

NORSK POLARINSTITUTT  
MEDDELELSER NR. 106

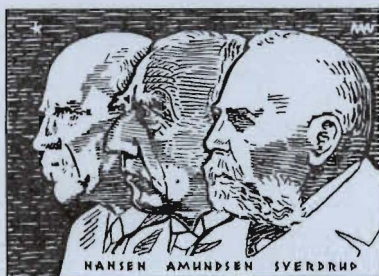
---

TORE GJELSVIK

Utforskningen av kontinentalsokkelen  
i Barentshavet — fra Fridtjof Nansens tid  
til i dag

WITH ENGLISH SUMMARY

*Særtrykk av Fridtjof Nansen Minneforelesninger XII  
holdt 10. oktober 1975 og utgitt av  
Det Norske Videnskaps-Akademi*



---

NORSK POLARINSTITUTT  
Oslo 1976

NORSK POLARINSTITUTT  
MEDDELELSER NR. 106

---

TORE GJELSVIK

Utforskningen av kontinentalsokkelen  
i Barentshavet — fra Fridtjof Nansens tid  
til i dag

WITH ENGLISH SUMMARY

*Sertrykk av Fridtjof Nansen Minneforelesninger XII  
holdt 10. oktober 1975 og utgitt av  
Det Norske Videnskaps-Akademi*



---

NORSK POLARINSTITUTT  
Oslo 1976



DET NORSKE VIDENSKAPS-AKADEMI

FRIDTJOF NANSEN  
MINNEFORELESNINGER

XII



UNIVERSITETSFORLAGET 1976

Oslo — Bergen — Tromsø



THE NORWEGIAN ACADEMY OF SCIENCE AND LETTERS

Utforskningen av kontinentalsokkelen  
i Barentshavet — fra Fridtjof Nansens tid  
til i dag

AV  
TORE GJELSVIK

WITH ENGLISH SUMMARY

NANSEN MINNEFORELESNING  
10. OKTOBER 1975



UNIVERSITETSFORLAGET 1976  
Oslo — Bergen — Tromsø

© TORE GJELSVIK OG DET NORSKE VIDENSKAPS-AKADEMI 1976

ALL RIGHTS RESERVED

UTGITT MED BIDRAG FRA  
KOMITEEN TIL BEVARELSE AV POLARSKIBET «FRAM»

ISBN 82-00-13087-8

Printed in Norway by  
PETLITZ BOKTRYKKERI AS

Det grå og stormfulle ishavet mellom Finnmark og Kola-halvøya i sør, Svalbard, Frans Josef Land og Novaja Zemlja i nord og øst, har i hundreder av år vært en hard virkelighet for fiskere og fangstfolk i nord. For resten av vårt folk er Barentshavet først i de senere år kommet ut av den tåke som ofte skjuler det for øyet. Stikkordene er olje og kontinentalsokkel.

I juli 1893 pløyet FRAM på sin første ferd mot nord gjennom Barentshavet. På den åpne kommandobrua sto Fridtjof Nansen og Otto Sverdrup. Straks østenfor Varangerfjorden gikk det første loddskudd av en rekke som gjennom tre år så fundamentalt skulle endre vårt bilde av det sentrale nordpolområdet. Vi vet at Fridtjof Nansen fikk rett — mot en rådende oppfatning i geografiske kretser — i sin vurdering av strømforholdene i Polarbassenget. Men også han trodde han i alt vesentlig skulle finne et grunt hav, og innrømmet åpent at han ble overrasket over å finne et dyphav under driften i isen. Han ble sterkt opptatt av kontrasten mellom dette og det utbredte, svært grunne kysthav nord for det eurasiske kontinent. Umiddelbart etter tilbakekomsten, i 1901, konstruerer han det første dybdekart over Barentshavet og publiserer det i bind IV av den vitenskapelige beretning om FRAM-ferden, som heter: «The bathymetrical features of the North Polar



Seas» (1). Hovedtrekkene i dette kart er ikke endret tross den intense utforskning som har skjedd senere, så det var et solid hydrografisk kartarbeid Fridtjof Nansen her utførte.

Gjennom hans livsverk vet vi hvor utrolig mangesidig Fridtjof Nansen var: oppdagelsesreisende, forsker, kunstner, diplomat, filantrop og statsmann. Det er alment kjent at han vitenskapelig spent over felter fra medisin og biologi til mange geofysiske disipliner. Mindre kjent er kanskje hans innsats på det geologiske område, og jeg skal derfor utdype denne. Det er tydelig at Nansen hadde fått en sterk interesse for de landskapsformer — over og under havflaten — som karakteriserer Barentshavet og dets kyster: den brede strandflate og det grunne shelfhav, eller kontinentalsokkelen med dagens språk. I sitt ovenfor siterte arbeid, som han har gitt undertittelen: «A discussion of the continental shelves and previous oscillations of the shoreline», bruker han mer enn 200 av de 230 sider i avhandlingen på kontinentalsokkelspørsmål. Han gikk grundig til verks. Etter en beskrivelse av kontinentalsokkelen langs den egentlige ishavskyst og dybdeforholdene i Barentshavet gir han en detaljert beskrivelse av kontinentalsokkelen og andre kystforhold i Norge, Færøyene, Island, Grønland samt andre sokler i Nord-Atlanterhavet. Deretter gir han en solid analyse av dannelsesprosessene — det er ikke minst her han viser sin fantasi, kombinasjonsevne og kritiske sans. Allerede i dette arbeid fremkaster han den tanke at Barentshavets bunn i tidligere tider lå på tørt land, og konkluderer med at dens kontinentalsokkel er dannet både ved erosjon på land, nedbryting i kystsonen og ved oppfylling av sedimenter i dypere søkk.

I forbindelse med en omtale av terrasseformede nivåer



Fig. 1. Strandflaten på Spitsbergens vestkyst, mellom Isfjordmunningen og Bellsund.

under og over det nåværende havnivå gir Nansen videre en interessant vurdering av variasjoner i havnivået gjennom lange geologiske perioder og demonstrerer en innsikt i de geofysiske forhold i jordskorpen som for sin tid var meget avansert. Det er i det hele en frapperende innsikt i så vel de ytre som indre geologiske prosesser Fridtjof Nansen avslører allerede på dette tidlige tidspunkt i diskusjonen av årsakene til endringene av havnivået.

Så kom de år da Fridtjof Nansen tok del i frigjøringen fra Sverige og opprettelsen av et selvstendig Norge, og ble dets talsmann ute i verden. Men naturproblemene i nord

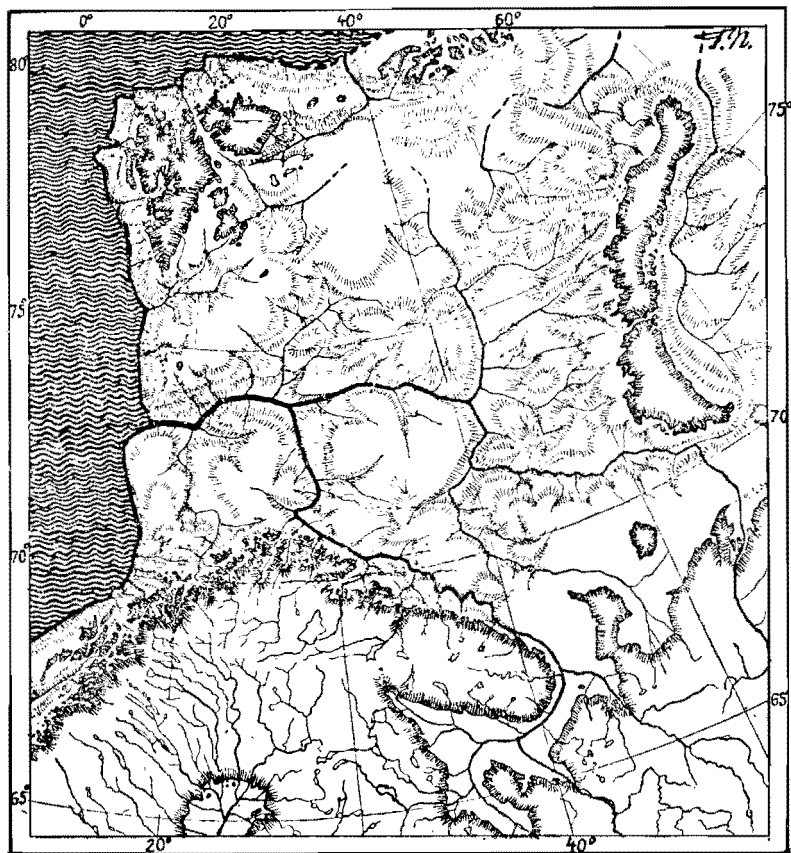


Fig. 2. Kontinentalsokkelen i Barentshavet hevet 500 m, med antatte elvesystemer, etter Nansen (2).

slapp ham ikke; i 1912 kom ferden med VESLEMØY, som i 1920 resulterte i en bok: «En ferd til Spitsbergen» (2). I denne boken gir Fridtjof Nansen etter min mening mer av seg selv som naturforsker, stilist og kunstner enn kanskje i noe annet verk. Her får jeg bare ta med hans kart over kontinentalsokkelen i Barentshavet (fig. 2), slik han tenker seg situasjonen «kanskje i den senere del av tertiærtiden». Han antar at der har vært en rekke etterfølgende nivåskift-

ninger, slik at havet ved Bjørnøya en tid lå flere hundre meter lavere enn i dag, for senere å heve seg til 50–60 m høyere. Han antar videre at hele Barentshavet var breddet under den store istid, og at isbevegelsen var mot SV.

Videre hevder han — under henvisning til O. Holtedahl og tidligere svenske forskere — at landet under den siste istid bare har vært dekket av mindre, lokale isbreer, slik at det ikke har vært noen betydelige nivåendringer.

Det vil her føre for langt å gå nærmere inn på de senere arbeider av Fridtjof Nansen, selv om de har nær sammenheng med de morfologiske forhold på Barentssokkelen og dens øyer. Han publiserte således i 1922 et verk om strandflatens dannelse: «The strandflat and isostasy» (3), som vel ennå i dag — 50 år senere — står som den betydeligste forskerinnsett på dette felt. Han utdypet sine synspunkter i et nytt verk: «The Earth's crust, its surface forms, and isostatic adjustment» (4), utgitt bare 2 år før han døde. Vi får forlate Nansen her, for å se på den videre utforskning av kontinentalsokkelen i Barentshavet og dens resultater.

Den senere norske forskningsinnsett i Barentshavet har vært ganske betydelig hva havforskning og fiskeriforskning angår, men når det gjelder undersøkelser av havbunnen og det som dypere ligger, skulle det inntil de siste 4–5 år bli utlendinger som dominerte. I særlig grad gjelder dette russerne. Deres interesse var gammel og grunner seg foruten på fiskeriinteresser også på strategiske synspunkter. Den russiske marines oppløddingsvirksomhet var en viktig kilde for Nansen ved utarbeidelsen av hans Barentshavkart, og etter revolusjonen ble det satt ytterligere fart på denne virksomhet ved opprettelsen av en spesiell institusjon: «Det flytende marin-vitenskapelige institutt», som også begynte en mer systematisk prøvetaging av bunnsedimenter. Etter

den annen verdenskrig ble arbeidet overtatt av geologer knyttet til «Det polare vitenskapelige institutt for fiskeri- og havforskning (PINRO)» i Murmansk. Mange kvinnelige geologer har gjort seg gjeldende i dette institutt. Sammen med andre russiske geologer har de arbeidet over et bredt geologisk spektrum, som vist ved et betydelig samleverk om Barentshavets geologi ved M. V. Klenova (5) i 1960. Dette gir innledningsvis en sammenstilling av forskjellige russiske oppfatninger av de tektoniske forhold i lagene under de kvartære og recente sedimenter og gir henvisninger til over 260 russiske publikasjoner. Frem til dette tidspunkt synes de fleste sovjetiske geologer å helle til at der var et dekke av sedimenter over en prekambrisk plattform i det sentrale område, men med soner av kaledonske bergarter i vest og hercynske i øst. Videre redegjør Klenova for faciesforhold, kvartærgeologiske forhold (også på øyene), bathymetriske og morfologiske forhold, paleogeografiske forhold, tilførte vann- og sedimentmengder fra fastlandets elver, permafrostens utbredelse, strøm- og marinbiologiske forhold. Det lar seg ikke gjøre på den tilnærmede tid å gå inn på enkeltheter; men jeg kan nevne at det pekes på spor av strandterrasser i flere nivåer, både over og under den nåværende, som viser fluktasjonen av havnivået i de siste 250 000 år. Vi finner her igjen flere av de nivåendringer Nansen peker på. Opp til dette tidspunkt mente de sovjetiske geologer, som V. N. Saks (6), at landisen i Würmtiden, den siste av de store kvartære istider, ikke dekket stort av kontinentalsokkelen i Barentshavet, men at isdekket var innskrenket til landmassene og de nærmeste sjøområder. Ifølge samme kilde lå grensene for landisen bare litt lenger ute i havet rundt de samme sentra under det maksimale fremstøt.

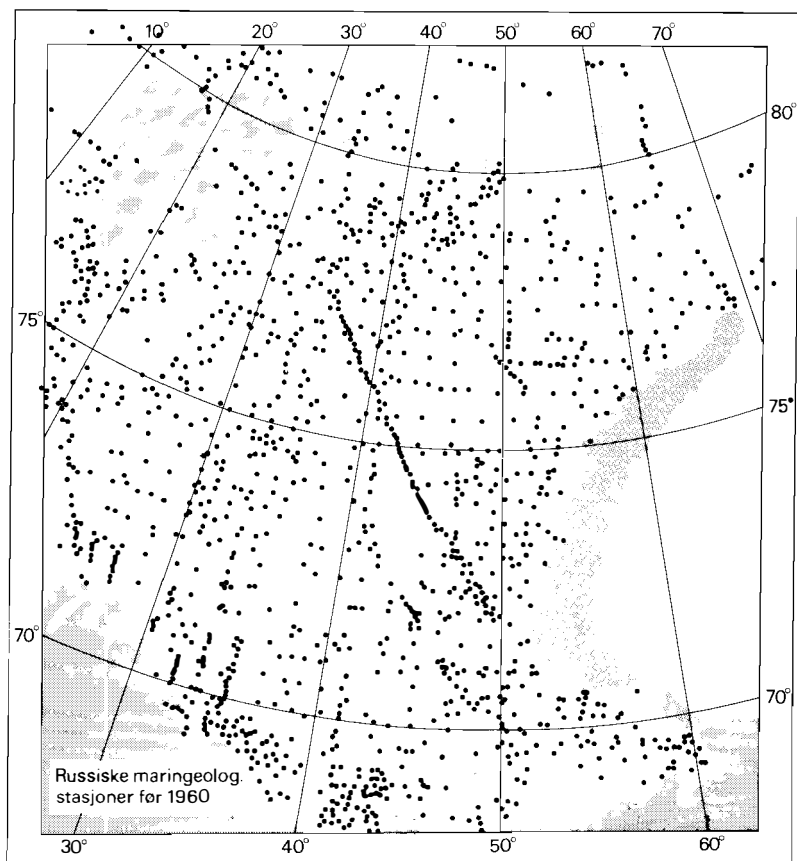


Fig. 3. Sovjetrussiske maringeologiske stasjoner i Barentshavet frem til 1960, ifølge (5).

Hoveddelen av Klenovas avhandling omfatter imidlertid kornfordelingsbestemmelser og lithologisk sammensetning av korte kjerneprøver fra mer enn 1500 stasjoner spredt over hele sokkelen, dels ordnet regionalt, dels etter systematisk valgte profiler eller dybdeforhold (fig. 3). Videre er det utført undersøkelser av hovedmineraler og tungmineraler i sandfraksjonene og petrografiske og lithologiske bestemmelser av grus- og steininnholdet i sedimentene ved

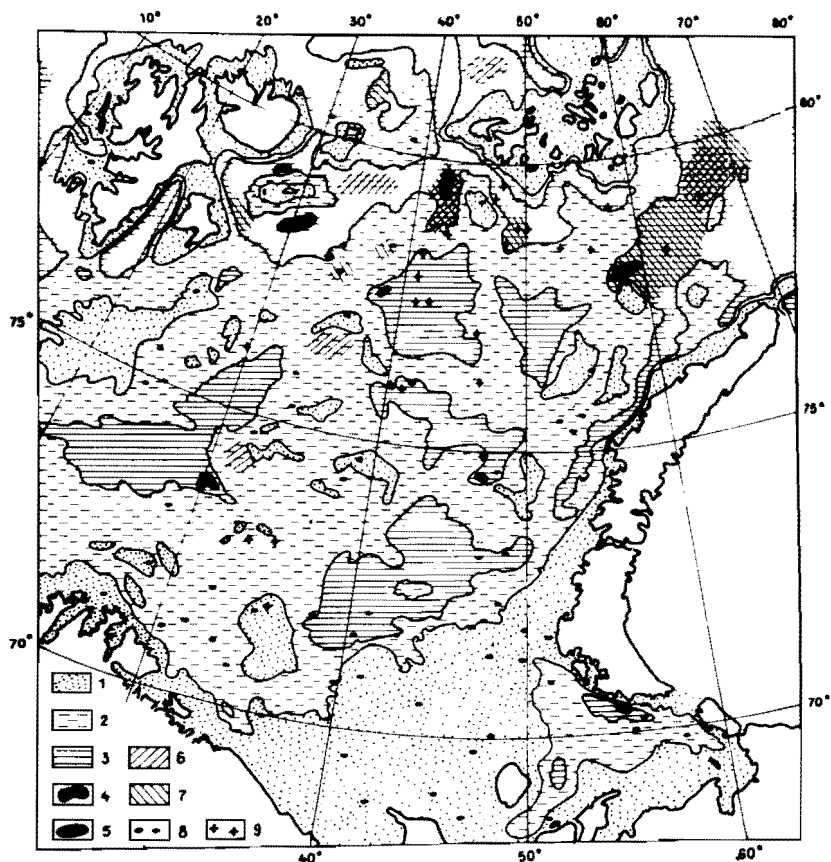


Fig. 4. Kart over ukonsoliderte bunnsedimenter i Barentshavet etter Klenova, med mindre justering av Emelyanov (9).

Tegnforklaring: 1 sand, 2 grov silt, 3 fin silt, 4 leire, 5 gammel leire, 6 sedimenter med 5—10 eller > 10 % jern, 7 sedimenter med < 0,2 % mangan, 8 områder med særlig mye steinblokker, 9 områder med jernskorpe eller mangankonkresjoner.

et stort antall stasjoner. Endelig er kjemiske analyser, dels av hovedkomponenter, dels av sporelementer, utført på et noe mindre antall prøver. Resultatene er sammenfattet i snesevis av diagrammer og karter, hvorav jeg bare gir et par (fig. 4 og 5).

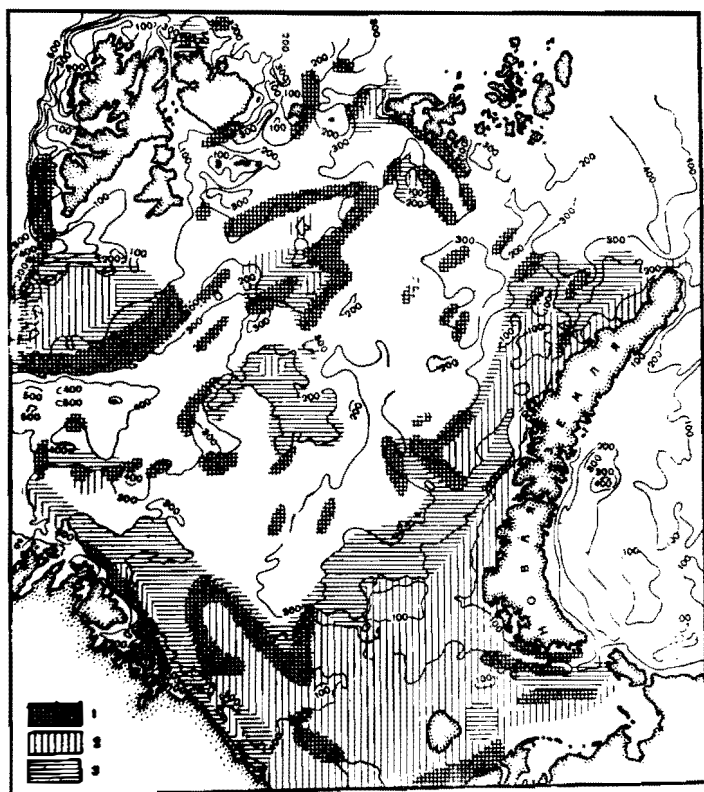


Fig. 5. Kart over hydrodynamiske prosesser på havbunnen i Barentshavet etter Klenova, gjengitt i (9).

Tegnforklaring: 1 pågående erosjon, 2 utvaskede lag, 3 varierende erosjon og sedimentasjon.

Etter hvert er forskere fra andre geologiske og oseanografiske institutter kommet til, med nye metoder og problemstillinger, og har revidert en del av de oppfatninger Klenova sammenstillet. Geologer fra «Arktisk geologisk institutt i Leningrad (NIIGA)» (som i dag er inkorporert i en ny institusjon for undersøkelser av den nordlige kontinentalsokkel, SEVMORGEO) har spesielt drevet undersøkelser på øygruppene, ikke minst på Svalbard. En av dets



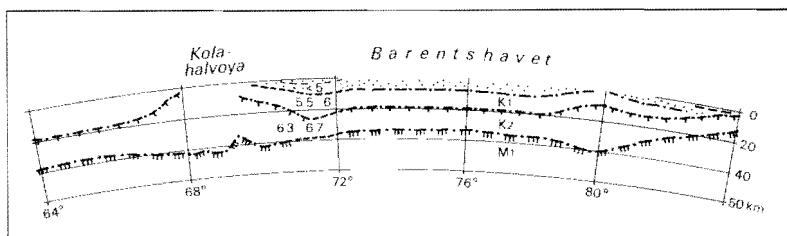


Fig. 6. Seismisk profil langs 35° ø.l. Utsnitt av fig. 4 i (10).

Sedimentære lag er stiplet. K1 er «granitt»-laget, K2 «basalt»-laget og M1 det øverste lag i mantelen. Grensen mellom K2 og M1 er Mohoflaten.

geologer, Dibner, har også gjort maringeologiske undersøkelser (7). Han er i motsetning til Saks kommet til at de kvartære isdekker må ha ligget over mesteparten av Barentshavet. De sovjetrussiske undersøkelser har påvist sammenhengen mellom hydrodynamiske forhold og pågående geologiske prosesser i de forskjellige havdyp (8, 9). Dette er også av betydning for leting etter vaskemalmer, noe sovjetrussiske geologer har drevet utenfor kysten av Øst-Sibir, der det bl.a. finnes tinnforekomster.

Geofysiskere fra Sovjetunionens marin-geologiske og -geofysiske institutt har utført seismiske og andre geofysiske undersøkelser over Barentssokkelen fra 1960 av. Disse undersøkelser siktet først og fremst på å klarlegge de dypere strukturer av jordskorpen, helt ned til mantelen, og har vist (fig. 6) at jordskorpen under Barentshavet har en jevn tykkelse av ca. 35 km opp til den 80. breddegrad, der den etter en markert utsvelling smalner sterkt inn under Polbassenget (10). Dette bekrefter oppfatningen av Barentshavet som et kontinentalt element i jordskorpen.

Gjennom de sovjetrussiske geologers publikasjoner får man inntrykk av at de ikke har hatt til disposisjon den avanserte refleksjonsseismiske teknologi som er blitt utviklet i vest i forbindelse med de kommersielle marin-geologiske

undersøkelser, og som i første rekke sikter på å skaffe best mulig data om den interne struktur og stratigrafi i sedimentlagene, og eventuelt om morfologien av overflaten av det krystalline fundament. Derimot har de utviklet en såkalt DSS (Deep Seismic Sounding) metode for mer generelle undersøkelser av *hele* jordskorpen og også tilpasset den til undersøkelser av områder dekket av havis (11). Videre synes sovjetrusserne å legge stor vekt på utnyttelse av magnetiske metoder, i første rekke aeromagnetiske, men også magneto-tellurometriske (MTS).

Mange av oss som har studert sovjetrussiske avhandlinger basert på disse metoder, synes nok at konklusjonene er vel dristige og bygger på et knapt og diskutabelt grunnlag. Tross dette imponeres man av de sovjetrussiske geologers evne og interesse for krystallgeologiske undersøkelser, og vi har utvilsomt adskillig å lære av dem på dette område. De har formodentlig også rett i at klarlegging av tektonikk og dynamikk i de lag som tilhører det krystalline fundament, og spesielt dettes morfologiske utforming, er av stor betydning så vel for rent vitenskapelige undersøkelser av sokkelen som for lokalisering av dens petroleumspotensielle strukturer i sedimentdekket.

De gode resultater av oljeundersøkelsene i Nordsjøen i slutten av 1960-årene, og det samtidige, store oljefunnet på ishavskysten av Alaska, var en mektig stimulans til undersøkelser av de nordlige kontinentalsokler, i første rekke Barentshavet. Sovjet-russiske institusjoner intensiverer i den første del av 1970-årene geofysiske undersøkelser både over Spitsbergenbanken og over de grunne områder i den SØ-del av Barentshavet. Resultatene fra Spitsbergenbanken er ikke publisert ennå, men fra 1971 til 1974 kom flere interessante publikasjoner med data fra det sistnevnte

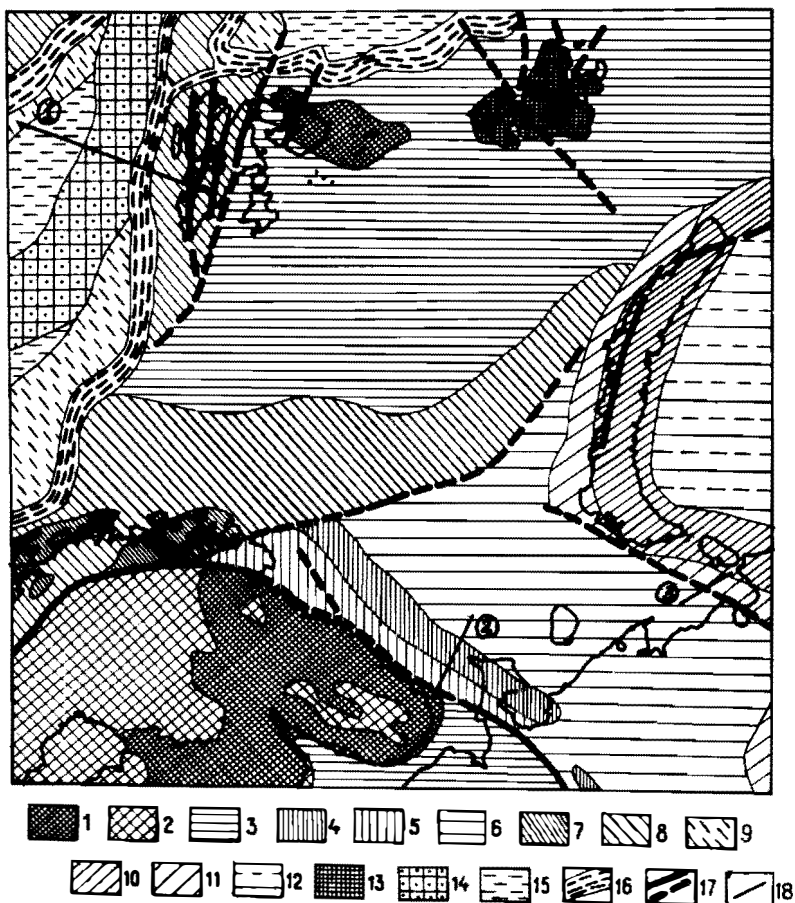


Fig. 7. Tektonisk kart over Barentshavet ifølge Emelyanov (10).

Tegnforklaring: 1 arkeiske foldesoner, 2 proterozoiske, 3 sedimentære lag over prekambrisk fundament, 4 baikalsk foldesone, 5 randforsenkning med sedimentære lag over baikalsk fundament, 6 plattformdekker av sedimentære bergarter, 7 laveste og 8 høyeste dekke av kaledonsk foldesone, 9 kaledonsk foldestruktur ved foten av kontinentalskråningen, 10 hercynsk folding, 11 randforsenkning av hercynske foldesoner, 12 plattformdekker over hercynsk fundament, 13 tertiære platåbasalter, 14 vulkanske formasjoner på midt-oseaniske rygg, 15 plattformdekker i dyphavområder, 16 kontinentalskråninglag, 17 hovedsprekkesoner, 18 seismiske profiler.

område (12, 13, 14, 15, 16). Arbeidene bygger på en rekke geofysiske data, i første rekke aeromagnetiske og seismiske, samt på geologisk materiale, bl.a. fra en del borer i kyst- og øyområder utenfor Pečorabassenget, der det allerede er gjort betydelige petroleumsfunn. Jeg må her nøye meg med å demonstrere resultatene ved noen figurer fra et par avhandlinger. Et tektonisk kart fra 1970 (9) viser utbredelsen av sedimentdekkene på sokkelen og den forskjellige karakter av basementformasjonene (fig. 7). Det fremgår herav at den kaledonske fjellkjede ikke skulle fortsette kontinuerlig til Svalbard, men være avbrutt i området ved Bjørnøya. (Dette hevdes også i en fersk sovjetisk avhandling om øyas tektoniske forhold (17).) Ifølge dette kart fortsetter de norske kaledonider i Barentshavet i NØ retning opp til nordspissen av Novaja Zemlja, mens de svalbardske kaledonider fortsetter i sørvestlig retning utenfor eggakanten. Mesteparten av sedimentene på den nordlige del av sokkelen tenkes dannet over et prekambrisk fundament. Sedimentdekket mellom Kolahalvøya og Novaja Zemlja antas å ligge over et fundament av baikalsk alder, dannet under en orogenese for ca. 600 mill. år siden. (Det går i dagen ved Kapp Kanin og Fiskerhalvøya og strekker seg langs hele Kolakysten.) Fig. 8 gir et mer detaljert bilde av de tektoniske forhold i fundamentet i det sydøstlige område etter de nyeste undersøkelser (15). Her er det store forandringer i oppfatningen av utstrekningen av det antatte baikalske fundament, idet dette begrenses like nord for Kolguevøya. Grenseflatene mellom de forskjellige blokker (som stort sett har NV–SØ strøk) er forkastninger, som geofysisk er bestemt til å trenge helt ned til Mohoflaten (35–40 km). Forkastninger med NØ–SV retning er påvist til 20–30 km dyp.

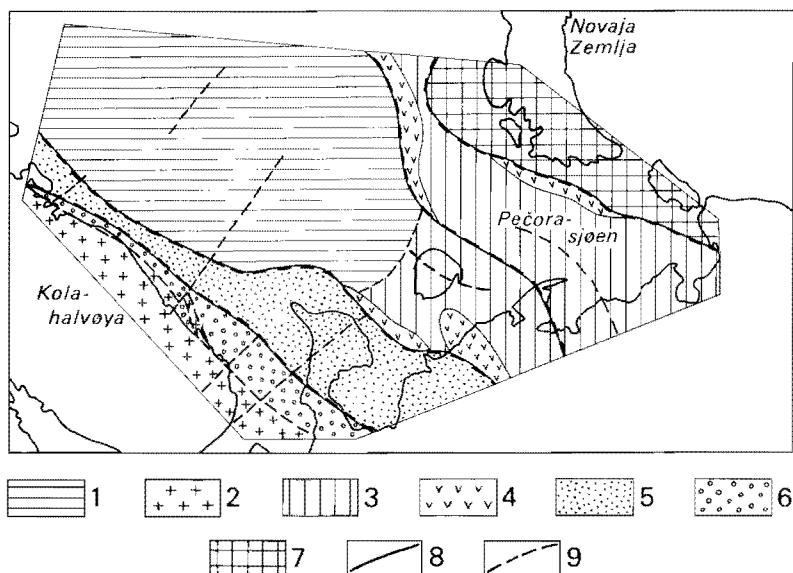


Fig. 8. Litt forenklet tektonisk kart over sokkelen i det sørøstre Barentshav (15).

Tegnforklaring:

1. Pre-karelsk massiv, sørlige Barentshav

2. Karelsk foldesone, Kolahalvøya

3. Pre-ripheiske bergarter

4. Engeosynklinale trau

5. Miogeosynklinale sone

6. Marginalt trau

7. Tidlig kimmeridge fase

8. Grenser for foldesoner

9. Regionale forkastninger

} Baikalske foldesoner

Fig. 9 viser utbredelsen i samme område av sediment-dekkene (stiplet) oppå fundamentet av de forskjellige formasjoner i det foldede fundament samt strukturen i dettes overflate. Av særlig interesse fra et petroleumsperspektiv er de forskjellige forsenkninger og forhøyninger som er avgrenset innenfor de respektive storstrukturer. Dette sammen med de lithologiske og stratigrafiske forhold i de overliggende sedimenter, som i hvert fall er 7–8 km mektige,

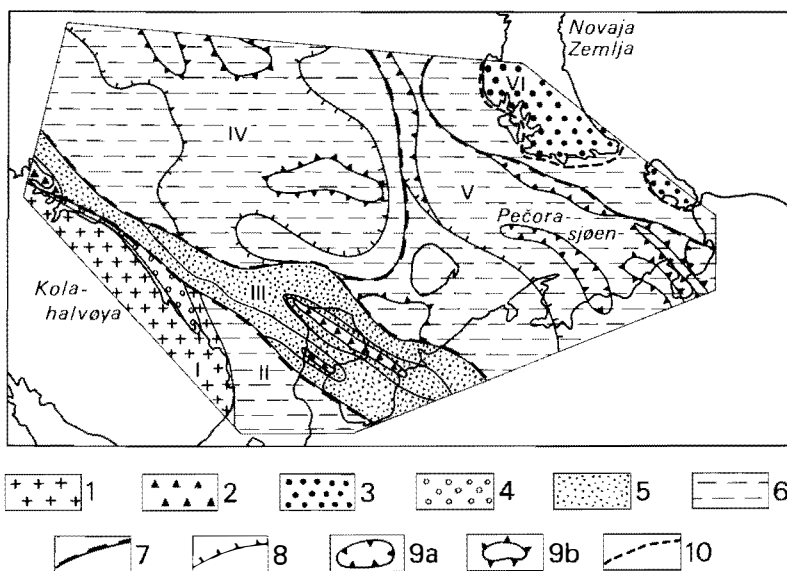


Fig. 9. Alder av sedimentære dekkebergarter og krystallinsk fundament samt strukturer i fundamentets overflate i det sørøstlige Barentshav (15).

Tegnforklaring:

1—3. Aldersinndeling av foldesoner i fundamentet: 1 karelsk, 2 baikalsk, 3 tidlig kimmeridge.

4—6. Sedimentære bergartskomplekser: 4 baikalsk, 5 hercynsk, 6 kimmeridge.

7—9. Grenser for strukturer i fundamentets overflate: 7 superordinære, 8 1. ordens, 9 2. ordens, a fordypninger, b forhøyninger.

10. Grense for tidlig kimmeridge foldet fundament.

Tektoniske strukturer:

I. Baltiske skjold.

II. Russiske plate.

III. Timanske fjellkjede.

IV. Sydlige Barentshavs syneclise.

V. Pečora syneclise.

VI. Paj-Choj — Novaja Zemlja kjede.

gjør at de sovjetiske geologer konkluderer sitt arbeid med at dette sokkelområde er enda mer lovende enn Pečora-bassenget på fastlandet innenfor, der, som nevnt, betydelige petroleumforekomster allerede er funnet. I 1970 ble det produsert 7 millioner tonn olje ved Uchta og 7 milliarder

der m<sup>3</sup> gass ved Vuktyl. De viktigste produksjonslag finnes i devon, karbon og perm (13).

Ifølge en artikkel av Demenickaja *et al.* (18) er gjennomsnittstykkelsen av sedimentdekkene på kontinentalsokkelen i Barentshavet 5–6 km og den totale mengde sedimenter i dette område like stor som i den øvrige del av den eurasiske arktiske sokkel. I tillegg til andre momenter gir disse forhold en pekepinn om de potensielle oljemuligheter i Barentshavet.

Hva er så gjort for å utforske Barentshavets sokkel av forskere fra andre fremmede stater og fra vårt eget land? Da Svalbard-øygruppen geologisk er en oppragende del av sokkelen, er de systematiske geologiske undersøkelser som der er gjort av Norsk Polarinstitut og også av andre norske og utenlandske forskere, av stor betydning. Jeg nøyer meg her med å vise til den bruk som er gjort av geologiske observasjoner fra Svalbard og andre øy- og kystområder i en avhandling fra 1951 av Hans Frebold (19) om Barentssokkelens geologi, som fremdeles er et viktig referanseverk for sokkelgeologer. Norsk Polarinstituts detaljerte sjøkartlegging i Svalbardfarvannene (fig. 10), basert på elektroniske navigasjonssystemer, gir et viktig materiale til morfologiske studier av bunnen. Instituttets is- og strømunder undersøkelser er av stor praktisk betydning for virksomheten på sokkelen, men ligger utenfor rammen av dette foredrag. Av annet direkte sokkelrelevant arbeid før det store oljefunnet i Alaska i 1968 er ikke meget å rapportere. O. Holte-dahls (20) morfologiske undersøkelser i kystnære farvann og noen spredte maringeofysiske og aeromagnetiske snitt av amerikanske og kanadiske forskere bør dog nevnes (21, 22, 23).

I 1969 innledet det amerikanske Lamont-Doherty Geo-

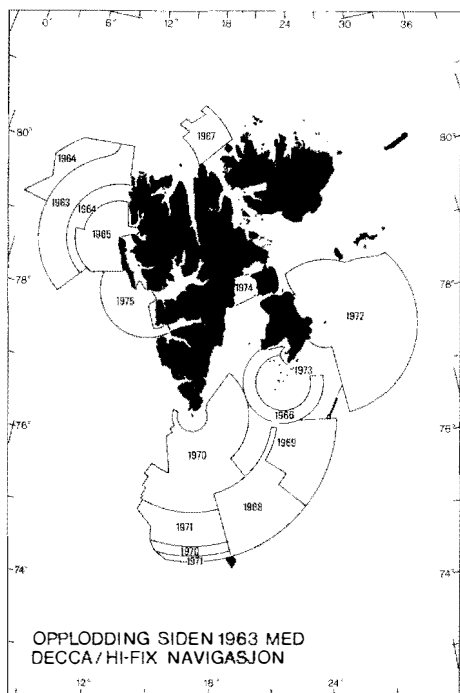


Fig. 10. Norsk Polarinstituttets detaljerte sjøkartlegging med elektronisk navigasjon.

logical Observatory en serie med tokter i Barentshavet, Norskehavet og Grønlandshavet. Noen unge norske geologer var med ombord og har senere deltatt energisk i bearbeidelsen av observasjonsmaterialet. Selv hadde jeg den glede å stå ombord en 10 dagers tid under kryssningen av Barentshavet og fikk se hvilken avansert instrumentikk og arbeidsrutine som var etablert i Observatoriets verdensberømte forskningsfartøy, VEMA, et gammelt, avdanket skandinavisk lystfartøy, som under Lamontgeologenes ledelse i løpet av de siste 10 år har kryssert alle verdenshav og samlet inn en stor del av de maringeologiske og -geofysiske data som ligger til grunn for de nå alminnelig aksepterte teorier om havenes dannelse ved «mid-oceanic rifts» og «ocean floor spreading». I Barentshavet foretok VEMA, på



dette og to senere tokter, marinseismiske profileringer, refraksjonsmålinger med sonarbøyer, kontinuerlige magnetiske og gravimetriske registreringer samt fotografering og prøvetagning av bunnen med forskjellig utstyr.

Samme år fremmet Norsk Polarinstitutt overfor NTNf's Kontinentalsokkelkontor et forslag om samarbeid om undersøkelser av Barentssokkelen, innbefattende også andre norske institusjoner. De første målinger — preliminnære aeromagnetiske målinger over Svalbard og de østlige sokkelområder ved Norges Geologiske Undersøkelses geofysiske avdeling, og marinmagnetiske snitt over Spitsbergenbanken ved Norsk Polarinstitutt's hydrograferingsfartøy — ble utført i 1970. Norges Geologiske Undersøkelse har senere gjort systematiske aeromagnetiske målinger fra Troms—Finnmarkskysten og opp til en linje på høyde med Bjørnøya. I samme forbindelse kan nevnes at geologer fra Norges Geologiske Undersøkelse, i samarbeid med britiske forskere, har gjort omfattende undersøkelser av formasjoner i kystsonen i Finnmark, som er av stor interesse for basementproblematikken på Barentssokkelen (24).

I 1971 opererte tre norske fartøyer ved hjelp av Polarinstituttets elektroniske navigasjonsutstyr i området Sørkapp—Hopen—Bjørnøya og foretok en systematisk marin-geologisk prøvetagning samt en del seismiske og gravimetriske registreringer. Senere i sesongen leiet NTNf et geofysisk spesialfirma til å foreta et par snitt over Spitsbergenbanken med avansert seismisk refleksjonsutrustning. Noen nye snitt med samme metodikk ble foretatt i regi av NTNf i 1972 og i 1974 og 1975 av Statens Oljedirektorat.

I 1970 tok også Jordskjelvstasjonen ved Universitetet i Bergen under Markvard Sellevolls ledelse opp et program

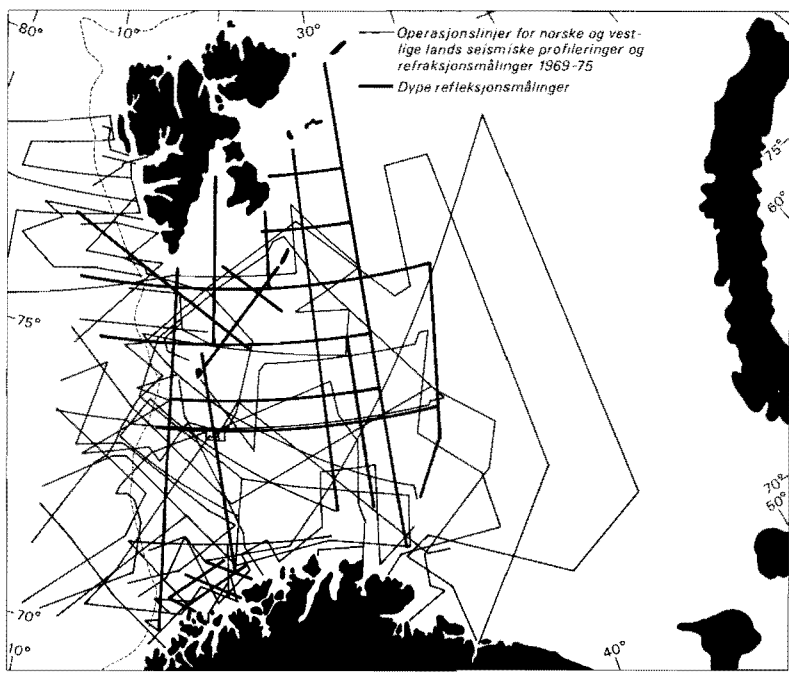


Fig. 11. Operasjonslinjer for maringeologiske og -geofysiske tokter av vestlige institusjoner i Barentshavet 1969—75. Linjer for detaljerte dypseismiske undersøkelser på Troms- og Finnmarkskysten med kommersielle siktemål er ikke medtatt.

av kontinuerlig seismisk profilering og refraksjonsmålinger, som er ført videre i de fleste sesonger siden i den vestlige del av sokkelen, og har dermed gitt et betydelige vitenskapelig norsk bidrag til utforskningen av sokkelen her oppe.

Også tyske, franske og engelske maringeologiske institusjoner har deltatt i utforskningen i samme tidsrom.

Fig. 11 viser toktlinjene for alle disse ekspedisjoner. Som det sees, er det foretatt en betydelig — om enn noe usystematisk — geologisk/geofysisk utforskning av en stor del av Barentssokkelen.

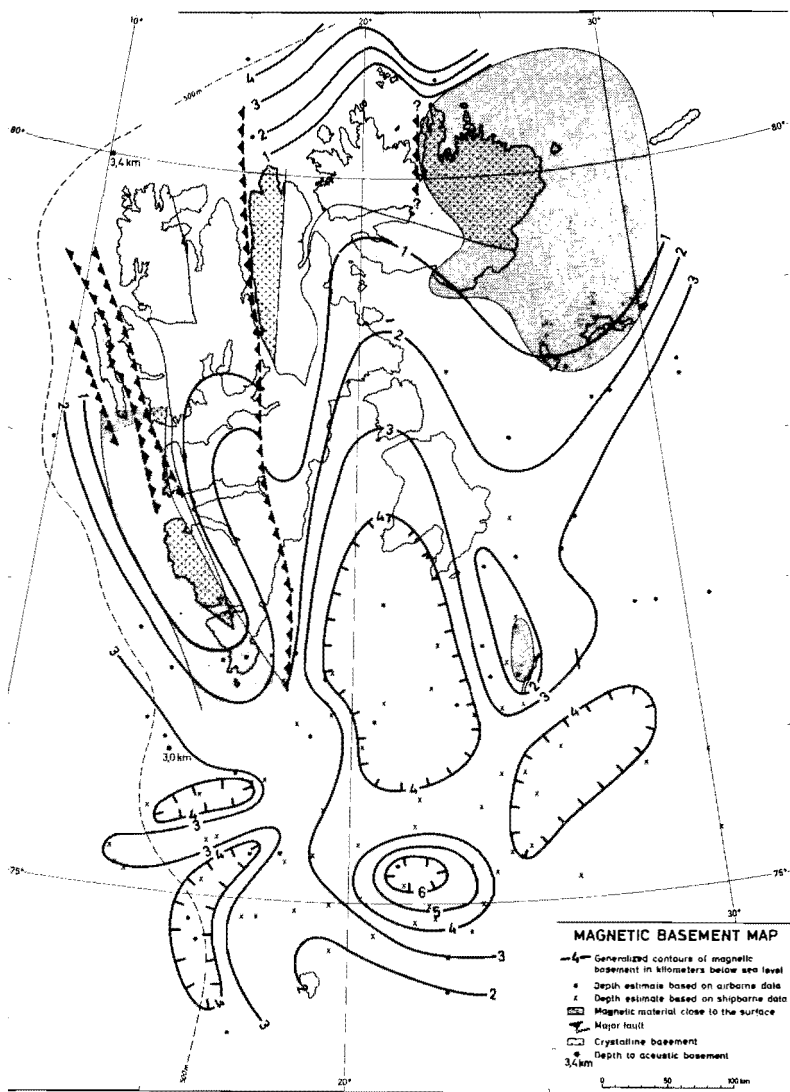


Fig. 12. Kart over magnetisk fundament i farvannet sør og øst for Spitsbergen, etter Åm (28). Tallene på konturlinjene angir kilometer under havets overflate. Stiplet: magnetiske bergarter nær overflaten.

Resultatene av disse undersøkelser er kommet i stigende grad i de senere år. Jeg må her nøye meg med å vise til avhandlinger av Eldholm og medarbeidere (25, 26), samt Sundvor (27) og Åm (28, 29). Sistnevnte har bearbeidet de aeromagnetiske målingene, og jeg skal først referere hans tolkninger av forholdene i Barentshavet (28) og begynner lengst i nord (fig. 12). Målingene tyder på at sokkelen sørøst for Svalbard kan ha «sediment»-dekker på jevnt over 2–3 km's tykkelse, med en rekke mindre bassenger med mektighet fra 4–6 km. Den geologisk kjente høyderyggen over Edgeøya—Hopen fremkommer også klart magnetisk, likedan det hevede område rundt Bjørnøya, der metamorfe senprekambriske og paleozoiske bergarter (Hecla Hoek) går i dagen. Åm skriver med rette at det ikke kan sies med sikkerhet hva det beregnede «magnetiske basement» egentlig representerer, da det i den kaledonske metamorfe lagserie på Svalbard er mange lite magnetiske lag, og i den «umetamorfe» postkaledonske lagserien finnes basaltlag som gir sterke magnetiske utslag. For det sørlige område (29) gjengir jeg et kart (fig. 13) som fremstiller dybden ned til en flate som er beregnet ut fra det øverste av to sett magnetiske anomalier samt en del refraksjonsmålinger. Åm finner det sannsynlig at lagene under denne flate representerer paleozoiske bergarter som har seismisk hastighet på vel 5 km/sek. De overliggende sedimenter vil i så fall ha gjennomgående mektigheter på 3–4 km, i forsenkninger opptil 6 km og i ryggen opptil 2 km. Den Ø—V tendens er her dominerende i den sentrale del av det undersøkte område, mens det er N—S orienterte strukturer i begge ytterkanter. Åm mener at strukturene i vest kan tyde på at de norsk-svalbardske kaledonider er forbundet over Bjørnøya, men ser ikke bort fra muligheten for at det også kan være

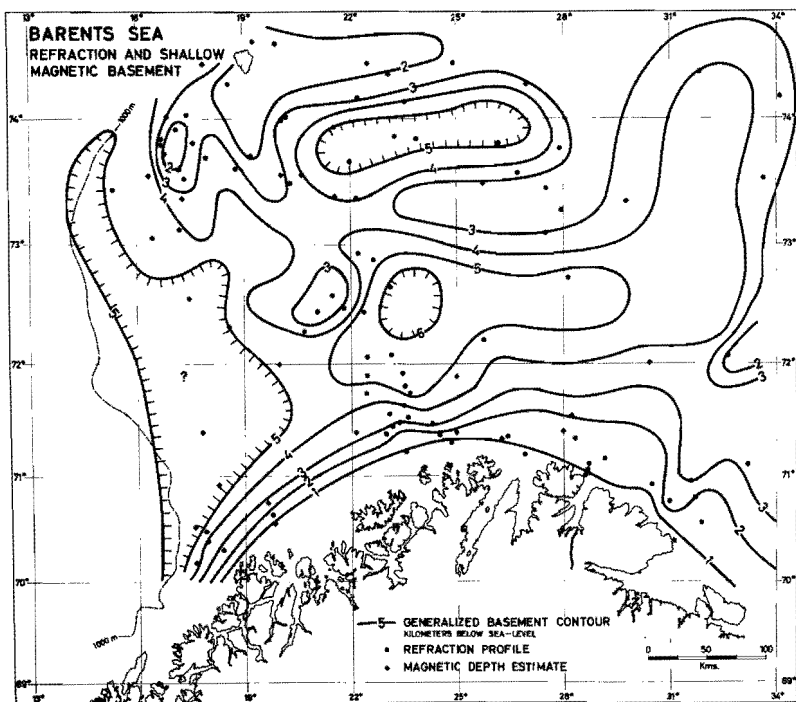


Fig. 13. Generalisert konturkart over et grunt magnetisk og refraksjonsfundament i det sørvestlige Barentshav, etter Am (29).

en NØ fortsettelse fra norskekysten.

Avhandlingen av Eldholm og Talwani (26) sammenfatter publiserte resultater av magnetiske, gravimetriske og seismiske data fra alle de foran nevnte vestlige og en del sovjetiske undersøkelser. Der gis isopachkart (mektighetskart) for lag med forskjellige akustiske hastigheter. Kartet for lag med mindre enn 2,4 km/sek. (fig. 14), som antas hovedsakelig å representere tertiærformasjonen, viser at denne stort sett er innskrenket til et område på eggakanten og kontinentalskråningen i vest. Dette bekrefter i så fall at Barentssokkelen var hevet over havet i tertiærtiden (som Nansen tenkte seg). Et isopachkart (fig. 15) for lag med

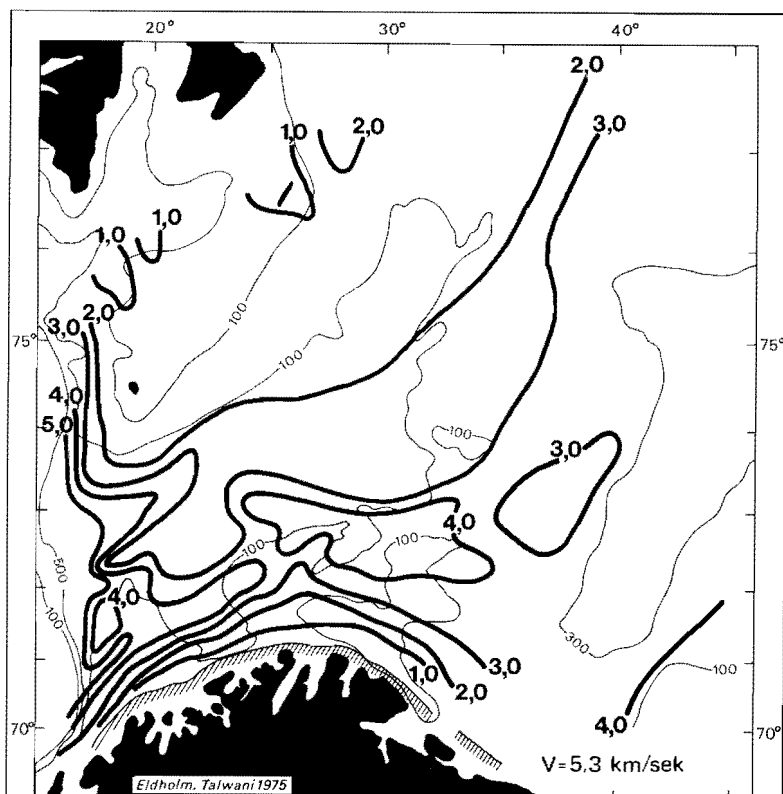


Fig. 14. Isopachkart for sedimenttykkelse over en reflektor med gjennomsnittlig hastighet 2,4 km pr. sekund (26).

mindre hastighet enn 5,3 km/sek., kan jevnføres med Åms kart (fig. 13). Man ser i området sør for Bjørnøya de samme strukturetninger som hos Åm, men mektighetene av de omliggende lag er, bortsett fra langs eggakanten og kontinentalskråningen i vest, et par km tynnere enn på Åms kart.

I sin vurdering av aldersforholdene for lagene i relasjon til de respektive akustiske hastigheter finner Eldholm og Talwani ikke å kunne legge stor vekt på de resultater som hittil foreligger av den maringeologiske prøvetagning på

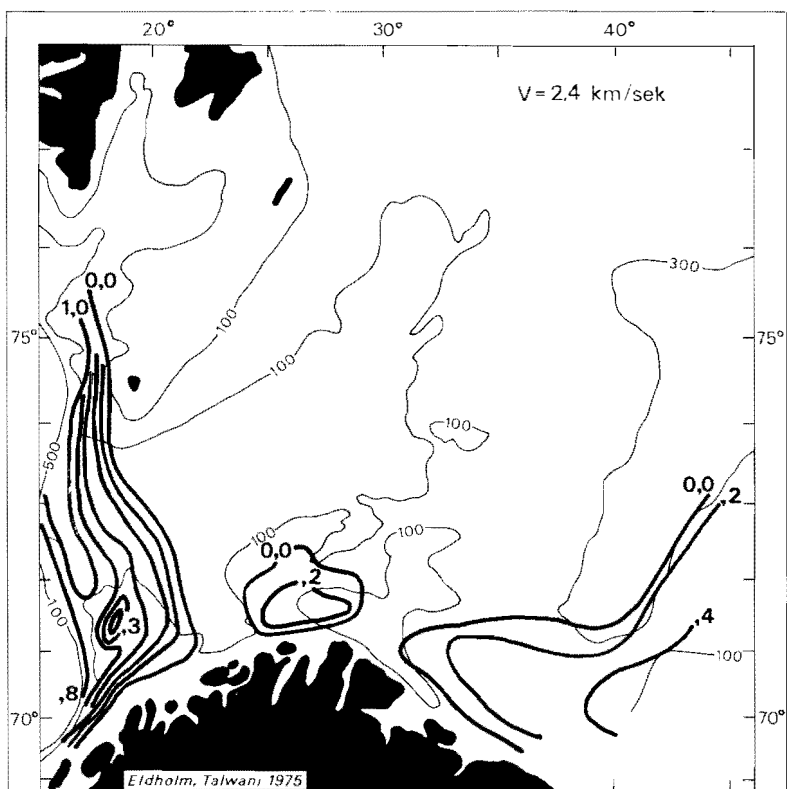


Fig. 15. Isopachkart for sedimenttykkelse over en reflektor med gjennomsnittlig hastighet 5,3 km pr. sekund. Går i dagen ved skravert område (26).

sokkelen, og mener man kan korrelere ut fra den erfaring man har i andre områder der man har sikre geologiske aldersbestemmelser. Nå er, som forfatterne selv gjør oppmerksom på, egenvekt og dermed akustisk hastighet av bergartene i tilsvarende geologiske serier på Svalbard betydelig høyere enn i helt umetamorfte sedimenter av samme alder annetsteds. Det skyldes en sterkere — foreløpig uforklart — sedimenteringsgrad. Forfatterne synes å mene at dette fenomen har sammenheng med den tertiære orogenese

på Spitsbergen, og burde derfor være geografisk begrenset til områder nær denne. Hvilken utbredelse denne sterke sedimenteringsgrad har lateralt og vertikalt, er imidlertid lite kjent, og foreløpig bør nok korrelasjonen mellom akustiske hastigheter i sedimentlagene på Barentssokkelen og tidbestemte geologiske serier gjøres med sterke reservasjoner. Det har forøvrig vist seg vanskelig å få gode resultater av refleksjonsseismiske målinger i det grunne farvannet sør og øst for Spitsbergen.

Ut fra sine korrelasjoner kommer forfatterne frem til følgende hovedkonklusjoner om sedimentasjonshistorien og strukturforholdene: Barentssokkelen kan strukturelt deles i to, Svalbardplataet og sedimentbassengene. Disse siste har mektige sedimentlag av senpaleozoisk og mesozoisk alder og består av flere mindre bassenger med høyde-rygger mellom. Over Svalbardplataet er lagene tynnere — hoveddelen av de mesozoiske lag antas å mangle der. Under hele tertiærtiden var Barentssokkelen over havnivået og avsatte sine erosjonsprodukter på kontinentalskråningen i vest og i dyphavet utenfor.

Sedimentbassengene og kontinentalskråningen i vest har regionale og lokale strukturer, inklusive diapirer (saltstokker), som kan være mulige oppsamlingssteder for olje og gass. Et par profiler, nylig publisert av en forskergruppe fra Statens Oljedirektorat (30), er av betydelig interesse (fig. 16). Et syd—nord profil fra Finnmarkskysten opp mot Bjørnøya viser et jevnt sedimentbasseng med flere refleksjonshorisonter og med forkastninger nær Finnmark og Bjørnøyrenna. Et profil fra vest til øst langs 71° 30' N viser urolige foldede og forkastede strukturer, i den vestlige del og særlig i Tromsøbassenget, som også viser diapirer, men roligere strukturer i den østlige del, som er benevnt Ham-



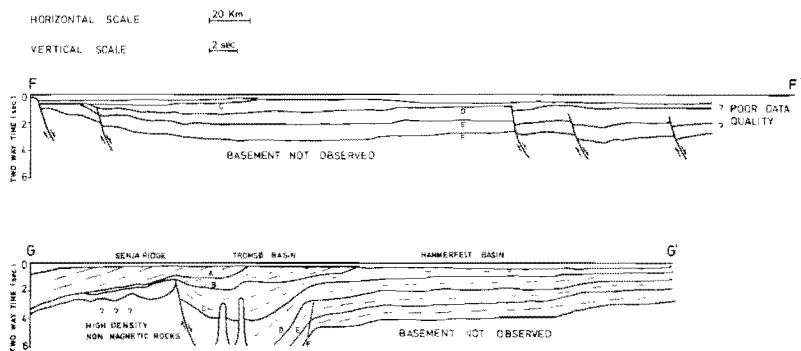


Fig. 16. Seismiske profiler i det sørvestlige Barentshav, etter Rønnevik *et al.* 1975.

merfestbassenget. Ut fra geologiske betraktninger anser forfatterne at det nederste av de registrerte lag — F laget — er av permisk alder. I Tromsøbassenget stuper det ned mot store dyp, over 10 km. Profilene gir i det hele en antydning om at sedimentbassenget i den sørvestre del av

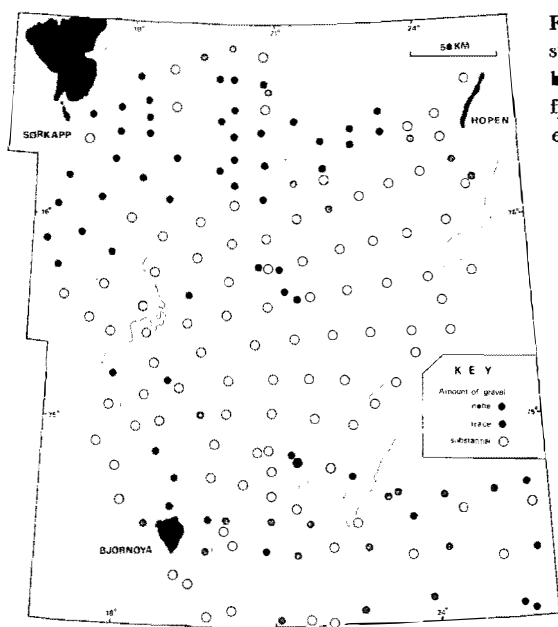


Fig. 17. Marinegeologiske stasjoner 1971 på Spitsbergenbanken og i Stor-fjordrenna, etter Edwards (32).



Fig. 18. Nesten urørt lag av ukonsolidert bunnsediment og marin fauna tatt med stor grabb.

Barentssokkelen er noe dypere enn det Lamontforskerne er kommet til, og ligger for så vidt nærmere Åms tolkning (fig. 13).

Selv de beste tolkninger av geofysiske data bør kontrolleres ved geologiske observasjoner. Den sikreste kontroll skaffes ved boringer; men slike er ennå ikke utført nord for 62. breddegrad, så vi må foreløpig nøye oss med å se hva prøver fra havbunnen forteller. Som nevnt foran, hadde Polarinstituttet og NTNFK et felles maringeologisk tokt i 1971 over Spitsbergenbanken; fig. 17 viser beliggenheten av de geologiske stasjoner, i alt bortimot 200. Innsamling av bunnmaterialet ble gjort med skrapere, grabber og kjerne-rør. Gode resultater ga en noe ukonvensjonell, stor grabb, som tok opp nesten uforstyrrede prøver av bunnen på nesten 1 m<sup>2</sup>'s størrelse (fig. 18). Videre ble fotografering av bunnen foretatt, og på 30–40 av de grunneste stasjonene gikk geologdykkere ned for observasjoner og prøve-

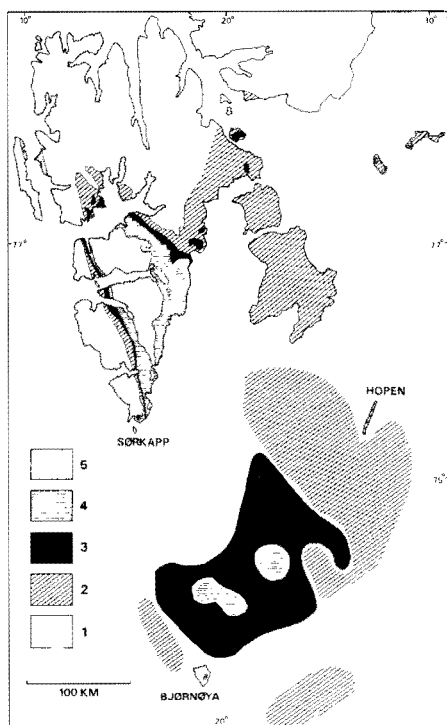


Fig. 19. Geologisk skisse av Spitsbergenbanken og Svalbard, etter Edwards (32). Tegnforklaring: 1 på land lag eldre enn trias, under havbunn uvisst alder, 2 trias, 3 jura og underste del av undre kritt, 4 øverste del av undre kritt, 5 tertiær.

tagning. Det var et ungt og entusiastisk team under ledelse av Thore S. Winsnes og George H. Maisey som under vanskelige værforhold i en ekte Nansensk forskerånd foretok dette pionérbearbeid i Nordishavet.

Prøvematerialet er blitt bearbeidet ved Polarinstituttet og Universitetet i Oslo. Innholdet av makrofossiler i skifer-materialet er undersøkt av J. Nagy, som i en rapport (31) finner at de fleste tilhører en serie i overgangen mellom jura og kritt. Sandsteinsfragmentene er underkastet en inngående petrografisk-stratigrafisk analyse av Marc B. Edwards (32). Med støtte av detaljerte undersøkelser i 1973 av sandsteinslagene på det nordenfor liggende Sørkapp Land på Spitsbergen har han kunnet vise at prøvene

indikerer en alder fra trias til undre kritt. Han påviser videre at en god del prøver har skuringsstriper, og det øvrige materiale er hovedsakelig av samme lithologiske karakter. Han mener derfor at materialet stammer fra en *lite* flyttet bunnmorene, dannet under de kvartære bredekker over Barentssokkelen, og kan derfor brukes til bestemmelse av de underliggende formasjoner. Han samler sine konklusjoner i en kartskisse (fig. 19), som viser formasjoner fra trias til kritt liggende i en svak synklinål, i sydlig forlengelse av det postkaledonske sedimentærbaseng på Spitsbergen. Disse konklusjoner stemmer ikke helt bra med Eldholms og Talwanis oppfatning om at mesteparten av de mesozoiske lag mangler over Svalbardplatået. Edwards' arbeid er forøvrig en ny demonstrasjon på nytten av geologisk informasjon fra Svalbardøyene for maringeologiske undersøkelser av sokkelen.

Finfraksjonene sand, silt og leire fra prøvestasjonene er blitt underkastet detaljerte sedimentologiske, mineralogiske, geokjemiske og mikropaleontologiske undersøkelser av et team av hovedfagsstudenter under ledelse av K. O. Bjørlykke, S. B. Manum og J. Nagy ved Institutt for Geologi, Universitetet i Oslo. (En avhandling (33) er foreløpig publisert, en hovedfagsoppgave er ferdig og en annen foreligger i nær fremtid.) Disse forskere har funnet at de sentrale grunne områder består av sand og skjellsand samt utvaskede fragmenter av mesozoiske bergarter. Datering ( $C^{14}$ ) av skjellene herfra gir alder fra 9000 år til nå. Frem til for ca. 2500 år siden var det vesentlig bløtbunnsfauna, nå vokser vesentlig en hardbunnsfauna, hvilket avspeiler landhevningen og økt utvasking av lagene. Nedover skråningen av banken og i dypprennene finnes resedimenterte lag fra utvaskingen på banken, som skyldes bølgebevegelse

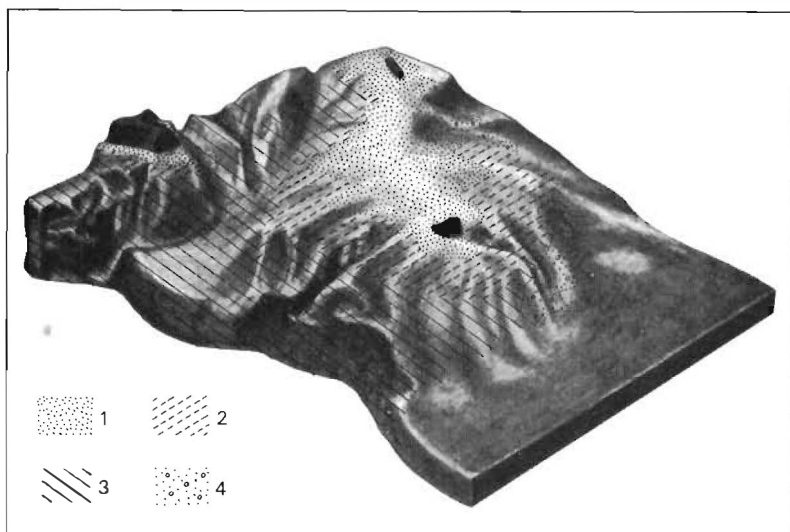


Fig. 20. Kart over ukonsoliderte sedimentære lag på Spitsbergenbanken etter modell på Geologisk Institutt, Oslo Universitet.

1 — grus og sand med mye skjellfragmenter, 2 — silt med opptil 25 % leire,

3 — leirrike sedimenter, 4 — glasimarin leire.

og sterke strømmer. Enkelte steder stikker urørte lag av glasimarin leire frem.

Leirmineralogien i de kvartære og recente sedimenter er de samme som de som finnes i fragmenter av juraskifer og i tilsvarende lag på Spitsbergen.

Den geokjemiske fordeling både av hovedelementer og sporelementer i sedimentene viser et mønster som tyder på at synklinoriet fra Spitsbergen fortsetter ut på banken, hvilket er i overensstemmelse med de ovennevnte resultater av blokkstudiene til Edwards.

Etter de tolkninger som hittil er gitt av de geofysiske data, skulle som nevnt foran bare tertiærslag finnes i Barentshavet langs eggkanten og i Pečorabukten (samt et tynt lag på Nordkappbanken). Palynologiske undersøkelser av en stedfast prøve fra Sentralbanken, midt på sokkelen, viser

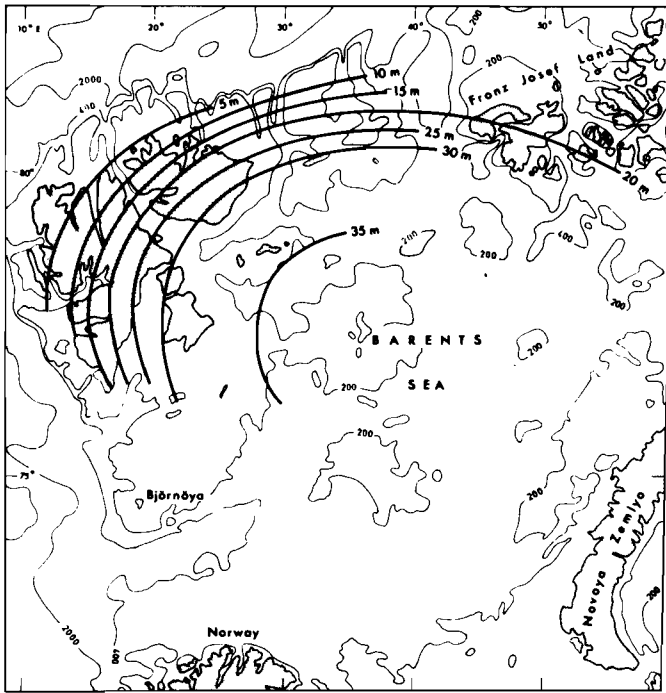


Fig. 21. Isobaskart over Svalbrad og tilstøtende områder, som viser landhevningen i løpet av de siste 6500 år. Hoppe (36).

ifølge bestemmelser av S. B. Manum (34) teritær alder. Ifølge opplysninger av G. H. Maisey er denne prøve tatt opp sammen med den som er undersøkt av N. Spjeldnæs og av ham antatt å være av mesozoisk alder (35).

Som vi forstår, viser de norske undersøkelser bl.a. at de ukonsoliderte sedimentene på dette område av sokkelen er mer eller mindre omlagrede, men lite flyttede bunnmorenelag. Men hvor stor del av sokkelen var dekket av iskuplene? Å få klarlagt det vil være av både vitenskapelig og praktisk interesse. Svenske forskere har gjort målinger av landhevninger i Svalbardområdet og særlig studert beliggenheten av en 6500 år gammel strandlinje (36) (som er

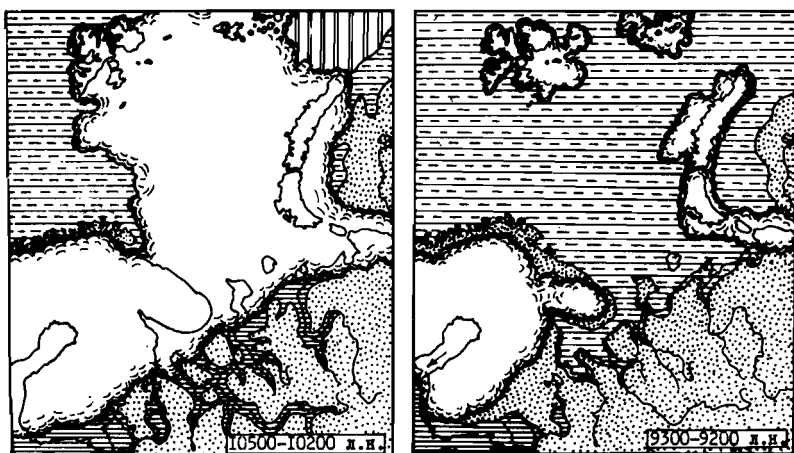


Fig. 22. Trinn i isens avsmeltning i Barentshavet og Kvitsjøen gjennom de siste 10 000 år. Etter Grosval'd (37).

karakterisert ved opptreden av pimpesteinsfragmenter). Resultatet er vist på fig. 21. Som man ser, synes isdelet under Würmtiden — den siste store istiden — å ha ligget nær sentret av Barentsshelfen, og mesteparten av Barentshavet skulle i så fall være bredekket. Under den maksimale istid (Riss) er det derfor stor sannsynlighet for at hele Barents-sokkelen var bredekket, slik som Fridtjof Nansen tenkte seg det.

En meget fersk sovjetrussisk avhandling av Grosval'd *et al.* (37) gir full støtte til dette. Undersøkelser av morener og andre randdannelser i Pečorabassenget og i området sørøst for Kvitehavsmunningen (fig. 22) viser at så godt som hele Barentshavet fremdeles var bredekket for ca. 10 000 år siden. Avsmeltningen fant sted kort etter og var avsluttet i løpet av 1000 år.

Etter Fridtjof Nansens tid har utforskningen av kontinentalsokkelen av Barentshavet tatt nye retninger. Men

ofte kommer man tilbake til hans problemstillinger og vurderinger.

Det er noe symbolsk i utviklingen. Etter at de store polarforskere hadde utslettet de hvite flekker på kartene over jordoverflaten i nord og sør, er forskerånden på jakt *inn* mot det ukjente i de store dyp på kloden, og *utover* mot andre himmellegemer i verdensrommet. Jakten på det ukjente er i seg selv et viktig element i forskerånden. La oss ikke glemme det i vår jakt på oljen!



*Exploration of the continental shelf of the Barents Sea —  
from the time of Fridtjof Nansen until today*

## SUMMARY

During the voyage of «FRAM» along the continental shelf of Eurasia and her drift across the Arctic Ocean 1893–96, Fridtjof Nansen discovered the great extent of the shelf and the striking contrast to the deep ocean to the north. Shortly after his return he produced the first bathymetrical map of the Barents Sea, and wrote a thorough study of the formation of the shelf (1). In 1912 he continued the exploration of the shelf and shores around Bjørnøya and Spitsbergen. In his narrative (2) he developed his earlier ideas on the history of the shelf and drew a map, reproduced in Fig. 2 above, showing the shelf—«perhaps in Tertiary time»—lying 500 m above the sea and thus being dry land. He also discussed the glacial history of the area, concluding that it had been completely covered by glacial ice during maximum glaciation in the Pleistocene. In his later years, he wrote two important papers on related subjects (3, 4), which still are classical papers for students of coastal processes.

In all these papers Nansen demonstrated an amazing insight in geological processes, thus adding geology to the other sciences he had proved to master.

Soviet earth scientists, in the years from 1920 to 1960, collected bottom samples as well as morphological, oceanographical, hydrological, and biological data from all over the Barents Sea (Fig. 3) and also in the rivers flowing into

it. The results of these investigations were summarized by M. V. Klenova (5), who gave a wealth of information on the granulometrical, mineralogical, paleontological, and chemical composition of the (unconsolidated) bottom sediments. She also reproduced the Russian ideas on the composition and structure of the underlying sedimentary rocks and the crystalline basement. Several abrasion ledges below the present sea level found by the Soviet scientists confirmed observations made by Nansen. Up to that time most Soviet Quaternary geologists considered only the near-shore part of the shelf to be covered by glacial ice during Pleistocene. However, recently Soviet Quaternary geologists have changed their minds regarding the Pleistocene ice cover in the Barents Sea (7, 37), concurring with Nansen's ideas. His interpretation has also lately been supported by Swedish scientists.

Since 1960, Soviet Russian scientists have intensified geophysical exploration of the shelf, especially in the southeastern part, outside the oil- and gas-bearing Pechora basin. The Soviet seismic methods differ from those used in the West, giving more information of the deeper part of the crust, even down to the mantel, but perhaps less of the internal structures of the sedimentary rocks. The Soviet earth scientists seem more bold in their interpretation of geophysical data than their colleagues in the West.

Apart from geological studies in the Svalbard Archipelago, western geoscientists had to some extent neglected the Barents Shelf until 1969, when a new wave of interest in the Arctic shelves developed from the discovery of the large oil deposit at Prudhoe Bay on the north slope of Alaska. Norwegian hydrographers and oceanographers had, however, worked in the Barents Sea since long back, and some

scattered geophysical work by American and Canadian scientists was carried out in the 1960's.

Starting in 1969, the Lamont-Doherty Geological Observatory has made three expeditions in the Barents Sea, using its research vessel «VEMA» to conduct geophysical surveying and systematic geological sampling. Norwegian organizations have followed up with aeromagnetical surveying in addition to marine geophysical and geological work. French, British, and German groups have also been active during the recent years.

The results of the recent investigations of the continental shelf of the Barents Sea may be summarized as follows: Bottom sediments consist of unconsolidated Pleistocene glacial deposits, which later have in part been eroded on the banks and redeposited in the trenches. The unconsolidated sediments are mostly thin and locally absent. The bedrock consists of late Paleozoic-Mesozoic sediments of up to 6,000–8,000 m thickness, containing structures favourable for accumulation of petroleum deposits at least in the SW and SE. Tertiary sediments are mostly found on the continental slope in the west and in the SE part (Pečora Sea), but also in thin sheets a few other places. The composition and structure of the bedrock immediately to the south and east of Spitsbergen is difficult to clarify, partly because the seismic reflection surveys in this shallow sea have yielded poor data. The depth to the crystalline basement is difficult to establish by magnetic methods, because thick deposits of late Precambrian to Paleozoic, lowgrade metamorphic sediments of low susceptibility occur below the unmetamorphic ones.

## *Referanser*

1. *Nansen, Fr.*, 1904: The bathymetrical features of the North Polar Seas: The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896, Scientific Results. Vol. IV.
2. — 1920: En ferd til Spitsbergen.
3. — 1922: The strandflat and isostasy. Vid. Selsk. Skr. I. Mat.-Nat. Kl. 1921. No 11.
4. — 1928: The Earth's crust, its surface-forms, and isostatic adjustment. Avhandl. Norske Vid.-Akad. I. Mat.-Nat. Kl. 1927, no. 12.
5. *Klenova, M. V.*, 1960: Geology of the Barents Sea (in Russian). Moskva.
6. *Saks, V. N.*, 1948: The Quaternary Period in the Soviet Arctic (in Russian). Trudy Arĉtic in-ta GUSMP. Moskva — Leningrad.
7. *Dibner, V. D.*, 1968: «Ancient clays» and the relief of the Barents-Kara Shelf as direct proof of its sheet glaciation during the Pleistocene. AANII, Trudy, tom 285: Problems of polar geography. Leningrad (English translation, Jerusalem 1970).
8. *Lapina, N. N., et al.*, 1970: Bottom sediments of Arctic seas. Characterization of bottom sediments. Barents Sea (in Russian). Pp. 485—496 in «Geologija SSSR, tom XXVI. Ostrova Sovetskoy Arktiki. Geologičeskoe opisanie». Moskva.
9. *Emelyanov, E. M., et al.*, 1971: The geology of the Barents Sea. In: The Geology of the East Atlantic Continental Margin, 2. Europe. Report No. 70/14. Institute of Geological Sciences.
10. *Beliaevsky, N. A., et al.*, 1968: Transcontinental crustal sections of the U.S.S.R. and adjacent areas. Canadian Journal of earth sciences, vol. 5.
11. *Kogan, A. L.*, 1974: Seismic work by the CMRfrW-DBSS method from the sea ice on the shelf of Arctic seas (in Russian). Geofizičeskie metody razvedki v Arktike, 9. NIIGA, Leningrad.
12. *Zacepin, E. N. and Ja. I. Pol'kin*, 1971: On the continuation of the structures of the Timan-Peĉora oil-gas-bearing area into the confines of the Barents Sea (in Russian). Geofizičeskie metody razvedki v Arktike, 6. NIIGA, Leningrad.
13. *Gaponenko, G. I., et al.*, 1973: Tectonic criteria of petroleum content of the southern part of the shelf of the Barents Sea (in Russian). Geofizičeskie metody razvedki v Arktike, 8. NIIGA, Leningrad.

14. Volk, V. Ė., et al., 1973: Main features of the deep structure of the southern part of the shelf of the Barents Sea based on geophysical data (in Russian). *Geofizicheskie metody razvedki v Arktike*, 8. NIIGA, Leningrad.
15. Eršov, Ju. P., et al., 1974: Geotectonic characterization of the southern part of the Barents Sea Shelf (in Russian). *Geotektonicheskie predposylki k poiskam poleznykh iskopaemykh na sel'fe Svernogo Ledovitogo okeana*. NIIGA, Leningrad.
16. Maljavkin, A. M., 1974: Tectonics of the basement of the South Barents Sea Shelf (in Russian). *Geologija morja*, 3. NIIGA, Leningrad.
17. Krasil'shnikov, A. A. and Ju. Ja. Livšic, 1974: Tectonics of Bjørnøya (in Russian). *Geotektonika*, 4.
18. Demenickaja, R. M., et al., 1973: The paradox of sedimentation in the Barents Sea (in Russian). *Geofizicheskie metody razvedki v Arktike*, 8. NIIGA, Leningrad.
19. Frebold, H., 1951: *Geologie des Barentsschiefes*. Abhandlungen der deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahrg. 1950, Nr. 5.
20. Høttedahl, O., 1940: The Submarine relief off the Norwegian coast. Spec. Publ. Norske Vid.-Akad. Oslo.
21. Averkij, O. E., et al., 1968: An oceanographic survey of the Norwegian Sea. *Jl. Geophysics Res.*, vol. 73, no. 14.
22. Haines, G. V., et al., 1970: Magnetic anomaly maps of the Nordic countries and the Greenland and Norwegian Seas. Publ. Dominion Obs., vol. 39, no. 5.
23. Vogt, P. R. and N. A. Ostenso, 1973: Reconnaissance geophysical studies in Barents and Kara Seas — Summary. *Arctic Geology*, A.A.P.G. 1973.
24. Siedlecka, A., 1975: Late Precambrian stratigraphy and structure of the north-eastern margin of the Fennoscandian Shield (East Finnmark-Timan region). N.G.U. nr. 316.
25. Elðholm, O., and J. Ewing, 1971: Marine geophysical survey in the SW Barents Sea. *Jour. Geophysics Res.*, v. 76.
26. Elðholm, O., and M. Talwani, (in press): The sediment distribution and structural framework of the Barents Sea. *Bull. Geol. Soc. Am.* (in press).
27. Sundvor, E., 1974: Seismic refraction and reflection measurements in the southern Barents Sea. *Mar. Geol.*, v. 16.
28. Am, K., 1975 A: Magnetic profiling over Svalbard and surrounding shelf areas. *Norsk Polarinst. Årbok* 1973.
29. — 1975 B: Aeromagnetic Basement Complex mapping north of latitude 62° N, Norway. N.G.U. nr. 316.
30. Rønnevik, H., et al., 1975: The Norwegian shelf areas. The Geology of the Norwegian Shelf. In: *Petroleum on the continental shelf of North-West Europe*. Ed. A. W. Woodland. London.
31. Nagy, J., 1973: Fossiltørende blokker av mesozoisk alder fra Spitsbergen-banken. NTNF's Continental Shelf Division Pub.ser. no. 42.
32. Edwards, M. B., 1975: Gravel fraction on the Spitsbergen Bank, NW Barents Shelf. N.G.U. nr. 316.

33. *Bjørlykke, K., og A. Elverhøy*, 1975: Reworking of Mesozoic clayey material in the north-western part of the Barents Sea. *Mar. Geol.*, 18.
34. *Manum, S.B.*, 1974: Upublisert rapport til Norsk Polarinstitut av 27. mars 1974.
35. *Spjeldnæs, N.*, 1971: Mesozoic (?) bedrock exposed on the bottom of the Barents Sea. *Mar. Geol.*, 11, M 47-M 50, Amsterdam.
36. *Hoppe, G.*, 1972: Ice sheets around the Norwegian Sea during the Würm glaciation. *Ambio Spec. Rep.* no. 2.
37. *Grosval'd, M.G., et al.*, 1974: The glacial stage Marchida-Vel't: a double surge of the Barents Ice Sheet? (in Russian). *Mat. gl'ciol. issled. Chronika, obsuždenija*. 24. Moskva.

*Fridtjof Nansen Minneforelesninger.*  
*Utg. av Det Norske Videnskaps-Akademi*  
*med bidrag fra Komiteen til Bevarelse av Polarskibet «Fram»*

- I. 1961: *Philip Noel-Baker*: Nansen's place in history. 1962. 26 s.
- 1962: *Erik Stensiö*: The brain and the cranial nerves in fossil, lower craniate vertebrates. Skrifter utg. av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. I. Ny Serie. No. 13. 1963. 120 s.
- II. 1964: *August Schou*: Fra Wergeland til Nansen — Internasjonalismens idé i Norge. 1964. 27 s.
- III. 1965: *Håkon Mosby*: Bunnvannsdannelse i havet. 1967. 29 s. + 1 bl.
- IV. 1967: *Halvard Lange*: Nestekjærlighet er realpolitikk — Fridtjof Nansen og internasjonal solidaritet i handling. 1967. 31 s.
- V. 1968: *Anders Lundberg*: Reflex control of stepping. 1969. 42 s.
- VI. 1969: *L. L. Hammerich*: The Eskimo Language. 1970. 42 s.
- VII. 1970: *Ragnar Nicolaysen*: Arktisk ernæring. 1970. 26 s.
- VIII. 1971: *Åge Jonsgård*: Biologiske problemer i tilknytning til hvalfangst-regulering. 1972. 24 s.
- IX. 1972: *Steinar Kjarheim*: Nansen i hans brev. 1973. 30 s.
- X. 1973: *Alv Egeland*: Hva vet vi i dag om nordlyset — naturens mest praktfulle skuespill? 1974. 61 s.
- XI. 1974: *Tim Greve*: Fridtjof Nansen og kongevalget i 1905. 1975. 32 s.

**DET KONGELIGE DEPARTEMENT FOR INDUSTRI OG HÅNDVERK**

---

**NORSK POLARINSTITUTT**

Rolfstangveien 12, Snarøya, 1330 Oslo lufthavn, Norway

**SALG AV BØKER**

**SALE OF BOOKS**

Bøkene selges gjennom bokhandlere, eller  
betilles direkte fra:

*The books are sold through bookshops, or  
may be ordered directly from:*

**UNIVERSITETSFORLAGET**

Postboks 307  
Blindern, Oslo 3  
Norway

16 Pall Mall  
London SW 1  
England

P.O. Box 142  
Boston, Mass. 02113  
USA

Publikasjonsliste, som også omfatter land,  
og sjøkart, kan sendes på anmodning.

*List of publication, including maps and  
charts, may be sent on request.*