiale skrog/overbygg:	Sandwitch/Divinycell
Lengde oa.:	16,8 m (55 fot)
Dypgang maks:	Ca. 1,5 m
Tonnasje:	34 brt.
Kallesignal:	JWOG
Hastighet under transport:	Ca. 16 knop
Hastighet under profilering:	4-6 knop
Aksjonsradius:	450-500 n.mil

#### Innredning:

Styrhus:	Arbeidsplass for føring av fartøy, automatisk navigasjon og kjøring av seismikk. Fri sikt 360 grader.
Arbeidsrom:	I plan med akterdekk, ca. 8 m <sup>2</sup> .
Innkvartering:	3 stk. lugarer á 1 person, messe, pantry, WC, dusj (besetning 3 personer).
Akterdekk:	Ca. 24 m <sup>2</sup> .

#### MASKINER, STRØMFORSYNING M.M.:

2 stk. Scania DSI 11 á 350 HK/2100 RPM, hver tilkoblet hydraulisk vridbare propeller.  
Onan Marine dieselaggregat, 8 kw 1-fase/12 kw 3-fase, 220 V/AC  
Stamford Isuzu dieselaggregat, 18 kw 3-fase, 220 V/AC  
Transformator for 380 V, 3-fase uttak  
Frekvensomformer for variable turtall for el.motorer (380 V, 3-fase)  
35 amp. generator, 24 V/DC (start)  
100 amp. generator, 24 V/DC (forbruk)

#### Hydraulisk system for drift av:

Bauer høytrykkskompressor 600 l/min. 200 bar (luftkanon)  
Tallmek baugpropell, 30 HK  
Effer dekkskran 2.6 t/m med winch, 400 kg  
Prøvetakingswinch m/spoleapparat og fri-fall, 5 tonn  
Prøvetakingswinch, 1 tonn  
Ankerwinch

Bunkers: Diesel 3.500 l  
Ferskvann 1.000 l

## **NAVIGASJONSINSTRUMENTER**

Furuno GP 500 GPS Navstar  
Anshütz gyrokompass m/AD converter for radar  
Robertson AP9 autopilot  
Furuno FCR 1411, fargeradar m/dagslysskjerm og 2 variable avstandsringer  
Furuno FR 240, radar med en variabel avstandsring  
Furuno fargeekkolodd  
Hocom Famita Good VHF-radio m/sel.call. nr. 90144.  
Stormomatic NMT. Tlf. nr. 090 89301.

## **SURVEY-INSTRUMENTER**

**Posisjonering:**  
Kongsberg Diffstar DGPS12

### **Vanndypsmåling**

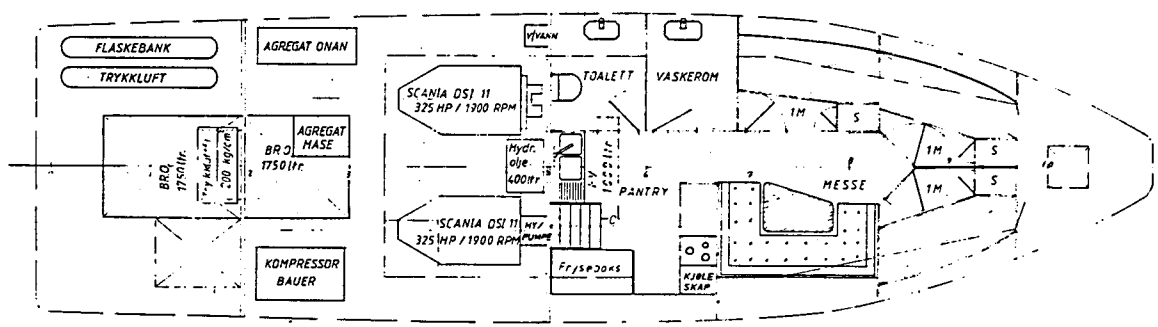
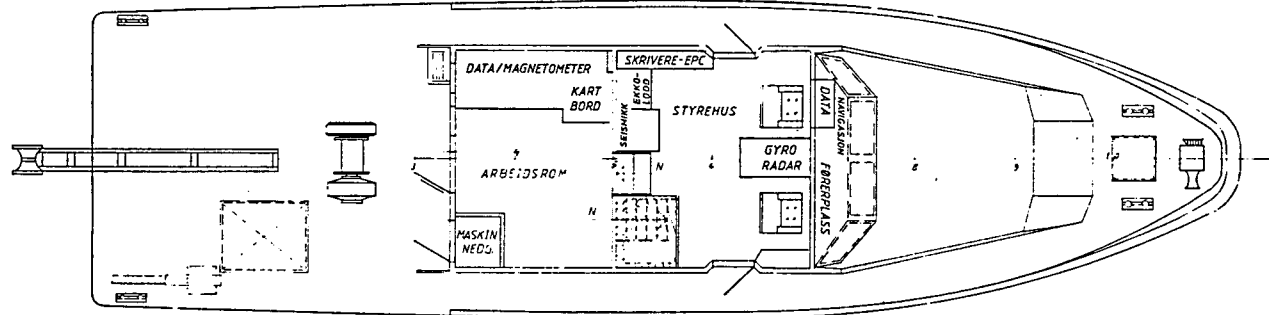
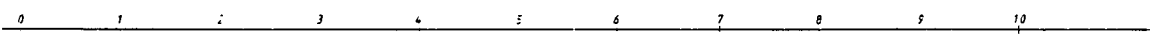
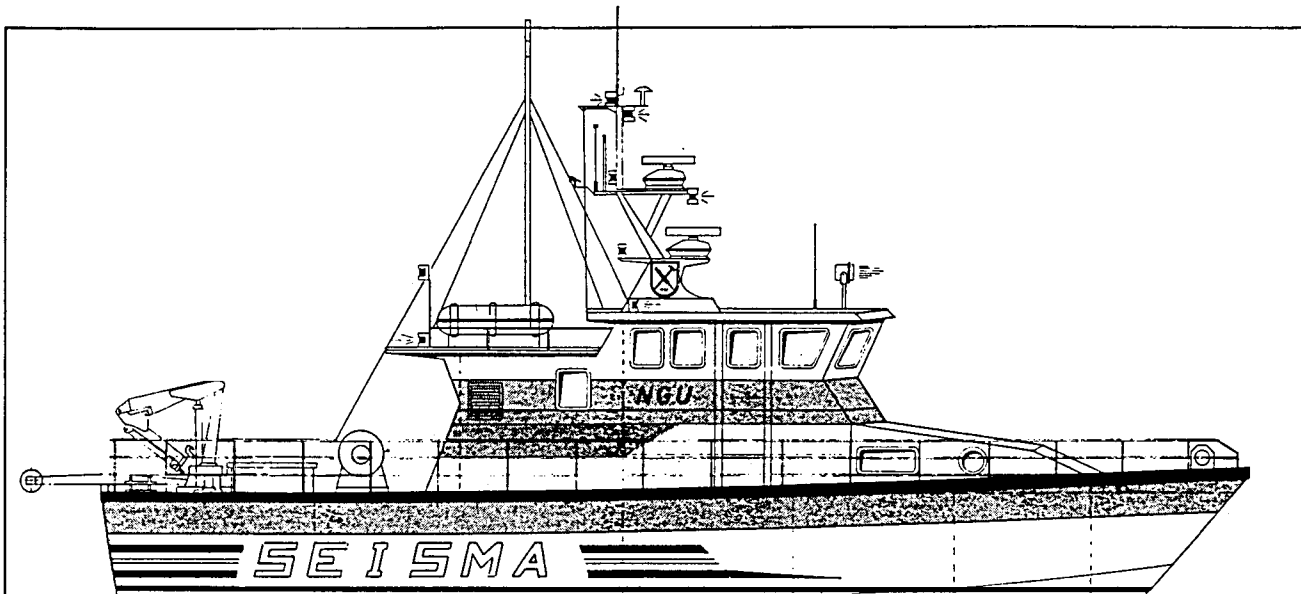
Navitronic S-30 ekkolodd, 2 kanaler: 210 kHz/2,7° og 33 kHz/20°

### **Seismikk**

Geopulse  
Elma platesender  
Bolt 600D luftkanon m/utsiftbare kamre, 5-60 kubikktommer  
Sleevegun, 15-40 kubikktommer  
Benthos hydrofonslanger, 7.5 m  
4-kanals hydrofonslange, Fjord Instruments, 24 m  
Analogt prosesserings-system m/int.trigg, bandpass-filter 20-2400 Hz. TVG og TVF  
funksjoner og lineær forsterkning 0-80 dB  
Analogt bandpass filter, 1-9999 Hz, lineær forsterkning 10-70 dB  
EPC 1600, grafisk skriver  
EPC 3200, grafisk skriver  
EPC 9800, termisk skriver  
RACAL 7-kanals båndspiller  
IBM compatible 486-PC'er for logging

### **Prøvetakingsutstyr**

Gravitasjonsprøvetaker, 63 mm, vekt maks. 300 kg.  
Modifisert Niemistöe prøvetaker, 63 mm  
Vibrasjonsprøvetaker, 63 mm, 75 mm og 110 mm  
Grabb, 70 kg



**HOVEDDIMENSJONER**

Lengde over alt	16,75 m
Lengde mellom pp	14,60 m
Bredde	4,60 m
Dypparg til KVL	0,90 m
Dybde i riss	2,20 m

GENERALARRANGEMENT 55FT FORSKNINGSFARTØY FOR N.G.U. WEST PRODUCTS A/S BNR. 90		
Opprettet 23.8.85	Date 25.04.85	Drøp.no.
	Scale 1:50	2-118/85
	Sign X	
NAVAL CONSULT A.S 6710 Raudeberg		

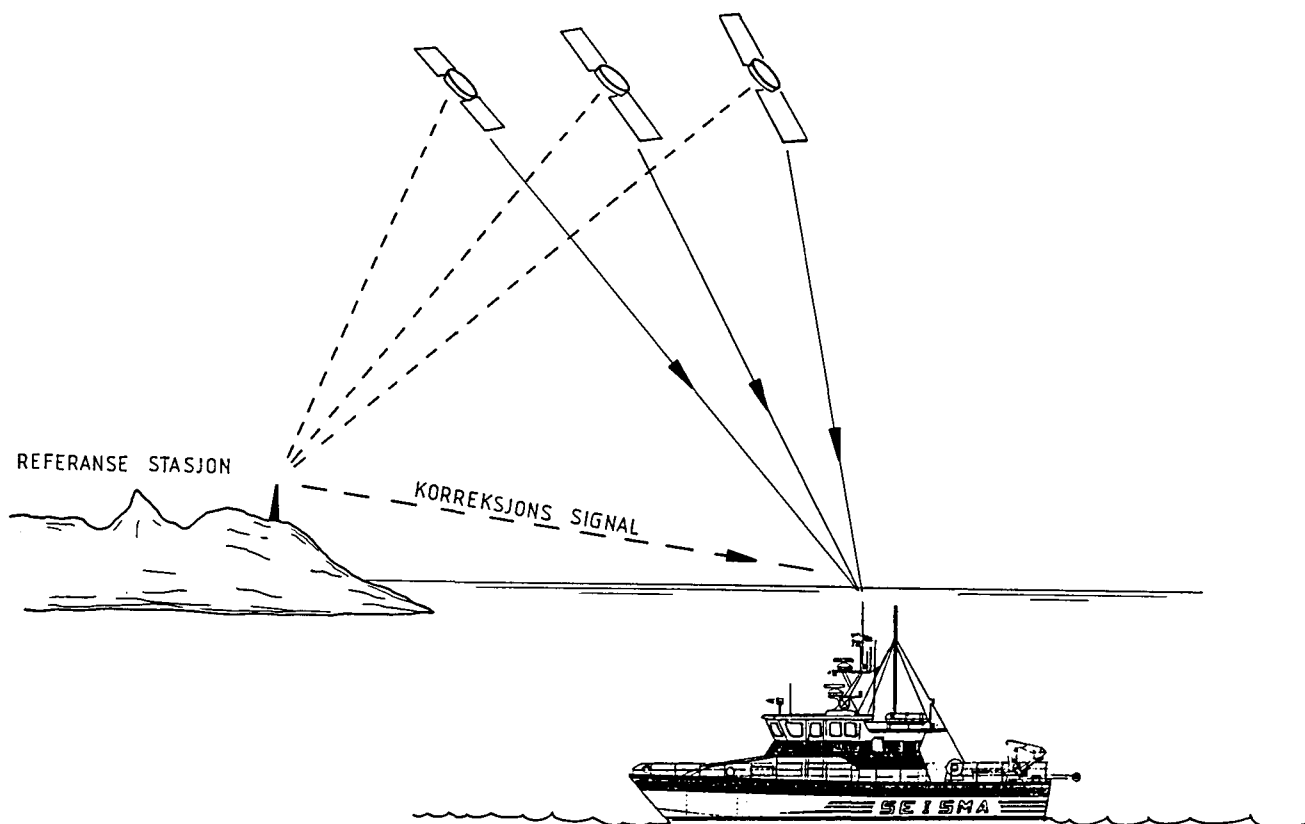
## APPENDIKS 2

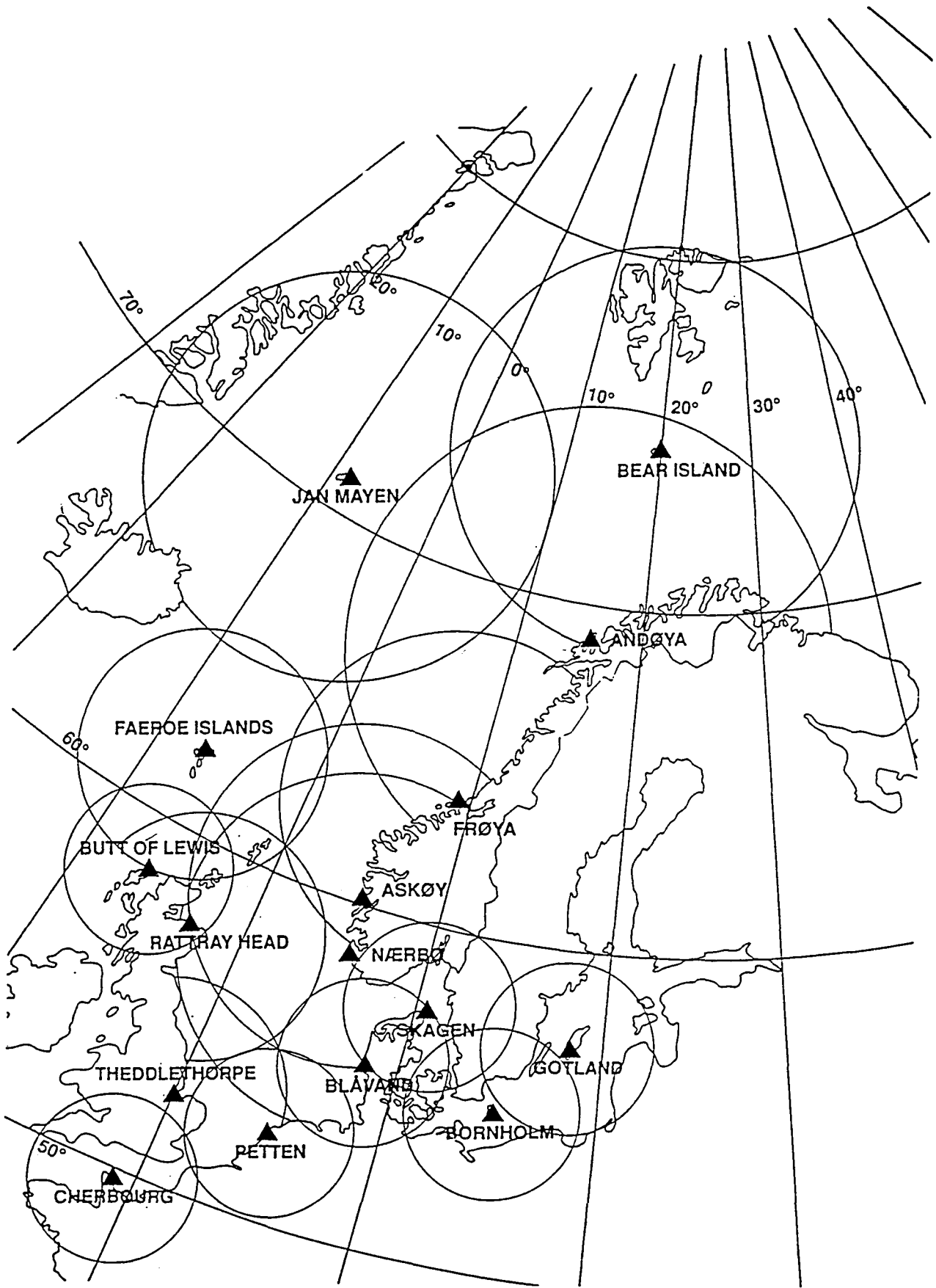
### DIFSTAR POSISJONERINGSSYSTEM.

GPS (Global Positioning System) er et amerikansk satellitt-basert navigasjons/posisjoneringssystem.

DGPS (Differenstiel GPS) forbedrer posisjonsnøyaktigheten fra GPS systemet ved å benytte seg av korreksjonssignaler fra strategisk baserte landstasjoner. Diffstar-systemet fra Kongsberg Navigation benytter seg av en rekke referansestasjoner rundt Nordsjø-bassenget og i Norskehavet/Barentshavet.

Signalene fra satellittene blir brukt til å regne ut båtens posisjon som deretter blir korrigert ut fra signalet fra landstasjonen.





Geografisk dekning med Diffstar (tatt fra User Manual, KONGSBERG NAVIGATION as).

Reference Station	Frequency (kHz)	Latitude (dd mm)	Longitude (dd mm)	Range (km)
ANDØYA	332.5	69 12 N	15 50 E	800
BEAR ISL	332.75	74 30 N	17 00 E	800
ASKØY	437.6	60 27 N	05 13 E	500
FRØYA	437.0	63 42 N	08 35 E	400
THEDDLETH	1802.1	55 22 N	00 14 E	300
RATTRAY H.	1887.4	57 37 N	01 51 E	300
NAERBØ	476.8	58 49 N	05 40`E	500
BLAAVAND	1943.5	55 33 N	08 06 E	200
SKAGEN	1944.5	57 44 N	10 36 E	200
BORNHOLM	1943.0	55 03 N	15 07 E	200
BUTT OF LEWIS	1887.2	58 31 N	06 16 E	200
FAEROE ISL	1944.0	62 01 N	06 48 W	300
CHERBOURG	1700.45	49 38 N	01 47 W	200
PETTEN	1780.0	52 46 N	04 39 E	200
GOTLAND	302.0	56 55 N	18 09 E	200

Referansestasjoner (se foregående figur) til Kongsberg Diffstar DGPS12. Referansestasjonene sender korreksjonssignaler på frekvensene listet i tabellen.

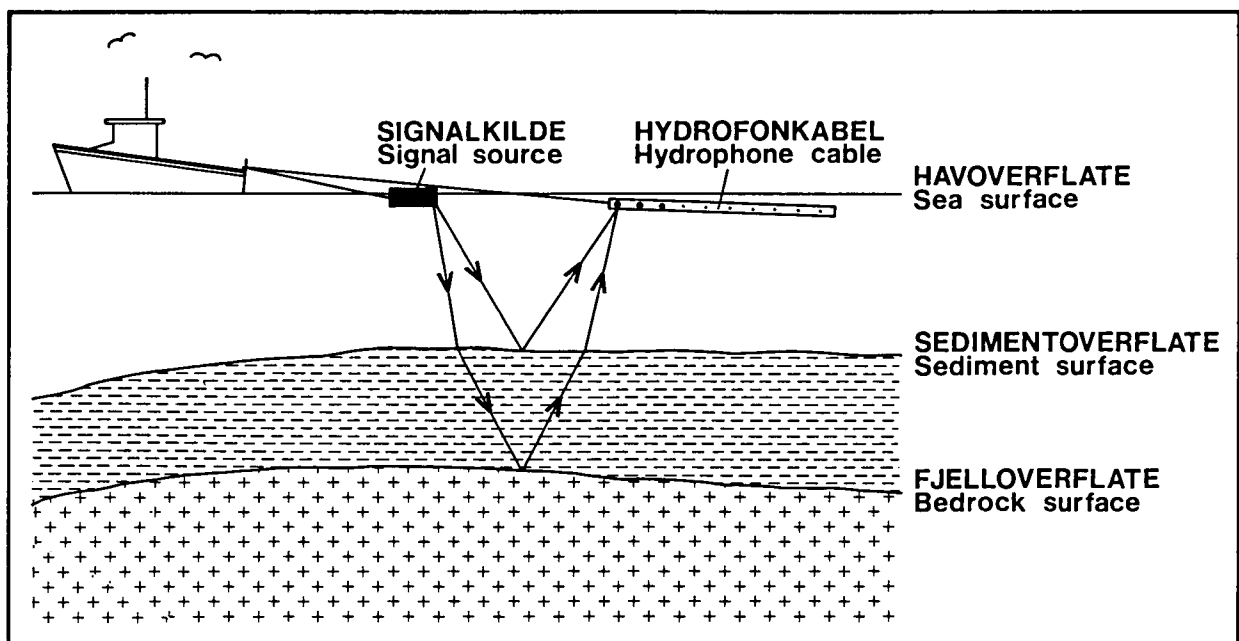


## APPENDIKS 3

### 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 "to-veis gangtid". Dette er tiden lydimpulsen bruker på å forplante seg fra lyd-kilden, ned til en reflekterende horisont, og derfra tilbake til hydrofonkabelen. De reflekterende horisontene representerer grenseflater mellom medier med forskjell i tetthet og seismisk lyd-hastighet. Eksempel på slike grenseflater er overgangen mellom vann/sediment og overgangen sediment/fast fjell.

Dersom en kjenner den seismiske lyd-hastigheten for et lag, kan en ved å måle tiden fra utsendelse til mottak av en lydimpuls 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, f.eks. skjellsand.

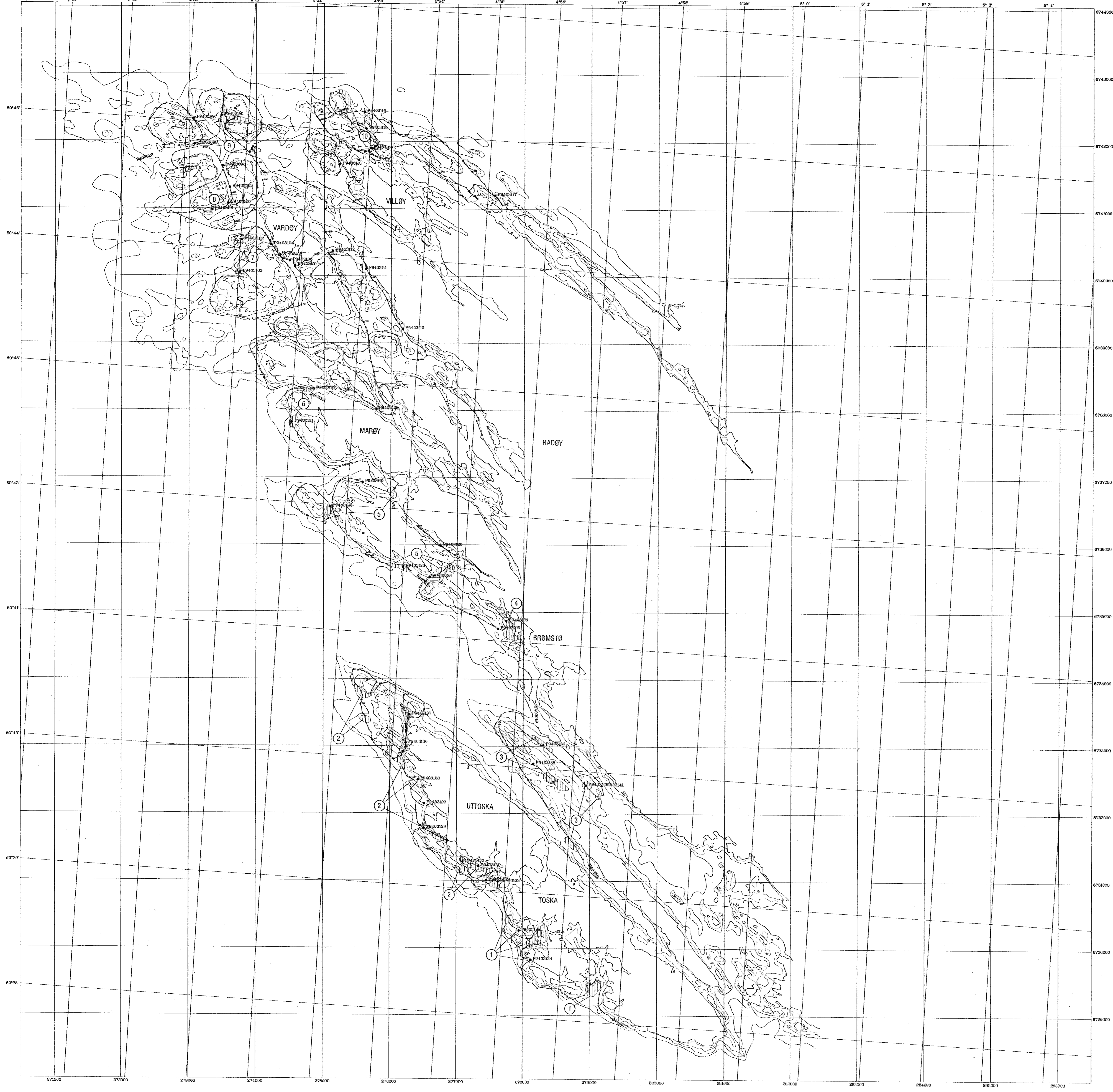
Den vertikale oppløsningen (detaljeringsgraden) vil hovedsakelig avhenge av type signalkilde. Seismiske signalkilder som Geopulse, Topas, Boomer, Elma, Sparker, Luftkanon og Sleevegun gir registreringer med vertikal oppløsning på 1-20 ms, alt etter signalkilde.

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.

I dette prosjektet er Topas benyttet som signalkilde. Topas har en vertikal oppløsning på bedre enn 1 ms, og en er derfor i stand til å se tynne lag. Det spesielle med Topas er at både lydkilden og lytteutstyret er montert på båten. En har derfor ikke noe slep i sjøen bak båten. Dette gjør det enklere å manøvrere i trange farvann. En annen fordel med Topas er at lydbølger blir sendt i en smal stråle ned mot bunnen. En unngår derfor mange av problemene en ellers har med sideekko og falske reflektorer.



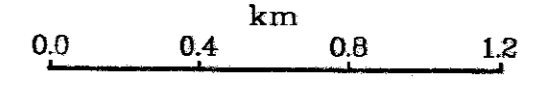
**TEGNFORKLARING**

- 943303 - - - - - Seismisk linje med linjenummer og posisjonspunkt
- Dybdekontur (10 m)
- Dybdekontur (20 m)
- Dybdekontur (50 m)
- Dybdekontur (100 m)
- ⊘ Skjellsandområde
- ⊘ Mulig skjellsandområde
- S Mulig skjellsandområde uten avgrensning
- ⑩ Områdenummer
- 9433016 Prøvepunkt med nummer

Kartet må ikke benyttes til navigasjon



M 1 : 20000



NGU 1995  
GEOLOGICAL SURVEY OF NORWAY

NGU - HORDALAND FOLKESKOMMUNE, RÅDØY KOMMUNE SKJELLSANDOMRÅDER, PRØVEPUNKT, SEISMISK LINJENETT <b>RÅDØY KOMMUNE, HORDALAND</b>		MALESTORIK 1 : 20 000	MALT TEON. THAC. KFR.	JUN 1994 FEB. 1995
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		TEGNING NR. 95.032 - 01	KARTBLAD NR. 1116 III	