

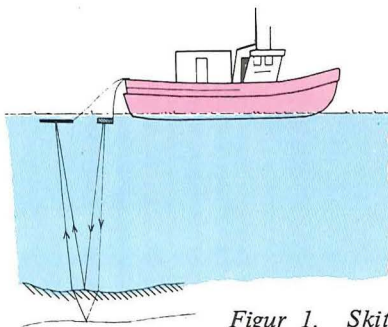
KORTLÆGNING AF RÅSTOFFER PÅ HAVBUNDEN

af Poul Erik Nielsen og Torsten Christensen

Mængden af let tilgængelige råstoffer, som f.eks. sand og grus blev i mange år anset for at være næsten uendelig stor. Det store råstofforbrug i forbindelse med de omfattende bygge- og anlægsarbejder i 1960'erne gav dog et fingerpeg om, at visse materialer kunne blive en mangelvare, og landet kunne blive afhængig af import også på dette område, hvis forbruget fortsatte uhæmmet. I forbindelse med vedtagelsen af råstofloven i 1977 blev det derfor besluttet, at Danmarks råstoffer skulle kortlægges efter art, mængde, kvalitet og beliggenhed. Kortlægningen skal danne baggrund for administrationen og planlægningen af råstofindvinding og -anvendelse.

På land varetages råstforkortlægningen af amtsrådene/Hovedstadsrådet. Kortlægningen af råstoffer på havbunden forestås af fredningsstyrelsen. Til søs er det foreløbigt planlagte undersøgelsesareal på ca. 40.000 km², og udgør de indre danske farvande og visse områder i Nordsøen. Kortlægningen udføres i etaper, hvor et enkelt undersøgelsesområde typisk er af størrelsesordenen 500-1000 km². Undersøgelserne er opdelt i flere faser, således der først laves en oversigtskortlægning, herefter undersøges de mest interessante råstofområder i detaljer, og endelig bearbejdes resultaterne og publiceres. Undersøgelserne udføres dels af rekvirerede firmaer og dels af fredningsstyrelsen selv med eget personale og udstyr.

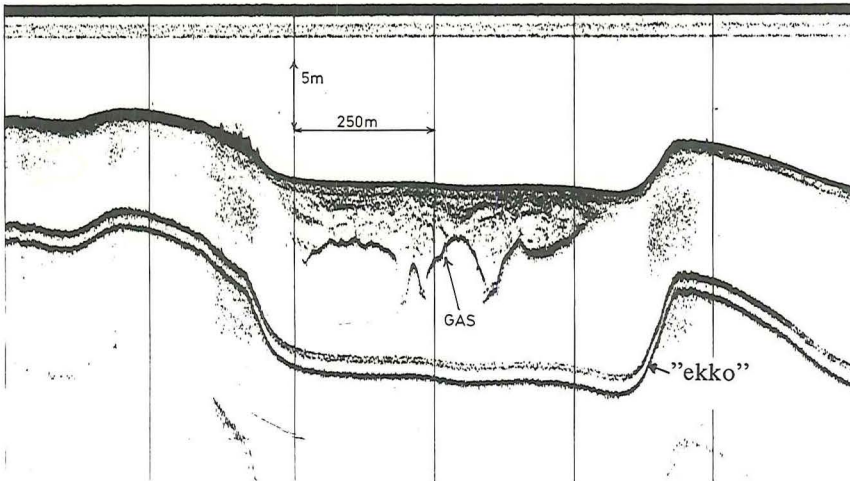
Feltundersøgelserne udføres ved at kombinere refleksionsseismiske opmålinger med prøveoptagninger og prøveboringer. I det følgende vil der blive set nærmere på metoder og principper for refleksionsseismik.



Figur 1. Skitse visende princippet i refleksionsseismik.

Refleksionsseismik

Refleksionsseismiske registreringer forudsætter, at lydbølger (trykbølger) med korte mellemrum udsendes fra en lyd giver (fig. 1). Lydbølgerne reflekteres fra havbunden, men trænger også ned i denne (penetrerer) og reflekteres fra grænserne mellem forskellige lag. De reflekterede lydbølger opfanges af en under vandmikrofon (hydrofon), hvorfra signalet overføres til skibets elektroniske styr, der forstærker og filtrerer signalerne. På en skriver registreres udsendelsen af en enkelt lydbølge og modtagelsen af de reflekterede lydbølger. Der udtegnes derved et tolkbart billede af strukturerne under havbunden, hvor udtegningen viser afstande mellem laggrænser udtrykt ved den tid, lydbølgen bruger for at passere gennem lagene mellem laggrænserne. Lydhastigheden er forskellig i vand og i jord, og er også forskellig i de forskellige jordartstyper. Derfor kan de seismiske diagrammer ikke umiddelbart anvendes, men må omregnes til samme målestok.



Figur 2. Ekkolodsbillede fra Århus Bugt. Diagrammet viser god gennemtrængning i et dyndudfyldt bassin. I dyndet findes gas, som forhindrer videre nedtrængning af lydbølgerne.

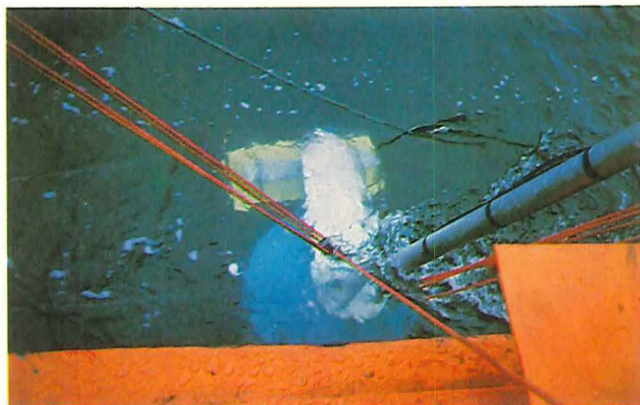
SEISMISK Udstyr

Ekkolod

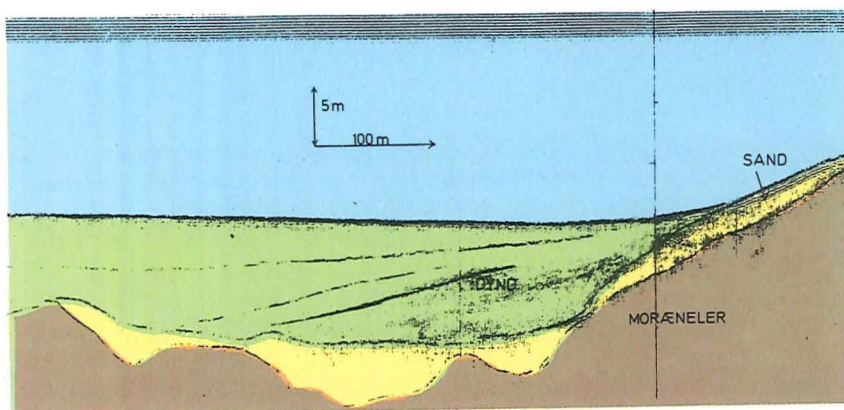
Til nøjagtig dybdebestemmelse anvendes ekkolod. Udstyret udsender højfrekvente lydbølger i området 18-200 kHz. Lydbølgerne har en meget ringe gennemtrængningsevne, men en fin opløsning. Lavfrekvente ekkolod med f. eks. en frekvens på 30 kHz kan trænge gennem dyndaflejringer, og denne type ekkolod anvendes derfor ved råstofkortlægningen til at måle dyndtykkelser med, fig. 2.

Pinger

For at få yderligere oplysninger om de øvre jordlag anvendes pingersystemet (penetrations-ekkolod), der udsender lydbølger med en frekvens omkring 3.5 kHz. Sender og modtager er oftest bygget sammen og monteret på siden af skibet (fig. 3). Pingeren kan nå ned i 5 - 20 meter i havbunden og adskille lagtykkelser på omkring 1 meter. Registreringen sker dels på papir (fig. 4), dels på magnetbånd. Registreringen på magnetbånd er dels en ekstra sikkerhedskopi, men samtidig får man mulighed for at "genafspille" informationerne med andre filtre, hvis de oprindelige resultater ikke er helt "klare".



Figur 3. Pingersystem monteret på miljøstyrelsens skib "Marie Miljø". På den tragtformede pinger er der monteret en ekstra undervandsmikrofon (hydrofon), den gule cylinder, midt i billedet. Foto: Birte H. Marker.



Figur 4. Pingerbillede fra Århus Bugt. Nedtrængningen i dynd og sand er god, mens der kun er ringe nedtrængning i moræneleret.

Boomer

Boomeren (fig. 5) udsender lavfrekvente lydbølger (0.3 - 16 kHz), og de reflekterede bølger modtages via en "streamer" (et system bestående af flere hydrofoner), som sammen med boomeren slæbes bag efter skibet. De lavfrekvente bølger trænger dybt ned i havbunden, typisk ned til 30-50 meter med en opløsning (udskillelse af lagenheder) på ca. 2 meter (fig. 6).

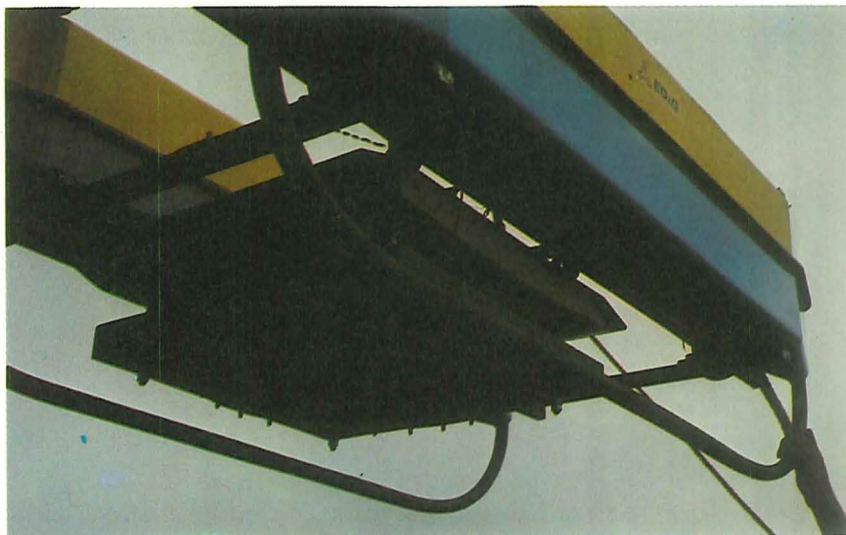


Fig. 5. Boomer. Lydkilden (transduceren) er en stor elektromagnet monteret mellem pontoner.

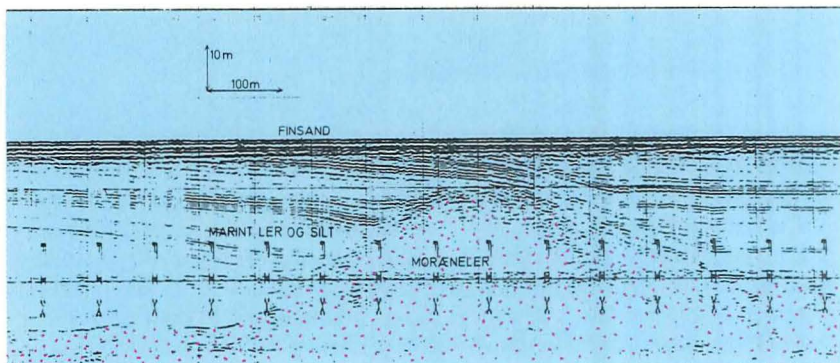
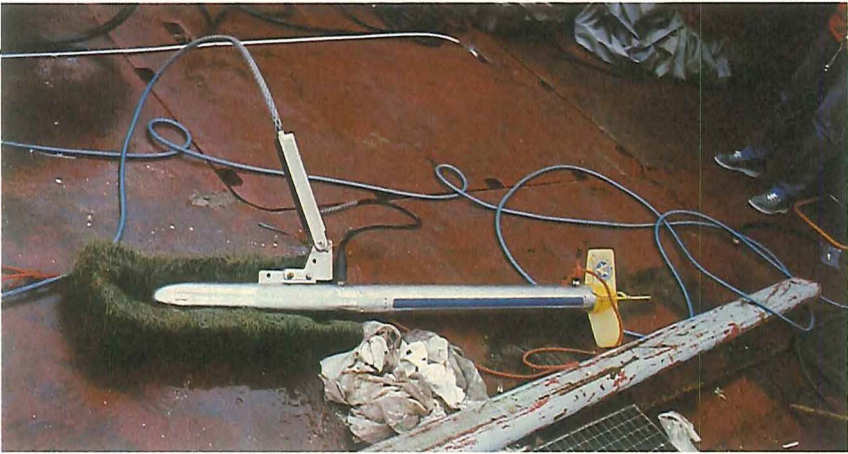


Fig. 6. Boomerbillede fra området mellem Lysegrund og Gilleleje. Vanddybden er ca. 28 meter. Nedtrængningen i de lerede og siltede sedimenter er god, mens der kun er moderat nedtrængning i moræneler.

Side scan sonar

Side scan sonar består af en "fisk" (transducer), fig. 7, som slæbes i en bestemt dybde efter skibet. "Fisken" udsender lydbølger i 2 vifteformede stråler, der er meget smalle i det vandrette plan og meget brede i det lodrette plan vinkelret på sejlretningen. Lydbølgerne reflekteres fra havbundens overflade og signalerne overføres til en skriver, der udtegner et "lydbillede" af havbundens overflade, hvor hårde og opragende områder reflekterer kraftigt og tegnes mørkt på papiret, mens blødere aflejringer og lavninger i havbunden aftegnes som lyse partier (fig. 8).



Figur 7. Side scan sonar. Lydkilden er placeret i det aflange mørke felt på "fiskens" side. Foto: Birte K. Marker.

TOLKNING AF REFLEKTIONSSEISMIK

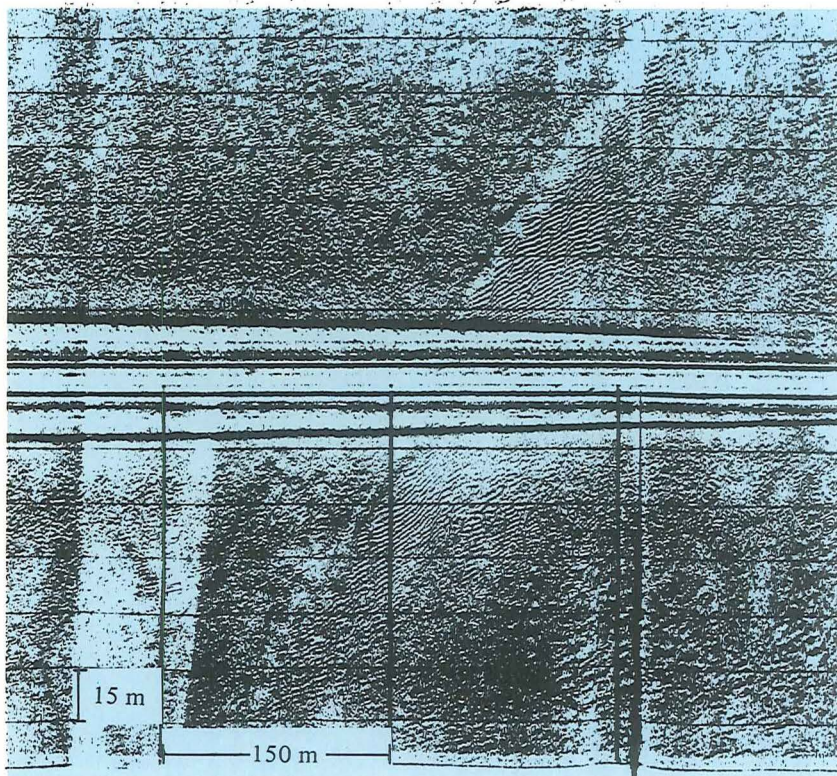
De forskellige typer af seismisk udstyr har hver deres karakteristiske egenskaber, og ved at kombinere resultaterne af de enkelte undersøgelser kan et samlet billede af lagene på og under havbunden findes.

Ved tolkning af refleksionsseismik anvendes der viden om akustiske bølgers udbredelse i forskellige materialetyper. For eksempel kan seismisk udstyr have en god gennemtrængning i aflejringer som gytje, silt og ler, mens nedtrængningen i sand, grus og moræneler er væsentlig ringere (se fig. 6). På samme måde vil variationer i aflejringerne's tæthed, porøsitet og vandindhold påvirke resultaterne. Eventuelle forekomster af gas vil absorbere praktisk taget al akustisk energi, hvorfor underliggende lag ikke registreres.

Det seismiske profil fortæller ikke entydigt, hvad de enkelte lag består af. Informationerne kan derfor kun bruges sammen med oplysninger fra prøvetag-

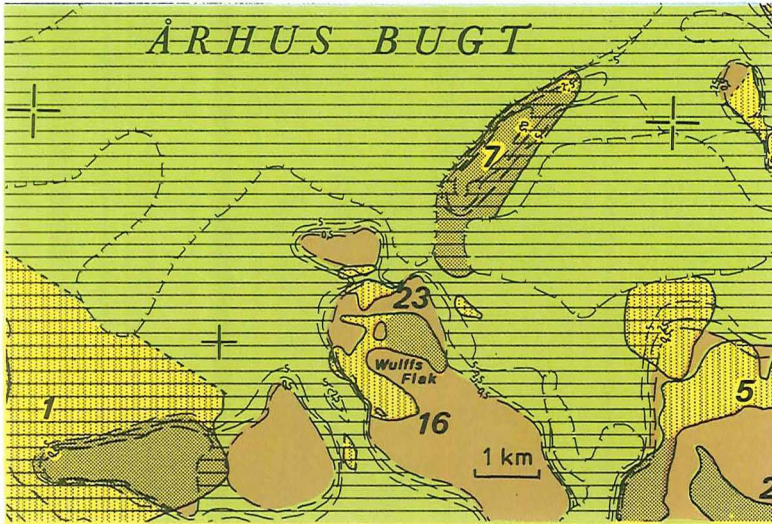
ninger og boreprøver. Derved opnår man en rimelig sikker vurdering af materialesammensætningen i de enkelte lag.

Sammen med det almene kendskab til områdets geologiske opbygning giver resultaterne fra de seismiske undersøgelser et grundlag for fremstilling af forskellige typer tematiske kort.

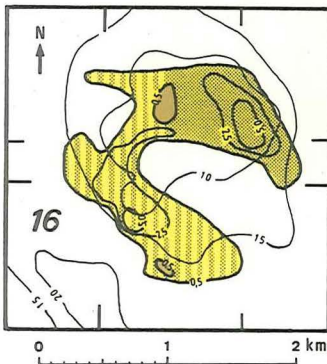


Figur 8. Side scan sonar billede fra området mellem Sjællands Odde og Djursland. Til venstre ses et område med hård bund (moræneler), og til højre et område med småribbet sand.

Som led i råstofkortlægningen udarbejdes kort over sand- og grusforekomsternes placering og tilgængelighed. På fig. 9 ses et udsnit af et ressourcekort fra Århus Bugt. Kortet giver en oversigt over sedimentfordelingen samt angiver områder med råstofmæssig interesse. Et detaljeret kort over Wulffs Flak er vist på fig. 10.



Figur 9. Udsnit af ressourcekort fra Århus Bugt. Vandret skraveret er dynd og kurverne angiver dyndtykkelser. Tætte raster er detailundersøgte råstofområder (sand/grus/sten). Lodrette raster viser registrerede interesseområder. Arealer uden signaturer er fortrinsvis moræneler.



Figur 10. Detailudsnit af råstofområdet Wulffs Flak på fig. 9 (med samme signaturer). Kurverne angiver her vanddybder og råstoftykkelser.

De seismiske data samt boreresultaterne indeholder talrige informationer om de undersøgte områders alder og dannelsesforhold. I en kommende artikel vil den geologiske opbygning af området mellem Hesselø og Nordsjællands kyst blive beskrevet på basis af undersøgelser udført i sommeren 1983. Området har som bekendt i anden sammenhæng været genstand for en del interesse, og de kvartærgeologiske aspekter er ikke mindre spændende. De foreløbige resultater tyder bl.a. på, at der findes Yoldialer ret tæt på den nordsjællandske kyst.