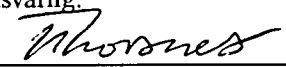


NGU Rapport 96.040

Skjellsandforekomster i den
nordligste del av Bømlo
kommune, Hordaland.

Rapport nr.: 96.040		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Skjellsandforekomster i den nordligste del av Bømlo kommune, Hordaland				
Forfatter: Dag Ottesen & Reidulv Bøe		Oppdragsgiver: NGU, Hordaland fylkeskommune, Bømlo kommune		
Fylke: Hordaland		Kommune: Bømlo		
Kartblad (M=1:250.000) Bergen		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1114 I (Fitjar), 1114 IV (Slåtterøy)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 28	Pris: 78,-	
		Kartbilag: 1		
Feltarbeid utført: Juni 1995	Rapportdato: 01.04.1996	Prosjektnr.: 2301.37	Ansvarlig: 	
<p>Sammendrag:</p> <p>I juni 1995 utførte NGU et maringeologisk tokt med sitt forskningsfartøy 'Seisma' for å kartlegge skjellsandforekomstene i enkelte kystkommuner i Hordaland, deriblant i den nordligste del av Bømlo kommune. Denne delen av kommunen ble overført fra Fitjar kommune 1. januar 1995, og ble derfor ikke kartlagt under et tilsvarende skjellsandkartleggingstokt i Bømlo i 1994 (Ottesen & Bøe 1995).</p> <p>I den nordligste del av Bømlo ble det i løpet av toktperioden profilert ca. 80 km med lettseismisk utstyr, og det ble tatt 42 grabbprøver av bunnsedimentene. I denne rapporten er resultatene av skjellsandkartleggingen presentert i form av tabeller med prøvebeskrivelser og kart over sikre og mulige skjellsandområder. I tillegg er det antydnet mektigheter av skjellsand, tolket fra refleksjonsseismiske profiler, og omtrentlige volum av skjellsand innenfor de enkelte områder er utregnet.</p> <p>I den nordligste del av Bømlo er det kartlagt sikre og mulige skjellsandområder som tilsammen dekker et areal på 1.1 mill. m². Innenfor dette arealet er 2.2 mill. m³ (51% av totalvolumet) klassifisert som skjellsand (>85% kalsiumkarbonatinnhold), mens 2.1 mill. m³ er klassifisert som mulig skjellsand (50-85% kalsiumkarbonatinnhold). I Bømlo kommune er det tilsammen i løpet av de to toktene kartlagt 6.3 mill. m³ sikker skjellsand og 12.7 mill. m³ mulig skjellsand.</p>				
Emneord: Maringeologi	Skjellsand	Kvartærgeologi		
Mektighet	Overflatesediment	Seismikk		
Refleksjonsseismikk	Prøvetaking	Fagrapport		

INNHold

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	10
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.

TEGNINGER

96.040-01	Skjellsandområder, seismisk linjenett og prøvepunkter i den nordligste del av Bømlo 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. Kartlegging av kommunene Bømlo, Austevoll og Radøy ble utført i 1994 (Bøe 1995a, b, Ottesen 1995), mens Fjell, Øygarden og Fedje ble kartlagt i 1995 (Bøe 1996a, b, Ottesen 1996).


Etter flytting av kommunegrensene 1. januar 1995 ble en del av Fitjar kommune overført til Bømlo kommune. Kartlegging der ble utført i 1995. Foreliggende rapport gir en oversikt over skjellsandforekomstene i denne nordligste delen av Bømlo kommune.

Kartleggingsarbeidet ble utført i juni 1995 med NGU's forskningsfartøy F/F Seisma (Appendiks 1). Følgende personer deltok under feltundersøkelsene:

Karl Amundsen	(skipper)
Reidulv Bøe	(forsker)
Oddvar Longva	(skipper/forsker)
Per Th. Moen	(avd. ingeniør)
Dag Ottesen	(forsker)
Jan Sørensen	(skipper)
Oddbjørn Totland	(overingeniør)

Trondheim, 1. april 1996
Norges geologiske undersøkelse

Terje Thorsnes
hovedprosjektleder Maringeologi


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 % kalsiumkarbonat (det meste av karbonatet opptrer som kalsiumkarbonat, selv om det også opptrer mindre mengder av andre karbonattyper, f.eks. magnesiumkarbonat). Sedimenter med 50-85 % kalsiumkarbonat er klassifisert som uren skjellsand, mens sedimenter med mindre enn 50 % kalsiumkarbonat 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 Bømlo gjenspeiler dette tydelig. De største og reneste forekomstene ligger lengst mot vest, f.eks. vest for Gisøya.

3 UNDERSØKELSESMETODER

3.1 Navigasjon

Under toktet ble det benyttet et system for differensiell satelittposisjonering (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.

3.2 Kartgrunnlag

I Bømlo er det benyttet digitale kartdata framstilt av Statens Kartverk, Sjøkartverket (SKSK). 10 m, 20 m, 50 m og 100 m kotene er håndkonturert og digitalisert fra gamle hydrografiske originaler i M 1:20 000 og deretter sammenstilt med en moderne kystkontur.

3.3 Seismisk profilering

I toktperioden ble det profilert 80 km med lettseismisk utstyr i Bømlo. Topas ble benyttet som seismisk lydkilde (Appendiks 3). De seismiske linjene er nummerert fortløpende fra linjenummer 9505001 til 9505004. Et eksempel på et tolket seismisk profil er vist i Fig. 1.

3.4 Prøvetaking

Etter en grovtolkning av de seismiske profilene ble mulige skjellsandområder avmerket. Det ble tatt 42 grabbprøver innenfor disse områdene (P9505001-P9505042, Tabell 1).

Til prøvetaking ble det brukt en grabb med vekt på ca. 70 kg (Appendiks 1). I sandige sedimenter/skjellsand trenger denne 5-20 cm ned i havbunnen, mens en i mer finkornige sedimenter, f.eks. leire, ofte kan komme ned til 40 cm under havbunnen.

Prøvetakerens lukkemekanisme utløses når grabben senkes og treffer havbunnen, og den lukkede grabben heises opp med prøvematerialet. Hvis det er mye stein på bunnen, kan disse sette seg i kjeften på grabben og hindre at den lukkes helt, slik at sedimentprøven vaskes ut av grabben. Der dette har skjedd, er det som regel gjort ett eller to nye forsøk på å få opp prøve.

Prøvene ble foreløpig beskrevet og klassifisert i felt. På NGU's sedimentlaboratorium ble prøvene pakket ut og beskrevet (Tabell 1), kalsiumkarbonatinnholdet ble anslått visuelt, og endel prøver ble analysert ved hjelp av karbonanalysator (Leco) for å sjekke de anslåtte kalsiumkarbonatverdiene. Prøvene ble deretter tørket, pakket og lagret.

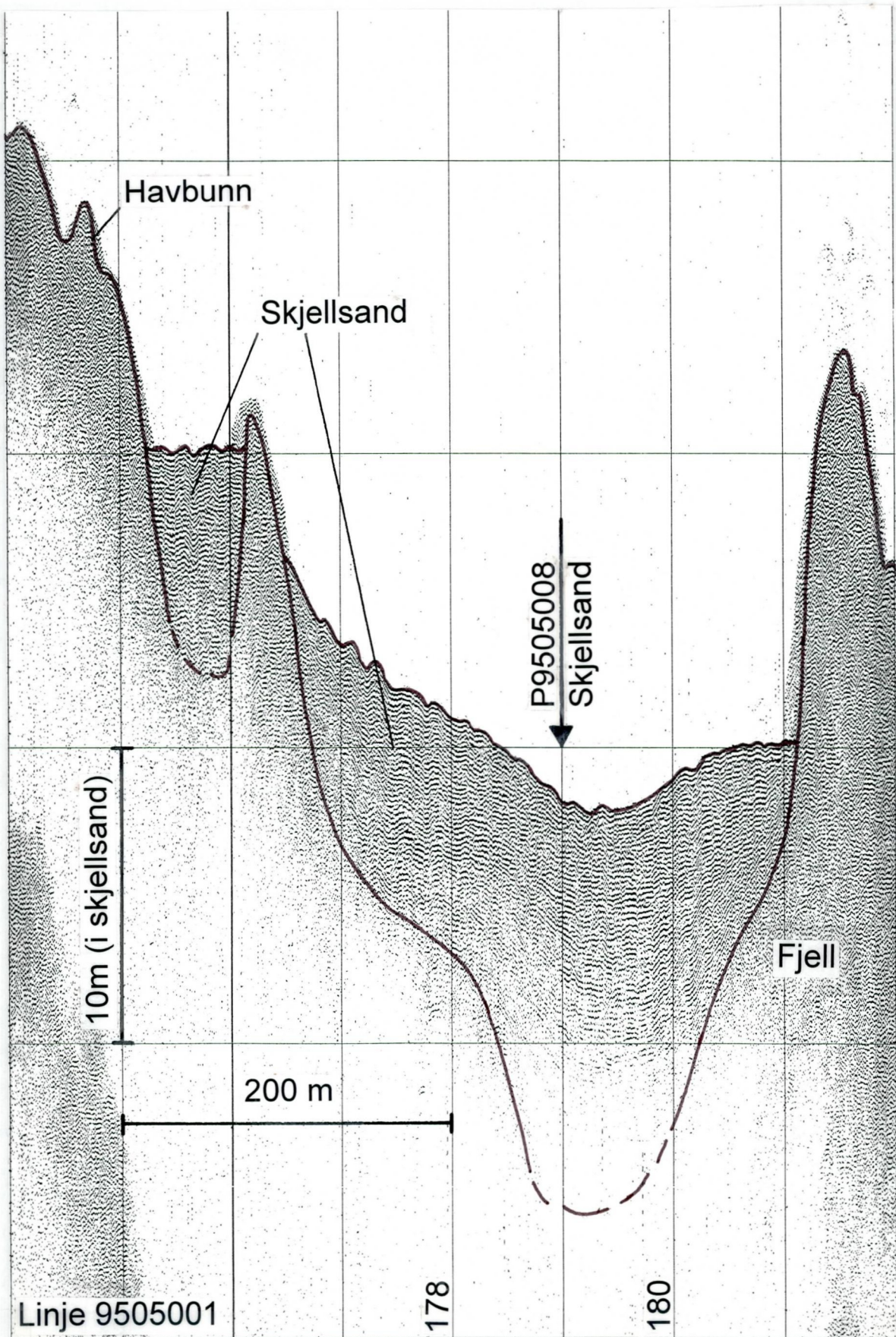


Fig. 1. Eksempel på tolket refleksjonsseismisk profil fra Bømlo.

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 96.040-01). Avgrensningen av områdene er gjort ved hjelp av seismikk, sjøkart og de digitale dataene fra SKSK. 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 urein skjellsand (50-85 % karbonat), og i områder som ikke er prøvetatt, men hvor det 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 skjellsandområdene i den nordligste del av Bømlo 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 lydhastighet på 1600 m/s, svarer f.eks. 5 ms til 4 m, og 25 ms tilsvarer 20 m.

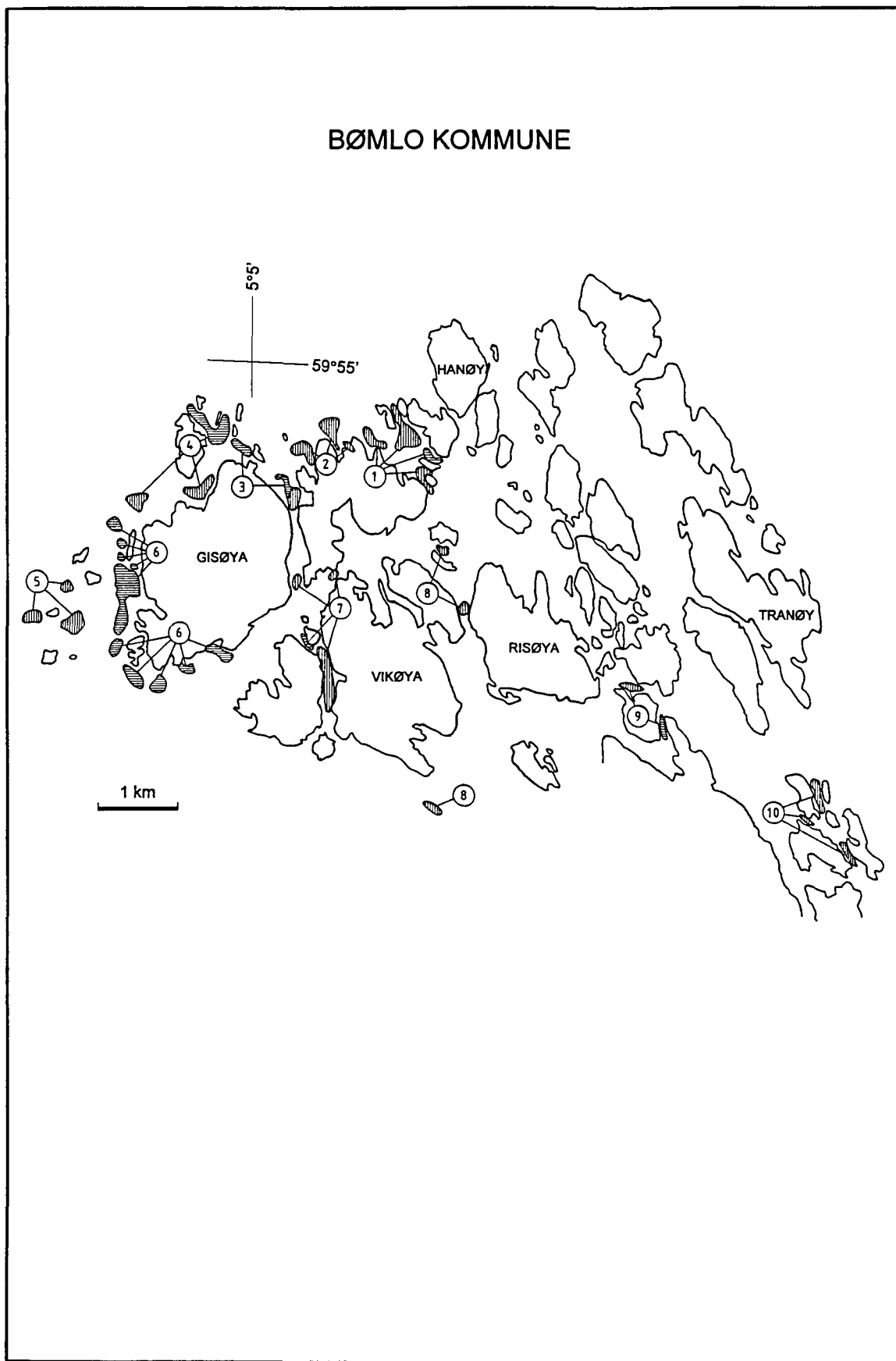


Fig. 2. Forenklet oversikt over skjellsandområdene i den nordligste del av Bømlo kommune, Hordaland. Se Tegning 96.040-01 for flere detaljer.

5 BESKRIVELSE AV OMRÅDENE (Tegning 96.040-01)

Område 1, nordøst for Selsøy, består av ett delområde med sikker skjellsand (vanndyp 15-35 m), og tre delområder med mulig skjellsand (vanndyp 10-50 m) (Tabell 2). P9505041 fra det sikre delområdet inneholder skjellgrus med et karbonatinnhold på 90% (Tabell 1). Arealet av delområdet med sikker skjellsand er 15 000 m², og med en gjennomsnittsmektighet på 4 m gir dette 60 000 m³ skjellsand. P9505042 fra det største av delområdene med mulig skjellsand inneholder urein skjellsand. Det samlede arealet av disse delområdene er på 130 000 m². En gjennomsnittlig mektighet på 4 m gir tilsammen 510 000 m³ mulig skjellsand.

Område 2, nord for Selsøy, består av tre delområder med mulig skjellsand på 10-105 m vanndyp. Det samlede arealet av delområdene er 100 000 m², og en gjennomsnittsmektighet på 5 m gir her 500 000 m³ mulig skjellsand.

Område 3, nordøst for Gisøya, består av ett delområde med sikker skjellsand (vanndyp 10-20 m) og ett delområde delt mellom sikker og mulig skjellsand (vanndyp 20-60 m). P9505005 fra det sikre delområdet inneholder skjellsand med et karbonatinnhold på 85%. Området er på 25 000 m², som med en mektighet i snitt på 4 m gir 100 000 m³ skjellsand. P9505001 fra den sikre delen av det delte delområdet inneholder skjellgrus med et karbonatinnhold på 85%. Den sikre delen av det delte delområdet har et areal på 25 000 m², som med en gjennomsnittlig mektighet på 3 m gir 75 000 m³ skjellsand. Den mulige delen av det delte delområdet er på 25 000 m², og en gjennomsnittsmektighet på 3 m gir 75 000 m³ mulig skjellsand.

Område 4, nord for Gisøya, består av ett delområde med sikker skjellsand (vanndyp 20-55 m) og to delområder med mulig skjellsand (vanndyp 20-50 m). P9505003 og P9505004 fra det sikre delområdet inneholder henholdsvis skjellgrus med et karbonatinnhold på 95%, og skjellsand med et karbonatinnhold på 90%. Arealet av delområdet med sikker skjellsand er 90 000 m². En mektighet i snitt på 4 m gir 360 000 m³ skjellsand. Det samlede arealet av de to mulige delområdene er 70 000 m², som med en gjennomsnittsmektighet på 5 m gir 350 000 m³ mulig skjellsand. En S er plassert nordvest for område 4, på vanndyp over 50 m.

Område 5, vest for Gisøya, består av tre delområder med mulig skjellsand på 25-60 m vanndyp. Det samlede arealet av delområdene er 80 000 m², og en gjennomsnittlig mektighet på 3 m gir 240 000 m³ mulig skjellsand. Fire S'er er avmerket nord, øst og sør for område 5, da det også der kan ligge skjellsand.

Område 6, sør og vest for Gisøya, består av 10 delområder med sikker skjellsand på 10-75 m vanndyp. Fra delområdene er det tatt fire bunnprøver: P9505007 består av skjellgrus med et karbonatinnhold på 95%, P9505008 og P9505009 består av skjellgrus med karbonatinnhold på 90%, mens P9505010 består av skjellsand med et karbonatinnhold på 90%. Det samlede

arealet av delområdene er 300 000 m², som med en gjennomsnittsmektighet på 5 m gir 1 500 000 m³ skjellsand.

Område 7, vest for Vikøya, består av ett delområde med sikker skjellsand (vanndyp 10-25 m) og tre delområder med mulig skjellsand (vanndyp 20-35 m). P9505034 fra det sikre delområdet inneholder skjellsand med et karbonatinnhold på 90%. Arealet av dette delområdet er 10 000 m², som med en mektighet i snitt på 3 m gir 30 000 m³ skjellsand. P9505011 fra det nest minste av de mulige delområdene består av urein skjellgrus med et karbonatinnhold på 70%. Det samlede arealet av de mulige delområdene er på 70 000 m². Med en gjennomsnittlig mektighet på 2 m gir dette 140 000 m³ mulig skjellsand. Dette må betraktes som en maksimumsverdi, da det er usikkert hvor mye skjellsand det største av de mulige delområdene inneholder.

Område 8, nordøst og sør for Vikøya, består av tre delområder med mulig skjellsand på 10-30 m vanndyp. P9505032 inneholder urein skjellgrus med et karbonatinnhold på 60%, mens P9505037 og P9505038 inneholder urein skjellsand med karbonatinnhold på henholdsvis 60% og 70%. Det samlede arealet av delområdene er 40 000 m², og en gjennomsnittsmektighet på 2 m gir 80 000 m³ mulig skjellsand.

Område 9, sørøst for Risøya, består av ett område med sikker skjellsand (vanndyp <10 m) og ett delområde med mulig skjellsand (vanndyp <10 m). P9505027 fra det sikre delområdet inneholder skjellsand med et karbonatinnhold på 85%, mens P9505025 fra det mulige delområdet inneholder urein skjellsand med et karbonatinnhold på 75%. Arealet av delområdet med sikker skjellsand er 20 000 m², som med en mektighet i snitt på 2 m gir 40 000 m³ skjellsand. Arealet av det mulige delområdet er 25 000 m². En gjennomsnittsmektighet på 3 m gir her 75 000 m³ mulig skjellsand.

Område 10, nordøst for Store Bukkøy, består av tre delområder med mulig skjellsand på 10-40 m vanndyp. P9505021 og P9505023 fra to av delområdene henholdsvis urein skjellsand og urein skjellssgrus med et karbonatinnhold på 60%. Det samlede arealet av delområdene er 50 000 m², og en gjennomsnittlig mektighet på 3 m gir 150 000 m³ 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). Eksempler på slike undersøkelser er gitt i Grøsfjeld (1991) og Ottosen et al. (1995).
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 Bømlo består av urein 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 ureine skjellsanden kan ligge ren skjellsand. Det bør derfor undersøkes om det har ligget oppdrettsanlegg i områder der det er tatt slike prøver.

7 KONKLUSJON

Innenfor den nordligste del av Bømlo kommune er det skilt ut sikre og mulige skjellsandområder med et samlet areal på ca. 1.1 mill. m². 2.2 mill. m³ (51 % av totalvolumet) er klassifisert som sikker skjellsand, mens 2.1 mill. m³ er klassifisert som mulig skjellsand.

Maksimumsmektigheten av skjellsand varierer sterkt fra område til område, men er sjelden over 10-12 m. Den gjennomsnittlige mektigheten ligger oftest 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

- Bøe, R. & Ottesen, D. 1995a: Skjellsandforekomster i Austevoll kommune, Hordaland. NGU Rapport 95.031, 45 s.
- Bøe, R. & Ottesen, D. 1995b: Skjellsandforekomster i Radøy kommune, Hordaland. NGU Rapport 95.032, 28 s.
- Bøe, R. & Ottesen, D. 1996a: Skjellsandforekomster i Fedje kommune, Hordaland. NGU Rapport 96.037.
- Bøe, R. & Ottesen, D. 1996b: Skjellsandforekomster i Øygarden kommune, Hordaland. NGU Rapport 96.038.
- 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 skjellsandforekomster i dei kystnære farvatna. *Sogn og Fjordane Fylkeskommune, Plan og utbyggingsjefen*, 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.
- Ottesen, D. & Bøe, R. 1995: Skjellsandforekomster i Bømlo kommune, Hordaland. NGU Rapport 95.044, 34 s.
- Ottesen, D., Bøe, R. & Grøsfjeld, K. 1995: Carbonate sand deposition along the coast of southern Norway. *NGU Bulletin 427*, 56-59.
- Ottesen, D. & Bøe, R. 1996a: Skjellsandforekomster i Fjell kommune, Hordaland. NGU Rapport 96.039.

TABELL 1

Bunnprøver tatt med grabb i Bømlo kommune under tokt 9505 i 1995.

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: **I**: 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.	Vandyp (m)	Sedimenttype	Karbonatinnhold (%)	Skjellbiter Δ cm (%)	Farge	Kornstørrelse	Sortering	Fauna	Dominerende fauna (%)	Kommentar
P9505001	47	Skjellgrus	85	1	Mørk brun	gr, vgs, gs	G	G, A, F, D	40	Grus < 1 cm
P9505002	62	Mineralgrus	10	0	Olivengrå	gr, vgs, gs, ms, fs	D	A, B, C	60	Grus < 3 cm
P9505003	31	Skjellgrus	95	1	Brun	gr, vgs, gs	G	A, B, C, D, G	40	
P9505004	30	Skjellsand	90	1	Lys oliven	vgs, gr, gs, ms	G	B, A, G, F, C	40	
P9505005	19	Skjellsand	85	<1	Lys oliven	vgs, gs, gr, ms	G	A, B, F, C, D, G	60	Grus < 2 cm
P9505006	41	Kalkrik mineral sand	20	1	Mørk grå	ms, gr, fs, vgs, gs, vfs	D	G, B, A, C, D, F	50	
P9505007	36	Skjellgrus	95	2	Lys oliven	gr, vgs	G	G, B, A, F	70	
P9505008	43	Skjellgrus	90	5	Mørk brun	gr, gs	G	F, B, G, A, C, D	50	Grus < 1 cm
P9505009	56	Skjellgrus	90	6	Blålig hvit	gr, vgs, gs, ms	G	B, F, G, A	40	Skjell < 3 cm
P9505010	18	Skjellsand	90	<1	Lys grå	vgs, gr, gs, ms	G	F, A, B, G, C, D	30	Grus < 1 cm
P9505011	23	Urein skjellgrus	70	5	Brun	gr, vgs, gs, ms	M	A, G, E, F, C	70	Skjell < 10 cm
P9505012	27	Mineralgrus	10	3	Spettete	gr, vgs, gs	M	A, E, G, F	40	Skjell < 6 cm, grus < 5 cm
P9505013	13	Kalkholdig mineral sand	50	0	Veldig mørk grå	ms, gs, fs, vgs, vfs, gr	M	A, C, D	70	Organisk
P9505014	7	Urein skjellsand	60*	1	Olivengrå	ms, fs, gr, vfs, vgs, si, l	D	A, F, C	70	Organisk
P9505015	24	Kalkrik mineral sand	50	2	Veldig mørk grå	ms, gr, fs, vgs, si, gs, l	D	A, C, D, G	60	Organisk
P9505016	11	Mineralgrus	<5	1	Spettete	gr, vgs, gs, ms	M	A, C, B, D	70	Grus < 4 cm
P9505017	13	Urein skjellsand	60	0	Mørk gråbrun	gs, ms, fs, vgs, vfs	D	A, C, D, B	60	Grus < 2 cm, organisk
P9505018	18	Mineralgrus	30	20	Spettete	gr, vgs, gs	M	A, G, F, D	80	Skjell < 8 cm, grus < 5 cm
P9505019	20	Gytje	10	2	Veldig mørk grå	si, l, ms, vgs, gr, fs	Bimodal	A, F	50	
P9505020	32	Gytje	20	5	Olivengrå	si, l, gr, vgs, fs	Bimodal	A	100	Skjell < 7 cm, organisk
P9505021	13	Urein skjellsand								Beskrivelse ombord
P9505022	16	Kalkrik gytje	50	1	Mørk gråbrun	ms, gs, fs, vgs, vfs, gr	D	A, C, D, G	70	Organisk
P9505023	28	Urein skjellgrus	60	5	Gråbrun	gr, gs, ms, vgs, fs	M	A, C, D	70	Grus < 4 cm, skjell < 9 cm
P9505024	9	Kalkrik mineralgrus	40	1	Mørk grå	gr, gs, vgs, ms, fs	M	A, F, C, D	40	
P9505025	12	Urein skjellsand	75	1	Lys olivengrå	vgs, gr, gs, ms	G	A, D, C, B	70	

Prøvenr.	Vandyp (m)	Sedimenttype	Karbonatinnhold (%)	Skjellbiter Δ cm (%)	Farge	Kornstørrelse	Sortering	Fauna	Dominerende fauna (%)	Kommentar
P9505026	19	Urein skjellsand	69*	0	Lys olivengrå	vgs,gs,ms,fs,gr	G	A,C,D	80	
P9505027	16	Skjellsand	85	1	Olivengrå	vgs,gr,gs	G	E,A,G,D,C	40	Levende knivskjell
P9505028	22	Kalkholdig mineralgrus	20	0	Olivengrå	gr, ms, vgs, fs, gs, vfs	D	A,F,C,D	50	Organisk, grus < 4 cm
P9505029	11	Kalkholdig mineralgrus	10	1	Spettete	gr,gs,vgs,ms	M	A,C,D	50	Grus < 1 cm
P9505030	25	Mineralsand	50	<1	Veldig mørk grå	ms,vgs,fs,gs,vfs,gr	M	A,C,D,B	50	Organisk, grus < 4 cm
P9505031	23	Grusig mineralsand	20	1	Veldig mørk grå	ms,gr,gs,fs,vfs,vgs	D	A,C,D,B	70	Organisk, grus < 5 cm
P9505032	21	Urein skjellgrus	60	4	Olivengrå	gr,vgs,gs,ms	M	G,A,C,E,F,D	50	Stein < 7 cm, skjell < 10 cm
P9505033	31	Urein skjellsand	50	3	Olivengrå	ms,vgs,vfs,gr,si,gs	D	G,C,A,F,D,B	30	Klebrig
P9505034	25	Skjellsand	90	<1	Brun	vgs,gr,gs	G	A,E,F,D,C	40	
P9505035	23	Kalkrik mineralgrus	40	1	Spettete	gr,vgs,gs,ms	M	F,A,C,D	40	Grus < 3 cm
P9505036	20	Gytje	0	0	Svart	l,si	G			
P9505037	25	Urein skjellsand	60	1	Brun	vgs,gr,gs,ms	M	A,C,D,G	60	Grus < 7 cm
P9505038	34	Urein skjellsand	70	0	Olivengrå	vgs,gs,ms,gr,fs	M	C,A,B,D	40	Grus < 4 cm
P9505039	22	Kalkrik gytje	50	1	Veldig mørk grå	vgs,ms,fs,vfs,gs,gr	D	A,C,D	40	Organisk
P9505040	37	Gytje	5	1	Mørk olivengrå	si,l,vfs,fs,vgs,gr	D	A,C	80	
P9505041	24	Skjellgrus	90	5	Olivengrå	gr,vgs,gs	G	A,G,D,C	60	Liten prøve, skjell < 4 cm
P9505042	37	Urein skjellsand								Beskrivelse ombord

TABELL 2

Skjellsandområder i Bømlo kommune kartlagt under tokt 9505 i 1995. 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 ²)	Mektighet (m)		Vanddyb (m)	Kommentar
Nr.	Navn		Sikker (S) Mulig (M)	Maks.		
1	Nordøst for Selsøy	15 000	S	9	4	1 delområde
			M	10	4	3 delområder
2	Nord for Selsøy	100 000	M	15	5	3 delområder
3	Nordøst for Gisøya	25 000	S	8	4	1 delområde
			S/M	10	3	1 delområde, derav 25 000 m ² sikker skjellsand
4	Nord for Gisøya	90 000	S	8	4	1 delområde
			M	10	5	2 delområder
5	Vest for Gisøya	80 000	M	9	3	3 delområder
6	Sør og vest for Gisøya	300 000	S	15	5	10 delområder
7	Vest for Vikøya	10 000	S	8	3	1 delområde
			M	5	2	3 delområder
8	Nordøst og sør for Vikøya	40 000	M	7	2	3 delområder
9	Sørøst for Risøya	20 000	S	5	2	1 delområde
			M	7	3	1 delområde
10	Nordøst for St. Bukkøy	50 000	M	5	3	3 delområder

APPENDIKS 1

ORIENTERING OM NGUs FORSKNINGSFARTØY F/F "SEISMA"

Hovedspesifikasjoner:

Byggeår:	1985
Verft:	West Products A/S, 6718 Deknepollen
Materiale skrog/overbygg:	Sandwich/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 ² .
Innkvartering:	3 stk. lugarer á 1 person, messe, pantry, WC, dusj (besetning 3 personer).
Akterdekk:	Ca. 24 m ² .

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.
Stornomatic NMT. Tlf. nr. 090 89301.

SURVEY-INSTRUMENTER

Posisjonering:

Kongsberg Diffstar DGPS12

Vanddypsmåling

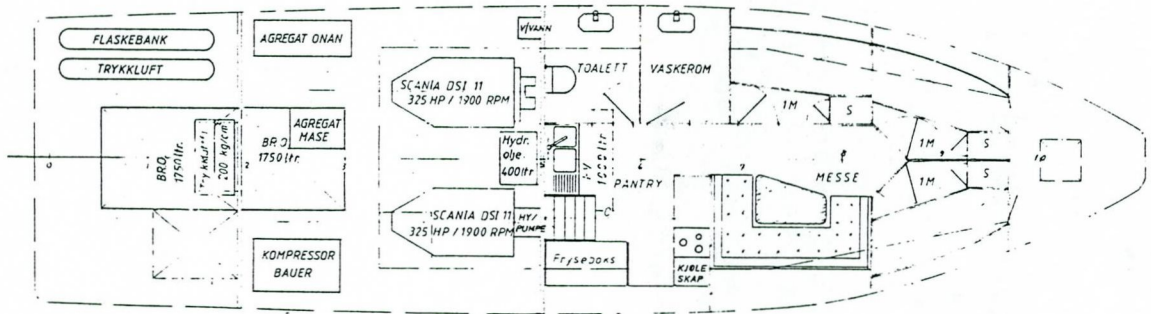
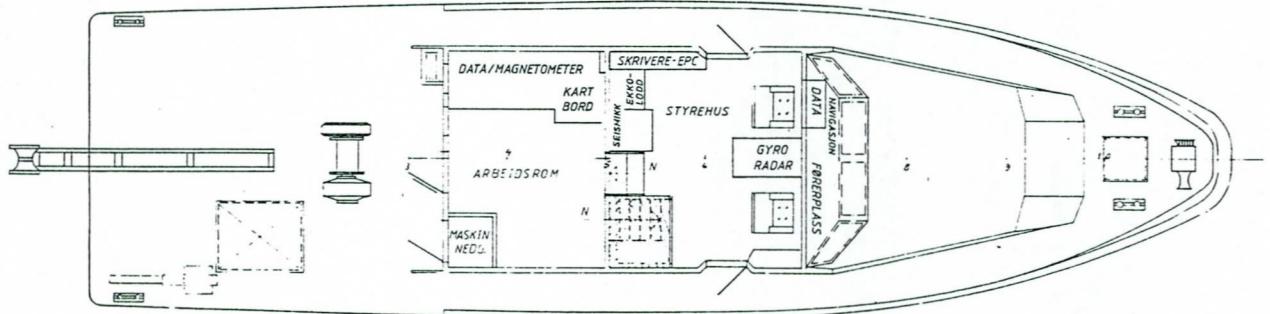
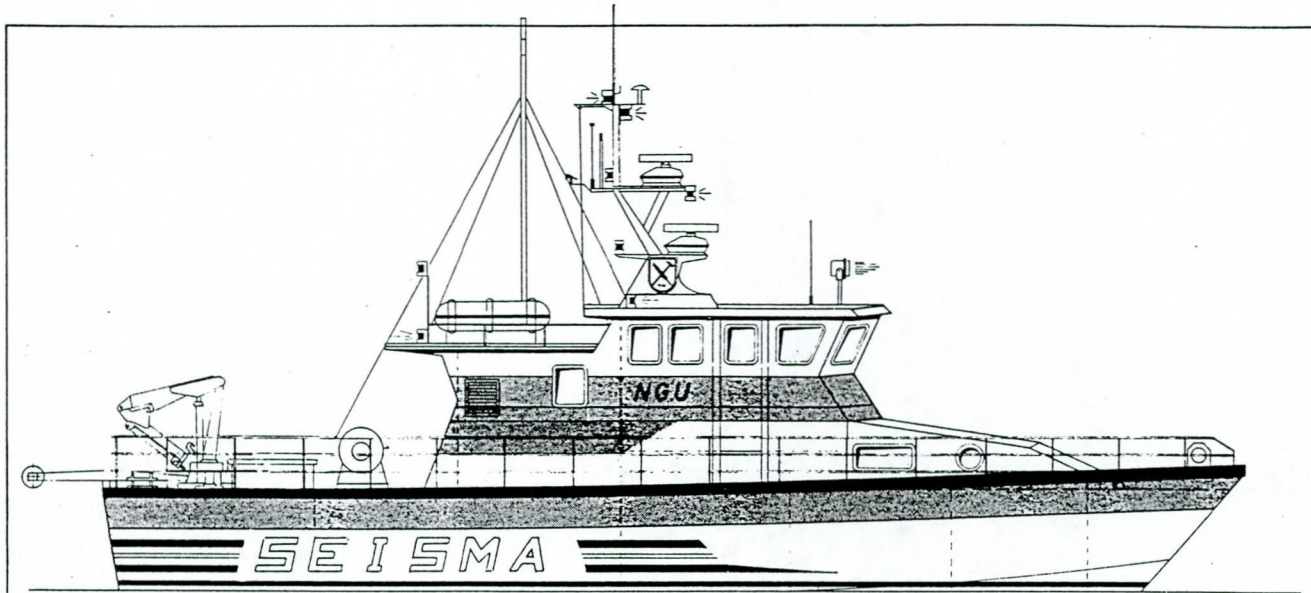
Navitronic S-30 ekkolodd, 2 kanaler: 210 kHz/2,7° og 33 kHz/20°

Seismikk

Geopulse
Elma platesender
Bolt 600D luftkanon m/utskiftbare 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 kompatible 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
Dypgang til KVL	0,90 m
Dybde i riss	2,20 m

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

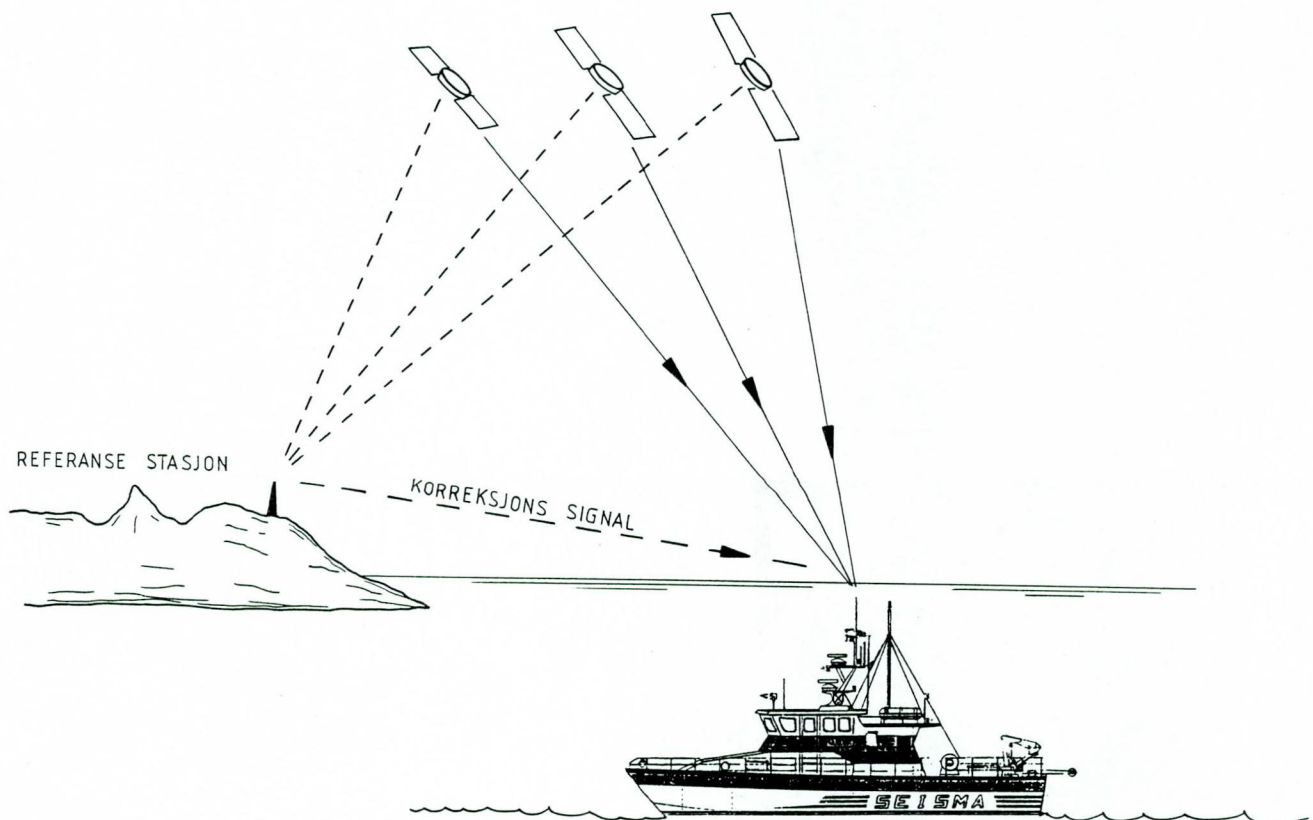
APPENDIKS 2

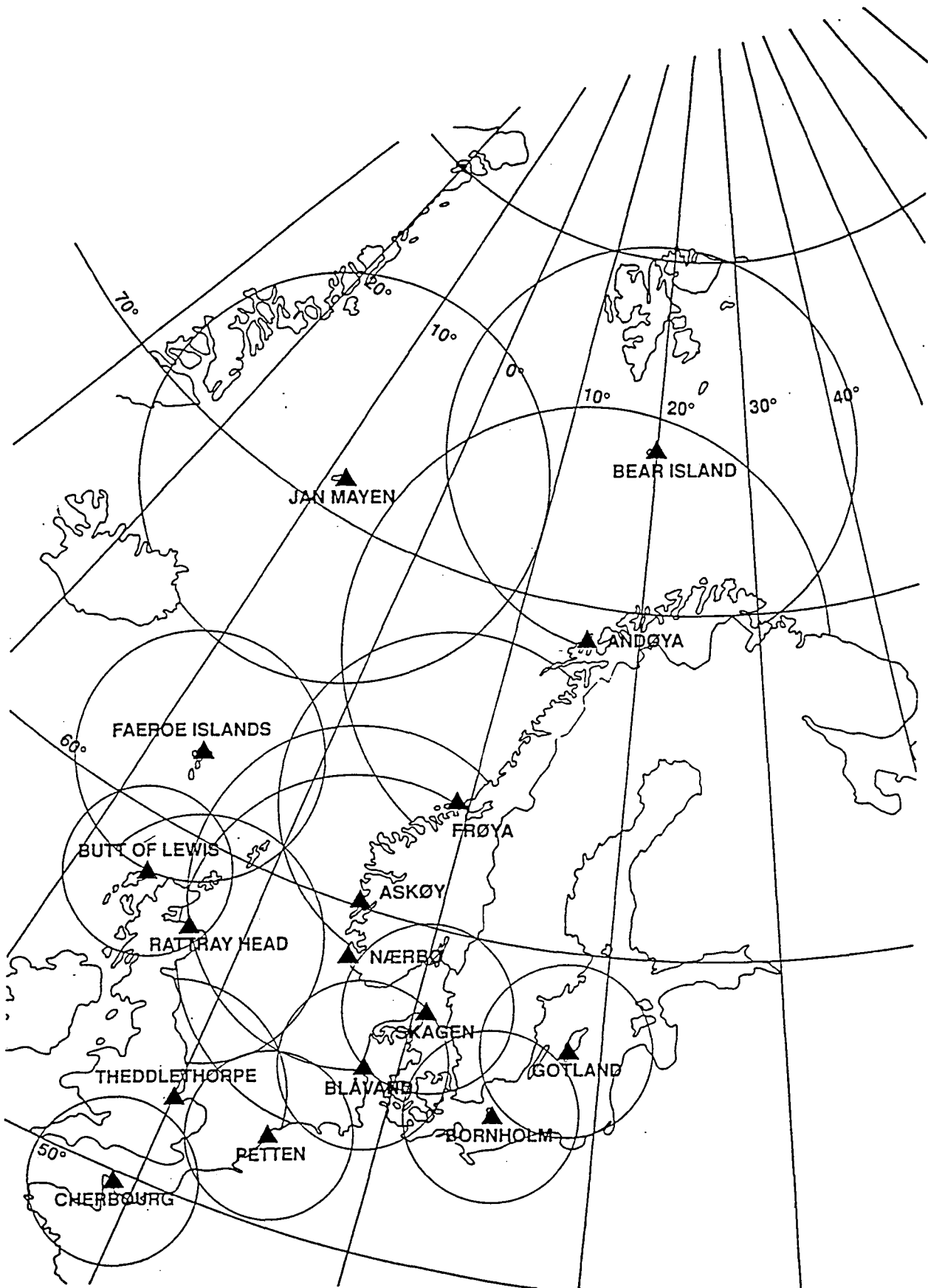
DIFFSTAR POSISJONERINGSSYSTEM.

GPS (Global Positioning System) er et amerikansk satelitt-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 satelittene 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

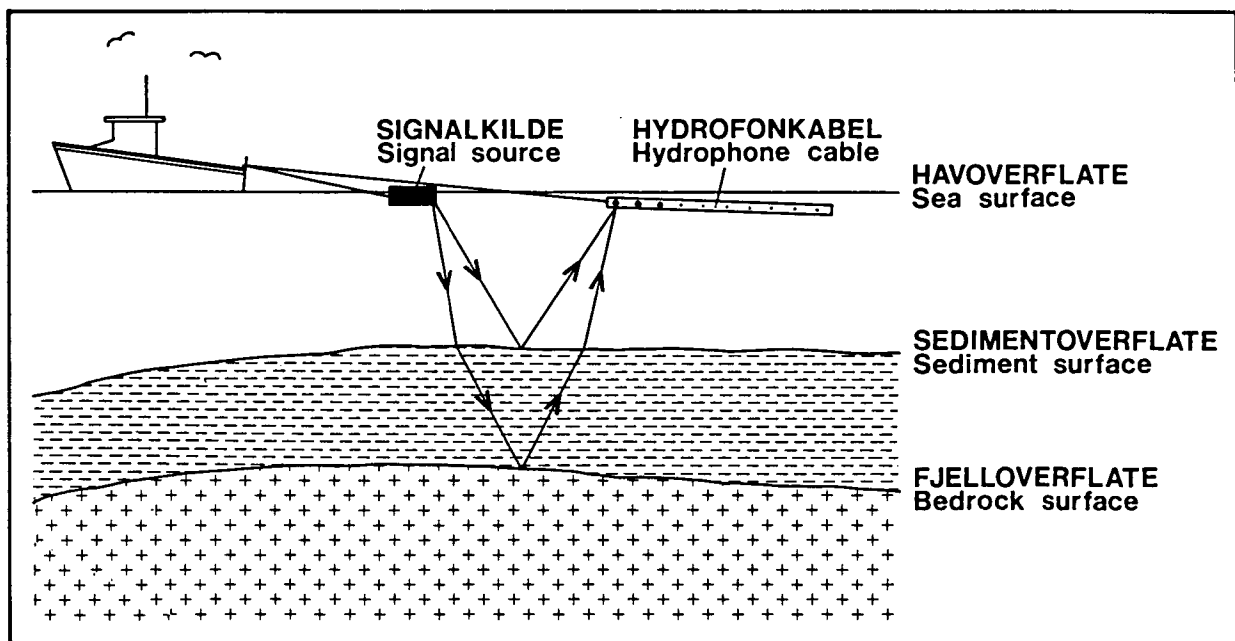
Referansestasjoner (se foregående figur) til Kongsberg Diffstar DGPS12. Referansestasjonene sender korreksjonssignaler på frekvensene listet i tabellen.

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.

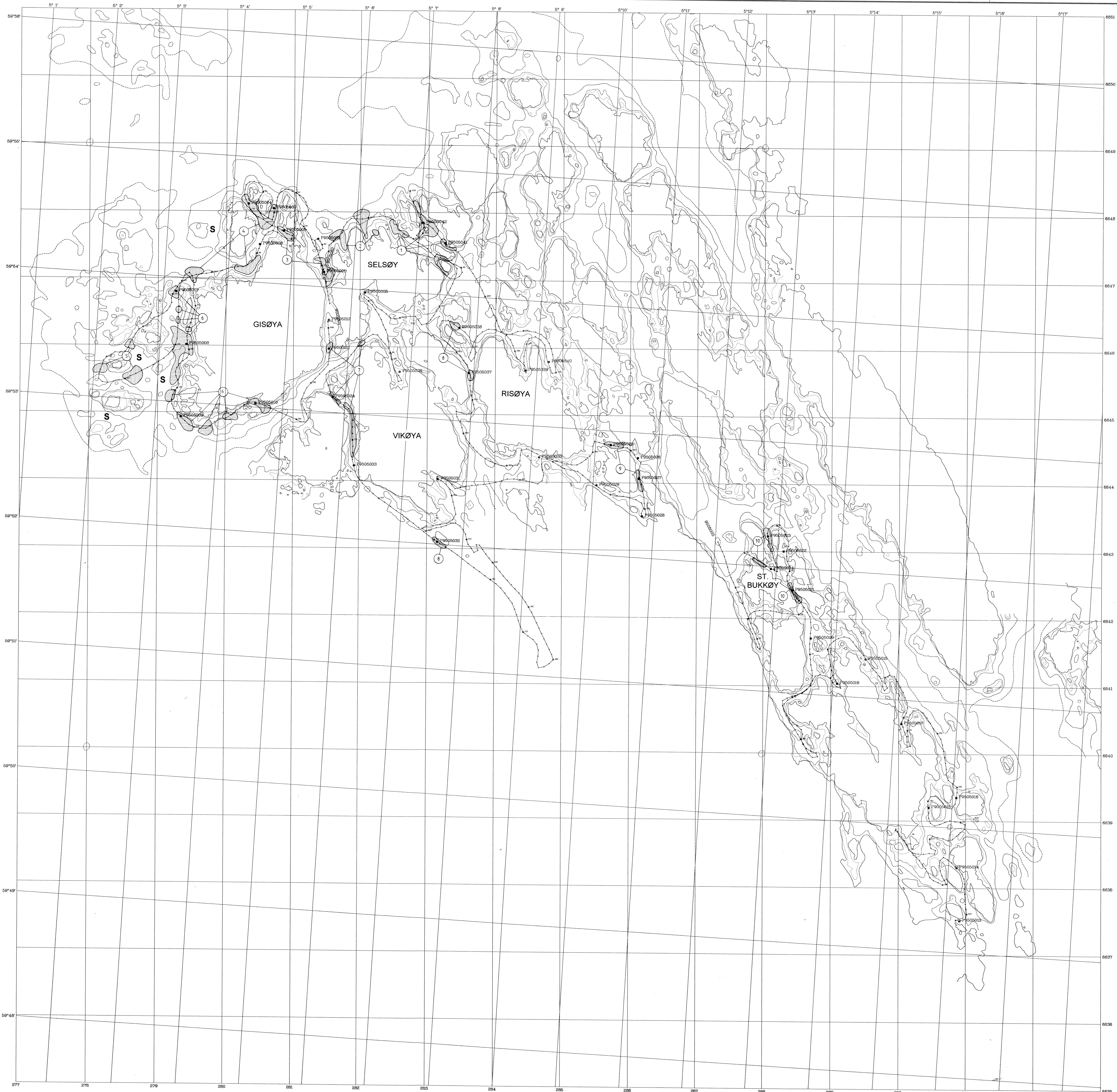
Den vertikale oppløsningen (detaljeringsgraden) vil hovedsakelig avhenge av type signalkilde. Seismiske signalkilder som Geopulse, Topas, Boomer, Elma, Sparker, Luftkanon og Sleevegun gir registreringer med vertikal oppløsning på 1-20 ms, alt etter signalkilde.

Den refleksjonsseismiske metoden kan gi en del uønskede reflektorer, som kan være vanskelig 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 skygges helt over, og dels være vanskelig å skille fra reelle reflektorer.

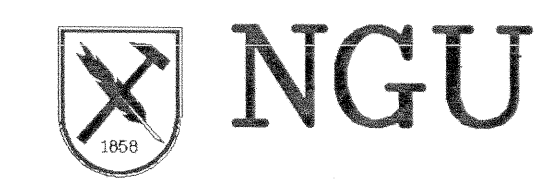
I dette prosjektet er Topas benyttet som signalkilde. Topas har en vertikal oppløsning på bedre enn 1 ms, og en er derfor i stand til å se tynne lag. Det spesielle med Topas er at både lydkilden og lytteutstyret er montert på båten. En har derfor ikke noe slep i sjøen bak båten. Dette gjør det enklere 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.



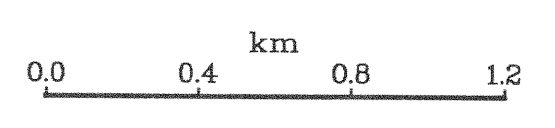
TEGNFORKLARING

- P 950523 — 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
- ⊘ Områdenummer
- P 950523 Pravepunkt med nummer

Kartet må ikke benyttes til navigasjon



M 1 : 20000



NGU 1996
GEOLOGICAL SURVEY OF NORWAY

NGU-HORDALAND FYLKESKOMMUNE, BØMLO KOMMUNE	MALESTORIK	MALT RBDO JUNI 1995
SKJELLSANDOMRÅDER, PRØVEPUNKTER, SEISMISK LINJENETT, BATHYMETRI	1:20 000	TEGN. RBDO FEB 1996
BØMLO KOMMUNE, HORDALAND		TRAC.
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 96.040-01	KARTBLAD NR. 1114 I, 1114 IV