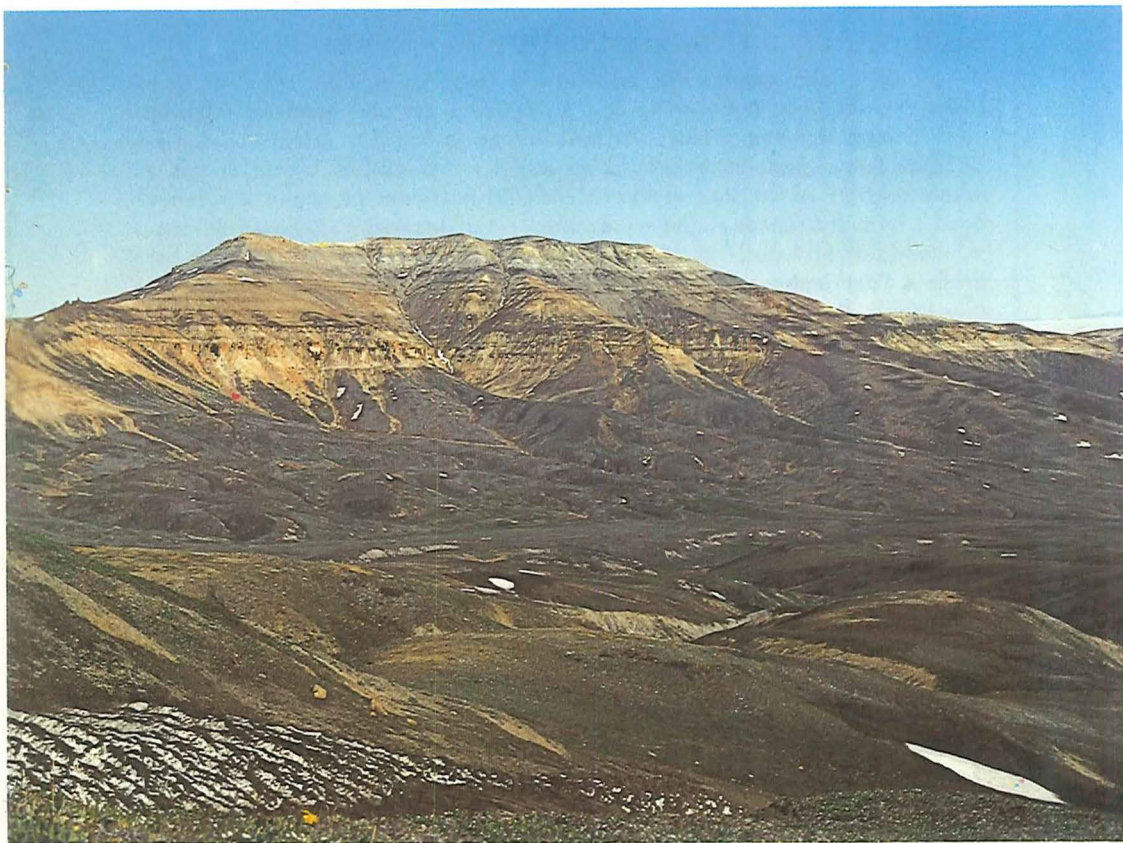


VARV

NR. 3 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1976



ER DER OLIE I GRØNLAND ? DET SKAL BLIVE SPÆNDENDE AT FØLGE DE KOMMENDE ÅRS UNDERSØGELSER. DE GEOLOGISKE STRUKTURER ANTYDER MULIGHEDER I TRE STØRRE AFLEJRINGSBASSINER: PEARY LAND BASSINET, CENTRALE ØSTGRØNLANDSKE BASSIN OG DISKO BASSINET I VESTGRØNLAND. I ALLE DE NÆVNTE OMRÅDER FINDES POTENTIELLE OLIEMODERBJERGARTER OG RESERVOIRBJERGARTER. BILLEDET HEROVER (TOVE BIRKELUND FOT.) VISER HARTZ FJELD I MILNE LAND I ØSTGRØNLAND. EN TILSVARENDE LAGSERIE AF SANDSTEN OG SKIFRE MÅ I STORE MÆGTIGHEDER FINDES PÅ SHELFEN UD FOR ØSTGRØNLAND, OG HER KAN OLIE ELLER GAS FOREKOMME. HOVEDARTIKLEN I DETTE NUMMER DISKUTERER GRØNLANDS OLIEMULIGHEDER, DE TEKNISKE VANSKELIGHEDER OG KONCESSIONSFORHOLD.

15. august 1976.



Dette nummer er lavet tidligt i juni, og i skrivende stund er "Den lille Geotekniker" ikke så langt fremme - forhåbentlig foreligger den færdig midt i efteråret og til en rimelig pris. De læsere, som brænder efter selv at analysere sand- og grusaflejringer, kan ringe eller skrive til os hen i oktober.

FAKSE GEOLOGISKE OG KULTURHISTORISKE MUSEUM

Den lokal-geologiske udstilling i Fakse er nu igen tilgængelig. I å jour ført form har den fået husly i en bygning nær det berømte kalkbrud.

Med plancher, fotos, forsteneringer og kalkprøver orienterer den om de spændende geologiske forhold på stedet. I et særligt lokale er der en rekonstruktion af et stort stykke af den 60 millioner år gamle koral-havbund, hvis forstenede udgave ses ude i kalkbruddet. Rekonstruktionens vrirlende dyreliv ses i det samme blå tusmørke som det, der dengang herskede i "det undersøiske Fakse". Lysforholdene lader rekonstruktionen repræsentere et havbunds-afsnit på ikke mindre end 2500 kvm.

Kalkbruddets historie og brydningsforholdene bliver også illustreret.

Adressen: Torvegade 29

Parkering: Museet ligger i en hjørne-ejendom, og der er gode parkeringsmuligheder i sidegaden, Nygade.

Åbningstider: Der er åbent kl. 13-15 hver søndag og ellers efter henvendelse til Carl Nielsen, Egedevej 1 (lidt nord for museet), 4640 Fakse, tlf. 03 - 71 4479.

Udstillingen er lavet med hjælp fra Geologisk Museum i København (tidligere Mineralogisk Museum).

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K. tlf. 01 - 135001.

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Mona Hansen, Erling Bondesen, Finn Surlyk.

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 25.00 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 20 kr, Røsnæs 20 kr) og samlekasetter (til 6 årgange 10 kr) fås ved at indsende beløbet på postgiro 9068880.

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

© 1976 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.

Oliemulighederne i Grønland ?

S.G.Pearson & R.H.Carlyle (Gulf Oil Canada Ltd.)

I april 1975 blev de første koncessioner til olie- og gasefterforskning ud for Grønlands vestkyst givet af folketinget til 6 grupper repræsenterende 20 firmaer. Interessen afspejler, at den geologiske udvikling af Grønland antyder muligheder for dannelse og ansamling af olie og gas - disse muligheder og nogle af de teknologiske problemer er emnet for denne artikel.

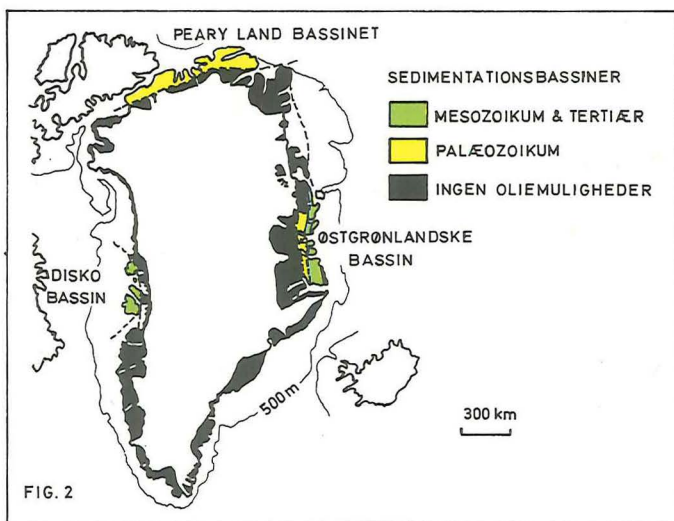
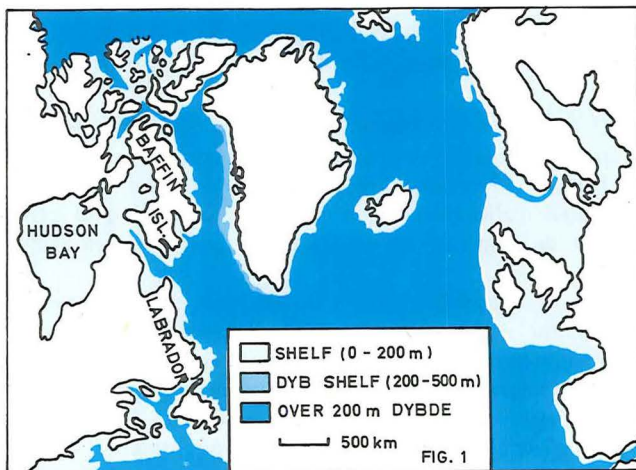
I figur 1 er vanddybderne fra 0-200 meter angivet med lysblå farve. I visse områder - for eksempel dele af Nordsøen og Grand Banks ud for Newfoundland afgrænses shelfen af 200 meter dybdekurven. Det samme gælder ikke for Vestgrønland, hvor den komplicerede shelfrand stedvis når ned under 500 meter kurven (mærket med mellembå farve i figur 1).

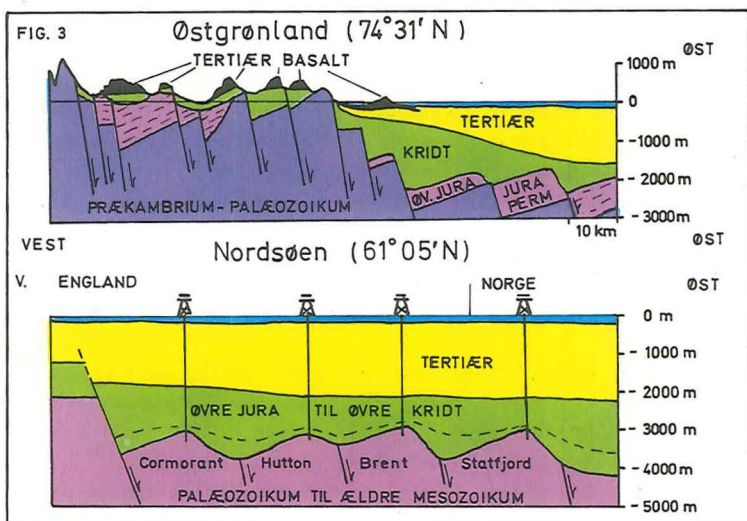
Figur 2 giver et forenklet billede af geologien i Grønland. Indlandsisen dækker i op til 3000 meters tykkelse cirka 84 % af overfladen. Vulkanske bjergarter og andre bjergarter uden interesse for olieefterforskningen er angivet med sort. Områder med bjergarter fra intervallet Kambrium - Perm (Palæozoikum) er vist med gul farve, mens bjergarter afsat inden for Trias - Tertiær (Mesozoikum - Kænozoikum) er vist med grøn.

De tre vigtigste aflejningsområder i Grønland er Peary Land Bassinet langs nordkysten, Centrale Østgrønlandske Bassin strækkende sig fra Scoresbysund til 76° nordlig bredde, og endelig Disko Bassinet centralt i Vestgrønland.

Den del af Peary Land Bassinet, som ses på land, er cirka 900 km langt og 125 km bredt og udfyldt af Palæozoiske sedimenter. Bassinet har en strukturel fortsættelse mod vest gennem det arktiske Canada, hvor betydelige lagtykkelser er konstateret ved boreriger - som dog i det nærliggende Ellesmere Island ikke har givet hverken olie eller gas. Der er dog stadig muligheder i Peary Land Bassinet, hvor sorte skifre fra Ordovicium og Silur er potentielle moderbjergarter, og hvor revkalksten fra samme tid eventuelt kunne optræde som reservoirstejgarter. Den afsides beliggenhed og vanskelige besejlingsforhold bevirker, at de øvrige bassiner i øjeblikket har større interesse.

Det cirka 1000 km lange og maksimalt 100 km brede Østgrønlandske Bassin, afgrænset af forkastninger, er hovedsagelig udfyldt af sedimentter fra Mesozoikum samt Kvartertiden. Dette område, inklusive den tilstødende shelf som formentlig også fremviser sedimentter fra Tertiær, antages tidligere at have været i forbindelse med den nordlige del af Nordsøen.





Tværsnit gennem centrale Østgrønland og Nordsøen - figur 3 - viser en slående lighed både med hensyn til sedimenternes alder og type samt forkastningsmønster inden den endelige opfyldning af bassinerne. Snittet gennem Grønland rækker helt ud på shelfen, mens snittet gennem den nordlige Nordsø rækker fra Cormorant feltet i den Britiske sektor til Statfjord feltet i den norske sektor.

SPREDNINGEN GRØNLAND-LABRADOR FRA ØVRE KRIDT TIL ÆLDRE TERTIÆR

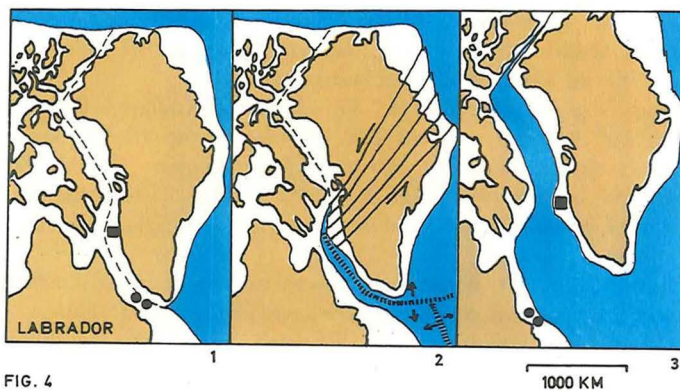
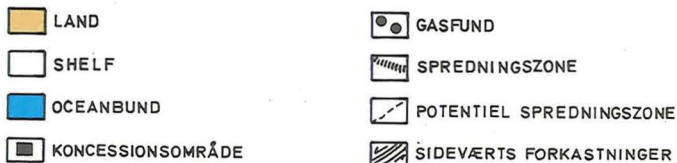


FIG. 4



I Østgrønland kendes fra Juratid tykke sandsten med gode reservoir-egenskaber (stor porøsitet), og dette taget sammen med blokforkastningsmøn-stret på land antyder olie/gasmuligheder ude på shelfen, hvor de samme sedimenttyper formodes at forekomme i endnu større lagtykkelser, og hvor blokmønstreet kunne danne passende olie/gasfælder. Bemærk her de formo-dede kileformede dæklag af Tertiær alder - disse, formentlig overvejende lerede lag, kunne "forsegle" såvel flydende som luftformige kulbrinter i de underlejrende lag fra Mesozoikum.

Den tætte pakis ud for Østgrønland gør imidlertid en nærmere ud-forskning af shelfen både vanskelig og bekostelig. Centrale Østgrønland kan kun besejles i knapt 3 måneder om året - enkelte år har besejling været umulig.

Tilbage bliver Disko Bassinet, som i særlig grad er i selskabernes søgelys. Inden området i Vestgrønland omtales nærmere vil det være på sin plads at omtale relationerne mellem shelfen ud for Vestgrønland og den ud for Labrador og Baffin Island på Den canadiske side.

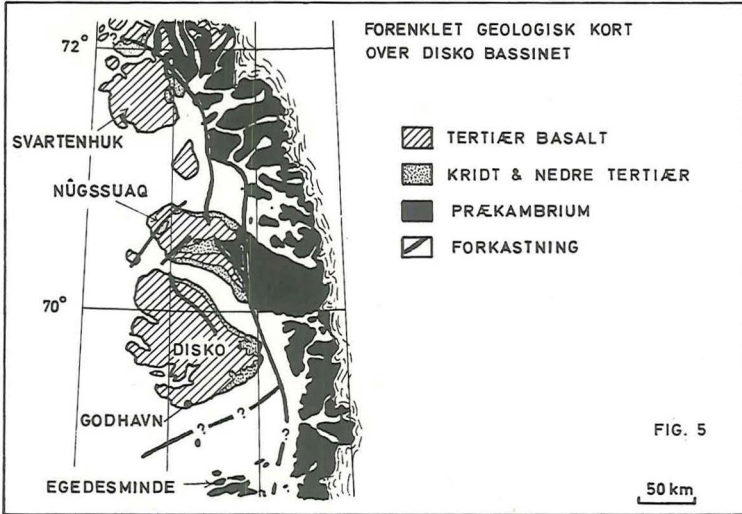
Det er generelt accepteret, at Nordamerika og Europa tidligere har hængt sammen, for gennem yngste Mesozoikum og Tertiær at være drevet fra hverandre, idet der samtidig dannedes ny oceanbundsjordskorpe uden om den midtatlantiske ryg. Den storstiledede kontinentdrift er dog ikke foregået uden interne rivninger, og figur 4 viser dannelsen af en begyndende spredningszone mellem Canada og Grønland. Denne interne spredning startede i slutningen af Kridt og varede til ind i ældre Tertiær.

Hvis forløbet har været som skitseret i figur 4 må der i shelfområ-det på begge sider være mange lighedspunkter - både med hensyn til se-dimenttyper og senere strukturelle forstyrrelser, idet man på begge sider af Labradorhavet finder en serie kippede forkastningsblokke som resultat af den begyndende spredning. Ud for Labrador er fundet gas i to borer, "Bjarni" og "Gudrid", se figur 4, og det berettiger til en vis optimisme med hensyn til de vestgrønlandske muligheder.

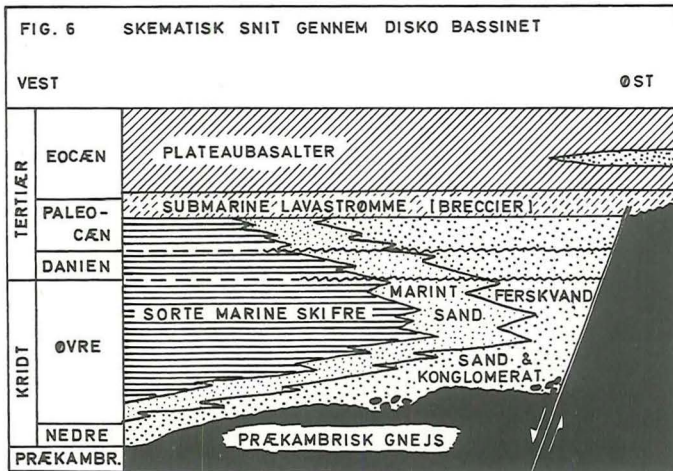
Figur 5 giver et forenklet billede af geologien i Disko Bassinet. "Landdelen" af bassinet er godt 350 km lang og op til 150 km bred, og er, som det fremgår mod øst afgrænset af forkastninger. De blottede sedi-menter på land stammer fra Kridt og ældre Tertiær. Disse sedimenter er i størstedelen af området dækket af kilometertykke lavalag fra Tertiær (vist med skræstreges i figur 5).

Figur 6 viser et skematisk øst-vest snit gennem Disko Bassinet og giver samtidig et indtryk af de skiftende miljøer gennem tiden.

Grovkornede konglomerater, sandsten og lerskifre fra Nedre Kridt hviler direkte på den forvitrede Prækambriske granit/gnejsoverflade. Efter-hånden trængte havet længere ind over Vestgrønland, og prøver man at følge en af de horisontale tidslinier fra vest mod øst ses, at man kommer fra marine skifre (vandrette streger) afsat på dybt vand til marine sandsten



(fine prikker) fra lavere dybder, og videre ind i deltadannelser eller rent kontinentale aflejringer (grove prikker), med planteforsteninger. Figur 6 antyder, at havet i Paleocæn (ældre Tertiær) atter trak sig tilbage i vestlig retning, hvorefter hele området dækkedes af basaltiske lavaer - de første lavastrømme var iøvrigt submarine.

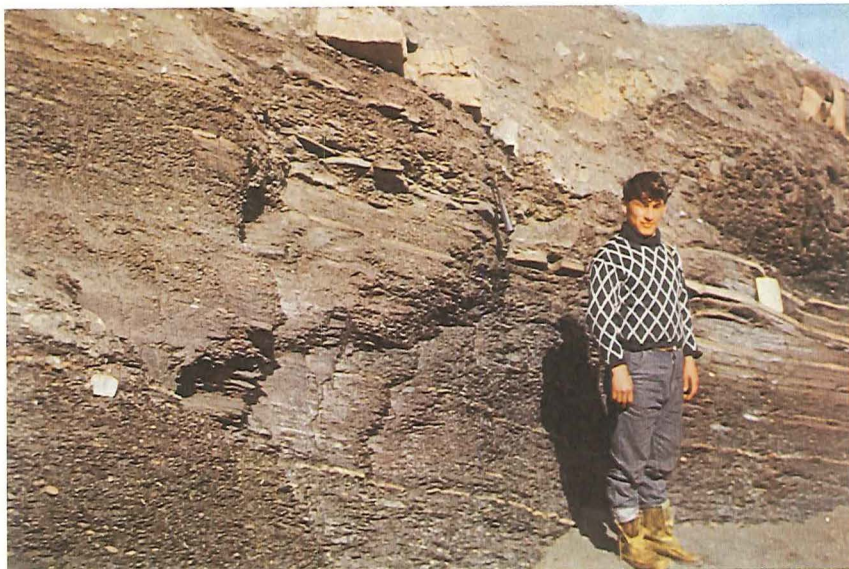




Figur 7. Sandsten med kullag fra Nedre Kridt. Nūgssuaq halvøen.



Figur 8. Sandsten og lerskifer fra Kridt/Tertiær, gennemskåret af basaltiske gange (diabasgange). Nūgssuaq halvøen.



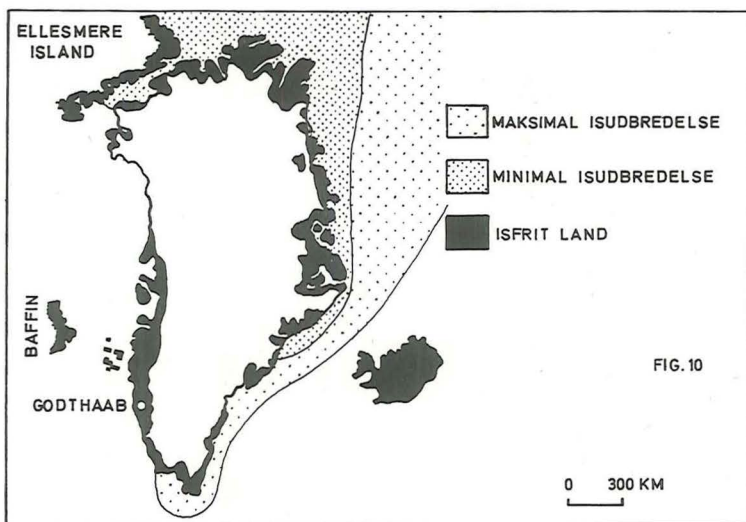
Figur 9. Marin sort lerskifer (potentiel moderbjergart) fra Øvre Kridt. Nûgssuaq halvøen.

Det antages, at sedimenterne i bassinets østlige del er omkring 3500 meter tykke, og at tykkelsen stiger kraftigt mod vest. Det er vigtigt, at bassinet således rummer såvel potentielle moderbjergarter (sorte marine skifre) og forskellige sandsten, der kunne fungere som reservoirsten.

På grundlag af den nuværende, begrænsede viden synes Kridt-Tertiær lagserien at være lovende - men også i forbindelse med Disko Bassinet må man tage stilling til flere tekniske problemer.

Ved sammenligning med modstykket i Labrador shelfen på den anden side af Davis Strædet synes problemerne i såvel den indledende prospekteringsfase som senere udvikling af eventuelle olie/gasfelter dog overkommelige, og der er støtte i veletablerede bysamfund, lufthavne samt havne, der er isfri året rundt.

Figur 10 viser den årlige maksimum og minimum udbredelse af paksisen og med sorte felter er angivet de øjeblikkelige koncessionsområder, der er koncentreret i randen af den isfri shelf. Isproblemerne i Nordgrønland og Østgrønland forekommer uovervindelige med den nuværende teknologi.

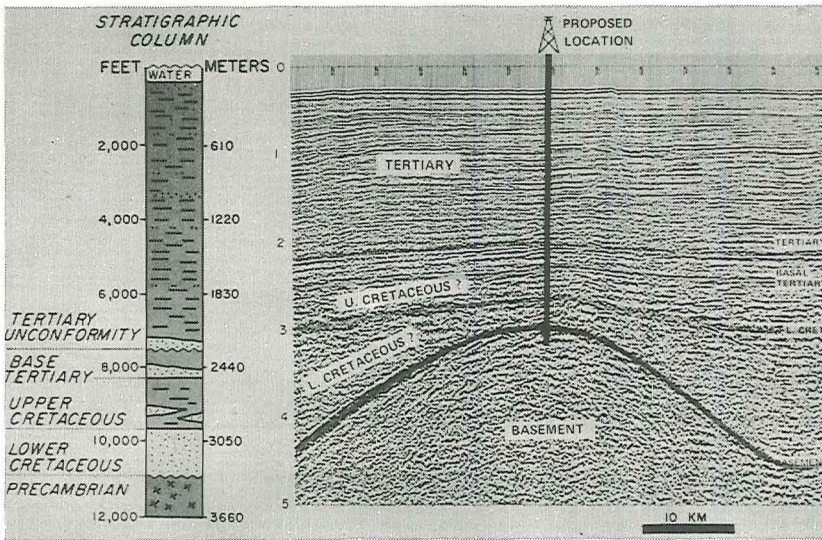


Vor direkte viden om Disko Bassinet er begrænset til - indtil boringer er foretaget - hvad man kan se på land - forholdene i de dybereliggende dele af bassinet kan man imidlertid få indtryk af gennem seismiske undersøgelser. Figur 12 viser et skematisk seismisk profil over den vestgrønlandske shelf - flere detaljer er vist i delprofilerne i figurerne 13 til 17, og placeringen af delprofilerne er markeret i figur 12.

I disse profiler er det Prækambriske grundfjeld angivet med violet. De overliggende sedimenter menes hovedsagelig at stamme fra Kridt og Tertiær, og den røde linie i figurerne angiver den omtrentlige placering af grænsen mellem disse to perioder. Profilet i figur 12 er godt 150 km langt og når fra den vestgrønlandske kyst ud til et punkt mellem Grønland og det sydøstlige Baffin Land. Den vertikale skala i figurerens højre side viser den tid i sekunder, som det tager en seismisk chokbølge at nå fra overfladen ned til en reflekterende horisont og tilbage igen.

De gule og grønne linier i profilerne, figur 13 til 17 angiver reflekterende laggrænser og dermed også lagenes hældning. Ved sammenligning af figur 12 med figur 13 til 17 må man lige bemærke forskellen i højdeoverdrivelse (4.1 : 1 mod 1.8 : 1).

Shelfrandens grænse ved 500 meter dybdekurven er markeret i figur 12 og 16, og lagenes tiltagen i tykkelse bort fra kysten er iøjnefaldende - fra godt 2400 meter til 6000 meter. Blokforkastningsmønstret ses tydeligt i delprofil 4 og 5 (figur 16 og 17).



Figur 11. Strukturmodel for den vestgrønlandske shelf.

Figur 11 er et eksempel på den struktur-type, som er udviklet langs dele af den vestgrønlandske shelf. Bjergartssøjlen til venstre giver alder, type og tykkelse af de sedimenter, der kan forventes over kammen af den rygformede struktur - denne model må dog bekræftes gennem kommende borer.

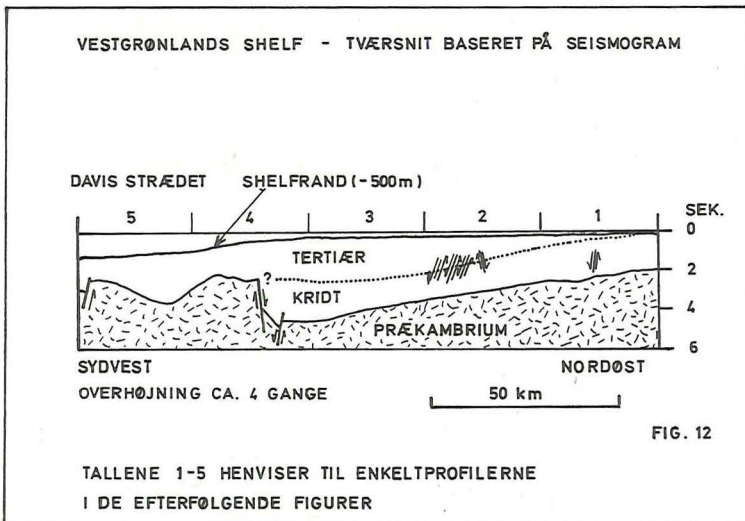
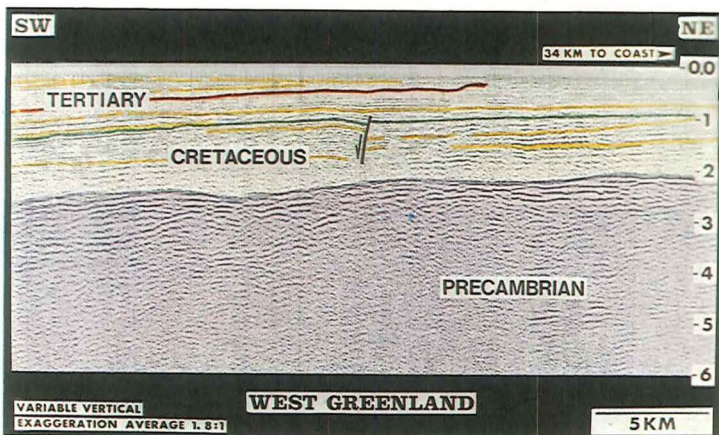
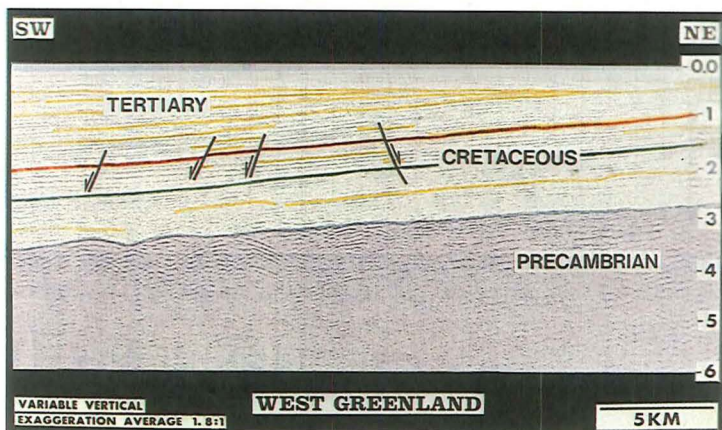


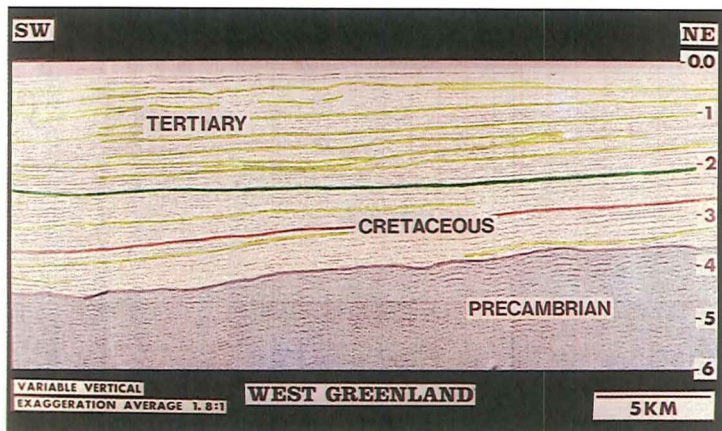
FIG. 12



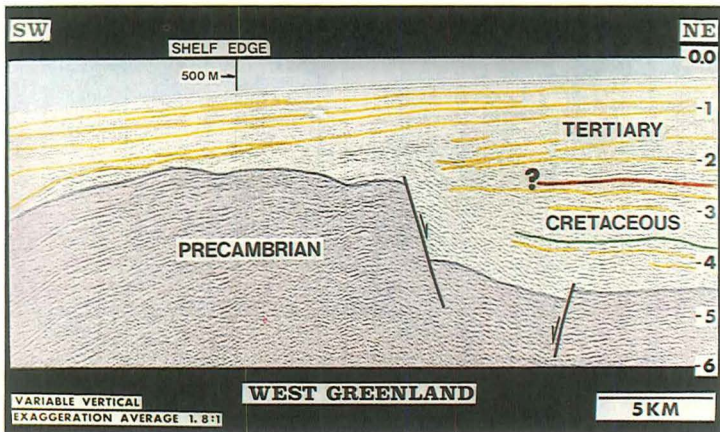
Figur 13.



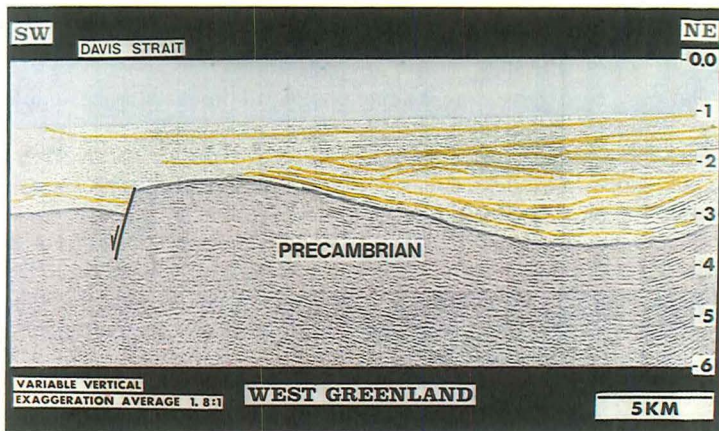
Figur 14.



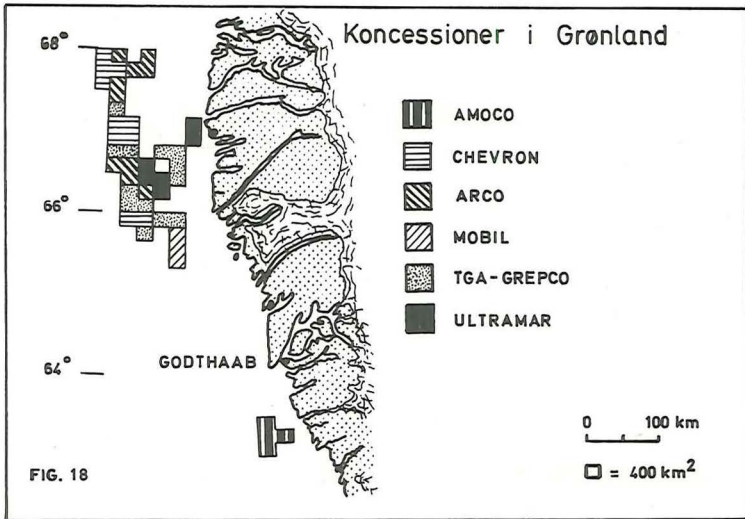
Figur 15.



Figur 16.



Figur 17.



Figur 18 viser de koncessionsområder, der blev bevilget til 6 af ansøgergrupperne. Ministeriet for Grønland har udstedt bevillinger til ialt 46 blokke, som tilsammen dækker godt 19000 kvadratkilometer. Amoco-gruppen har fået 4 blokke, Chevron-gruppen 10 blokke, Arco-gruppen 10 blokke, Mobil-gruppen 3 blokke, Grepcogruppen 13 blokke, og endelig har Ultramar-gruppen fået 6 blokke.

Den følgende tabel viser de enkelte gruppers sammensætning af firmaer og deres procentuelle andel. Det først nævnte firma i hver gruppe er "operator" - det vil sige forestår det praktiske arbejde, se side 79.

Det kan også have interesse at kende til koncessionsbetingelserne, som de er stillet af Ministeriet for Grønland.

Størrelsen af de tildelte områder har indtil nu været op til 6 blokke med et samlet areal på 2400 kvadratkilometer. De fleste koncessioner har en størrelse på 3-4 blokke.

Hver koncession tildeles for en 10-årig periode til indledende undersøgelser, med mulighed for en 6-årig forlængelse. I tilfælde af olie og /eller gasfund gælder koncessionen i 30 år plus den eventuelle "ubrugte" del af den indledende 10-års periode. Der er endvidere mulighed for en yderligere forlængelse på 10 år.

Hver koncession skal opretholdes for mindst 3 år. Efter 6 års forløb må en trediedel af koncessionsområdet gives tilbage, og endnu en trediedel af det oprindelige koncessionsområde afgives efter ialt 10 års forløb.

Minimumskravene til efterforskningen er blevet fastsat ved forhandlingerne omkring koncessionsansøgningerne og varierer fra koncession til

Gruppe	Deltagende firmaer	Andel %
Amoco	Amoco Greenland Oil Company	33,33
	Deminex Danmark	33,33
	Pancanadian Petroleum Denmark	33,33
Chevron	Chevron Petroleum Company of Greenland	25
	BP Petroleum Development of Greenland	25
	NIOCDEN, København	25
	Saga Petroleum Danmark	25
ARCO	ARCO Greenland	25
	Denmark-Cities Service	25
	Hispanica de Petroleos	25
	Hudbay Oil Company of Denmark	25
Mobil	Mobil Exploration Greenland	25
	Amoco Greenland Oil Company	25
	Deminex Danmark	25
	Pancanadian Petroleum Denmark	25
TGA-Greppo	Total Grønland	29,17
	Gulf Oil Canada-Greenland	29,17
	Aquitaine Danmark	29,17
	Greenland Petroleum Consortium (Greppo)	12,5
Ultramar	Ultramar Greenland	50
	Murphy Greenland Oil Company	30
	Gold Fields Greenland	10
	Bomin International Petroleum Exploration Grl.	10

koncession. Lejeafgiften for en koncession stiger med varigheden af koncessionsrettighedernes opretholdelse. Fra 0-6 år er lejeafgiften 100 kr/km², fra 6-10 år 150 kr/km², mens forlængelser ud over de første 10 år koster 300 kr/km².

Ved olie- og/eller gasfund indtræder en udnyttelsesafgift på 800 kr/km² i det første år, stigende til 8000 kr/km² i det tiende år, hvorefter afgiften forbliver konstant.

Det skal bemærkes, at udnyttelsesafgiften normalt vil blive modbalanceret med udgifterne.

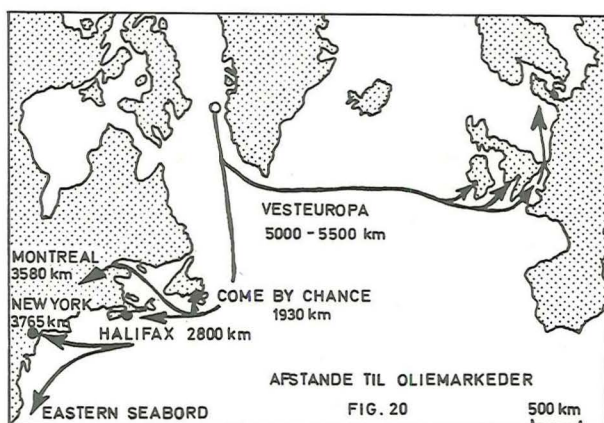
På produktionen er der en statsafgift på 12,5 % af produkternes salgsværdi - denne afgift kan erlægges kontant eller i naturalier.

55 % af koncessionshaverens nettooverskud tilkommer den danske stat, efter at bruttooverskuddet er blevet reduceret med den før omtalte statsafgift, operationsudgifter og andre omkostninger.



Figur 19. Boreskibet "Pelican".

Den danske stat kan vælge at deltage i hvilke som helst fund med op til 50 % - en beslutning herom skal dog træffes højst 180 dage efter koncessionshavernes fremlægning af planerne for udviklingen af det pågældende felt. Iøvrigt er koncessionshaveren pligtig til at fremlægge sådanne planer inden 12 måneder efter at fundet er gjort.



Til undersøgelsesboringer vil formentlig anvendes boreskibe som "Pelican" (figur 19), der nu har gennemført 6 boringer ud for Labrador. Under de gældende klimabetingelser vil et skib af denne type kunne operere i 8½ måned om året - idet vind og sø forventes at være en større hindring end pakisen.

Figur 20 viser de afstande, som tankskibene må tilbagelægge til markedet i Nordeuropa, østlige Canada og USA - transporten kan foregå året rundt. Danmark har førsteret på at aftage de eventuelle olie/gas-produkter fra Grønland.

ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER:

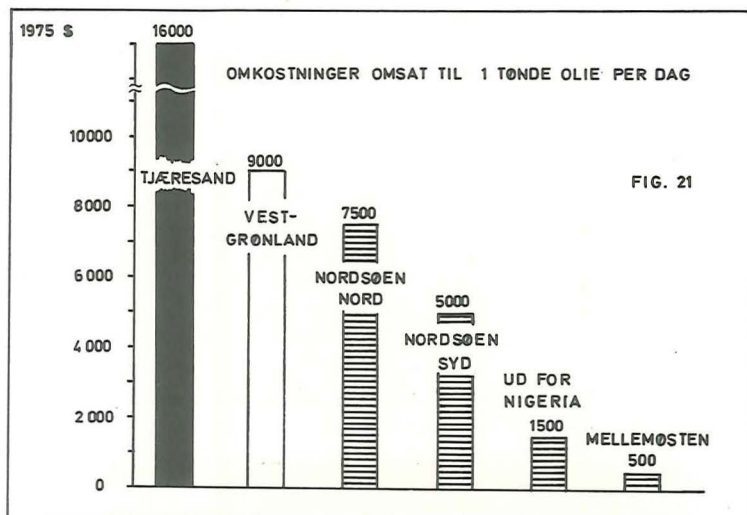
Efterforskning, udvikling og produktion koster mange penge - følgelig må der stilles visse krav til forekomsterne, og Gulf Oil er gået ud fra følgende forudsætninger:

1. Boringer med "fund" må udgøre 33 1/3 i efterforskningsfasen.
2. I udviklingsfasen må succesboringer udgøre 80 % - af 30 udviklingsboringer i et felt regnes med, at 24 skal være producerende, mens de resterende kan blive brugt som "injektionsboringer" til at drive olien mod de producerende boringer.
3. Der vil blive anvendt en isforstærket stålboreplatform forankret i havbunden. Platformen bygges i land og bugseres til borestedet. Herfra vil blive boret i flere retninger. Platformen, som også vil rumme værksteder, kraftforsyning, mandskabsrum og så videre, placeres på 200 meters dybde. Forsyningstjenesten varetages af slæbebåd og helikopter. Olien føres til land via en rørledning og kan herfra udskibes hele året.
4. De anslåede udgifter til efterforskning, udvikling og årlig drift er regnet i 1975 dollars.
5. Økonomien er anslået for et totalfelt.
6. Den gennemsnitlige OPEC-pris på en tønde olie var i september 1975 12 US dollars, og det forventes, at grønlandsk olie vil gå til verdensmarkedspris.
7. Man udgår fra en produktion på 2500, 5000 og 10000 tønder olie per dag per boring i de første 8 år - derefter faldende med 15 % per år gennem resten af feltets levetid.
8. Der skal svares afgifter og skat til den danske stat i overensstemmelse med de opnåede koncessionsbetingelser.
9. Produktionen vil starte 1. januar 1985.

På grundlag af erfaringer fra boringerne ud for Labrador og det nuværende omkostningsniveau i Nordsøen er beregnet den nødvendige kapital for efterforskning, etablering af boreplatform og rørledning ind til den grønlandske vestkyst - det andrager cirka 750 millioner 1975-dollars.

Derefter er beregnet den nødvendige størrelse af feltet og produk-

tionen for at kunne få et udbytte på 20 % af investeringen, efter at alle skatter og afgifter er betalt. Feltet må for at nå dette mål rumme 400 millioner tønder udvindelig olie med en daglig produktion af 3500 tønder fra hver af de 24 produktive borer - svarende til en daglig total på 84000 tønder olie for hele feltet.



Figur 21 giver en sammenligning af anlægsudgifterne i forhold til én tonde olie per dag for Vestgrønland og flere etablerede produktionsområder. Vestgrønland ligger med 9000 dollars i den dyre ende - men det vil dog stadig være billigere end at udvinde olie af tjæresand.

Man kan tillade sig at være optimistisk - de geologiske forhold (bjergarter og strukturer) er favorable, og den nødvendige teknologi er til stede.

Men også ud for Østgrønland er der gode oliemuligheder - her kræves en videre teknisk udvikling, og eventuelle initiativer her vil givetvis afvente erfaringer fra Vestgrønland.

EFTERSKRIFT - Artiklen er baseret på et foredrag holdt i Oslo september 1975, og forfatterne ønsker at takke følgende firmaer og personer. TGA-Greppo-gruppen for tilladelse til at bruge visse data, Geophysical Services Inc. for tilladelse til at gengive seismiske data - endvidere takkes M.Beltrand (Gulf Oil), G.Henderson (Grønlands Geologiske Undersøgelse) og Gulf Oil's efterforskningsstab (Calgary) for bistand.

BERØMTE STEN 6

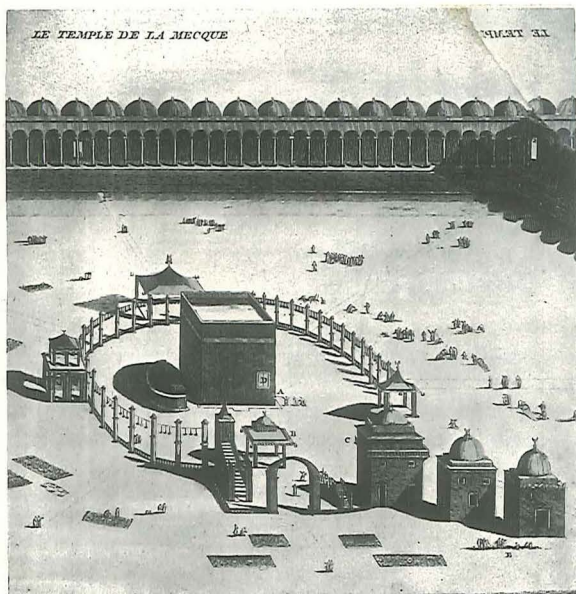
af Elsebeth Thomsen

I denne artikel, der bliver den sidste i serien, skal vi begive os på pilgrimsfærd til Mekka, for at se nærmere på den mest tilbedte sten i verden, Islams hellige "Sorte Sten", al-Hadjar al-Aswad.

Det er ikke mange kristne, der har set denne, indtil slutningen af forrige århundrede mindre end en snes, og det er enten som slave, eller forklædt som muslim, at det har kunnet lade sig gøre. De, der er kommet så tæt på den, at de kunne give en nøjere beskrivelse af den, er endnu færre - og ingen har, på grund af stenens tilstand, kunnet fortælle hvilket materiale den består af. Imidlertid skal her fremlægges en teori, der forfatteren bekendt ikke tidligere har været foreslået, men som forbinder legende og virkelighed i en sådan grad, at det kunne være løsningen.

Det første en pilgrim, der er ankommet til byernes moder - Mekka - gør, er ufortøvet at begive sig til den store moske, al-Haram, for der at tilbede sin gud, Allah.

I midten, ikke i centrum, af moskeens åbne gård, der kan rumme godt 500.000 mennesker, fanges øjet straks af muhammedanernes helligste bygning, Ka'baen. Som ordet Ka'ba lader formode ser man for sig en terningformet bygning. Den er imidlertid et uregelmæssig rektangel, 12 meter lang, 10 meter bred og cirka 15 meter høj. Dens mure, der hviler på

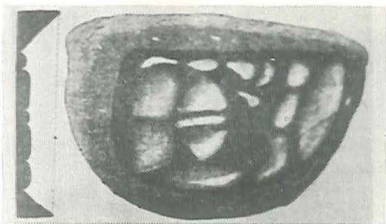


Ka'baen og dens nærmeste omgivelser. Ved "A" ses den "Sorte Sten". Stikket, der er spejlvendt med vilje, fordi gravøren ikke har gjort det, er fra 1741 (Banier og Mascrier).

et 25 cm højt marmorfundament, består af grå granitblokke, hentet fra bjergene omkring Mekka, og groft sammenføjet med en dårlig mørtel. Til daglig er det meste af ka'baen skjult af et sort brokadetæppe (kiswa), der fornyes hvert år. Dette dækker også delvis den eneste dør til det indre, der sidder cirka 2 meter over jordoverfladen i den nordøstlige væg. Dørens høje placering skyldes hensyntagen til oversvømmelser. Når den skal benyttes, hvilket sker 2-3 gange om året, skydes en trappe hen til den. I det indre ses blandt andet marmorgulvet og de tre træspjæler, der bærer taget.

Ved det østlige hjørne, hvor den "Sorte Sten" er indmuret cirka 1,5 meter over jordoverfladen, begynder og ender pilgrimmen de 7 vandringer om Ka'baen, idet man går 3 i hurtigt og 4 i normalt tempo, altid mod solen og så vidt muligt berører og kysser stenen hver gang den passerer. Også en hjørnestein, "den lykkelige", i et andet hjørne (det sydlige?) berøres, men denne kyskes ikke.

Den "Sorte Sten" er i vore dage ikke som mange tror én sten, men udgøres af 8 mindre stykker af samme sten med varierende størrelse, den største på størrelse med en daddel (Dietz & McHone 1974). Så sent som i 1825 bestod den imidlertid af 15 stykker, de overskydende fragmenter må derfor formodes at være skjult under gentagne reparationskit. Det er følgelig svært at beskrive stenens oprindelige form og størrelse - men dens begrænsning, en bred sølvindfatning, der omgiver stenen og dens ramme af cement, lader et ovalt felt på cirka 20 x 16 cm åbent.



Profil og én face af den "Sorte Sten". Efter Muir 1894, der muligvis har taget den fra "Ali Bey" 1816.

Stenfragmenterne har som følge af den megen berøring fået en glat overflade, der giver det blottede område et bølget udseende. Stykkerne er forbundet med hinanden ved hjælp af kit og/eller cement, og omgives af en fælles ramme af cement, der udadtil er begrænset af sølvindfatningen.

Farven er vanskelig at afdøje, til dels på grund af stenens fragmentariske tilstand. De fleste kilder omtaler den som brunligsort, sortbrun, rødligsort eller dyb rødligbrun. Kun én ("Ali Bey" 1816) siger at den har en baggrund (det vil sige matrix) af farve som kul. Endvidere omtales der hvide og gule pletter, små spidse krystaller og eventuelt feldspatkorn strø-

et ud i grundbjergarten. Hertil kommer, fra millioner af mennesker, en ikke ringe mængde snavs, der uden tvivl kan bidrage til at stenen ser mere sort ud end den virkelig er.

Ifølge Islamisk tradition var den oprindelig hvid, men på grund af menneskenes synder blev den sort.

"Qui color albus erat nunc fit contrarius albo"

(Var dens farve end hvid, nu er den det modsatte af hvid)
(fra von Maltzan 1865).

Der er, som netop omtalt set gule og hvide pletter i den, og det siges, at den indmurede del er grå eller "så hvid som mælk".

Endelig besidder stenen efter sigende den egenskab, at den aldrig kan synke i vand, men altid svømmer ovenpå. På dette kendte man den igen, da den i 951 e.Kr. blev afleveret i 2 stykker efter at de kætterske karmather havde bortført den i 930 e.Kr.

Stenens oprindelse kan ved hjælp af muhammedanske fortællinger føres tilbage til Adams tid eller i det mindste til patriarken Abrahams. I førstnævnte tilfælde hedder det, at Ka'baen blev bygget i Himlen 2000 år før verdens skabelse. Da Adam, som den første rettroende, kom til Jorden, byggede han dens lige på det sted, der befandt sig under den i Himlen. Hertil brugte han, med hjælp fra ærkeenglen Gabriel, sten fra fem hellige bjerge, Libanon, Sinai, Oliebjerget, Djabal Djudi og Hira. Ved arbejdets afslutning sendte Gud et telt af rød hyacint, det vil sige en rød safir, altså en rubin, fra paradiset ned på Jorden, og heri boede Adam. En hvid hyacint sammestedsfra tjente ham som stol. Denne blev den senere "Sorte Sten". Oprindelig var den en engel, og på dommens dag vil den igen blive en sådan, med næse, mund, ører, øjne, hænder og fødder, og den vil aflægge vidnesbyrd til fordel for de, der valfartede til den.

Stenen forblev i Ka'baen til denne blev ødelagt under syndfloden, hvorunder stenen var forsvundet, muligvis opbevaret i Himlen, hvorfra Gabriel igen afleverede den til Abraham, som det blev betroet at genopbygge Ka'baen. Herfra starter andre legender, der lader Abraham være den, der opførte den første Ka'ba. Ismael, hans søn, hjalp ham med arbejdet, og de brugte byggesten fra de tidligere nævnte bjerge. Da væggene var højere end et menneske kom Ismael med en stenblok hans far kunne stå på mens han satte stenene sammen, og endnu bærer stenen hans fodaftryk. Abrahams sten findes i en mindre bygning i nærheden af Ka'baen.

Historisk har Ka'baen eksisteret i flere hundrede år før Muhammed, som en hedensk guddom fyldt med gudebilleder, der blev fjernet efter profetens indtog i Mekka år 630 e.Kr. Den "Sorte Sten" og Ka'baen forblev et religiøst samlingspunkt. Allerede på Muhammeds tid (570-632) blev den imidlertid udsat for ildebrand og det blev ikke en enlig episode. Måske har ilden påvirket stenen så den er sprunget, men de mange små stykker fremkom dog sikkert da en gal ægyptisk kalif i 1050 udsendte en mand for

at ødelægge den - det lykkedes tildels. Endelig blev byen i 1626 udsat for en alvorlig oversvømmelse, der dræbte mange og væltede 3 sider af Ka'baen.

Geologisk er stenen ud fra omtalte beskrivelser, legender og historie oftest blevet betragtet som en lava, en basalt eller en meteorit. Eftersom man må gå ud fra, at der ikke er tale om en almindelig sten, vil jeg se bort fra lava-basalt-teoriene. Meteorit-betegnelsen, der formodentlig er opstået ved at man har iagttaget et fald, vil næppe kunne holde. En jern-meteorit vil således vanskeligt kunne slås i stykker på Jorden, og en stenmeteorit ville sandsynligvis ikke have kunne modstå det enorme slid stenen har været udsat for. I 1974 blev der fremsat den idé, at den skulle være en agat (Dietz og McHone) som jo har en passende hårdhed, men ikke på nogen måde er porøs, og intet har med Himlen at gøre.

Af alle disse forslag er meteorit-teorien den, der kommer legenderne nærmest - stenen stammede fra Himlen, og derfor må man ikke helt opgive den, men måske snarere tænke over hvad der sker i forbindelse med et meteoritnedslag. Ud over den rent lyd- og lysmæssige effekt der kan observeres over store områder, sker der det, at små meteoriter sprænges ved indtrædelse i atmosfæren og derpå uden større kraft falder til jorden, større meteoriter vil uhindret passere og falde ned med en hastighed større end 4 km/sek. En sådan hastighed medfører naturligvis et voldsomt nedslag, hvorved der opstår stærk varme, som smelter den på stedet værende bjergart til glas (se Varv nr.1, 1972). Denne glas behøver ikke at adskille sig makroskopisk fra det vulkansk opståede glas obsidian, der også har været foreslået, men det er ret almindeligt og ikke porøst.

I Saudi-Arabien fandt en englænder ved navn Philby i 1932 to kraterer efter meteoritnedslag ved al-Hadida, kaldet Wabar, på positionen $21^{\circ}29'59''\text{N}$, $50^{\circ}28'20''\text{Ø}$ i Rub' al Khali, ørkenhavet også kendt som "the empty Quarter". Meteoriterne var af jern, og der er lige siden opdagelsen fundet flere anelige stykker (op til 2,5 ton). Kraterne var af størrelsesordenen 100 x 100 meter og 55 x 40 meter og det så ud til at der var flere begravet under sandet. Den oprindelige bjergart ved Wabar har, foruden det løse sand på stedet, været en ren hvidlig sandsten hovedsagelig bestående af kvarts (92 %).

Ved varmepåvirkningen blev der dannet glas, der bortset fra et indhold af nikkeltjern har samme sammensætning som moderbjergarten. Det forekommer som bomber, hvide porøse med en sort skal, sorte dråber og slagger, er oftest inhomogent og indeholder større bjergartsfragmenter og mineralfragmenter (El Goresy 1968). Alt sammen karakterer, der passer nydeligt på beskrivelserne af den "Sorte Sten". Således kan den oprindelige hvidhed, "som mælk", forklares som et devitrifikationsfænomen, hvilket også forklarer hvorfor farven kun er bevaret under cementen, hvor den er beskyttet. De gule og hvide pletter kan tolkes som rester af sandsten,



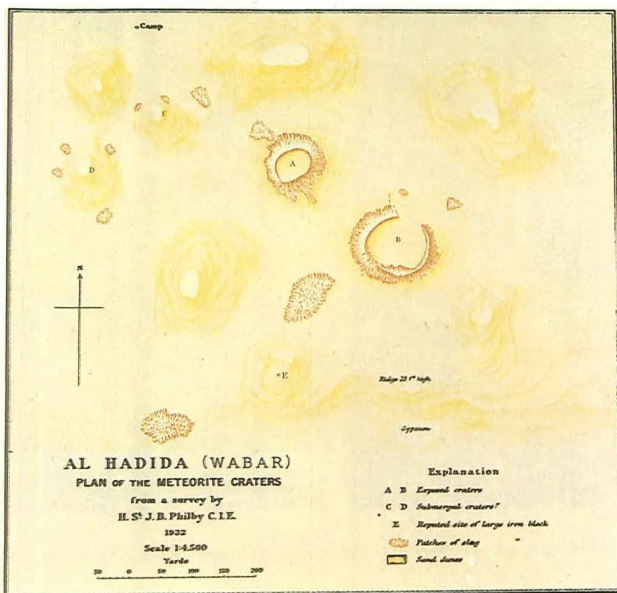
Luftfoto af et af Wabar kraterne (Geologisk Museum).

sandskorn eller/og hvidt glas, porøsiteten som en følge af blærer i glasset, resistensen mod århundreders berøring ved hårdheden af materialet. Tilbage bliver farven. Det stykke Wabar-glas som Geologisk Museum er i besiddelse af er sort udvendigt og grønligt indvendigt, men det er en kendt sag, at glas af såvel vulkansk som af denne type kan have flere farver selv om det stammer fra samme sted. I denne forbindelse bør det også nævnes, at der i selve Mekka (Snouck Hurgronje 1888) findes flere sorte og grønne sten i forbindelse med erindringssteder for Muhammed og det menes, at de har samme herkomst som den "Sorte Sten".

Tilbage er at forklare, hvorledes glasset er kommet fra Wabar til Mekka. I vore dage er der næppe nogen kamelkaravane, der vil vove sig ud på turen, men der har før 1830 været en rute fra Oman til Mekka, der formodentlig har passeret "tæt" forbi kraterne.

Om Wabar fortælles iøvrigt at det var en by, der som følge af dens konges synder blev ødelagt enten af ild fra himlen, eller på grund af en voldsom hærgende vind, og det var således ruiner Philby var på jagt efter.

Kongen, der hed "Ad og var både hedensk og ond, har uden tvivl været en historisk person, og hans skæbne er omtalt adskillige gange som et afskrækkende eksempel i Koranen. Derfor er det ikke det rigtige Wabar man nu kender som al-Hadida, men på afstand ligner det en lav linie af ruiner og der er derfor ikke noget at sige til at Philby's vejvisere, i den formodning at det havde været rigtige perler, samlede alle de glasdråber op de kunne, og gravede efter de fantastiske skatte man kan læse om i fortællingen om skoflikkeren Maruf i 1001 nat.



Wabar området (Philby 1932).



Wabar-glas tilhørende Geologisk Museum. Til venstre ydersiden, til højre tværsnit af samme stykke glas. Bemærk her det lille stykke meteoritjern øverst til venstre, sandstensinklusionen og de mange mindre pletter af blandt andet hvidt glas. Stykket er 6,5 cm langt.

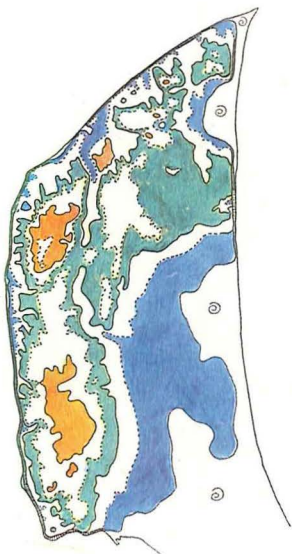
NORDSAMSØ'S ISTIDSNEKROLOG

af Michael Houmark

Midt på Danmarkskortet, lige langt fra Sjælland, Jylland og Fyn ligger Samsø, og cirka 4 km vest herfor den mindre ø Tunø. I stenalderen dannede Samsøs nordlige og sydlige del to adskilte øer. Som følge af den senere indtrufne landhævning er Nordøen og Sydøen dog blevet "svejset" sammen til én ø af et mere end 7 km langt system af strandvolde.

Istidslandskabet på de to dele af øen er forskelligt udformet, både hvad angår bakkeformer og sandsynligvis også dannelsesmåde. Sydsamsø synes at høre sammen med Fyns nordspids Hindsholm, idet langstrakte sand- og grusbakker præger begge disse områder. Nordsamsø synes derimod nærmere beslægtet med Mols og dele af Nordsjælland med hensyn til bakkerens form, opbygning og indhold.

Nordsamsøs markante bakkeland fremstår, ved iagttagelse af det morfologiske kort, som den ene halvdel af et hesteskoformet strøg af morænebakker, og den indre og sydøstlige del af Nordøen kan opfattes som en inderlavning, det vil sige en fordybning i terrænet opstået bag isranden som følge af en gletschertunges sneplovslignende bevægelse, i dette tilfæl-



Figur 1. Nordsamsøs højdeforhold
⊙: Litorinahavets aflejringer. Blåt: 5-15 m, grønt: 25-35 m og orange: 45-55 m.



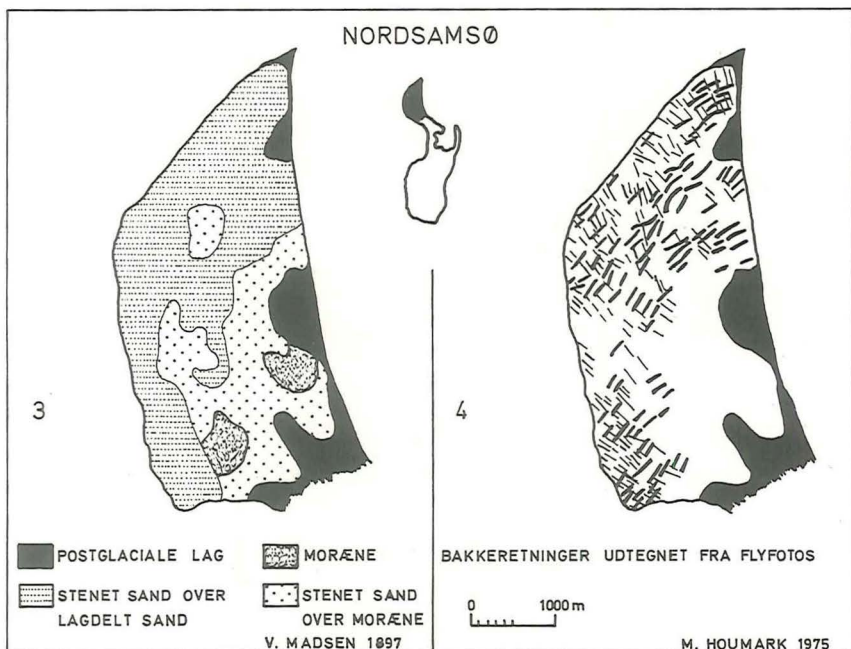
DEN ØSTJYSKE ISRANDSLINIE - LINIE D - OG
AFSMELTNINGSSTADIER FRA DENNE

EFTER V. MILTHERS 1932

de fra en sydøstlig retning. Morænebakke-buen skæres af en lang og smal, omtrent nord-syd-gående dal kaldet Langdalen. Den sydlige del af denne dal er blevet opfattet som en tunneldal, hvor smeltevandet fra isen i inderlavningen har løbet i en tunnel eller i sprækker i isen frem mod det højeste punkt, omtrent midt i dalen, hvor gletscherporten i isranden befandt sig. Herfra og nordpå har smeltevandsstrømme under åben himmel udformet Langdalen som en normal erosionsdal. Bakkerne i det buedeformede oppresningsmorænestrøg er desuden, efter isens delvise eller fuldstændige afsmeltning, blevet gennemfuret af adskillige kortere erosionsrender. De fleste af disse render har faldt mod vest og nordvest. Den mest iøjnefaldende er vel nok det såkaldte Møgelskår.

Denne dannelseshistorie svarer i store træk til den som Victor Madsen efter kortlægningen af Nordsamsøs bakker præsenterede i den geologiske beskrivelse til kortbladet Samsø, som udkom i 1897.

Vilhelm Milthers arbejdede senere videre med V. Madsens dannelseshypotese, og ændrede den lidt, idet han mente at kunne påvise, at isranden over Nordsamsø havde haft et V-formet forløb, som vist i figur 2. Hvor de to streger i V'et mødes, midt i Langdalens fure, befandt gletscherporten sig. Denne V-form, repræsenterer i følge V. Milthers et sent opholdsstadium under tilbagesmeltningen af de to gletschertunger, der oppressede Molsbuerne på hver sin side af Helgenæs på Syddjursland. V. Milthers mente med støtte i sine ledebloktællinger langs stranden at kunne



spore grænsen mellem de to gletschertunger helt til den sydlige del af Sydsamsø.

Det geologiske kort (figur 3) viser, at de højeste partier består af grus, mens de lavere og mere centrale dele af Nordsamsø består af moræneler.

V. Madsens og især V. Milthers byggede begge deres tolkning af Nordsamsøs bakkeland på den opfattelse, at landskabets form udelukkende skyldes det sidste isfremstød. De forestillede sig, at Nordsamsø blev overskredet fra sydøst af et isdække, som under sin største udbredelse nåede frem til den Østjyske israndlinje (se figur 2, D), der går over Djursland og videre mod syd gennem Østjylland. Da denne is smeltede bort aflejredes moræneleret på Nordsamsø og først ved et fornyet fremstød fra sydøst indtraf oppresningen af de bue- eller V-formede morænebakker.

På kortet i figur 4, som denne artikels forfatter har udtegnet under stereoskop efter flyfotos, ser man tydeligt to bakkeretninger. Retningerne i de oppressede bakkerygge fra isfremstødet fra sydøst løber SV-NØ og på de højeste bakkepartier ses også NV-SØ'gående bakkeretninger. Da det i dag er almindeligt kendt, at ældre oppresningsstrukturer kan overleve yngre isoverskridelser ligger det nær at forestille sig, at disse NV-SØ'gående bakkerygge kunne være opstået i forbindelse med en ældre isoverskridelse fra nordøst.

For at afkræfte eller bekræfte denne hypotese, at et yngre isfremstød fra sydøst skulle have overskredet ældre bakkesystemer oppresset fra nordøst uden helt at ødelægge dem, har forfatteren foretaget en undersøgelse af bakkerens indre opbygning og jordlagenes lejringsforhold i de snit som de friske kystklinter frembyder på Nordsamsøs nordvest- og sydkyst og endelig også på Tunø.

Den ældste istidsaflejring, som forekommer i klintprofilerne, er det blågrå moræneler, der er ret fedt og kun indeholder få sten og blokke. Det er dog kun under heldige omstændigheder at denne nedre lagenhed kan iagttages på Nordsamsø. Da den kun forekommer nederst i klinten er den oftest skjult af nedskredent sand og grus fra ovenliggende smeltevandsaflejringer. Det blågrå moræneler når derimod højere op i klintvæggen i Tunø Sønderklint. Morænelerets farve skyldes at store mængder af blåligt havaflejret ler er blevet blandet op i bundmorænen i den is, som efterlod sig det blågrå moræneler. Det blågrå moræneler viser derfor et relativt stort indhold af foraminiferer (mikroskopiske, kalkskallede organismer) fra Kvartærtiden. I prøver på 100 g findes op til 330 individer af et omljret faunaselskab, hvis lighed med faunaselskabet i Skærumhedehavets yngste aflejringer er meget stor. Skærumhedehavet dækkede det nordligste Jylland og dele af Kattegat i slutningen af sidste mellemistid (Eem) og langt ind i sidste istid (Weichsel). Da de opblandede foraminiferer hidrører fra det istidsprægede Skærumhedehav, må det blågrå moræneler være fra sidste istid. Da aflejringer fra Skærumhedehavet især kendes nord for Samsø, er det nærliggende at antage, at den is, hvoraf det blågrå moræneler udsmykkede, er kommet til Samsø nordfra.

Målinger af aflange stens orientering i moræneler eller -grus vil som regel kunne fortælle, i hvilken retning den moræneaflejrende is bevægede sig. Ofte ligger stenenes længdeakser parallelle med isens flyderetning og peger lidt opad i bevægelsesretningen. Dette er den såkaldte a-orientering. Men hvis moræneleret er blevet foldet og presset op ved fremstød af den aflejrende is eller måske et yngre isfremstød vil stenenes langsakse komme til at ligge vinkelret på isens bevægelsesretning - den såkaldte b-orientering. Morænestenenes orientering, målt som retning og dyk, vises i et arealtro net som små cirkler (se figur 5 og 7b). Viser diagrammet kun én koncentration af småcirkler, er der tale om en a-præget orientering, hvorimod der er tale om en b-orientering, hvis diagrammet viser to ansamlinger af småcirkler.

Sådanne stenorienteringer er blevet målt i de forskellige morænebænke på Nordsamsø og Tunø. Det blågrå moræneler viser stenorienteringer, der tolkes som en a-præget orientering, altså istryk fra NNØ (figur 5). Dette styrker formodningen om, at morænen tilhører det såkaldte "Norske isfremstød", hvis blågrå moræneler er fundet mange steder i Nordsjælland og enkelte steder på Djursland. Dette isfremstød er det første, som nåede de nordlige dele af Danmark under sidste istid.

På det blågrå morænelers let bølgende overflade er afsat materiale, som er udvasket af den underliggende moræneformation og omlejret (figur 6). Det omlejrte materiale blev både aflejret som sand og grus i strømløb eller det afsattes som blågråt, stenfrit ler i enkelte flade "trug". Dette ler viser samme foraminifer indhold, som det blågrå moræneler. Kornstørrelsen i disse smeltevandsaflejringer falder dog hurtigt opefter gennem lagene og omkring $1\frac{1}{2}$ - 2 meter over det blågrå moræneler afløses de af helt finsandede og siltholdige aflejringer. Disse finere lag er sandsynligvis aflejret i et søbassin, da de viser varvighed, forårsaget af årstidsbestemt, "rytmisk" sedimentation. Foraminiferanalyser fra den mest finkornede del af "søaflejringen" viser at kvartære arter ikke forekommer, men derimod optræder der en mængde foraminiferer fra tertiære dannelser. Tertiære bjergarter, rige på foraminiferer, findes umiddelbart syd og sydvest for Samsø. Det er derfor sandsynligt, at både den varvige "søaflejring" og de ovenliggende finsandede til fingrusede, deltaiiske aflejringer, som opfylder bassinet, er afsat af sydfra kommende smeltevandsstrømme. Målinger af strømstrukturer viser også tydeligt at søbassinet udfyldtes fra syd mod nord.

De indtil 5 meter mægtige aflejringer, som vidner om eksistensen af dette relativt lave, men vidt udstrakte bassin, afskæres opefter af en meget markant og skarp erosionsflade hvorover, der følger stærkt grusede og stenede smeltevandsaflejringer. Erosionsfladen eller diskordansen, som blev udviklet af de stærkt strømmende vandløb, der senere aflejrede de øvre grove lag, i de underliggende deltaiiske aflejringer. Dette tyder på, at der har været et ophold i sediment aflejringen og at det udfyldte søbassin udsattes for periglaciale forhold med ekstremt koldt klima, hvor iskiler dannedes som isudfyldte sprækker i jordoverfladen ved jordlagenes sammentrækning under meget stærk frost. Først herefter blev de øvre kraf-

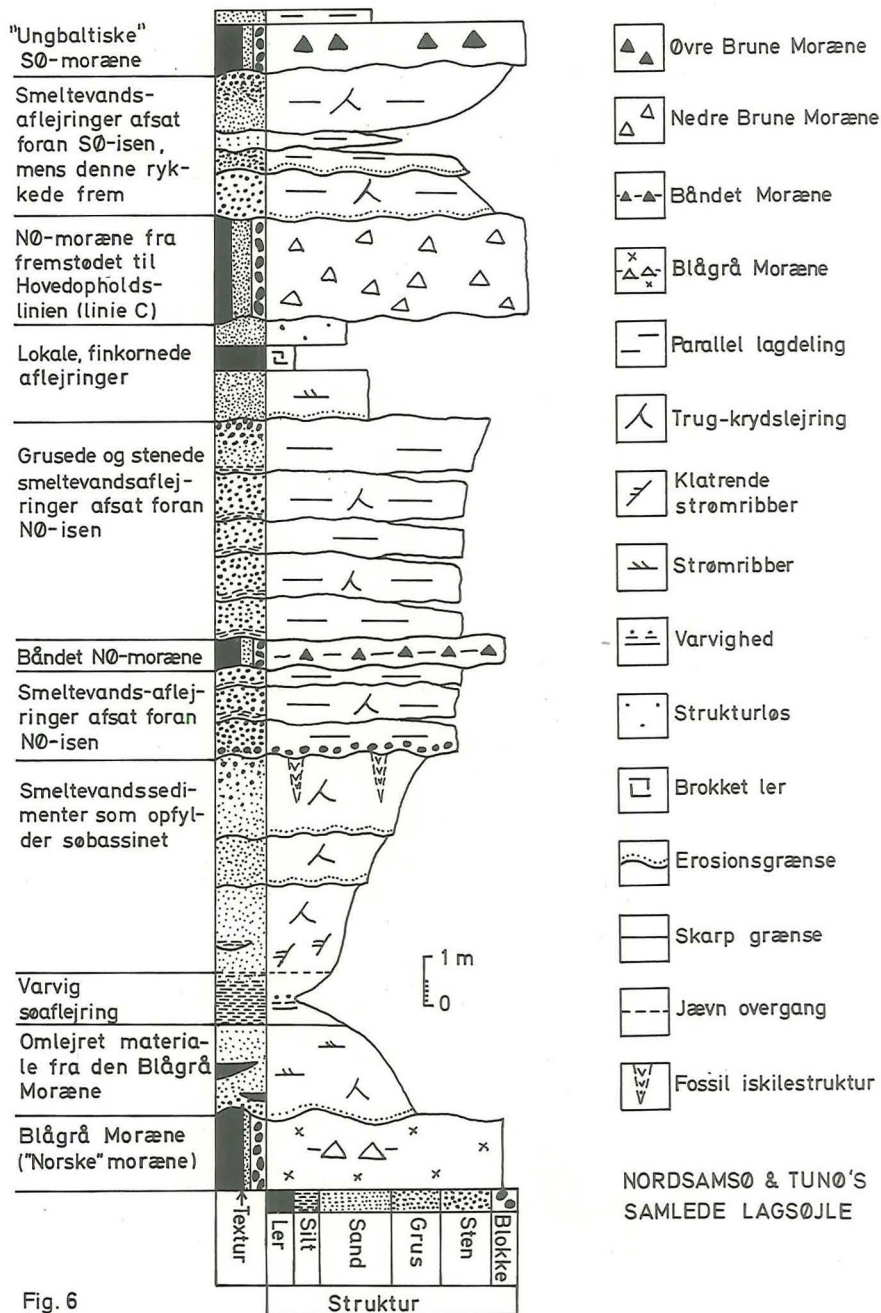


Fig.5

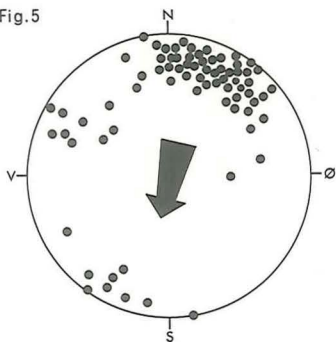
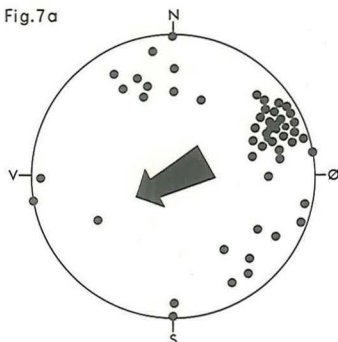


Fig.7a



tigt grusede og stenede smeltevandsaflejringer afsat, og de blev aflejret foran et fremadskridende isdække. De meget grovkornede smeltevandsdannelser, hvis mægtighed er indtil 8 meter, viser tiltagende kornstørrelse op efter. Dette skyldes sandsynligvis, at isen der var smeltevandsaflejringerens "fødeområde", rykker nærmere.

Omtrent midt i de grove smeltevandsaflejringer forekommer en cirka 1 meter tyk båndet og lagordnet morænelersbænk fra et mindre sikkert kortvarigt gletscherfremstød fra nordøst, se figur 7a. Inden den "endelige" isoverskridelse indtraf, afsattes dog yderligere grovkornede smeltevandsaflejringer ovenpå denne morænebænk fra NØ-isens "forløber".

Den tykkere morænebænk, som tilsidst "plomberede" de samlede grove smeltevandsaflejringer, er meget stenrig. Morænelerets indhold af velafrundede sten af nogenlunde ensartet størrelse tyder på, at materiale af de underliggende grusede og stenede smeltevandsaflejringer er blevet optaget som en del af morænematerialet. Morænen indeholder tillige foldede og deformerede mindre flager af lagdelt sand og grus, samt af det nedre blågrå moræneler. Stenorienteringsmålinger fra morænen, viser en b-orient-

Fig.7b

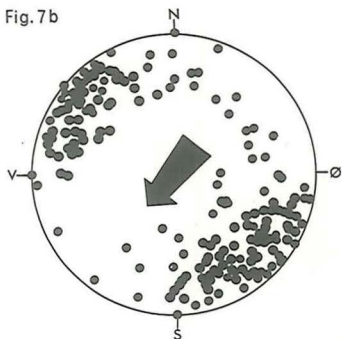


Fig.8

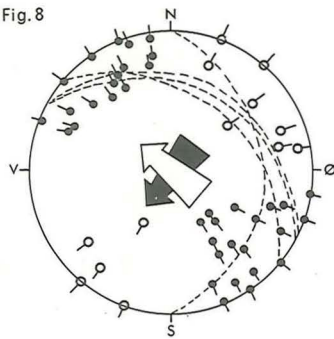


Fig. 9

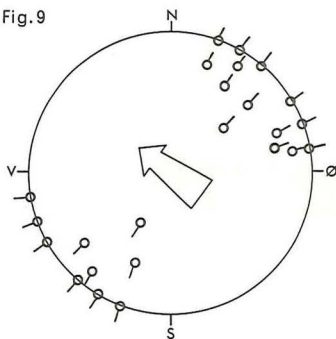
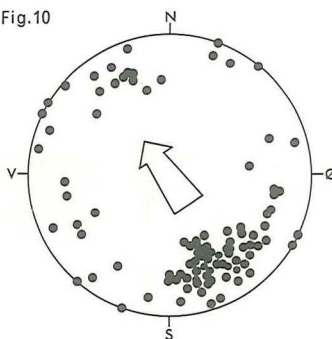


Fig. 10

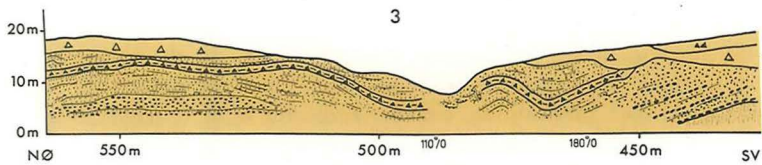
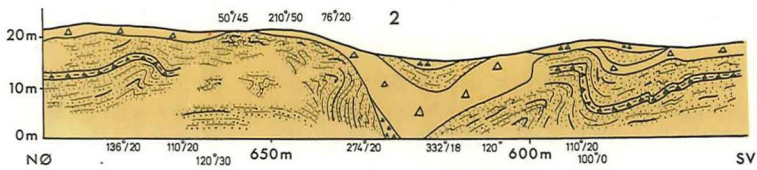
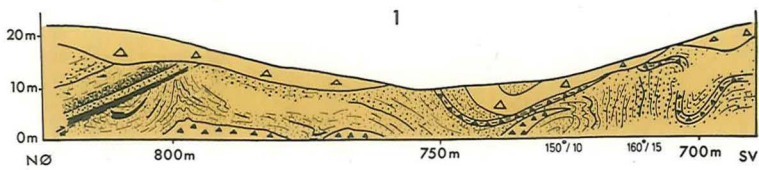


tering, svarende til et istryk fra nordøst, figur 7b. Morænen og dens underlag er også foldet og overskudt fra $N\Phi$, hvilket tyder på, at der indtraf mindre isfremstød under $N\Phi$ -isens generelle afsmeltning. Den stenede morænebænk kan derfor henføres til $N\Phi$ -morænen eller Hovedopholdsisens moræne.

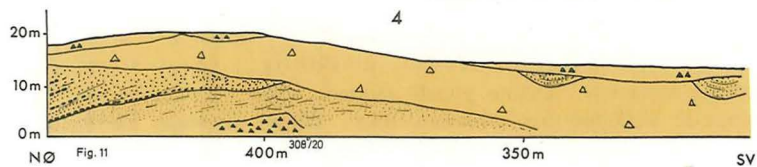
Orienteringen af foldeakser og overskydningsplaner i lagene under $N\Phi$ -morænen er vist i figur 8. Her ses det, at den deformerende kraft var rettet fra $N\Phi$ mod SV. Det ses imidlertid også, at de samme lag desuden er præget af folder, hvis akser løber i nordøst-sydvestlig retning. Denne "afvigende" akseretning træffes imidlertid også i lagene over $N\Phi$ -morænen og her som den eneste - hvorfor den må skyldes indvirkning fra et senere isfremstød, figur 9. Før dette indtraf aflejreredes dog indtil 15 m smeltevandsdannelser ovenpå $N\Phi$ -morænen.

På disse øvre smeltevandsaflejringer hviler en cirka 1 meter mægtig moræneformation, hvis rødligbrune farve sikkert ikke alene skyldes forvitring men også opblanding af rødbrunt, plastisk ler, hvoraf ærtestore klumper findes i morænen. Denne yngste moræne viser et relativt højt indhold af palæozoisk kalksten fra Jordens oldtid. Nogle geologer betragter dette træk som karakteristisk for moræner aflejet af is, der er af Baltisk herkomst, det vil sige har bevæget sig gennem Østersøsænkens. Samtidig viser stenorienteringsmålinger, at den øverste moræne har en a-præget orientering fremkommet ved isbevægelse fra sydøst, figur 10. Med andre ord - den sidste is der overskred Nordsamsø må have været det såkaldte Ungbaltiske isfremstød.

Ved disse nye undersøgelser af de blottede klintprofiler er det kommet klart frem, at de lagforstyrrelser som $N\Phi$ -isen har forårsaget er langt mere dominerende end Ungbaltens. Man må derfor antage, at Nordsamsø i den isfrie periode mellem $N\Phi$ -isens udbredelse og det Ungbaltiske fremstød, har været opbygget af markante NV-SØ'gående bakkerygge bestående af grusede smeltevandsaflejringer og morænegrus oppresset af $N\Phi$ -isen, og der er god grund til at antage, at dele af dette landskab har overlevet det yngre Ungbaltiske isfremstød.



SAMME SIGNATURER SOM I FIGUR 6 (SIDE 93).



På figur 11 får man et indtryk af klintens opbygning og deformationernes størrelse. Profilet går fra Langdalens udmunding i Kattegat cirka 750 meter mod NØ. Det fremgår klart ved sammenligning med det geologiske kort i figur 3, at bakkernes grus, der aflejredes af smeltevand fra NØ-isen, kun i de laveste partier er dækket af moræneler afsat af den Ungbaltiske is.

Nordsamsøs landskabsformer kan derfor ikke være opstået ved én hændelse. Hver af de to bakkeretninger svarer nøje til en isoverskridelse og bakkernes indre består af en ældre og en yngre lagfølge af istidslag oppræsset af iskapper med forskellig bevægelsesretning.

Sådanne komplekse opbygninger gør det ikke lettere at erkende forholdet mellem form og isoverskridelser af et landskab, men problemet kan løses, hvis man drager landskabselementernes indre opbygning ind i sine undersøgelser.