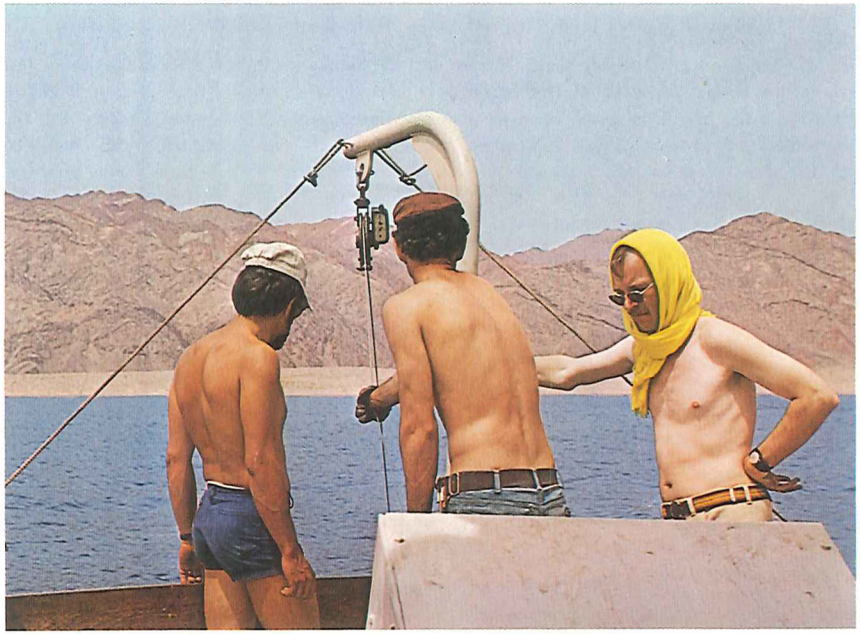


HVAD NU - bundprøvehenteren har sat sig fast på 600 meters dybde - et tilbagevendende problem under danske geologers arbejde i Aqababugten (Israel). Helt specielle forhold bevirker, at dette område kan fungere som et "laboratorieakvarium", og som omtalt i bladet kan studiet af encellede dyr (foraminiferer) her overføres til fortiden og fortælle om miljøfaktorer som for eksempel havdybde.

FAIR-PRINT AS · ROSKILDE

VARV

NR. 4 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1977

KYSTINSPEKTORATETS OPMÅLINGSSKIB "DIGI" KLAR TIL AT UNDERSØGE DEN DANSKE HAVBUND - FOR HER MÅ STORE MÆNGDER AF FREMTIDENS BYGGE- OG VEJMATERIALER HENTES. PÅ SIDEN HÆNGER EN "PINGER"-LYDGIVER PARAT TIL NEDSÆNKNING I VANDET. DENNE METODE OG FLERE ANDRE, SOM SKAL GIVE GEOLOGERNE INFORMATION OM TYKKELSEN AF HAVBUNDSLAGENE, ER EMNET FOR DETTE NUMMERS HOVEDARTIKEL, DER DESUDEN OMTALER DEN NØDVENDIGE LOVGIVNING OG GIVER EKSEMPLER PÅ DE OPNÅEDE RESULTATER.

I ØVRIGT KAN MAN LÆSE OM DEN FØRSTE DANSKE JERNMETEORIT (FUNDET 1977) OM URANFOREKOMSTEN I KVANEFJELD, OM MEKANISK PRÆPARATION AF FORSTENINGER, OM SMÅ DYR MED VIDENSKABELIG OG ØKONOMISK BETYDNING. 15. nov. 1977.

ALVERDENS MINERALSAMLINGER.

Et katalog over mineralsamlinger i hele verden - "World Directory of Mineral Collections" - er nu kommet i sin anden udgave. Denne bog er udarbejdet på initiativ af den Internationale Mineralogiske Associations (IMA) særlige museums kommission. Bogen indeholder oplysninger om 455 museer i 32 lande over hele verden. For hver samling er anført: navn og adresse antal mineraler, bjergarter, ædelsten og meteoriter. Samlingens specialiteter beskrives i detaljer og der gives oplysninger om samlingens anvendelse, om mulighederne for lån og bytte, detaljerede oplysninger om åbningstiderne samt diverse oplysninger, blandt andet historiske, afslutter oversigten for hver samling.
Prisen, der omfatter porto (ikke luftpost) er US $ 10, eller det til enhver tid hertil svarende beløb i anden valuta. Bogen forhandles af afdelingsleder Ole V. Petersen, Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K. - Send venligst pengene ved bestilling af bogen.

ENERGI - LITTERATUROVERSIGT

Danmarks Tekniske Bibliotek har udarbejdet en gratis oversigt over bibliotekets samling af "Energilitteratur fra 1968 - 1976". Heftet kan fås ved henvendelse til Danmarks Tekniske Bibliotek, Anker Engelundsvej 1, 2800 Lyngby, telefon 02 88 30 88 lokal 4849.

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K. tlf. 01 - 135001.
Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Mona Hansen, Erling Bondesen, Erik Stenestad.

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 31,00 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80.

VARV's plakater (10 kr), postkort i farver (8 for 7 kr), ekskursionsførere (Stevns-Fakse-Møn 21 kr, Røsnæs 21 kr) og samlekasetter (til 6 årgange 13 kr) fås ved at indsende beløbet på postgiro 9068880.

Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering, og lignende bedes rettet til postvæsenet.

© 1977 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.

ske enheder og magnetostratigrafiske forhold. En synthese af plasmafysikernes resultater sammenholdt med det man kender fra geologien, må yderligere kunne afklare jordmagnetfeltets dannelse og udvikling.

TIRSDAG DEN 24. JANUAR 1978. ELLA HOCH: I EN SANDDÆKKET BY I DEN ARABISKE ØRKEN .....

Landene på Den arabiske Halvø var længe lukkede for arkæologerne. Der var måske heller ikke så meget at finde i disse ørkenegne? Men ørknen er ikke gold for den, der forstår at leve der. Gazellen og oryx-antilopen færdes der og mennesket på dromedarryg. I oaserne har man levet, modtaget rejsende, handlet og diskuteret i årtusinder. Araberne var også søfarere. På kalkøen Umm an-Nar i en af Traktatkystens laguner ligger resterne af en by med stenbyggede gravhøje på plateauet bag byen. Danske arkæologer har udgravet en stor samling knoglefragmenter i husruinerne. Ud fra disse subfossile dyrerester, der som affald var blevet smidt på nogle hustomter af folk i byen i det 3. årtusind f.Kr., skal vi prøve at danne os en forestilling om tiden og stedet: Var byen led i handelskæden mellem civilisationerne i Indusdalen og landet Sumer ved Tigris-Eufrats nedre løb? Hvordan kunne man eksistere der, hvor der hverken var ferskvand eller jord til dyrkning af afgrøder? Hvilke dyr levede i disse egne? Var klimaet anderledes dengang? Var menneskene "den samme slags" som nu? Foreløbig er det konstateret, at der blandt knoglerne er rester af mindst en uddød dyreform.

TIRSDAG DEN 7. FEBRUAR. NANNA NOE-NYGAARD: VORE FORFÆDRES MÅLTIDSRESTER.

Hovedformålet med at analysere faunarester fra bopladsaflejringer er at rekonstruere vore forfædres relationer til den omgivende natur og til hinanden. Nært samarbejde mellem palæobiologer og arkæologer er af ret ny dato. Arkæologen er smittende i sin begejstring over alle de spørgsmål han forventer at få besvaret af palæobiologen. Palæobiologen derimod tager kedelige og endeløse forbehold i sine svar. Han ved fra sin geologiske erfaring hvor lille en del det udgravede fossile materiale udgør af hele den flora og fauna, der eksisterede på vore forfædres tid. Ved omhyggelige studier af stenaldermenneskets jagtteknik, parteringsteknik og marvspaltningsteknik, ved at bestemme årstiden for bopladsens beboelse, ved at se på de sedimenter måltidsresterne havner i, kan man genvinde lidt af de tabte oplysninger som det forsvundne fossilmateriale har unddraget os.

POPULÆRE FOREDRAG PÅ GEOLOGISK MUSEUM

Varv bringer i år foruden det fulde program et kort resume af de foredrag, der vil blive afholdt inden næste Varvnummer udkommer. Vi håber, at denne forhåndsorientering vil give endnu flere lyst til at møde op til foredragene, der som sædvanlig afholdes i auditorium 1, Øster Voldgade 5, tirsdage klokken 19.15 pr.

TIRSDAG DEN 22. NOVEMBER. KAREN T. JOHANSEN: STJERNERNE OG DERES UDVIKLING:

Solen er en stor glødende luftmasse, der udstråler lys på grund af radioaktive processer. Det har vist sig, at alle stjerner er sole, der blot ser lyssvage ud, fordi de er langt borte. Sætter vi et glasprisme ind i stjernernes lysstråler fås et spektrum, der giver informationer om den kemiske sammensætning, temperaturen og stoffets tæthed i de overfladenære dele af stjernen. Diametre og masser bestemmes ud fra iagttagelser af dobbelte stjerner. Alt dette viser, at Solen er en ganske almindelig stjerne.

Da stjernerne forbruger brændstof for at udsende lys, kan vi slutte, at de har et "liv". De fødes og de afgår ved døden når brændstoffet er opbrugt. På dette tidspunkt vil nogle stjerner miste deres atmosfære, medens kernen af stjernen vil blive tilbage som en "hvid dværg", der langsomt køler af. Andre stjerner eksploderer og lyser kraftigt op som en "supernova" samtidig med at store mængder stof slynges ud i rummet. Tilbage bliver en neutronstjerne eller måske et "sort hul". Det stof stjernerne taber, blandes med andet stof og bruges igen ved dannelsen af nye stjerner.

TIRSDAG DEN 6. DECEMBER. GÜNTHER SCHÖNHARTING: ASTRONOMI OG GEOFYSIK.

Solvind er en strøm af stof og stråling - plasma, der hele tiden udsendes fra Solen. Jordens magnetfelt bevirker, at størstedelen af solvindens partikler: protoner og elektroner, bliver dirigeret uden om Jorden. I stormtider kan energirige partikler trænge gennem Jordens "magnetopause" og strømme ind i de "van Allenske strålingsbælter". Solens stråling joniserer også under mere rolige solvindforhold neutrale gasmolekyler i over 100 km højde. Gennem Månens tiltrækning dannes elektromagnetiske felter i jonosfæren. Disse breder sig også til den faste jord og frembringer sekundære strømsystemer, hvis magnetfelt kan måles på jordoverfladen og man kan herved få oplysninger om elektriske modstande dybt inde i Jorden.

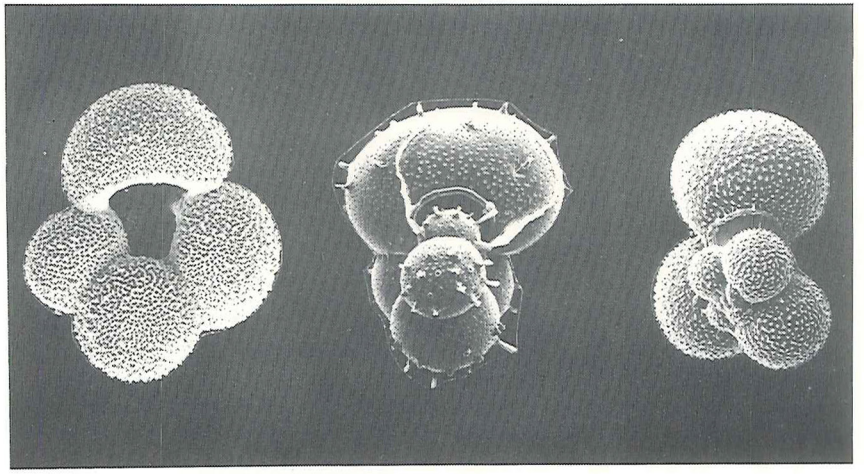
De magnetiske fænomener med oprindelse i Solen kan tjene som en model for dannelsen af Jordens magnetfelt, som vi ellers kun har et indirekte kendskab til gennem feltets historie, sådan som det for eksempel fremgår af bjergarternes "indefrosne" magnetisering. I geologien går man ud fra, at vi har haft et konstant magnetisk dipolfelt med en bestemt ompolariseringshistorie og ved hjælp af bjergarternes magnetiseringsretning beviser man relative bevægelser af de geologi-

EN MIKROBE AF FORMAT

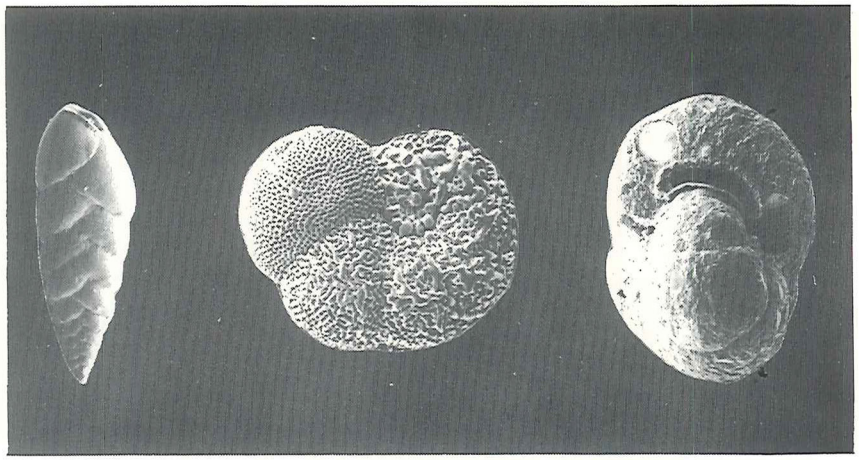
af Arne Rosenkrands Larsen

I nær tilknytning til oliegeologiens udvikling og succes har udforskningen af de encellede, skalbærende, marine dyr, foraminifererne, antaget gevaldige dimensioner. Resultatmæssigt og økonomisk har denne forskning haft konsekvenser, der kan få en til at undre sig over, at foraminifererne ikke er alment kendt ligesom for eksempel gummihjulet. Man har ganske vist altid kunnet finde olie uden støtte af foraminiferer, ligesom man stadig kan køre uden gummihjul. Begge dele er dog oftest unødig besværligt og dermed forbundet med betydelige ekstraudgifter.

Foraminifererne kan, som en lang række andre marine organismer, opdeles i to grupper på grundlag af deres levevis. Den ene gruppe, de planktoniske foraminiferer (figur 1), lever frit svævende i og passivt transporteret af vandmasserne, medens den anden gruppe, de benthoniske foraminiferer (figur 2), lever på, eller mere sjældent, lidt nedgravet i havbunden. De fleste foraminiferer omgiver sig med en kalkskal - dog findes der blandt de benthoniske former et antal, som opbygger deres skal af småpartikler fra havbunden, og nogle få former med en skal opbygget af organisk materiale udskilt af dyrene selv.



Figur 1. Tre forskellige arter af nulevende, planktoniske foraminiferer. Billederne er taget ved hjælp af Scanning Elektron Mikroskop.



Figur 2. Tre forskellige slægter af nulevende, benthoniske foraminiferer. Billederne taget ved hjælp af Scanning Elektron Mikroskop.

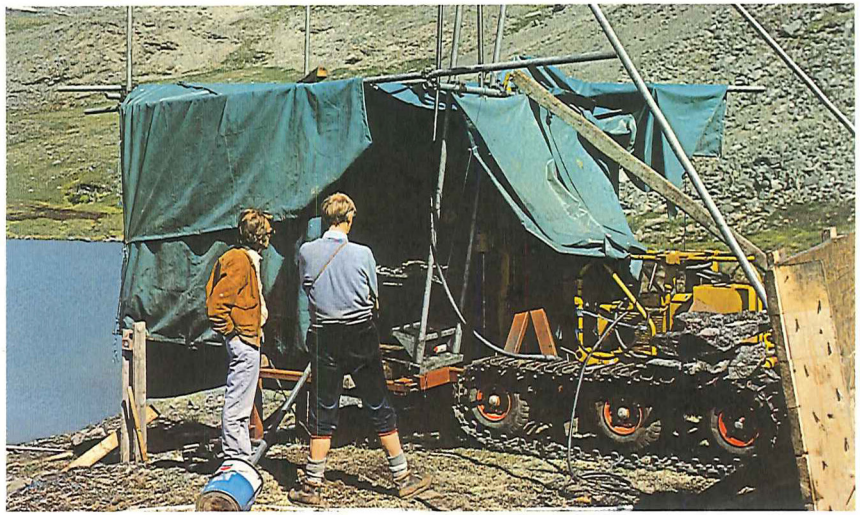
De planktoniske foraminiferer anvendes af geologerne mest i den relative aldersbestemmelse af fossile havaflejringer, medens de benthoniske former anvendes mere i tolkningen af det fossile miljø. De forskellige anvendelsesområder skyldes de planktoniske foraminiferers store geografiske udbredelse og uafhængighed af bundforhold, og de benthoniske formers mindre geografiske udbredelse og store afhængighed af lokale bundforhold.

De tidligste naturhistorikere betragtede paradoksalt nok de mikroskopiske foraminiferer (generelt 0,05-1 mm store) som skalbærende blæksprutter på grund af en overfladisk lighed mellem de to gruppers skaller. I midten af 1800-tallet erkendtes foraminiferernes placering som encellede organismer.

Frem til 1914 var interessen for foraminiferer forbeholdt geologiens og biologiens "frimærkesamlere" - taxonomerne. Taxonomer beskæftiger sig med at beskrive livets forskelligartethed, og deres arbejde skaber grundlaget for, at vi kan adskille nærtstående arter fra hinanden.

I 1914 lykkedes det at vise, at fossile foraminiferer, ligesom en række andre fossile organismer, kunne anvendes i den relative aldersbestemmelse af sedimentære havaflejringer. Mens man indtil da havde været henvist til at benytte sig af de ret sparsomt optrædende makrofossiler (muslinger, snegle, blæksprutter med flere) ved sammenligning mellem geologiske lag fra forskellige lokaliteter, kom man nu pludselig til at råde over en fossil-gruppe, hvis individer kunne forekomme i antal af flere hundrede pr. gram sediment.

Mulighederne for at finde makrofossiler i de bjergartsfragmenter, man normalt kunne få op fra borehuller, var selvfølgelig meget begrænse-



Besøg ved et af borestederne på Kvanefjeldsplateauet. Der blev boret med tre maskiner i 24 timer i døgnet i to måneder.

og ved forudsætningen om 300 gram uran pr. ton bjergart, kommer man frem til, at det i 1977 gennemborede område kan forventes at indeholde cirka 10.000 tons uran. Hvis dette skøn viser sig at holde stik, placeres uranforekomsterne på Kvanefjeld herefter i en helt ny kategori af forekomster, nemlig "lavværdige forekomster med stor tonnage". Dette vil medføre, at muligheden for at gennemføre en teknisk og økonomisk planlægning af en udnyttelse af malmen er kommet et stort skridt videre.

Igangsættelse af minedrift i Narssaqområdet har imidlertid mange andre facetter og problemer, som endnu ikke har fundet en endelig løsning. Blandt disse kan nævnes:

1. Fysisk planlægning omkring anlæggelsen af en fabrik i området inklusive udbygning af de nødvendige faciliteter i Narssaq.
2. Foranstaltninger til den bedst mulige beskyttelse af det naturlige miljø i området.
3. Politiske spørgsmål i relation til det kommende grønlandske hjemmestyre og udnyttelsen af de mineralske råstoffer i undergrunden.

Dette er meget vigtige faktorer, som imidlertid ikke har været emnet for denne artikel.

Lad os til slut fastslå, at meget idag tyder på, at vi i uranforekomsterne på Kvanefjeld har at gøre med mineralforekomster af en sådan størrelse, at projektet omkring en udnyttelse placerer sig først i rækken, hvis der skal tales om en økonomisk udvikling i Grønland på basis af undergrundens råstoffer.

Transporterne til borestederne på Kvanefjeld, som ses til venstre i billedet, foregik hovedsagelig ved hjælp af helikopter.

Borefirmaets lejr i Narssaq Elvdal ved foden af Kvanefjeld.

de. Derfor blev opdagelsen af foraminiferernes anvendelighed ved sammenligning af borehuller, og dermed muligheden for en betydeligt udvidet geologisk tolkning af oliefelterne, en af de store landvindinger indenfor olieefterforskningen.

Efter en lang årrække med en eksplosiv udvikling i informationsmængden om foraminiferer på grund af den udstrakte økonomiske interesse knyttet til dyregruppen, fulgte en periode med svækket interesse. Dette skyldtes den teknologiske udvikling, som havde resulteret i, at man ved geofysiske undersøgelser var i stand til at indhente en betydelig del af den information, man tidligere havde fået gennem løbende studier af borehullernes foraminiferindhold. Den mandskabsbesparelse olieselskaberne herved kunne opnå medførte en klart svækket interesse for erhvervslivets arbejde med foraminiferer.

Den store forskningsindsats på foraminiferområdet havde også medført, at forskellige af gruppens svage sider, i forhold til det hidtidige anvendelsesområde, trådte frem. For eksempel er det en åbenbar svaghed, at kun en mindre del af foraminifergruppen er planktonisk og dermed velegnede til sammenligning over store afstande, ligesom det er en svaghed at foraminiferernes skaller let tilintetgøres under ekstreme miljømæssige forhold.

Idag anvendes ofte fossiler af andre grupper mikroorganismer, for eksempel visse encellede alger (dinoflagellater) til relativ datering af forskellige sedimentære bjergarter. Disse organismer har visse fortrin frem for foraminifererne, som gør at de i nogen udstrækning har overtaget de sidstnævntes traditionelle anvendelsesområde.

Bliver foraminifererne imidlertid tvunget ud fra teaterscenens venstre side kommer de straks ind fra højre igen. Det hænger sammen med, at gruppens fossile såvel som nulevende repræsentanter efterhånden er beskrevet i en grad, der tillader mere avancerede tolkninger af miljøet omkring de aflejringer, hvori disse findes. Her har det vist sig at være en fordel, at gruppen er domineret af benthoniske former. Man kan heller ikke se bort fra, at det nuværende indgående kendskab til foraminiferne også medvirker til at formindske usikkerhederne på aldersbestemmelser foretaget ved hjælp af dem.

En stor del af forskningen koncentreres idag omkring de nulevende foraminiferer. Årsagen skal selvfølgelig søges i den udbredte anvendelse af det aktualistiske princip i geologisk tolkningsarbejde. Med andre ord, det udvidede kendskab til de levende organismer skal anvendes i rekonstruktionen af de fossile organismers miljø.

Som et eksempel på igangværende forskning vedrørende levende foraminiferer kan nævnes et internationalt samarbejde omkring studiet af Aqababugtens foraminiferfauna. Dette samarbejde foregår imellem forskere fra Israel, Schweiz, Holland og Danmark. Aqababugten anses for specielt velegnet til studiet af de naturgivne faktorer, som styrer foraminiferfordelingen, og til undersøgelser omkring foraminiferernes tilpasning til omgi-

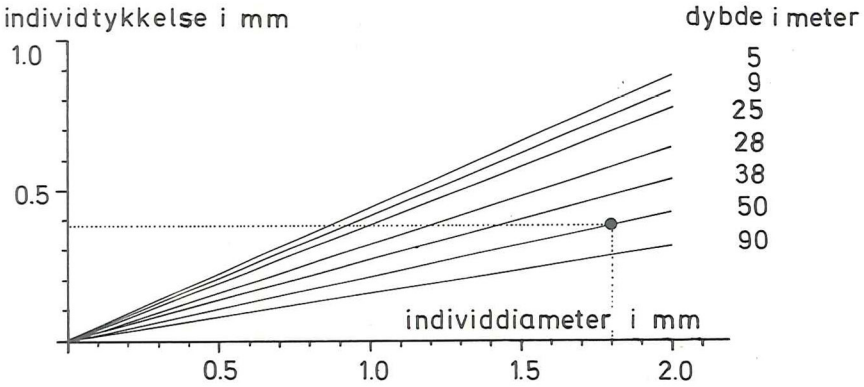
velserne. Årsagerne hertil skal søges i de "unaturligt akvarieagtige" forhold i bugten, hvor faktorer som temperatur, saltholdighed og vandvægtfylde stort set er konstante - uanset vanddybden. Da man, som alle andre steder i verden, finder en markant dybdezoneret optræden af de forskellige arter foraminiferer, kan man lade de ovennævnte faktorer ude af betragtning i forbindelse med tolkningen af den aktuelle zonering. Da specielt saltholdighed og temperatur har været anvendt til at forklare sådanne zoneringer, er det selvfølgelig af stor betydning, at de her kan udelukkes som styrende faktorer.

Det har vist sig, at en meget stor del af de benthoniske foraminiferer holder alger i en slags fangenskab. Det kommer til udtryk ved, at algerne opholder sig i foraminiferernes celleplasma uden at blive fortæret. Det er foreslået, at foraminifererne er i stand til at forsinke deres "spisning" af de fangede alger (symbionter), enten til behovet er til stede, eller til den sandsynlige nyttevirkning af symbiosen (samlivet) er svækket.

De "algebærende" foraminiferer findes kun på vanddybder hvor lyset er i stand til at nå dem. Ved analyse af optagelsen af mærket kulstof hos symbiontbærende foraminiferer, har det vist sig, at der foregår en kulstofudveksling mellem foraminifererne og de iboende alger. Dette indebærer, at symbionterne har aktiv betydning for foraminiferernes stofskifte.

Mens der ikke er noget overraskende i, at alger ikke kan leve på havdybder, hvor lyset ikke når dem, er det ganske betydningsfuldt, at så mange benthoniske foraminiferer forsvinder på tilsvarende havdybder. Det kan kun ses som et udtryk for total afhængighed af symbionter, eller som en primær lysafhængighed for de pågældende former.

En detaljeret undersøgelse af en bestemt foraminiferslægt i Aqababugten har vist, at tyndere og tyndere former karakteriserer faunaen jo dybere vand dyrene lever i (jævnfør figur 3). Tilsvarende iagttagelser er fo-



Figur 3. Forenklet fremstilling af de dybdeafhængige, relative tykkelsesændringer indenfor foraminiferslægten Amphistegina. Målinger foretaget på cirka 2300 individer indsamlet i Aqababugten. Eksempel: Et Amphistegine-individ med diameter 1.8 mm og tykkelse cirka 0,4 mm vil angive en dybde på 50 meter.

Pilotforsøgene i 1976 var baseret på den malm, som i 1962 var sejlet til Danmark. Anlægget, der blev opført på Risø, behandlede cirka 100 kilo malm i timen, og en af hovedkonklusionerne af forsøgene var, at den ekstraktionsproces, som var udviklet i lille laboratorieskala, også kan forventes at kunne bringes til at fungere i industriel skala. Et eventuelt endeligt anlæg i Grønland vil komme til at behandle omkring 10.000 tons malm i døgnet, og før et anlæg med en sådan kapacitet kan dimensioneres, vil det blive nødvendigt med endnu et pilotanlæg med en kapacitet på 1 - 10 tons malm i timen.

Indtil 1977 var de påviste reserver på 5.800 tons uran. Herudover var der påvist sandsynlige reserver på 8.700 tons uran. Disse tonnagetal, der er beregnet på grundlag af analyser fra de gamle borekerner, svarer med et groft skøn til en lille til mellemstor uranforekomst i for eksempel USA eller Canada. Da lødigheden af malmen i Kvanefjeld imidlertid er meget lav, nemlig 300 gram uran pr. ton bjergart (0,03%), var et af hovedformålene med 1977-boringerne at påvise en væsentlig større malmforekomst, for herved at skabe grundlag for en stordrift over en rimelig lang årrække.

Til sammenligning af lødigheden af uranmalmen på Kvanefjeld tjener nedenstående tabel, som viser de lødigheder, der hyppigt ses som undergrænse for brydeværdige malme af forskellig type.

Guldmalm	0,001 %
Uranmalm	0,1 %
Kobbermalm	0,3 %
Jernmalm	30 %

Man lægger mærke til, at uranmalme med lødigheder som Kvanefjeldsmalmen endnu ikke kan regnes for rentable at udnytte. Dette forhold er imidlertid ved at ændre sig til gavn for de lavværdige forekomster, hvorfor mange af disse er under forberedelse for brydning.

Det er endnu for tidligt at udtale sig om de endelige tonnageresultater af boringerne på Kvanefjeld i år, men de foreløbige analyseresultater og borekerneundersøgelser giver dog mulighed for et vist, omend meget usikkert gæt. Dette gæt skal forsigtigt præsenteres her.

Den endelige beregning af tonnagen vil blive baseret på cirka 2000 urananalyser af materiale fra borekernerne. Kun få af analyserne er udført på nuværende tidspunkt, men det ser ud til, at radioaktiv bjergart med et gennemsnitligt uranindhold på cirka 300 gram pr. ton findes over et 500 - 700 meter langt og 200 - 300 meter bredt område beliggende nord for det kendte malmområde. Den radioaktive bjergart, som benævnes lujavrit, forekommer i dybden som delvis horisontale lag, adskilt af hovedsagelig basaltlag. Basalten udgjorde tidligere et sammenhængende "tag", men taget styrtede sammen, da lujavritsmelten trængte op i den fra dybet. I borehullerne, der alle er cirka 200 meter dybe, udgør radioaktiv lujavrit omkring 50% af kernelængden. Ved en simpel udregning af rumfanget af lujavriten,

Uran i Kvanefjeld

af Bjarne Leth Nielsen

Sidst på eftermiddagen den 25. august 1977 standsede den sidste boremaskine sit arbejde på Kvanefjeld ved Narssaq i Sydgrønland. Boret vàr på det tidspunkt nået 200 meter ned i uranforekomsten, og geologerne på stedet havde fået de oplysninger, de havde brug for i deres videre arbejde. Det totale udbytte af denne borekampagne over to måneder i 1977 blev 5121 boremeter fordelt på 28 huller. Lægger man det tal sammen med de tidligere års boringer, når man op på mere end 10 kilometer borekerne fra 70 huller, spredt efter et ujævnt mønster over det cirka 2 kvadratkilometer store Kvanefjeldsplateau.

Ovenstående tal må give læseren et vist indtryk af undersøgelsernes omfang, men langt mere interessant er naturligvis mængderne af påvist uran som boreundersøgelserne har lagt for dagen. Udforskningshistorien omkring Kvanefjeld er mere end 20 år gammel, og før vi ser på situationen i 1977 skal hovedpunkterne i, hvad der gik forud, kort resumeres:

1955: På initiativ af Atomenergikommissionens daværende formand professor Niels Bohr begyndtes eftersøgningen af uranforekomster i Grønland. Allerede året efter koncentreredes undersøgelserne om Kvanefjeld i Ilimaussaqintrusionen i Sydgrønland.

1958: De geologiske undersøgelser intensiveredes, og de første boringer udførtes, i alt 3.728 meter.

1962: Der boredes igen, og i en lille forsøgsmine blev 180 tons uranmalm udsprængt. Malmen blev sendt til Danmark, hvor udvindingsforsøg af uranet var begyndt på Risø.

1969: En detaljeret geologisk kortlægning blev afsluttet, og på grundlag af denne, blev der boret yderligere 1600 meter. Herefter tydede alt på, at uranforekomsten ikke var økonomisk rentabel, og kun forsøgene med udvinding af uranet fra malmen fortsatte i begrænset omfang.

1973: Efter energikrisen steg uranpriserne stærkt, og en nyvurdering af forekomsten på Kvanefjeld fandt sted.

1975: Der blev stillet forslag om endnu et boreprogram på cirka 5000 meter samt opførelsen af et såkaldt pilotanlæg til forsøgsudvinding af uranet. Boreprogrammet blev ikke gennemført på grund af manglende bevilling. Pilotanlægget blev imidlertid igangsat, og forsøgsekstraktionen fuldført i slutningen af 1976. Desuden var et projekt til belysning af det naturlige miljø før en eventuel minedrift blevet iværksat. Dette omfatter blandt andet en indgående beskrivelse af de kemiske forhold i bjergarter, dyr, plantevækst og vand.

1977: I år blev så endelig boreforslaget fra 1975 gennemført med delvis financiel støtte fra EF.

retaget på individer fra andre slægter. Billedlig talt ændres individsammensætningen hos de pågældende slægter altså fra at bestå af "kugleformede" typer på lavt vand til at være sammensat af flade individer på dybt vand. Det er nærliggende at antage, at denne formændring er resultatet af en tilpasning til den aftagende belysning på de større dybder. De flade former opnår nemlig derved et større areal (en større solfanger) i forhold til deres rumfang, jo større havdybder de lever på.

Forskningsresultater som de her nævnte, kan selvfølgelig være af stor betydning for den del af det geologiske tolkningsarbejde, som baseres på benthoniske foraminiferer. Med kendskab til de nulevende, benthoniske foraminiferer er der gode muligheder for dels at identificere de øverste, forhen lysgennemskinnede dele af fossile havområder, dels at foretage en nærmere dybdeangivelse på grundlag af målinger foretaget på udvalgte slægter. En vis usikkerhed vil dog altid være knyttet til den mulighed, at slægter, som idag lever i symbiose med alger, ikke gjorde det i tidligere perioder. Men også her har forskningsprojektet i Aqababugten peget på en mulig løsning. Det har nemlig vist sig, at foraminiferer med symbionter tilsyneladende altid har en specielt udviklet indre skalstruktur, som med lethed kan genkendes også på fossile former.

Da planktoniske foraminiferer i deres hovedudbredelse er knyttet til oceaniske vandmasser, og da de kun er i stand til at overleve under højmarine forhold, karakteriserer også de planktoniske former det oprindelige miljø hvori de er blevet aflejret. Det er i den forbindelse karakteristisk, at de indre danske farvande såvel som Nordsøen stort set er blottede for planktoniske foraminiferer idag.

En betydelig del af de resultater som opnås indenfor den aktuelle foraminiferforskning, er kun tilgængelige (forståelige) for den indviede kreds af fagfolk. Imidlertid arbejdes der også i udstrakt grad med udvikling af enkle modeller, som kan anvendes af personer uden et dybtgående kendskab til dyregruppen. For eksempel har en række modeller været anvendt til rekonstruktion af dybdeforholdene i fossile havmiljøer. En af de simpleste bygger på den iagttagelse, at de planktoniske foraminiferer procentuelt tiltager i den totale foraminiferfauna jo dybere vandet bliver. Det forklares af det aftagende antal benthoniske former efterhånden som vanddybden tiltager, men også af den kendsgerning at antallet af planktoniske individer på havbunden tiltager efterhånden som den "planktonholdige" vandsøjle over bunden vokser.

Efterhånden som størstedelen af de "nemme" olieforekomster er fundet, og omkostningerne ved en enkelt olieboring er steget op i to-, trecifrede millionbeløb, er kravet om forfinet forundersøgelsesteknik, såvel som en bedre udnyttelse af de data som kan indsamles ved hver boring, blevet væsentligt skærpet. Det er givet, at en sikker tolkning af forami-

niferdata fra et borehul vil medvirke til at reducere antallet af resultatløse olieboringer. Alene derfor er udforskningen af foraminifererne af verdensøkonomisk betydning.

Her i de bedrøvelige midthalvfjerdser er der en kvælende tendens til, at økonomiske argumenter er de eneste gyldige i forbindelse med forsvaret af forskningsprojekter. Som det vil fremgå af ovenstående, er foraminiferforskningen fra vuggen velsignet med sådanne argumenter. Det skal dog nævnes, som en cadeau til den ikke helt uddøde miljøbevidsthed fra tresserne, at foraminiferernes følsomhed overfor miljøændringer sandsynliggør, at dyregruppen også har betydning i kortlægning af havforurening.

PRÆPARATION 3

af Sten Lennart Jakobsen

Interessen for geologi er i de senere år blevet øget ganske betragteligt. At det forholder sig sådan, ses blandt andet af et stadig stigende besøgstal på Geologisk Museum i København samt ikke mindst af de mange forespørgsler, der daglig rettes til museet. En del af disse henvendelser koncentrerer sig især om præparationstekniske problemer i forbindelse med præparering af forsteninger, og der synes at være et behov for at vide, hvordan man selv kan præparere sit indsamlede materiale. Hensigten med denne artikel er derfor at yde en håndsrækning til de mange amatør-palæontologer, der selv har lyst til at præparere forsteninger.

Der er blandt mange samlere en udbredt tendens til at koncentrere interessen omkring nogle få invertebrate (hvirvelløse) dyregrupper. Eksempler på foretrukne samlerobjekter er søpindsvin, søliljer, ammonitter, krebsdyr samt trilobiter. Sidstnævnte gruppe anses af mange for værende særlig attraktive, og enhver samler er stolt af at kunne fremvise gode fund. Med udgangspunkt i denne kendsgerning vil denne artikel derfor behandle præparation af trilobiter, men fremgangsmåden ved præparation og indsamling samt brugen af forskellige værktøjstyper, der beskrives, kan naturligvis lige så vel anvendes ved præparation af andre fossile dyregrupper.

Rester af trilobiter forekommer i mange sedimentære bjergarter fra Kambrium - Perm, fortrinsvis i hårde kalksten og blødere skifre. Bevaringsmåden kan være yderst forskellig. I skifre er de som regel fladtrykte og i kalksten kan skeletelementerne være blevet opløst og siden replaceret med kisel - det ses dog ikke herhjemme. Sådanne kiselimprægnerede trilobiter kan renses fuldstændigt for omsluttende bjergartsmasse ved brug af syre. Det

ske opbygning. En seismisk undersøgelse bør derfor altid følges op med udførelse af boringer. Men de seismiske registreringer medvirker til en reduktion af antallet af boringer og prøveoptagninger, og giver således havbundsundersøgelsen en tidsmæssig og økonomisk gevinst.

Foruden de nævnte metoder kan til registrering af havbundsforholdene blandt andet anvendes 'side-scanning', hvorved havbundens ujævnheder optegnes ved hjælp af højfrekvent lyd, der sendes skråt ned mod havbunden. Metoden kan eventuelt medføre en reduktion af antallet af bundprøveoptagninger. En registrering af bundforholdene kan endvidere foretages ved foto- eller filmsoptagelser samt ved hjælp af undervands-TV-kamera.

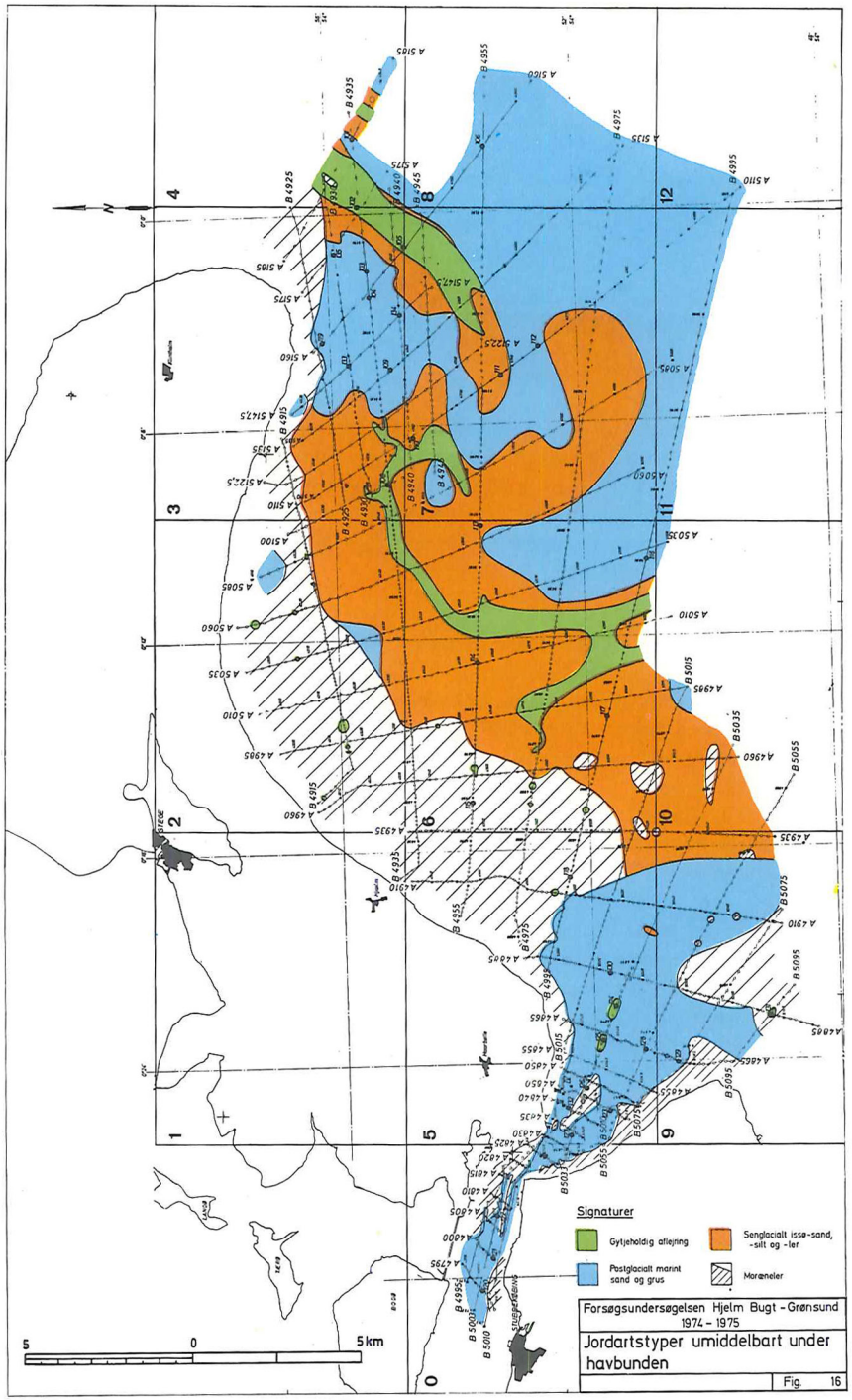
På indeværende tidspunkt kan det ikke skitseres, hvorledes den endelige havbundsundersøgelse vil blive organiseret og udført, og hvilke af de ovennævnte metoder der tages i brug. Men undersøgelserne må tilrettelægges således, at resultaterne af delundersøgelserne kan benyttes efterhånden og indgå som delbidrag til det landsdækkende resultat, som er det endelige mål.

DANMARKS HAVAREAL

Danmarks søterritorium og kontinentalsokkel udgør tilsammen et areal på cirka 55.000 kvadratkilometer, altså et areal der er 25% større end landarealet.

Ved tilrettelæggelsen af havbundsundersøgelsen er det nærliggende, at farvandsområderne inden for Skagen, inklusive Limfjorden, undersøges først, og at vanddybder mindre end 30 meter prioriteres højest. Disse områder omfatter cirka 40.000 kvadratkilometer. Ud fra den nuværende viden er den sydlige del af Kattegat, Sundet og Bælterne de områder, hvor der er de bedste muligheder for at finde anvendelige råstofforekomster. Disse områder har i forvejen erhvervets interesse, idet 66% af den samlede ral-, grus- og sandproduktion foregår her. Samtidig ligger disse områder centralt i forhold til det øjeblikkelige forsyningsbehov.

Derfor kan den forestående havbundsundersøgelse med fordel påbegyndes i farvandsområdet, der strækker sig fra den nordlige del af Store Bælt, på begge sider af Samsø op til Djursland. I Nordsøen vil det i første række have interesse at få undersøgt områderne Tannis Bugt, Jammerbugt og Horns Rev, som tilsammen dækker 3.000 kvadratkilometer. De nævnte kystnære områder i Nordsøen kan undersøges med de samme metoder og materiel som de indre danske farvande. Undersøgelser i den ydre del af Nordsøen, ialt cirka 12.000 kvadratkilometer, vil derimod kræve større skibe med deraf følgende større udgifter. Det er derfor rimeligt, at disse områder først undersøges, når mængden af ressourcer er kendt i de øvrige farvande. For at opnå et så fuldstændigt kendskab som muligt til samtlige ressourcer på og i havbunden må målet dog være, at alle danske farvandsområder undersøges.



er almindeligt forekommende, at trilobiternes skeletdele er blevet opløst af gennemsivende vand, men er denne proces sket efter at sedimentet er sammenkittet er der herved opstået en naturlig afstøbning af den oprindelige organisme eller dele af den. Denne bevaringsmåde giver os mulighed for at fremstille nøjagtige afstøbninger af den levende trilobits overflade ved brug af forskellige syntetiske gummistoffer (eksempelvis siliconegummi). (Se iøvrigt Varv nummer 2, 1970 om fremstilling af afstøbninger). Trilobiter findes oftest ufuldstændige og i lighed med andre arthropoder (for eksempel krebsdyr) har de kun kunnet vokse i den korte periode mellem hvert hudskifte. Derfor er langt den overvejende del af de forstenede trilobiter, man finder, rester af dyrenes hudskifter, som stedvis kan være meget hyppige. Ifølge nogle beregninger udgør hudskifterester 90 % af fundene, og dermed "døde" dyr kun 10 % - ikke underligt, for ved hudskifterne opdeles trilobiternes rygpanser i mange adskilte dele.

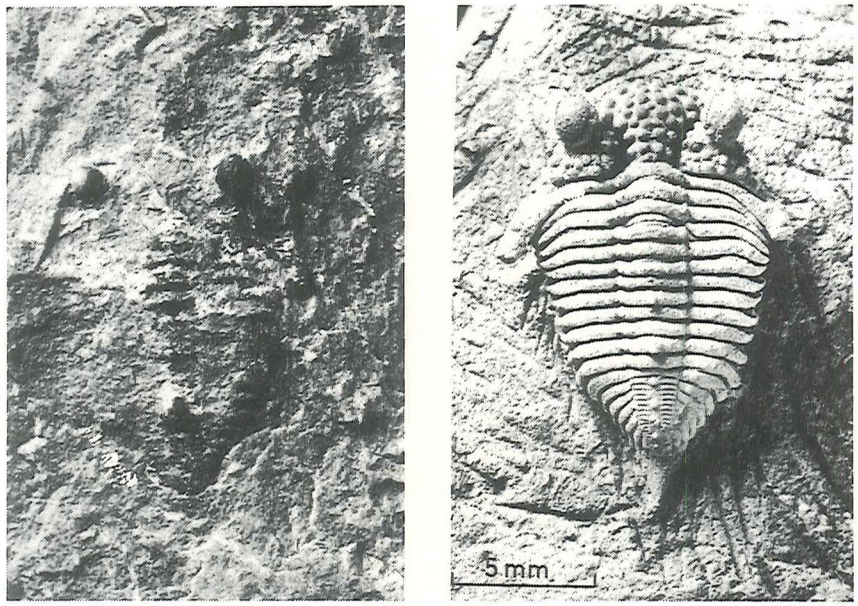
INDSAMLINGSTEKNIK

Hvor skal man samle ?

Mulighederne for at samle trilobiter i Danmark er begrænset til få Kambriske, Ordoviciske og Silure aflejringer på Sydbornholm. Man kan dog også samle i sedimentære bjergarter, der bragtes hertil fra Norge, Sverige, Finland og Østersøbunden af istidens gletschere. Ikke sjældent kan man gøre gode fund ved indsamling i disse blokke, der findes spredt over det ganske land, og som især findes på strande og i grusgrave. Det kan i denne forbindelse anbefales interesserede at foretage en indsamlingstur til henholdsvis Øland og Gotland, hvorfra mange af de føromtalte ledeblokke stammer. Især Gotland er kendt for sit rige indhold af forsteninger fra Silur-tiden og chancerne for her at finde komplette trilobiter er store.

Hvordan skal man samle ?

På visse særlige fossilførende lokaliteter kan man umiddelbart se de fremforvitrede forsteninger. På sådanne lokaliteter, hvor vejrets fysiske og kemiske indvirkning har blotlagt og delvis fremeroderet forsteningerne vil det absolut lønne sig, at undersøge hver enkelt blok omhyggeligt. Går man frem på denne måde ved systematisk at vende hver enkelt skærve vil man kunne finde flotte eksemplarer på lokaliteter, der for nyligt et blevet "støvsuget" af andre samlere. Men som det kan ses på figur 1, skal man bruge sine øjne godt. Det er en gylden regel, at man så vidt muligt henlægger arbejdet med fripræpareringen af forsteningerne til man kommer hjem, dog kan man af hensyn til vægtmæssige problemer i forbindelse med hjemtransporten være nødsaget til at foretage en reducering af det indsamlede materiale.



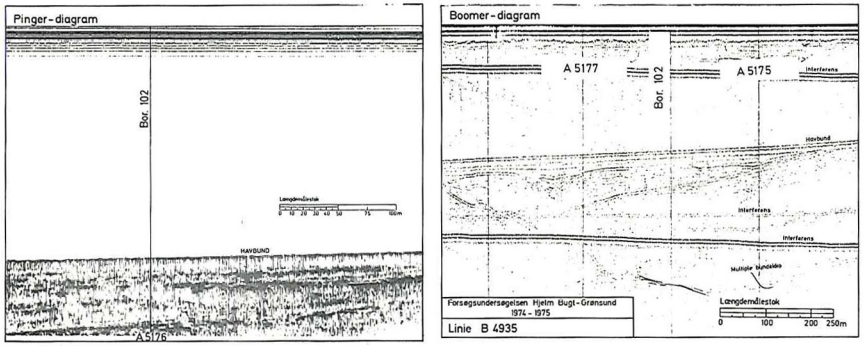
Figur 1 (til venstre). På billedet skimtes de to stilkøjne og nogle af kropsleddene af en trilobit - Encrinurus punctatus fra Gotlands Silur. På billedet til højre er trilobiten præpareret fri ved hjælp af præparernål og gravørmaskine.

GROVPRÆPARATION AF FORSTENINGER

Forskellige værktøjstyper

En del af standardudstyret ved grovpræparation af forsteninger består af forskellige former for slag- og huggeværktøj (det vil sige mejsler). Man skelner mellem flad- og spidsmejsler. Spidsmejsler er mest anvendelig til grovere arbejder, som kræver stor kraftoverføring. Spidsen på mejslen kan altid få "fat", og man nærmest sprænger stykker af materialet bort. Fladmejsler er fortrinsvis egnet til flækning af skærver. Generelt bør man bruge korte, kraftige mejsler, jo hårdere materialet er. Disse mejsler fjedrer mindre under slaget end lange, tynde mejsler. Der findes en del forskellige mejseltyper i handelen, som er særlig brugbare til grovpræparation:

Flisemejsler, (lange, smalle mejsler)
Krydsmejsler, (hvor skæret vender modsat fladmejslen)
Bredmejsler, (der er specielle stenhuggerværktøj)



Refleksionsseismiske diagrammer af samme sted på havbunden, men optaget med to forskellige seismiske systemer og afbildet i forskellig målestok. 'Boomer'-diagrammet viser tydeligt lagstrukturerne under havbunden, ved boring 102 til en dybde af 9 m under bunden. 'Pinger'-diagrammet viser kun den øverste del af lagstrukturerne, men til gengæld med tydelig markering af de enkelte lag.

tage prøver på op til 4 meters længde. Til optagning af længere borekerner kan for eksempel 'vibracore'-boret benyttes. Ved denne type boreværktøj vibreres borerøret ned i havbunden ved hjælp af en trykluftsvibrator. Ved benyttelse af forskellig metodik, har det for eksempel ved danske undersøgelser været muligt at føre borerøret ned til cirka 12 meter under havbunden.

Princippet i seismiske registreringer er, at lydbølger, som med korte tidsmellemrum udsendes fra en lydgiver, reflekteres fra havbunden, eller trænger ned i denne og reflekteres fra grænser mellem forskelligartede jordlag. De reflekterede lydbølger opfanges af en hydrofon (undervandsmikrofon), og efter forstærkning og visse korrektioner af signalet optages det i et seismisk diagram. Seismiske diagrammer optegnes på en papirstrimmel, der føres forbi skriveren med konstant hastighed. De viser den tid, der er forløbet fra lydbølgen udsendes til den modtages. Lydbølger med høj frekvens, giver en detaljeret optegnelse af laggrænser, men er ikke i stand til at trænge så dybt ned, som lysbølger med lavere frekvens. Disse giver til gengæld et mere uskarpt billede af strukturerne. Ved undersøgelserne anvendes ofte en kombination af flere forskellige seismiske systemer, for eksempel systemerne 'Sparker', 'Boomer' og 'Pinger', der udsender lydbølger indenfor hvert sit frekvensområde. Herved er der mulighed for dels at få reflektioner fra dybere liggende lag, dels at få en detaljeret optegnelse af de overfladenære strukturer.

Tolkningen af de seismiske diagrammer og omformningen af disse til geologiske profiler kan ikke foretages uden kendskab til områdets geologi-

ser, der er fremlagt i rapporten om en forsøgsundersøgelse i Grønsund og Hjelm Bugt, "Kortlægning af sømaterialer i Hjelm Bugt og Grønsund" (fredningsstyrelsen 1977) og "Havbundens råstoffer - et oplæg til en kortlægning" (fredningsstyrelsen 1977). Forsøgsundersøgelsen blev udført af fredningsstyrelsen i samarbejde med Danmarks Geotekniske Institut (DGI), Dansk Hydraulisk Institut (DHI), Kystinspektoratet (KI) og Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU). I rapporten foreslår de nævnte institutioner, at der i første omgang udføres forskellige lokale delundersøgelser, som løbende afpasses efter den eksisterende viden og det til rådighed værende materiel, hvorefter en eventuel generel havbundsundersøgelse kan gennemføres efter ensartede retningslinier.

Erfaringerne fra landområdet peger på, at man ved en havbundsundersøgelse i første omgang skal forsøge at følge israndsbakker, smeltevandssletter med videre fra land og ud i havet. På figur 2, der viser hovedtrækkene i Danmarks overfladedannelser, er de vigtigste israndslinier indtegnet. Med stiplet linie er i havet angivet rækker af grunde, der tolkes som israndslinier. Som næste trin i undersøgelsen skal man forsøge, i de mellemliggende områder, at registrere tilsvarende aflejringsformer, idet disse kan forekomme isoleret, uden synlig forbindelse til og fortsættelse på landområdet.

Ved alle undersøgelser forsøger man at opbygge en geologisk model af området. Dette gøres enten ved optagning af prøver (for eksempel boreprøver, grabprøver og prøver fra prøvepumpning), eller med seismiske og elektrotekniske registreringer, eller en kombination af disse metoder, hvilket giver de bedste muligheder for den geologiske tolkning.

Det er vigtigt at have så nøjagtige positionsangivelser som muligt. Hertil anvendes enten det etablerede system (Decca) eller der opbygges et lokalt system, hvor positionsbestemmelserne oftest kan gøres med en nøjagtighed på under 10 meter. Positionssystemets sendere udsender signaler, der opbygger et netværk af radiobølger. Når undersøgelsen foregår, sejles i almindelighed efter det netværk, som radiobølgerne opbygger. Dette gælder især, hvis der anvendes skibe uden fuldautomatisk styring. Hertil kommer, at tolkningen af optegnede seismiske diagrammer vil være mindre tidsrøvende, hvis disse optegnes langs rette linier, der samtidig er mere eller mindre paralleltliggende.

Ved optagning af prøver benyttes flere forskellige metoder. Grabben er den hurtigste form for prøveoptagning, men herved optages kun materialer fra den øverste del af havbunden. Prøvepumpning, der udføres med ralpumperfartøj, giver store prøver til vurdering af aflejringens sammensætning, men ingen oplysninger om aflejringernes egentlige lagforhold. Prøver til større eller mindre dybde under havbunden optages med boremateriel af forskellig type. 'Gravity-boret', der ved sin vægt og frie fald gennem vandmasserne trænger ned i havbunden, kan i almindelighed kun op-

Propjern, (der normalt anvendes til udhugning af mørtelfuger)
Kørnere, (der bruges til opmærkning i jern og lignende)
Gennemslagsdorn, (der bruges til arbejder, hvor for eksempel stifter skal slås helt igennem et emne). Denne kan meget nemt omdannes til en fin spidsmejsel ved at blive slebet på en karborundumsten.

Udbuddet af brugbart slagværktøj (hamre, hakker og økser) er ikke særlig stort til vor anvendelse. De bedste typer hamre til grovpræparation er såkaldte stenspaltehamre eller almindelige smedehamre af varierende vægt (fra 250 - 5000 gram). De påmonterede skafter er som regel forkert dimensioneret, og man må ofte sætte andre og længere skafter på, for at få det rette slag. Husk blot, at det skal være skafter af en hård træsort som ask eller valnød (hickory - nordamerikansk valnød). I visse bjergarter er en geologhammer at foretrække. Det er spidshamre, der samtidig har en flad slagflade og ofte fastmonteret i stålskaft. På steder, hvor profiler er overgroet kan man anvende en vejarbejderhakke til at blotlægge disse. Det er et hårdt arbejde, men yderst lønsomt. Økser finder normalt ingen anvendelse ved grovpræparationen, men i bløde bjergarter for eksempel skrivekridt er det simpelthen et stykke universalværktøj.

Ved grovpræparationen slås overflødig sten af med slag væk fra forsteningen. Tilhugningen kan også foretages ved brug af en langskaftet smedehammer og en bredmejsel, der som tidligere nævnt er et specielt stenhuggerværktøj. Mejselen, som fortrinsvis bruges ved deling af kantsten, holdes mod stenen, og man slår med hammeren, så stenen springer det ønskede sted. Eventuelt yderligere tilpasning foretages med en stumpvinklet spidsmejsel. Før grovtilhugning af stenen påbegyndes, må det anbefales at overstryge forsteningen med et lag zaponlak eller anden acetoneopløselig lim. Dette gøres som en sikkerhedsforanstaltning hvis tilhugning af blokken resulterer i brud på forsteningen, hvorved skalstumper springer af. Så har man hold på alle stumperne. Vil man helt eliminere den risiko for brud på forsteningen, der altid vil være til stede, når man slår på en sten, kan man eventuelt også tilskære blokken med en metalsav. Der fås i handelen specialhærdede, carborundumbelagte savklinger til montering i en almindelig nedstryger, og man kan skære i selv hærdet stål og glas. Disse klinger har vist sig at være yderst velegnet til gennemsavning af meget hårde kalkstensbjergarter.

Ved eftersøgning af forsteninger er det nemmest - og måske derfor mest fristende - at afsøge eroderede blokke og lagflader for forsteninger, men desværre er de ofte meget slidte og vejrbidte, hvilket ses af at forsteningernes finere struktur og detaljer er helt eller delvis forsvundet. Indsamling af forsteninger kan også ske ved spaltning af blokke langs lagfladerne. Til dette formål bruges bedst en stor mukkert (5 eller 10 kg) alt afhængig af den enkeltes kræfter. Indsamling af forsteninger på denne må-

de har sine utvivlsomme fordele, da forsteningernes overfladestruktur er mere velbevaret ligesom chancerne for at finde komplette ubeskadigede eksemplarer er gode. Det hænder, at forsteningerne ikke skiller præcis i spalteplanet, men går i flere stykker - stenkerne, aftryk og skalstumper. Sørg for at alle stumperne pakkes forsvarligt ind i medbragt pladevat, crepepapir eller aviser. Alt indsamlet forsteningsmateriale bør vedlægges en etiket med oplysning om lokalitetens navn, alderen på forekomsten, bjergartstypen samt eventuel dato og indsamlerens navn. Kun stykker ledsaget af en etiket med alle relevante oplysninger har videnskabelig værdi.

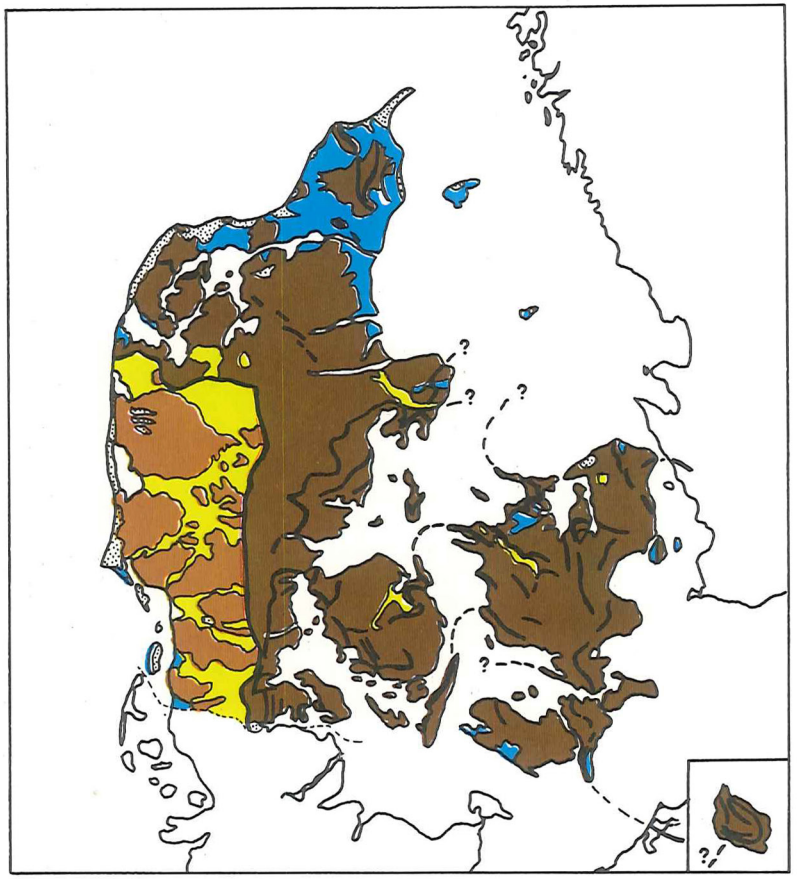
FINPRÆPARATION

Den endelige fripræparering bør foretages hjemme. Arbejdet udføres bedst på et solidt bord ved en god belysning. Et binokulært mikroskop er en simpel nødvendighed ved præparation af små forsteninger, men alternativt kan man klare mange præparationsopgaver ved anvendelse af en luplampe. For at understøtte fossilobjekterne under arbejdet anvendes lærredsposer fyldt med sand eller lignende, for at sikre at disse ligger helt fast. Finpræparering af forsteninger er et præcisionsarbejde, der stiller store krav til den enkelte udøver - ikke mindst tålmodighed. Det er endvidere vigtigt at man skaffer sig den fornødne viden om forsteningernes bygningstræk (morfologi), bevaringsmåder med mere for at kunne bestemme valg af fremgangsmåde, inden man påbegynder præparationen. Start derfor altid med noget dårligt eller mindre godt materiale, for herigennem at få kendskab til den rette teknik inden man går i gang med de sjældnere eksemplarer.

Til finpræparationen kan anvendes forskellige gravør- og dentalværktøj, bestående af små skrabere, skalpeller, radernåle med mere. De er relativt dyre i anskaffelse, men er man fiks på fingrene kan man lave en del af sit præparationsværktøj selv. Nåle (eventuelt synåle) indfældet i et træ- eller metalskaft (akkurat som en blyant) tjener som udmærket erstatning for dyre radernåle. Regelmæssig slibning af såvel nåle som skrabere er vigtigt for at opnå et godt resultat. Man kan efterslibe sit værktøj på en finkornet Arkansas-slibesten. Stenen vædes med vand eller petroleum. Vigtigst af alt er, at nålen er absolut spids. Man prøver på tommelfingerneglen, og hvis den straks bider sig fast, er spidsen i orden.

Præparationsnåle og skrabere anvendes blandt andet ved præparation af eksemplarer, hvor forsteningens skeletdele hænger ubrydelig sammen med bjergartsmassen, og derfor må skrabes rent. Gøres eksemplaret vådt kan præparationen ofte lettes noget navnlig hvis der er farvekontrast mellem forstening og bjergartsmasse. Ved frilægningen skal vinklen mellem præparationsnålen/skraberen og eksemplaret altid være så spids som muligt (figur 3) for at undgå at stikke ned i eksemplaret. I forbindelse med

DET KVARTÆRE LANDSKAB



Bakkeøer
Landskaber fra sidste istid
Hedesletter og flodsletter
Israndslinier på land og på havbunden
Havbund fra Senglacialtid og Stenalder
Klitter og andre flyvesandslandskaber

FORENKLET OG MODIFICERET EFTER S. HANSEN & K. MILTHERS 1954
DGU 1977

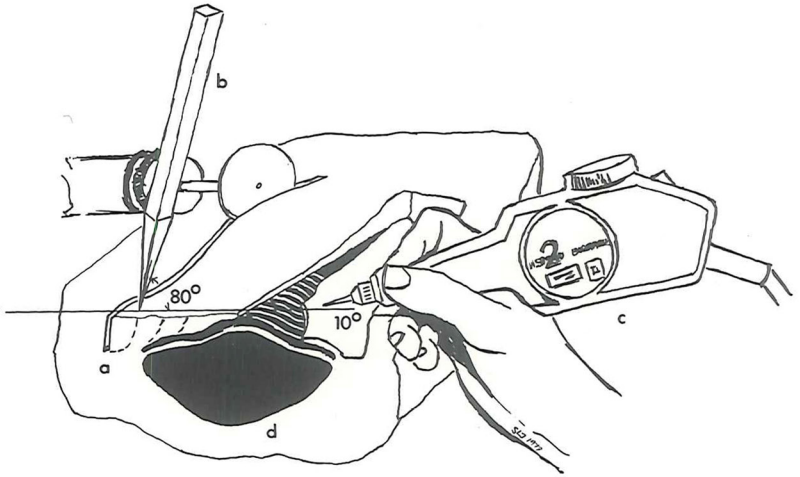
HAVBUNDENS GEOLOGI

Ud fra den nuværende viden om havbundens opbygning kan råstofmulighederne i de danske farvandsområder vurderes således, at de bedste forekomster findes som strandvolde, israndslinier - det vil sige rækker af markante bakker, som er dannet af den levende is, med indlejrede og pålejrede smeltevandsdannelser, samt som smeltevandsdannelser (hedesletter) i tilknytning til israndslinierne. Hertil kommer endvidere de yngre aflejringer af sand og grus, der af havstrømme tilføres og aflejres som et dække henover de ældre aflejringer. Egentlige geologiske undersøgelser over havbundens opbygning har først fundet sted i de senere år, og den hjælp man kan få, blandt andet fra ral- og sandsugervirksomhederne og fra stenfiskerne, er ikke tilstrækkelig til at få et overblik over ressourcerne. Skal man have mulighed for at udpege nye forekomster, må man tage geologien til hjælp og indsamle oplysninger ved specielle undersøgelser, og derefter søge at skabe geologiske modeller for de forskellige danske farvandsområder. Ud fra kendskabet til den geologiske udformning af landoverfladen i Danmark og dets nabolande er der en mulighed for at give en vurdering af forholdene på søterritoriet og sokkelområdet. En sådan vurdering må støttes med den viden, som andre faggrene har indsamlet, dels den egentlige kortlægning udført af Farvandsdirektoratet (Søkortarkivet), dels biologiske undersøgelser af havbundens dyreliv, hvori en gennemgang af bundforholdene indgår. Der kan også hentes geologiske oplysninger fra fiskerikort, som for Nordsøens vedkommende viser udbredelsen af forskellige typer af bundaflejringer. Endvidere foreligger geologiske oplysninger om bundforholdene i områder, hvor der er udført forundersøgelser, for eksempel i forbindelse med bro-projekter, i kystnære områder, for eksempel i forbindelse med havneudvidelser, samt i de dele af Nordsøen, hvor der er foretaget boringer i forbindelse med olieeftersøgning, eller forundersøgelser i forbindelse med bygning af rørsystemer til naturgas.

Endelig kan det nævnes, at vore nabolande har udført og stadig udfører en del geologiske havbundsundersøgelser, som strækker sig ind i danske farvande. I de senere år har disse undersøgelser fået et mere råstofgeologisk sigte. Man må dog erkende, at de undersøgte områder er af ringe udstrækning i forhold til det samlede danske havområde, og at det kun er få oplysninger, der er til rådighed til vurdering af de geologiske forhold.

HAVBUNDSKORTLÆGNINGEN

Miljøministeren skal, ifølge § 4 i råstofloven af 1977, forestå en kortlægning af forekomsterne på havbunden og i dennes undergrund efter deres art, mængde og beliggenhed. Ifølge bemærkningerne til lovforslaget vil denne kortlægning blive gennemført med udgangspunkt i de overvejel-



Figur 3. Viser frilægningen af en delvis indkapslet trilobit. a = en rende saves i en afstand af cirka 10 mm fra forsteningen. b = viser hældningsvinklen ved grovpræparation af forsteningen. c = finpræparation med gravørmaskine eller radernåle. d = delvis frilagt forstening.

frilægningen er det vigtigt at understrege, at frilagte skeletdele konsolideres med zaponlak (opløselig i acetone) efterhånden som de frilægges, da skalsubstansen på nogle forsteninger kan være meget skøre og porøse - det gælder især skifereksemplarer.

Af andre værktøjstyper til præparering af forsteninger kan for eksempel anvendes visse former for elektroværktøj, der navnligt anvendes af tandlæger og gravører. Sådanne apparater består af en elektromotor forsynet med en fleksibel aksel i hvis ende forskellige håndstykker til nåle og fræsere påmonteres. Tilsvarende aksler kan fås til de almindelige hobbymaskiner. På markedet findes gravørmaskiner til hobbybrug, for eksempel en såkaldt Burgess Powerline Electric Engraver. Den består af en lille indbygget motor til at holde i hånden og leveres med specialudstyr i form af knive, gravørnåle og minimejsler (se figur 3). Apparatet arbejder efter vibrationsprincippet, hvilket vil sige, at den monterede nål bringes til at bevæge sig frem og tilbage meget hurtigt - op til 100 anslag pr. sekund. Ved præparation af mere ømfindtlige forsteninger kan den medfølgende gravørnål ikke anvendes. Den er for grov i brug. Skal man derfor have fuld udnyttelse af apparatet må man selv fremstille sit eget tilbehør. Brugen af elektroværktøj ved præparation af forsteninger anvendes især ved eksemplarer, hvor bjergartsmassen og forsteningen skiller nemt ved deres kontaktflader.

første danske jernmeteorit !

af Poul Graff-Petersen

I foråret 1977 fandt gårdejer Niels Erik Knudsen på en mark i Vestsjælland en jern-meteorit, som blev overgivet til Geologisk Museum. Efter international sædvane har den fået navn efter findestedet, Jerslev. Den vejede 40 kg, var 30 cm lang og 20 cm tyk.

'Jerslev' havde ligget i morænen i en dybde mellem 30 og 80 cm, og den kom frem, da der med maskine blev gravet en 20 cm bred kabelrende. Havde kablet fået en lidt anden placering, eller havde gårdejer Knudsen ikke været klar over, at en sådan 'sten' ikke skulle bruges som opfyldning sammen med andre opsamlede marksten, ville vi stadig ikke have haft en dansk jern-meteorit.

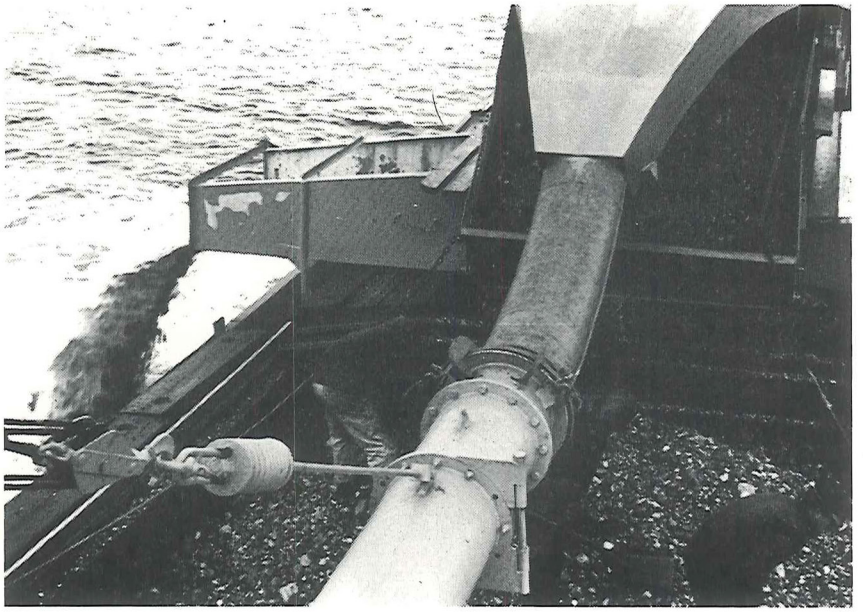
Det er ikke almindeligt at finde jern-meteoriter. Verden over er der kun fundet godt 500 (og yderligere omkring 30 jern-meteoriter er opsamlet efter observerede fald). Der er for eksempel endnu ikke fundet en meteorit på de Britiske Øer (men godt 20 er opsamlet efter fald), selv om den engelske dr. Keith Hindley formoder, at der på de 315.000 kvadratkilometer i de øvre lag skal ligge mindst 2 millioner meteoriter, faldet gennem tusinder af år. Af de 2 millioner skal mindst 100.000 være jernmeteoriter. De øvrige er sten-meteoriter, som forvitrer så hurtigt, at de ikke umiddelbart erkendes som meteoriter af menigmand. Hvor mange venter endnu på at blive fundet i Danmark ?

Meteoritens overflade var korroderet, og den var dækket af et flere centimeter tykt lag af rust-sammenkittet moræne. Det er derfor sikkert, at 'Jerslev' har ligget meget længe i morænen, men det har endnu ikke været muligt at afgøre, om den er kommet til stedet som en moræneblok, eller om den er faldet på stedet.

Hvor 'Jerslev' er befriet for den fastrustne moræneskorpe, kommer den for jern-meteoriter karakteristiske, grubede overfladeform frem. Den ses tydeligt i højre side på øverste billede. Fordybningerne kaldes regmaglypter, og de dannes, når meteoriten med stor hastighed bevæger sig gennem atmosfærens ydre del, hvorved de turbulente luftstrømme ved overlydshastigheder får en stor erosionskraft.

'Jerslev' er skåret igennem på tværs, og den fremkomne flade er poleret og ætset, hvorved meteoritens grovkornede struktur klart fremtræder (nederste billede). Alle kornene består af nikkeljern, og efter ætsningen af den metalblanke overflade får de enkelte korn forskellig lysrefleksion. 'Jerslev's struktur tyder på, at den hører til den klasse af meteoriter, der benævnes 'groveste octaedrit', og som blot omfatter cirka 20 af de omkring 550 kendte jern-meteoriter.

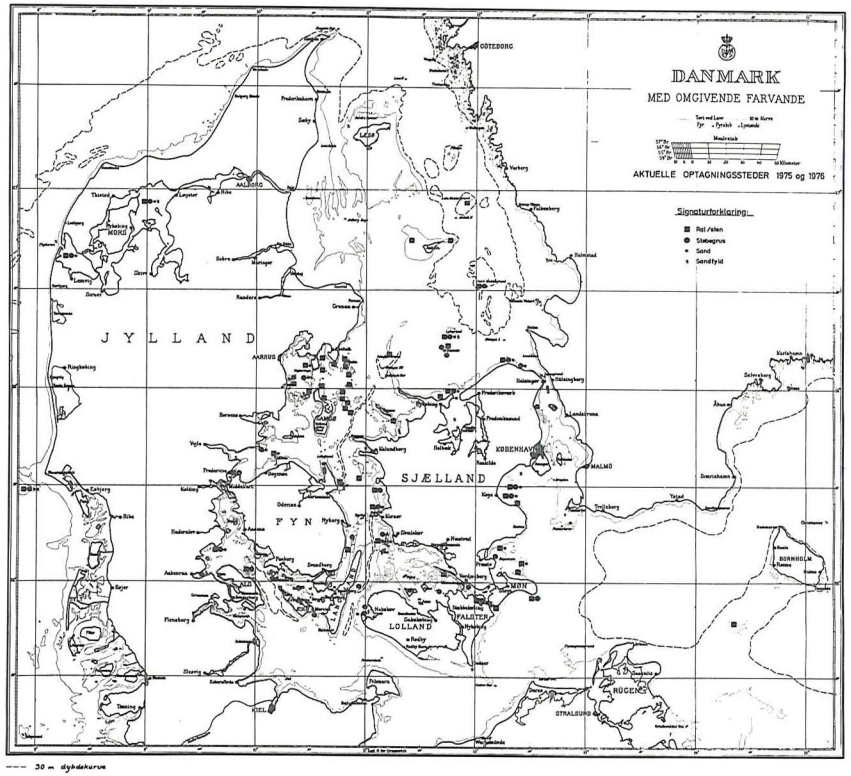
Når undersøgelserne af 'Jerslev' er afsluttede, vil resultaterne blive omtalt i Varv. 'Jerslev' er udstillet på Geologisk Museum sammen med museets øvrige meteoriter.



Sorteringsanlæg på ralsugerfartøj. Sten og grus sorteres fra og går direkte i lasten. Det finkornede materiale skylles over bord.

sugepladser, har firmaerne næppe overblik over. Man fortsætter med at udnytte en forekomst, indtil det ikke længere er rentabelt at udnytte den. En sugeplads, hvor der for eksempel tidligere har været indvundet grovere materialer, kan eventuelt senere udnyttes til indvinding af mere finkornede materialer. Oftest sker en sortering på optagningsstedet, idet det er yderst sjældent, at der er brug for materialerne i netop det kornstørrelsesforhold, hvori de ligger på havbunden. Frasorteringen foretages dels på grund af lagerproblemer, idet der er snævre grænser for, hvormeget man kan have liggende på landingspladserne, og dels ud fra afsætnings-problemer. Der er således bedst afsætning for de grovkornede materialer, idet de mere finkornede fortrinsvis leveres fra grave på land og til en billigere pris.

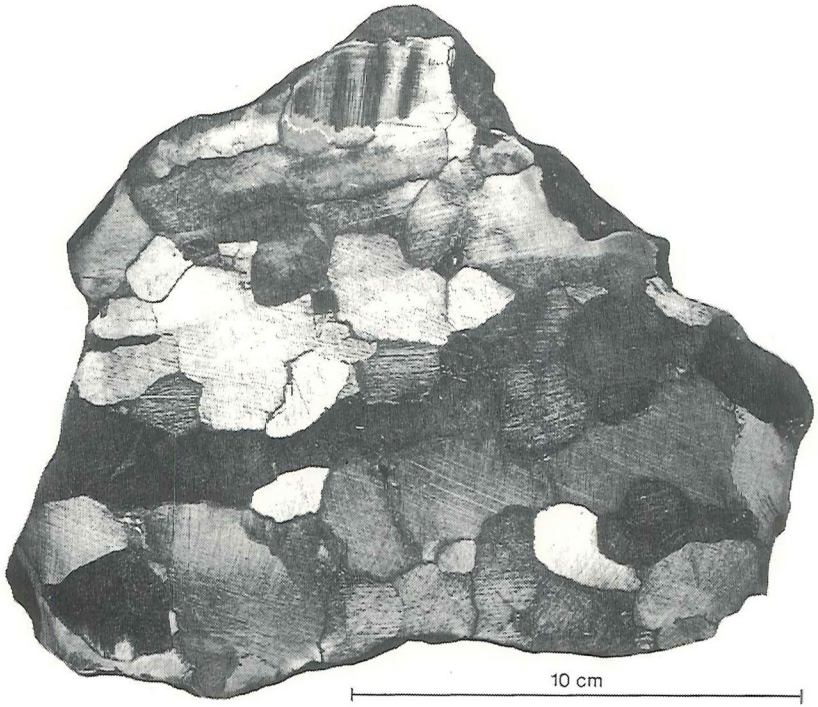
Ved at frasortere finkornet materiale til søs istedet for på landingsstedet, undgås opfyldning af havne med finsand og lerpartikler, og samtidig bevares muligheden for, at fartøjet kan vende tilbage til lokaliteten for at optage de tidligere frasorterede materialer.



Figur 1. Aktuelle optagningssteder i 1975 og 1976 med angivelse af de forskellige typer af sømaterialer.

Det er sandsynligst, at udnyttelsen tidligere især har omfattet strandvoldssystemerne, da disse findes direkte på havbundens overflade, og derfor har været lettest tilgængelige. Men optagningsstedernes geografiske placering, sammenholdt med den geologiske vurdering, tyder i høj grad på, at udnyttelsen nu også sker fra smeltevandsaflejringer, der findes i tilknytning til israndslinier. Desuden udnyttes fortsat de yngre dæklag, der afsættes af strøm og bølger.

De enkelte sugepladser er ofte af meget begrænset geografisk udstrækning - i almindelighed kun nogle få hundrede meter på hver led. Den præcise beliggenhed og den nærmere sammensætning af materialerne betragtes af den enkelte virksomhed som en forretningshemmelighed og som et moment i konkurrencen. Hvor store ressourcer der ligger på de enkelte



HAVBUNDENS RÅSTOFFER skal også kortlægges

af Erik Heller

I Varv 1977 nr. 2 blev der i artiklen "Danmarks råstoffer skal nu kortlægges" gjort rede for, hvorledes en kortlægning af de naturgivne råstoffer på landjorden kunne udføres. Denne kortlægning omfatter imidlertid kun en del af Danmarks råstofressourcer. Herudover er en kortlægning af havbundens råstoffer nødvendig for at skabe det totale billede af omfanget og beliggenheden af vore råstoffer. Herved bliver det muligt at foretage en samfundsmæssig styring af råstofudvindingen og formindske risikoen for, at vigtige råstoffer slipper op eller bliver gjort uudnyttelige på grund af samfundsudviklingen.

En sådan styring er blevet politisk mulig ved vedtagelsen af den nye råstoflov af 1977, som indeholder bestemmelser vedrørende råstofkortlægning, råstofplanlægning og materialeanvendelse.

DEN NYE RÅSTOFLOV

Råstofloven af 1977 giver, sammen med blandt andet regionsplanloven af 1972, vandforsyningsloven og miljøloven, mulighed for at styre udnyttelsen af geologiske råstoffer. Samtidig kan man i langt højere grad end før inddrage forsyningssynspunktet i afvejningen af de samfundsmæssige hensyn og at regulere udnyttelsen af de resterende ressourcer på den mest hensigtsmæssige og økonomiske måde for samfundet.

Den nye lov adskiller sig således på flere væsentlige punkter fra loven af 1972, der kun indeholdt en vag bestemmelse om råstofundersøgelser, men ingen egentlige planlægningsbestemmelser. Den tidligere lov viste dog, især i formålsbestemmelserne, at samlede planlægningsmæssige overvejelser skulle lægges til grund for dens administration.

Råstofloven af 1977, der blev vedtaget den 8. juni 1977, træder i kraft 1. juli 1978. Undtaget herfra er dog § 4, der allerede trådte i kraft 1. juli 1977. Af § 4 fremgår, at amtsrådene/hovedstadsrådet skal forestå en kortlægning af råstofforekomsterne i jorden, og at miljøministeren skal forestå en kortlægning af råstofforekomsterne på havbunden og i dennes undergrund efter deres art, mængde og beliggenhed.

PRODUKTION OG RESSOURCER

I 1976 blev der fra landområdet produceret cirka 23 mill. kubikmeter sten, grus og sand. Mindre kendt er, at der i samme tidsramme blev hentet cirka 4½ mill. kubikmeter op fra havbunden. Denne ret betydelige produktion af råstoffer fra havbunden, de såkaldte sø-materialer, indgår i mange af de anlæg, bygninger og produkter vi i det daglige anvender. Ved fremstilling af emballageglas - ølflasker, medicinflasker og -glas med mere - medgår der sand, som er hentet fra bunden af Øresund. En stor del af betonelementerne i bolig- og erhvervsbyggeri er fabrikeret af blandt andet sten og grus fra havbunden og en række opfyldningsarbejder og havnemolebyggerier udføres med materialer fra havområdet.

Eksempelvis kan nævnes, at der i forbindelse med Køge Bugt Strandparkprojektet, der er under udførelse, skal tilføres 1,6 - 2,5 mill. kubikmeter sand, der optages i den nordlige del af Køge Bugt. Ved bygningen af Storebæltsbroen må der regnes med et forbrug på cirka 9 mill. kubikmeter fyldsand og cirka 1 mill. kubikmeter betonstøbematerialer, og til anlæg af det fremskudte dige i Vadehavet ud for Tønder-marsken regner man med, at der vil medgå cirka 4,5 mill. kubikmeter sand, samt cirka 4 - 5 mill. kubikmeter til forstærkning af Ribe-diget. Ved realisering af planerne om storlufthavnen på Saltholm, vil der alene ved første etape af inddæmningsarbejdet medgå cirka 10 mill. kubikmeter sand, og ved den senere udbygning yderligere cirka 5 mill. kubikmeter.

I de kommende år må man derfor forvente en stigende efterspørgsel efter betonstøbematerialer og fyldsand fra havbunden, og efterspørgslen vil endvidere være påvirket af, om man samtidig kan finde landmaterialer af tilfredsstillende kvalitet. Det er i høj grad nødvendigt, at en stor del af det fremtidige behov for råstoffer dækkes af sømaterialer, og at der er økonomisk incitament og produktionskapacitet til at hente de pågældende materialer op. På længere sigt vil fordelingen mellem sø- og landmaterialer blive omfattet af den forsyningsplanlægning, der er gjort mulig med vedtagelsen af den nye råstoflov.

Der er stor usikkerhed om omfanget og beliggenheden af råstofressourcerne på havbunden. Gennem mange år har man i visse kredse udtalt frygt for, at der kun var grus- og stenforekomster til et mindre antal år endnu, mens andre har ment, at mulighederne for fortsat at finde nye forekomster er gode.

Størstedelen af den viden man har i dag, stammer fra ral- og sandsugervirksomhederne, som gennem årtier har søgt og fundet udnyttelige forekomster af råstoffer på havbunden.

OPTAGNINGSSTEDER

På figur 1 er angivet nogle af de optagningssteder ral- og sandsugererhvervet har benyttet i 1975 og 76. Kortet er fremstillet i samarbejde med erhvervet og på grundlag af oplysninger, der tilgår Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) gennem virksomhedernes indberetningsskemaer vedrørende materialeart og produktionsmængde. På indeværende tidspunkt er det ikke muligt, ud fra registreringen af optagningssteder, at angive hvor stor en del af optagningen, der falder på de enkelte aflejringstyper.