

# GRØNLANDS FISKERI- OG MILJØUNDERSØGELSER

Oceanografiske, ismæssige  
og meteorologiske forhold  
Jameson Land, Østgrønland



GEOFYSISK INSTITUT

Marts 1986

Foto på forsiden: Norsk Polarinstituttts skib LANCE i drivisen i Grønlandshavet under et hydrografisk-glaciologisk togt august 1984. (Foto: R. Dietz)

Tryk:

Grønlands Tekniske Organisation

ISBN 87-8738-443

Oceanografiske, ismæssige og meteorologiske forhold  
Jameson Land, Østgrønland

En litteraturoversigt

Grønlands Fiskeri- og Miljøundersøgelser  
Tagensvej 135  
DK-2200 København N  
Danmark

Peter Sloth  
Geofysisk Institut  
December 1984

INDHOLDSFORTEGNELSE:	Side
Indledning .....	1
 <u>Del 1</u>	
Oversigt over allerede udførte undersøgelser ved Jameson Land, Østgrønland .....	4
A. Litteraturstudium over meteorologiske, ismæssige og hydrografiske undersøgelser Østgrønland, 1980 .....	5
B. Environmental studies offshore East Greenland .....	16
C. An analysis of ice conditions in Fleming Fjord, East Greenland, November 1983 .....	25
F. A study of sea ice and fog conditions in the vicinity of Jameson Land, East Greenland, med baggrundsrapporter .....	33
G. Ambient noise in the sea off Scoresby Sund, East Greenland .....	37
H. Ice properties in the Greenland and Barents Seas During summer .....	37
 <u>Del 2</u>	
En kort indføring i generelle processer i iskantområder på mesoskala og storskala .....	39
A. Havis .....	40
B. Oceanografi .....	51
C. Meteorologi .....	58
Konklusioner vedrørende fremtidigt arbejde ved Jameson Land .....	60
Appendix A. Litteraturliste 1970-1984 .....	62
Appendix B. Litteraturliste frem til 1970 .....	89

## INDLEDNING

Den foreliggende rapport er udarbejdet som led i forberedelserne til en eventuel olieaktivitet i Jameson Land ved Østgrønland. I forbindelse med denne olieaktivitet vil det være nødvendigt med undersøgelser af det fysiske miljø i havet omkring Jameson Land.

Disse undersøgelser vil sigte mod to mål:

- 1) besejlingsforhold, herunder placering af havne, sejlruiter, krav til skibenes konstruktion og udrustning. I denne forbindelse er specielt dybde- og isforhold af betydning,
- 2) faktorer af betydning for det biologiske miljø, herunder fiskeri. Her er specielt kendskabet til isforholdene vigtigt for forståelsen af havpattedyrenes udbredelse og biologi. Desuden foregår specielle processer langs iskanten, f. eks. upwelling, der vil have betydning for tilførsel af næringsstoffer. Også for at vurdere undervandsstøjen fra sejlads er det nødvendigt at kende isforholdene og de hydrografiske forhold. På lidt længere sigt vil kendskabet til de fysiske processer i området kunne danne grundlag for vurdering af spredning og virkning af en eventuel olieforurening, herunder også en opbygning af en olie-spredningsmodel.

Et litteraturstudium over meteorologiske, oceanografiske og ismæssige forhold omkring Jameson Land er udarbejdet i 1980 for Grønlands Tekniske Organisation (GTO) af Dansk Hydraulisk Institut (DHI). I dette findes komplet litteraturfortegnelse over titler af interesse for Jameson Land projektet frem til 1970. GTO-rapporten indeholder kun få titler vedrørende undersøgelser fra selve Jameson Land området, og de er dels ofte af ældre årgang, dels af beskrivende karakter. Siden er der lavet nogle lidt større undersøgelser i området med forskelligt sigte. De vigtigste er:

- 1) Litteraturstudium over meteorologiske, ismæssige og hydrografiske undersøgelser, Østgrønland 1980. GTO/DHI, 1981.
- 2) Environmental Studies offshore East Greenland 1980. GTO/DHI, 1981.
- 3) Environmental Studies offshore East Greenland 1981. GTO/DHI, 1982.
- 4) Fysisk miljø i Carlsberg Fjord og Flemming Fjord. GTO/DHI, marts 1982.

- 5) An analysis of ice-conditions in Flemming Fjord. GTO/DHI, november 1983.
- 6) Vurdering af besejlingsforhold til og fra Jameson Land. DHI, februar 1982 (tillæg til 4).
- 7) Ice Reconnaissance along the East Coast of Greenland 1980. GGU/DHI, december 1980.
- 8) Ice Reconnaissance along the East Coast of Greenland 1981. GGU/DHI, november 1981.
- 9) Ice Reconnaissance along the East Coast of Greenland 1982. GGU/DHI, april 1983.
- 10) Climatology study for Jameson Land, East Greenland. Weather Services Corporation, WSC, 1980.
- 11) Weather and Sea Ice Analysis for Scoresby Sund and Jameson Land, East Greenland Summer 1981. WSC, 1981.
- 12) Weather and Sea Ice Analysis for Scoresby Sund and Jameson Land, East Greenland, phase I: May-October 1982 (summer). WSC, 1982.
- 13) Weather and Sea Ice Analysis for Scoresby Sund and Jameson Land, East Greenland, phase II: November 1982 - April 1983 (winter). WSC,
- 14) East Greenland Satellite Imagery Analysis for Scoresby Sund, Jameson Land, Carlsberg Fjord and Offshore Pack for July, August, September 1973, 1975-82. WSC, 1983.
- 15) Monitoring of sea ice dynamics in Eastern Greenland Waters using digital data from NOAA 6 and 7 environmental satellites. DHI.
- 16) Ambient noise in the sea off Scoresby Sund, East Greenland, January 1982. Ødegaard & Danneskiold-Samsøe
- 17) A study of sea ice and fog conditions in the vicinity of Jameson Land. ARCO Greenland A/S,

Den foreliggende rapport er primært tænkt som en oversigt over indholdet i ovennævnte rapporter, sekundært som en oversigt over generelle fysiske processer i iskantområder.

Herudover vil i Appendix være gengivet DHI's litteraturliste dækkende 1870-1970 (uddrag fra Trangeled, 1974) ca. 250 titler samt nyudarbejdet litteraturliste 1970-84 ca. 300 titler. Sidstnævnte liste er ikke fuldstændig, da emnet litteraturmæssigt er i en sådan udvikling, at det inden for projekttiden ville være uoverkommeligt at finde frem til alle titler. Rapporten er udarbejdet af Peter Sloth ved Geofysisk Institut, afd. for

Fysisk Oceanografi, Københavns Universitet, som konsulent for Grønlands  
Fiskeri- og Miljundersøgelser.

Del 1

Oversigt over allerede udførte undersøgelser  
ved Jameson Land, Østgrønland.



A. LITTERATURSTUDIUM OVER METEOROLOGISKE, ISMÆSSIGE OG HYDROGRAFISKE  
UNDERSØGELSER, ØSTGRØNLAND 1980

Baggrund

I forbindelse med et forundersøgelsesprogram udført i området omkring Jameson Land udarbejdede DHI som konsulent for GTO et litteraturstudium, der skulle opsummere eksisterende litteratur og forhåndenværende datamateriale. Det fremgår af rapporten, at der på daværende tidspunkt ikke var udført detaljerede undersøgelser i selve Jameson Land området, hvilket har resulteret i, at rapporten har en oversigtsmæssig karakter behandlende de generelle regionale fysiske miljøforhold ved Østgrønland.

Opbygning

Rapporten er opdelt, så den ud over afsnit om meteorologiske forhold, oceanografi og isforhold også medtager små afsnit om isbjerge, overisning og bølger. Herudover findes et afsnit om litteraturgennemgang, referencer og bibliografi.

Indhold

Meteorologi

I meteorologiafsnittet nævnes Meteorologisk Instituts årbøger for middeltemperatur og nedbør fra 1966 og frem, lufttryk fra 1961-65 og vindhastighed/retning samt sigtbarhed/skydække for perioderne 1961-65 og 1966-70. Der gives en oversigt over observationssteder i hele Grønland, hvor observationen foretages hver 3. time. Af disse er kun Mestersvig, Kap Tobin og Apuditeq af betydning for Jameson Land området (Fig. 1).

For disse observationssteder er medtaget tabeller og figurer for månedlige temperaturgennemsnit for juli-oktober, nedbør samt sandsynligheder for sigtbarhedsforhold (Tabel 1a, b).

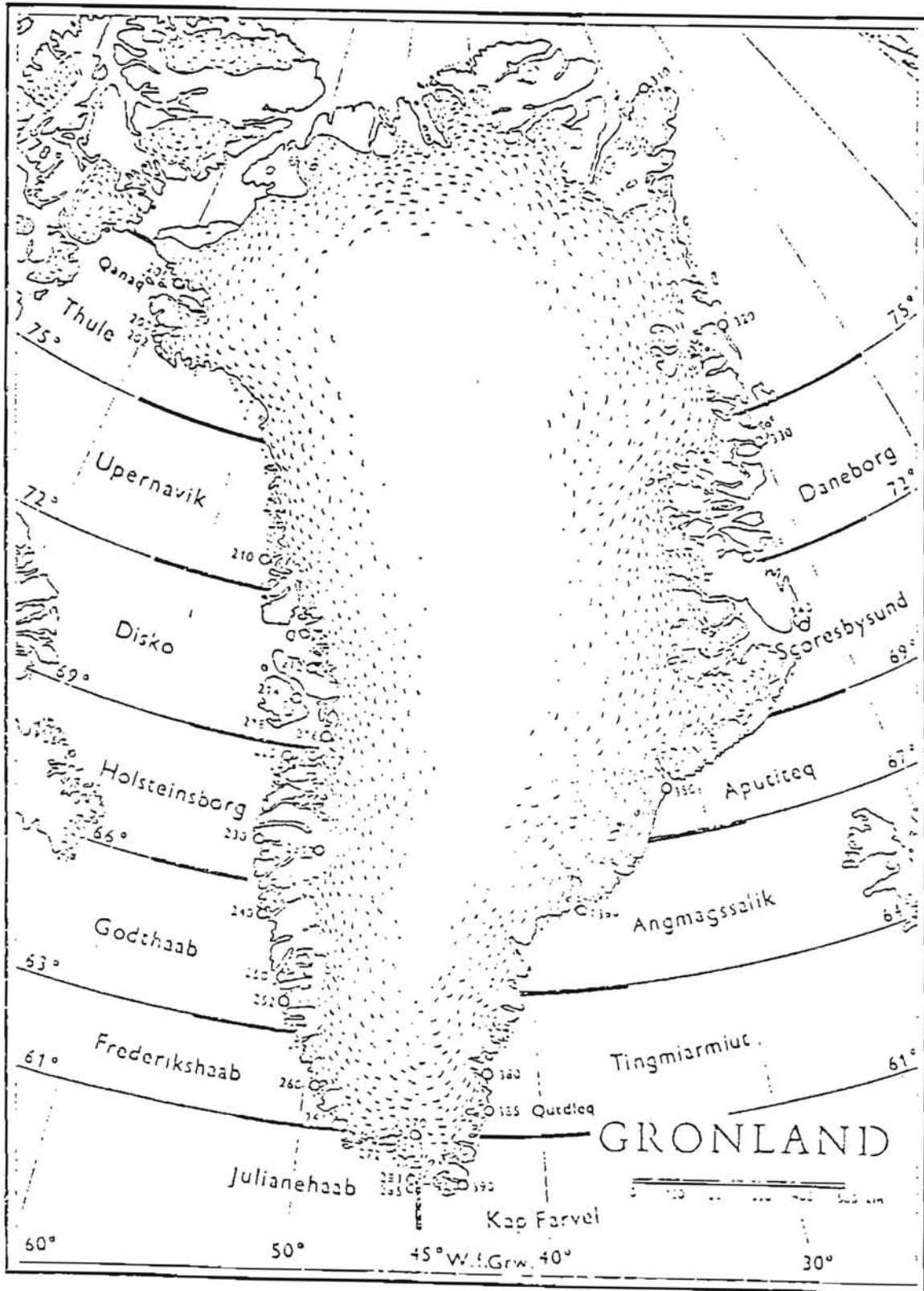


Fig. 1. Meteorologiske stationer i Grønland og områder for daglige vejruudsigter (DHI 80).

	Juli		August		September		Oktober	
	$\bar{T}$	$\sigma$	$\bar{T}$	$\sigma$	$\bar{T}$	$\sigma$	$\bar{T}$	$\sigma$
Mestersvig	5.5	1.2	5.3	1.0	-0.6	0.7	-9.4	2.9
Kap Tobin	2.6	0.4	2.9	0.6	-0.6	0.9	-6.2	2.9
Aputiteq	2.4	1.2	2.6	1.3	0.5	0.9	-2.6	1.7

Tabel 1a. Gennemsnitstemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) og spredning  $\sigma$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), 1968-1977.

	Mestersvig			Kap Tobin			Aputiteq		
	tåge	regn	sne/hagl/slud	tåge	regn	sne/hagl/slud	tåge	regn	sne/hagl/slud
juli	10	17	0	46	26	1	49	25	1
aug.	10	34	3	37	39	7	26	42	4
sep.	6	8	23	14	9	31	14	19	24
okt.	3	3	35	6	2	55	3	6	47

Tabel 1b. Månedlige gennemsnit af antal observationer af sne/hagl/slud.

8 observationer dagligt 1961-1970.

Vedrørende lufttryk omtales den normale situation i Grønland med relativt højtryk i nord og relativt lavtryk i syd, hvilket medfører NV-NØ vinde ved Østgrønland.

Vindstatistikker for 1961-70 er vist bl. a. for ovennævnte tre observationsssteder. Vindretningerne vil her være prægede af lokale forhold. Afslutningsvis er der anført Weibull diagrammer for vindhastigheder for samtlige østgrønlandske observationssteder (Fig. 2). (Sandsynligheden for at vindhastigheden i en vis periode 1, 10, 100 år vil overstige en bestemt vindhastighed).

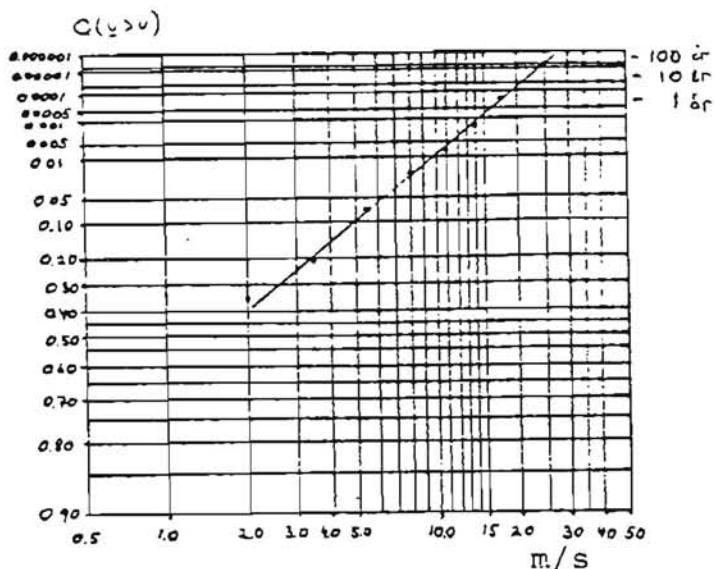


Fig. 2. Weibull vindhastighedsdiagram, Mestersvig 1961-70.

### Oceanografi

I det oceanografiske afsnit omtales Meteorologisk Instituts publicering af overfladetemperaturer måned for måned siden 1895 på grundlag af skibsobservationer samt U. S. Naval Oceanographic Office's (1958) gennemsnits-overfladetemperatur for januar, maj, august og november (Fig. 3).

I mangel af målinger i Jameson Land området behandles temperatur og salinitetsprofiler hovedsagelig fra den islandsk-grønlandske højderyg (Danmark Strædet). Vandmasserne i den østgrønlandske Strøm er lagdelte og består af 3 vandtyper som beskrevet af Coachman og Aagaard (1974):

1. Polarvand i overfladen ned til middeldybder på godt 150 m. Temperaturen ligger mellem frysepunktet (i de øvre vandlag om vinteren) og  $0^{\circ}\text{C}$  ved grænsen til underliggende vandlag. Ved overfladen kan saliniteten være lavere end 30 o/oo (sommer), mens den ved laggrænsen kan være 34 o/oo eller mere. Om vinteren er de øverste 100 m meget homogene hvad angår temperaturen. Temperaturminimum findes i en vis dybde (om sommeren ca. 50 m) p.g.a. varmetransport fra underliggende lag. Sæsonsvingninger i temperatur/salinitet vil kunne registreres til 100 m dybde.
2. Atlantisk blandingsvand ligger under Polarvandet og går ned til ca. 800 m dybde. Temperaturen er over  $0^{\circ}\text{C}$  med maximum hele året mellem

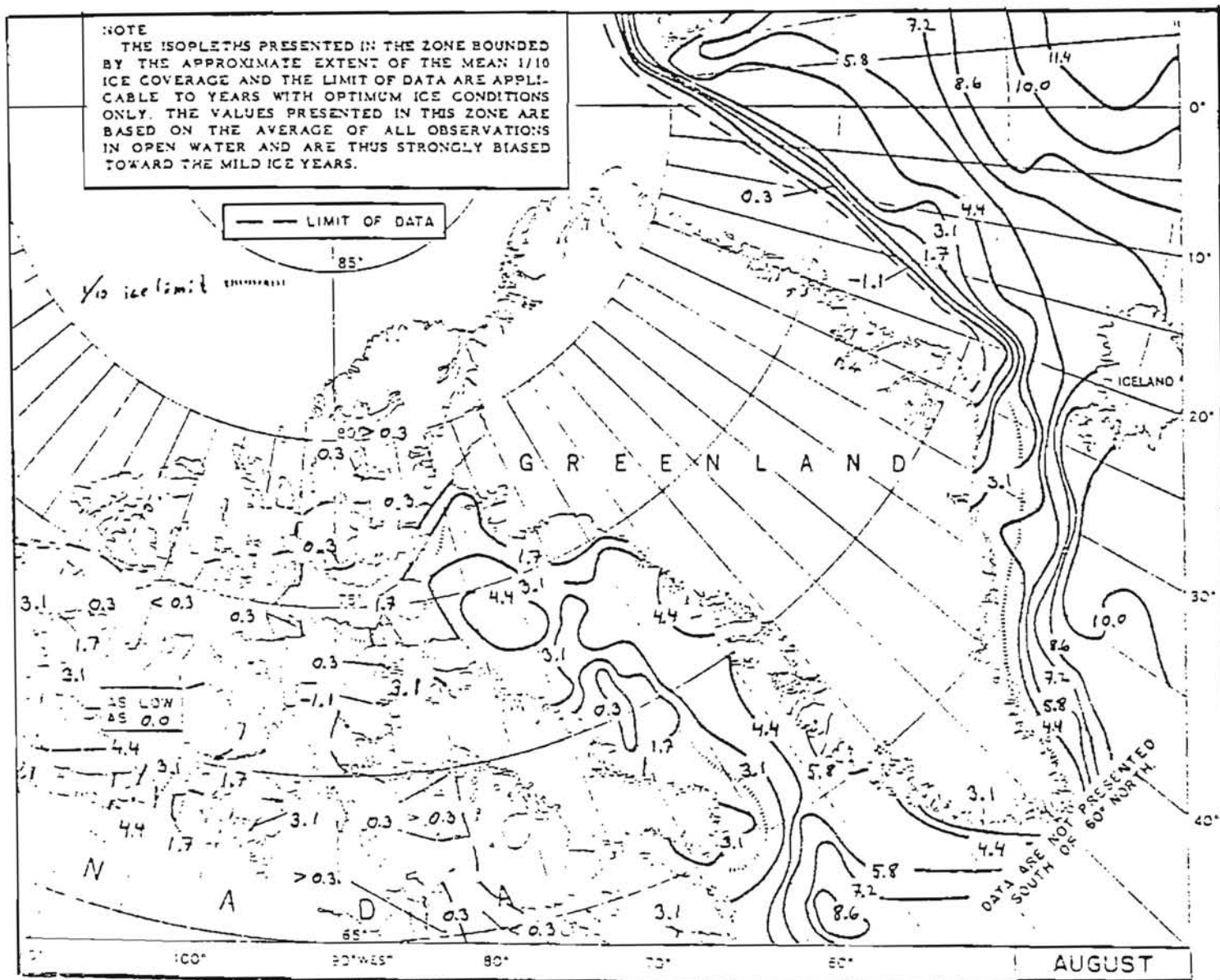


Fig. 3. Gennemsnitlig overfladetemperatur i august.

200 og 400 m. Saliniteten vokser med dybden indtil 34.88-35.00 o/oo på ca. 400 m dybde. Herunder konstant salinitet.

3. Bundvand under ca. 800 m dybde. Temperatur mindre end  $0^{\circ}\text{C}$  og salinitet fra 34.87-34.95 o/oo. Denne vandmasse udgør en væsentlig del af Grønlandshavet, idet den midt i Grønlandshavet når op til 50 m under overfladen.

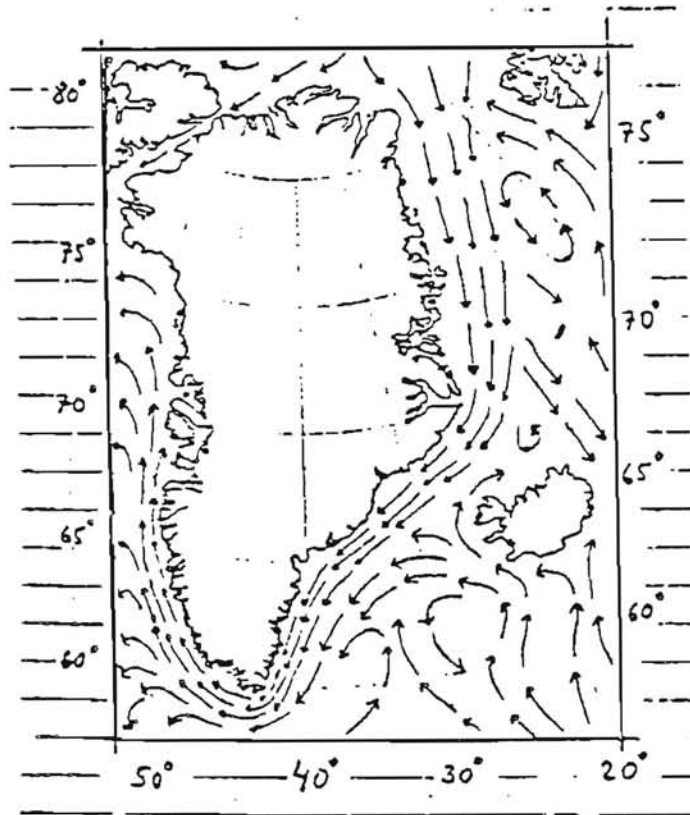


Fig. 4. Havstrømme omkring Grønland.

Det nævnes, at den Østgrønlandske Strøm er sydgående (Fig. 4) og går fra kysten og ud til kanten af kontinentalsoklen (ca. 400 m vanddybde). Nettostrømmen er stigende mod syd fra 4 cm/s i nord til 14 cm/s i Danmarks Strædet. Uden for sokkelområdet er strømhastighed og retning mere afhængig af vinde og lufttryk. Strømhastigheden er størst ved sokkelkanten, og den varierer ikke væsentligt med dybden.

Mødet i overfladen mellem koldt polarvand (Østgrønlandske Strøm) og den varme Atlantiske Strøm kaldes Polarfronten. Om vinteren følger isgrænsen ca. polarfronten.

De nyeste volumentransportmålinger i den Østgrønlandske Strøm mellem 78°N og 69°N er angivet af Coachman og Aagaard til total  $40 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ , hvoraf polarvand udgør  $10 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ , Atlantisk blandingsvand  $25\text{-}30 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$  og dybdevand ca.  $3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Hovedparten af det atlantiske blandingsvand stammer fra den interne cykliske cirkulation i Grønlandshavet (Fig. 5). Den Østgrønlandske Strøm er i dette område hovedsagelig vinddreven.

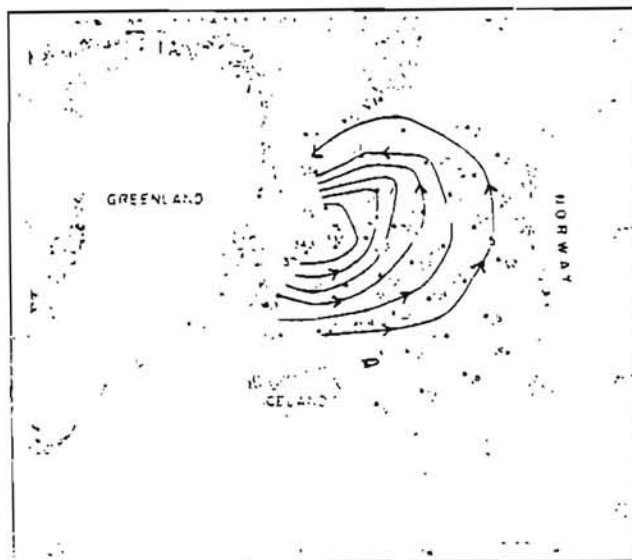


Fig. 5. Isotransportlinier 1965 (Aagaard 1970).

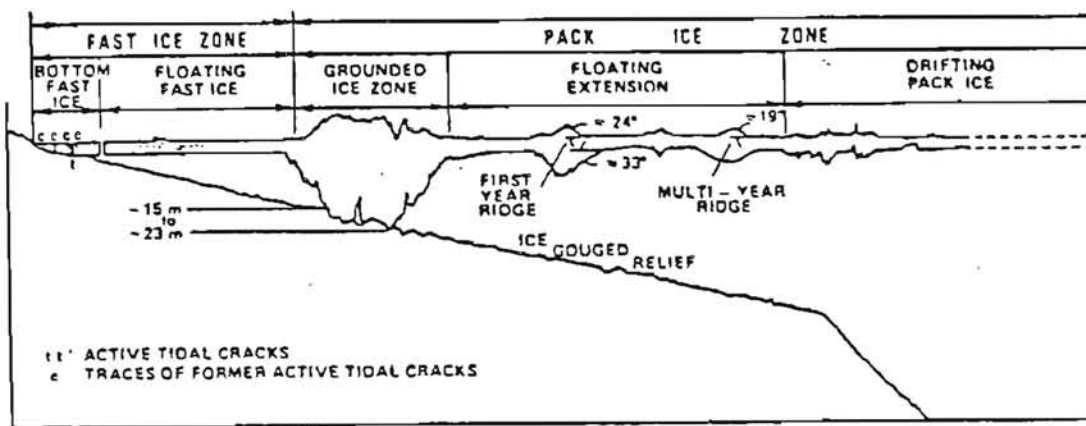
Afslutningsvis behandles tidevand, hvor harmoniske konstanter for bl. a. Kap Tobin og Mestersvig anføres i tabelform. Tidevandet domineres af de halvdaglige komponenter  $M_2$  og  $S_L$  resulterende i en tidevandsamplitude ved Mestersvig på 63 cm og ved Kap Tobin på 41 cm. Tidevandsstrømmen ud for Jameson Land anslås herfra til at være 40 cm/s i overfladen og 20 cm/s i gennemsnit over hele dybden.

#### Isforhold

Afsnittet om isforhold indledes med en generel omtale af frysepunktets afhængighed af salinitet, zoneinddeling og isdække, istype og formationer, herunder WNO's isnomenklatur.

Et-årig is opnår tykkelser på op til 2.5 m, men ved en evt. grundstødning, og hvis sommeren er kold, smelter isen ikke bort, og flerårig is med tykkelser på op til 10 m kan opstå.

Isen opdeles i fastisozonen og drivis- eller pakisozonen (Fig. 6). Drivisen stammer fra det arktiske ocean, hvorfra det følger havstrømmene gennem Fram Strædet ned langs Østgrønland.



Late winter ice zonation in the Beaufort Sea.

Fig. 6. Zoneinddeling af isdække nær land. (POAC 79).

Det omtales kort, at turbulensen i understrømmen vil have spredende effekt på isen, at corioliskraften virker samlende, at vinde af 7-10 dages varighed er væsentlige for isdækkets udbredelse og placering, mens vinde af kortere varighed modvirkes af understrømmens inertie.

En anticyklonisk hvirvel med centrum nær  $79-80^{\circ}\text{N}$  og  $10^{\circ}\text{W}$  medfører, at der i dette område ofte er isfrit med nordgående isdrift under land.

Herudover har den interne cirkulation i Grønlandshavet betydning for isudbredelsen. I rapporten defineres isgrænsen som 3/8-koncentration. Dette valg af grænse skyldes dels mulighed for identifikation fra satellit, dels mulighed for sejlads med ikke-isforstærkede fartøjer.

Under afsnittet om isrekognoscering og iskort nævnes de daglige satellitobservationer behandlet af Dansk Meteorologisk Institut og Norges Meteorologiske Institut samt rekognosceringsflyvninger fra Iscentralen i Narsarsuaq. Herudover omtales begreberne storis, skrueisvolde (Fig. 7) og isøer.



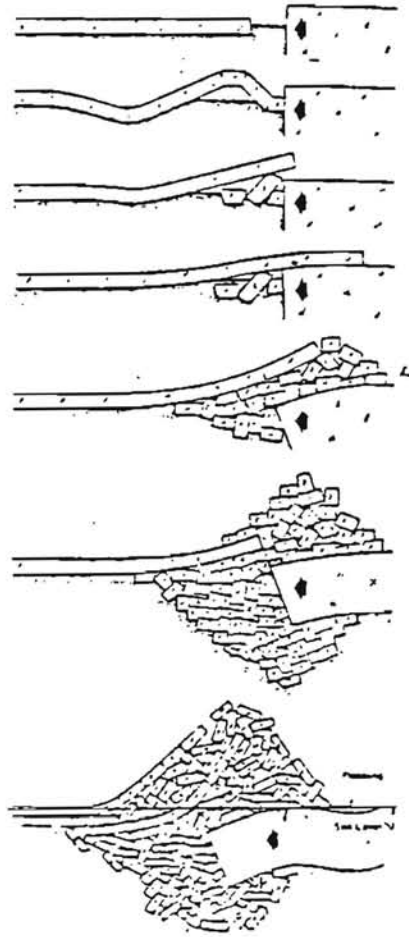


Fig. 7. Skematisk fremstilling af dannelse af isskruning (POAC 79).

### Isbjerge

I afsnittet om isbjerge omtales dannelsen (afbrækning af gletchere), grundstødning med efterfølgende bundskuring, isbjergskonfigurationen (Fig. 8) samt en formel for dybgang: Den dybgang som kan overskrides af 10% af isbjergene  $D_{10}$  kan matematisk beskrives ved

$$D_{10} < \min. \begin{cases} 2 \times \text{højde} + 90 \text{ m} \\ 1.2 \times \text{bredde} + 50 \text{ m} \\ 230 \text{ m} \end{cases}$$

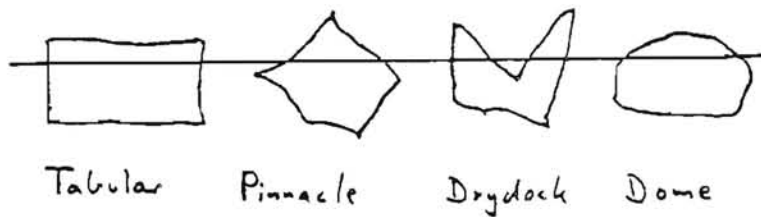


Fig. 8. Isbjergskonfigurationer,  
engelske betegnelser.

Af et produktionskort for isbjerge fremgår det, at produktionen nord for Scoresby Sund anses for at være relativt lille, mens den i selve Scoresby Sund er meget stor.

#### Overisning

Overisning opdeles i overisning fra havvand og overisning fra ferskvand (nedbør eller lignende). Overisning fra havvand forekommer, når lufttemperaturen er under havvandets frysepunkt, ca.  $-1.9^{\circ}\text{C}$  (afhængig af salinitet). Overisningen skyldes skumsprøjt, dels fra skibets bevægelse, dels fra bølger.

En række forhold af betydning for forlisrisiko nævnes. Overisning fra underafkølet regn, havtåge etc. giver normalt kun ringe overisning, men kan være katastrofal i forbindelse med overisning fra havvand.

Overisningens virkning omtales: Forøgelse af skibets displacement, forringelse af stabilitet, forøget vindpåvirkning etc.

Til anskueliggørelse af vejrforhold hvorunder overisning kan forekomme, er H. O. Mertins (1980) overisningsdiagrammer medtaget (Fig. 9). Disse angiver afhængighed af vind, lufttemperatur og havtemperatur og skelner mellem let overisning (1-3 cm på 24 timer), overisning (4-14 cm på 24 timer) og stærk overisning (mere end 15 cm på 24 timer).

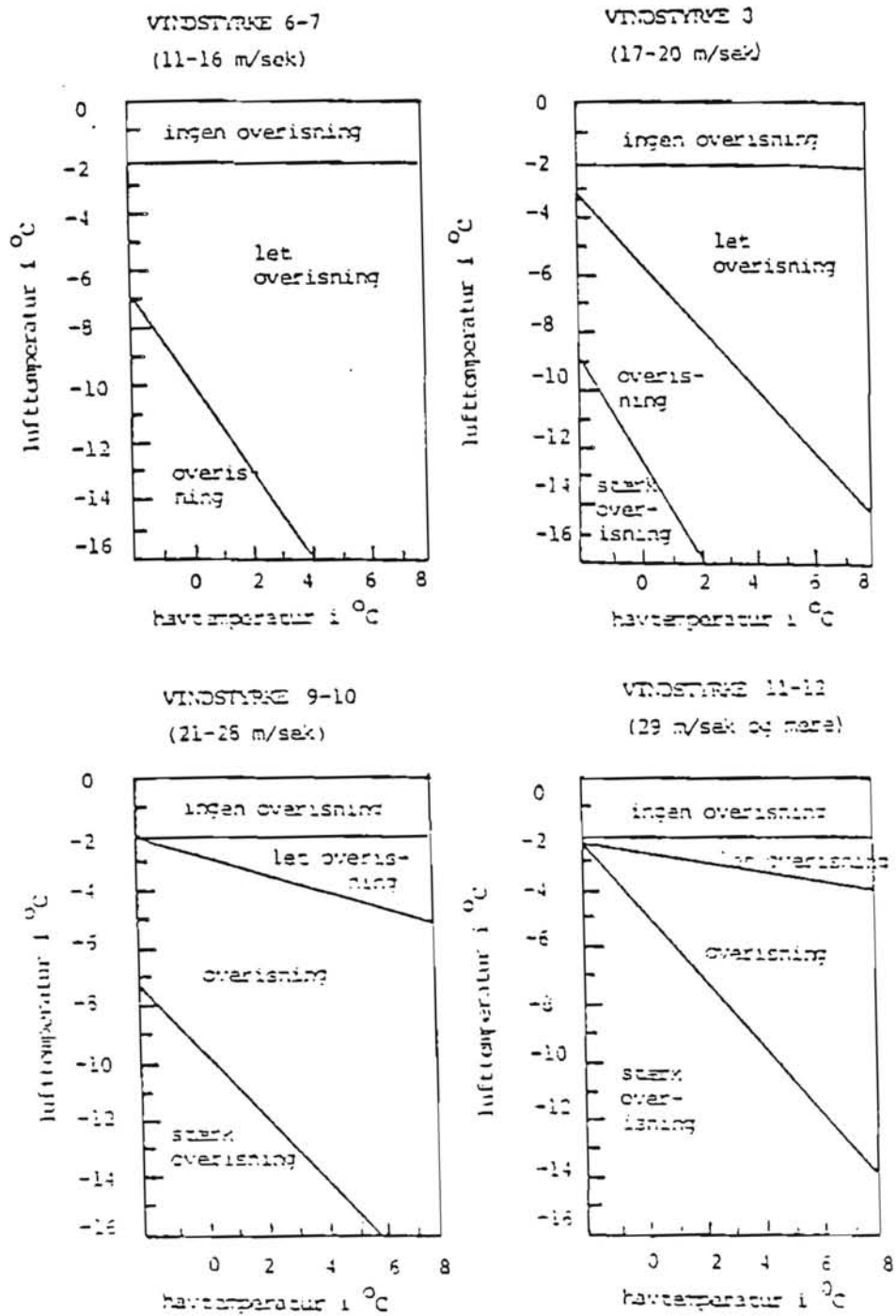


Fig. 9. H. O. Mertins overisningsdiagram.

## Bølger

Egentlige bølgemålinger menes ikke at være foretaget, men på baggrund af 62 observationer fra skibe i et område mellem Island og Grønland er den maximale bølgehøjde over en 10 års periode beregnet til 15.8 m og over en 100 års periode beregnet til 18.6 m (U.S. Oceanographic Office, 1969). Der tages forbehold, idet observationer er rent visuelle, fåtallige og kun fra sommerperioden. Bølgerne dæmpes ved isdækket hav, men tillader langperiodiske svingninger at forplante sig op til flere hundrede km gennem pakisen.

## B. ENVIRONMENTAL STUDIES OFFSHORE EAST GREENLAND 1980-81

### Baggrund

De 2 rapporter dækkende henholdsvis 1980 og 1981 er udført af Dansk Hydroaulisk Institut som konsulent for Grønlands Tekniske Organisation.

### Opbygning

Rapporterne er lidt forskellige i opbygningen, hvilket skyldes, at måleprogrammet i 1980 hovedsageligt koncentrerede sig om strøm og hydrografi, mens det i 1981 koncentreredes omkring isforhold og undervandsakustik. Det samlede feltprogram i henholdsvis 1980 og 1981 fremgår af nedenstående diagram:

	1980	1981
Undersøgelsesskib	<u>JOHANNA KRISTINA</u>	<u>MARTIN KNUDSEN</u>
Salinitets- og temperaturmålinger. Aanderaa RCM-4 til bund. CTD til 80 m.	aug.- primo sept. 35 stationer	aug.- primo sept. 19 stationer
Strømhastighed Aanderaa RCM-4 selvregistrerende.	2 stationer 70°21'30"N 22°04'00"V dybde 37/197 m 20/170 m 70°37'30"N 22°35'06"V dybde 10 m	-

Flydemålinger	Mundingen af Hurry Inlet og Scoresby Sund 27/8 + 29/8 1980	-
Vandstand med Ott vandstandsmåler	1 station Scoresby Sund 70°24'N 21°59'V 9/8 - 6/9	-
Bølgeforhold til Datawell Naverider bølgemåler	1 station 70°09'00"N 21°55'00"V 11/8 - 9/9	-
Dybdeprofiler med Elac 17 ekkolod	Mundingen af Scoresby Sund og Hurry Inlet	-
<hr/>		
Isdrifthastighed Nimbus 6 stationer på is ø	Positioner fra 72°N til 67°30' 20/8/80 - 16/12/81	-
Trykstyrkemåling	4 på havis 3 på gletscheris	16 på havis 26 på gletscheris
Højde- og dybgang af isskruninger	-	14 isskruninger
Isbjergstalling fra 4 skibe	juli-august	juli-august- september
Isbjerges vægt, højde, bredde og dybgang	-	11 isbjerge
Isforhold og satellit- overvågning NOAA 6 og NOAA 7 (Tromsø)	-	49 billeder i pe- rioden 28/7-2/10. 2 billeder digital analyseret

Isobservationer fra fly	-	14 flyvninger (2 omtales)
Meteorologi temperatur, nedbør, barometertryk, sigtbarhed, vind- og is- data (WMO-standard) målt på undersøgelsesskib.	målt hver 3. time transmitteret til DMI. Supplerer data fra Kap Tobin og Mestersvig.	målt hver 3. time transmitteret til DMI. Supplerer da- ta fra Kap Tobin og Mestersvig.
Støjmåling (v. Ødegaard & Danne- skiold-Samsøe)	-	Fra 4 positioner i varierende afstand fra sammenhængende isområde

## Indhold

### Salinitet og temperatur

Rapporterne indeholder ingen egentlig bearbejdning af salinitets- og temperaturmålinger. Der gives kun enkelte eksempler på profiler for de to år.

I 1980 rapporten findes samtlige målte værdier i Appendix. For fjord- og shelfområder konkluderes, at følgende vandmasser er til stede:

- 1) Lag af blandet polarvand fra havoverflade til omkring 50 m med temperaturer fra ca.  $-1.5^{\circ}\text{C}$  til  $6^{\circ}\text{C}$  og salinitet fra ca. 15-33 o/oo,
- 2) haloklint lag fra ca. 50-200 m dybde med temperaturer fra ca.  $-1.7^{\circ}\text{C}$  og salinitet fra ca. 33-34 o/oo,
- 3) lag med atlantisk vand fra ca. 300 m til bund med temperatur fra ca.  $1.0^{\circ}\text{C}$  og salinitet fra ca. 34.5 o/oo. Fra ca. 200-300 m dybde findes noget blandet vand med temperaturer fra  $-1.5^{\circ}\text{C}$  til  $1.0^{\circ}\text{C}$  og salinitet omkring 34 o/oo.

1981-rapporten indeholder ingen konklusioner. Ud over ovennævnte vises eksempler på registreringer af tidsserier for temperatur og salinitet fra 2 stationer med selvregistrerende Aanderaa RCM-4 instrumenter.

### Strøm

Registreringer fra de to strømmålinger vises, herunder også strømroser. På baggrund af disse registreringer, resultaterne fra flydemålingerne (Fig. 10) og tidligere resultater konkluderes et overfladestrømbillede som vist (Fig. 11).

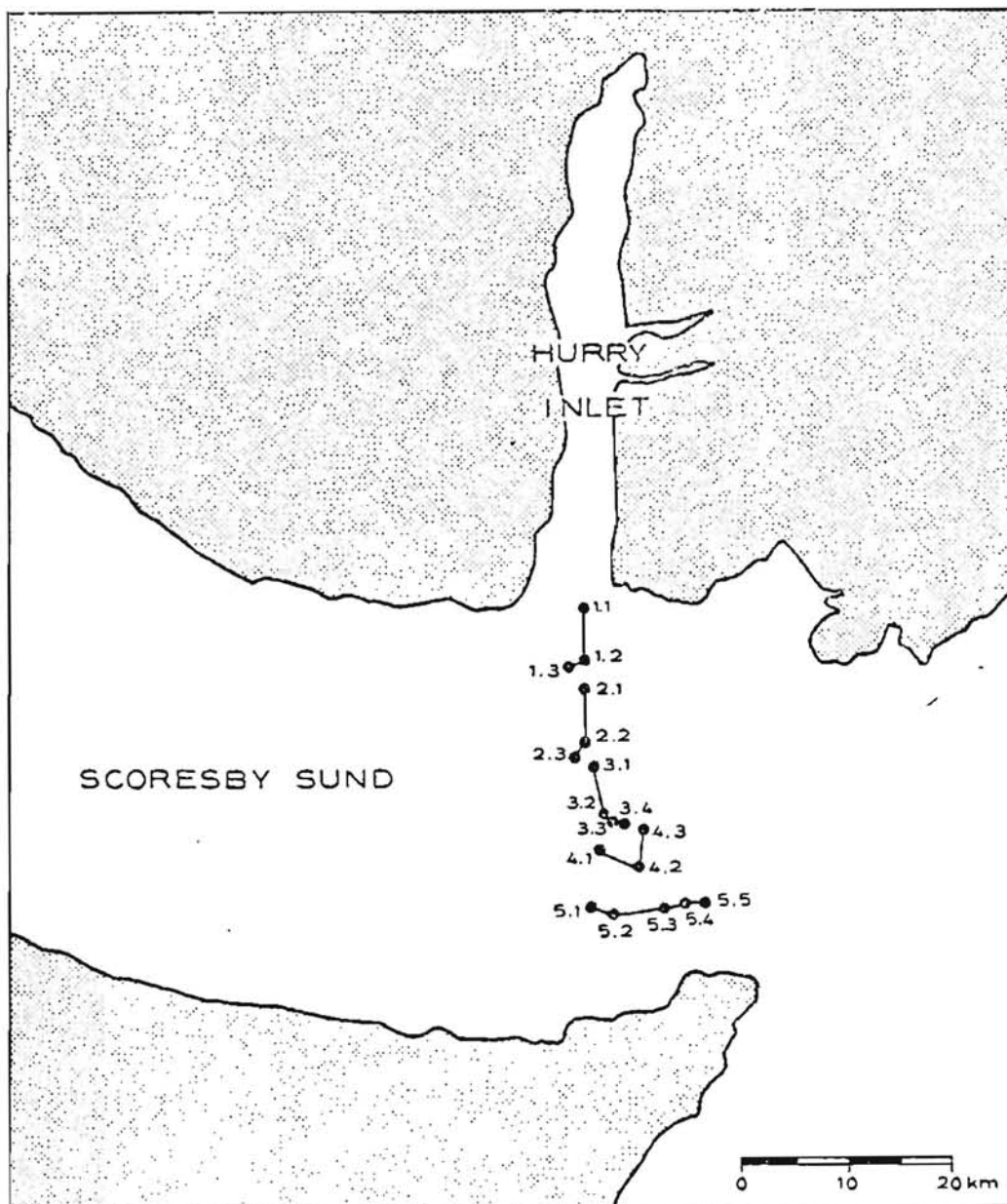


Fig. 10. Flydebøjer 27. og 29. august 1980 (DHI).

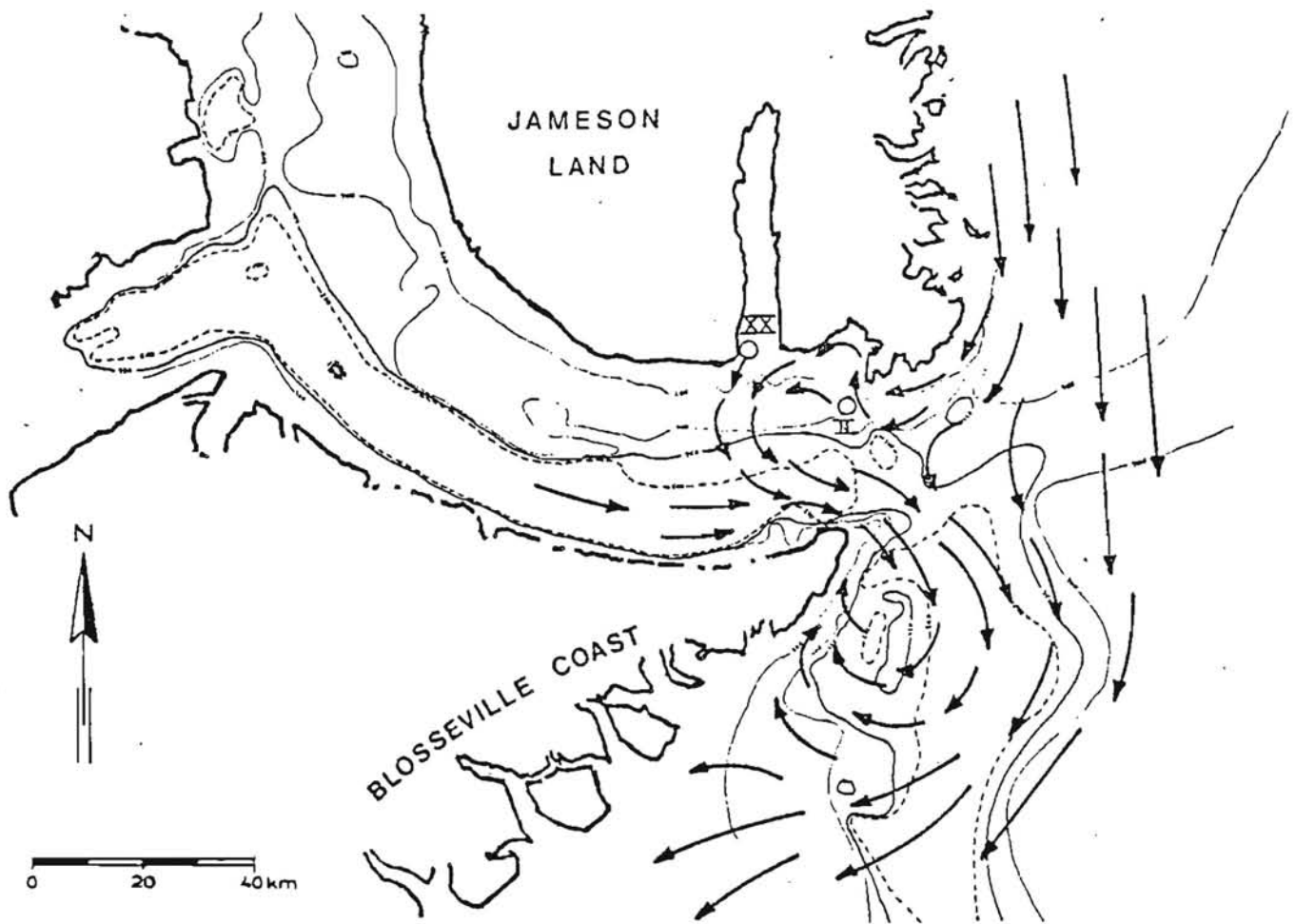


Fig. 11. Overfladestrømme i og uden for Scoresby Sund i august/september 1980 (DHI).

Herudover vises tidevandshydrografer beregnet fra strømmålingerne. Af disse fremgår det, at tidevandsstrømmen er ca. 1.5 gange stærkere ved overfladen end på 200 m dybde, henholdsvis  $15 \text{ cm s}^{-1}$  og  $6 \text{ cm s}^{-1}$ .

#### Vandstand og tidevand

Ud over, hvad der har været nævnt om tidevand i rapport A, omtales kort vindstuvning samt lufttrykkets indflydelse på vandstand. Fra vandstandsmålinger i Scoresby Sund vises tidsserier af barometrisk tryk, vandstand samt astronomisk tidevand (tidevand korrigeret for det barometriske tryks indflydelse).



### Bølgeforhold

I afsnittet gennemgås forskellige begreber. Der skelnes mellem "significant wave height"  $H_s$ , der er middelhøjden af den højeste trediedel af de individuelle bølger og en tilsvarende størrelse udledt fra bølgespektrum ( $H_{mo}$ ). Det nævnes, at i en 3-timers storm kan den maksimale individuelle bølgehøjde være op til  $1.9 H_s$ .

På trods af den korte måleperiode (11/8 - 9/9) konstrueres et Weibull diagram for  $H_{mo}$ . For en 100-års periode når man frem til  $H_{mo} = 10$  m og  $H_s = 9.2$  m. Det understreges i rapporten, at den korte måleperiode giver en væsentlig usikkerhed på disse værdier.

### Dybdeforhold

Da dybdeforholdene i Scoresby Sund, Hall Bredning og Hurry Inlet ikke var godt kendt tæt ved kysten, gennemførtes i 1980 dybdemålinger på langs af Hurry Inlet og på tværs af munden af Scoresby Sund. Der blev fundet store uoverensstemmelser med søkortsangivelsen (op til 80 m). Det anføres, at årsagen til disse kan være dårlige positionsbestemmelser i tidligere undersøgelser.

### Isdrift

Ved montering af en automatisk Nimbus-6 satellit-bøje på en isflage er der gennemført isdriftstudier i 1979 og 1980-81 (Fig. 12). Fra august til oktober varierede hastigheden mellem 8 og 37 cm/s med en middelhastighed på ca.  $14 \text{ cm/s}^{-1}$ . Strømvariationen forekom med en tidsforskydning i forhold til vinden på ca. 1 dag.

Det diskuteres, hvorvidt "sløjfen" på driften (Fig. 12) skyldes vestenvind eller en eddy. For en eddy taler, at Scoresby Sund munden ofte er isfri, mens der samtidig er isdækket ved Blossville kysten.

Middeldriften fra november til februar var  $7.5 \text{ cm/s}$  med ekstreme hastigheder på ca.  $19 \text{ cm/s}^{-1}$ .

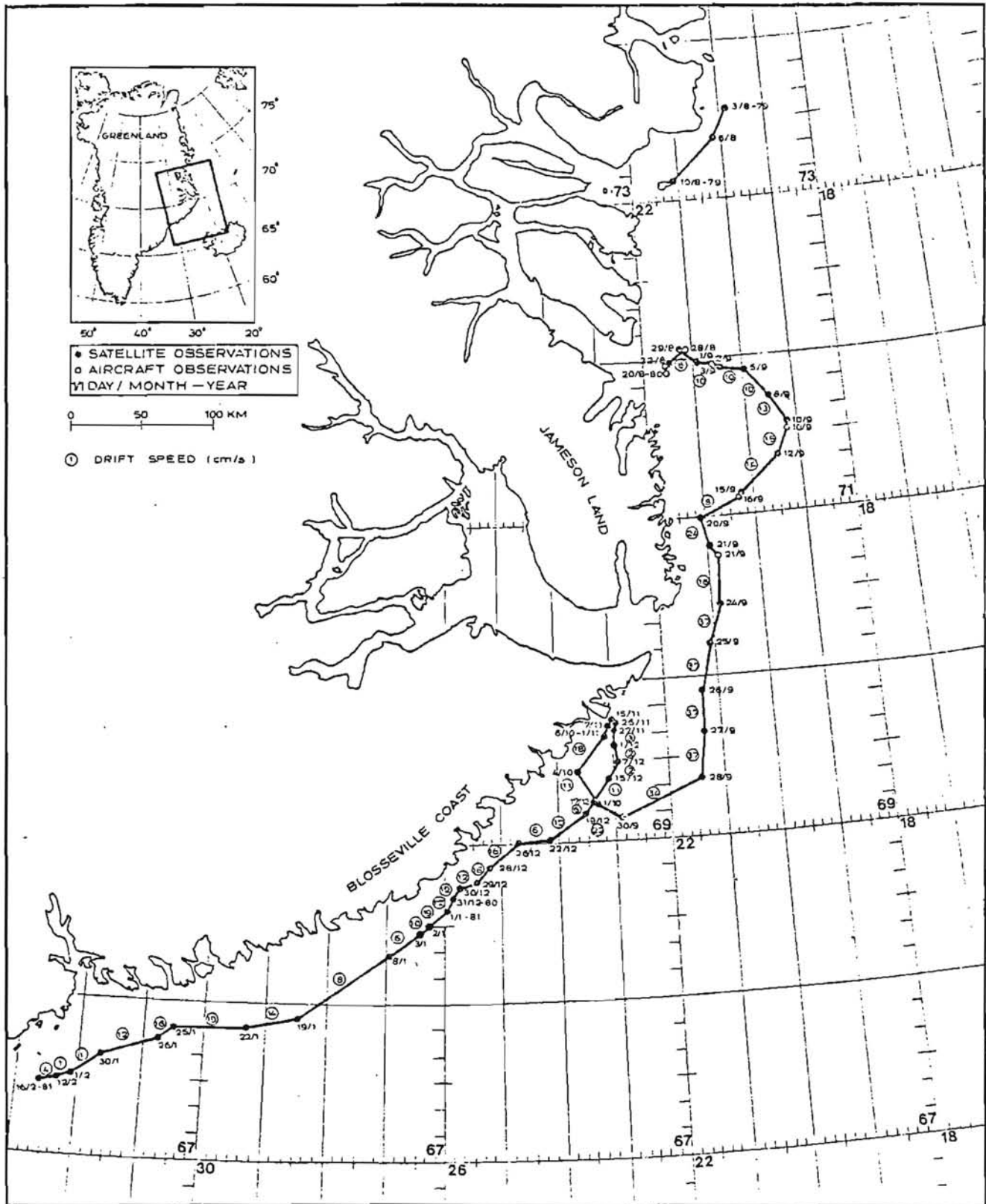


Fig. 12. Drift af Nimbus-6 bøjler 1979 og 1980-81.

## Isstyrke

Såvel i 1980 som i 1981 gennemførtes isstyrkemålinger på både havis og gletscher is.

I 1980 fandtes målte værdier lidt under de teoretiske værdier. Dette forklares med, at der måles på terningformede i stedet for cylinderformede prøver.

I 1981 citeres Schwarz (1970) for modsat at angive terning-trykstyrken til at være  $3/2$  x cylinder-trykstyrken. Da det ydermere nævnes i 1981-rapporten, at den målte værdi var stærkt afhængig af isprøvens størrelse, må der sættes et spørgsmålstegn ved resultaternes værdi. Det nævnes da også i 1981-rapporten, at der er et betydeligt behov for standardisering af prøvetagnings- og målemetoder.

De teoretiske isstyrker afhænger af temperatur, salinitet, saltvandspor og krystalstørrelse. Teoretisk er isstyrkerne størst for gletscheris. I 1980 målt i middel  $658 \text{ KN/cm}^2$  for havis og  $875$  for gletscheris, men det større antal målinger i 1981 gav variationer fra  $600-1700 \text{ KN/cm}^2$  for havis og  $300-5000 \text{ KN/cm}$  for gletscheris.

## Isbjerge

I 1980 er der foretaget optælling af isbjerge fra 4 skibe i juli og august. Resultatet af optællingerne er gengivet i Appendix.

I 1981 rapporten anføres i forordet, at der også i dette år er udført optælling fra 4 skibe. Denne optælling omtales dog ikke inde i selve rapporten, hvor der i stedet kort anføres, at optælling via satellitbilleder er nemmere og mere pålidelig.

## Isopmåling

I 1981 er der foretaget opmåling af såvel isbjerge som isskruninger. 11 isbjerge, hvoraf de 10 stammer fra Scoresby Sund gletscherne, blev opmålt ved hjælp af tegning af bl. a. radarkontur, fotografering og måling ved "sonar profiler".

Bestemmelsen af massen fandtes at være meget følsom over for en nøjagtig bestemmelse af massefylden af isen ( $\rho_{is}$ ) (se Fig. 13). Måling af prøver på et isbjerg gav  $\rho_{is} = 0.882 \text{ g/cm}^3$ , mens der for et andet målttes massefylder mellem 0.897 og 0.899.

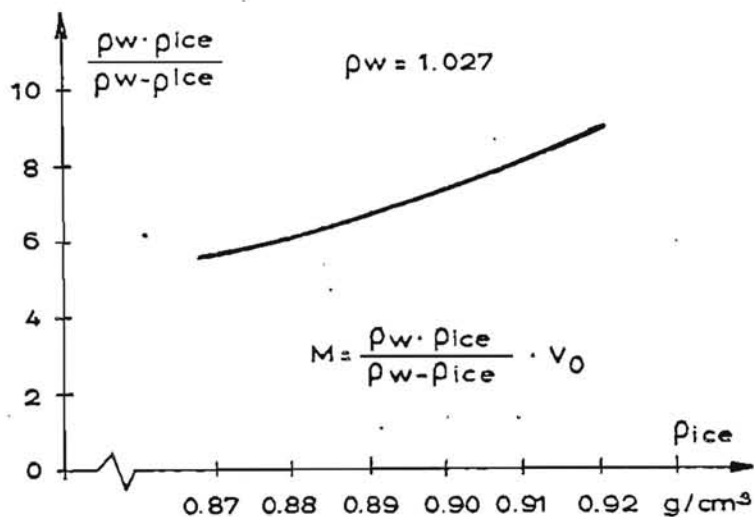


Fig. 13.  $M/V_0$  som funktion af  $\rho_{is}$ .

Disse isbjerge stammer fra overfladen af gletscheren, hvilket medfører et skøn for den gennemsnitlige  $\rho_{is}$  på  $0.91 \text{ g/cm}^3$ , hvoraf fås, at massen er ca. 8 gange volumen over vand.

Deformeret is

Der gennemgås begreber som "rafting" (overskydning) "hummocking" (skruning) og "ridging" (oppresning).

Der vises fotos og dimensioner af 4 skruninger samt tabel over pressure ridges. Forholdet mellem højde over vandoverfladen og dybgang på ridges fandtes til 1:2.5 - 1:6.5.

Isobservationsflyvninger

Ud over de i rapport A omtalte isrekognosceringsflyvninger er der udført 14 flyvninger for GGU. Disse er også omtalt i rapport E og skal derfor ikke behandles her. Det skal dog nævnes, at der fra disse flyvninger er medtaget en del fotografier af is.

## Satellitobservationer

I alt 49 billeder blev modtaget fra satellitterne NOAA6 og NOAA7, men kun to fra 19/8/81 og 2/9/81 blev klassificeret. På baggrund af disse sammen med iskort baseret på visuelle observationer på ovennævnte flyvninger udvikledes proceduren til digitalisering af iskort repræsenterende de 15 isklasser opdelt i 6 grupper. En opdeling af farvandene omkring Jameson Land i delområder danner baggrund for en statistisk behandling af data. Resultaterne fra denne statistik er gengivet i rapporten.

Der omtales i rapporten også behandling af et LANDSAT billede. Fra dette kan fås et meget detaljeret billede af isforhold med en opløsning på 80 x 80 m, men der ligger en væsentlig begrænsning i, at LANDSAT billeder kun kan fås hver niende dag.

## Meteorologi

Ud over målinger ca. hver 3. time ved Mesters Vig og Kap Tobin transmitteredes målinger fra undersøgelseskibene til DMI. På baggrund af disse målinger producerede DMI daglig vejrprognose kort (se rapport E). Ud over en generel beskrivelse af meteorologiske forhold (se rapport A) samt omtale af statistisk materiale fra 1961-70 (DMI), omtales meteorologiske forhold ikke.

## Støjmåling

Resultaterne fra undersøgelser udført af Ødegaard & Danneskjold-Samsøe K/S gennemgås (se rapport G).

## C. AN ANALYSIS OF ICE-CONDITIONS IN FLEMING FJORD, EAST GREENLAND, NOVEMBER 1983

### Baggrund

Rapporten er udført som konsulentarbejde for Grønlands Tekniske Organisation af Dansk Hydraulisk Institut. Rapporten bygger på allerede eksisterende tilgængeligt materiale.

## Opbygning og indhold

For hvert af årene 1979-82 gennemgås isbetingelser med et kort konkluderende afsnit om navigationsmuligheder i Fleming Fjord. For 1979 bygges bl. a. på Tiros-N billeder (Wadmans, 1981). For 1980-83 beskrives isbetingelser og navigationsmuligheder bl. a. ud fra NOAA satellitbilleder og iskort udført for Grønlands Geologiske Undersøgelse i forbindelse med rapport E.

### Isforhold

I en kort summering beskrives den årlige variation af isforhold i fjorden. Hvert år i oktober lukkes fjordene af nydannet førsteårsis.

Isen bryder op i juli og august begyndende i det indre af fjordene og føres af tilstrømmende smeltevand mod munden af Kong Oscar Fjord og Davy Sund. Store koncentrationer af polaris vil stoppe denne istransport og medføre blokering af munderne af fjordene. I september vil smeltevandstilførslen ofte være tilstrækkelig til at bryde pakisen op.

Fleming Fjord, der findes tæt ved munden af Kong Oscar Fjord, vil være meget afhængig af opbrydningen af førsteårsisen i Kong Oscar Fjord samt af driften af polarisen uden for fjordsystemerne. På grund af den sydgående kyststrøm og fjordens nordøstlige orientering forventes pakis at blive tvunget ind i Fleming Fjords munding. Is- og navigationsforhold samles i følgende Tabel 2.

Herudover indeholder rapporten analyser af digitaliserede isdata samt beskrivelse af isovervågningssystem (rapport E).

Southern Limit of Drift Ice					Navigable Access Weeks
	July	August	September	October	
1979 73°	XXXXXX	XXXXXX	OOOOOO	XXXXXX	8
1980 71°30'	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	7
1981 <70°	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX		appr. 2
1982 <70°	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	appr. 2
1983 <70°	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	3



Fast ice.



Broken, close to very close pack ice with concentrations too large for navigation without ice breaker assistance (ice concentrations 8/10-10/10).



Open pack ice, navigation possible with ice reconnaissance support (4/10-7/10).



Very open pack ice or open water (1/10-3/10).

Tabel 2. Isforhold og besejlingsmuligheder til  
Fleming Fjord i årene 1979-1983 (DHI).

D. VURDERING AF BESEJLINGSMULIGHEDERNE TIL OG FRA JAMESON LAND,  
MED TILLÆG: FYSISK MILJØ I CARLSBERG FJORD OG FLEMING FJORD

Baggrund og indhold

Rapporterne er udført af DHI efter aftale med GTO af 21. december 1981. De bygger på rapporter A og B samt beskrivelser af fjordene Hurry Inlet, Carlsberg Fjord og Fleming Fjord fra Den Grønlandske Lods II, Østgrønland, april 1968, og beskrivelser af issituationen i midten af 1930'erne (Koch, 1945). Rapporterne indeholder ikke nye oplysninger, som ikke fremgår af allerede omtalte rapporter eller rapporten E.

Konklusion

Der konkluderes: "Ved valg af besejlingsmuligheder til og fra Jameson Land er der ud fra denne foreløbige vurdering af en besejling gennem hele året ingen markant forskel, om man vælger Hurry Inlet eller Carlsberg Fjord og Fleming Fjord. Der er dog næppe tvivl om, at isgenerne vil være mindst ved benyttelse af Hurry Inlet".

E. ICE RECONNAISSANCE ALONG THE EAST COAST OF GREENLAND 1980, 1981 og 1982

Baggrund

Rapporterne er udført af Dansk Hydraulisk Institut for Grønlands Geologiske Undersøgelse. Målet har været at opbygge et operationelt isovervågningsprogram, der muliggjorde navigering med undersøgelsesskib i området omkring Jameson Land.

Opbygning

Rapporterne er opbygget omkring en gennemgang af isovervågningsprogrammet (Fig. 14) suppleret med righoldige appendix, der giver rapporterne en karakter af at være datarapporter. Den tidsmæssige fordeling af de i programmet indgåede data fremgår af Fig. 15.



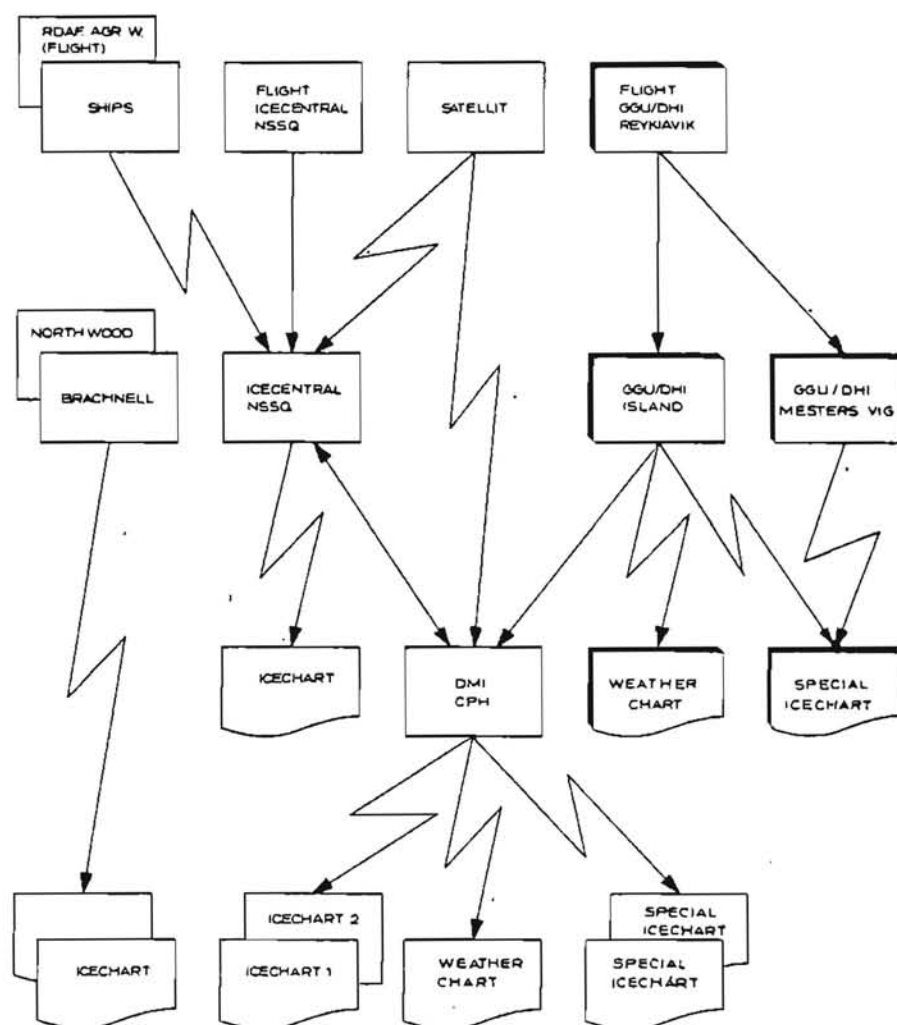


Fig. 14. Kommunikationsdiagram ved operativ isovervågning (DHI).

Activity	Month of year											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A. Visual interpretation of photographic NOAA imagery	-----											
B. Inspection of other available data (meteorological, ice maps from operational ice branches, etc.)	-----											
C. Long range forecasting of ice conditions using photographic NOAA data and simple regression techniques	-----											
D. Digital analyses of high quality NOAA images	-----											
E. Short range forecasting using all available data (and experience)	-----											
F. Aerial ice reconnaissance (ship support)	-----											

Fig. 15. Oversigt over overvågningsperioder.

Undersøgelser udført specielt i forbindelse med det aktuelle program er udført i perioderne

15 juli - 31 oktober 1980	66°N 77°W
28 juli - 1 oktober 1981	64°N 77°W
19 august - 19 september 1982	67°N 75°W

### Indhold

Ved flyvninger i området udgående fra Reykjavik 2-3 gange om ugen (med lejlighedsvis overnatninger i Mestersvig) produceredes iskort, der ved ankomst til Reykjavik blev sendt til Dansk Meteorologisk Institut og derfra transmitteret til undersøgelseskibet i området, hvor de blev modtaget ca. 24 timer efter flyvning. Disse iskort udgør App. 1 i rapporterne for alle 3 år.

#### Iscentralens iskort

Herudover produceredes af Dansk Meteorologisk Institut ved Iscentralen i Narsarsuaq iskort baseret på flyvninger i området. Disse flyvninger foretages primært, når KGH-skibe nærmer sig havne på østkysten og er derfor forholdsvis få. Alle iskort fra Iscentralen er medtaget i App. 3 i rapporterne.

#### Danske satellit-baserede iskort

I ikke-overskyede perioder foretog Dansk Meteorologisk Institut tolkning af satellitbilleder fra modtagestationen Rude Skov:

17/7/80-8/10/80	18 billeder
1/8/81-30/9/81	7 billeder
18/8/82-20/9/82	24 billeder

Samtlige disse satellitbilledtolkninger findes i App. 2.

#### Norske satellit-baserede iskort

Dansk Hydraulisk Institut modtog ligeledes satellit-baserede iskort fra Norsk Meteorologisk Institut. Disse er medtaget i rapporterne (App. 4):

juli - oktober 1980 2 gange ugentlig  
 juli - oktober 1981 1 gang ugentlig  
 januar-december 1981 1 gang ugentlig

#### Månedsmidlede iskort

Fra Norsk Meteorologisk Institut er ligeledes vist månedsmidlede iskort med maximal og minimal isudbredelse for samtlige måneder i 1980-82.

#### Vejranalyser og -prognoser

For nedenstående perioder er medtaget daglige vejranalyser og -prognoser fra Dansk Meteorologisk Institut:

10/7-30/9 1980  
 1/8-30/9 1981  
 15/8-20/9 1982

#### Maximal/minimal isudbredelse

Fra Vinje (1977) er i 1980-rapporten gengivet maximal og minimal udbredelse af iskoncentrationer over 3/8 samt grænse for 50% hyppighed af 3/8 koncentration i perioden 1966-75.

#### Pakis

I 1981-rapporten er medtaget fordeling af pakis samt vindvektordiagrammer dækkende 10-dages perioder.

#### Digitaliserede isdata

Fra nedenstående kilder er produceret digitaliserede isdata for haviskoncentrationer ved afslutning af hver måned i perioden 1953-77. Ved evt. mangel på pålidelige data har man anvendt anslåede værdier. Koncentrationen præsenteres i tiendedele.

1. U. S. Navy Fleet Weather Facility, Arctic Sea Ice Analysis (Eastern and Western) 1972-77.

2. U. S. Naval Oceanographic Office, Report of the Arctic Ice Observing and Forecasting Program 1953-71.
3. Canadian Department of Transport, Ann. rep. 1964-69.
4. British Meteorological Office, Monthly Ice Charts, 1959-77.
5. Danish Meteorological Institute, The Ice Conditions of the Greenland Waters 1957-64.
6. Danish Meteorological Institute, The state of the ice in the Arctic Seas, 1953-56.
7. Jökul, Annual Summaries 1953-67.
8. Norsk Polarinstitut, Årbok, 1963-71.

F. A STUDY OF SEA ICE AND FOG CONDITIONS IN THE VICINITY OF JAMESON LAND, EAST GREENLAND, MED BAGGRUNDSRAPPORTER

Baggrund

Af baggrundsrapporterne omtalt i indledningen under pkt. 10-14 har det kun været muligt at fremskaffe 2, nemlig: Weather and Sea Ice Analysis for Scoresbysund and Jameson Land, East Greenland, phase I: May-October 1982 (Summer) (12) og East Greenland Satellite Imagery Analysis for Scoresby Sound, Jameson Land, Carlsberg Fjord and Offshore Pack for July, August, September 1973, 1975-1982 (14).

Rapport 12 er en datarapport med korte konklusionsafsnit. Den indeholder isanalyser med bl. a. oplysninger om frostdage og teoretisk nyisdannelse. Herudover findes opsummering af isforhold i Scoresbysund for maj til oktober, samt af vejrforhold, herunder vind, skydække, sigtbarhed etc. Vejrdata er behandlet statistisk.

Rapport 14 indeholder gennemgang af sne- og isforhold i juli, august og september 1973 og 1975-1982 opdelt på områderne Scoresby Sund, Hurry Inlet, Jameson Land, Carlsberg Fjord samt pakis-situationen. Bagest i rapporten findes omtale af samtlige satellitbilleder. Ud fra disse er der givet en oversigt for hver af månederne for hvert år, der igen er samlet til en beskrivelse af normalsituationen for hver måned. Alt dette er samlet til en generel beskrivelse af issituationen i Scoresby Sund, Hurry Inlet etc.

Ud over disse baggrundsrapporter bygges på Dansk Meteorologisk Instituts: The Ice Conditions in the Greenland Waters 1965, 1975, 1976, 1977, samt på mikrofilm af iskortanalyser for resterende år i perioden 1970-1984.

#### Opbygning og indhold

Selve rapporten er udformet som et atlas med issituationen gengivet for 10-15 dages perioder i tiden fra d. 20. juni til d. 15. oktober på baggrund af aktuel isanalyse gennem 14 år samt 70 års historiske data (Koch, 1945).

De enkelte isflager og isbjerge er ikke vist i rigtig målestok, men dette er der taget højde for i fordelingen af den viste is. Over for hvert enkelt kort findes en tekstbeskrivelse af issituationen i Scoresby Sund, West Shore of Jameson Land, Hurry Inlet, de nordlige fjorde (Fleming, Carlsberg og Nathorst Fjorde) samt en generel oversigt for perioden.

Som det nævnes i forordet dækker de enkelte kort over store variationer, men det enkelte kort skal angive en "forventelig normalsituation". Det anføres, at variationerne vil være størst for den flerårige drivis og mindre for den nydannede førsteårsis. På de næste to sider er i fuldt omfang gengivet "Worst Case Drift Ice" og "Summary and Conclusions" fra atlasset.

## Summary and Conclusions

The conclusions drawn from the analysis of ice and fog conditions within the region and depicted in the following maps will be these:

### **Scoresbysund**

The normal ship navigation period into Scoresby Sund will be 8-10 weeks, sometimes 12 weeks and rarely less than 7 weeks. The operational utilization frequency of aircraft into and from Scoresby Sund will be high. Fog will significantly hinder ships offshore, but only on occasion affecting aircraft onshore.

### **West Shore Jameson Land**

The normal ship navigation period to the west shore will be 5-8 weeks, sometimes 10 weeks and rarely less than 4 weeks; but shipping operations could be impeded by the floating or grounded icebergs during any part of the open water season. The operational utilization frequency for aircraft will be high on coastline and very high over interior. Fog will only be an occasional hindrance for ships offshore during navigation season and will rarely affect aircraft operations onshore.

### **Hurry Fjord**

The normal ship navigation period into Hurry Fjord will coincide with that into Scoresby Sund, since Hurry Fjord will always be ice free by the time that route becomes passable. Thus normal navigation period will be 8-10 weeks. However, navigation within the Fjord will be longer, normally 10-12 weeks. Fog will only be an occasional problem for ships or aircraft.

### **Northern Fjords**

These Fjords will have a normal ship navigation period of 3-5 weeks but can be quite variable. The indicated 3-5 weeks may actually occur a week or so at a time over an extended time period of 6-8 weeks; the open period interspersed with periods of closed conditions. Year to year variability can range from an extreme of no possible entry throughout the summer to a high of 8 weeks. Navigation will usually require intensive ice reconnaissance support even in the better years. Frequent fog occurrences will hinder ships, and aircraft operations will be severely curtailed. Ice and fog conditions are both subject to rapid changes, to pose further difficulties.

Another, shorter term study (1979-83), by the Danish Hydraulic Institute, "Risk Evaluation for Navigation of Fleming Fjord, East Greenland", published in 1983, concluded that:

"Fleming Fjord is normally only accessible for navigation during 2-6 weeks in August/September and usually only with intensive ice reconnaissance support".

"Fleming Fjord is apparently totally blocked and inaccessible for navigation without ice-breaker support approximately every 5 years (20%)".

"The mouth of Kong Oscar Fjord (Davy Sund) is covered with close pack ice during the entire navigation period more than 55 percent every other year".  
(NOTE: close pack is 7/10 or more coverage of ice)

The longer term data base utilized in this book supports these conclusions and suggests that the same conclusions can be stated for the remainder of the "Northern Fjords"; Nathorst and Carlsberg Fjords. The same data base further suggests that the degree of variability exhibited by the conditions in the Northern Fjords is far greater than that for Scoresbysund, Hurry Fjord or the West Shore of Jameson Land.

## Worst Case Drift Ice

### **Scoresbysund**

With strong east to northeast winds offshore the ice will move in to block off *Scoresby Sund* and *Hurry Fjord* as well as the passage way to *Jameson Land*. The drift ice concentrations off *Scoresbysund* are typically light enough to make this a low frequency occurrence. The melt and periodic northerly winds, as well as current dispersion will usually clear the ice out, or scatter it to allow navigation again unless it occurs during freeze up.

### **West Shore Jameson Land**

When dense ice is in *Scoresbysund* it moves along the shoreline and blocks off passage way. Grounded floes will also result. After the intrusion forces end, melt and current dispersion will generally clear the shoreline unless refreezing is commencing.

### **Hurry Fjord**

Dense ice in *Scoresbysund* can, and occasionally does, move northward into the Fjord. Ice has been known to move northward well into the far northern reaches. This would be considered rare and usually short lived. Melt, north wind and current will usually clean the ice out after a brief stay unless refreezing is commencing.

### **Northern Fjords**

The northeastward orientation of these Fjords places them in constant jeopardy from encroaching drift ice. Typically the concentrations are greater at this latitude and the location has no upstream sheltering to protect it. Thus, it is a common occurrence to have drift ice move into, and completely plug, the Fjords. This can happen quite rapidly, endangering shipping within the Fjords at any given time. It would be considered that this will take place during any given year, with only a very light ice year not presenting such an occurrence. Unlike *Scorebysund* and *Hurry Fjord*, there is little counter motion to eject the ice, such that once compacted into the Fjords, it can refreeze in place without ever opening up again that year.

There will generally always be some offshore summer drift ice in this region, typically lighter south of 71 Degrees North Latitude, and heavier to the north. If there occurs one or more significant northeasterly wind episodes over the ice, in association with northeastward tracking gale centers, the resultant wind induced compacting of the ice toward the coast can seal off all Fjord entries. This possibility has been depicted as a typical worst case condition. The probability of such an occurrence would be considered much greater in the *Fleming Fjord*, *Nathorst Fjord* and *Carlsberg Fjord* area. Lesser risk exists in the *Kejser Franz Josephs Fjord*, shadowed to some extent by *Hold with Hope* and the lowest probable risk in *Scoresbysund*. The highest risk time period will be from mid August through October, consistent with the higher risk of storm centers during the autumn period. This adds the additional danger of the drift ice being in place as re-freezing commences during late September and October.



## G. AMBIENT NOISE IN THE SEA OFF SCORESBY SUND, EAST GREENLAND

Baggrund

DHI's undersøgelse i området i sommeren 1981 fra undersøgelseskibet "MARTIN KNUDSEN" gav muligheden for at lave nogle foreløbige målinger af baggrundsstøjen i vandet. Disse er behandlet af firmaet Ødegaard & Danne-skiold-Samsøe ApS.

Indhold

Af Fig. 16 fremgår meridianniveauet for støjmålingerne (overskrides i 50% af tiden). Variationen i disse niveauer er fra 10-15 db, lavest ved 125 - 250 kHz, men disse viser ikke nogen tendens i forhold til afstand fra iskant.

Der er tale om bredbåndet støj med enkelte tilfælde af høje brag forårsaget af forskellige processer i forbindelse med is:

Vind-, strøm- og bølgeforårsaget isbevægelse.

Termisk inducerede brud.

Brud og knusning af is forårsaget af tryk- og trækspænding.

Frigørelse af indkapslet luft i smeltende is.

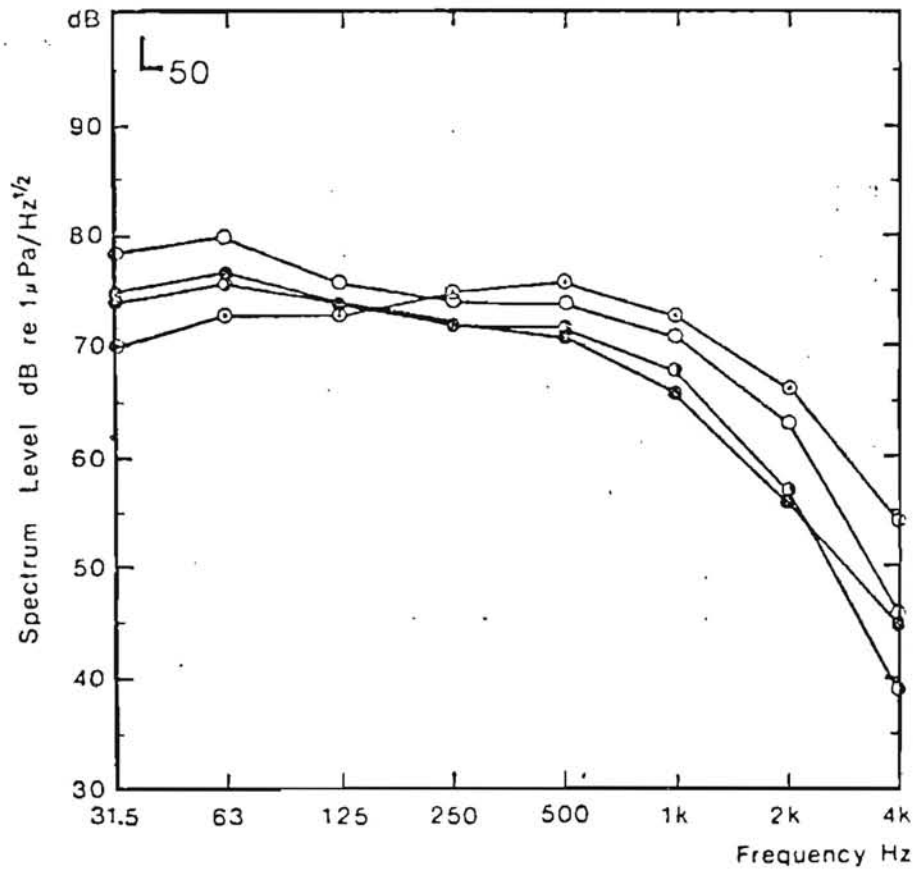
Isens stød mod bund og kyst.

Processer i forbindelse med isbjerge.

## H. ICE PROPERTIES IN THE GREENLAND AND BARENTS SEAS DURING SUMMER

A. S. Overgaard et al. har i 1978 og 1979 bl. a. undersøgt ialt 9 isker-ner og vekselvirkningen mellem bølger og is i området omkring Kong Oscar Fjord og Davys Sound. Herudover behandles data fra Ymer Ekspeditionoen.

Ud over gennemgang af issituationen findes i artiklen redegørelse for isens salinitets-, temperatur- og massefyldeforhold, dielektriske egen-skaber samt pH og ionsammensætning.



- : Position No. 8109, Inside Scoresby Sund
- : Position No. 8117, Open Water, Denmark Strait
- : Position No. 8118, 18 Nm to ice edge, Denmark Strait
- : Position No. 8119, Close to ice edge, Denmark Strait

Fig. 16. Meridian spektrum for akustiske målinger under 4 forskellige forhold.

(Ødegaard & Danneskiold-Samsøe)

Del 2

En kort indføring i generelle processer  
i iskantområder på mesoskala og storskala.

De i foregående kapitel omtalte rapporter giver en indføring i den eksisterende viden om de hav-, is- og klimamæssige forhold i området omkring Jameson Land gennem en beskrivelse af de aktuelle forhold i området.

I dette kapitel er det hensigten at give en kort indføring i de mere generelle processer i iskantområder på såvel storskala som mellemskala som et supplement til forhold omtalt i rapporterne.

Den væsentligste del af den nyere forskning i iskantområder (marginal ice zone) beskæftiger sig med vekselvirkningen mellem hav, is og atmosfære. Af overskuelighedshensyn er kapitlet alligevel forsøgt opdelt i to afsnit om henholdsvis oceane-, is- og atmosfære processer.

Væsentlige dele af denne beskrivelse følger Johannesen et al. (1983a, b), Untersteiner (1983), artikler om marginal ice zone i Journal of Geophysical Research, vol. 88 (1983) og i MIZEX Bull. III, 1984.

#### A. HAVIS

Et væsentligt forhold omkring havis er dens påvirkning af vekselvirkningen mellem atmosfære og ocean.

- 1) ændring af varmeudveksling mellem luft og hav,
- 2) ændring af saltudveksling,
- 3) ændring af overflade albedo,
- 4) ændring af den dynamiske vekselvirkning mellem hav og atmosfære.

Disse forhold er specielt indviklede i iskantområder, hvor overgang mellem isdækkede og ikke-isdækkede områder samt isens drift har stor betydning.

#### Massebalance

Iskanten opretholdes ved en massebalanceproces, der i sin simpleste form angiver, at middelistykkelsen i et givet område skal være lig summen af to størrelser, henholdsvis nettoeffekten af termodynamisk vækst samt nettoeffekten af den advektive istransport.

I tidlige modeller af havisudbredelse har man kun haft medtaget termodynamisk vækst, hvilket har givet urealistiske resultater for udbredelsen.

Tilførslen af is til det østgrønlandske område er af Vinje (1981) anslået til ca.  $10^6 \text{ km}^2$  (areal).

#### Volumentransport

Også volumentransporten er af stor betydning ved et massebalanceregnskab. Denne skal bestemmes ud fra istykkelsen, der naturligvis vil gå mod 0, når man nærmere sig iskanten. Istykkelsen har været undersøgt af Wadhams (1983) ved at sejle under isen i Fram Stræde området med en ubåd. Ud over at angive en middeltykkelse på ca. 3 m fandt han, at isen i iskantområdet er væsentlig forskellig fra den indre polaris.

#### Forskelle i isen

Det skyldes større bevægelsesfrihed for isen ved iskanten og at den brydes op i flager af ca. 30 m i diameter nær iskanten af bølger og døninger. Længere inde i isen, hvor disse er dæmpede, vil flagestørrelsen være voksende.

Wadhams anfører herudfra, at en tidlig idé af Koch (1945) kan være rigtig, nemlig at isen i iskantområdet kan stamme fra den østlige del af det Arktiske hav, og at isen længere inde kan stamme fra det vestlige og nordlige Arktiske hav.

#### Isdrift

Af Fig. 17 og 18 fremgår forholdet mellem isdrifthastighed, istykkelse, isflux og afstand fra Grønland og dermed den faste is. Det fremgår, at isdrifthastigheden vil være størst lige ved iskanten, men at isfluxen (transporten) vil være størst et sted midt mellem den faste is og iskanten.

Ud over flagestørrelsen vil der også være forskel i tætheden af de såkaldte "pressure ridges" (oppresninger) - færrest ved iskanten. Modsat vil der til gengæld være flere vertikale isfladekanter, hvilket tilsammen

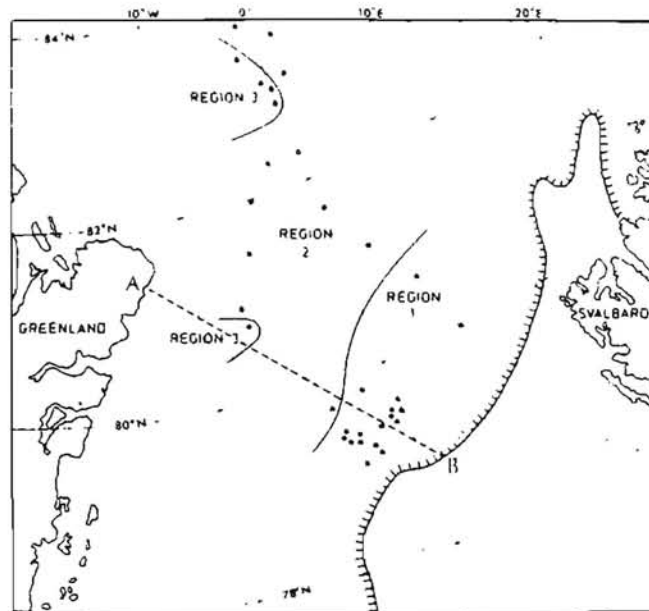


Fig. 17. Isdækkets opdeling efter dybgang.

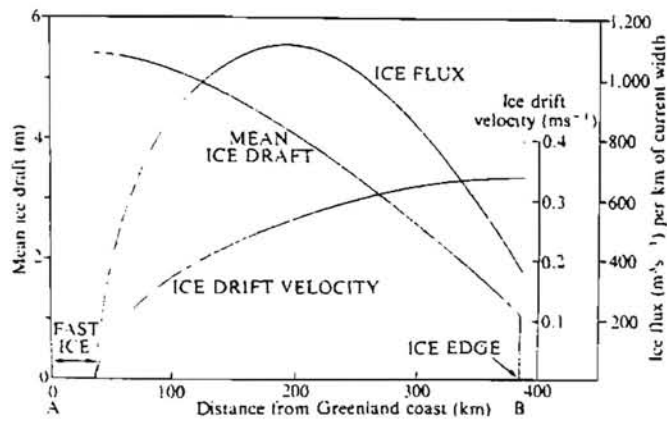


Fig. 18. Istykkelse, hastighed og masse-transport over linien AB fra Fig. 17.

betyder andre forhold for påvirkning mellem luft/is og is/vand. Undersøgelser tyder på, at modstandskoefficienterne ("drag coefficients") vil være lidt større i iskantområdet.

#### Dynamik

Isflagestørrelsen påvirker også de dynamiske forhold, idet mindre flager betyder flere flagekollisioner, ved hvilke den kinetiske energi distribueres på isfeltet.

#### Termodynamik

De termodynamiske forhold påvirkes, da mindre flager betyder en øgning af afsmeltningen om sommeren og øget islægning om vinteren gennem kontinuerlig tilfrysning af nyåbnede brud.

Også afsmeltningen fra bunden er størst ved små flagestørrelser, idet de større åbne vandflader øger muligheden for varmeinput til vandet.

#### Strømningsforhold

Ved afsmeltning fra bunden af isflager påvirkes vandlaget under isflagen, idet tilførsel af det smeltede vand med lav salinitet vil have en stabiliserende effekt (Fig. 19).

Temperaturen af det afsmeltede vand i forhold til det omkringliggende vand vil ved relativ stor temperaturdifference have en destabiliserende effekt (Fig. 20).

Forholdet mellem disse to effekter vil have betydning for turbulensforholdene under isflagen og dermed strømningsforhold i grænselaget.

Som det blev nævnt i kapitel 1, menes turbulensen i understrømmen at have en spredende effekt, mens corioliskraften ved Østgrønland vil have en samlende effekt.

Ved tilfrysning af åbninger vil der opstå et strømningsbillede, der i idealiseret form fremgår af Fig. 21, Kozo (1983), hvilket vil medføre en

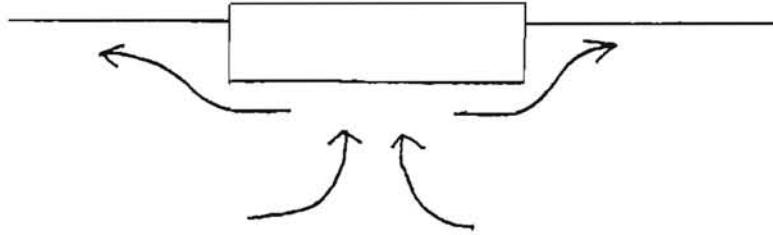


Fig. 19. Salinitetsinduceret strømning ved afsmeltning fra isflage.

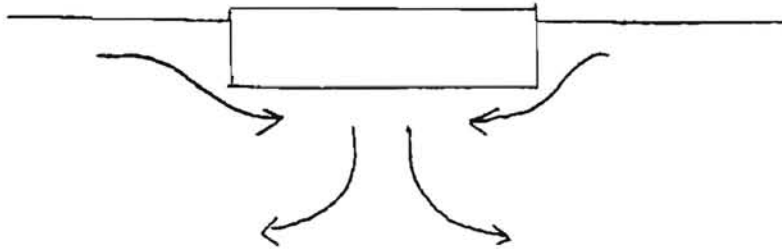


Fig. 20. Temperaturinduceret strømning ved afsmeltning fra isflage.

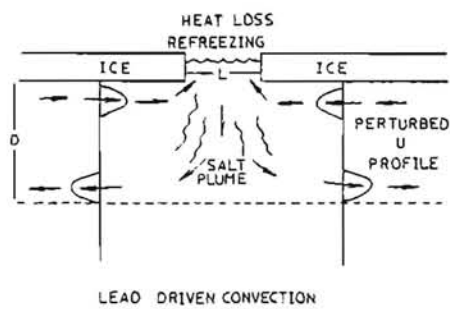


Fig. 21. Idealiseret cirkulation ved tilfrysning af åbning mellem flager.

(Kozo 1983)



tendens til konvektion (samling) af flagerne, der på den anden side vil ophøre, når den nydannede is med sin styrke kan modvirke denne.

### "Odden"

Et væsentligt fænomen er iskantens ofte bølgelignende udseende med de såkaldte eddies (Fig. 22). Dette vil blive omtalt i afsnittet om oceanografi. På storskala er "Odden" et karakteristisk træk ved isfordelingen ved Østgrønland. Som det fremgår af Fig. 23, er der store variationer i "Oddens" udbredelse og placering. Dette hindrer dog ikke, at den synes på middellis udbredelseskort (Fig. 24), både i januar, februar, marts og december.

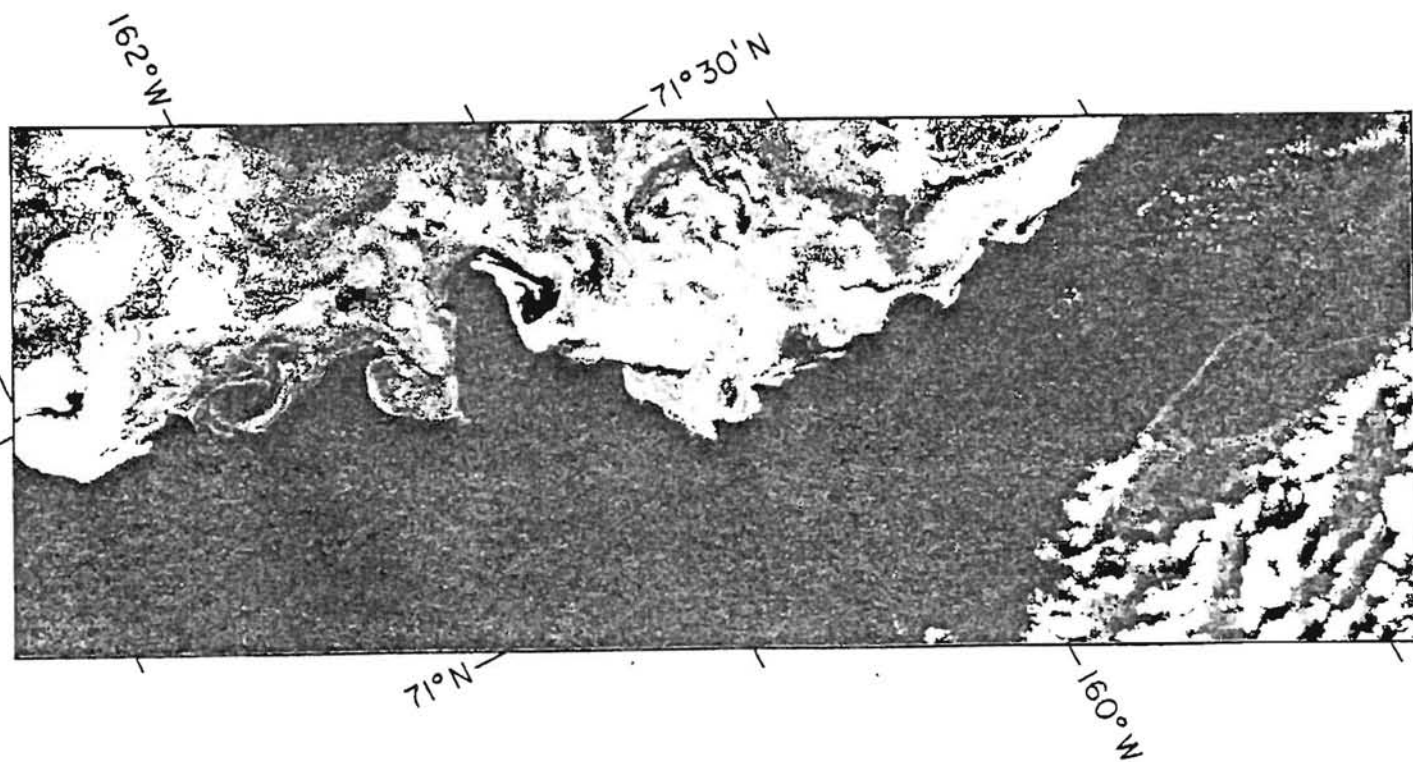


Fig. 22. Landsat billede med eddies (Untersteiner 1983)

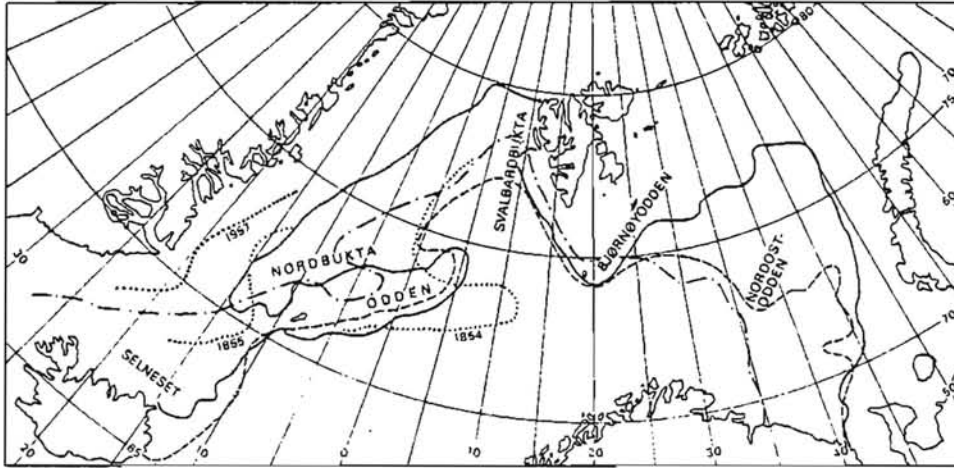


Fig. 2. Extreme sea ice distributions.

- · - : 10-20 April 1966,
- - - : 10-20 April 1968,
- : 1-10 April 1970,
- ..... : ship observations made in April 1854, 1855, and 1957.

Fig. 23. Historiske isudbredelsessituationer (Vinje 1975)

De væsentligste videnskabelige spørgsmål omkring havis i iskantzoner er anført nedenfor, som de opfattes af Johannesen *et al.* (1983).

- What are the roles of the internal ice stress, floe-floe interaction, wind and water stresses, inertial-tidal forces, and wave forces in MIZ ice dynamics?
- What is the relative importance of the ocean vs the atmosphere in the decay of the ice cover and how is this affected by changes in ice concentration and floe size distribution?
- Are lateral variations in vertical oceanic heat fluxes more important than horizontal oceanic heat transport in determining the ice retreat?
- How does ice advection caused by general circulation such as the East Greenland Current, by eddies, ice bands and streamers, influence the retreat of the ice edge?
- How do the physical properties (and hence thermodynamic and electromagnetic properties) of the MIZ ice differ from those of the central pack?
- How does the ice thickness distribution and ice roughness vary with distance from the ice edge?
- What is the role of waves in the distributions of floe size and ice roughness?

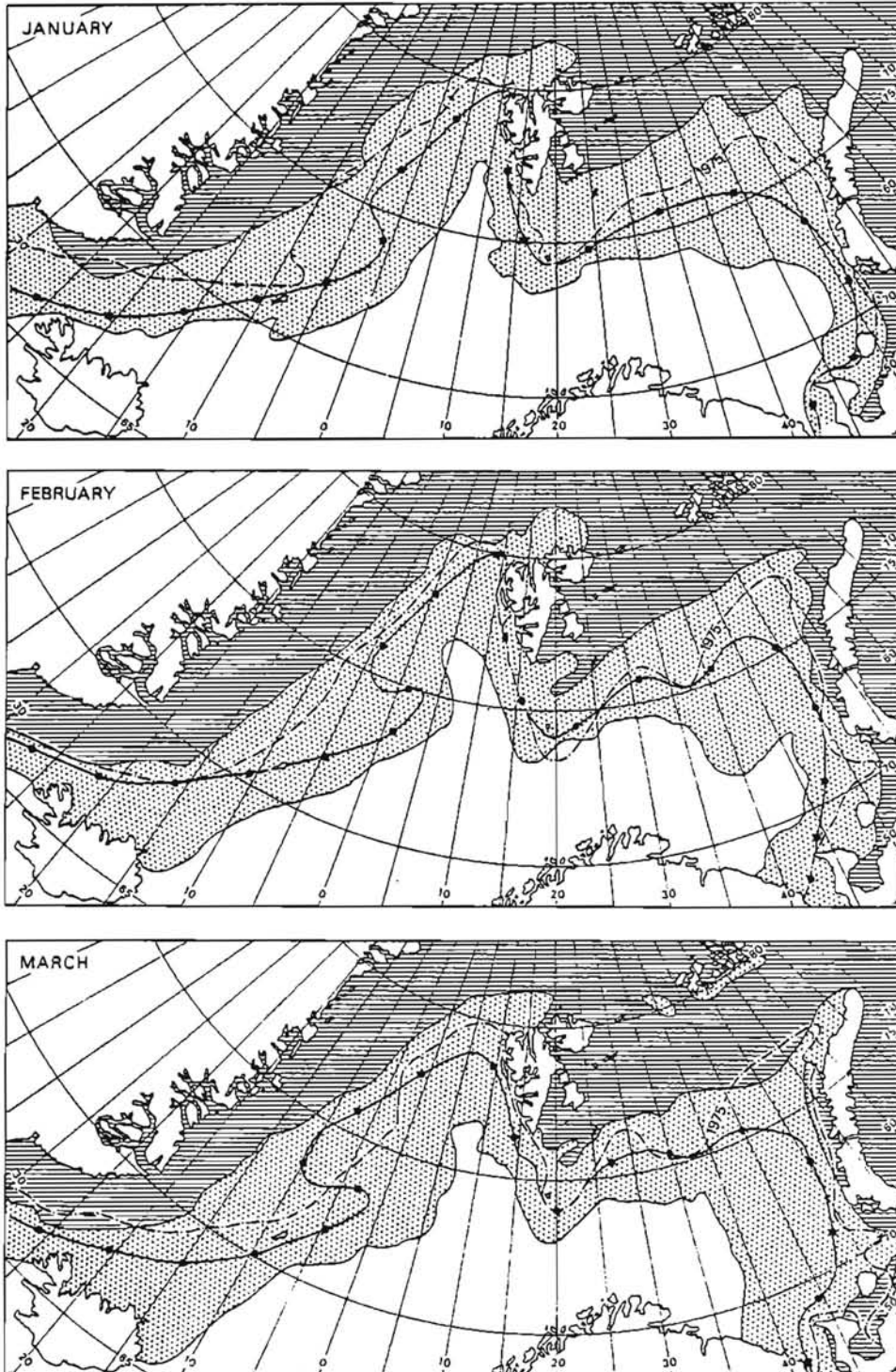
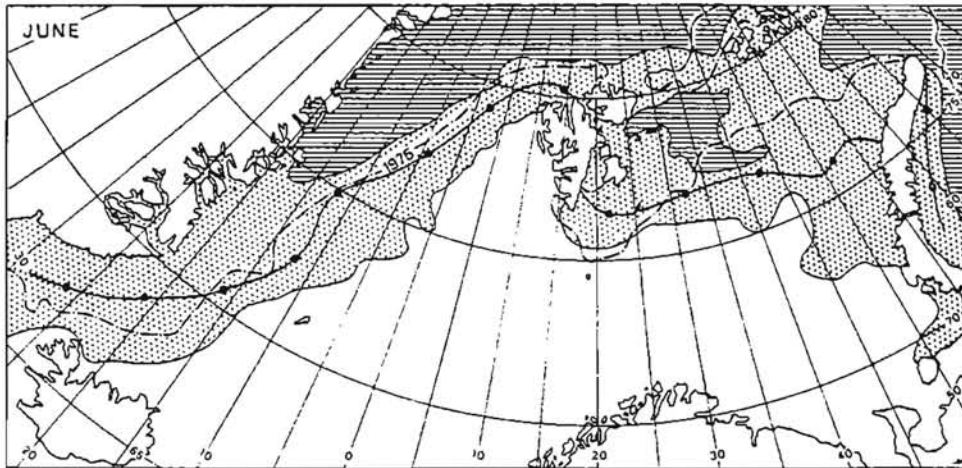
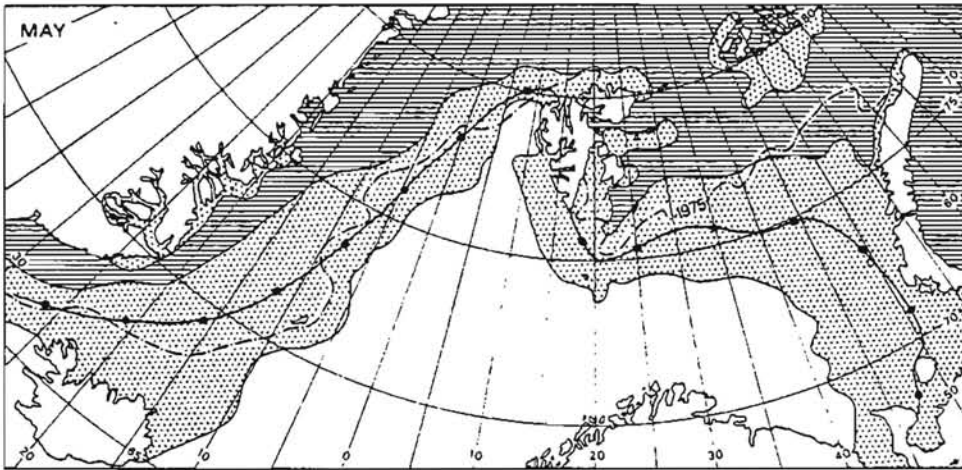
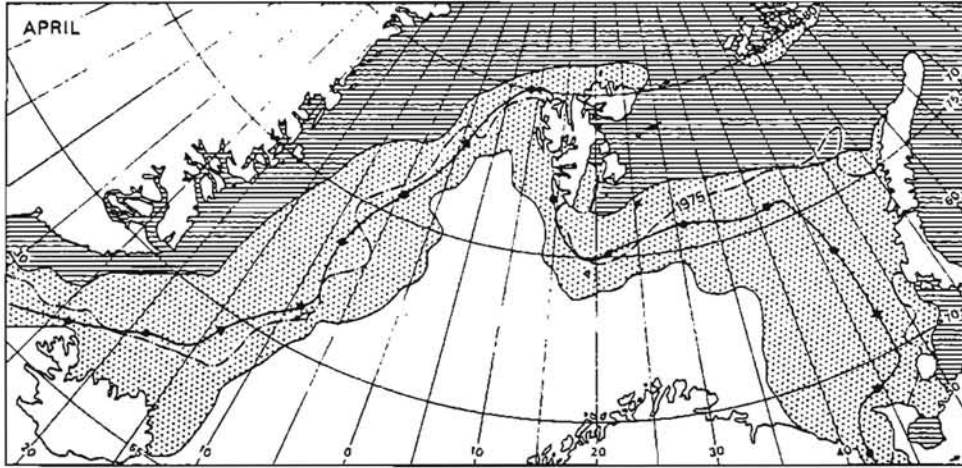
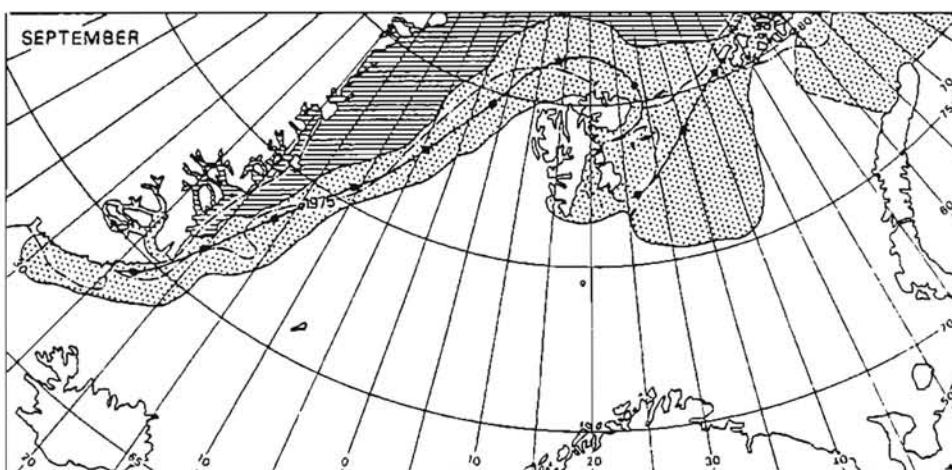
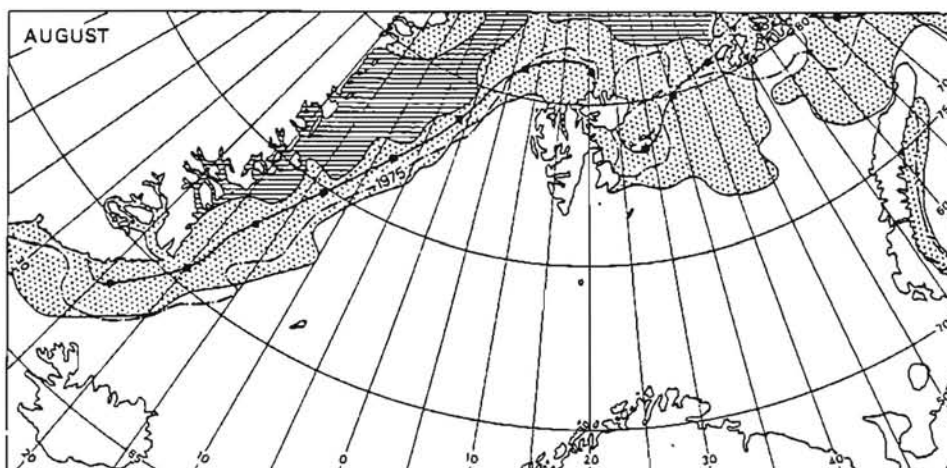
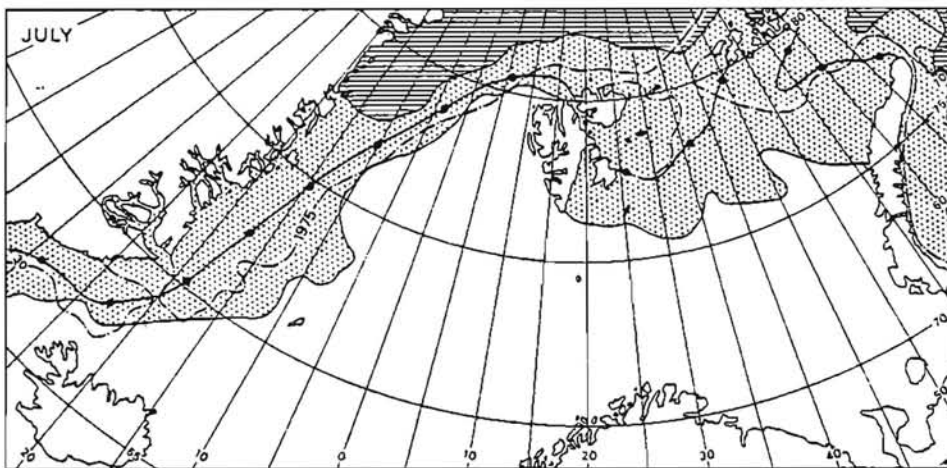
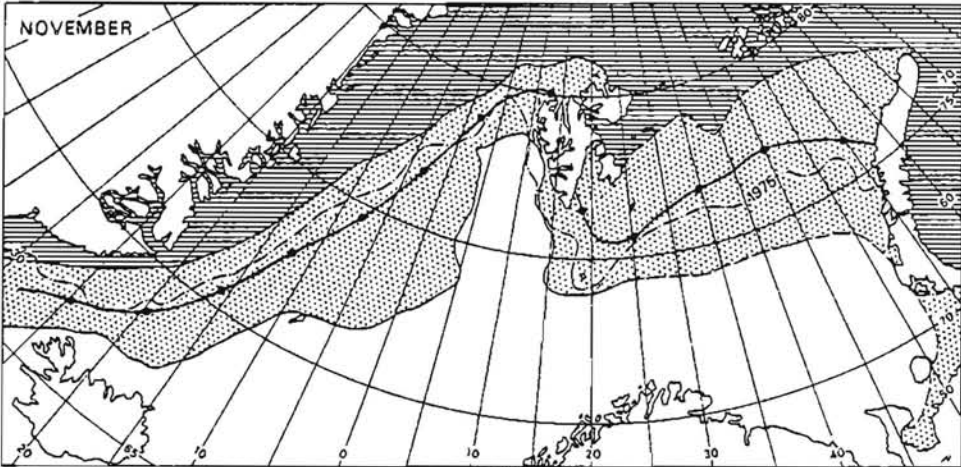
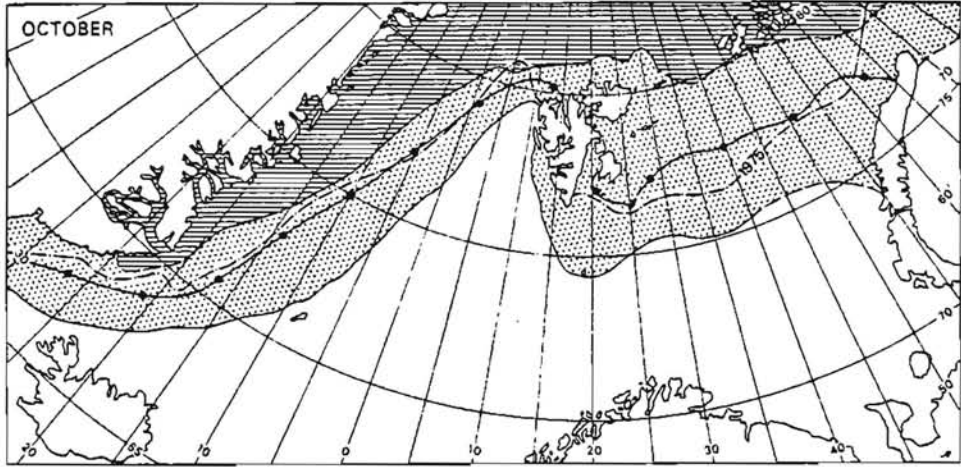


Fig. 24. Isforhold ved udgangen af hver måned gennem året.  
(Vinje 1975)

- nordligste og sydligste udbredelse af 3/8 is 1966 - 1974.
- · - isgrænse 1975.
- · — median for 3/8 koncentration.







## B. OCEANOGRAFI

De oceanografiske forhold i iskantområder er domineret af frontsystemer såvel permanente som tidsvarierende, eddies og upwelling langs iskanten.

Som nævnt i rapport A er der i området såvel polarvand som atlantisk vand, og p. gr. a. lejlighedssvis indtrængning af atlantisk vand i de polare vandlag, opstår der en lagdeling med lag af størrelsesordenen 10 m.

Nogle af disse fænomener fremgår af en sektion taget af Wadhams og Squire (1983) gennem en is/hav vortex (Fig. 25 og 26) med en eddy ved St. 144, en iskantfront ved St. 133 samt 2 tilfælde af indtrængning af atlantisk vand.

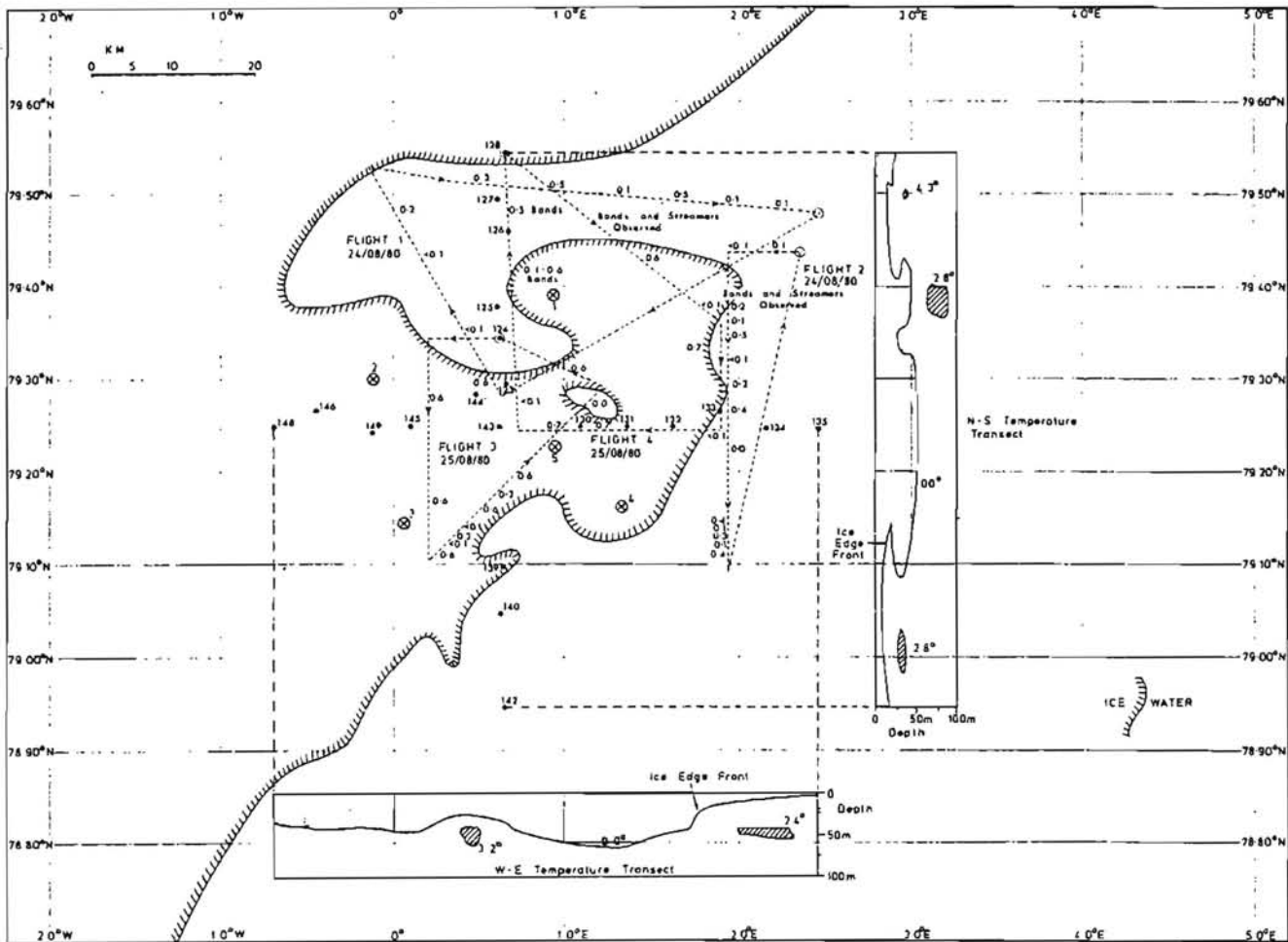


Fig. 25. Is/hav vortex (Wadhams & Squire 1983)

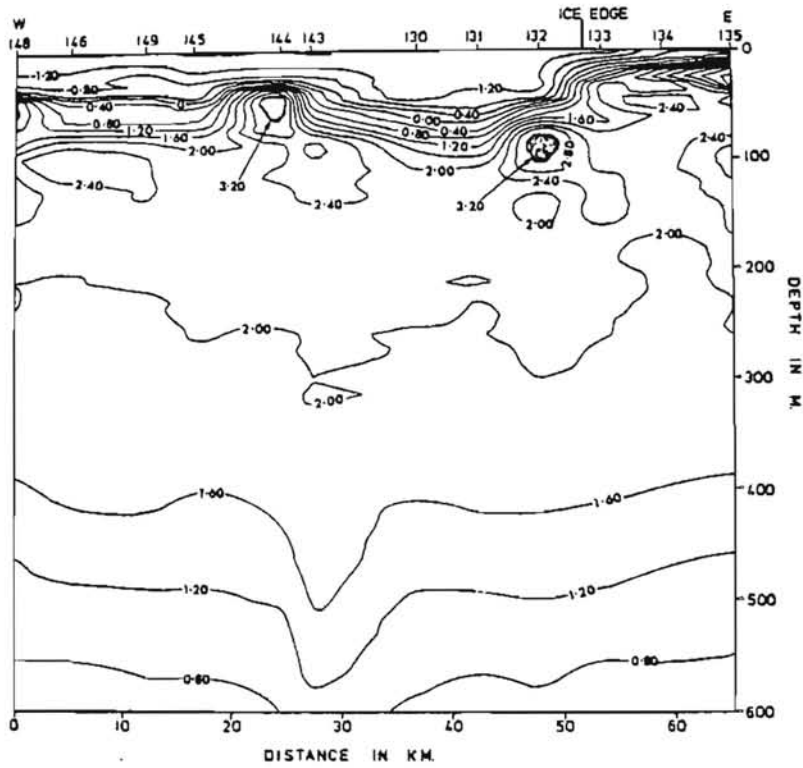


Fig. 26. Potentiel temperatur i sektion øst/vest gennem vortex fra Fig. 25.

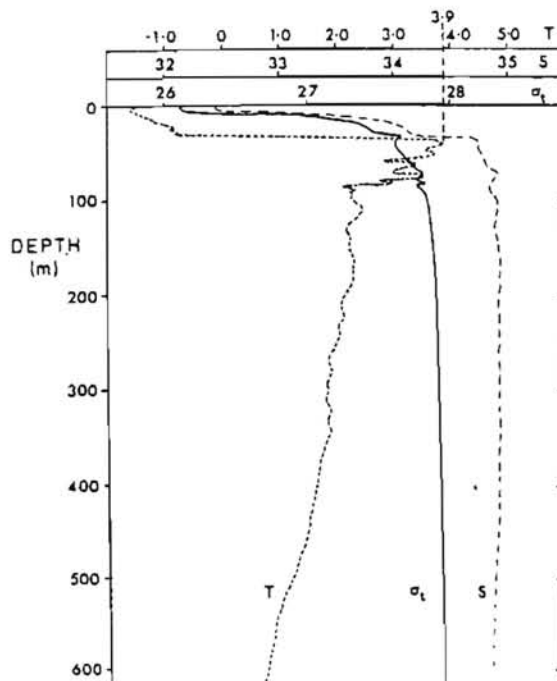


Fig. 27. Temperatur, salinitet og densitetsprofiler ved St. 144 på Fig. 25.



## Fronten

Et eksempel på en kraftig og permanent front er den østgrønlandske polarfront, der adskiller det kolde, relativt ferske polarvand fra det atlantiske, varmere og mere saline vand (se kap. 1), mens tidsvarierende fronter f. eks. er salinitetsbestemte p. gr. a. smeltevandstilførsel til zonen lige uden for iskanten. Temperaturskabte fronter, der når overfladen, vil være en hindring for udbredelse af isen, da isen vil smelte, når den tvinges ud over fronten ind i det varmere vand.

Fronterne er ikke retlinede, men bugter sig tvært imod kraftigt med bølgelængden, der for smeltevandsfronter ligger i størrelsesordenen 20-40 km, mens den for den østgrønlandske front ligger omkring 60-100 km. Undersøgelser af disse bugtninger synes at være korreleret med kontinentalskråningen i Grønlandshavet, hvilket antyder, at de er styret af bundforholdene (Perdue, 1982).

## Eddies

Bl. a. gennem NORSEX eksperimenterne er det observeret, at disse bugtninger eller bølgefænomener langs kanten kan brydes ud og danne en eddy med sin egen dynamik. En eddy vil være karakteriseret af vandmasser, der er forskellige fra omgivelserne (Fig. 25).

Størrelsesordenen af en eddy vil variere med de mindste i området nord for Svalbard.

Den viste eddy, der er gennemmålt under Ymer-80 ekspeditionen, kunne spores ned på dybder større end 600 m. Hvorvidt dette er sædvanligt, ved man meget lidt om, da kun få feltmålinger er gennemført i eddies af denne type.

Det synes dog at være et karakteristisk træk ved eddies, at der findes områder, hvor der dannes nyis samtidig med, at der i andre områder sker isafsmeltning. I det hele taget synes isens struktur og sammensætning at afspejle de komplicerede oceanografiske forhold, der kendetegner en eddy.

Fra havområder andre steder er det kendt, at variationer af hastigheden i horisontal retning i forbindelse med en front kan danne disse eddies. Dette indebærer udnyttelse af kinetisk energi fra hastighedsfeltet (barotrop). Deres hastighed vil være mindre end den maksimale fasehastighed for Rossby bølger, dvs. mindre end  $BL^2$ , hvor B er coriolisparameterens variation med breddegraden og L er Rossby deformationsradius. I områderne ved det nordøstlige Grønland er dette væsentligt mindre end hastigheden for omkringliggende vandmasser.

Eddies kan også opstå som følge af barokline instabiliteter, hvilket vil sige gennem frigørelse af potentiel energi fra lagdelt hav med hastighedsvariationer i vertikal retning.

I den østgrønlandske kyststrøm er der hastighedsvariationer i såvel vertikal som horisontal retning, men på baggrund af laboratorieeksperimenter har Griffiths og Linden (1982) opstillet regler for, hvornår eddies er opstået som henholdsvis en baroklin og en barotrop effekt.

Ved at bruge disse regler konkluderer Wadham og Squire, at instabiliteterne i den østgrønlandske kyststrøm er barokline.

#### Densitetsinstabilitet

Det indtrængende varme, atlantiske vand ses også af hydrografiprofilerne (Fig. 27), hvor de kraftige variationer i temperatur og salinitet giver anledning til densitetsinstabiliteter. Disse ses af  $O_t$ -profilen, hvor man ser, at densiteten i enkelte lag bliver mindre med dybden.

Tilsvarende instabiliteter er målt i Grønlandshavet i april 1980 (Golmen, 1983, Sloth og Buch, 1984). Årsagen til disse densitetsinstabiliteter er ikke kendt, men Sloth og Buch (1984) anfører bl. a. muligheden for, at de dannes gennem lokale hastighedsvariationer i vertikal retning. Dette antyder, at densitetsinstabiliteten kan forventes i forbindelse med barokline eddies.

I den tidligere omtalte is/hav vortex forestiller Wadham og Squire sig en overfladecirkulation, som den fremgår af Fig. 28.

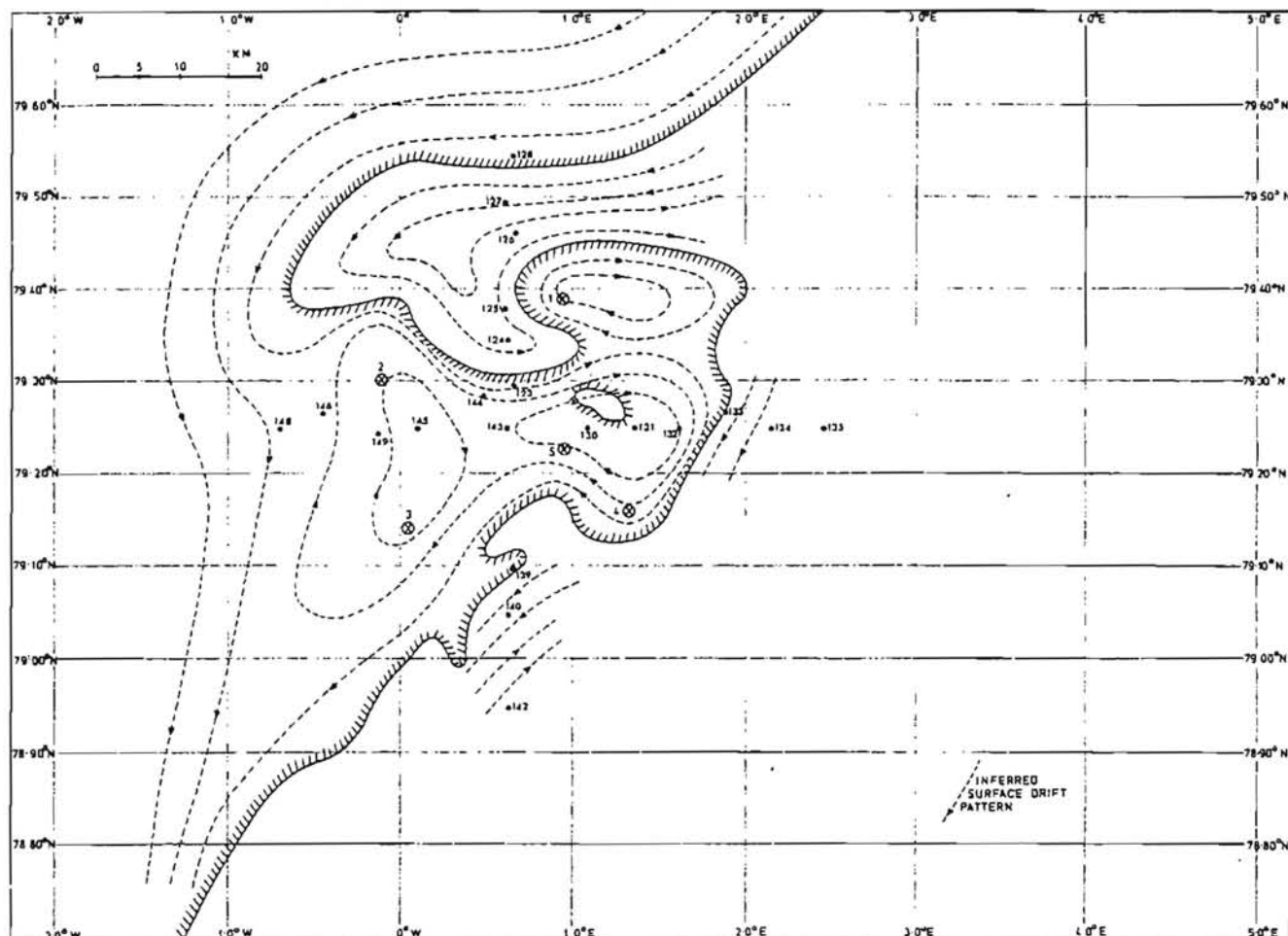


Fig. 28. En mulig cirkulation ved is/hav vortex (Wadhams & Squire 1983)

### Upwelling

Ideen om upwelling langs iskant bygger på nogle få observationer fra området nord for Svalbard (Buckley et al., 1979 og Johannesen et al., 1983).

Om vinteren er der målt upwelling fra 150 m dybde i en 10 km bred zone langs iskanten, hvilket danner 2 fronter: En front langs iskanten og en parallelt hermed i afstanden 10 km.

Om efteråret fandtes en kraftig vertikal lagdeling omkring pyknoklinen på ca. 20 m dybde. Denne pyknoklin blev forskubbet opad med nogle få meter som følge af en ændring af vindforholdene, der varede i 2 1/2 dag (Fig. 30).

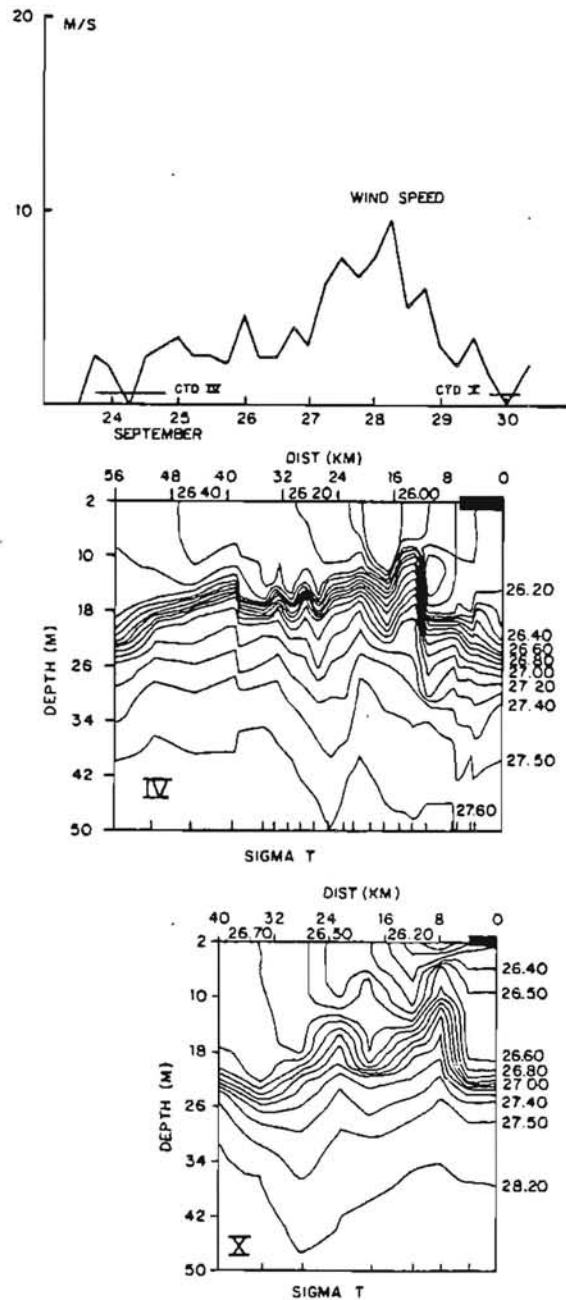


Fig. 29. Upwelling langs iskant drevet af ændring af vindforhold (Johannesen et al., 1983).

Johannesen (1983) antager, at upwelling skyldes den af vindændringen forårsagede ændring af vekselvirkningen mellem åbent vand, isflager og atmosfære.

Der er gjort forskellige forsøg på at modellere upwelling langs iskanten under forskellige antagelser. Røed og O'Brien (1983) antager, at de interne kræfter i isen kan balanceres af corioliskraften, og når frem til, at upwelling med tilhørende jet langs iskanten også kan forekomme under rolige vindforhold. Dette har dog aldrig været konstateret i naturen.

Andre modeller, f. eks. Gammelsrod et al. (1975) bygger på urealistiske antagelser, bl. a., at isen ikke bevæger sig.

Generelt kan det siges, at kravet om geostrofi betyder, at der må opstå en havstrøm langs iskanten ved enhver tilstedeværelse af upwelling.

Johannesen et al. (1983) anfører følgende væsentlige videnskabelige spørgsmål inden for oceanografien i forbindelse med MIZEX-programmet:

- What is the three-dimensional structure of the fronts (East Greenland polar front and meltwater fronts) in the Fram Strait and Greenland Sea marginal ice zones? What is their temporal and spatial variability over a period of days? What is the relationship between the fronts, the ice edge and the bathymetry? How do instabilities, eddies and fine-structure occur in relation to fronts?
- What are the characteristics of the eddy field in the MIZ with respect to space and time scales, energies, generation mechanisms, propagation and role in lateral heat and mass exchange?
- How prevalent is upwelling along the ice edge? How does it relate to the wind-stress variation across the edge and is it important to the dynamics and thermodynamics of the ice edge region?
- How do the momentum, buoyancy, and heat fluxes in the oceanic mixed layer vary with varying ice conditions (melting rate, concentration, floe size, etc.)?
- How does meltwater input affect stratification and the upper layer circulation in the MIZ? Does the meltwater, for example, generate a jet-like current along the ice edge by analogy with coastal currents, with fresh water inputs from fjords and estuaries?
- How does the internal wave field differ under pack ice and in the open ocean?
- What is the role of vertical fine-structure in the transfer of properties across the front?
- What are the sources of near-surface water?
- How long ago did fresh water runoff enter the ocean?

## C. METEOROLOGI

De væsentligste meteorologiske faktorer i den marginale israndzone er vindstress, varmeledning, nedbør og strålingsprocessen som beskrevet af Johannesen et al. (1983).

### Vindstress

Vindstresset er den faktor, der styrer overførsel af bevægelsesenergi fra atmosfæren til isen og havet, og dermed er ansvarlig for isdrift, bølge- og strømenergi samt omblandingsprocessen. Størrelse og retning af stresset styres af horisontale variationer i lufttryk ved havoverfladen og af den vertikale variation af vindhastigheden i atmosfæriske og planetariske grænselag (hastighedsvariationer tæt ved havoverfladen).

Der opstår en vekselvirkning mellem vindstress og trykvariationer samt mellem overfladens ruhed og vindstress.

### Varmeledning

Varmeledningen til og fra atmosfæren påvirker isens tykkelse, temperaturen og havoverfladen samt varmetransporten i havet.

Forholdene omkring varmeledning er på den anden side afhængig af temperaturforskellen mellem hav og atmosfære. Af størst betydning for varmeledningen er de turbulente forhold, mens molekylære processer er af mindre betydning.

### Nedbør

Nedbør i form af regn og sne influerer kraftigt på salinitetsforholdene i de øvre vandlag og påvirker derved den termohaline cirkulation (temperatur- og nedbørsdrevne, dvs. den ikke-vinddrevne). Også isen påvirkes gennem ændring af afsmeltningen samt af isens "vådhed".

## Strålingsprocessen

Strålingen fra solen gennem atmosfæren er af væsentlig betydning for alle energibalance-beregninger. Problemet er, at strålingen er kritisk afhængig af forhold som skydække, indhold af vanddamp i atmosfæren samt indholdet af forskellige luftarter som f. eks.  $\text{CO}_2$

Tilbagestrålingen fra havet er som tidligere nævnt givet ved albedoen, der påvirkes kraftigt af isens udbredelse. I israndzonen bliver forholdene vanskeligt overskuelige på grund af de store variationer i flagestørrelse, procentdel åbent vand etc.

Johannesen angiver følgende hovedspørgsmål for atmosfæriske processer:

- How does the surface wind stress field vary with ice conditions?
- What are the energy fluxes (heat and radiation) and their relation to conditions in the MIZ?
- How is the air modified by the change in boundary conditions at the MIZ?
- How do the bulk aerodynamic coefficients change with the ice conditions and atmospheric surface layer stability in the MIZ?
- What is the relationship between synoptic scale pressure patterns and surface wind flow in the region surrounding the MIZ?
- What is the relative proportion of continental and marine aerosols in the MIZ?
- What are the effects of the aerosol populations on optical energy propagation?
- What marine aerosol enhancement occurs due to biological species in the MIZ?

## KONKLUSIONER VEDRØRENDE FREMTIDIGT ARBEJDE VED JAMESON LAND

Som det er fremgået af herværende rapport, har de hidtidige undersøgelser af havis-, oceanografiske og meteorologiske forhold i Jameson Land området koncentreret sig om isens udbredelse og dennes variationer såvel fra måned til måned som fra år til år. Denne del af arbejdet har dels været udført af Weather Services Corporation for koncessionshaverne ARCO Greenland A/S, dels af Dansk Hydraulisk Institut for Grønlands Tekniske Organisation (GTO). Det anføres i rapporten udført for ARCO Greenland A/S, at konklusionerne af denne er i overensstemmelse med konklusionerne af undersøgelsen udført for GTO. I den undersøgelse konkluderes: "Ved valg af besejlingsmuligheder til og fra Jameson Land er der ud fra denne foreløbige vurdering af en besejling gennem hele året ingen markant forskel, om man vælger Hurry Inlet eller Carlsberg Fjord og Fleming Fjord. Der er dog næppe tvivl om, at isgenerne vil være mindst ved benyttelse af Hurry Inlet".

Denne konklusion har været medvirkende til, at der nu er givet tilladelse til besejling af Hurry Inlet i den såkaldte efterforskningsfase. Det vil være op til kommende undersøgelser af forskellig karakter at danne grundlag for beslutning om besejlingsforhold under en evt. udvindingsfase. Til brug for denne vurdering er det nødvendigt, at man i de kommende år følger isforholdene i området.

Med henblik på at observere drastiske ændringer vil satellitbaserede iskort evt. fra enten Dansk Meteorologisk Institut eller Norsk Meteorologisk Institut være tilstrækkeligt. Hvis man fortsat har variationer i isudbredelsen fra år til år af nuværende størrelsesorden, er det ikke sandsynligt, at en fremtidig konklusion om besejlingsforholdene kan være meget anderledes end ovennævnte.

Med hensyn til isens styrke har de hidtil udførte målinger været behæftet med så store forskelle afhængig af bl. a. forskellige målemetoder, at DHI konkluderer, at der er et behov for standardisering af målemetoderne.

Med henblik på vurdering af overisningsrisiko skal det nævnes, at H. O. Mertins overisningsdiagrammer kun behandler overisning ved lufttemperaturer ned til  $-16^{\circ}\text{C}$ , idet der mangler observationer ved lavere temperaturer.



Korttegning af isbjerge vil kunne ske ved satellitobservation.

Inden for oceanografien er det specielt vigtigt at skaffe en viden, der kan danne grundlag for sejlroteplanlægning ved en evt. helårssejlad med tankskibe. I denne forbindelse er det specielt risikoen for forurening af biologisk sårbare områder ved et tankskibshavari, der er af betydning. Et sådant område er f. eks. området, der ofte er isfrit, ved munden af Scoresby Sund.

En sådan sejlroteplanlægning er specielt vigtig i disse områder, da det p. g. a. forholdene i området vil kunne forventes, at al anden indgriben vil kunne blive forsinket.

En væsentlig faktor til vurdering af spredning af olieforurening er overfladestrøm. Helårsmålinger af overfladestrøm er dog ikke mulig ved udsætning af sædvanlige målebøjer, da disse vil blive ødelagt af isen.

Af andre metoder til vurdering af spredning af olieforureningen er der de såkaldte oliespredningsmodeller. Opbygning af sådanne eller eventuel udnyttelse af andre eksisterende vil være nødvendig til at vurdere risikoen for værst tænkelige uheld. Det må dog påpeges, at resultaterne fra en sådan model er behæftet med stor usikkerhed og kræver et godt kendskab til lokale vindforhold.



APPENDIX A

Litteraturliste 1979-1984  
udarbejdet i forbindelse med nærværende rapport.

- Aagaard, K., 1970  
The wind-driven transports in the Greenland and Norwegian Seas Deep-Sea Research, 17, 281-291
- Aagaard, K., 1972  
On the drift of the Greenland pack ice in Sea Ice Conference Proceedings Reykjavik 17-22
- Aagaard, K., et al., 1973  
Year-long measurements in the Greenland-Spitsbergen passage Deep-Sea Res., 20, 743-746
- Aagaard, K., et al., 1981  
On the halocline of the Arctic Ocean Deep-Sea Res., Part A, 28(6), 529-545
- AIDJEX  
Sea ice processes and models Proceedings of AIDJEX R.S. Pritchard, Univ. of Wash Press
- AIDJEX Bulletin  
University of Wash., Seattle, nr 1-40  
nr 1: sept 1970  
nr 40: 1977  
Indeholder foreløbige artikler og data rapp.
- Albright, M., 1980  
Geostrophic wind calculations for AIDJEX in Sea Ice Processes and Models, University of Washington Press, 402-409
- Andersen, B.G., W.F Weeks & J.L Newton (eds.), 1980  
The seasonal ice zone, Proceedings of an International Workshop Cold Regions Science and Technology, 2, 357 pp
- Arya, S.P.S., 1975  
A drag partition theory for determining the large-scale roughness parameter and wind stress on the Arctic pack ice J. Geophys Res. 80, 3447-3454
- Baker, D.J., 1981  
Ocean instruments and experiment design in The ocean Environment L. Cohen (ed.), MIT Press, Cambridge, Mass., 396-433

- Banke, E.G., et al. 1980  
Drag coefficients at AIDJEX from sonic anemometer  
measurements In: Sea Ice Processes and Models R.S. Pritchard,  
ed., Univ. of Wash. Press. 430-442
- Barnett, P.G., 1980  
A practical method of long-range ice forecasting for the  
north coast of Alaska In: Sea ice processes and models R.  
Pritchard, Univ. of Wash Press., Seattle 360-372
- Bauer, J. and Martrin S., 1983  
A model of grease ice growth in small leads.  
J. Geophys. Res., 88, 2917-2925
- Blindheim, J. and R.J. Ljøen, 1972  
On the hydrographic conditions in the West Spitzbergen  
Current in relation to ice distribution during the years 1956  
to 1963. In: Sea Ice T. Karlsson, (ed.) Nat. Res. Council. of  
Icel. Reykjavik 33-41
- Brown, O.B and R.E. Cheney, 1983  
Advances in satellite oceanography Reviews of Geophysics and  
Space Physics vol. 21 (no. 5), 1216-1230
- Brown, R.A., 1980  
Planetary Boundary Layer Modeling for AIDJEX  
In: Sea Ice Processes and Models  
R.S Prithards, ed., Univ. of Wash. Press 387-401
- Brown, R.A., 1981  
Modeling geostrophic drag coefficients for AIDJEX  
J. Geophys. Res. 86, 1989-1994
- Brown, W. P., 1973  
SHRAMS and LORAMS: Two unmanned data telemetry systems for  
ice covered seas.  
AIDJEX Bulletin 22, U. of Washington 57-74
- Buckley, J.R. et al 1979  
Upwelling: Ocean structure at the edge of the Arctic ice pack  
in winter  
Science 203, 165-167
- Campbell, W.J. et al., 1975  
Geophysical studies of floating ice by remote sensing  
J. Glaciology, 15(73) 305-328

- Campbell, W.J. et al., 1981  
 Microwave remote sensing of sea ice in the AIDJEX main  
 experiment  
 Boundary Layer Meteorology, 13, 309-337
- Carmack, E.C. and Aagaard, 1973  
 On the deep water of the Greenland Sea  
 Deep-Sea Res. 20, 687-715
- Carmack, E.C. and B. Rudels (eds.), 1983  
 Report on the meeting: "The Physical and Chemical Oceanography  
 of the Arctic Ocean".  
 Special report nr. 1, 1983, Oceanografiske Institutionen,  
 Gøteborgs Universitet
- Carsey, F.D., 1980  
 The boundary-layer height in Air stress measurements.  
 Sea Ice Processes and Models. R.S. Pritchard, ed., Univ. of  
 Wash. Press 443-451
- Cavalieri, D.J. and C.L. Parkinson, 1981  
 Large-scale variations in observed Atlantic sea ice extent  
 and associated atmosphere circulation  
 Mon. Wea. Rev., 109(11), 2323-2336
- Clarke, A.J., 1978  
 On wind-driven quasi-geostrophic Water movement at fast ice  
 edges. Deep Sea Res., 25, 41-51
- Coachman, L.K. and Aagaard K., 1974  
 Physical oceanography of Arctic and Subarctic seas  
 in: Marine Geology and Oceanography of the Arctic Seas.  
 Y. Herman (ed.), Springer Verlag, New York 1-72
- Colony, R. and D.A. Rothrock, 1980  
 A perspective of the time-dependent response of the AIDJEX  
 model in: Sea Ice Processes and Models  
 R.S. Pritchard, (ed.), Univ. of Wash Press. 124-133
- Colony, R., 1984  
 Mean ice motion in the arctic ocean In: MIZEX Bull. III  
 W.D. Hibler, ed, CRREL Spec. Rep. 84-7 91-94
- Colony, R., 1984  
 A Markov model for sea ice trajectories In: MIZEX Bull III  
 E.D. Hibler, ed., CRREL Spec. Rep. 84-7 77-82

- Colwell, R.N., ed., 1983  
Manual of Remote Sensing. American Society of Photogrammetry  
Falls Church, Virginia
- Coon, M., 1980  
A review of AIDJEX modeling In: Sea Ice Processes and Models  
R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash Press 12-27
- Cox, G.F.N and Weeks, W.F, 1974  
Salinity variations in sea ice. Journal of Glaciology, vol.  
13, 67, 109-120
- Crane, R.G., 1983  
Atmosphere-sea-ice interactions in the Beaufort/Chukchi Sea  
and in the European sector of the Arctic  
J. Geophys. Res. 88, 4505-4523
- Dansk Meteorologisk Inst.  
Summaries of Weather Observations in Greenland 1961-65 and  
1966-70
- Dansk Meteorologisk Inst., Årbøger  
The state of the ice in the arctic seas
- Denner, W.W. and L.D. Ashim, 1980  
Operational determination of Wind stress on the arctic ice  
pack In: Sea Ice Processes and Models  
R.S. Pritchard (ed.), Univ. of Wash Press. 76-88
- Dorsey, R.C. and W.H. Peterson, 1976  
Tritium in the Arctic Ocean and East Greenland Current  
Earth Planetary Science Letters, 32, 342-350
- Dunbar, M.J. (ed.), 1977  
Polar Oceans  
Arctic Ins. of North America
- Dyer, I., 1982  
Mizex Acoustical Program  
Massachusetts Institute of Technology
- Einarsson T., 1972  
Sea currents, icedrift, and ice composition in the East  
Greenland Current. In: Sea Ice Karlsson T. (ed), Nat. Res.  
Counc. of Iceland, Reykjavik, 23-32

- Elektromagn. Inst. og DHI, 1983  
East Greenland Current. Geophysical methods. Work Plan  
Commission for Scientific Work in Greenland
- Elsberry, R.L. and S.D. Raney, 1978  
Sea surface temperature reponse to variations in atmospheric  
wind forcing. J. Phys. Oceanogr., 8, 881-887
- Farvandsdirektoratet, 1981  
Tidevandstabeller for Grønland
- Foster, T.D., 1975  
Heat exchange in the upper Arctic Ocean. AIDJEX Bulletin 28,  
151-166
- Galt, J.A., 1973  
A numerical investigation of Arctic ocean dynamics. J. Phys.  
Oceanogr., 3, 379-396
- Gammelsrød, T.M. et. al., 1975  
Upwelling possibilities at an ice edge, Homogeneous model.  
Mar. Sci. Commun., 1, 115-145
- Gebhart, B. et. al., 1983  
Melting Characteristics of horizontal ice surfaces in cold  
saline water. J. Geophys. Res., 88, 2935-2942
- Gloersen, P. et. al., 1978  
Time dependence of sea-ice concentration and multi-year ice  
fraction in the Arctic basin. Boundary Layer Meteorol., 13,  
339-359
- Golmen, L.G., 1983  
En hydrografisk undersøkelse i Grønlandshavet i april 1980.  
Hoved-fagsoppgave i Fysisk Oceanografi Geofysisk Institut  
adf. A Bergens Universitet, unpubl. 103 s.
- Goodman, D.J. et. al., 1980  
The flexural response of a tabular ice island to ocean swell.  
Annals of Glaciology, vol. 1, 23-27
- Griffiths, R.W. and P.F. Linden, 1982  
Laboratory experiments on fronts Part I: Density-driven  
boundary currents. J. Geophys. Astrophys. Fluid Dyn. 19,  
159-187



Grønlands Geologiske Undersøgelser (1980-81-82)  
Ice reconnaissance along the east coast of Greenland. Dansk  
Hydralisk Inst.

Grønlands Tekniske Organisation, 1980  
Litteraturstudium over meteorologiske ismæssige og  
hydrografiske undersøgelser, Østgrønland 1980. Dansk  
Hydraulisk Institut.

Grønlands Tekniske Organisation, 1981  
Environmental Studies off shore East Greenland 1980 Dansk  
Hydraulisk Institut

Grønlands Tekniske Organisation, 1982  
Environmental Studies offshore East Greenland 1981, Dansk  
Hydraulisk Inst.

Grønlands Tekniske Organisation, 1982  
Vurdering af besejlingsmuligheder til og fra Jameson Land.  
Dansk Hydraulisk Institut

Grønlands Tekniske Organisation, 1982  
Fysisk miljø i Carlsberg Fjord og Fleming Fjord. Dansk  
Hydraulisk Institut

Grønlands Tekniske Organisation, 1983  
An analysis of ice-conditions in Fleming Fjord, East  
Greenland. Dansk Hydraulisk Inst.

Gudkovich., 1979  
Sea ice concentration changes by dynamic processes. In:  
POLEX-North-76, Part 2, L., Hydromet. 7-15

Gudmandsen, P. (ed.), 1980  
Eastern Arctic Science, Workshop Report Lyngby, january 1979.  
Commission for Scientific Work in Greenland

Halem, M. et. al. 1982  
An assessment of the FGGE satellite observing systems during  
SOP-1. Bull. Amer. Met. Soc., 63, 407-426

Hall, R.T., 1980  
A test of the AIDJEX ice model using Landsat images. In: Sea  
Ice Processes and Models P.S Pritchard (ed.), Univ. of Wash.  
Press 89-101

- Hall, R.T., 1980  
AIDJEX modeling group studies involving remote sensing data.  
In: Sea ice processes and models Pritchard, R.S. (ed.), U. of  
Washington Press, 151-162
- Herman, G.F. and R.M. Goody, 1976  
Formation and persistence of summertime arctic stratus  
clouds. J. Atmos. Sci, 33, 1537-1553
- Herman, G.F. and W.T. Johnson, 1978  
The sensitivity of the general circulation to Arctic sea ice  
boundaries. Mon Wea. Rev., 106, 1645-1664
- Herman, G.F. and W.T. Johnson, 1980  
The effect of extreme sea ice variations on the climatology  
of the Godard General Circulation Model. In: Sea Ice  
Processes and Models. R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash.  
Press. 207-223
- Herman, G.F., 1984  
The interaction of sea ice and climate as inferred from  
global general circulation models. In: Rep. of the meeting of  
experts on sea ice and climate modelling, WMO-WCP 77
- Hibler, W.D., 1974  
Differential sea ice drift II. Comparison of mesoscale strain  
measurements to linear drift theory predictions. J.  
Glaciol., 13 (69) 457-471
- Hibler, W.D. and W.B. Tucker, 1979  
Some results from a linear-viscous model of the Arctic ice  
cover. J. Glaciol., 22, 293-304
- Hibler, W.D., III, 1979  
A dynamic-thermodynamic sea ice model. J. Phys. Oceanogr., 9,  
815-846
- Hibler, W.D., 1980  
Sea ice growth, drift, and decay In: The dynamics of snow  
and ice masses. S.C. Colbeck, ed., Academic Press, NY 141-209
- Hibler, W.D., 1980  
Modeling Pack Ice as a Viscous-Plastic Continuum: Some  
preliminary results. In: Sea Ice Processes and models. R.S.  
Pritchard, ed., Univ. of Wash. Press. 163-176

- Hibler, W.D. III, 1980  
Modeling a variable thickness ice cover. Mon. Wea. Rev., 108,  
1943-1973
- Hibler, W.D., 1980  
Documentation for a two-level dynamic-thermodynamic sea ice  
model. CRREL Spec. Rep. 80-8 U.S. Army Cold Regions Research  
and Engineering Laboratory, Hanover, N.H.
- Hibler, W.D., III and J. Walsh, 1982  
On modeling seasonal and interannual fluctuations of arctic  
ice. J. Phys. Oceanogr., 12, 1514-15423
- Hibler, W.D., III, et al., 1983  
On forecasting mesoscale ice dynamics and buildup. Ann.  
Glaciol., 4,
- Hibler, W.D., ed., 1984  
MIZEX Bulletin III: Modeling the marginal ice zone. CRREL  
Special Rep. 84-7 U.S. Army Cold Regions Res. and Eng. Lab.  
Hanover, New Hampshire, USA
- Hibler, W.D., 1984  
Sensitivity of sea ice models to ice and ocean dynamics In:  
Rep. of the meeting experts on sea ice and climate  
modelling, WMO-WCP 77
- Hibler, W.D. and K. Bryan, 1984  
Ocean circulation: Its effect on seasonal sea-ice simulations  
Science, 224, 489-492
- Hibler, W.D. and K. Bryan, 1984  
A Large-scale ice/ocean model for the marginal ice zone In:  
MIZEX Bulletin III, CRREL Special Rep. 84-7 W.D. Hibler (ed)
- Hibler, W.D. 1984 (in press)  
Ice dynamics In: Air-sea-ice interaction, N. Untersteiner  
(ed.), Plenum Press
- Hoare, R.D. et al., 1980  
An upward-looking sonar system to profile ice keels for one  
year, Oceans 80, 123-126

- Hugen, D.F. and E.F. Kerut, 1973  
The arctic data buoy, a system for environmental monitoring  
in the Arctic AIDJEX, Bulletin 22, Univ. of Washington
- Hunkins, K. et al., 1979  
The Fram I expedition EOS 60, 1043-1044
- Hunkins, K., 1980  
Review of the AIDJEX oceanographic program In: Sea Ice  
Processes and Models. R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash.  
Press 34-46
- Huppert, H. and C. Bryan, 1976  
Topographically generated eddies. Deep Sea Res., 23 (8),  
655-679
- Hydrographer of the Navy, 1975  
Arctic Pilot, vol. 2, 7th., Ed.
- Icelandic Meteorological Office, 1982  
Sea ice off the icelandic coasts  
Oct. 1971 - Sept. 1974. ikke udgivet  
Oct. 1974 - Sept. 1977 40 pp  
Oct. 1977 - Sept. 1980 53 pp  
Reykjavik
- Joffre, S.M., 1983  
Determining the form drag contribution to the total stress of  
the atmospheric flow over ridged sea ice. J. Geophys. Res.  
88, 4524-4530
- Johannesen, O.M., 1970  
Note on some vertical current profiles below ice floes in the  
Gulf of St. Lawrence and near the North Pole  
J. Geophys. Res., 75(15), 2857-2863
- Johannesen, O.M., et al., 1983  
Oceanographic Conditions in the marginal ice zone north of  
Svalbard in early fall 1979 with an emphasis on mesoscale  
processes J. Geophys. Res., vol. 88, no. C5, 2755-2769
- Johannesen, O.M., et al., 1983  
A program for Mesoscale Air-Ice-Ocean Interaction Experiments  
in Arctic Marginal Ice Zones. II: A Science plan for a summer  
Marginal Ice Zone Experiment in the Fram Strait/Greenland  
Sea: 1984

- Josberger, E.G., 1983  
Sea Ice melting in the marginal ice zone. *J. Geophys. Res.*,  
88, 2841-2844
- Karlsson, T.(ed.), 1972  
Sea Ice (Conference proceedings) Nat. Res. Counc. of Iceland,  
Reykjavik 23-32
- Katz, D.I., 1980  
Air stress measurements from an aircraft In: *Sea Ice Processes and models*. R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash. Press 452-463
- Killworth, P.D., 1979  
On "chimney" formations in the oceans. *J. Phys. Oceanogr.*, 9,  
531-554
- Kloster, K., 1983  
Satellite AVHRR images for MIZEX 1983 Fram strait experiment.  
(Daily Tromsø Quick-looks between june 10 and july 29:  
CMI-BILD processed Images on selected days of good  
visibility). Data report, CHR. Michelsen Inst., Bergen
- Koerner, R.M., 1973  
The mass balance of the sea ice of the Arctic Ocean. *J. Glac.*, 12(65), 173-185
- Kovacs, A. and D. Sodhi  
Shore ice pile-up and ride-up. Field observations, models,  
theoretical analysis. In: *Cold Regions Science and  
Technology*, vol. 2 Andersen B.G., Weeks & Newton (eds.)  
Elsevier, New York, 37-87
- Kowalik, Z. and Matthews, J.B., 1983  
Numerical study of water movement driven by brine rejection  
from nearshore Arctic Ice. *J. Geophys. Res.*, 88, 2953-2958
- Kozo, T.L. and W.B. Tucker, 1974  
Sea Ice bottomside features in the Denmark Strait. *J. Geophys. Res.*, 79, 4505-4511
- Kozo, T.L., 1983  
Initial model results for Arctic mixed layer circulation  
under a refreezing lead. *J. Geophys Res.*, 88, 2926-2934

- Langleben, M.P., 1980  
Water Drag Coefficients at AIDJEX station Caribou. In: Sea Ice Processes and Models R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash Press 464-471
- Leavitt, E. et al., 1977  
Computation of air stress and sensible heat fluxes from surface layer profile data AIDJEX 1975. AIDJEX Bulletin 36, 157-184
- Leavitt, E., 1980  
Surface based air stress measurements made during AIDJEX In: Sea Ice Processes and Models. R.S. Pritchard, (ed.), Univ. of Wash. Press 419-429
- Lemke, P., et al., 1980  
Stochastic-dynamic analysis of polar sea ice variability. J. Phys. Oceanogr., 10, 2100-2120
- Lemke, R. and T.O. manlay, 1984  
The seasonal variation of the mixed layer and the pycnocline under polar sea ice. J. Geophys. Res., 89
- Lemke, P., 1984  
Stochastic description of atmospheric sea ice-ocean interaction In: Geophysics of Sea Ice N. Untersteiner, ed., Plenum Press
- Lemke, P., 1984  
Natural variability of sea ice on the basis of available observations In: Rep. of the meeting of experts on sea ice and climate modelling, WMO-WCP-77
- Leppäranta, M. and Palosuo, E., 1981  
Studies of sea ice ridging with a ship-borne laser profilometer. POAC 81: The sixth International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Condition, Quebec, Canada July 27-31, 1981. Proceedings, vol. 2, 1031-38
- Leppäranta, M. and W.D., Hibler, 1984  
A mechanism for floe clustering in the marginal ice zone In: MIZEX Bulletin III W.D. Hibler, ed., CRREL Spec. Rep. 84-7 73-76

- Leppäranta, M. and W.D., Hibler 1984  
On the role of ice interaction in marginal ice zone dynamics  
In: MIZEX Bulletin III W.D. Hibler (ed.), CRREL Spec. Rep.  
84-7 22-30
- Lewis, E.L., 1974  
Convection beneath growing sea-ice. Colloques Internationaux  
du C.N.R.S., No. 215, Processus de formation des eaux  
océaniques profonde, 49-55
- Lindsay, R.W., 1976  
Wind and temperature profiles taken during the Arctic Lead  
Experiment. AIDJEX Bulletin, 33, 102-104
- Ling C.H., et al., 1980  
A continuum sea ice model for a global climate model In: Sea  
Ice Processes and Models R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash.  
Press 187-196
- Loeng, H. and Vinje, T.E., 1979  
On the sea ice conditions in the Greenland and Barent seas.  
POAC 79: Proceedings, Vol. 1, 163-76
- Lowry, R.T. et al., 1979  
On the statistical distribution of pressure ridges in sea  
ice. J. Geophys. Res. 84, 2487-2494
- Macklin, S.A., 1983  
Wind drag coefficient over first-year sea ice in the Bering  
Sea. J. Geophys Res., 88, 2845-2852
- Malmberg, S.A., 1972  
Annual and seasonal hydrographic variations in the East  
Icelandic current between Iceland and Jan Mayen In: Sea Ice  
National Research Council, 17-21
- Malmberg, S.A., 1980  
Hydrographic conditions and sea ice in the Iceland Sea.  
Aegir: 73: 314-319
- Malmberg, S.Å., 1983  
Hydrographic Investigations in the Iceland and Greenland Seas  
in late winter 1971 "Deep Water Project". Jökull 33.årg.,  
133-140

Mamayev, O.I., 1977

Greenland Sea Water: Entropy of statistical T-S distribution  
In: Polar Oceans M.J. Dunbar (ed.), Arctic Inst. of North  
America

Martin, S., et al. 1983

The movement and decay of ice edge bands in the winter Bering  
Sea. J. Geophys. Res., 88, 2803-2812

Maykut, G.A. and N. Untersteiner, 1971

Some results from a time-dependent thermodynamic model of sea  
ice. J. Geophys. Res., 76, 1550-1575

Maykut, G.A., 1984

On the decay and retreat of the ice cover in the summer MIZ  
In: MIZEX Bulletin III W.D. Hibler (ed.), CRREL Special Rep.  
84-7 15-22

McBean, G.A., 1984

Air-mass modification for off/on ice winds. In: Rep. of the  
meeting of experts on sea ice and climate modelling, WMO-WCP  
77

McClain, E.P., 1974

Earth satellite measurements as applied to sea ice problems  
In: GOSPAR, Approaches to Earth Survey Through Use of Space  
Techniques. Berlin, Akademie-Verlag, 149-163

McPhee, M.G., 1978

The effect of the oceanic boundary layer on the mean drift of  
pack ice. Application of a simple model. AIDJEX Bull.

McPhee, M. and J.D. Smith, 1979

Measurements of the turbulent boundary layer under pack ice.  
J. Phys. Oceanogr., 6(5), 696-711

McPhee, M.G., 1980

An analysis of pack ice drift in summer In: Sea Ice Processes  
and Models. R.S. Pritchard (ed.), Univ. of Washingt. Press  
62-75

McPhee, M.G., 1982

Sea ice drag laws and simple boundary layer concepts  
including application to rapid melting. CRREL Spec. Rep. 82-4  
V.S. Army Cold Reg. Res. Eng. Lab., Hanover N.H.



Mertin, H.O., 1980

Overisning af mindre skibe. Industriministeriet

MIZEX 83-DATA REPORT

Microwave and surface observations of water and ice carried out from R/V Polarstern in the marginal ice zone north and west of Svalbard. Geofysisk Inst. afd. A., Bergen

MIZEX 83-DATA REPORT

Current, temperature and salinity measurements from drifting ice floes. Geofysisk Inst. afd. A, Bergen

MIZEX 83-DATA REPORT

Tiros Ir/Visual image July 21

AXBT from Norwegian P3

Towed Surface temp. and meteorological data from R/V

Polarbjørn and two met/ocean Buoys 8 km apart.

Geofysisk Inst. afd. A, Bergen

MIZEX 83-DATA REPORT

Hourly CTD observations from the drifting ice stations R/V Polarbjørn June 28 to July 7. Geofysisk Inst. afd. A, Bergen

MIZEX II, 1983

A science plan for a summer marginal ice zone experiment in Fram Strait/Greenland Sea. O.M. Johannesen et al., (ed.), CRREL Spec. Rep. 83-R

MIZEX Bulletin III, 1984

Modeling the marginal ice zone. W.D. Hibler (ed.), CRREL Spec. Rep. 84-7

Mollo-Christensen, E., 1983a

Edge waves as a cause of ice rideup on shore. J. Geophys. Res., 88, 2967-2970

Mollo-Christensen, E., 1983b

Interactions between waves and mean drift in an ice pack. J. Geophys Res., 88, 2971-72

Morison, J.H. and S.P. Burke, 1981

Oceanographic buoys at Fram III and in the Marginal Ice Zone east of Greenland. EOS, 62(45), 889 (abstract)

- Morison, J.H. et al., 1982  
SALARGOS temperature-conductivity buoys submitted to Oceans 82, Marine Technology Society and IEEE, June 1982
- Muench, R.D. and R.L. Charnell, 1977  
Observations of medium-scale features along the seasonal ice edge in the Bering Sea. J.Phys. Oceanogr., 7(4), 602-606
- Muench, R.D. et al., 1983  
On some possible interactions between internal waves and sea ice in the marginal ice zone. J. Geophys. Res., 88, 2819-2826
- Muench, R.D., 1983  
Mesoscale oceanographic features associated with the central Bering Sea ice edge: februar-marts 1981. J. Geophys. Res., 88, 2715-2722
- Muench, R.D. and L.E. Hachmeister, 1984  
Internal wave forces on ice keels in the marginal ice zone: Some preliminary results. In: MIZEX Bull. III. W.D. Hibler, ed., CRREL Spec. Rep. 84-7 83-90
- NAE, 1981  
Research in sea ice mechanics. Marine Board, Assembly of Engineering The National Research Council, Washington D.C. 88 s.
- Neralla, V.R. et al., 1980  
Techniques for predicting sea ice motion. In: Sea Ice Processes and Models. R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash. Press 197-206
- Niebauer, H.J., 1982  
Wind-and melt driven circulation in a marginal sea ice edge frontal system: A numerical model. Cont. Shelf. Res., 1, 49-98
- Niebauer, H.J., 1983  
Multiyear sea ice variability in the Eastern Bering Sea: An update. J. Geophys. Res., 88, 2733-2742
- Niebauer, H.J. and V. Alexander, 1983  
On the influence of physical oceanographic processes on biological production in a marginal ice edge zone. Submitted to: Cont. Shelf. Res., 1983

NORSEX Group, NORSEX I, 1983

The Norwegian Remote Sensing Experiment in the Marginal Ice zone. Geophysical Institute, Univ. of Bergen Science 220, 781-787

NORSEX 1979-Datareport 1 (1980)

A CTD-data report from the NORSEX marginal ice zone program north of Svalbard in september-october 1979. Geofysisk Inst. Afd. A, Bergen

NORSEX 1979-Datareport 2 (1980)

Radiation and surface observations of water and ice carried out from the R/V Polarcirkel in the marginal ice zone northwest of Spitsbergen, september-oktober 1979. Geofysisk Inst. afd. A., Bergen

NORSEX 1979-Datareport 4 (1980)

Current measurements from a buoy drifting with the pack ice. Geofysisk Inst. afd. A, Bergen

NORSEX 1979-Datareport 5

Progress report on the analysis of data gathered with the arctic profiling system during NORSEX 79. Geofysisk Inst. afd. A, Bergen (trykt) Polar Science Center, University of Washington Seattle (udarbejdet)

Norsk Meteorologisk Inst., Arbok  
Oslo, NMI

Norsk Meteorologisk Inst., 1980

Iskort, månedsmiddel juli 1980. Oslo, NMI

NPC, 1981

U.S. Arctic oil and gas. National Petroleum Council, Dec. 1981 130 pp

Overgaard, S., 1980

Multi-year sea ice investigation in the East Greenland Current. Tech. Univ. of Denmark Electromagn. Inst., Internal rep. R 228

Overgaard, S., et al., 1983

Ice properties in the Greenland and Barents seas during summer. J. of Glaciology, vol. 29, no. 101, 142-164

- Overland, J.E., et al., 1983  
A model of the atmospheric boundary layer over the marginal ice zone. *J. Geophys. Res.*, 88, 2836-2840
- Overland, J.E., et al., 1984  
Wind-driven ice drift in a shallow sea In: MIZEX Bull. III  
W.D. Hibler, ed., CRREL Spec. Rep. 84-7 43-48
- Paquette, R.G. and R.H. Bourke, 1981  
Ocean circulation and fronts as related to ice melt-back in the Chukchi Sea. *J. Geophys. Res.*, 76, 1550-1575
- Parkinson, C.L. and W.M. Washington, 1979  
A large-scale numerical model of sea ice. *J. Geophys. Res.*, 84, 311-337
- Parkinson, C.L. and W.M. Washington, 1980  
Summary of a large scale sea-ice model In: *Sea ice processes and models*. R.S. Pritchard, ed., Univ. Wash. Press, Seattle 224-233
- Parkinson, C.L., 1984  
Satellite sea ice observations present and proposed. In: *Rep. of the meeting of experts on sea ice and climate modelling*, WMO-WCP 77
- Paulson, C.A., 1980  
A review of the AIDJEX atmospheric program In: *Sea Ice Processes and Models*. R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash. Press 28-33
- Pease, C.H. et al., 1983  
Drag measurements for First-Year Sea Ice Over a Shallow Sea. *J. Geophys. Res.*, 88, 2853-2862
- Perdue, W.F., 1982  
Oceanographic investigation of the East Greenland polar front in autumn. Master thesis, Naval postgraduate School, Monterey, California
- Perkin, R.G. and E.L. Lewis, 1978  
Mixing in an Arctic fjord. *J. Phys. Oceanogr.*, 8, 873-880

- Perovich, D.K., 1983  
On the summer decay of a sea ice cover. Ph. D. thesis,  
Geophysics Program Univ. of Wash , Seattle
- Pollard, D. et al., 1983  
Development of a simple upper-ocean and sea ice model. J.  
Phys. Oceanogr., 13, 754-768
- Pritchard, R.S. et al., 1977  
Simulation of sea ice dynamics during AIDJEX J. Pressure  
Vessel Technology, 99 J, 491-497
- Pritchard, R.S., 1978  
The effect of strength on simulations of sea ice dynamics.  
POAC 78, Proceedings, 494-505
- Pritchard, R.S. and D.R. Thomas, 1980  
The Range of Influence of Boundary Parameters in the AIDJEX  
Model In: Sea Ice Processes and Models. R.S. Pritchard (ed.),  
Univ. of Wash. Press 113-123
- Pritchard, R.S. (ed.), 1980  
Sea Ice Processes and Models. Proceedings of the Arctic Ice  
Dynamic Joint Experiment (AIDJEX) Univ. of Washington Press,  
474 s
- Pritchard, R.S., 1980  
A simulation of nearshore winter ice dynamics in the Beaufort  
Sea In: Sea Ice Processes and Models. Pritchard R.S. (ed.),  
1980, Univ. of Wash. Press 474 s
- Ralston, T.D., 1980  
Yield and Plastic Deformation in Ice Crushing Failure In: Sea  
Ice Processes and Models. R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash.  
Press 234-245
- Rey, L. (ed.), 1982  
The Arctic Ocean. MacMillan Press Ltd.
- Rothrock, D.A. et al., 1980  
Testing Pack Ice Constitutive Laws with stress Divergence  
Measurements. In: Sea Ice Processes and Models R.S.  
Pritchard, Univ. of Wash. Press 102-112

- Rothrock, D.A. and A.S. Thorndike, 1981  
Geometric properties of the underside of sea ice. *J. Geophys. Res.*, 85, 3955-3963
- Rothrock, D.A., 1982  
Ice thickness distribution-measurements and theory. NATO Advanced study Institute, Maratea, Italy, sept. 1981 In: *The geophysics of Sea Ice*. N. Untersteiner (ed.), Plenum Publishing Corp. (in prep.)
- Rothrock, D.A. and A.S. Thorndike, in press(84)  
Floe size distribution of arctic sea ice. *J. Geophys. Res.*
- Røed, L.P. and J.J. O'Brien, 1981  
Geostrophic adjustment in highly dispersive media: An application to the marginal ice zone. *J. Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.*, 18, 263-278
- Røed, L.P. and J.J. O'Brien, 1983  
A coupled ice-ocean model of upwelling in the marginal ice zone. *J. Geophys. Res.*, 88, 2755-2769
- Røed, L.P. and O.M. Smedstad, 1984  
Mesoscale coupled ice/ocean modeling of the marginal ice zone In: *MIZEX Bulletin III*. W.D. Hibler (ed.), CRREL Spec. Rep. 84-7, 30-36
- Sanderson, R.M., 1975  
Changes in the area of the Arctic sea ice 1966 to 1974  
*Meteor. Mag.*, 104, 313-323
- Schumacher, J.D. et al., 1983  
Effects of a shelf polynya on flow and water properties in the Northern Bering Sea. *J. Geophys. Res.*, 88, 2723-2732
- Schwaegler, R.T. and R.S. Pritchard, 1980  
AIDJEX model response to axisymmetric loadings In: *Sea Ice Processes and Models*. R.S. Pritchard (ed.), Univ. of Wash. Press 134-143
- SCOR Working Group 58, 1979  
The Arctic Ocean Heat Budget, Report no. 52, Geofysisk Inst. afd. A, Bergen

- Semtner, A.J. Jr., 1984  
Sensitivity of ocean circulation to sea-ice processes In:  
Rep. of the meeting of experts on sea-ice and climate  
modelling, WMO-WCP 77
- Sigurjonsson, J., 1983  
The cruise of Ljosfari in the Denmark Strait (June-July 1981)  
and recent marking and sightings off Iceland. Rep. Int. Whal.  
Commn., 33, 667-682
- Skou, N., 1980  
Airborne multifrequency radiometry of sea ice. Rep. Report  
Electromagn. Inst. Tech. Univ. of Denmark, Lyngby
- Sloth, P. and E. Buch, 1984  
On the hydrography and watermass exchange of Disko Bay. ICES,  
C.M. 1984/C:26 Hydrography Committee
- Sodhi, D.S. and W.D. Hibler, 1980  
Non steady Ice Drift in the Strait of Belle Isle In: Sea Ice  
Processes and Model. R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash.  
Press 177-186
- Solomon, H., 1973  
Wintertime surface layer convection in the Arctic Ocean.  
Deep-Sea Res., 20, 269-283
- Spiesberger, J. et al., 1980  
Stability and identification of ocean acoustic multipaths. J.  
Acoust. Soc. Amer., 67, 2011-2017
- Squire, V.A. and A.J. Allan, 1980  
Propagation of flexural gravity waves in sea ice In: Sea Ice  
Processes and Models. R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash.  
Press 327-338
- Svendsen, E. et al., 1982  
Evaluation of the Nimbus 7 multifrequency micro wave  
radiometer in sea ice research (NORSEX). J. Geophys. Res.,  
88, 2781-2791
- Swift, J.H. et al., 1980  
The contribution of the Denmark Strait overflow to the deep  
North Atlantic. Deep-Sea Res., 27, 29-42

- Swift, J.H. and K. Aagaard 1981  
Seasonal transitions and water mass formation in the Iceland and Greenland seas. Deep-Sea Res., vol. 28 A, nr. 10, 1107-1129
- Swithinbank, C.W.M., 1972  
Arctic pack ice from below In: Sea Ice T. Karlsson, (ed.), Nat. Res. Counc. of Iceland Reykjavik, 246-254
- Thorndike, A.S. et al., 1975  
The thickness distribution of sea ice. J. Geophys. Res., 80(33), 4501-4513
- Thorndike, A.S., 1980  
Tests of the ice thickness distribution theory In: Sea Ice Processes and Models. R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash. Press 144-150
- Thorndike, A.S. and R. Colony, 1981  
Arctic Ocean Buoy Program, Data Rep. 1 jan. 1980 - 31 dec. 1980, Polar Sci. Center, Univ. of Wash. Seattle, Wash.
- Thorndike, A.S. and R. Colony, 1982  
Sea ice motion in response to geostrophic winds. J. Geophys. Res., 87, 5845-5852
- Thorndike, A.S. et al., 1983, Data rep.  
Arctic Ocean buoy program. Data rep., 1 jan. 1981 - 31 dec. 1981 Univ. of Wash. Seattle
- Thorpe, M.R. et al., 1973  
Eddy correlation measurements of evaporation and sensible heat flux over arctic sea ice. J. Geophys. Res., 78, 3573-3584
- Tucker, W.B. III, 1982  
Application of a Numerical Sea Ice Model to the East Greenland Area. CRREL Rep., 82-16
- Tucker, W.B. and W.D. Hibler III, 1982  
Preliminary results on modeling the East Greenland Sea ice In: POAC Proc. VI, Quebec, 867-878



Tucker, W.B., 1984

Some simple concepts on wind forcing over the marginal ice zone In: MIZEX Bulletin III. N.D. Hibler, ed., CRREL Spec. Rep. 84-7, 37-42

Untersteiner, N., 1979

A review of the AIDJEX project 1970-1977. Polar Record, 19, 363-367

Untersteiner, N. and A.S. Thorndike, 1982

The Arctic Data Buoy Program (Arctic basin buoy program). Polar Record, 21, 127-135

Untersteiner, N. (ed.), 1983

AIR-SEA-ICE, Research Program for the 1980s Scientific Plan 1983. Applied physics laboratory, Univ. of Washington

Untersteiner, N. (ed.) in prep. (1983)

The Geophysics of Sea Ice. Plenum Publ. Corp., New York

Untersteiner, N. (ed.), 1984 (in press)

Air-Sea-Ice Interaction, Nato institute proceedings. Plenum Press

Vinje, T.E., 1977

Sea ice conditions in the European sector of the Marginal Seas of the Arctic, 1966-75. Norsk Polarinstitt Arbok 1975, 163-174

Vinje, T.E., 1977

Sea Ice studies in the Spitzbergen-Greenland area. Landsat Rep. E77-10206, U.S. Dep. of Commer., Natl. Tech. Inf. Serv. Springfield, Va., 1977 b

Vinje, T.E., 1978, 1979

Sea ice conditions and drift of Nimbus-6 Buoys in 1977. Norsk Polarinst. Arbok 1977, 283-292 1978, 57-66

Vinje, T.E., 1981

Frequency distribution of sea ice in the Greenland and Barents seas 1971-1980. Norsk Polarinst. Arbok, 1980, 57-61

Vinje, T.E., 1981

The drift pattern of sea ice in the Arctic Ocean with particular reference to the Atlantic approach. In: The Arctic Ocean: The Hydrographic Environment and the Fate of Pollutants, Louis Rey (ed.), Mac Millan Publishers, London

Wadhams, P., 1972

Measurements of wave attenuation in pack ice by inverted echo sounding. In: Sea Ice T. Karlsson, (ed.), Nat. Res. Council of Icel. Reykjavik, 255-260

Wadhams, P., 1973

Attenuation of swell by sea ice. J. Geophys. Res., 78, 3552-3563

Wadhams, P., 1975

Airborne laser profiling of swell in an open ice field. J. Geophys. Res., 80, 4520-4528

Wadhams, P., 1978

Wave decay in the marginal ice zone measured from a submarine. Deep-Sea Res., 25, 23-40

Wadhams, P., 1978

Sidescan sonar imagery of the sea ice in the Arctic Ocean. Can. J. Remote Sens., 4, 161-172

Wadhams, P., 1978

Characteristics of deep pressure ridges in the Arctic Ocean. POAC 78, Proceedings, 1, 544-555

Wadhams, P., 1979

Field experiments on Wave-ice interaction in the Labrador and East Greenland Currents. Polar Record, vol. 19, no. 121, 373-76

Wadhams, P., et. al., 1979

Transects by submarine of the East Greenland Polar Front. Deep-Sea Res., 26, 1311-1328

Wadhams, P., 1980

Ice characteristics in the seasonal sea ice zone In: Cold Regions Science and Technology, 2, Andersen B. G., Weeks, Newton (eds.), 37-88

Wadhams, P., 1980

A comparison of sonar and laser profiles along corresponding tracks in the Arctic Ocean In: Sea Ice Processes and Models R. A. Pritchard, (ed.) Univ. of Wash. Press.

Wadhams, P., 1981

The ice cover in the Greenland and Norwegian Seas. Rev. Geophys and Space Phys., 19 (3), 345-393

Wadhams, P., 1983

A mechanism for the formation of ice edge bands. J. Geophys. Res., 88, 2813-2817

Wadhams, P., 1983

The seasonal ice zone. Proceedings Nato advanced Study Institute on Air-Sea-Ice-Interaction, Maratea 28 sept. - 10 oct. 1981, Plenum Press New York capt. 10

Wadhams, P. and V. A. Squire, 1983

An ice-water vortex at the edge of the East Greenland Current. J. Geophys. Res., 88, 2770-2780

Wadhams, P., 1983

Sea ice thickness distribution in Fram Strait Nature, vol. 305, no. 5930, 108-111

Walker, E. R. and Wadhams, P., 1979

Thick sea-ice floes. Arctic. vol. 32, no. 2, 140-47

Walsh, J. E. and C. Johnson, 1979

Interannual atmospheric variability and associated fluctuations in Arctic Sea ice extent. J. Geophys. Res., 84, 6915-6928

Walsh, J. E. and C. Johnson, 1979

An analysis of Arctic sea ice fluctuations 1953-1977. J. Phys. Oceanogr., 9, 580-591

Walsh, J. E., 1980

Empirical Orthogonal Functions and the Statistical Predictability of Sea Ice Extent In: Sea Ice Processes and Models R.S. Pritchard, ed., Univ. of Wash. Press

- Walsh, J. E. and Slater, J. E., 1981  
Monthly and seasonal variability in the ocean-ice-atmosphere systems of the North Pacific and North Atlantic. J. Geophys. Res., 86, 7425-7446
- Walsh, J. E. and W. D. Hibler, 1984  
East Greenland Sea Ice Variability in Large-Scale Model Simulations In: MIZEX Bulletin III W.D. Hibler (ed.), CRREL Special Re. 84-7 9-14
- Wakatsuchi, M., et al., 1983  
Measurements of salinity and volume of brine excluded from growing sea ice. J. Geophys. Res., 88, 2943-2952
- Washington, W. M., et al., 1976  
On the development of a seasonal change sea-ice model. J. Phys. Oceanogr., 6, 679-685
- Washington, W. M., et al., 1980  
A general circulation experiment with a coupled atmosphere, ocean, and sea ice model. J. Phys. Oceanogr., 10, 1887-1908
- Weeks, W. F., 1976  
Sea Ice conditions in the Arctic. AIDJEX Bulletin 43, 173-206
- Weeks, W. F., 1982  
The physical properties of the sea ice cover of the Greenland Sea. CRREL Special Report (Hannover, N.H) 82-28
- Welander, P., 1977  
Thermal oscillations in a fluid heated from below and cooled to freezing from above. Dynamics of Atmos. and Oceans, 1, 125-223
- Wilson, N. W. and T. S. Sarma, 1980  
Prediction of heat, mass, and momentum transfer during laminar forced convective melting of ice in Saline Water In: Sea Ice Processes and Models
- WMO-ICSU, 1978  
The Polar Sub-Programme. GARP Publ. Ser. No. 19, Geneva, 47s

WMO-World Climate Program, 1984

Report of the meeting of experts on sea ice and climate modeling. Geneva, 12-16 dec., 1983

WCP-77

YMER, 1981

Expedition YMER-80. Yearbook of the Swedish Soc. for Anthropology and Geography, 101. 176s



APPENDIX B

Litteraturliste frem til 1970  
udvalgt af Dansk Hydraulisk Institut (1980) fra Trangeled.

ØSTGRØNLAND LITTERATUR 1870-1970

Udvalgt fra "Oceanography of the Norwegian and Greenland Seas  
Svend Trangeled & Adjacent Areas" Vol. 1. Bibliography Feb. 73.

Aagaard, K. (1966) The East Greenland Current north of Denmark  
Strait. University of Washington, Seattle, Ph.D. Thesis: 122 pp.

Aagaard, K. (1968a) Circulation of the Greenland Sea. 5th U.S.  
Navy Symposium on Military Oceanography, 1: 335-363.

Aagaard, K. (1968b) Temperature variations in the Greenland Sea  
deep-water. Deep Sea Res., 15(3): 281-296.

Aagaard, K. and Coachman, L.K. (1968) The East Greenland Current  
north of Denmark Strait. Arctic, 21: 181-200 and 267-290.

Aagaard, K. (1969b) The wind-driven circulation of the Greenland  
and Norwegian Seas and its variability. Symp. Phys. Var. N. Atl.  
paper no. 13 (preprint).

Aagaard, K. (1970) Wind-driven transports in the Greenland and  
Norwegian Seas. Deep Sea Res., 17: 281-291.

Abrameiko, L.R. (1965b) Hydrological conditions in the Norwegian  
Sea and the Greenland Sea in 1965. Ann. Biol., 22: 15-17.

Abrameiko, L.R., Istoshin, B.V. and Penin, V.V. (1965) The hydro-  
logical conditions in the Norwegian and Greenland Seas in 1964.  
PINRO, Mat. Rybokh., 5: 66-74. (In Russian).

Ahlmann, H.W. (1948) Den nutida klimaflyktuationen och Grönland.  
(Climatic fluctuations and Greenland.) Grönlandske Selskabs  
Aarsskrift 1948: 9-38.

Alekseev, A.P. and Istoshin, B.V. (1956) Scheme of constant  
currents in the Norwegian and Greenland Seas. PINRO, Trudy,  
0: 62-65. (Translation: U.S. Fish. Wildlife Service, Spec. Sci.  
Report: 69-76, 1956).

Alekseev, A.P. (1959b) Polyarnyy Front v Norvezhskom i Grenland-  
skom Moryakh. (The polar front in the Norwegian and Greenland  
Seas.) PINRO, Trudy 11. (In Russian).

Alekseev, A.P. and Istoshin, B.V. (1960) Some results of oceano-  
graphic investigations in the Norwegian and Greenland Seas.  
Soviet Fish. Invest. N. European Seas: 23-36. (In Russian).

Alekseev, A.P., Istoshin, B.V. and Shmarina, L.R. (1962)  
Hydrographic conditions in the Norwegian and Greenland Seas in  
the summer of 1960. Ann. Biol., 17: 23-24.

Alekseev, A.P., Istoshin, B.V. and Shmarina L.R. (1963)  
Hydrological conditions in the Norwegian and Greenland Seas in  
1961. Ann. Biol., 18: 24-26.

Alekseev, A.P. and Kislyakov, A.G. (1964) Buoy drift in the  
Norwegian and Greenland Seas. PINRO, Mat. Rybokh., 2: 114-118.  
(In Russian).



Amdrup, G. (1902a) Hydrografi fra Skibsexpeditionen til Grönlands Östkyst-1900. (Hydrography from the expedition to the east coast of Greenland in 1900.) Medd. Grönland, 27.

Amdrup, G. (1902b) Carlsberg-fondets Expedition til Östgrönland udfört i Aarene 1898-1900. (The expedition — sponsored by the Carlsberg foundation — to East Greenland 1898-1900). Medd. Grönland, 27(1): 1-107.

Amdrup, G. (1913) Report on the Denmark expedition to the north-east coast of Greenland, 1906-1908. Medd. Grönland, 41(1): 1-270.

Balaksin, L.L. (1959) Tsirkulitsiia vod i rel'ef dno severnoi chasti Grenlandskogo moria. (The water circulation and relief of the northern part of the Greenland Sea.) Int. Ocean. Congr., 1st, 1959, (preprints of abstracts: 430-431).

Beliaeva, I.P. (1965) Nulevaia dinamicheskaiia poverkhnost' Norvezhskogo i Grenlandskogo morei. (The surface of no motion of the Norwegian and Greenland Seas.) Gidromet., Trudy, 20: 87-93.

Belysheva, E.V., Gur'ianova, A.P. and Musina, A.A. (1964) Gidrokhimicheskie usloviia v severnoi chasti Grenlandskogo moria. (Hydrochemical conditions in the northern part of the Greenland Sea.) Gidromet. Mat. konf. Atlant.: 250-254.

Belysheva, E.V. (1966) Nekotorye osobennosti raspredeleniia rastvorenogo Kisloroda zimoi v severnoi chasti Grenlandskogo moria. (Some characteristics of the distribution of dissolved oxygen in the winter in the northern part of the Greenland Sea.) Arkt., Trudy, 269: 19-27.

Berezkin, V.A. (1939) The Greenland Sea and the Polar Basin. Transactions of the 1st high latitude expedition on the "Sadko" in 1935, Vol. 1, Leningrad.

Böggild, O.B. (1907) Sédiments sous-marins recueillis dans la mer du Groenland. (Sediments in the Greenland Sea.) In Duc d'Orléans: Croisière Océanographique accomplie à bord de la Belgica dans la Mer du Groenland 1905: 85-98. Bruxelles.

Böhnecke, G., Hentschel, E. and Wattenberg, H. (1930) Über die hydrographischen, chemischen und biologischen Verhältnisse an der Meeresoberfläche zwischen Island und Grönland. (The hydrographical, chemical and biological conditions at the sea surface between Iceland and Greenland.) Ann. Hydr. Mar. Met. 58, 7: 233-250.

Böhnecke, G. (1931, 1932) Beiträge zur Ozeanographie des Oberflächenwassers in der Dänemarkstrasse und Irminger See. (Contribution to the oceanography of the sea surface in the Denmark Strait and the Irminger Sea.) Ann. Hydr. Mar. Met. Teil 1: 59: 317-325. Teil 2: 60: 314-321.

Boyd, L.A. (1935) The fiord region of East Greenland. Am. Geogr. Soc. Special Publication 18: 360 pp.

Boyd, L.A. (1945) The coast of Northeast Greenland. Am. Geogr. Soc. Special Publication 30: 339 pp.

Braarud, T. and Ruud, J.T. (1932) The "Öst" expedition to the Denmark Strait 1929. Hydrography. Hvalraadets skrifter 4, Oslo.

Brennecke, W. (1904) Beziehungen zwischen der Luftdruck verteilung und den Eisverhältnissen des Ostgrönlandischen Meeres. (The relationship between the air pressure distribution and ice conditions in East Greenland waters.) Ann. Hydr. Mar. Met., 32(2): 49-62.

Brown, P.R. (1953) Climatic fluctuations in the Greenland and Norwegian Seas. Royal Meteorological Society, Quarterly Journal, 79(340): 272-281.

Chaplygin, E.I. (1960) O dinamike vod Vostochno-Grenlandskogo techeniia. (On the dynamics of the waters of the East Greenland Current.) Problemy Arkt., 5: 15-19.

Charcot, J.B.A. (1938) Dans la Mer du Groenland. Les croisières du Pourquoi Pas. (In the Greenland Sea. The cruises of "Pourquoi Pas".) Elbeuf, Paris: 221 pp.

Codispoti, L.A. (1968) Some results of an oceanographic survey in the northern Greenland Sea, summer 1964. NAVOCEANO TR 202: 49 pp

Colding, A. (1870) Om strömningsforholdene i almindelige ledninger og i havet. (On fluid dynamics in common pipelines and in the sea.) Videnskabselskabets skrifter, 5. række, 9(3).

Collinder, P. (1930) Echo soundings and other hydrographical observations during an expedition to the Greenland and Barents Seas. Geogr. Ann., 12.

Conseil International pour l'Exploration de la Mer (1963-1969) ICES Oceanographic Data Lists, 1957-1962, 68 parts.

Cooper, L.H.N. (1961a) Vertical and horizontal movements in the ocean. American Association for the Advancement of Science. (Oceanography), 67: 599-621.

Cooper, L.H.N. (1961b) Vertical and horizontal movements in the ocean derived from work during the IGY. Rapp. P-V. Réun., 149: 111-112.

Corton, L.E. (1954) The ice budget of the arctic pack and its application to ice forecasting. NAVOCEANO TR 6: 13 pp.

Defant, A. (1930, 1931, 1936) Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen des Vermessungsschiffes "Meteor" in der Dänemarkstrasse und in der Irminger See. (Report on the oceanographic investigations by "Meteor" in the Denmark Strait and in the Irminger Sea.) Sitzungsberichte d. Preuss. Akad. d. Wiss., Part 1: 1930, Part 2: 1931, Part 3: 1936.

Defant, A. (1941) Das physicalische Meeresniveau des Atlantischen Ozeans. (The physical sea-level in the Atlantic Ocean.) Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: 145-163.

Deutsche Hydrographisches Institut (1950) Atlas der Eisverhältnisse des Nord- und Südpolargebietes. (Atlas of ice conditions in the North Atlantic Ocean and general charts of the ice conditions of the North and South Polar regions.) Hamburg, 1950.

Dietrich, G. (1958) The oceanic polar front in the waters around Greenland and Iceland in August 1956. Ann. Biol., 13: 25-26.

Dietrich, G. (1959a) Zur Topographie und Morphologie des Meeresbodens im nördlichen Nordatlantischen Ozean. (On the topography and morphology of the sea floor of the northern North Atlantic Ocean.) Dtsch. Hydr. Z. Erg. hft. B, 3: 26-34.

Dietrich, G. (1959d) Small scale topographic features on the bottom of the northern Atlantic Ocean. Int. Ocean. Congr. 1st 1959 (preprints of abstracts: 17-18).

Dietrich, G. (with contributions by K. Kalle) (1963) General Oceanography, an introduction. Translated from: G. Dietrich: Allgemeine Meereskunde, copyright 1957 by Gebrüder Borntraeger, Berlin. Interscience Publishers, New York.

Dietrich, G. (1964a) Oceanic polar front survey in the North Atlantic. Research in Geophysics, 2. (Editor: H. Odishaw).

Dietrich, G. (1964b) New hydrographical aspects of the Northwest Atlantic. ICNAF Env. Symp., 1964: 29-51.

Dietrich, G. and Gieskes, J.M. (1968) The oceanic polar front in the waters off the east coast of Greenland in August 1966. Ann. Biol., 23: 20-22.

Dietrich, G. (1969a) A new Atlas of the northern North Atlantic Ocean. Deep Sea Res., 16: 31-34.

Dietrich, G. (1969b) Atlas of the hydrography of the northern North Atlantic Ocean. Based on the Polar Front survey of the International Geophysical Year, winter and summer 1958. ICES outside series.

Dietrich, G. (1970) Zur Hydrographie des nördlichen Nordatlantischen Ozeans während des Internationalen Geophysikalischen Jahres 1957/58. (Hydrography of the northern North Atlantic Ocean during the International Geophysical Year 1957/58.) Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch., 21(3/4): 399-402.

Einarsson, H. and Stefánsson, U. (1953) Drift bottle experiments in the waters between Iceland, Greenland and Jan Mayen during the years 1947 and 1949. *Rit Fiskideildar* 2(1).

Evers, W. (1964) The problems of coastal genesis with special reference to the "Strandflat" the "Banks" or "Grounds" and "Deep Channels" of the Norwegian and Greenland coasts. *J. Geol.*, 72(5).

Fairbridge, R.W. and Ichiye, T. (1966) Greenland Sea. In: *The Encyclopedia of Oceanography*, 307-310.

Farengol's, I.V. (1966) Ice conditions in Greenland waters. *Oceanology*, 6(3): p.463.

Fomin, L.M. (1964) *The dynamic method in oceanography*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-New York, 212 pp.

Fuglister, F.C. (1960) *Atlantic Ocean Atlas of temperature and salinity profiles and data from the International Geophysical Year of 1957-1958*. Woods Hole Oceanographic Institution. Atlas series, 1: 209 pp.

Gade, H.G., Malmberg, S.A. and Stefánsson, U. (1965) Report on the joint Icelandic-Norwegian expedition to the area between Iceland and Greenland, 1963. Preliminary results. NAIIO Subcommittee on Oceanographic Research, Technical Report 22: 59 pp.

Garlache, A. de (1907) *Carte Bathymétrique de la mer du Groenland*. (Bathymetric chart of the Greenland Sea.) In: *Duc d'Orléans: Croisière océanographique accomplie à bord de la Belgica dans la Mer du Groenland*.

Gladfelter, W.H. (1964) *Oceanography of the Greenland Sea*, U.S.S. Atka (AGB-3) survey, summer 1962. NAVOCEANO IR 0-64-63 (unpublished manuscript).

Gorshkova, T.I. (1936) Some data on chemical composition of deposits in the Greenland Sea. Collected works dedicated to Academician V.I. Vernadski. Published by the Academy of Sciences of USSR 1936. (In Russian).

Gorshkova, T.I. and Solyankin, I.V. (1959) The grounds, water masses and regime of the Norwegian-Greenland Basin and adjacent areas. *ICES CM*, 11: 8 pp. (Abstract in *Rapp. P-V. Réun.*, 149).

Gorshkova, T.I. (1965a) *Karbonaty v donnykh otlozheniiakh Norvezhsko-Grenlandskogo basseina kak pokazateli raspredeleniia vodnykh mass*. (Carbonates in the sediments of the Norwegian-Greenland Sea basin as indicators of the distribution of water masses.) *Vses., Trudy*, 57: 207-312.

Gudkovich, A.M. and Nikiforov, Y.G. (1965a) Some important features of the formation of water density anomalies and their effect on ice and hydrological conditions in the Arctic Basin and marginal seas. *Oceanology*, 5(2): 49-57.

Hamberg, A. (1884, 1885) Hydrografisk-Kemiska Iagttagelser under den Svenska Expeditionen til Grönland 1883. (Hydrographical-chemic. observations during the Swedish expedition to Greenland 1883). Svenska Vetenskaps Akademiet Handlingar, 9(16): 1-65, 1884 and 10(13), 1885.

Harvey, J.G. (1961) Overflow of cold deep water across the Iceland-Greenland Ridge. Nature, 189: 911-913.

Harvey, J.G. (1962) Hydrographic conditions in Greenland waters during August 1960. Ann. Biol., 17: 14-17.

Helland-Hansen, B. (1935) Aarsberetning. (Yearly report), Univ. Bergen, Geof. Inst. Bergen 1934-35.

Helland-Hansen, B. (1936a) Aarsberetning. (Yearly report), Univ. Bergen, Geof. Inst. Bergen 1935-36.

Helland-Hansen, B. (1936b) De hydrografiske forhold ved Sydöstgrönland og i Danmarksstraedet. (The hydrographic conditions off south-east Greenland and in the Denmark Strait.) Fiskeridir. Skr. Havunders., 5(1).

Helland-Hansen, B. (1938) Aarsberetning. (Yearly report), Univ. Bergen, Geof. Inst. Bergen 1936-37.

Hermann, F. and Thomsen, H. (1946) Drift-bottle experiments in the Northern North Atlantic. Medd. Komm. Havunders., Hydrografi, 3(4).

Hermann, F. (1956) Influence of overflow over the Scotland-Greenland Ridge on the bottom water of the northern North Atlantic. ICES CM 63, (mimeo).

Hermann, F. (1961) Danish hydrographic observations under the Polar Front programme. Rapp. P-V. Réunion., 149: 118-121.

Holtedahl, O. and Holtedahl, H. (1961) On "marginal Channels" along continental borders and the problem of their origin. Bulletin of the geological institutions of the University of Uppsala, 40: 183-187.

Il'ina, N.L. (1961) Nekotorye cherty gidrokhimii severnoi chasti Norvezhskogo i Grenlandskogo morei (leto 1958 g). (Some characteristics of hydrochemistry of the northern part of the Norwegian and the Greenland Seas, summer 1958.) Mezhd. (Okeanologiya), 3: 151-161.

Istoshin, B.V. and Alekseev, A.P. (1950) Long-termed variations of water temperature in the Norwegian and Greenland Seas during the summer period. PINRO, Sci. tech. Bull., 2(10).

Istoshin, B.V. and Shmarina, L.R. (1965) Hydrological conditions in the Norwegian Sea and the Greenland Sea. Ann. Biol., 20: 14-17.

Iversen, T. (1930) Sydöstgrönland-Jan Mayen. (Southeast Greenland - Jan Mayen.) Fiskeridir. Skr. Havunders., 5(1).

- Jacobsen, J.P. and Jensen, A.S. (1926) Examination of hydrographical measurements from the research vessels "Explorer" and "Dana" during the summer of 1924. Rapp. P-V. Réunion., 39: 73-84.
- Johnson, G.L. and Eckhoff, O.B. (1966) Bathymetry of the north Greenland Sea. Deep Sea Res., 13: 1161-1173.
- Johnson, G.L. and Heezen, B.C. (1967) Morphology and evolution of the Norwegian-Greenland Seas. Deep Sea Res., 14: 755-771.
- Khmelevskaya, L.V. (1963) On the temperature regime of the Norwegian and Greenland Seas. Inst. Okean., Trudy, 71: 167-177. (In Russian).
- Kiilerich, A.B. (1939) The Godthaab Expedition 1928. A theoretical treatment of the hydrographical observation material. Medd. Grönland, 78(5).
- Kiilerich, A. (1945) On the hydrography of the Greenland Sea. De Danske expeditioner til Østgrönland 1926-1929 under ledelse af Lauge Koch. Medd. Grönland, 144(2).
- Kipper, J.M. and Joseph, E.J. (1963) A study of wave persistence for selected locations in the North Atlantic Ocean, North Sea, and Baltic Sea. NAVOCEANO TR 149: 69 pp.
- Knipovitsch, N. (1905) Hydrologische Untersuchungen im Europäischen Eismeer. (Hydrographic investigations in the ice areas of the Northern Seas.) Ann. Hydr. Mar. Met.
- Knudsen, M. (1899) Hydrography. Danish Ingolf-expedition, 1(2).
- Knudsen, M. (1905) Contribution to the hydrography of the North Atlantic Ocean. Medd. Komm. Havunders., 1(6).
- Koch, L. (1930) The Danish Expedition to East Greenland in 1929. Medd. Grönland, 74(10): 173-205.
- Koch, L. (1940) Survey of North Greenland. Medd. Grönland, 130(1): 1-364.
- Koch, L. (1945) The East Greenland Ice. Medd. Grönland, 130(3): 373 pp.
- Koch, L. (1961) Precambrian and early paleozoic structural elements and sedimentation, North and East Greenland. Geol. Arctic: 142-154.
- Kogan, L.I. and Milashin, A.P. (1970) Seismic investigations in the Greenland Sea. Oceanology, 10(3): 358-362.
- Köslowski, G. (1959) Über die Verteilung der Oberflächentemperatur im nördlichen Nordatlantischen Ozean im Spätwinter und Spätsommer 1958. (On the distribution of the surface temperatures in the northern North Atlantic Ocean in March/April and August-September 1958.) Dtsch. Hydr. Z. Erg. hft. 8, 3: 34-40.
- Kossinna, E. (1921) Die Tiefen des Weltmeeres. (The depths of the oceans.) Veröff. Inst. Meereskunde N.F., 9.

Krauss, W. (1955) Zum System der Meeresströmungen in den höheren Breiten. (A contribution to the system of ocean currents in the higher latitudes.) Dtsch. Hydr. Z., 8(3): 102-111.

Krauss, W. (1957a) New monthly mean charts of the northern North Atlantic Ocean. Ann. Biol., 12: 12-13.

Krauss, W. (1957c) Hydrographic investigations by the R/V "Anton Dohrn" in Greenland waters, September-October 1955. Ann. Biol., 12: 38-39.

Krauss, W. (1957d) Interne Wellen grosser Amplitude, Teil 1: Eigenschwingungen der Grenzfläche zweier Wassermassen im reibungsfreien Ozean. (Internal waves of great amplitude. Part 1: Eigen-oscillations of the interface of two water bodies in a frictionless ocean.) Dtsch. Hydr. Z., 10(5): 191-201.

Krauss, W. (1958a) Our knowledge about internal waves in the northern North Atlantic Ocean. ICES CM 54.

Krauss, W. (1958b) Neue hydrographische Untersuchungen mit "Anton Dohrn" in der Island See. (Recent hydrographic investigations made on board the "Anton Dohrn" in the Icelandic Sea (Denmark Strait.)) Dtsch. Hydr. Z., 11(1): 26-30.

Krauss, W. (1958c) Interne Wellen grosser Amplitude, Teil 2: Beobachtungen. (Internal waves of great amplitude. Part 2: Observations.) Dtsch. Hydr. Z., 11(5): 194-207.

Krauss, W. (1958d) Interne Wellen grosser Amplitude, Teil 3: Kritik der Theorien und der Beobachtungen. (Internal waves of great amplitude. Part 3: Critique of theories and observations.) Dtsch. Hydr. Z., 11(6): 246-255.

Krauss, W. (1958f) Die hydrographischen Untersuchungen mit "Anton Dohrn" auf dem ost- und west-Grönlandischen Shelf im September-October 1955. (The hydrographic investigations with the "Anton Dohrn" at the east and west shelf of Greenland.) Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch., 15: 77-94.

Krauss, W. (1959) Über meteorologisch bedingte interne Wellen auf einer Dauerstation südwestlich Islands. (On long-time observations of internal waves, caused by meteorological conditions, at a fixed station southwest of Iceland.) Dtsch. Hydr. Z. Erg. hft. B, 3: 55-58.

Krauss, W. (1961) Meteorologically forced internal waves in the region southwest of Iceland. Rapp. P-V. Réun., 149: 89-92.

Kriss, A.E., Mitzkevich, I.N., Mishustina, I.E. and Abyzov, S.S. (1961) Micro-organisms as hydrological indicators in seas and oceans. IV: The hydrological structure of the Atlantic Ocean including the Norwegian Sea and the Greenland Sea, based upon microbiological data. Deep Sea. Res., 7(4): 225-236.

Lachenbruch, A.H. and Marshall, B.V. (1968) Heat flow and water temperature fluctuations in the Denmark Strait. *J. Geoph. Res.*, 73: 5829-5842.

Laktionov, A.F. (1959) Bottom topography of the Greenland Sea in the region of Nansen's sill. *PRIRODA*, 10: 95-97. (In Russian).

Laktionov, A.F. (1960) See Gordienko and Laktionov (1960).

Laktionov, A.F., Shamont'ev, V.A. and Ianes, A.V. (1960) Oceanographic review of the northern part of the Greenland Sea. *Soviet Fish. Invest. N. European Seas*: 51-65.

Lebedev, A.A. (1964a) To the problem of year-to-year variability in the ice and thermal conditions in the North Atlantic and adjacent seas. *PINRO, Mat. Rybokh.*, 2: 129-134. (In Russian).

Lebedev, A.A. (1964b) Method of forecasting the ice conditions in the North Atlantic and Greenland Sea. *PINRO, Mat. Rybokh.*, 2: 135-138. (In Russian).

Lee, A.J. (1961) Hydrographic conditions in the Barents Sea and Greenland Sea during the International Geophysical Year compared with those in previous years. *Rapp, P-V. Réun.*, 149: 40-43.

Lee, A.J. (1962) The effect of the wind on water movement in the Norwegian and Greenland Seas. *Symp. Math. Hydrodyn. Methods*: 353-373.

Litvin, V.M. (1957) New data on the bottom relief of the Norwegian and Greenland Seas. *PINRO, Sci. tech. Bull.*, 2-3: p. 17. (In Russian).

Litvin, V.M. (1968) Geomorphology of the mid-ocean ridge in the Norwegian and Greenland Seas. *Oceanology*, 8(1): 66-72.

Litvin, V.M. and Emelyanova, L.P. (1970) Areas of the Atlantic Ocean and of its parts. *Okeanologiya*, 10(4): 662-669. (In Russian, English abstract).

Malmberg, S.A., Gade, H.G. and Sweers, H.E. (1967) Report on the second joint Icelandic-Norwegian expedition to the area between Iceland and Greenland in August-September 1965. *NATO Subcommittee on Oceanographic Research, Technical Report*, 41: 44 pp.

Mann, C.R. (1960) Temperature and salinity characteristics of the Denmark Strait overflow. *Deep Sea Res. Suppl.*, 16: 125-137.

Maurstad, H. (1935) Atlas of sea ice. *Geof. Publ.*, 10(11): 17 pp.

McCann, D.M. (1971) See Taylor Smith et al (1971).

McIntyre, A.D. and Steele, J.H. (1956) Hydro-biological conditions in the Denmark Strait, May 1954. *Ann. Biol.*, 11: 20-25.

Metcalf, W.G. (1960) A note on water movements in the Greenland-Norwegian Sea. *Deep Sea Res.*, 7(3): 190-200.



Meteorological Office, United Kingdom (1959) Monthly meteorological charts and sea surface current chart of the Greenland and Barents Seas. M.O. 575, Her Majesty's Stationery Office, London.

Meteorologisk Institut Denmark (1900-1939, 1946): Isforholdene i de Arktiske have. (Ice conditions in the Arctic Seas). Nautisk Meteorologisk Aarbog, Tillaeg (Appendix).

Meteorologisk Institut, Denmark (1964 ff): Ice conditions in Greenland waters.

Meyer, A. (1964) Relationship between drift ice, atmospheric circulation and fishing possibilities of Southeast Greenland during the first halves of the years 1959-1963. ICNAF Env. Symp. 1964: 767-773.

Mikkelsen, E. (1922) Alabama-expeditionen til Grönlands Nordøstkyst, 1909-1912. (The Alabama expedition to the north-east coast of Greenland, 1909-1912.) Medd. Grönland, 52.

Mohn, H. (1877) Dybde-og varmekon forholdene i havet imellem Nordvest Europa og Grönland. (The depths and heat conditions of the sea between Northwest Europe and Greenland.) Geogr. Tidsskr., 1.

Mohn, H. (1878) Die Norwegische Nordmeer-Expedition. (The Norwegian North Atlantic Deep-Sea expedition.) Pettermann's Geogr. Mitt., 24.

Mohn, H. (1880) Die Norwegische Nordmeer-Expedition, Resultate der Lothungen und Tiefsee-Temperatur-Beobachtungen in 1876. (Norwegian North Atlantic expedition, results of soundings and deep-sea temperature observations.) Pettermann's Geogr. Mitt., 63.

Mohn, H. (1885) The currents of the European Northern Seas. Pettermann's Geogr. Mitt., 24(79).

Mohn, H. (1887) The North Ocean, its depths, temperature and circulation. The Norwegian North Atlantic expedition 1876-1878, 2(2).

Mohn, H. and Nansen, F. (1892) Wissenschaftliche Ergebnisse von Dr. F. Nansen's Durchquerung von Grönland 1888. (Scientific results of Dr. F. Nansen's voyage across Greenland in 1888.) Pettermann's Geogr. Mitt., 105.

Moretskii, V.N. (1966) O metodike gidrologicheskikh nabliudenii v raione poliarnogo gidrofronta. (Method of hydrological observation in the area of the oceanic polar front.) Arkt., Trudy, 269: 100-103.

Mork, M. (1960) Theoretical model for treatment of the internal response of the ocean to atmospheric forces. Symp. Phys. Var. N. Atlant., paper no. 15, (preprint).

Mosby, H. (1970b) Theories of bottom water formation, recent investigations in the Weddell Sea and the effects of super cooling by the ice cap. 3rd International Oceanographic Congress, Tokyo, 1970 (Abstract).

- Nansen, F. (1884) Längs Grönlands östkyst. (Along the east coast of Greenland.) Geogr. Tidsskr., 7.
- Nansen, F. (1890) The first crossing of Greenland. Longmans, Green. London, 510 pp.
- Nansen, F. (1892) See Mohn and Nansen (1892).
- Nansen, F. (1897) Farthest North. Westminster: Archibald Constable: 631-638.
- Nansen, F. (1901) Some oceanographical results of the expedition with the Michael Sars in the summer of 1900, preliminary report. Nyt Magazin for Naturvidenskab, 39.
- Nansen, F. (1902a) The Arctic Ocean. Encyclopedia Britannica, 31: 808-812.
- Nansen, F. (1912) Das Bodenwasser und die Abkühlung des Meeres. (The bottom water and the cooling of the sea.) Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie.
- Nekrasov, A.V. (1961) Predvaritel'nye Karty glavnoi polusutochnoi i glavnoi sutochnoi voln priliva v Norvezhskom i Grenlandskom moriakh. (Preliminary charts of the main diurnal and semi-diurnal tidal waves in the Norwegian and Greenland Seas.) Gidromet., Trudy, 10: 81-87.
- Nekrasov, A.V. (1964a) Analiz struktury prilivnykh iavlenii Norvezhskogo i Grenlandskogo morei. (Analysis of the structure of tidal phenomena of the Norwegian and Greenland Seas.) Gidromet., Trudy, 17: 95-112.
- Nekrasov, A.V. (1964b) Raschet prilivnykh iavlenii Norvezhskogo i Grenlandskogo morei. (Calculation of tidal phenomena of the Norwegian and Greenland Seas.) Gidromet., Mat. konf. Atlant.: 123-128
- Nekrasov, A.V. (1965) Raschet i analiz sutochnogo priliva v Norvezhskom i Grenlandskom moriakh. (Calculation and analysis of diurnal tide in the Norwegian and Greenland Seas.) Gidromet., Trudy, 10: 94-104.
- Nielsen, J.N. (1928) The waters round Greenland. In: Greenland, Vol. 1: 185-230. The commission for the direction of the geological and geographical investigations in Greenland.
- Nikolsky, G.V. (1966) Distant Northern Seas. Chairmens' summaries of area reports. Ann. Biol., 21: p. 9.
- Noble, V.E. and Wilkerson, J.C. (1970) Sea surface temperature mapping flights - Norwegian Sea, summer 1968. Remote Sensing of the Environment, 1(3): 187-193.
- Normann, C. (1883) Forslag til en fra søsiden foretaget undersøgelse af Grönlands Östkyst. (A proposed plan for the investigation of East Greenland from the sea.) Medd. Grönland, 6: 33-56.

- Orleans, P. d' (1900) Croisière océanographique accomplie à bord de la Belgica dans la Mer du Groenland 1905. (Oceanographic cruises with the Belgica in the Greenland Sea in 1905.) Bruxelles.
- Orvig, S. (1970) Climates of the polar regions. World Survey of Climatology, 14: 370 pp. Elsevier Publishing Co., Amsterdam-London-New York.
- Orvin, A.K. (1969) Outline of the geological history of Spitsbergen. Skrifter om Svalbard og Ishavet, 78.
- Ostenso, N.A. and Pew, J.A. (1966) Sub-bottom seismic profile off the east coast of Greenland. Contribution from Geophysical and Polar Research Center, University of Wisconsin, 181.
- Ostenso, N.A. (1968) Geophysical studies in the Greenland Sea. Geol. Soc. Bull., 79: 107-132.
- Ostenso, N.A. and Wold, R.J. (1971) Aeromagnetic survey of the Arctic Ocean: techniques and interpretations. Marine Geophysical Researches 1(2): 178-219.
- Pakhorukov, V.I. (1964) Okeanograficheskie issledovaniia v Norvezhskom i Grenlandskom moriakh v june 1963 g. (Oceanographic investigations in the Norwegian and Greenland Seas in June 1963.) PINRO, Mat. Rybokh. 2: 111-114.
- Pakhorukov, V.I. (1966) O gidrologicheskikh usloviakh i promysle sel'di v vostochnoi chasti Datskogo proliva osen'iu 1962 i 1963 g. (On hydrological conditions and the herring fishery in the eastern part of Denmark Strait in autumn 1962 and 1963.) PINRO, Trudy, 17: 201-207.
- Pakhorukov, V.I. (1967) Temperatura vody v raione zimoval'nykh skoplenii sel'di k vostoku ot Islandii v 1965 g. (Water temperatures in the area of winter herring concentrations east of Iceland in 1965.) PINRO, Mat. Rybokh., 10: 121-125.
- Pavshchic, E.A. (1960) Basic regularities in the development of plankton in the Norwegian and Greenland Seas. Soviet Fish. Invest. N. European Seas.
- Penin, V.V. (1967) Rasprostranenie temperaturnykh anomalii v Norvezhskom i Grenlandskom moriakh. (Distribution of temperature anomalies in the Norwegian and Greenland Seas.) PINRO, Mat. Rybokh., 10: 112-120.
- Pettersson, O. (1900a) Om drifisen i Norra Atlanten. (On drift ice in the North Atlantic.) Ymer, H. 2: 157-159.
- Ponomarenko, L.S. (1966a) Letnie gidrokhimicheskie usloviia v Norvezhskom i Grenlandskom moriakh (po dannym iun'skikh s'emok 1954-1964 gg.). (Summer hydrochemical conditions in the Norwegian and Greenland Seas from data of the June surveys 1954-1964.) PINRO, Trudy, 17: 125-145.
- Ponomarenko, L.S. (1966b) Gidrokhimicheskie usloviia v Norvezhskom i Grenlandskom moriakh v letnii period 1964 g. (Hydrochemical conditions in the Norwegian and Greenland Seas in summer 1964.) PINRO, Mat. Rybokh., 7: 155-167.

Potaychuk, S.I. (1961) Some features of variation of the hydrological regime in fisheries areas of the Norwegian, Greenland and Barents Seas. *Vses., Trudy*, 1.

Prestwich, J. (1876) Tables of Temperatures of the Sea at different Depths beneath the Surface, reduced and collated from the various observations made between the years 1740 and 1868, discussed with map and sections. *Roy. Soc. Trans.*, 165: 587-674.

Rekhtzamer, G.R. (1964) Itogi eksperimental'nogo izucheniia l'dov aerometodami i proekt mezhdunarodnykh issledovaniia Vostochno-Grenlandskogo ledovogo potoka. (Results of experimental study of ice by aerial methods and an international investigation of East Greenland ice transport.) *Gidromet. Mat. konf. Atlant.*: 145-150.

Riis-Carstensen, E. (1938) Fremsættelse af et dynamisk-topografisk kort over Østgrønlandsstrømmen mellem 74° and 79° N paa grundlag af hidtidig gjorte undersøgelser i disse egne. (A dynamical chart of the East Greenland Current between 74° and 79° N based on previous investigations in the area.) *Geogr. Tidsskr.*, 41(1): 25-51.

Rodewald, M. (1969) Long-term variations of sea temperature in the areas of the nine North Atlantic Ocean Weather Stations during the period 1951-1968. *Symp. Phys. Var. N. Atl. paper no. 1*, (preprint).

Rossov, V.V. (1961) On the water and heat balance in the Norwegian and Greenland Seas. *Okeanologiya*, 1: 944-947. (In Russian - Translation: *Deep Sea Res.*, 10: 524-526, 1963).

Ryder, C. (1892) Tidligere Expeditioner til Grønlands østkyst nordfor 66° N. (Previous expeditions to the East coast of Greenland north of 66° N). *Geogr. Tidsskr.*, 11: 62-107.

Ryder, C. and Rördam, K. (1895) Den østgrønlandske expedition, 1891-1892. (The East-Greenland expedition 1891-1892.) *Medd. Grønland*, 17.

Ryder, C. (1896) Isforholdene i Nordhavet. 1877-1892. (Ice conditions in the northern seas, 1877-1892.) *Tidsskrift for Søvaesen*. (Summary in *Ann. Hydr. Mar. Met.*, 25: 313-316, 1897).

Ryder, C. (1902, 1905) Some investigations relating to the ocean currents in the sea between Norway, Scotland and Greenland. *Dansk Meteorologisk Institut, Annuals*, 1901 and 1904.

- Sabinin, K.D. and Shulipov, V.A. (1965) Short period internal waves in the Norwegian Sea. *Oceanology*, 5(2): 60-69.
- Sachs, V.N. and Strelkov, S.A. (1961) Mesozoic and Cenozoic of the Soviet Arctic. *Geol. Arctic*, 1: 48-67.
- Saelen, O.H. (1957) On "Zum System der Meeresströmungen in den höheren Breiten". (A contribution to the system of ocean currents in the higher latitudes.) by W. Krauss (*Dtsch. Hydr. Z.*, 8: 102-111, 1955). *J. du Cons.*, 22: 214-215.
- Shamont'ev, V.A. (1960a) Two voyages of the oceanographic expedition to the Greenland Sea in 1959. *Problemy, Arkt.*, 2: 123-125. (In Russian).
- Shamont'ev, V.A. (1960b) Third voyage of the oceanographic expedition to the Greenland Sea in 1959. *Problemy, Arkt.*, 6: 75-76. (In Russian).
- Shamont'ev, V.A. (1960) See Laktionov et al (1960).
- Shamont'ev, V.A. and Ianes, A.V. (1960) O nekotorykh chertakh zimnego gidrologicheskogo rezhima severnoi chasti Grenlandskogo moria. (On some features of the winter hydrological regime of the northern part of the Greenland Sea.) *Problemy, Arkt.*, 5: 71-77.
- Skov, N.A. (1970) The ice cover of the Greenland Sea: an evaluation of oceanographic and meteorological causes for year-to-year variations. *Medd. Grönland*, 138(2): 178-219.
- Smed, J. (1948a) The increase in sea temperature in northern waters during recent years. *Rapp. P-V. Réun.*, 125: 21-25.
- Smed, J. (1964) Variation of the temperature of the surface water in areas of the northern North Atlantic, 1876-1961. *ICNAF Env. Symp.*, 1964: 821-825.
- Smed, J. (1969) Monthly anomalies of the sea surface temperature in areas of the northern North Atlantic in 1966. *Ann. Biol.*, 25: 22-24.
- Spärck, R. (1933) Contributions to the animal ecology of Franz Joseph Fjord and adjacent East Greenland Water I. *Medd. Grönland*, 100(1): 7-24.
- Spärck, R. (1936) Review of the Danish Investigations of the quantitative composition of the bottom fauna in Iceland and East-Greenland waters. *Rapp. P-V. Réun.*, 99.
- Stepanov, V.N. (1960) General classification of the water masses of the world ocean, their formation and transport. *Oceanology*, 9(5): 613-621.
- Stetson, H.C. (1933) The bottom deposits. Scientific results of the Nautilus expedition 1931. *Papers in Physical Oceanography and Meteorology*, 2: 17-37.
- Stocks, T. (1950) Die Tiefenverhältnisse des Europäischen Nordmeeres. (The depth conditions of the Northern Seas.) *Dtsch. Hydr. Z.*, 3: 93-100.

- Sverdrup, H.U. (1940) The Arctic regions: the area to the north of the swell from Scotland to Greenland. Assoc. d'Océanogr. Phys., Publication Scientifique, 8: 50-53.
- Sverdrup, H.U. (1950) Physical Oceanography of the North Polar Sea. Arctic, 3(3).
- Svetlov, I.I. (1967) Temperatury vody v raionakh otmeta i dreifa lichinok i molodi morskikh okunei roda *Sebastes* v Islandsko-Grenlandskom raione. (Water temperature in the areas of hatching and drifting of larvae and young stages of redfish in the Iceland-Greenland region.) PINRO, Mat. v 1965 g., 8: 197-204.
- Swallow, J.C. (1957) Some further deep current measurements using neutrally buoyant floats. Deep Sea Res., 4: 93-104.
- Taaning, A.V. (1934) A supposed submarine Ridge along the South-East Coast of Greenland. Nature, 133: 326-328.
- Taaning, A.V. (1940) On changes in the marine fauna of the north-western Atlantic area, with special reference to Greenland. Rapp. P-V. Réun., 125: 27-29.
- Thomsen, H. (1934) Danish hydrographical investigations in the Denmark Strait and the Irminger Sea during the years 1931-1933. Rapp. P-V. Réun., 86: 3-14.
- Thomsen, H. (1937) Hydrographical observations made during the Dana expedition 1928-1930. Dana report, 2(12).
- Thorodsen, T. (1984) Den Grönlandska Drifisen vid Island. (The Drifting Ice around Iceland.) Ymer, 4.
- Timofeyev, V.T. (1944) Water masses of the Norwegian and Greenland Seas and their dynamics. Arkt., Trudy, 183. (In Russian).
- Timofeyev, V.T. (1956) Problems regarding the water balance of the Arctic Basin. PRIRODA, 7: 89-91. (Translation: Defence Research Board, Canada, T 33SR).
- Transehe, N.A. (1928) The ice cover of the Arctic Sea with a genetic classification of sea ice. Am. Geogr. Soc. Special Publication no. 7: 311 pp.
- Treshnikov, A.F. (1960) The arctic discloses its secrets: New data on the bottom topography and the waters of the Arctic Basin. PRIRODA, 2: 25-32. (Translation: Defence Research Board, Canada, T 357R).
- Tripp, R.B. and Kusunoki, K. (1967) Physical, chemical, and current data from ARLIS II: Eastern Arctic Ocean, Greenland Sea, and Denmark Strait area, February 1964-May 1965. University of Washington, Department of Oceanography, Technical Report 155.

- Trolle, A. (1913) Danmark expeditionen til Grönlands Nordøstkyst 1906-1908. 1(2). (Hydrographical observations from the DANMARK Expedition 1906-1908. 1(2).) Medd. Grönland, 41.
- Trolle, A. (1935) Beretning om M/S 'Thor's Havundersögelsestogt 1934. (Narrative of M/S "THOR"s cruise in 1934.) Publikationer om Östgrönland, 3.
- Truvellet, K.A. (1966) Chaetognatha Devisova i Datskogo prolivov kak indikator vodnykh mass. (Chaetognatha of the Davis and Denmark Straits as indicators of water masses.) PINRO, Mat. Rybokh., 7: 114-124.
- U.S. Naval Oceanographic Office (1958) Oceanographic atlas of the Polar Seas. NAVOCEANO Pub. 705, Part 2: Arctic.
- U.S. Naval Oceanographic Office (1963-1968) Oceanographic atlas of the North Atlantic Ocean. NAVOCEANO Pub. 700. Section 1: Tides and Currents, 1965. Section 2: Physical Properties, 1967. Section 3: Ice, 1968. Section 4: Sea and Swell, 1969 (reprint of 1963 edition). Section 5: Marine Geology, 1965. Section 6: Sound velocity, 1967.
- U.S. Navy, Chief of Naval Operations. (1963) Marine Climatic Atlas of the World Ocean, VI. Arctic Ocean. NAVWEPS 50-1C-533, U.S. Government Printing Office.
- U.S. Navy Hydrographic Office (1956) Oceanographic observations, Arctic waters, winter 1954. NAVOCEANO, Pub. 6914: 176 pp.
- Vize, V.Yu. (1939a) Fluctuations in the conditions governing the winds of the Arctic. Problemy, Arkt., 4. (In Russian).
- Vize, V.Yu. (1939b) Warming of the Arctic region and its ebb and flow tidal currents. Problemy, Arkt., 5. (In Russian).
- Volkov, P. (1961) New explorations of the Bottom topography of the Greenland Sea. Morskoi Flot, 3: 35-37 (In Russian - Translation: Defense Research Board, Canada, T 356R).
- Vorob'yev, V.N. (1960) Study of 19-year tidal mean sea level oscillations at higher latitudes. Oceanology, 9(6): 771-776.
- Vowinckel, E. and Orvig, S. (1961) Water balance and heat flux of the Arctic Ocean. McGill University, Publication in Meteorology, 44
- Vowinckel, E. and Orvig, S. (1962) Water balance and heat flow of the Arctic Ocean. Arctic, 15: 205-223.
- Vowinckel, E. and Orvig, S. (1966) Energy balance of the Arctic: 5. The heat budget over the Arctic Ocean. Archiv für Meteorologie, Geophysik, und Bioklimatologie, B, 14: 303-325.

- Wandel, C.F. (1883) En fremstilling af vort kendskab til Grönlands Östkyst samt de med skonnerten "Ingolf" i 1879 foretagne undersøgelser i Danmarksstraedet. (A summary of our knowledge of the east coast of Greenland and investigations during the "Ingolf" cruise to the Denmark Strait in 1879.) Medd. Grönland, 40: 1-32.
- Watson, A.G.D. (1969) Seasonal changes in conditions at the air/sea boundary derived from Ocean Weather Ship records. Symp. Phys. Var. N. Atl., paper no. 33, (preprint).
- World Data Center A, Oceanography (1967) Catalogue of data, 3rd revised edition, volume 1-5.
- Worthington, L.V. (1954) A preliminary note on the time scale in North Atlantic circulation. Deep Sea Res., 1(4): 244-251.
- Worthington, L.V. (1969) An attempt to measure the volume transport of Norwegian Sea overflow water through the Denmark Strait Deep Sea Res., 16: 421-432. (Suppl.).
- Worthington, L.V. and Wright, W.R. (1970) North Atlantic Ocean Atlas of potential temperature and salinity in the deep water, including temperature, salinity and oxygen profiles from the Erika Dan cruise of 1962. Woods Hole Oceanographic Institution, Atlas serie.
- Wright, W.R. and Worthington, L.V. (1970) The water masses of the North Atlantic Ocean, a volumetric census of temperature and salinity. In: Serial Atlas of the Marine Environment, Am. Geogr. Soc.
- Zaitsev, G.N. (1959) Construction of dynamical charts for seas with a complex course of onshore-offshore waves (based on the example of the Norwegian Sea). PINRO, Trudy, 11.
- Zaitsev, G.N. (1960) The heat balance of the Norwegian and Greenland Seas and factors of its formation. Soviet Fish. Invest. N. European Seas: 67-80. (Translation: Fisheries Laboratory, Lowestoft.)
- Zaitsev, G.N. (1961a) On the exchange of water between the Arctic basin and the Pacific and Atlantic oceans. Okeanologiya, 1: 743-744. (In Russian - Translation: Defense Research Board, Canada, T 363R.)
- Zaitsev, G.N., Fedosov, M.V., Il'ina, N.L. and Ermachenko, I.A. (1961) Components of water: thermic and chemical budget of the Greenland and Norwegian Seas. Rapp. P-V. Réun., 140: 46-52.
- Zaitsev, G.N. (1965) O vetrovykh techeniakh Norvezhskogo i Grenlandskogo morei. (On wind currents in the Norwegian and Greenland Seas.) Vses., Trudy, 57: 21-31.
- Ziegelmeier, E. (1959) Untersuchungen der Bodenfauna auf den Schelfgebieten vor Südostgrönland und SW-Island im Spätwinter und Spätsommer 1955. (Investigation of the bottom fauna in the shelf regions off South-eastern-Greenland and SW of Iceland in March/April and August/September 1955.) Dtsch. Hyd. Z. Erg. hft. B, 3: 99-102.
- Ziegelmeier, E. (1961) Investigations on the bottom fauna in the shelf region of SW Iceland and SE Greenland during the research cruises with "Anton Dohrn" in the IGY. Rapp. P-V. Réun., 149: p. 209