



RAPPORTSERIE

Nr. 26 - Oslo 1985

ANDERS ELVERHØI:

Forskning og overvåkning av det fysiske miljø på
arktisk kanadisk sokkel

**NORSK
POLARINSTITUTT**

Nr. 26 - Oslo 1985

ANDERS ELVERHØI:

**Forskning og overvåkning av det fysiske miljø på
arktisk kanadisk sokkel**

**Anders Elverhøi
Norsk Polarinstitut
Rolfstangveien 12
1330 Oslo Lufthavn**

RAPPORT FOR KORTTIDSSTIEND - ANDERS ELVERHØI

Bakgrunn

Det vises til søknad om korttidstipend (6 mnd.) for studier av behovet for miljødata og konsekvensanalyser i forbindelse med olje- og gassaktiviteten på arktisk kanadisk sokkel.

Generelt om studieoppholdets gjennomføring

Studieoppholdet ble påbegynt 1.februar med avreise fra Norge 27/1 og avsluttet i Canada 1.august, med tilbakereise 15/8. Arbeidsstedet var Arctic Institute of North America, University of Calgary. Dette instituttet er sentralt i formidling av forskning i arktisk Canada, og instituttet har eget bibliotek for rapporter og publikasjoner i tilknytning til olje- og gassaktiviteten i disse områdene.

Opplegget ble utformet i samarbeid med Geological Survey of Canada v/ Steve M Blasco. Geological Survey of Canada bidro også med økonomisk støtte til to av studiereisene (Beauforthavet og Ottawa/Halifax).

Hoveddelen av arbeidet ble gjennomført i Calgary. Oljeselskapene og flere konsulentfirmaer har sine hovedkontorer her. Det ble gjennomført fire reiser som en del av oppholdet samt at jeg deltok på flere møter i Calgary. Under oppholdet ble jeg også invitert til å gi forelesninger ved Institute of Arctic and Alpine Research, University of Boulder, USA.

Arbeidet bestod av litteraturstudier kombinert med besøk hos oljeselskapene, konsulentfirmaer, statlige forskningsinstitutter og departementer. For en nærmere oversikt over reise- og møtedeltagelse, se side 3.

Rapporter

Arbeidet er oppsummert i rapporten: Forskning og overvåkning av det fysiske miljøet på arktisk kanadisk sokkel. Rapporten består av følgende delrapporter :

- Målsetting, organisering og finansiering av miljøundersøkelser på arktisk kanadisk sokkel.
- Konsekvensanalyser
- Havis og isfjell
- Kyst- og sensitivitetskartlegging
- Forurensning, kjemiske miljøeffekter og olje i is
- Meteorologi
- Oseanografi og bølger
- Havbunnsundersøkelser og isfjellpløying

Rapportene gir en oversikt over sentrale forskningsoppgaver og prosjekter inn de respektive felt. Det er lagt vekt på emner som er spesifikke for Arktis. Rapportene er av naturlige årsaker ikke fagrapporter innen de forskjellige feltene. De er kun ment å gi en oversikt over sentrale temaer og hvem som utfører dem i Canada. Rapportene er supplert med en rekke vedlegg som utgjør den reelle faginformatjonen. Vedleggene finnes kun i ett eksemplar, og kan fås ved nærmere henvendelse til Polarinstituttets bibliotek.

Det må også understrekes at rapportene er ment som en intern arbeidsrapport. Det er derfor ikke lagt vekt på utforming og språk.

Konklusjon og sammendrag

Den store utfordringen for olje- og gassvirksomheten i arktisk Canada har vært hvordan en best kan mestre havis og isfjell. Spesielt miljøet i Beauforthavet med kun noen få isfrie sommer måneder har representert store utfordringer for industrien og stilt myndighetene overfor nye krav til sikkerhet og vern om naturmiljøet. Utforskningen av disse områdene er meget kostbart, og en må sikre optimal utnyttelse av arbeid og ressurser i den korte boresesongen.

Oljeboring i Beauforthavet begynte først med bruk av kunstige øyer av sand og grus på meget grunt vann. Dette var sikre operasjonsbaser. Deres konstruksjon krevde imidlertid kjennskap til isforhold og strøm for de omliggende områder. Denne kunnskapen skaffet selskapene på egenhånd, bl.a. gjennom flere test programmer.

Etter hvert som oljeletingen gikk ut mot dypere vann var det behov for boreskip, og før dette kunne brukes krevde myndighetene gjennomført studier av effektene av en mulig oljeutblåsning i området. Dette prosjektet, The Beaufort Sea Project, (1973-1975) ble satt i gang meget raskt, og viste seg i bare liten grad å kunne svar gi svar på de spørsmål som var reist. De forskningsoppgavene som ble definert var for omfattende og dyptgående og ikke nok rettet mot de konkrete spørsmål som var reist.

I slutten av 1970 årene ble det klart at industrien var interessert i en produksjon i området. Før dette kunne gjennomføres måtte det utarbeides en konsekvensanalyse, The Beaufort Sea Environmental Impact Statement. Selve konsekvensanalysen bestod av 7 bind, og bakgrunnsdokumentene omfattet vel 30 000 sider. Det offentlige høringspanlet konkluderte med at produksjon kunne finne sted, innledningsvis i begrenset omfang. Det ble videre gitt en rekke anbefalinger, og omfattende forskningsoppgaver måtte gjennomføres før og samtidig med produksjonsstart. For naturmiljøet ble det lagt vekt på mer informasjon om risikoen og effektene av oljesøl, spesielt fra eventuelle tankbåtulykker under skiping gjennom Nordvestpassasjen. Videre ble det understreket behovet for bedre kunnskap om havisen og mere effektive isvarslings modeller. I hovedsak var alle parter tilfreds med panelets konklusjon. Tidsrammen for utarbeidelsen av konsekvensanalysen, vel fire år, ble av samtlige parter ansett for å være for lang. Selve utredningen ble også for omfattende, og menigmann hadde ikke mulighet til å sette seg inn i den store utredningen.

Et generelt trekk ved aktiviteten i Beauforthavet har vært å mest mulig tilpasse seg isen. En har overdimensjonert utstyret for å sikre optimal aktivitet. En har spesialkonstruerte bore-skip, som supplert med isbrytere, kan operere under relativt tunge forhold med ny-dannet is i høstmånedene. Som et ledd i arbeidet er det etablert en detaljert isvarslingstjeneste som b.a. benytter flybårne radarsystemer med en oppløsning ned til 7 x 12 meter (SAR). Kostnadene er imidlertid meget høye, ca 70-90 mill C\$ pr hull.

Ved utforskningen langs Canadas østkyst er isfjell fra breene på Grønland den størstse risiko og utfordring. Tradisjonelt er de store isfjellene ansett å representerer den største faren, men små isfjell, 10 x 10 x 10 meter, kombinert med høye bølger representerer og en meget stor risiko. Det er lagt ned betydelig innsats i utvikling av isfjelldrift modeller. Det har vist seg å være meget vanskelig å utarbeide gode modeller, og i praksis er statistiske modeller kombinert med noe informasjon om strøm de mest effektive. En annen sentral oppgave er metodeutvikling for deteksjon av små isfjell. Disse er vanskelige å observere både visuelt og også på høyoppløslig radar.

Også for virksomheten på østkysten ble det i slutten av 1970 årene gjennomført en miljøundersøkelse, The Eastern Arctic Marine Environmental Studies (EAMES). Noe av kritikken som ble reist mot det tilsvarande prosjekt i Beauforthavet, for dårlig strukturert og for kort tidsramme, ble også reist mot dette prosjektet.

Med bakgrunn i den almene kritikken mot miljøundersøkelser og konsekvensanalyser ble det på oppdrag fra kanadiske myndigheter utarbeidet to rapporter. Siktemålet var å finne, om mulig, mer effektive metoder for å vurdere konsekvenser av industriell virksomhet på naturmiljøet. Sentralt i utviklingen av alternative metoder står Adaptive Environmental Assessment Management, AEAM. Dette er en samling teknikker, begreper og prosedyrer til bruk ved diskusjon og beslutninger vedrørende forvaltning av naturressurser. Et sentralt tema for utviklingen av AEAM har vært å etablere en strategi for å søke å få interessen rettet mot de sentrale problemene. De nødvendige forskningsoppgavene blir definert i arbeidsgruppemøter, hvor fagfolk, politikere og representanter fra forvaltningen deltar. Det legges vekt på å tenke interdisiplinært og definere mulige interaksjoner mellom naturmiljøet og de forskjellige aktivitetene i et industriprosjekt. Denne metoden er benyttet til å definere forskning og overvåkning av naturmiljøet i Beauforthavet som forberedelse til en mulig produksjonstart. Dette prosjektet, Beaufort Environmental Monitoring Programme (BEMP) har fått almen oppslutning, og en er gjennomgående tilfreds med denne metoden for å definere de mest relevante oppgavene.

Bevilgningene til miljørelatert forskning 1984/85 i Arktis er vel 18 mill C\$, fordelt med 40/60 % på stat og industri. Havis/ isfjell, oseanografi og fjernmåling er de viktigste forskningsområder. Av disse tre gruppe er havis / isfjell den største enkeltposten med 58 % av bevilgningene. Hovedsiktemålet for forskningen innen disse feltene er utvikling av bedre varslingstjenester. Dette inkluderer betydelig beløp til metode- og instrumentutvikling.

Fra norsk side er det avgjørende å vite i hvilken utstrekning en kan nytte resultater og erfaringer fra Canada. Det som er klart er at de har tenkt olje og gassutvikling i isfylte farvann i over 15 år. Teknologi og fysiske forhold er forskjellige, en kan for eksempel ikke direkte bruke resultatene fra et simulert olje utslipp under is på 20 meters vandyp til også å gjelde for 300 meters vandyp i Barentshavet. Metodikk og hovedprinsippet bør likevel være til god støtte for lignende forsøk på norsk sokkel. En kan videre dra nytte av den erfaring en har opparbeidet vedrørende de parameter innen havis, isfjell, meteorologi, oseanografi, isfjellpløying og spredning av olje i is som har vist seg å være de mest sentrale. Dette har vært en dyrkjøpt erfaring hos kanadierne, og her bør vi kunne lære. De har utført omfattende studier av havis og isfjell. Det er forsøkt utarbeidet modeller for deres drift. Operasjonelle modeller har en ikke lyktes med å utarbeide, og det er åpenbart at vi kan spare betydelig innsats ved å anvende kanadisk erfaring.

Den viktigste lærdommen vi kan trekke er at leting etter olje og gass kan gjennomføres i høyarktiske områder. Ved å øke dimensjonene på det utstyr som nyttes kan risikoen holdes på et akseptabelt nivå. Dette resulterer i meget høye kostnader. I Canada har myndighetene subsidert virksomheten i nord, delvis motivert ut fra ønsket om å gjøre Kanada uavhengig med hensyn til energi. Dette er et forhold som må tas med i betraktning når vi skal nytte resultater og erfaringer fra arktisk kanadisk sokkel.

Oversikt over reiser og møtedeltagelse

- 5 - 6/2: Ice scour workshp, Calgary, 70 deltakere.
- 11-12/2: Offshore Environmental Research and Development related to offshore oil and gas activities in Canada, et felles orienteringsmøte mellom myndigheter og industri, 70 deltakere.
- 18-23/3: Deltagelse på feltarbeid i Beauforthavet, grunne geologiske og geotekniske borer.
- 22-24/4: Forelesninger ved Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, Boulder, USA.
- 2/5 : Informasjonsmøte om databaser og bibliotekstjenester i USA og Canada, Calgary.
- 18-26/5: Studiereise til Vancouver og Sidney, Vancouver Island.
- Vancouver: Federal Environmental Review Office, sekretariat for det offetlige høringspanelet av konsekvensanalyser for planene av olje og gassproduksjon i Beauforthavet.
- Samtaler med medlem i høringspanelet, R. Mackay.
- Sidney : Institute of Ocean Science
Hydrographic Survey of Canada
Arctic Sciences, oseanografisk konsulentfirma
Arctic Labs, geokjemisk konsulentfirma
Seatech, geologisk konsulentfirma, bl.a. kyst kartlegging.
- 18-20/6: Deltagelse ved Arctic Marine Oilspill Project 's årlige møte, Edmonton.
- 1 - 6/7: Studiereise til Ottawa og Halifax.
- Ottawa: Federal Environmental Review Office, sekretariat for det offentlige høringspanelet av konsekvensanalyser for planene av oljeproduksjon på Grand Bank, Hybernia.
- COGLA, det kanadiske oljedirektorat
- Miljøkontoret ved Department of Energy, Mines and Resources
- Atmospheric Environmental Service / Ice Center
- Department of Indian and Northern Affairs, ESRF, BEMP og NOGAP. Dette er forskjellige prosjekter og organisasjoner ivaretar myndighetens forskningsinnsats i nord.
- Halifax: Geological Survey of Canada, inkludert gjeseteforelesning.

FORSKNING OG OVERVAKNING AV DET FYSISKE MILJØ PÅ
ARKTISK KANADISK SOKKEL

INNHOOLD:

- Målsetting, organisering og finansiering av miljøundersøkelser på arktisk kanadisk sokkel
- Konsekvensanalyser
- Havis og isfjell
- Kyst- og sensitivitetskartlegging
- Forurensning, kjemiske miljøeffekter og olje i is
- Meteorologi
- Oseanografi
- Havbunnsundersøkelser og isfjellpløying



MÅLSETTING, ORGANISERING OG FINANSIERING AV
MILJØRELATERT FORSKNING I CANADA

BAKGRUNN

Fra norsk side kan det være av interesse å kjenne hovedtrekkene i hvordan miljø og miljørelatert forskning er organisert og hva hovedsiktemålene er. Det er ikke meningen å gi noen omfattende orientering. Det henvises istedet til de forskjellige vedlegg. Disse presenterer hver for seg de viktigste programmer, organisasjoner og institutter. I det følgende vil det bli gitt en kort omtale av de enkelte vedlegg.

Vedlegg 1.

Offshore Environmental Research and Development Related to Offshore Oil and Gas Activities in Canada.

Dette er en rapport fra et møte holdt i Calgary 11-13/2 1985. Som det framgår er rapporten utarbeidet på vegne av: Interdepartmental Panel on Energy Research and Development, forkortet PERD. I selve rapporten gis det en orientering om PERD, side 5 - 8 og side A-27 og A-28. PERD er også nærmere presentert i vedlegg 1 A.

I denne rapporten gis det en omfattende oversikt over all miljø og miljørelatert forskning på kanadisk sokkel. I sidene A-11 til A-24 presenteres informasjon om finansiering og andelen av de forskjellige forskningsfelt. Dette er videre delt opp i temaer, områder og forskjellige finansieringskilder.

Det er videre innhentet oversikt over forskning innen større nasjonale programmer, institutter og hos industrien. Ved å gå gjennom denne oversikten vil en få førstehånds oversikt over miljøforskning i relasjon til offshorevirksomheten i Canada.

I rapporten er det flere prosjekter (med forkortelser) som en bør kjenne til før en leser rapporten. Disse vil bli presentert i de følgende vedlegg.

Vedlegg_2

NOGAP, Northern Oil and Gas Action Plan.

Formålet med NOGAP er:

NOGAP is a research and planning program to advance the state of federal and territorial government preparedness for major hydrocarbon development north of 60° by 1991. It addresses the need for governments to be able to respond to private sector initiatives in a timely manner and to attain the best possible balance among development and other interests.

Som det framgår er dette et program for å gi myndighetene egen kompetanse for best mulig å kunne styre og regulere virksomheten. Programmet kan sees på myndighetens oppfølging av de konklusjoner som ble gitt av høringspanelet til Beaufort EIS. Den årlige rammen for programmet er nå, etter reduksjoner, vel 11 mill C\$ pr år. I vedlegg 2 følger også en prosjektoversikt.

Vedlegg_3

ESRF, Environmental Studies Revolving Fund.

ESRF er et konsesjonsfond som myndighetene har pålagt oljeindustrien. Oljeselskapene betaler her inn en avgift, avhengig av aktivitet, størrelse på utmålene o.l. Midlene til dette fondet kan ikke avskrives på selskapenes skatt. En styringskomite definerer så relevante temaer, og en ber deretter om forskningsprogrammer, se vedlegg. Resultatene skal være offentlige.

Fondet ble opprettet i 1982, men en hadde også tidligere drøftet mulighetene for et lignende fond. En av grunnene til at fondet ble opprettet var at oljeselskapene hver for seg utførte miljøstudier med almen interesse, også for de andre selskapene. For å sikre at denne informasjonen ble tilgjengelig for samtlige

var et av formålene med å opprette fondet. Som det framgår av målsettingen legges det vekt på regionale studier eller studier av nasjonal interesse, og videre at de supplerer annen forskning hos myndighetene samt at de skal være rettet mot olje- og gassindustriens behov. Det legges vekt på studier innen følgende felt:

physical environmental effects on oil and gas activities; the interaction of such activities with living organisms on the land, in the sea, and in the air; the research and development necessary to bring mitigating technologies into effect; the development of long-term biological monitoring; the socio-economic effects of the oil and gas activities in terms of employment, education, health services, recreational facilities and so on; and, the infrastructure requirements of such an industry.

Fondet er meget omstridt. Industrien hevder bl.a. at den forskning som utføres har liten relevans for deres eget arbeid, og at en idealistisk målsetning om å dele informasjon ikke fungerer i praksis. De må være med å betale for forskning som de ikke selv har interesse av. Videre hevder de at de får liten kreditt for den innsatsen de yter. Det er myndighetene som tar æren for alt som gjøres. Industrien hevder også at administrasjonsutgiftene, ca 30 %, er for høye, og at de ville ha fått utført den samme forskningen selv til en langt lavere kostnad.

Fra myndighetenes side synes en i hovedsak å være tilfreds med ordningen. Imidlertid er fondets administrasjon delt i to, ett for områdene nord for 60 N og ett for områdene syd for 60 N. Administrasjonen for de to kontorene er videre i hvert sitt departement. Noe av kritikken fra industrien om ineffektiv ledelse skyldes åpenbart denne delingen, og en vil trolig søke å slå de to administrasjonene sammen.

Vedlegg 3 inneholder en prosjektoversikt og sentrale temaer er:

- Bunnsediment transport
- Biologisk overvåkning
- Isfjell
- Oljesøl og beredskapsplaner
- Isfjellpløying
- Sosiale studier
- Bølger

Den totale rammen for disse undersøkelsene er vel 7 mill C\$ for 1985. Det kan nevnes at direktøren for ESRF, for nordområdene, er tidligere nordmann, Olav Løken.

Annen forskning i regi av myndighetene

I Beaufort Sea EIS, bind 7, side 2.12 til 2.19 er det gitt en oversikt over myndighetenes arktiske forskningsprogrammer. Disse er imidlertid noe foreldet. Av aktive prosjekter kan AMOP og BIOS nevnes, forøvrig nærmere omtalt i rapporten : Forurensning, kjemiske miljøeffeker og olje i is, hvor det henvises for nærmere omtale.

I en noe spesiell stilling står BEMP, Beaufort Environmental Monitoring Programme. Dette er et prosjekt hvor myndighetene har definert nødvendig forskning og overvåkning. Midler for prosjektene som er definert må finnes andre steder. Prosjektet er nærmere presentert i rapporten om Konsekvensanalyser, se dette.

Forskning i regi av industrien

Tidligere utførte industrien i stor grad forskning og utviklingsprosjekter i egen regi. I de senere år har en samarbeidet i langt større grad, og spesielt gjennom sammenslutningen "Arctic Petroleum Operators' Association" gjennomfører selskapene større felles prosjekter. Se her vedlegg 4 for en bibliografi over utført forskning innen denne organisasjonen. Tilsvarende organisasjon finnes også for østkysten.

I Beaufort Sea EIS, bind 7, side 2.1 til 2.11 er det gitt en oversikt over større industri prosjekter, og vedlegg 4 inneholder en kopi, og det vises til denne for en nærmere orientering.

Konklusjon

Miljørelatert forskning i Canada kan sammenfattes i følgende hovedgrupper:

Oseanografi	Klima og værvarsling
Havis / Isfjell	Økologi
Bølger og strøm	Overvåkningsteknikker
Fjernanalyse	Oljeforurensning

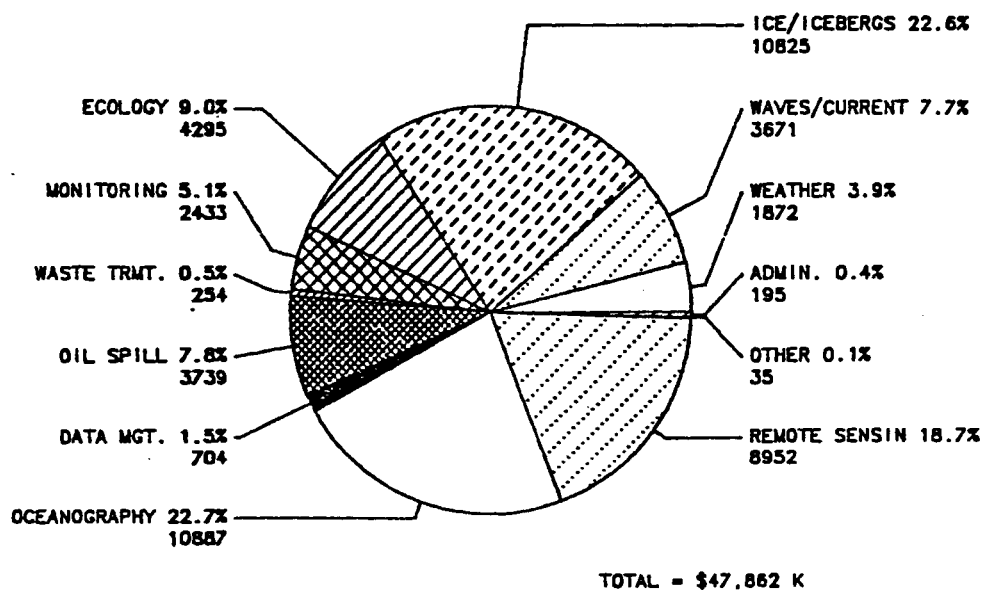
I tillegg kommer havbunnsundersøkelser med hovedvekt på permafrost og isfjellpløying.

Den totale rammen for statlig og industriell forskning for de første 8 hovedgruppene er 47 mill C\$ for 1984/85. Av dette benyttes ca 40 % i Arktis, fordelt med på 40 % på staten 60 % på industrien.

Havis/isfjell, oseanografi og fjernanalyse er de fagfelt som har størst bevilgninger, 64 % av den totale rammen for miljøundersøkelser i Canada (Fig.1). Industriens bidrag til denne forskningen er betydelig, ca 60 % av havis/isfjell og ca 90 % for oseanografi. De statlige midlene er også prioritert innen de samme tre hovedfeltene, se fig. 2. Hovedsiktemålet for forskning innen disse tre feltene er rettet mot utvikling av bedre varslingstjenester.

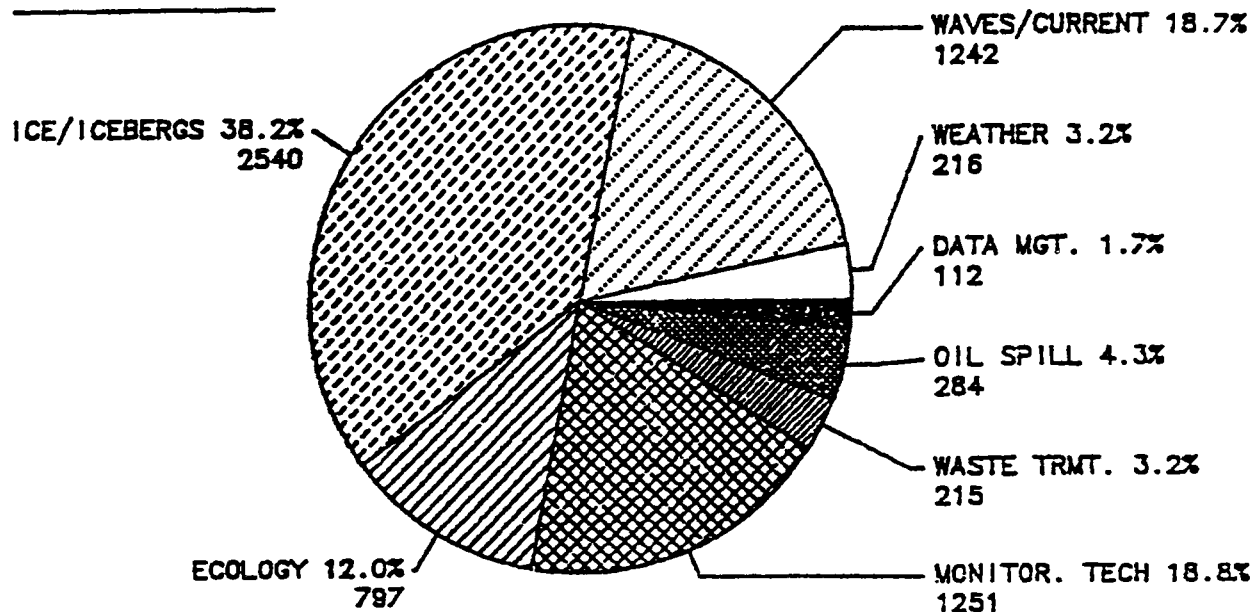
For forskningen innen isfjellpløying og permafrost har det ikke vært mulig å få eksakt kjennskap til omfang og bevilgninger.

Hovedsiktemålet for de øvrige temaene er studier av de miljømessige effektene av olje og gassvirksomheten. Disse undersøkelsene blir hovedsakelig utført i regi av myndighetene.



Figur 1: Totale bevilgninger til miljørelatert forskning i Canada 1984/1985.

TOTAL = \$6657 K



Figur 2: Totale bevilgninger til miljørelatert forskning (offshore) fra de forskjellige departementer, 1984/1985.

Thomas, D.J., G.D. Greene, and W.S. Richardson. 1985. Offshore Environmental Research and Development Related to Oil and Gas Activities in Canada. Background Document and Results of the Government/Industry Workshop and PERD 6.7 Committee Meeting held in Calgary, Alberta, February 11 - 13, 1985. 22 pp. + Appendices.



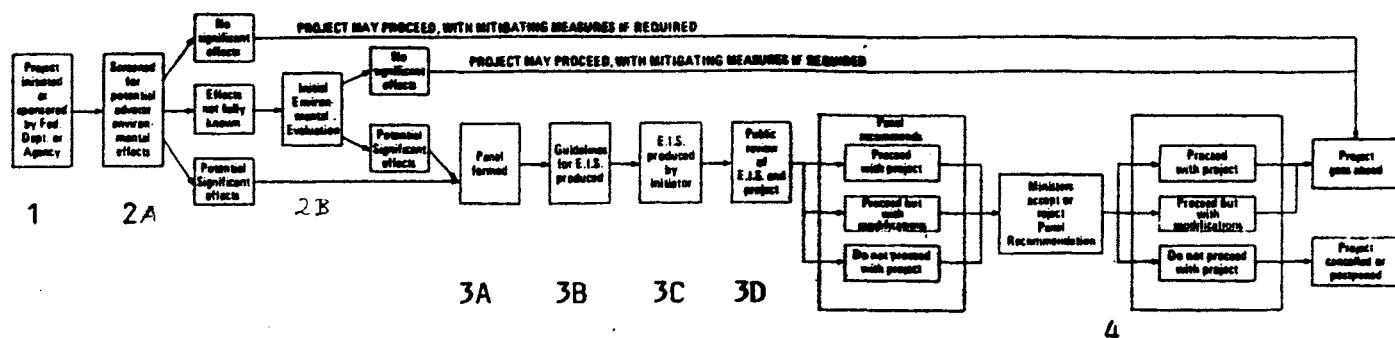
KONSEKVENSANALYSER

BAKGRUNN

I 1973 etablerte kanadiske myndigheter " The Federal Assessment and Review Process (EARP)" for å sikre at de miljømessige konsekvensene av statlige prosjekter ble vurdert før det ble tatt avgjørende beslutninger. Med føderale eller statlige prosjekter menes prosjekter som:

- Er initiert av statlige myndigheter
- Er finansiert (helt eller delvis) av statlige midler
- Involverer statens landområder.

Som det framgår er det offentlige prosjekter som omfattes av loven om konsekvensanalyser. Imidlertid er de nordlige provinsene samt sokkelområdene statens landområder. Private industriprosjekter i disse områdene vil derfor også omfattes av loverket. Det foregår nå en diskusjon hvorvidt staten eller provinsene eier sokkelen, dette vil imidlertid ikke endre på prinsippet om konsekvensanalyse.



Figur 1: Skjematisk diagram for "Federal Environmental and Review Process".

Figur 1 viser hovedtrekkene i gjennomføring av undersøkelser og utredninger som i Norge vil betegnes som konsekvensanalyser.

Selve prosessen består av følgende hovedtrinn:

- Intern vurdering, " screening" i det respektive departement eller avdeling (1).
- Eventuell innledende miljømessig vurdering (2).
- Dersom prosjektet har " betydelig potensiell effekt" iverksettes en større konsekvensanalyse basert på retningslinjer utarbeidet fra en uavhengig høringskommisjon, inkludert offentlig høring (3).
- Basert på høringskommisjonens konklusjon fattes vedtak, på ministernivå, om prosjektet kan gjennomføres, må modifiseres, eller avvises (4).

Et sentralt ledd i prosedyren er den interne og den innledende vurderingen, ledd 1 & 2. Siden dette lovverket ble etablert har ca 30 000 føderale prosjekter blitt gjennomført, mens kun 28 prosjekter har gjennomgått den omfattende høringsprosessen med utarbeidelse av konsekvensanalyser og offentlig høring. De interne vurderingene i ledd 1 og 2 vil kunne kritiseres av offentligheten og eventuelle tidligere vedtak om ikke å gjennomføre større konsekvensanalyser vil måtte endres.

For å gjennomføre høringsprosessen har en opprettet et spesielt kontor direkte underlagt miljøvernministeren. Dette kontoret " Federal Environmental Assessment Review Office, FEARO", har som oppgave å utnevne høringskommisjonen eller panelet, samt bistå panelet under deres arbeid med:

- Utarbeidelse av retningslinjer for konsekvensanalysene, ledd 3 B
- Gjennomføring av selve høringsprosessen, ledd 3 C
- Opptre som et sekretariat for panelet ved deres utarbeidelse av konklusjon og anbefalinger.

Selve prosessen vil nå bli nærmere gjennomgått, og konsekvensanalysene fra Beauforthavet, The Beaufort Sea Environmental Impact Statement, med etterfølgende høring vil bli brukt som eksempel.

Interne og innledende miljømessige vurderinger.

Sentralt i "The Environmental Assessment and Review Process" (heretter kalt Prosessen) er " self-assessment", eller intern vurdering. Dette betyr at når et departement eller en offentlig instans fremmer et prosjekt er de også ansvarlige for å gjennomføre en miljømessig vurdering av prosjektet. Det er helt avgjørende at dette gjennomføres så tidlig som mulig før bindende vedtak for prosjektet er tatt.

Den interne vurderingen eller " screening" resulterer i en av tre avgjørelser:

- Prosjektet medfører ikke miljømessige konsekvenser, eller konsekvensene er kjent og en har kjente metoder og teknikker for å motvirke effektene.
Prosjektet kan gjennomføres.
- Basert på den interne vurderingen kan ikke departementet avgjøre konsekvensene, og en må gjennomføre innledende miljømessige vurderinger, IEE.
- Prosjektet ansees å ha betydelige miljømessige konsekvenser, og prosjektet sendes til offentlig høring.

Den innledende miljømessige vurderingen er en mer utfyllende beskrivelse av prosjektet, og spesielt vil det legges vekt på alternative måter å gjennomføre prosjektet på. Dersom en finner at prosjektet har betydelige miljømessige konsekvenser blir prosjektet sendt til høring, alternativt vil prosjektet kunne gjennomføres uten ytterligere vurderinger.

Konsekvensanalyser og offentlig høring

Når et prosjekt er henvist til offentlig høring vil ledelsen i FEARO utnevne et panel på 4 - 8 medlemmer. Panelets medlemmer blir forsøkt valgt ut blandt mest mulig nøytrale personer. En forsøker å velge personer som ikke direkte er involvert. Når panelet er utnevnt er det en selvstendig enhet og FEARO er dets sekretariat. Panelets første oppgave er å utarbeide retningslinjer for konsekvensanalysene. Ved hjelp av retningslinjene vil en sikre at konsekvensanalysene inneholder de nødvendige opplysningene panelet samt offentligheten trenger for å vurdere prosjektet. Selve konsekvensanalysene kan inneholde mer informasjon enn det som er spesifisert.

Basert på retningslinjene vil det departement som har fremmet prosjektet utarbeide en konsekvensanalyse eller "Environmental Impact Statement". Før selve høringen finner sted vil panelet gjennomgå konsekvensanalysene og eventuelt be om tilleggsinformasjon eller bakgrunnsdokumenter. Ved selve høringen legges det stor vekt på å nå fram til alle berørte parter, og det gjennomføres møter på lokalplanet.

Panelets arbeid avsluttes med en sluttrapport og anbefalinger hvorvidt prosjektet kan gjennomføres eller ikke, og eventuelt hvilke endringer som må gjennomføres. Panelets anbefalinger

omfatter også hvilke forsknings- og overvåkningsoppgaver som må gjennomføres. Som tidligere nevnt rapporterer panelet direkte til miljøvernministeren, som i samråd med ministeren for det berørte departement, fatter den endelige beslutning om prosjektet kan gjennomføres eller ikke. Dersom det er uenighet blir saken fremmet for Regjeringen. For nærmere omtale av prosessen og selve lovverket, se vedlegg 1 og 2.

BEAUFORT SEA ENVIRONMENTAL IMPACT STATEMENT

I løpet av 1970 årene gjennomførte oljeselskapene omfattende prøveboringer i Beauforthavet. Fra myndighetens side var det stor interesse for å kartlegge mulige olje og gass ressurser som et ledd i å gjøre Canada selvforsynt med energi. Det ble bl.a. gitt skattelette for selskapenes arbeid i nord. Som nevnt tidligere er sokkelområdene statens land, samt at de nordlige provinsene også er statens eiendom. Følgelig vil all aktivitet, inkludert privat industriell virksomhet bli berørt av loven om "Federal Environmental Assessment and Review Process.

Department of Indian and Northern Affairs (DINA) er ansvarlig for de kanadiske nordområder, nord for 60 N, og DINA er det departement som i siste instans er ansvarlig for all aktivitet i disse områdene. I relasjon til loven om konsekvensanalyser er DINA ansvarlig departement eller det departement som initierte prosjektet. I praksis er det oljeselskapene (Dome, Esso og Gulf er de viktigste) som er ansvarlige for å utarbeide konsekvensanalysene, da disse er forlagsstillere eller proponents (se vedlegg 2).

Beaufort Sea Environmental Impact Statement (EIS) omfatter en vurdering av de biologiske, kjemiske og fysiske effekter samt de sosio-økonomiske konsekvenser av en eventuell utbygning og transport av olje og gass fra Beauforthavet. Det er å merke seg at tillatelse for prøveboringer ble gitt uten offentlig høring, men basert på et kort, intensivt prosjekt, "The Beaufort Sea Project".

Det ble tidlig klart at en utbygning av olje og gass feltene i Beauforthavet vil være en av de største industriprosjektene i Canadas historie. En full utbygning ble anslått til ca 40 milliarder C\$. En slik utbygning vil nødvendigvis måtte påvirke betydelige deler av kanadisk økonomi. Videre omfattet dette utbygning av olje og gass felter i områder som er isdekket store deler av året, og en har begrenset erfaring med storstilte industriprosjekter i denne type miljøer. Det ble tidlig klart at før utbygning kunne gjennomføres, ville utbygningsplanene måtte gjennomgå en full konsekvensanalyse med offentlig høring.

Utnevnelse av medlemmer i høringspanelet

I juli 1980 ble et panel med syv medlemmer utnevnt for å utarbeide retningslinjer for oljeselskapenes konsekvensanalyser samt gjennomføre den etterpåfølgende offentlige høring. På grunn av de vidtrekkende konsekvensene av et slikt prosjekt var det meget vanskelig å finne fram til kvalifiserte medlemmer. Det endelige panelet ble supplert med 16 tekniske rådgivere. To av panelets medlemmer var eskimoer.

Konsekvensanalysene.

Totalt var 40 selskaper involvert i Beauforthavet og Dome, Esso og Gulf var de mest sentrale, og disse selskapene på vegne av seg selv og sine partnere utarbeidet konsekvensanalysen for en eventuell utbygning av olje og gass feltene i Beauforthavet (vedlegg 4). Analysen var ferdig høsten 1982, og bestod av i alt syv bind, se tabell 2.

ENVIRONMENTAL IMPACT STATEMENT

Master Index

VOLUME 1	Summary
VOLUME 2	Development Systems
VOLUME 3A	Beaufort Sea-Delta Setting
VOLUME 3B	Northwest Passage Setting
VOLUME 3C	Mackenzie Valley Setting
VOLUME 4	Biological & Physical Effects
VOLUME 5	Sosio-Economic Effects
VOLUME 6	Accidental Spills
VOLUME 7	Research And Monitoring

Tabell 2: Innhold av Beaufort Sea EIS.

Den totale kostnaden av analysene er anslatt til vel 15 mill. C\$. Deler av arbeidet ble utført på kontrakt med konsulentfirmaer, mens andre deler ble utført internt i selskapene.

Bind 1 er et sammendrag og det er lagt vekt på å presentere utbygningsplanene og konsekvensene i en så enkel form som mulig. I dette bindet gis det en bakgrunn for hele prosjektet og den nasjonale interessen, bl.a. motivert ut fra ønsket om å bli mest mulig selvforsynt med hensyn til energi.

Bind 2 gir en oversikt over utbyggingsplanene og de to mulighetene en har for transport:

- Med spesialbygde tankbåter gjennom Nordvest passasjen og ned langs Canadas østkyst.
- Via rørledninger ned langs Mackenzie Valley

Det gis her en oversikt over det fysiske miljøet i Beauforthavet, langs transportruta for tankbåtene og for områdene for en oljeledning, samt hvilke ingeniør- og konstruksjonsmessige problemer en møter i de respektive miljøene.

Bind 3 gir en oversikt over det fysiske og biologiske miljøet i Beauforthavet (3A), langs tankbåtruta (3B) og langs den foreslåtte rørledningstraseen i Mackenzie Valley (3C). Tabell 3 gir en oversikt over innholdet og hvilke parametre som er presentert for det marine miljøet.

Bind 4 er en vurdering av de fysiske og biologiske konsekvenser av aktiviteten. En har vurdert de forskjellige aktivitetene ved olje og gass produksjon og transport i relasjon til miljøet. Innholdet i vurderingene er sammenfattet i en matrise, se figur 2, hvor en skiller mellom fire nivåer av påvirkning, 1) negligible, 2) minor, 3) moderate, 4) major.

INTRODUCTION

CHAPTER 1 MARINE PHYSICAL ENVIRONMENT

1.1 ICE ENVIRONMENT

1.1.1 ICE ZONES

1.1.1.1 Landfast Ice Zone

1.1.1.2 Seasonal Ice Zone

1.1.1.3 Polar Ice Zone

1.1.2 EXTREME ICE FEATURES

1.1.3 ANNUAL ICE CYCLE

1.1.3.1 Break-up

1.1.3.2 Summer Ice Conditions

1.1.3.3 Freeze-up

1.1.3.4 Variability in Summer Ice Conditions

1.1.4 ICE CONDITIONS AND SHIPPING

1.1.4.1 Southern Beaufort Sea

1.1.4.2 Amundsen Gulf

1.1.4.3 Alaskan Beaufort Sea

1.1.4.4 Chukchi Sea

1.1.4.5 Long Term Climate Change

1.2 SURFACE WEATHER AND WIND WAVES

1.2.1 WEATHER AND WEATHER FORECASTS

1.2.2 CLIMATOLOGICAL DATA SOURCES AND LIMITATIONS

1.2.3 TEMPERATURE

1.2.4 THE ARCTIC TEMPERATURE INVERSION

1.2.5 PRECIPITATION

1.2.6 VISIBILITY

1.2.7 WIND

1.2.8 WIND WAVES

1.2.9 STRUCTURAL ICING

1.2.10 SYNOPTIC STORM TRACKS

1.3 WATER MASSES AND THEIR MOVEMENTS

1.3.1 SETTING

1.3.1.1 Chukchi Sea

1.3.1.2 Beaufort Sea

1.3.1.3 Amundsen Gulf

1.3.2 WATER MASS CHARACTERISTICS

1.3.2.1 Chukchi Sea

1.3.2.2 Beaufort Sea

1.3.2.3 Amundsen Gulf

1.3.3 MEAN CIRCULATION

1.3.3.1 Chukchi Sea

1.3.3.2 Offshore Beaufort Sea

1.3.3.3 Western Beaufort Sea

1.3.3.4 Southeastern Beaufort Sea

1.3.3.5 Amundsen Gulf

1.3.4 LOW FREQUENCY VARIABILITY IN CURRENTS

1.3.4.1 Chukchi Sea

1.3.4.2 Offshore Beaufort Sea

1.3.4.3 Western Beaufort Sea

1.3.4.4 Southeastern Beaufort Sea

1.3.4.5 Amundsen Gulf

1.3.4 HIGH FREQUENCY VARIABILITY IN CURRENTS

1.4 THE SEA BOTTOM

1.4.1 BATHYMETRY

1.4.2 HISTORICAL GEOLOGY

1.4.3 SURFICIAL SEDIMENTS

1.4.4 SHELF-EDGE STABILITY

1.4.5 SUBSEA PERMAFROST

1.4.6 PINGO-LIKE FEATURES

1.4.7 ICE SCOURING

1.4.8 SEISMICITY

1.4.8.1 Beaufort Sea Seismicity Cluster

1.4.8.2 Ekiamo Lakes Fault Zone

1.4.8.3 Rapid Fault Array/Kalbar Fault

1.4.8.4 Manna Point Seismicity Cluster

1.4.8.5 Present Seismic Instrumentation Program

1.5 CHEMICAL OCEANOGRAPHY

1.5.1 SETTING

1.5.2 TRACE METALS

1.5.2.1 Trace Metals in Seawater of the Beaufort Sea Shelf

1.5.2.2 Trace Metals in the Sediments of the Beaufort Sea Shelf

1.5.2.3 Trace Metals in the Benthos of the Beaufort Sea Shelf

1.5.3 HYDROCARBONS

1.5.3.1 Low Molecular Weight Hydrocarbons (LMWHC) in Seawater

1.5.3.2 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Seawater

1.5.3.3 Non-Polar Hydrocarbons in Marine Sediments

1.5.3.4 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments

1.5.3.5 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Marine Organisms

1.5.3.6 Non-Polar Hydrocarbons in Fish

1.5.3.7 Non-Polar Hydrocarbons in Marine Plankton

1.5.4 NUTRIENTS

1.5.4.1 Silicate

1.5.4.2 Phosphate

1.5.4.3 Nitrate

1.5.4.4 Temporal and Spatial Variability in Nutrient Levels

CHAPTER 3 MARINE PLANTS AND ANIMALS

3.1 ARCTIC MARINE FOOD WEBS

3.2 MARINE MAMMALS

3.2.1 WHALES

3.2.1.1 Bowhead Whale

3.2.1.2 White Whale (Beluga)

3.2.1.3 Other Whales

3.2.2 SEALS

3.2.2.1 Ringed Seal

3.2.2.2 Bearded Seal

3.2.2.3 Pacific Walrus, Other Seals and Sea Lions

3.2.3 POLAR BEAR

3.2.4 ARCTIC FOX

3.3 BIRDS

3.4 FISH

3.4.1 THE PHYSICAL ENVIRONMENT AND FISH DISTRIBUTION

3.4.2 SPECIES COMPOSITION

3.4.3 ANADROMOUS SPECIES

3.4.4 MARINE SPECIES

3.4.5 LIFE HISTORY AND DISTRIBUTION OF COMMON ANADROMOUS SPECIES

3.4.5.1 Arctic Char

3.4.5.2 Arctic Cisco

3.4.5.3 Least Cisco

3.4.5.4 Bonck Smelt

3.4.5.5 Humpback Whitefish

3.4.5.6 Broad Whitefish

3.4.5.7 Inconnu

3.4.6.1 Arctic Cod

3.4.6.2 Fourhorn Scallop

3.4.6.3 Pacific Herring

3.4.6.4 Capelin

3.4.6.5 Smeltfish

3.4.6.6 Other Marine Species

3.5 LOWER TROPHIC LEVELS

3.5.1 PHYSICAL CHARACTER OF THE BEAUFORT AND CHUKCHI REGION

3.5.2 NUTRIENTS

3.5.2.1 Nutrient Supply Mechanisms

3.5.2.2 Nutrient Regeneration and Availability

3.5.3 BACTERIA

3.5.4 PHYTOPLANKTON

3.5.4.1 Species Composition and Abundance

3.5.4.2 Primary Productivity

3.5.5 ZOOPLANKTON

3.5.5.1 Species Composition

3.5.5.2 Distribution and Abundance

3.5.6 BENTHIC FLORA AND FAUNA

3.5.6.1 Zoobenthos

3.5.6.2 Macrophytic Algae

3.5.6.3 Benthic Microalgae

3.5.7 EPONIC COMMUNITIES

3.5.7.1 Epontic Flora

3.5.7.2 Epontic Fauna

3.5.7.3 Trophic Relationships

3.6 RESOURCE USE

3.6.1 SEALS AND WALRUS

3.6.1.1 Seal

3.6.1.2 Walrus

3.6.2 WHALES

3.6.2.1 Bowhead Whale

3.6.2.2 White Whale (Beluga)

3.6.2.3 Other Whales

3.6.3 POLAR BEAR

3.6.4 ARCTIC FOX

3.6.5 BIRDS

3.6.6 FISH

Tabell 3: Innhold og sentrale parametre i oversikt over det fysiske og biologiske miljøet i Beauforthavet.

MATRIK 2-1 POTENTIAL REGIONAL IMPACTS OF NORMAL HYDROCARBON DEVELOPMENT ACTIVITIES ON THE BIOLOGICAL RESOURCES OF THE OFFSHORE AND COASTAL ZONE OF THE BEARFOOT SEA 1993-2000		MAMMALS					BIRDS					FISH			LOWER TROPHIC				
		WHITE WHALE	BOYDHEAD WHALE	RINGED SEAL	BEARDED SEAL	POLAR BEAR	ARCTIC FOX	LOONS	DUCKS	GOOSE/WANS	SHOREBIRDS	JACOB/WULLSTERING	ALCIDES	OTHER BIRDS	DELTIC MARINE	ANADROMOUS	SPONTIC ORGANISMS	PLANKTON	BENTHIC SP/FAUNA
● COMMON WASTES AND DISTURBANCES																			
HUMAN PRESENCE						◊	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
SOLID WASTES						◊	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TREATED SEWAGE	VESSELS	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	EXPLOR./PRODUCT. FACILITIES	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	SHOREBASES	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AIR EMISSIONS						◊	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AIRBORNE NOISE	AIR TRAFFIC			◊	◊	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	OTHER MOBILE SOURCES			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	STATIONARY SOURCES			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
UNDERWATER SOUND	MOBILE SOURCES	◊	◊	◊	◊									○	○				
	STATIONARY SOURCES	◊	◊	○	○									○	○				
ARTIFICIAL ILLUMINATION	OFFSHORE			○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	SHOREBASES			○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
● OFFSHORE PLATFORMS																			
SEEDING PROGRAMS		○	○	○	○								○	○	○	○	○	○	○
S.O.P. FLUID		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TRITIATED WATER		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PHYSICAL PRESENCE		○	○	○	○	◊	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
DRILLING WASTES		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
COMPLETION FLUIDS		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
FORMATION WATER		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
OILY WASTE		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
HEATED COOLING WATER		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
CEMENT		○	○	○	○								○	○	○	○	○	○	○
GAS FLARES						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
● DREDGING																			
PHYSICAL OPERATION		◊	◊	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TURBIDITY PLUMES		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
SUBSTRATE DISTURBANCE		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
● SUBSEA PIPELINES																			
DREDGING		◊	◊	○	○	◊	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
VESSEL TRAFFIC		◊	◊	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ICEBREAKING		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ARTIFICIAL SUBSTRATES														○	○	○	○	○	○
SUBSEA COMPLETIONS		○	○	○	○									○	○	○	○	○	○
● MARINE VESSEL TRAFFIC																			
LOCAL TRANSPORT	OPEN WATER SEASON	○	○	○	○									○	○	○	○	○	○
	ICEBREAK/LANDFAST ZONE	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ICEBREAK/TRANSITION ZONE	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TANKER TRAFFIC	ICEBREAKING	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	BALLAST WATER	○	○	○	○									○	○	○	○	○	○
POTENTIAL IMPACTS (ASSUMING SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF MITIGATIVE MEASURES DESCRIBED IN TEXT)																			
LEGEND: ○ NEGLIGIBLE ◊ MINOR ● MODERATE ■ MAJOR																			

Fig 2: Interaksjonsmatrise, aktivitet og biologisk miljø. Begrepene negligible, minor, moderate og major er definert i tabell 4.

De forskjellige aktivitetene er listet i den vertikale kolonnen mens de sentrale biologiske parametrene er vist i den horisontale kolonnen. En har ikke vist sesongvariasjoner, og det er heller ikke skilt mellom lang- og korttidseffekter. Dette har en imidlertid gjort for landområdene.

TABLE 1-1 DEFINITIONS USED FOR DETERMINING THE DEGREE OF IMPACT ON BIOLOGICAL RESOURCES (EXCLUDING TERRESTRIAL VEGETATION) IN EACH DEVELOPMENT REGION
<p>A MAJOR IMPACT exists when a regional population or species may be affected to a sufficient degree to cause a decline in abundance and/or a change in distribution beyond which natural recruitment (reproduction and immigration from unaffected areas) would not likely return that regional population or species, or any population or species dependent upon it, to its former level within several generations.</p>
<p>A MODERATE IMPACT exists when a portion of a regional population may be affected to a sufficient degree to result in a change in abundance and/or distribution over more than one generation of that portion of the population or any population dependent upon it, but is unlikely to affect the integrity of any regional population as a whole.</p>
<p>A MINOR IMPACT exists when a specific group of individuals of a population in a localized area and over a short time period (one generation) may be affected, but other trophic levels are not likely to be affected in a manner which is considered regionally significant, or the integrity of the population itself is not significantly affected.</p>
<p>A NEGLIGIBLE IMPACT exists when the degree of the anticipated biological effects are less than minor.</p>

Tabell 4: Definisjoner av uttrykkene negligible, minor, moderate.

Bind 5 er en vurdering av de sosio-økonomiske effekter av olje og gass utviklingen i Beauforthavet. Hovedsiktemålene for disse vurderingene var:

- Klargjøre og forutsi størrelsen og typen av vekst som olje og gassutbyggingen vil medføre.
- Demonstrere hvordan denne veksten kan påvirke den nordlige befolkningen, den økonomiske strukturen og det sosiale mønsteret i nordområdene.
- Gi politiske anbefalinger som vil forsterke de positive sider ved utviklingen samt redusere de negative effektene.

Bind 6 gir en vurdering av hva som vil skje ved et større oljeutslipp, enten ved utblåsning eller ved grunnstøtning av en tankbåt. Det drøftes her hvordan en antar at olje opptrer i is, og videre er det gitt en oversikt over hvilke teknologi og beredskapsplaner som er tilgjengelige. Det er også utarbeidet oljedriftsmodeller for en rekke typer oljesøl-scenarier, samt at det er gitt en vurdering av effekten av de respektive scenarier på det biologiske miljøet.

Bind 7 gir en oversikt over oppfølgingen av konsekvensanalyser og hvilken forskning og overvåkning som må gjennomføres. Det gis også en oversikt over den forskning som har og som fortsatt drives av myndigheter og industri i området. Sentralt i denne diskusjonen er ansvarsfordelingen mellom industri og myndigheter.

I følge selskapene Dome, Esso og Gulf er myndighetenes oppgave:

Myndighetenes ansvar er å beskrive det biofysiske og det sosio-økonomiske miljøet, etablere kriterier for beskyttelse av miljøet, fastslå behovet samt delta i utvikling og gjennomføring av tiltak for å hindre og/eller redusere negative effekter på miljøet, samt evaluere industriens aktiviteter i relasjon til eksisterende og foreslått politikk fra myndighetene.

Industriens oppgaver er:

Å beskrive innhold og omfang av sin aktivitet, samt de miljømessige effektene og hvilke motiltak som må utføres. Videre gjennomføre overvåkning av effektene av motiltak i forhold til miljømessige standarder og kriterier, samt gjennomføre forskning og utvikling av praktiske tiltak for å redusere miljømessige effekter av den industrielle virksomheten.

Det fastslås videre at selv om myndigheter og industri har forskjellige ansvarsområder, må forskning og overvåkning av miljøet skje i fellesskap. Tabell 5 gir et utdrag av den forskning som ble foreslått utført.

Tabell 5: Forskning og overvåkning foreslått i Beaufort Sea EIS, utdrag, se ellers bind 7.

TABLE 4-1
SUMMARY OF PROPOSED RESEARCH-MONITORING PROGRAMS

Main Subject Heading	Study Section and Title	1982	1983	1984	1985	1986	Principal Participants
ICE RESEARCH-MONITORING	3.2.1.1 Measurement of Ice Loads and Stages of Interactions with Offshore Platforms	-----					EIS Proponents
	3.2.1.2 The Effect of Offshore Drilling Structures on Neighboring Ice Regimes	-----					EIS Proponents
	3.2.1.3 Strength of Multi-Year Ice	-----					Industry
	3.2.1.4 Driving Forces Within Pack Ice	-----					Industry
	3.2.1.5 Ice Scour of Underwater Island Slopes	-----					Industry
	3.2.1.6 Protection of Offshore Drilling Structures by Ice Rubble	-----					Industry
	3.2.1.7 Growth and Decay of Ice Rubble Around Offshore Structures	-----					Industry
	3.2.1.8 Optimal Island Geometries	-----					Industry
	3.2.1.9 Refinement of Ice Occurrence Statistics and Ice Geometries	-----					Industry / Government
	3.2.1.10 Methods for Breaking Extreme Ice Features	-----					Industry
	3.2.1.11 Ice Conditions Along Shipping Routes	-----					Industry / Government
GEO-TECHNICAL RESEARCH	3.2.2.1 Refinement of the General Surficial Seafloor Model	-----					Industry / Government
	3.2.2.2 Development of a Tectonic Model and Refinement of Seismic Design Criteria	-----					Industry / Government
	3.2.2.3 Evaluation of Drilled-Fill Stability	-----					EIS Proponents
	3.2.2.4 Surveys to Identify Potential Seafloor Hazards	-----					Industry / Government
ICE SCOURING RESEARCH	3.2.3 ICE SCOURING RESEARCH	-----					Industry

--- PROGRAM PLANNED - - - - TIME-FRAME UNCERTAIN ? TERMINATION DATE UNCERTAIN

TABLE 4-1 (Cont'd)
SUMMARY OF PROPOSED RESEARCH-MONITORING PROGRAMS

Main Subject Heading	Study Section and Title	1982	1983	1984	1985	1986	Principal Participants
REMOTE SENSING AND ICE FORECAST RESEARCH	3.2.4.1 Ice Forecast Research	-----					Industry / Government
	3.2.4.2 Ice Surveillance Systems	-----					Industry / Government
	3.2.4.3 Image and Data Processing Systems to Support Tanker Navigation	-----					Industry / Government
WELLBORE RESEARCH	3.2.5.1 Geotechnical Evaluation of the Effect of Permafrost on Casing	-----					Industry
ARTIFICIAL ISLAND CONSTRUCTION	3.2.6 ARTIFICIAL ISLAND CONSTRUCTION	-----					Industry
OCEANOGRAPHIC RESEARCH-MONITORING	3.2.7.1 Oceanographic Studies along Proposed Shipping Routes	-----					Industry / Government
	3.2.7.2 Oceanographic Climatological Studies	-----					Industry
	3.2.7.3 Current and Wave Studies in Relation to Submerged Sand Surface Erosion	-----					Industry
	3.2.7.4 Northwest Passage Program	-----					Industry
	3.2.7.5 Bathymetric Studies	-----					Industry / Government
	3.2.7.6 Wave Hindcast Studies	-----					Industry
ARCTIC VESSEL RESEARCH	3.2.8.1 Arctic Transportation Systems	-----					Dome Petroleum Ltd./Gulf Canada Resources Inc. EIS Proponents
	3.2.8.2 Floating Drilling Systems	-----					Dome Petroleum Ltd.
	3.2.8.3 Arctic Dredges	-----					Dome Petroleum Ltd.
PHYSICAL PROGRAMS RELATED TO ONSHORE DEVELOPMENT	3.2.8.4 Hydrology	(dependent on development timetable)					Industry / Government
	3.2.8.2 Water Quality	(dependent on development timetable)					Industry / Government
	3.2.8.3 Geology and Soils	(dependent on development timetable)					Industry / Government
	3.2.8.4 Air Quality	(dependent on development timetable)					Industry / Government

TABLE 4-1 (Cont'd)
SUMMARY OF PROPOSED RESEARCH-MONITORING PROGRAMS

Main Subject Heading	Study Section and Title	1982	1983	1984	1985	1986	Principal Participants
MAMMAL STUDIES	3.3.1.1 Bowhead Whales	-----					EIS Proponents
	3.3.1.2 Beluga Whale Monitoring	-----					Industry
	3.3.1.3 Seals	-----					EIS Proponents / Government
	3.3.1.4 Underwater Sound	-----					Industry
	3.3.1.5 Polar Bears	-----					Industry / Government
	3.3.1.6 Porcupine Caribou	(dependent on development timetable)					Industry / Government
	3.3.1.7 Carnivore Den Surveys	(dependent on development timetable)					Industry / Government
BIRD STUDIES	3.3.2.1 Waterfowl	-----					Industry / Government
	3.3.2.2 Raptors	(dependent on development timetable)					Industry / Government
FISH AND FISH HABITAT STUDIES	3.3.3.1 Fish Surveys	(dependent on development timetable)					Industry / Government
	3.3.3.2 Fish Habitat Studies	(dependent on development timetable)					Industry / Government
BENTHIC INVERTEBRATE STUDIES	3.3.4.1 Dredging Effects on Benthic Invertebrates	-----					Dome Petroleum Ltd./Gulf Canada Resources Inc.
	3.3.4.2 Biological Oceanographic Studies	-----					EIS Proponents
MARINE ENVIRONMENTAL MONITORING PROGRAM FOR THE TURKTOYAKTUK PENINSULA	3.4 MARINE ENVIRONMENTAL MONITORING PROGRAM FOR THE TURKTOYAKTUK PENINSULA	-----					Dome Petroleum Ltd.
ACCIDENTAL SPILLS EQUIPMENT DEVELOPMENT	3.5.1.1 Air-Portable Incinerator	-----					COOBRA
	3.5.1.2 Sub-Sea Containment	-----					COOBRA/APOA
ACCIDENTAL SPILLS SHORELINE RESEARCH	3.5.2.1 Tanker Route Snowline Protection, Clean-up and Restoration Manual	-----					EIS Proponents
	3.5.2.2 Coastal Vegetation Surveys	-----					APOA
	3.5.2.3 Shoreline Spill Response Techniques	-----					EIS Proponents

TABLE 4-1 (Cont'd)
SUMMARY OF PROPOSED RESEARCH-MONITORING PROGRAMS

Main Subject Heading	Study Section and Title	1982	1983	1984	1985	1986	Principal Participants
ACCIDENTAL SPILLS COMBUSTION RESEARCH	3.5.3.1 Burning of Oil in Tankers	-----					COOBRA/APOA
	3.5.4.1 Contingency Plan for Production and Transportation	-----					Industry
ACCIDENTAL SPILLS CONTINGENCY PLANNING	3.5.4.2 Spill Response Equipment for Production Installations and Transportation Systems	-----					APOA
	3.5.5.1 Emulsions-in-Ice Study	-----					COOBRA
ACCIDENTAL SPILLS FIELD RESEARCH	3.5.5.2 Fire-Proof Boom Field Trials	-----					COOBRA
	3.5.5.3 Recirculating Kin Field Trials	-----					Beaufort Sea Co-op/Dome Petroleum Ltd.
	3.5.5.4 Arctic Skimmer Field Trials	-----					Beaufort Sea Co-op/Dome Petroleum Ltd.
OILSPILL REMOTE SENSING AND TRACKING	3.5.6.1 Oil on Water	-----					APOA
	3.5.6.2 Oil In and Under Ice	-----					APOA/COOBRA
	3.5.6.3 Oilspill Tracking and Prediction Modeling	-----					Industry
DISPERSANT RESEARCH	3.5.7.1 Cold Water Dispersants	-----					COOBRA
	3.5.7.2 Studies on Areas of Application	-----					COOBRA
	3.5.7.3 Techniques for Dispersant Application	-----					COOBRA

HØRING OG PANELETS RAPPORT

Panelet besøkte 22 lokalsteder og hadde i tillegg generelle offentlige høringer i større regionale sentra. Panelets medlemmer hadde ca 30 000 sider med dokumentasjon. De leverte sin endelige rapport juli 1984, ca 1 1/2 år etter at de hadde mottatt konsekvensanalysen fra industrien, eller fire år etter at de var oppnevnt (vedlegg 5).

Panelets hovedkonklusjon var at produksjon og transport kunne aksepteres under forutsetning av nøye overvåkning og at en startet i liten skala, som så kunne utvides etter hvert som en fikk erfaring. Det ble spesielt lagt vekt på at tankbåttransport først kunne gjennomføres etter ytterligere forskning og kun som et innledende testprosjekt.

Panelet gav 83 "recommendations" eller anbefalinger under følgende hovedtemaer:

- Oljesøl og risiko
- Det menneskelige miljø
- Naturmiljøet
- Kompensasjon
- Myndighetens styring

Risikoen for et større oljesøl ble ansett som et av de største problemene, og det ble anbefalt at industri og myndigheter i samarbeid utarbeidet beredskapsplaner før produksjonen begynte. Det ble også lagt vekt på anbefalinger for hvordan befolkningen i nord kunne dra fordeler av den økonomiske stimulans som olje og gass virksomheten representerte. Det ble her gitt anbefalinger vedrørende infrastruktur, sosiale tiltak osv.

Som en innledning til sine anbefalinger for forskning og overvåkning av det biologiske og fysiske miljøet ble det gitt en generell kommentar til forskning.

When a proposal for a new large-scale development in Canada is subjected to an environmental review, the ensuing recommendations are likely to be based mainly upon knowledge and opinion derived from past research and the personal opinions of many individuals. With respect to the North, past EARP panels and the present Panel, were faced with many contentious issues that cannot be resolved given the existing state of research. Fortunately, there has been a great increase in site-specific and applied research in the Beaufort Sea-Mackenzie Delta region since the early 1960's; unfortunately, there has been no such increase in basic research. Consequently, a variety of important environmental concerns associated with a project of the magnitude of the Beaufort Sea-Mackenzie Delta region oil and gas proposal must remain unanswered until further basic research is completed.

The Panel has been informed that government funding for basic research has been reduced significantly in real terms in Canada in the past decade. Basic research, whether in government or supported by government in the private sector, appears increasingly dependent upon project-specific financing. Therefore, short-term applied research tends to dominate over long-term basic research whose results, in the short term, may be intangible. During the General Sessions, for example, the most helpful advice given to the Panel on contentious environmental issues frequently came from scientists, from inside or outside of government, who carried out long-term basic research in the North.

One of the further consequences of the decade-long reduction in Arctic research has been a movement of scientists from government to industry. During the General Sessions, the Panel at times realized more expertise now exists within the industrial sector than in government in a number of important areas of government responsibility. This makes it difficult for the responsible government departments to make judgements about scientific and technical evidence submitted to various regulatory bodies.

In spite of the very large areas of land and sea in the Arctic, the importance to northern people of a sustained renewable resource economy and the significance to Canadian sovereignty of an adequate knowledge of the Arctic, Canada does not have integrated, focused policy or programs for Arctic research. The lack of policy is regrettable and has led to a fragmented approach to the design and application of efficient research programs.

Panelet gav også uttrykk for at ansvaret for grunnforskning i nord er myndighetenes oppgave:

The Panel believes that the ultimate responsibility for basic research in the North rests with government, and that govern-

ment must ensure a balance between applied and basic research so that development in the North is not adversely affected by a lack of basic research into the biophysical environment.

Videre anså panelet at:

The basic research programs should be viewed as the cost of doing business. The only alternative policy would be for government to discourage all development.

En sentral konklusjon for Panelet vedrørende forskning var at:

In the Panel's opinion, if long-term basic research is not carried out into the recommended research topics, governments, regulatory authorities, monitoring agencies and others will be required to make important decisions on many environmental concerns without complete or adequate knowledge.

En nærmere oversikt over de foreslåtte forskningsprosjekt innen oljesøl og risiko og naturmiljøet er vist i tabell 6. Anbefalinger vedrørende myndighetens ansvar se tabell 7.

Tabell 6: Utdrag av anbefalinger vedrørende forskning og overvåking av det biologiske og fysiske miljøet og innen oljesøil.

10.4 The Natural Environment

The Panel has made four **principal** recommendations in the Natural Environment Section. The Panel recommends that:

22. the Government of Canada approve the use of oil tankers to transport Beaufort Sea oil only if:
 - a) a comprehensive government Research and Preparation Stage is completed by governments and industry, and
 - b) a Two Tanker Stage using Class 10 oil-carrying tankers demonstrates that environmental and socio-economic effects are within acceptable limits;
23. upon application, the transport of oil from the Beaufort Sea-Mackenzie Delta region through the Mackenzie Valley only be authorized to begin through a single, small-diameter buried pipeline;
24. a comprehensive public review on socio-economic grounds for a future large diameter oil pipeline (e.g. 1000 mm) be undertaken if it is the initial mode for transporting oil through the Mackenzie Valley;
25. no port or supply base be permitted west of Key Point.

With respect to pollutants entering the marine environment, the Panel recommends that:

26. the discharge of formation waters containing hydrocarbons and trace metals to the Beaufort Sea be avoided. Formation waters containing these substances must be reinjected to the reservoir at the earliest date feasible. Until that date, any discharge of formation waters must meet government environmental standards;
27. an integrated regional hazardous and toxic chemical management strategy be prepared by the Department of Indian Affairs and Northern Development in consultation with the Department of the Environment, the Department of Fisheries and Oceans, the territorial governments and the Proponents for the handling, transport, storage, use and disposal of hazardous and toxic substances;
28. the Proponents' contingency plans for responding to spills and other accidents involving hazardous or toxic chemicals be subjected to regulatory review and approval;
29. the Department of Fisheries and Oceans and the Department of the Environment design a program to determine the fate of hydrocarbons, trace metals and hazardous substances in the Beaufort Sea originating from industry activities.

10.2 Oil Spills and Risk

The Panel has made a number of recommendations on the subject of oil spills, and the importance of preventing them and being fully prepared in the event that one occurs. The Panel recommends that:

3. the Proponents, the Department of the Environment and the Department of Fisheries and Oceans co-operate in a program to improve and validate oil-spill trajectory models that would be workable by the time production commences;
4. the Proponents complete sensitivity mapping of all areas potentially affected by oil spills in the production zone and along transportation routes before any transportation of oil takes place;
5. the Minister of the Environment and the Leaders of the Government of the Northwest Territories and the Government of Yukon jointly set minimum standards for oil-spill clean-up capability under various conditions and seasons of the year in the Beaufort Sea production zone and along any subsequent transportation corridors recognizing that sensitive areas will require especially stringent standards;
6. the Proponents' oil-spill contingency plans be formally reviewed and subject to approval by the appropriate government agencies before production drilling is allowed, and that regular test exercises be held to verify emergency response procedures and capabilities of the Proponents;
7. local people continue to be trained and employed through local businesses in the use of oil-spill clean-up procedures and equipment, and that these opportunities be extended to include other types of environmental protection programs;
8. the Government of Canada establish an effective funding mechanism immediately to ensure that the Department of the Environment, with the cooperation and participation of the Department of Fisheries and Oceans and the Department of Indian Affairs and Northern Development, continue research on oil-spill clean-up equipment and on the behaviour, detection and effects of oil spills in the Arctic marine, fresh water and terrestrial environments.

On the matter of wildlife, birds and fish, the Panel recommends that:

35. the Government of Canada provide adequate funding to the Government of the Northwest Territories to resume an effective monitoring program on polar bears of the Beaufort Sea and Parry Channel regions to enhance management and protection of this species;
36. the Department of Fisheries and Oceans conduct the research programs necessary to:
 - a) identify distribution of seals along the proposed tanker route; and
 - b) determine the effects of icebreaking on seal behaviour and mortality, including the loss of pups due to flooding of dens;
37. the Government of Canada explore the possibility of an international research program on the biology, distribution and ecology of the bowhead whale;
38. the Department of Fisheries and Oceans undertake research programs on beluga whales to develop effective monitoring and mitigation programs;
39. the Department of Fisheries and Oceans conduct research to define better both narwhal distribution patterns and the potential impacts of tanker traffic upon the species;
40. the Department of Fisheries and Oceans, as part of an Arctic coastal and estuarine fisheries research and management program, identify and study fish habitats within the Beaufort Sea coastal area, and fish species which could be sensitive to oil and gas production and transportation to develop effective monitoring and mitigation programs;
41. the Canadian Wildlife Service of the Department of the Environment expand the existing commitments to research on the most important Arctic marine and terrestrial bird species likely to be affected by the proposed development so that adequate baseline data are available for monitoring and mitigation programs;
42. ship passage through polynyas be conducted in a manner that will minimize impacts on marine mammal and bird populations, and that further studies be conducted of the Cape Bathurst and Eastern Lancaster Sound polynyas to help define the best procedures to minimize impacts from ship traffic and from oil spills;
43. the Government of Canada provide full financial support to the Canadian Wildlife Service of the Department of the Environment and the Department of Renewable Resources of the Government of Yukon to undertake the following to allow the design of effective mitigation and monitoring programs:
 - a) specific research related to the reaction of caribou to vehicle traffic and to overflight by jet aircraft;
 - b) specific research on the Yukon North Slope caribou range ecology, particularly summer ecology, including the importance of insect relief habitat; and
 - c) computer simulation modelling of caribou population dynamics.

Tabell 7: Hovedanbefalinger vedrørende myndighetens oppfølging og ansvar innen forskning og overvåkning.

60. the Government of Canada make a commitment to a three-year program of accelerated Arctic research that includes the following elements:
- a) a federal policy for Arctic research which provides a national focus for short and long-term Arctic research and provides a mechanism for funding this research;
 - b) a commitment to encourage research in the North by northerners;
 - c) increased support for basic research during this period for federal agencies such as the Arctic Biological Research Station, the Canadian Wildlife Service, the Ocean Sciences and Surveys Directorate, the Polar Continental Shelf Project, and other centres of Arctic expertise;
 - d) a program designed to strengthen university centres for Arctic research;
 - e) a special tax write-off for the cost of industry-sponsored research in the Arctic that is made public within two years of the completion of field work; and
 - f) funding for NOGAP.

Som det framgår legges det vekt på at myndighetene bygger opp egen kompetanse, og styrker såvel grunnforskning som den mer anvendte forskning, dette gjennom NOGAP, dvs "Northern Oil and Gas Action Plan". I tillegg kommer myndighetens gjennomgang av behovet for overvåkning gjennom arbeidet i Beaufort Environmental Monitoring Project, BEMP. En nærmere omtale av NOGAP blir gitt i delrapport "Målsetting, organisering og finansiering av miljørelatert forskning i arktisk Canada". BEMP blir omtalt senere i denne rapporten.

KRITIKK OG REAKSJONER PÅ KONSEKVENSANALYSEN OG PANELETS KONKLUSJON

Beaufort Sea EIS og Panelets konklusjon er den konsekvensanalyse som er gitt størst oppmerksomhet i Canada. Gjennom hele prosessen var en rekke personer, grupper, forskjellige myndigheter, lokalbefolkning, industri, forskningsinstitusjoner involvert. Som en samlet konklusjon gjelder at i hovedsak var alle parter tilfreds med resultatet. Panelets konklusjon var at utbygning kunne finne sted, innledningsvis i liten skala for å vinne erfaring. Industrien ble således ikke stoppet i sine planer om utbygning. Panelet gav videre en rekke anbefalinger vedrørende forskning og overvåking som måtte iverksettes før og samtidig med utbygning. Myndigheter og lokalbefolkning vil således få informasjon for ytterligere å vurdere effekten av virksomheten og derved stå bedre rustet til å planlegge og styre virksomheten. Fra Panelets side ble det også lagt vekt på at myndighetene måtte øke sin egen innsats for å være bedre rustet til å administrere og regulere virksomheten.

Et sentralt punkt ved hele utredningen er at industrien har vist at de kan sette sine utbygningsplaner i en større sammenheng. Motiveringen for å utarbeide analysen kan også sees som et uttrykk for å demonstrere at industrien er "stueren", og at den i planlegging av et industriprosjekt også kan ta hensyn til andre sider enn det rent økonomiske. Kostnaden av analysen er anslått til vel 15 mill C\$, et beløp tilsvarende 30% av et borehull. I den store sammenheng er selve kostnaden for analysen underordnet de beløp som nyttes til utforskning og produksjon. I det følgende blir det presentert kritikk og kommentarer til de forskjellige ledd i hele prosessen.

Guidelines/Retningslinjer

Innholdet i Panelets retningslinjer synes i hovedsak å dekke det som var intensjonen, imidlertid kunne de være for vage, og industrien hadde ønsket klarere spesifikasjoner. Imidlertid ble retningslinjene utarbeidet for sent. Som nevnt tok det 15 måneder før den endelige versjonen forelå, og industrien hadde da startet arbeidet med analysene basert på hva de forventet skulle være innholdet! Lista over manglende opplysninger, se vedlegg 6, som ble utarbeidet av Panelet kan sees som et uttrykk for

Industriens iver etter å komme i gang

Panelets noe langdryge arbeid med retningslinjene

Tidsramme

Hovedformålet for analysen var å gi en vurdering av utbyg-
ningsplanene på et tidlig tidspunkt. Prosessen i sin helhet tok
fire år, og for alle parter er dette for lang tid. Det synes å
være enighet om at sammenstilling og høring av en konsekvensana-
lyse bør skje langt raskere.

Informasjonsmengde og tilgjengelighet

Totalt omfattet analysen 30000 sider, og denne store
informasjonsmengden representerte en barriere for almenheten.
Ytterligere dokumentasjon var ikke alltid egnet til å oppklare
et spørsmål, men heller egnet til å gjøre menigmann ytterligere
forvirret.

Som et dokument for offentligheten må en søke å få en så
enkel og oversiktlig dokumentasjon som mulig. Et fundamentalt
problem er at vurdering av konsekvenser på det biologiske,
fysiske og det sosio-økonomiske miljøet ikke kan fastslås med

sikkerhet. Hele vurderingen er basert på antagelser og statistikk. Det kan ikke gis noe enkelt og entydig svar. Konklusjonene vil måtte bygge på en rekke antagelser, og dersom disse utelates eller overforenkles vil en ikke få fram usikkerheten i vurderingene.

Presentasjon av konsekvensanalysenes konklusjoner

Interaksjons-matriser er brukt til å framstille effekten av virksomheten, og en nytter en fire-deling, se figur 2. Panelet anså dette som en enkel, men også effektiv metode for å oppsummere konsekvensene av utviklingen. Metoden gir imidlertid ikke rom for å vurdere langsiktige og kumulative effekter. Inndeling i fire nivåer ansees som vel skjematisk til å gi et nyansert bilde av effektene. Panelet konkluderte imidlertid med at en pr. idag ikke kjenner til metoder for å løse disse innvendingene, og at framstillingen i Beaufort Sea EIS med interaksjonsmatriser representerer en tilfredstillende metode. Det kan nevnes at også i konsekvensanalysene for Hybernia, Grand Bank utenfor Canadas østkyst som nylig er offentliggjort også nytter et tilsvarende system. En har imidlertid supplert tabellene med utfyllende tekst, se forøvrig vedlegg 10, bind 3B.

Konsekvensanalysenes betydning

Konsekvensanalysene er i hovedsak ment som en informasjon til offentligheten. Det er åpenbart at systemet med konsekvensanalyser også har en stor effekt innad i industrien og hos myndighetene. "Trusselen" om en offentlig høring representerer en utfordring hos den som planlegger et prosjekt. Innad i departementene og i industrien må en ta større hensyn til effektene av et

prosjekt enn det som ville vært gjort. Ledelsen i departementene og i industrien vil som følge av dette lettere bevilge midler til miljøundersøkelser og utredninger.

Myndighetenes oppfølging av Panelets konklusjoner

Sentralt i Panelets konklusjoner var økt innsats fra industri og spesielt myndigheter innen forskning og overvåkning av miljøet i nord. Det ble gitt en rekke anbefalinger som nødvendige ledd som en del av utbygningen.

I programmet NOGAP, Northern Oil and Gas Action Plan, med en årlig budsjetttramme på 35 mill C\$ har myndighetene forsøkt å samle deler av sin virksomhet. Prosjektet er mer utførlig presentert i delrapporten: Målsetting, organisering og finansiering av miljørelatert forskning i arktisk Canada.

Sentralt i oppfølgingen står også BEMP, Beaufort Environmental Monitoring Project. Dette er et forum hvor en definerer de mest relevante overvåkningsoppgaver. Midlene for oppgavene som defineres må søkes andre steder, f.eks NOGAP. BEMP blir forøvrig omtalt mer inngående senere i denne rapporten.

Gjennom konsesjonsfondet ESRF, Environmental Studies Revolving Fund, som myndighetene har pålagt oljeselskapene, kanaliseres også prosjekter og midler for bedre å kunne gjennomføre samt vurdere virksomheten i nord. For nærmere omtale av ESRF, se delrapport: Målsetting, organisering og finansiering...

GENERELL KRITIKK AV MILJØUNDERSØKELSER OG KONSEKVENSANALYSER

Allerede før utarbeidelsen av Beaufort Sea EIS var det klart at miljøundersøkelser og etterfølgende konsekvensanalyser var blitt for kompliserte og spesielt var de innledende miljøundersøkelsene i liten grad rettet mot de etterfølgende konsekvensanalyser. I juni 1980 ble det satt ned et arbeidsutvalg, finansiert hovedsakelig fra myndighetene, men også med støtte fra industrien. Mandatet var:

Environmental impact assessment in Canada has evolved into a fairly complicated sociopolitical phenomenon involving extensive administrative support systems. However, there is a growing concern within the assessment community that the scientific requirements and implications of such highly developed administrative procedures have not received similar attention. This report presents the results of a two-year project designed to address this concern in the Canadian context.

The objective of the project was to determine the extent to which the science of ecology could contribute to the design and conduct of assessment studies and to recommend ways in which this could realistically be achieved. In so doing, it was recognized that ecological considerations represent only a portion of the total range of factors involved in environmental impact assessment. However, it was considered past the time at which the scientific substance of impact assessment should be examined in light of the requirements being dictated by procedural developments.

Rapporten (vedlegg 7) bygger i stor grad på konklusjoner fra en rekke arbeidsmøter med forskere, representanter fra myndigheter og industri samt konsulentfirmaer. I sin vurdering av miljøundersøkelser og konsekvensanalyser konkluderer rapporten med:

Any substantial upgrading of the scientific quality of environmental impact assessment is to some degree constrained by the lack of common perspective among the participating groups. From a scientific perspective, the basic dilemma is that environmental impact assessment is the result of public pressure and political motivation; its origins cannot be traced back to either the requirements or outputs of science. Therefore, at one end of the spectrum are the government administrators who tend to see environmental assessment as the fulfillment of the required procedures or guidelines. At the other extreme are the research scientists who become involved in the development and review of impact assessment documents but often doubt whether it is an acceptable forum in which to rigorously apply the scientific method. From an industrial perspective, impact assessment is tied directly to project approval and licensing. Caught in the middle are the consultants who are expected to practice good science in a politically motivated system.

As there has been little agreement on the objectives for impact assessment, there has been even less agreement on what should be done at the applied level. As a result, no common operational definition of environmental impact assessment has emerged beyond the procedural direction provided by government guidelines, policies or legislation. Neither the practitioners nor the reviewers have had common reference standards with which to gauge the ecological requirements or merits of assessment studies.

The result of this combination of attitudes, perceptions and constraints has been very dilute application of scientific principles and concepts to environmental impact assessment in Canada. The so-called 'shotgun' approach has prevailed, with comprehensive but superficial coverage of all elements of the environment, regardless of their relevance to project decisions. The review of more than 30 Canadian environmental impact statements showed that, in general, they lacked a recognizable investigative design within which ecological relationships could be studied. Rarely was there a central conceptual or analytical theme to guide the collection and interpretation of data. Predictions, where they occurred, were commonly vague and of questionable value to project decision-making. There is no evidence to indicate that the adoption of a more consistent ecological approach to environmental impact assessment would pose extraordinary operational difficulties. The few studies reviewed that did involve a comprehensive ecological framework and were based on well-directed research programmes were completed within the time normally available for impact assessment studies.

En sentral konklusjon i rapporten er at baseline studier ikke skal gjennomføres som første ledd i en konsekvensanalyse. En skal først gjennomføre en økologisk karakterisering, hvor hovedformålet er:

For Initial Understanding— Contrary to current practices, baseline studies should not be the first set of activities undertaken in an impact assessment. It is argued that such studies should be preceded by an ecological characterization. The objective should be to gain an appreciation for such features as the biological resources important to man, the major components of their habitat, the key biological processes and the main physical driving forces such as climatic conditions and transport mechanisms. Only after the results of the ecological characterization have been incorporated into the study strategy should baseline studies be undertaken. At this stage the potential range of basic ecological linkages between the project and the ecosystem will have been considered and the result of an ecological scoping exercise will have narrowed down the possible avenues for predictive studies and the need for specific information.

Først når denne karakteriseringen er gjennomført kan baseline studiene gjennomføres. En skal legge vekt på å studere parametre som kan inngå i et meningsfullt, etterfølgende overvåkingsprogram. Baseline studiene har som hovedformål å framskaffe data for en kvalitativ modell av utvalgte parametre.

Denne kritikken kan også sees i sammenheng med den kritikken som er reist mot to store baseline studier, The Beaufort Sea Project (1973-1975) og Eastern Arctic Marine Environmental Studies, EAMES (1977-1979), samt mot en baseline studie utenfor Alaska, The Alaskan Outer Continental Shelf Environmental Assessment Program, OCSEAP. I en vurdering av OCSEAP uttaler U.S. National Academy of Sciences:

The Academy's main recommendations were to "emphasize studies of onshore and nearshore impacts; formulate a program based on an adequate problem analysis and relevance to policy decisions; identify critical information needs and concentrate work on a limited number of tasks relevant to leasing decisions; terminate costly baseline and benchmark studies and replace them with a program to develop hypotheses regarding possible causes of change in the outer continental shelf and onshore areas, and then test the validity of the assumptions underlying the hypotheses".

En tilsvarende kritikk gir også en av lederne for Beaufort Sea Project av sitt eget prosjekt og også av EAMES. Disse to prosjektenes hovedformål var henholdsvis:

Beaufort Sea Project, data for å vurdere de miljømessige konsekvensene ved leteboring i Beauforthavet fra boreskip.

Eastern Marine Environmental Studies, gi myndighetene tilstrekkelig miljødata for å utarbeide en konsekvensanalyse.

The Beaufort Sea Project

I alt 39 rapporter (enkelte bestod av flere delrapporter) ble utgitt under dette prosjektet, og den siste rapporten er en preliminær konsekvensanalyse (vedlegg 8). Som det framgår av tabell 8 omfattet prosjektet en rekke temaer: havis, isbjørn, sjøfugl, oseanografi, olje i is, kjemisk oseanografi. Innenfor prosjektets tidsramme var det ikke mulig å gjøre et tilfredstillende arbeid. De forskjellige delprosjektene var for omfattende og dyptgående til at de kunne løses innenfor to år. I disse områdene er feltsesongen meget kort, og 1974 var i tillegg et meget dårlig isår.

Tabell 8 : Forskningsprosjekter under Beaufort Sea Project,
se også vedlegg 8 for abstracts.

Sea ice topography in the Beaufort and its effect on oil containment.	The physical oceanography of the south-eastern Beaufort Sea.
The birds in the Beaufort Sea, an annotated bibliography.	Storm surges.
The distribution and abundance of seals in the eastern Beaufort Sea.	Real-time environmental prediction system.
The distribution and abundance of polar bears in the eastern Beaufort Sea.	A study of weather, waves and icing in the Beaufort Sea.
Seabirds of the southeastern Beaufort Sea.	The occurrence of permafrost and frozen sub-seabottom materials in the southern Beaufort Sea.
Bird migration along the Beaufort Sea coast: radar and visual observations in 1975.	Bottom scour by sea ice in the southern Beaufort Sea.
Bowhead and white whales in the southern Beaufort Sea.	Coastal sedimentary processes and sediments, southern Beaufort Sea.
The effect of contact and ingestion of crude oil on ringed seals of Beaufort Sea.	Sediment dispersal in the southern Beaufort Sea.
Fishes on the Yukon coast.	Suspended matter in the southern Beaufort Sea.
Fishes of the outer Mackenzie delta.	Ice climatology in the Beaufort Sea.
Nitrogen fixation in Arctic marine sediments.	The interaction of crude oil with Arctic sea ice.
Biodegradation of crude petroleum by the indigenous microbial flora of the Beaufort Sea.	The movement of oil under sea ice.
Effects of crude oil on Arctic marine invertebrates.	Light intensity and primary productivity under sea ice containing oil.
Biological productivity of the southern Beaufort Sea: the physical-chemical environment and the plankton.	Distribution of the ice thickness in the Beaufort Sea.
Biological productivity of the southern Beaufort Sea: zoobenthic studies.	Oil spill countermeasures for the Beaufort Sea.
Biological productivity of the southern Beaufort Sea: phytoplankton and seaweed studies.	The socio-economic importance of wildlife resources in the southern Beaufort Sea.
Distribution of tar and particulate pollutants along the Beaufort Sea coast.	Hydrodynamics of an oilwell blowout.
Baseline data on chemical oceanography in the southern Beaufort Sea.	Satellite observations of the Beaufort Sea ice cover.
Mackenzie River input to the Beaufort Sea.	Oil, ice and climate in the Beaufort Sea.
Near bottom currents and offshore tides.	Movement and deformation of the landfast ice of the southern Beaufort Sea.
Open water surface currents in the southern Beaufort Sea.	Hydrocarbon levels in the marine environment of the southern Beaufort Sea.
	Offshore drilling for oil in the Beaufort Sea: a preliminary environmental assessment.

Prosjektets totale kostnad var 12 mill C\$, 4 mill fra industrien og de øvrige midlene fra staten.

Kritikken mot prosjektet ble oppsummert av prosjektets leder:

- For kort tidsrom, et typisk " crash-programme"
- Den preliminare konsekvensanalysen ble gjennomført før mange av delprosjektene var avsluttet.
- Undersøkelsene ble utført i ett område, og resultatene er blitt anvendt i områder som har lite til felles med det opprinnelige undersøkelsesområdet.
- Prosjektet kom alt for sent igang, og skulle vært planlagt samtidig med at en planla oljeboring.
- Det ble lagt for liten vekt på å systematisere allerede publisert materiale.

Som en del av prosjektet ble det publisert populærvitenskapelige bøker med temaene (se vedlegg 8):

- Fugler og sjøpattedyr
- Olje i kaldt vann
- Oljesøl og beredskap
- Fisk, invertebrater og marine planter
- Olje og oljeutslipp i isfylte farvann/Klimaendringer

Det har ikke vært mulig å få informasjon om hvordan denne populærserien ble mottatt.

Tiltross for all kritikken mot prosjektet la det grunnlag for senere arbeider i området, og prosjektet med etterfølgende resultater var et viktig bidrag til Beaufort EIS.

Eastern Marine Environmental Studies ,EAMES.

Som nevnt var formålet for EAMES å gi myndighetene tilstrekkelig miljødata for å kunne utarbeide en konsekvensanalyse for leteboring i nordøstlige områder av Canadas østkyst. Mulige borelokaliteter var ikke spesifisert, og en måtte arbeide i " regional skala".

Prosjektets målsetting og innhold er nærmere presentert i vedleggene 9 A og B, en sentral målsetting var å:

Framskaffe miljødata for å kunne beskytte de levende ressurser ved en eventuell oljeutblåsning.

For å oppnå dette var det behov for kunnskap om det fysiske og biologiske miljøet innen følgende felt:

Is, bølger og vær, (inkludert varsligstjeneste).

Sammensetning og stabilitet av sedimentene på havbunnen

Variasjoner i sammensetning og fordeling av biota på årsbasis

Programmet omfattet i alt 20 underprosjekter innen følgende emner:

Fysisk oseanografi	Meteorologi
Kystkartlegging	Marine pattedyrs økologi
Sjøfugl	Isbjørn (fordeling)
Pelagisk fisk	Fordeling av zooplankton
Fordeling av zoobenthos	Biologiske studier (Labrador)
Dyreliv i strandsonen	Effekt av olje på marine pattedyr
Varmeregulering hos isbjørn	Sel og seismiske undersøkelser
Biodegradasjon og toxicitet	Oljedrift modeller
Oljevernberedskap	Opplæring og arbeidsplasser
Sosio-økonomiske effekter	Prosjektledelse

Prosjektets totale budsjetttramme var 12.9 mill C\$ for prosjektperioden, 1977 til 1981.11.5 mill ble bevilget fra oljeselskapene, mens de øvrige 1.5 mill ble bevilget fra staten.

En fullstendig bibliografi er vist i vedlegg 9 C og hovedprosjektene er sammenfattet i en egen utgave av tidskriftet "ARCTIC", se vedlegg 9 D.

Sammenlignet med The Beaufort Sea Project var EAMES langt mer gjennomarbeidet. De samme feilene med et for omfattende program på for kort tid ble imidlertid også gjentatt under EAMES.

-

Adaptive Environmental Assessment and Management

Adaptive Environmental Assessment and Management, AEAM, er en samling teknikker og begreper og prosedyrer til bruk ved diskusjon og beslutninger vedrørende forvaltning av naturressurser. Utviklingen AEAM ble gjort tidlig i 1970-årene av C.S.Holling og C.J.Walters ved Universitetet i British Columbia og International Institute for Applied System Analysis, Wien.

Som nevnt tidligere er det rettet kritikk mot miljøundersøkelser og baseline studier for at de for generelle og ikke nødvendigvis gir relevant informasjon til de etterfølgende konsekvensanalysene og videre ikke gir grunnlag for politiske beslutninger hvorvidt et prosjekt kan gjennomføres eller ikke. Et sentralt tema for utviklingen av AEAM har vært å etablere en strategi for å søke å få interessen rettet mot de sentrale

problemer. Framgangsmåten ved en AEAM analyse av et prosjekt kan beskrives som følgende:

Det holdes et innledende møte, ca fem deltakere, med prosjektleder og ledere (facilitator) for etterfølgende arbeidsgruppemøter. Denne gruppen definerer de sentrale problemer ved prosjektet og ansvarsforhold samt at en finner fram til viktige nøkkelpersoner for det etterfølgende arbeidsgruppemøte.

Arbeidsgruppemøtet omfatter 20-25 deltakere, fagfolk, politikere, administratorer, og har som formål å gi en oversikt, "scoping effect". Det utarbeides en simuleringsmodell, dels for å syntetisere eksisterende informasjon, dels for å få et verktøy for effektiv kommunikasjon mellom de forskjellige deltakerne. Ved hjelp av denne modellen blir behov for ny kunnskap definert, eventuelt blir prosjektet endret eller stanset. En sentral oppgave for arbeidsgruppemøtet er å sikre at fagfolkene retter sin interesse og kunnskap mot de aktuelle problemer.

Det første arbeidsgruppemøtet blir etterfulgt av individuelt arbeid, og i etterfølgende møter legges det gradvis mere vekt på kommunikasjon mellom fagfolk og politikere og representanter fra forvaltningen.

De viktigste elementene i AEAM er:

AEAM's key features are as follows:

1. Ecological and environmental knowledge is incorporated with economic and social concerns at the beginning of a strategic analysis rather than at the end of a design process.
2. Since linked resource/social systems are dynamic rather than static and linear, techniques of simulation modelling, qualitative modelling and policy design and evaluation are chosen to reflect these features.
3. Scientists, managers, and policy people are involved and interact from the beginning and throughout the process of synthesis, analysis, and design so that learning becomes as much of a product as does problem solving.
4. Direction, design, and understanding are in the hands of those from the region who analyze, select and endure policies rather than in the hands of a separate group of analysts who lack the knowledge of needs, the responsibility and the accountability.
5. Although prediction can be improved, the uncertain and unexpected lie in the future of every design. Hence policies are designed both to explore opportunities and pitfalls as well as to fulfill immediate social needs.

Som det framgår er det essensielt å samle deltakere fra et vidt spektrum, og at disse tvinges til å tenke interdisiplinært, kvalitativt og i dynamiske termer, slik at en kan få definert mulige interaksjoner mellom miljøet og utviklingen av et prosjekt.

Anvendelser av AEAM

I løpet av 1982 gjennomførte det kanadiske miljøverndepartement en analyse (på kontrakt) av effektiviteten AEAM og hvordan metoden kunne nyttes, se vedlegg 10. Det ble da vurdert i hvilken utstrekning AEAM-metoden kunne nyttes i planlegging av konsekvensanalyser. Fram til 1982 var ikke AEAM anvendt på denne typen analyser, og erfaringsgrunnlaget var begrenset. Rapporten konkluderer med at AEAM-metoden kan nyttes, og at en vil oppnå:

- En mer integrert analyse
- Bedre identifikasjon av sentrale oppgaver, og g derved bedre mulighet til å utelate irrelevante problemstillinger
- En evaluering av alternative oppfatninger
- Utvikling av en kvalitativ modell istedet for kun en beskrivelse
- At de som har foreslått prosjekter får ny innsikt i mulige konsekvenser av prosjektets aktiviteter, og at alle lærer av analysen som utføres

Rapporten påpeker imidlertid at for større konsekvensanalyser må en vise varsomhet, og en må spesielt være klar over følgende ulemper:

- Analysen krever forenklinger, som igjen kan medføre at fundamentale parametre utelates på et tidlig stadium.
- Basert på eksisterende informasjon, f.eks fra andre områder, kan irrelevante parametre identifiseres som sentrale.

BEMP/Beaufort Environmental Monitoring Project.

BEMP er et overvåkningsprogram av det biologiske miljøet i Beauforthavet. BEMP er ment å være et forum hvor en identifiserer de mest nødvendige overvåkningsprogrammene og eventuelt påviser behov for videre forskning. BEMP er således en oppfølging fra myndighetens side av konsekvensanalysene for Beauforthavet. BEMP

er startet av det kanadiske miljøverndepartement og departementet er ansvarlig for nordområdene (DINA). Den vedlagte rapporten (vedlegg 11), er den første utredningen som er gjort, og her har formålet vært:

- Å identifisere de viktigste konsekvensene av utbygningsplanene i Beauforthavet.
- Utarbeide planer for forskning og overvåkning basert på eksisterende viten om økologiske prosesser og industriens utbygnings scenarior
- Sørge for at de planer som utarbeides har mulighet for å endres i samsvar med ny økologisk viten

For å oppnå denne målsettingen har en i stor grad basert seg på metodikken utviklet i AEAM. For å komme fram til anbefalte forslag til overvåkning og eventuelt forskningsoppgaver har en gått gjennom prosedyren med arbeidsgruppemøter og utvikling av en modell som forbinder aktivitetene og de mulige konsekvensene, se figur 3.

BEMP er primært ment å definere overvåkningsprogram og ikke forskningsoppgaver. Dersom en likevel finner at en mangler kunnskap, vil forskning måtte gjennomføres.

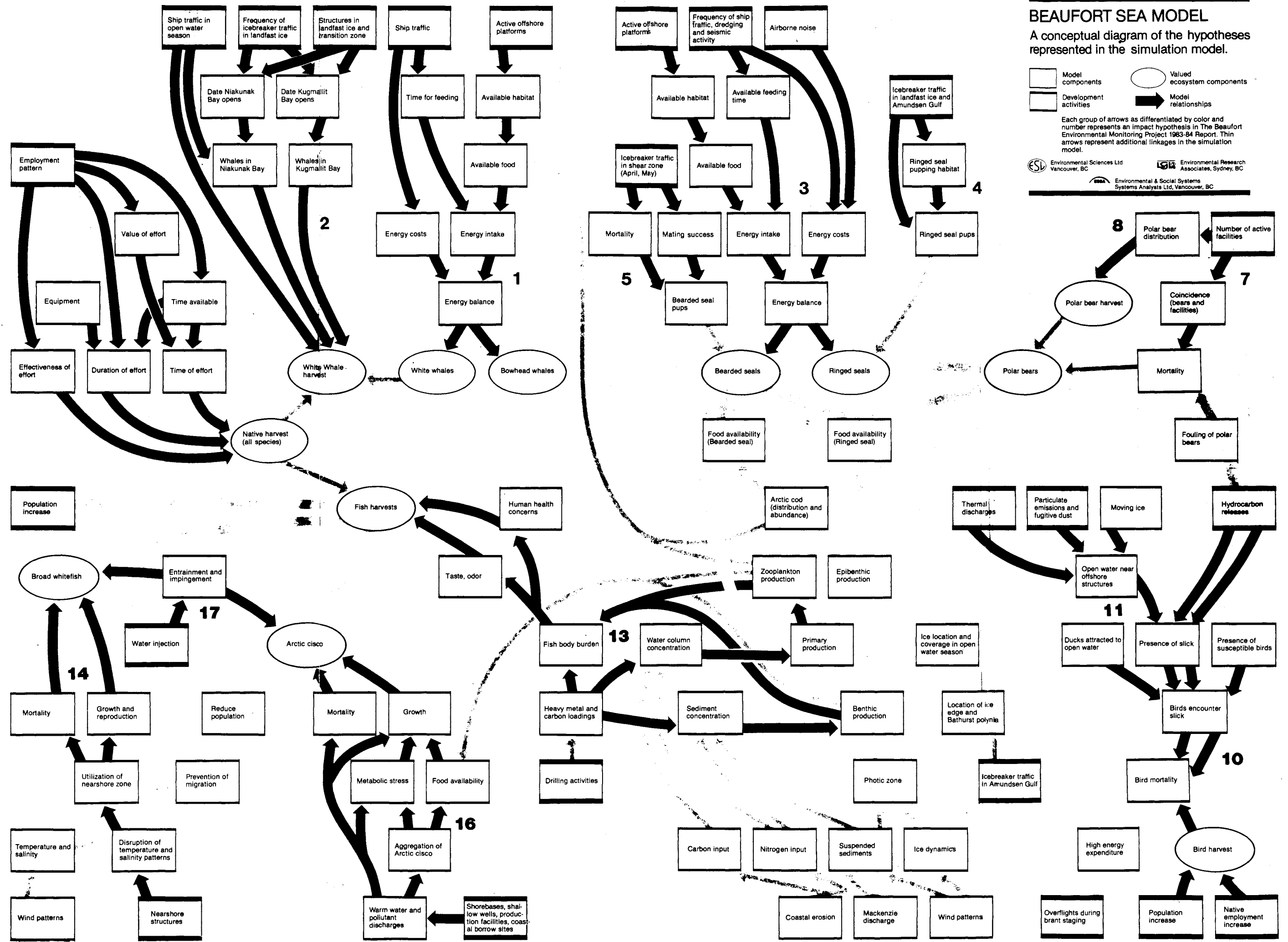
BEAUFORT SEA MODEL

A conceptual diagram of the hypotheses represented in the simulation model.

Model components
 Development activities
 Valued ecosystem components
→ Model relationships

Each group of arrows as differentiated by color and number represents an impact hypothesis in The Beaufort Environmental Monitoring Project 1983-84 Report. Thin arrows represent additional linkages in the simulation model.

Environmental Sciences Ltd Vancouver, BC
 Environmental Research Associates, Sydney, BC
 Environmental & Social Systems Systems Analysts Ltd, Vancouver, BC



Sentralt i prosedyren for etablering av programmene har vært å identifisere verdsette elementer i økosystemet, Valued Ecosystem Components (VEC), og dernest utvikle hypoteser for mulige konsekvenser av utviklingen på disse sentrale elementene i økosystemet. Med VEC menes elementer som:

- er viktige for lokalbefolkningen
- har nasjonal eller internasjonal betydning eller interesse
- dersom endret fra sin nåværende status vil bli viktige for å vurdere effekten av industriell utvikling ved forvaltning av miljøet

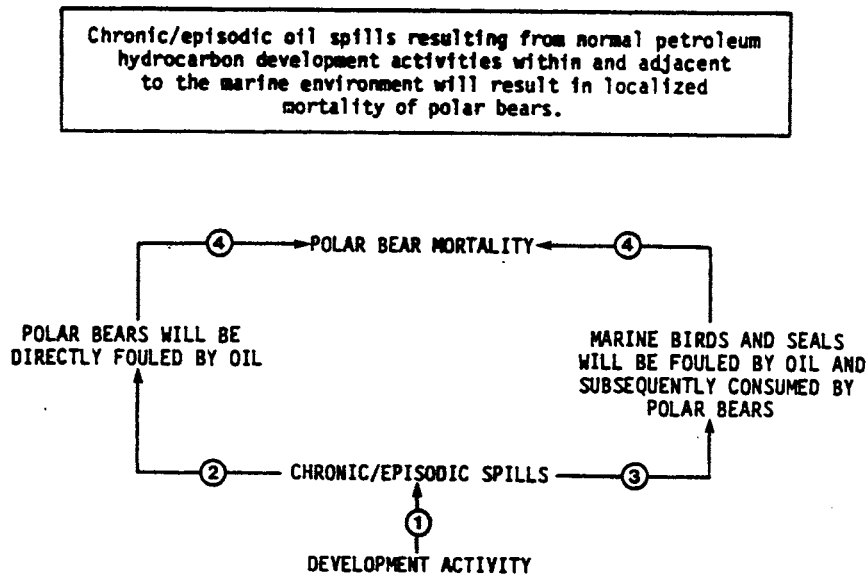
Denne definisjonen bygger på arbeidet til Beanlands og Duinker, se vedlegg 10. For å finne fram til overvåknings- og forskningsoppgaver har en gått gjennom følgende trinn:

Development of the research and monitoring plans described in this report was accomplished by proceeding through the following steps:

- 1) identification of Valued Ecosystem Components;
- 2) review of probable industrial development scenarios;
- 3) definition of the study area;
- 4) definition of the temporal horizon for monitoring;
- 5) identification of impact hypotheses that relate development activities to VECs;
- 6) preliminary screening of impact hypotheses for validity, relevance, and credibility;
- 7) evaluation of impact hypotheses; and
- 8) definition of research and monitoring programs necessary to test valid impact hypotheses.

Det vises forøvrig til de første 20 sidene i BEMP rapporten for en fyldigere presentasjon av prosjektet og metodikken.

Som et eksempel på et anbefalt program kan en nytte_arbeids-
hypotese nr 9: Effekten av kronisk/episodisk oljesøl fra normal oljeaktivitet i marine områder på isbjørn. Figur 4 viser prinsippet om å kombinere VEC, her isbjørn, og aktivitet, her oljesøl. Det er gjennom prosedyren etablert fire forbindelsesledd. Disse leddene er basert på vitenskapelige arbeider (i dette tilfellet av bl.a. Øritsland) og informasjon om hvilke aktiviteter og utslipp som er forbundet med olje og gass produksjon. Det gis videre anbefalinger for overvåknings- og forskningsprogram. I dette tilfellet er det ikke grunnlag for overvåkningsoppgaver. Det er imidlertid behov for forskning om hvordan isbjørn reagerer på oljetilsølt vann og forurenset pels.



Figur 4: Potential effects of chronic/episodic oil spills resulting from normal petroleum hydrocarbon development activities within and adjacent to the marine environment on polar bears.

KONKLUSJON

Erfaringene med BEMP synes så langt å være positive. Myndigheter, industri og også fagfolk synes at denne prosedyren med å definere de mest sentrale parametre og dermed de mest aktuelle programmene har vært effektiv. Det har spesielt vært utviklende å ha et forum hvor alle ledd i en beslutningsprosess om naturforvaltning er involvert. Ved denne metoden blir interessen mer effektivt rettet mot de helt sentrale temaer. De som har kunnskap om miljøet får på sin side førstehånds informasjon om den aktivitet som skal foregå. Videre vil representanter fra myndighetene, som skal ta de endelige beslutningene, få direkte kontakt med industrien og fagfolkene.

Det synes videre å være enighet om at en computermodell ikke lenger er løsningen. Den kan lett misbrukes og mistolkes. Det er bedre kun å utvikle en "conceptual model", eller en modell som mer beskriver fenomenene. De kvantitative aspektene er likevel så usikre og legges ikke nå lenger spesifikt inn i modellene.

Hvorvidt metodikken i AEAM, slik den er brukt i BEMP, også kunne vært anvendt innledningsvis i Beauforthavet, er det ikke tatt stilling til. Det anbefales imidlertid at dersom en skal utføre en større konsekvensanalyse i et område, er det nødvendig at de som setter opp programmet har inngående kjennskap til den aktiviteten som skal foregå. Dette er en forutsetning, og videre vil arbeidsgruppemøter slik de er gjennomført i bl.a. BEMP være til stor hjelp. Det gis videre uttrykk for at en også må ta med i beregningene at visse baseline studier må gjennomføres, og at en vil sitte igjen med forskning som i relasjon til å avgjøre om et prosjekt kan gjennomføres eller ikke, er irrelevant.

PERSONER, INSTITUTE OG KONTORER SOM HAR VÆRT KONTAKTET

David W. Marshall, Federal Environmental Assessment Review Office, Pacific Region, Room 700, 789 West Oender Street, Vancouver, B.C., V6C 1H2, Telf.: (604) 666-2431.

Tema: Sekretær for høringspanelet av Beaufort Sea Environmental Impact Statement.

Ross Mackay, University of Vancouver, Telf.: (604) 228-2257

Tema: medlem i høringspanelet av Beaufort Sea Environmental Impact Statement.

Robert Greyell, Federal Environmental Assessment Review Office, Ottawa, 13th Floor Fontaine Building, Hull, Quebec, Canada, K1A 0H3 Telf.: (819) 997-2244.

Tema: sekretær for høringspanelet av Hybernia Environmental Impact Statement.

James Y. Clarke, Federal Environmental Assessment Review Office, Ottawa, 13th Floor Fontaine Building, Hull, Quebec, Canada, K1A 0H3 Telf.: (819) 997-2262.

Tema: assisterende sekretær for høringspanelet av Hybernia Environmental Impact Statement.

Ron Edwards, Office of Environmental Affairs, Department of Energy, Mines and Resources, 580 Booth St. Ottawa, Canada.

Telf.: (613) 995-2833

Tema: leder for miljøvern avdelingen ved Department of Energy, Mines and Resources, foretar intern miljømessig vurdering av departementets prosjekter.

Maurice J. Ruel, Canada Oil and Gas Lands Administration (COGLA), 355 River Road, Ottawa, Canada, K1A 0E4. Telf.: (613) 993-2508.

Tema: leder for miljøvernkontoret ved COGLA (tilsvarende det norske Oljedirektoratet).

David P. Stone, Indian and Northern Affairs Canada, Les Terrasses de la Chaudière, 6th floor, 10 Wellington Street, Hull, Quebec, Canada, K1A 0H4, Telf.: (819) 997-0044.

Tema: leder for miljøavdelingen ved Department of Indian and Northern Affairs og leder for Beaufort Environmental Monitoring Programme (BEMP).

Ricki J. Hurst, Indian and Northern Affairs Canada, Les Terrasses de la Chaudière, 6th floor, 10 Wellington Street, Hull, Quebec, Canada, K1A 0H4, Telf.: (819) 997-0044.

Tema: Medlem i styringskomiteen for Northern Oil and Gas Action Plan (NOGAP).

Olav Løken ,Indian and Northern Affairs Canada,
Les Terrasses de la Chaudiere, 6th floor,10 Wellington Street,
Hull,Quebec,Canada, K1A 0H4,Telf.: (819) 997-0044.
Tema: leder for Northern Environmental Studies Revolving Fund,
Et konsesjonsfond hvor oljeselskapene betaler en fast årlig
avgift, og en utfører miljørettete undersøkelser av felles
interesser.

R.A.W. (Rick) Hoos,Dome Petroleum Limited,630 -3rd Street S.W.,
12th Floor,P.O.Box 200,Calgary,Alberta,Canda,T2P 2H8
Telf.: (403) 231-1921.
Tema: leder for arbeidet ved utarbeidelsen av Beaufort Sea
Environmental Impact Statement.

HAVIS OG ISFJELL

GENERELL MÅLSETTING

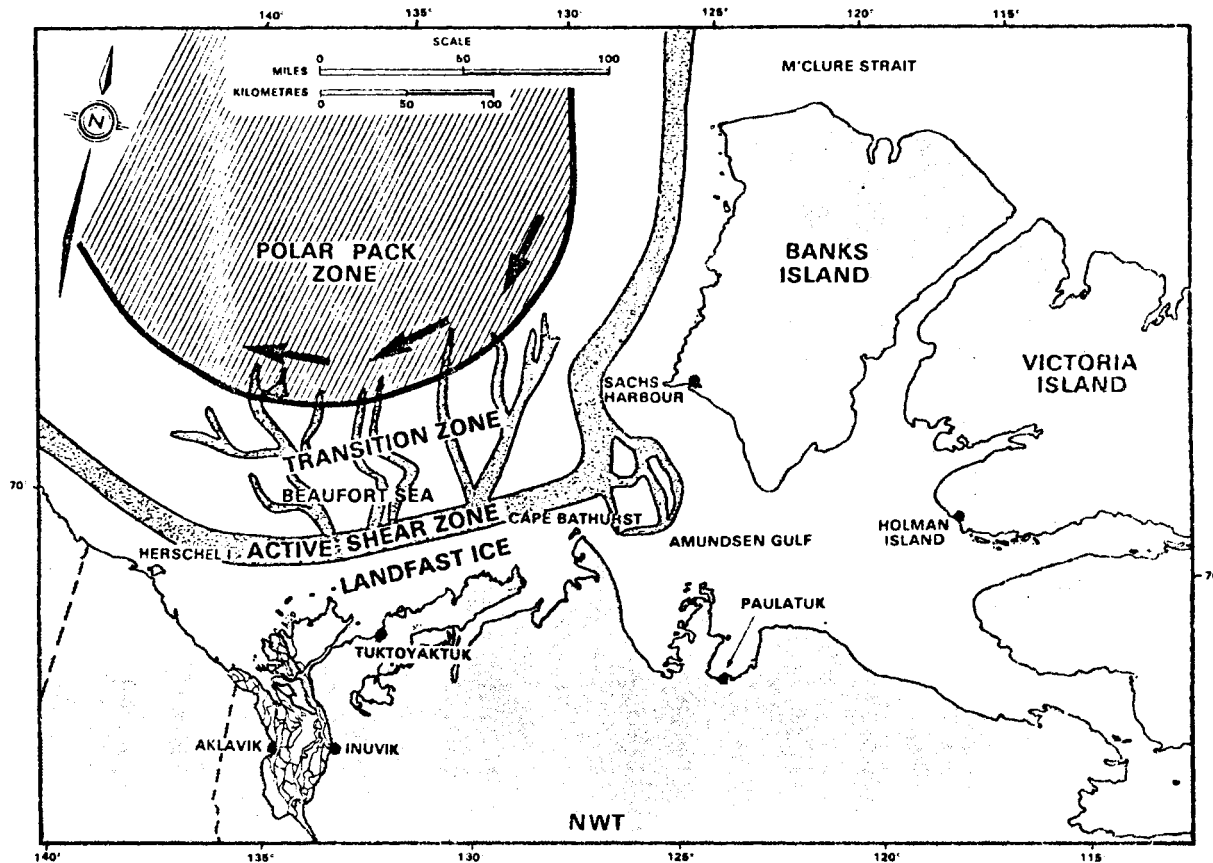
I arktiske farvann er havis den definitivt viktigste miljøfaktor. Kunnskap om isens utbredelse, tykkelse, drift og deformasjon er en forutsetning for både å planlegge og gjennomføre offshore-operasjoner. Utforming og dimensjonering av faste og flytende installasjoner må være basert på inngående kunnskap om isens krefter. For å kunne operere med maksimal sikkerhet og effektivitet er det behov for lang- og kortsiktig isvarsling, som igjen er avhengig av kunnskap om havisens vekselvirkning med hav og atmosfære (dynamikk og "driving forces").

Havisen er også viktig for livet i de arktiske farvann, og bakgrunnskunnskap om havis er en forutsetning for økologiske undersøkelser. Videre er kunnskap om havisens drift og struktur nødvendig for å forutsi eller beregne spredning av oljesøl.

I arktiske farvann hvor breer kalver, er isfjell en risikofaktor for både faste og flytende installasjoner, samt også rørtraséer i områder der isfjell vil grunnstøte. For å oppnå sikker virksomhet i områder med isfjell trengs kunnskap om deres størrelse og driftsmønster.

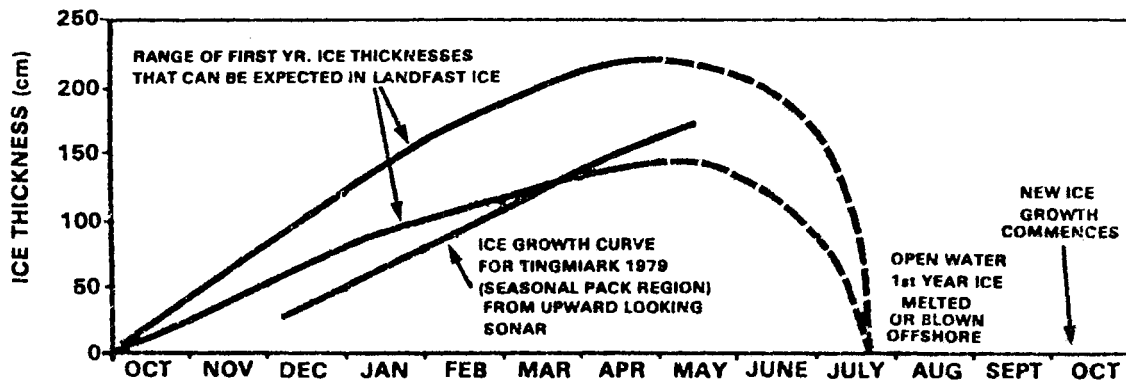
GENERELLE TREKK VED HAVIS- OG ISFJELLMILJØET PÅ KANADISKE SOKKELOMRÅDER

Isforholdene i arktisk Canada viser store regionale forskjeller, bestemt av geografi og oseanografiske forhold. I Beauforthavet skiller en mellom tre issoner, 1) Polar pakkis, 2) Overgangssonen og 3) Landfast is (Fig. 1). Karakterisk for den landfaste isen er skrugarder ned til ca. 20 meter. Den landfaste isen vokser relativt jevnt utover vintermånedene, for så å smelte raskt i vår-/tidlig sommermånedene (Fig. 2).



FIGUR 1. Winter ice zones of the Southern Beaufort Sea. Most recent exploratory drilling is taking place seaward of the landfast ice zone. (Source: Kovacs and Mellor, 1974).

(Fra Beaufort Sea EIS).



FIGUR 2 First year ice thickness growth curves in the Southeastern Beaufort Sea. (Adapted from Hoare, 1981).

(Fra Beaufort Sea EIS).

I den dynamiske overgangssonen er det kontinuerlig bevegelse gjennom hele vinteren med dannelse av skrugarder, spesielt i første del av årstiden. Videre vil en her finne soner med relativt tynn is gjennom hele vinteren. Bevegelsen i den polare pakkisssonen nord for Canada er bestemt av Beaufort Sea Gyre (bevegelse mot klokka). Den viktigste drivkraften er de atmosfæriske høytrykk over Beauforthavet, og middelhastigheten for bevegelsen er ca. 2 km/dag. Tykkelsen av pakkisen er normalt 2-4 meter, mens for skrugarder har en målt mektigheter på opptil 47 meter.

I farvannene rundt øyene i det kanadiske arkipelag og i Nordvestpassasjen er havisen dominert av ettårs-is. I havområdene mellom Canada og Grønland, Baffin Bay, Davis Strait og Labradorhavet, domineres havisen av ettårs-is. I Baffin Bay er midlere maksimal tykkelse 1,3 meter. På grunn av det generelle strømmønster er det en sydlig bevegelse langs Baffin Island, noe som resulterer i tykkere isflorer i sydvestlige deler av Baffin Bay enn det som finnes lenger nord. Videre sydover avtar mektigheten noe, men opp mot Baffin Island kan en finne mektigheter på 1,3 meter. Tilsvarende som for Baffin Bay er Davis Strait og Labradorhavet dominert av ettårs-is, men i tunge isår kan flereårs-is observeres.

De årlige variasjonene i isdekket og tid for tilfrysing og smelting varierer betydelig fra år til år (Fig. 3 & 4). Normalt vil en i Beauforthavet ha isfritt på sensommeren over store deler av sokkelen, mens i tunge isår (som 1974) er det betydelige ismasser også i de grunne havområdene. I Beauforthavet er smelting og tilbaketrekning av havisen sterkt influert av tilførsel av ferskvann fra Mackenzie River og størrelsen av polynyaen (Cape Bathurst Polynya) i munningen av Amundsen Gulfen (Fig. 5). Normalt er det maksimalt isfritt i september, og tilfrysingen starter vanligvis sent i september/tidlig oktober. I

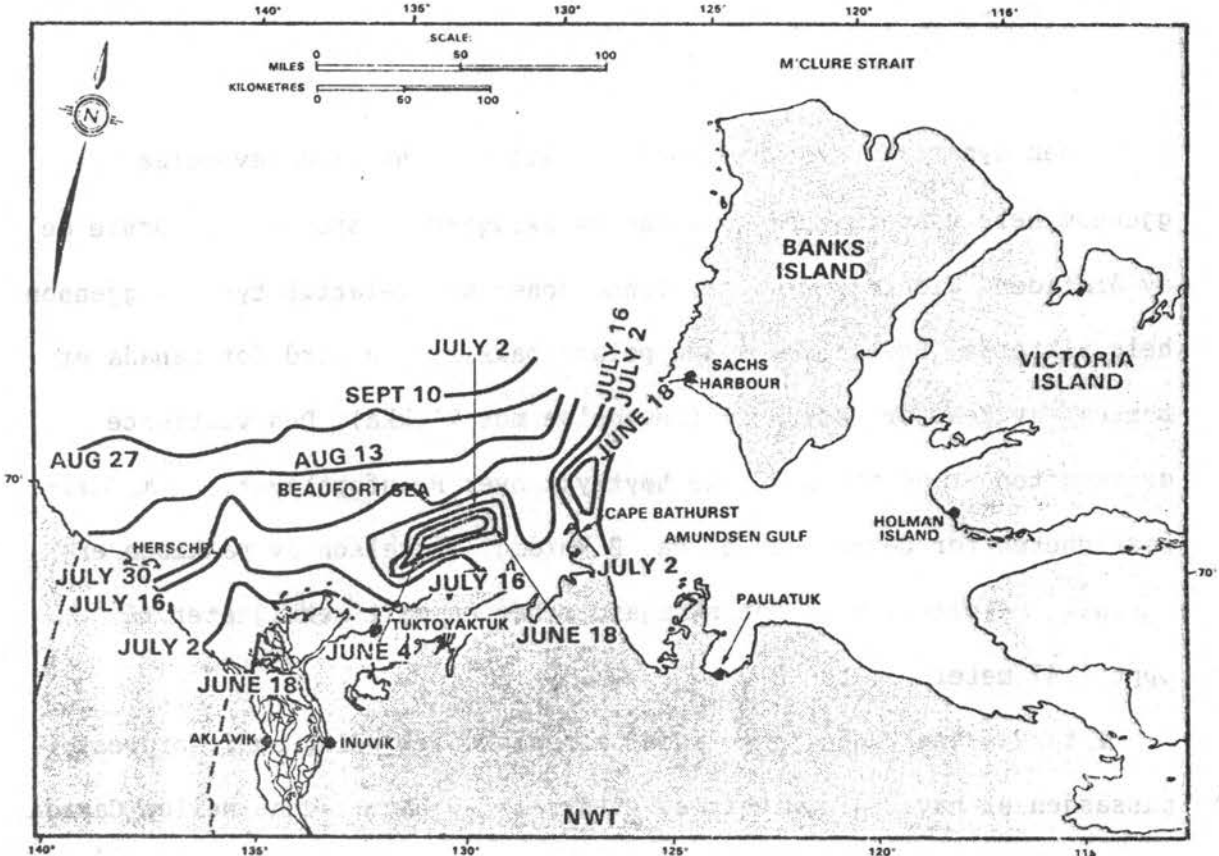


FIGURE 3 Median clearing dates when 2/10th or less ice cover occurs in the Southeastern Beaufort Sea. Earliest median clearing occurs at the Mackenzie River outlets and north of Cape Bathurst where the Cape Bathurst polynya develops. (Source: Marko, 1975).

(Fra Beaufort Sea EIS).

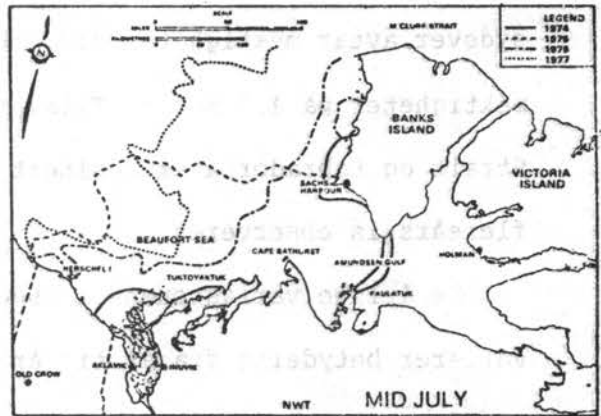
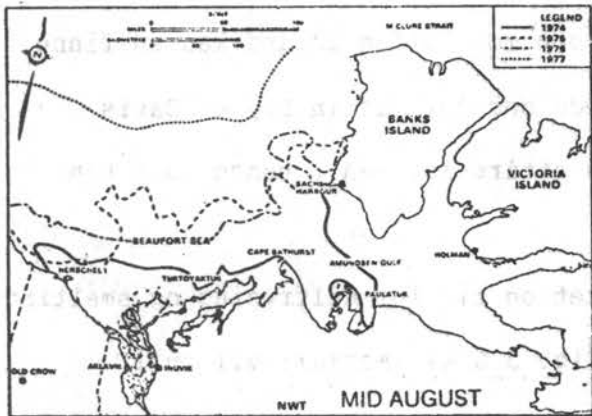
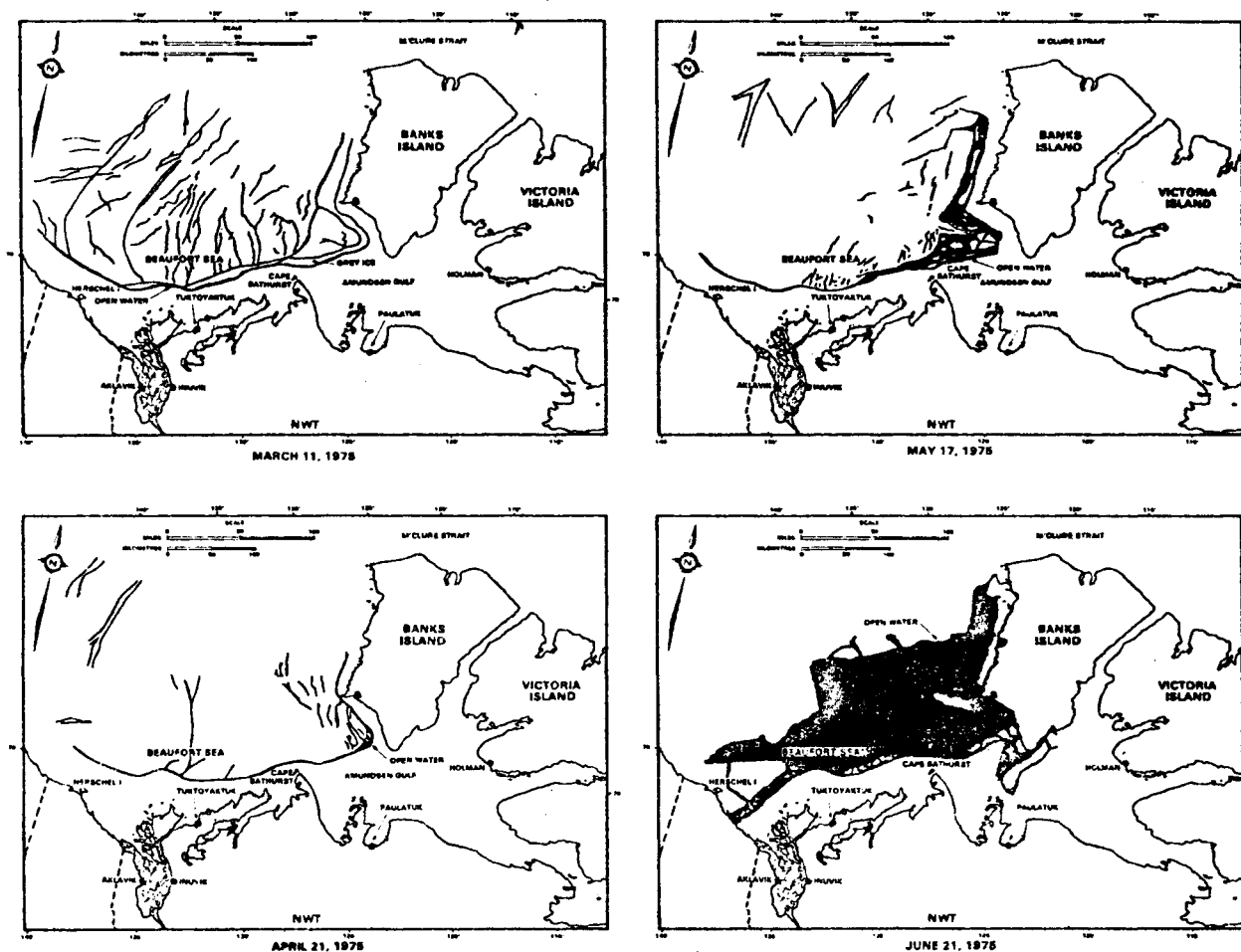


FIGURE 4 Extents of open water in the Southeastern Beaufort Sea in the months of July, August and September for the years 1974 through 1977. Ice edges are defined as the location of 7/10ths ice concentrations. (Source: Marko pers comm.)

(Fra Beaufort Sea EIS).



FIGUR 5 Springtime break-up patterns in the Southeastern Beaufort Sea in 1975. Flaw leads develop at the entrance to Amundsen Gulf and expand westward along the landfast ice edge during sustained easterly winds.

(Fra Beaufort Sea EIS).

områdene videre østover er perioden med isfritt vann meget begrenset (Fig. 6), mens i Baffin Bay og sydover har en isfrie farvann for betydelige deler av året (Fig. 7). Det er imidlertid store årlige variasjoner i tid for tilfrysing og oppsmelting av havisen i disse områdene. Tilsvarende som for Beauforthavet er tilbaketrekning av havisen i Baffin Bay sterkt influert av en polynya, i dette tilfellet "The North Water" west av Thule.

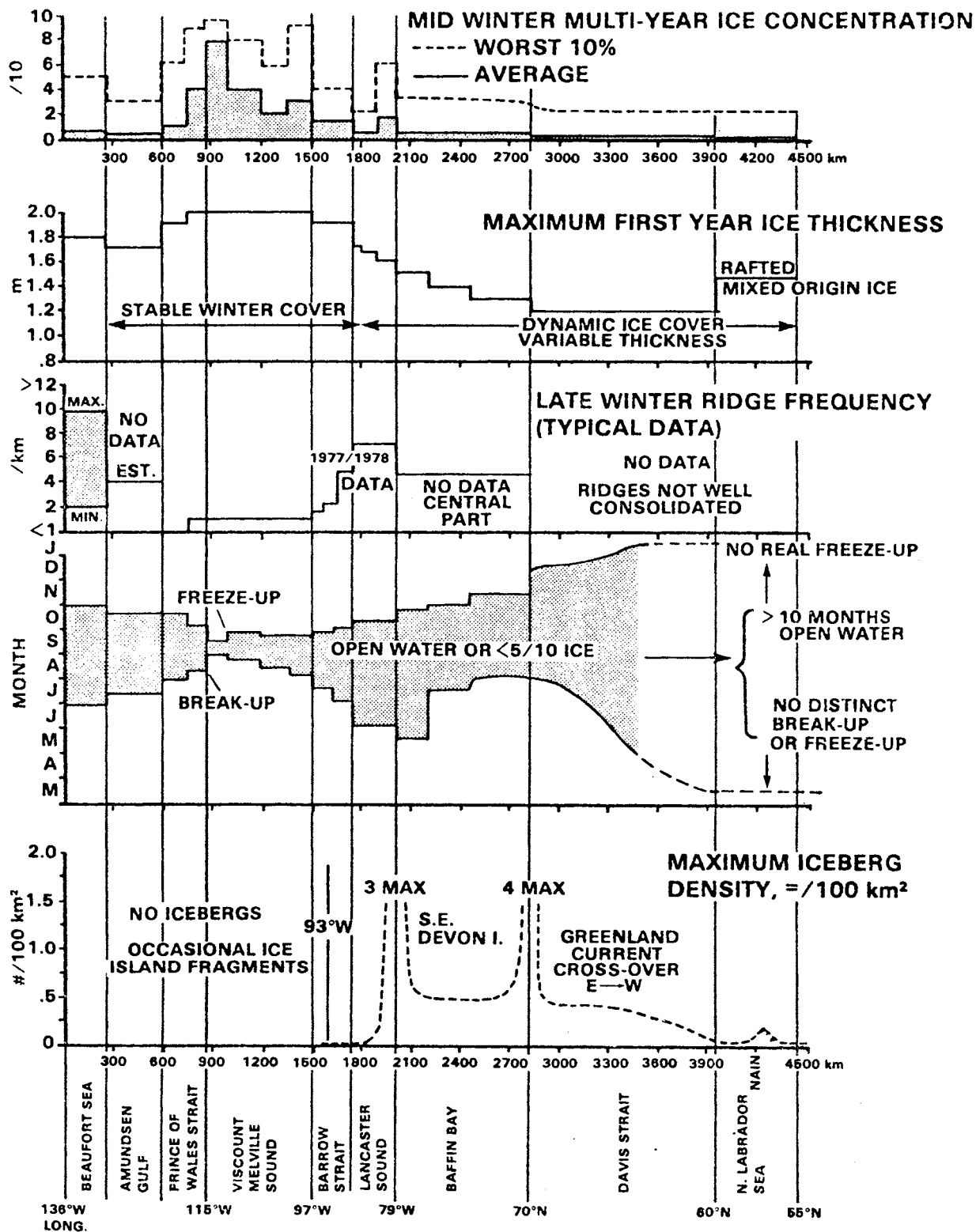
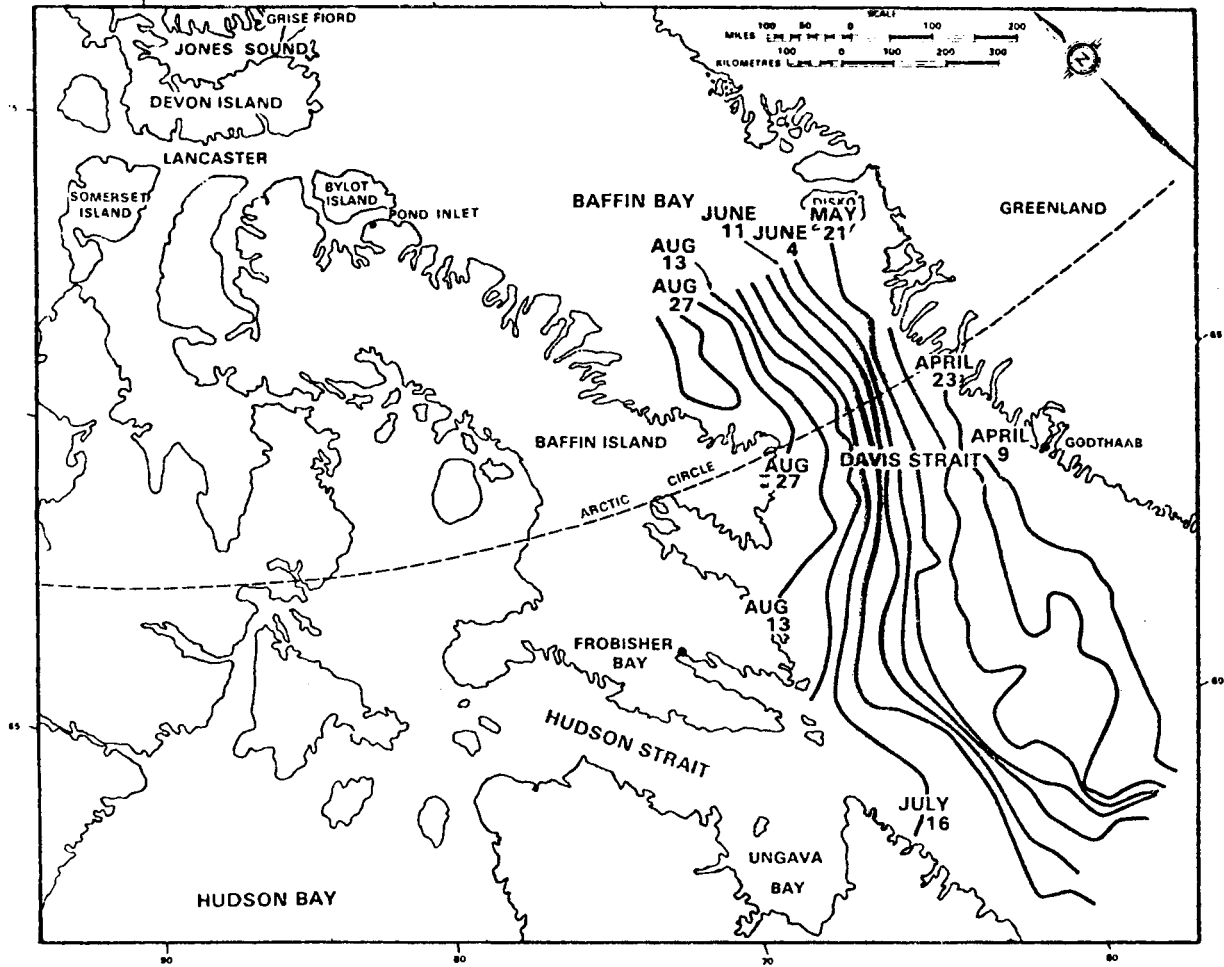
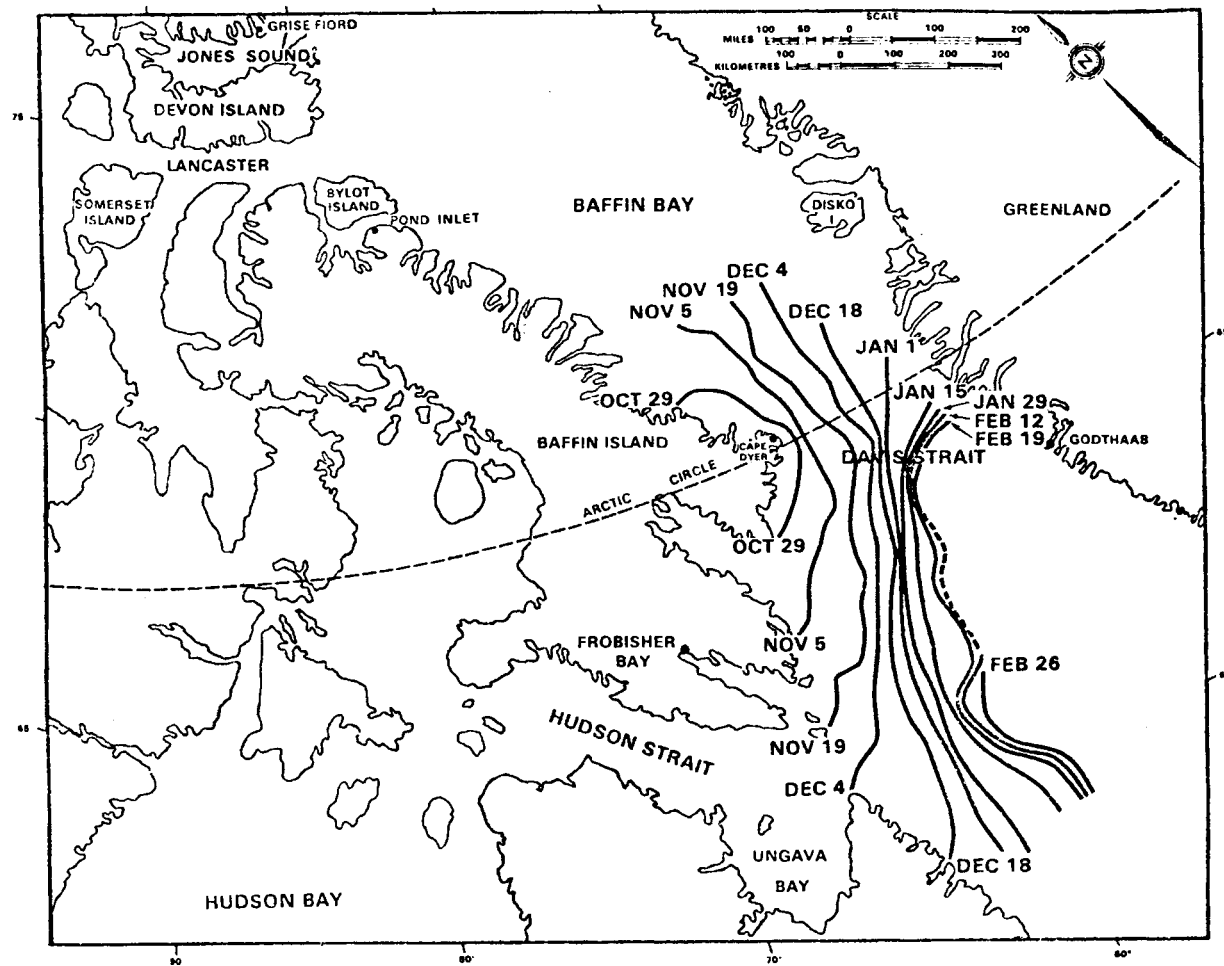


FIGURE 6. Ice conditions from the Beaufort Sea through to the North Labrador Sea (Source: Dickins 1978). The worst ice conditions are experienced in Viscount Melville Sound and the northern exit of Prince of Wales Strait.

(Fra Beaufort Sea ICE)



FIGUR 7A Average dates of break-up in Davis Strait (1959-75) (From Fraser, 1975). The north flowing west Greenland Current is relatively warm in contrast to the southward flowing, cold, Canadian current in the west, hence break-up proceeds from east to west in Davis Strait.



FIGUR 7B Average dates of freeze-up in Davis Strait (Source: Fraser, 1975). At the latitude of Godthaab, the average ice covered period in central Davis Strait is less than 5 months from early January to May. Southeastern Davis Strait has essentially open water throughout the year

I Baffin Bay opptrer isfjell hyppig og deres drift og størrelse har vært kartlagt i lang tid i forbindelse med skipsfarten i området. Isfjellene opptrer betydelig syd for det som normalt betegnes som "arktisk", ned til USA's østkyst. Registreringer av isfjellhyppigheten er nå inkludert i generelle oversikter over isforholdene i arktisk Canada (Fig. 6). Isfjellenes drift er i hovedsak bestemt av strømmønsteret i øvre og midtre deler av vannmassene. Fluks av isfjell er normalt størst i mars-juli og lavest i oktober-november. Isfjellene kommer i hovedsak fra Grønland. En skiller videre mellom store og små isfjell, henholdsvis større/mindre enn 46 meter høye og 122 meter brede. I Beauforthavet finnes ikke isfjell, men her opptrer "isøyer" dannet ved kalving av isshelf på Ellesmere Island. Isøyene er relativt store, 5 x 10 km og med et dyp på ca. 20-50 meter. De opptrer meget sjelden, men på grunn av sin store masse vil de kunne representere en stor fare for installasjoner i Beauforthavet.

SENTRALE FORSKNINGSPROSJEKT OG PRIORITERTE FORSKNINGSOPPGAVER

Et hovedsiktemål for havisforskningen har vært og er fremdeles å få økt kunnskap om forholdene for å oppnå maksimal sikkerhet og effektivitet til lavest mulig kostnad innenfor rammen av mulige teknologiske løsninger, samt kunne vurdere og minimalisere miljømessige skadeeffekter av virksomheten. Parallelt med havisforskningen har det også foregått en omfattende utvikling av fjernanalyseteknikker for effektivt å kunne foreta målinger og utføre overvåkingsoppgaver. Det ble tidlig innsett behovet for omfattende havisforskning, og fra såvel industri som myndigheter er det satset meget store beløp innen denne forskningen. Også i dag (1985) er havis- og isfjellforskning en av de store enkeltfelt innen miljørelatert forskning på kanadisk sokkel (Fig. 8).

Det første større prosjektet med betydning for Beauforthavet var AIDJEX (Arctic Ice Dynamic Joint Experiment). Dette var et prosjekt hvor hoveddeltakerne var Polar Programs Division of American National Sciences Foundation, Arctic Program of Office of Naval Research, og kanadisk deltakelse ble koordinert gjennom deres Canadian Polar Shelf Program. Gjennom dette prosjektet prøvde en å få svar på følgende spørsmål vedrørende havisens dynamikk i Beauforthavet:

- 1) Hvordan er den storstilte isdeformasjonen i relasjon til ytre stress,
- 2) hvordan kan ytre stress bli identifisert ved hjelp av få, men fundamentale parametre som også er enkle å måle,
- 3) hva er mekanismene bak isdeformasjon,
- 4) hvordan er effekten av isdeformasjon og endring i isens morfologi på varmembalansen.

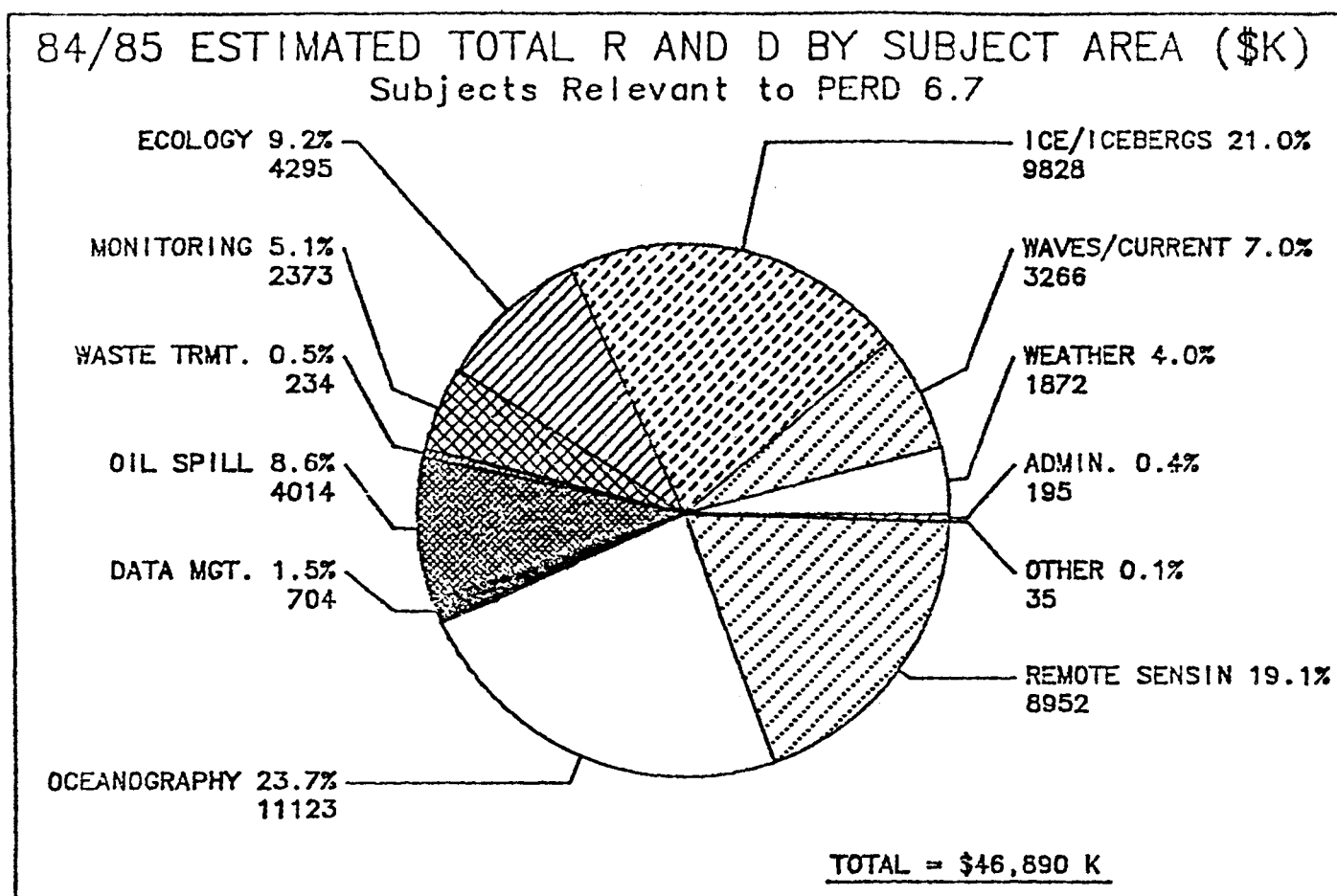


Fig. 8: Fordeling av midler fra myndigheter og industri til miljørelatert forskning på kanadisk sokkel. Oseanografi og havis er de største enkelt-emner, men begge grupper får også indirekte støtte gjennom midler til fjernanalyse. Til sammen utgjør disse tre postene nær 64% av de totale bevilgningene.

Prosjektet omfattet også studier av bevegelse og hastighet av havisen, målinger av interaksjon mellom isflorer, analyse av dannelsesprosesser for skrugarder, måling av istykkelse, og analyse av betydningen av åpent vann og tynn is, i stor-skala og i grenseflata mellom atmosfære og hav. Det ble også utarbeidet en computer-modell for havisens dynamikk i Beauforthavet. Hovedaktiviteten av dette prosjektet foregikk i perioden 1972 til 1976. Totalt ble vel 40 "Bulletins" publisert.

I første halvdel av 70-årene ble det også utført omfattende havisundersøkelser under "Beaufort Sea Project" (se egen omtale av dette prosjektet). Under dette prosjektet ble det utført fire rene havisundersøkelser i tillegg til fire studier av interaksjon av olje og is. I havisstudiene ble det lagt vekt på:

- 1) Variasjoner i iskonsentrasjon med hensyn til årstider,
- 2) bevegelse av isflorer relatert til vindfeltet,
- 3) metoder for å forutsi tilbaketrekning av den polare pakkis i Beauforthavet,
- 4) analyse av størrelsesfordelingen av isflorer i forskjellige iskonsentrasjoner nær kanten av pakkisfronten,
- 5) variasjoner i istykkelse,
- 6) årlige variasjoner av grensen for pakkisfronten og utbredelse av landfastis,
- 7) bevegelse og deformasjon av den landfaste isen.

Industriens interesser og formål med havis- og isfjellforskning omfatter en rekke felter, best illustrert med en stikkordsliste fra en bibliografi over industriprosjekter finansiert under Arctic Petroleum Operators Association (Tabell 1). Se også litteraturoversikt med abstrakt, vedlegg 1. Som det framgår, spenner innsatsen fra detaljerte studier av havisens krystallstruktur til matematiske modeller av

Fast ice	G-62987	Ice scouring	G-24473, G-25526, G-25542, G-26687, G-40517, G-87785, G-83879, X-30317
Fast ice - Crystal structure	G-70220	Ice-breakers - Design and construction	O-57428
Fast ice - Formation	G-25712	Ice-breaking	G-24511
Fast ice - Movement	G-25585, G-25658, G-26670, G-40517	Icebergs	D-24490, D-24503, G-26957, G-26997, G-26727
Fast ice - Movement - Measurement	G-70211, G-70335	Icebergs - Distribution	G-40843
Fast ice - Strength	G-70220	Icebergs - Movement	G-40843
Fast ice - Temperature	G-25585, G-25658	Sea ice - Stresses - Measurement	G-41084, G-41092, G-70270, G-70289, G-70300
Ice	F-30295	Sea ice - Surface properties	G-25739
Ice (Construction material)	G-41068, G-41084, G-33685, G-40770	Sea ice - Surveys	G-87777
Ice - Bearing capacity	G-40762, G-41076, G-41084, G-41092, G-70220, G-70246, G-70343	Sea ice - Temperature	G-19283, G-19291, G-24538, G-25500, G-25780, G-26492, G-41068, G-83470
Ice - Elasticity	G-26689	Sea ice - Terminology	G-26557
Ice - Engineering problems	O-57401	Sea ice - Thickness	G-15482, G-19283, G-19291, G-21296, G-24538, G-25739, G-26492, G-29190, G-30040, G-86622
Ice - Mechanical properties	G-25593, G-25607, G-62010	Sea ice - Thickness - Mathematical models	G-86630
Ice - Physical properties	G-25607	Sea ice - Thickness - Measurement	G-41080, G-80101, G-86630, G-87777
Ice - Plasticity	G-70246	Sea ice - Thickness - Statistics	G-86630
Ice - Strain	G-25496, G-70246, G-70343	Sea ice - Velocity	G-19305, G-48020
Ice - Strength	G-25496, G-25593, G-25607, G-26645, G-26719, G-70203, G-70246, G-70343	Sea ice and climate	O-15547
Ice - Strength - Mathematical models	G-25753, G-25771, G-62561, G-62570, G-62588, G-62596	Sea ice	A-25062, D-4766, D-25801, D-26514, D-26638, D-30015, G-15482, G-24457, G-26557, G-26687, G-26727, G-62987, I-80128, L-21237, L-25534, L-27545, Q-23345, Q-24449, Q-24520, Q-25577, Q-30244, Q-42277, Q-57401, Q-57410, Q-82120, Q-83879, X-30317
Ice - Stresses	G-62561, G-62570, G-62588, G-62596, G-70246, G-70343	Sea ice - Acoustic properties	G-87777
Ice - Stresses - Testing	G-62600	Sea ice - Break-up	G-18482, G-26611, G-48020, G-62626
Ice - Thickness	G-26689	Sea ice - Crystal structure	G-19283, G-19291
Ice - Trafficability	L-48658, L-48666, L-86592, L-86606, L-86614, L-86860	Sea ice - Deformation	G-11649, G-41092, G-83488
Ice control	O-40800	Sea ice - Density	G-25780
Ice cores	G-19283	Sea ice - Dielectric properties	G-30040
Ice cover	G-26611, G-30040, G-24449	Sea ice - Forecasting	E-11630
Ice crystals - Orientation	G-25518	Sea ice - Formation	G-15482, G-26611, G-62626
Ice crystals - Structure	G-41114	Sea ice - Light transmission	O-15504
Ice cutting	L-41041, L-86592, L-86606, L-86614, L-86860, G-40800	Sea ice - Maps	G-30040
Ice floes	G-15482, G-25780, G-26492, G-26557, G-40517, G-48020	Sea ice - Measurement	G-3530, G-11649, G-19305
Ice floes - Stresses	G-62618	Sea ice - Mechanical properties	G-24538, G-25488, G-25763, G-41068, G-41092, G-62010, G-83500, G-83518, G-40770
Ice islands	G-24511, G-25500, G-25704, G-25720, G-26751, G-40517, G-62987, G-30104, G-33685, G-40770	Sea ice - Movement	G-11649, G-15539, G-19305, G-26492, G-40517, G-40789, G-62626, G-70254, G-83488, G-83500
Ice leads	G-62626	Sea ice - Movement - Mathematical models	G-25763, G-83518
Ice loads	G-21296, G-25488, G-25607, G-25674, G-25763, G-26478, G-26648, G-26719, G-28939, G-63010, G-70203, G-70262, G-70327, G-70351, G-83500, G-92290, G-83852, G-83879, G-83887	Sea ice - Photographic analysis	G-24457, L-48658, L-48666
Ice loads - Engineering problems	G-83860	Sea ice - Physical properties	G-25780, G-41068
Ice loads - Experiments	G-24488, G-80110	Sea ice - Research	G-65911, G-92304, X-67113
Ice loads - Mathematical models	G-28756, G-25763, G-25771, G-62616, G-83518	Sea ice - Salt content	G-19283, G-19291, G-24457, G-24538, G-25500, G-25518, G-25780, G-26432, G-41068, G-83470
Ice loads - Research	G-62561, G-62570, G-62588, G-62596, G-62600	Sea ice - Strain - Measurement	G-41092
Ice loads - Testing	G-92339, G-92385	Sea ice - Strength	G-19283, G-19291, G-21296, G-24457, G-24465, G-24538, G-25488, G-25500, G-25518, G-25607, G-25780, G-26492, G-26646, G-26689, G-26719, G-28939, G-40762, G-41068, G-41076, G-41084, G-41092, G-70203, G-80110
Ice pressure	G-24538, G-25666, G-26689, G-70297, G-70327, G-83470	Sea ice - Stresses	G-19291, G-25488, G-70262, G-70327, G-83470, G-83488
Ice pressure - Mathematical models	G-70297	Sea ice - Stresses - Mathematical models	G-25763, G-83500, G-83518
Ice pressure - Measurement	G-70300, G-70319, G-83500		
Ice pressure - Testing	G-70297		
Ice roads	L-41041		
Ice roads - Design and construction	L-86592, L-86606, L-86614, L-86860		

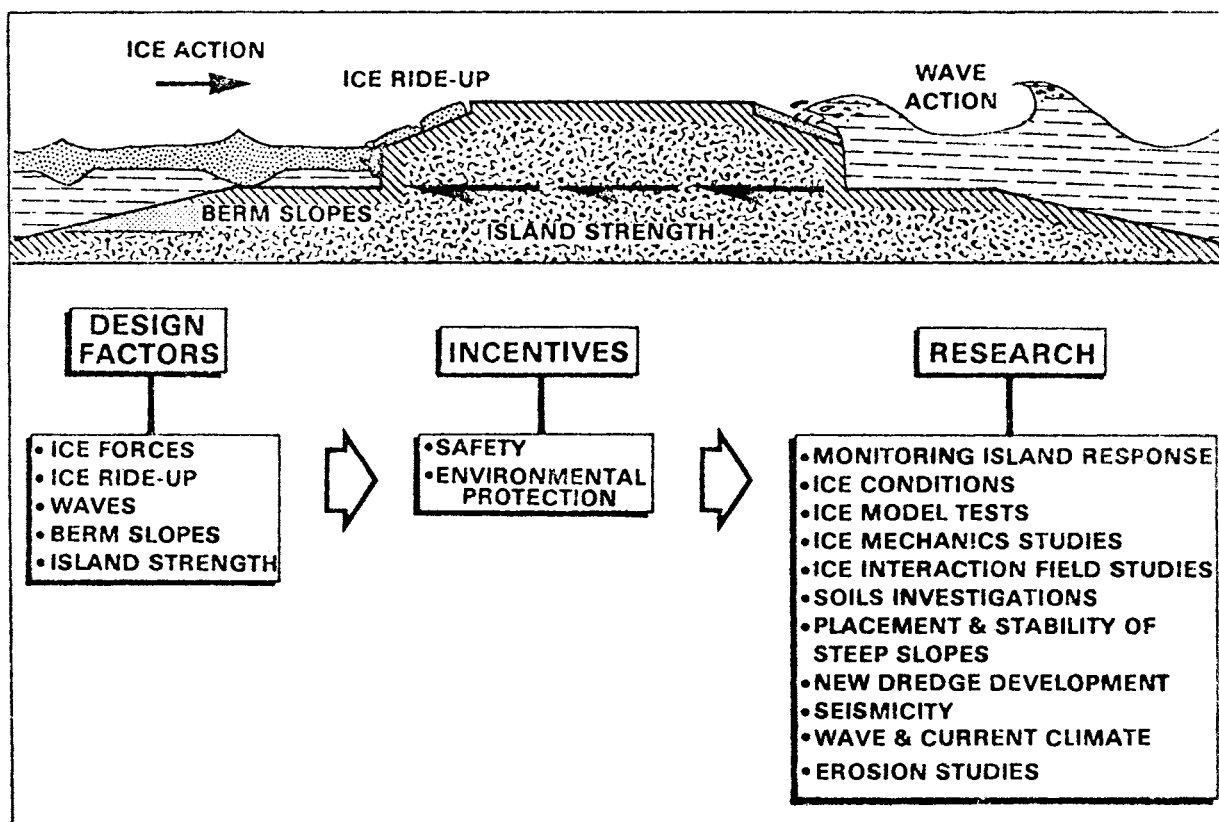
Tabell 1: Utdrag av stikkordsregister (havis) fra bibliografi over Arctic Petroleum Operators Assosiation undersøkelser i Arktis. Stikkordsregistret illustrerer sentrale tema for industrien. Tallene viser til artikler i vedlagte litteraturoversikt, se vedlegg 1.

havisens bevegelse og over til effekten av tankbåter på stabiliteten på fronten for den polare pakkis. Et sentralt tema har vært havisens effekt på de kunstige øyene som benyttes som boreplattformer, samt hvordan disse øyene eventuelt vil påvirke tilbaketrekning og driftsmønstret av havisen. Et annet sentralt tema har vært bygging av tankbåter som kan operere sikkert, samt disse båters effekt på havisen. Dette siste problemet skyldes den innfødte befolknings fangst og jakt i de isfylte områder. Det har også vært utført forsøk på hvordan tankbåter vil påvirke framkommeligheten og hvor raskt råkene etter isbryterne fryser igjen.

Behovet for kunnskap om havis i relasjon til olje- og gassaktivitet offshore er også illustrert i Beaufort Sea Environmental Impact Statement, volume 2, 3A og 3B. I volume 2 er det presentert hvilke typer havisinformasjon som er relevant i forhold til selve utformingen og ved gjennomføring av selve produksjonen; alternativt hvordan det fysiske miljøet er bestemmende for utformingen av produksjon og transportutstyr av olje og gassfelt-utviklingen i Beauforthavet. I volume 3A og 3B er det presentert informasjon om havis, som grunnlag for å vurdere effekten av olje og gassvirksomheten (produksjon og transport) på det fysiske og biologiske miljøet.

Havisforskning i relasjon til produksjon og transport

I Beauforthavet med små vanddyp (20-60 m) vil kunstige øyer av sand/grus med eventuell en betong eller stålramme øverst danne produksjonsplattformer. Kunstruksjon og bygging av disse krever inngående kunnskap om de krefter isen utøver på disse enhetene. Fig. 9 illustrerer skjematisk de krefter som virker, og angir også den forskning som er utført for å løse konstruksjonsproblemene. I tilknytning til disse



FIGUR 9 Artificial islands have been selected as the most practical foundation system for permanent drilling and production facilities in the Beaufort Sea. The factors which govern the design of artificial islands have been the subject of extensive research on island building technology and ice interactions for over a decade. The ice forces are accurately known, as is the ability of man-made islands to resist these forces.

spørsmål er det utført flere eksperimenter, bl.a. "The Nutcracker Project", hvor en studerte hvordan havis i Arktis påvirker vertikale rørkonstruksjoner. Dette eksperimentet viste at det var vanskelig å ekstrapolere isens bruddstyrke for de forhold som er relevante for store konstruksjoner. "The Nutcracker Project" ble fulgt opp av flere eksperimenter og test-prosjekter, for nærmere omtale av disse se Tabell 2.

Canadian industry has been conducting research on ice interactions and island building technology in the Beaufort Sea for over a decade. Designs have been developed that are capable of withstanding extreme ice conditions in water up to 60 metres deep. Figure 4.3-8 illustrates the major design criteria requirements and the corresponding types of research that have been conducted (see Volume 7). The successful construction and operation of 19 exploration islands in water up to 22 metres deep has provided experience which contributes to the design of islands in deeper water.

Much of the research has been conducted through co-operative programs of the Arctic Petroleum Operators Association (APOA), an association of petroleum companies with interest in the Canadian Arctic. Due to the high costs of research in the Arctic, the association was formed to provide a vehicle for cost sharing. Research projects are proposed and operated by individual members. Other members can then voluntarily participate in any project, by sharing in the cost of the project in return for the data. This research has contributed significantly to an increased knowledge of ice and its interaction with structures.

In 1969, research and data-gathering activities began with the purpose of providing technology for offshore drilling in the ice-infested waters of the Beaufort Sea. The approach was to consider bottom founded structures, which would have the ability to withstand the loads imposed by moving ice. This required a knowledge of the ice environment, as well as the lateral forces exerted by ice as it failed against the structures.

At that time, available technology was inadequate to deal with the problem. Some experience had been gained in Cook Inlet, Alaska, in dealing with sub-Arctic ice, and bridge piers in ice-infested rivers had been standing up for centuries. Even so, the action of Arctic ice on fixed structures was considered to be a unique problem, owing to the greater strength, thickness and lower temperature of the ice.

Several study areas have been pursued, including general ice conditions and behavior, extreme ice features, and ice strength and forces. Information on ice behaviour and ice conditions have been systematically collected each year since the early 1970's in the shallow waters of the Beaufort Sea (Spedding, 1974, 1981) and in the deeper water areas (McGonigal and Wright, 1980; Wright *et al.*, 1981).

The first experimental Arctic offshore research project investigated the action of an Arctic ice sheet against a vertical pile-type structure (Croasdale, 1970, 1974). This "Nutcracker Project" was so called because of the special devices, resembling giant nutcrackers, which were used to measure the crushing strength of ice against circular piers. The Nutcracker tests provided valuable design data, but also indicated the presence of a size effect, which made it difficult to extrapolate the ice failure strengths to those relevant to large structures. It became obvious that an intensive research effort was required to more fully understand the importance of various ice and structure parameters on ice loading.

It was from this realization that the research effort into ice blossomed. There were many facets to subsequent studies. Experimental ice indentation tests were done on lake ice at intermediate scale with specially designed apparatus (Taylor, 1973; Miller, 1974). Similar tests were conducted at smaller scale on thin ice sheets in a cold room. Field measurements of ice behaviour and ice properties continued (Kry, 1973; Gladwell, 1976). A large outdoor ice test basin was constructed to observe and record ice loading on structures (Verity, 1975). The following outlines some of this work.

The portable field test apparatus constructed for indentation measurements was used at Eagle Lake, a freshwater lake, near Calgary. It consisted of two steel load faces separated by powerful hydraulic cylinders supported in a gantry. The load faces were forced apart in the ice sheet and the failure loads recorded. Three consecutive years of measurements

were taken to obtain data on the effect of various parameters. These included the dependence of aspect ratio (indenter width/ice thickness) on the crushing strength of ice, as well as the effect of indenter shape, indenter-ice bonding, temperature and loading rate. Follow-up experimental work using the same apparatus investigated the buckling characteristics of ice at large aspect ratios (Trofimenkoff, 1975). Field test results were correlated with the mechanical properties determined from cold room laboratory experiments.

These tests identified the ice failure modes for different loading rates and showed that they were an important factor in determining the ice failure strength. Furthermore, these tests, as well as observations of the crushing failure of ice against artificial islands (Gladwell, 1977) and cold room experiments, indicated that the ice did not fail simultaneously in the entire interaction region. Rather, at any one time, different local areas of the interaction region were in different stages of failure. In other words, it appeared appropriate to consider the failure region divided into a number of independent zones, with the number of zones increasing as the structure width increased.

These observations indicated that the design stress for a wide structure should be less than for a narrow structure (Kry, 1979, 1980). A stochastic model was developed, which quantified the decrease in design stress for wide structures, compared to narrow structures. This allowed prediction of ice stresses on artificial islands based on data obtained from tests on continuous crushing of lake ice and in the cold room.

Further direct measurements of ice pressures around islands (Strilchuk, 1977), the observation of ice failure modes around islands, additional continuous crushing measurements at Eagle Lake, and segmented indenter tests in the cold room, added to confidence in the stochastic model for predicting ice failure loads in the interaction zone at an island or other structure.

The presence of ice rubble fields around islands complicated the application of ice failure loads in the interaction zone to a load on the island (Kry, 1977). However, recent work in monitoring the formation, nature and stability of ice rubble fields has added to the knowledge of how they influence the stability of the structure which they surround.

Concurrent with the above studies, experimental data were being gathered on the interaction of ice with conical structures. The main reason for considering conical structures was the reduction in ice force one could expect through bending rather than crushing. This was of particular importance where impact with multi-year ridges could be expected.

To provide confirmation of earlier theoretical and small scale modelling, a large open air ice test basin was constructed in Calgary in 1973. Initially, this Canadian facility was used to test a 45° cone structure at approximately one tenth scale using sheet ice and ridges. The cone was instrumented to measure horizontal and vertical forces and record the ice failure modes. In subsequent years, tests were also conducted on model artificial islands (Semeniuk, 1976), a section of a caisson retained island (Rosenegger, 1977) and recently on a 30° conical structure. Field programs to measure the flexural strength of Arctic ice complemented this work (Kry, 1975). Of particular interest was the determination of the strength of multi-year ice ridges in the Beaufort Sea (Gladwell, 1976).

More recently, research has been conducted at Hans Island, a natural island in the High Arctic, situated in the Kennedy Channel between Ellesmere Island and Greenland (Plate 4.3-22). Each summer when the ice breaks up, large multi-year ice floes move down the channel and collide with this rocky island. Measurements obtained here are the first compiled for the interaction between thick multi-year ice and a large structure, and simulate the interaction expected at a large Beaufort Sea platform. Finally, ice forces are being measured on the Tarsiut artificial island, which is considered a prototype of future deep water production platforms.

Tabell 2: Utdrag fra Beaufort Sea EIS vol 2, som illustrasjon av forskningsoppgaver relevante for industriens utbygning av olje- og gassfelter i Arktis.

Andre sentrale oppgaver har vært studier av sannsynligheten for kollisjon mellom ekstreme isformasjoner (isøyer eller tung flereårs-is) og produksjonsenheter. Videre er det utført omfattende arbeid med hva som skjer når havis kommer inn mot ei produksjonsøy; skjer det en oppstuvning av is utenfor eller blir is skjøvet innover produksjonsøya? Det har her vært avgjørende å beregne de krefter som isen setter opp mot installasjonene. En sentral person i arbeidet med ismekanikk samt å beregne isens krefter er C.R. Croasdale. Croasdale ledet arbeidet for Dome Petroleum Ltd. med å konstruere de "kunstige" øyene for boring i Beauforthavet. I vedlegg 2 følger en oversiktsartikkel av Croasdale over ismekanikk.

Ved vurdering av havisforskningen i Beauforthavet må en være klar over de tre issonene: fastis, overgangssone og polar pakkis. Det har vært og er fortsatt aktuelt med produksjons-øyer i alle tre sonene, og på grunn av de vidt forskjellige forhold som gjelder i disse sonene, har også forskningen hatt forskjellige målsetninger, avhengig av hvilken sone som har vært relevant.

I tilknytning til ismekanikk og undersøkelser av isens krefter kan Det Norske Veritas' arbeid nevnes. De har opprettet et kontor i Calgary hvor en i tillegg til sine øvrige oppgaver arbeider med ismekanikkstudier og risikoanalyser. For en nærmere omtale av deres aktivitet vises til vedlegg 3.

Havisforskning og miljøkonsekvenser

Beauforthavet dekkes av is 8-9 måneder i året og en har som kjent tre issoner med forskjellige egenskaper og dynamikk. Aktiviteten er fordelt i alle tre sonene. For å kunne vurdere den operasjonelle

sikkerhet og konsekvenser for miljøet er dynamikken i de tre sonene studert. Det er lagt vekt på undersøkelser av:

- 1) dannelselse og form av skrugarder (pressure ridges, hummocky ice fields),
- 2) veksthastighet av havisen,
- 3) hastighet og driftsmønster,
- 4) isens styrke samt opptreden av ekstreme isformasjoner.

Videre er det avgjørende med kunnskap om havisens variasjoner gjennom året, tid for tilfrysning og smelting/tilbaketrekning hvor det bl.a. er avgjørende med kunnskap om effekten av polynyaen i munningen av Amundsen Gulf.

En fundamental oppgave for havisforskningen har vært spørsmålet om havisens dynamikk og termodynamikk. I Beaufort kan dette illustreres på en noe forenklet måte:

- 1) Strømmer medfører dannelselse av polynyaen i munningen av Amundsen Gulf tidlig på vinteren,
- 2) Områder med åpent vann absorberer langt mer varme enn den lyse isen,
- 3) intensivert smelting kombinert med generell smelting av is på grunn av stråling,
- 4) begynnende ferskvannsdrenering fra Mackenzie River starter smelting i de kystnære områder,
- 5) drift av havisen som en følge av det generelle vindfeltet i Beauforthavet som igjen er en følge av de mer regionale atmosfæriske forhold.

Som det framgår, er det en kompleks "årsak-virkning", relasjon mellom meteorologiske, oseanografiske og hydrologiske faktorer kombinert med havisen selv, som er bestemmende for havisens utbredelse. Havisens bevegelse og variasjoner gjennom året er forsøkt modellert,

men pålitelige modeller for tilfredsstillende isvarsel er ikke etablert (vil bli diskutert senere).

Kunnskap om havisens variasjoner gjennom året er også avgjørende for å forstå den biologiske syklus, og derved effekten ved et oljesøl og under hvilke forhold et oljesøl vil ha størst/minst effekt på livet i havet. Næringslivet er plankton, som igjen er avhengig av sollys. Selv om sollyset kan trenge gjennom havis, vil en først ved "åpent-vann-forhold" få den nødvendige kombinasjon av sollys og oppvarming som starter plankton-oppblomstringen i stort omfang. Et sentralt tema har vært undersøkelser av sammenhengen mellom utbredelse av åpent vann og biologisk aktivitet, og her har en foreløpig bare et grovt kvalitativt bilde av hva som skjer.

Undersøkelser langs Canadas østkyst

I forbindelse med utforskningsaktiviteten langs Canadas østkyst ble undersøkelser utført av myndigheter og industri i fellesskap (EAMES-prosjektet, se egen omtale). En rapport, Manko, J.R. 1982: The Ice Environment of Eastern Lancaster Sound and Northern Baffin Bay, Environmental studies No. 26. Dept of Indian and Northern Affairs, Northern Affairs Program, 215 pp., vedlegg 4, over ismiljøet i nordlige deler av Baffin Bay illustrer den type forskning som er utført for disse områdene. Hovedsiktemålet for undersøkelsene var:

- 1) Vurdere hvilken risiko havis og isfjell representerer for boreaktiviteten,
- 2) havis og dens betydning for vurderingen av de fysiske og biologiske konsekvenser av oljesøl.

I denne forbindelse ble det lagt vekt på følgende studier og undersøkelser:

- 1) Sesongvariasjoner i isdekket med spesiell vekt på variasjoner i utbredelse av de forskjellige iskonsentrasjoner,
- 2) is - tykkelse, alder og florstørrelse,
- 3) variasjoner fra år til år,
- 4) gjennomsnittsførhold og ekstreme forhold,
- 5) områder og utbredelse av landfast is samt tid for dannelse og oppbrekking av denne type is,
- 6) sesongvariasjoner i isens bevegelsesmønster og sammenhengen med meteorologiske og oseanografiske forhold. I tillegg ble det utført undersøkelser av den regionale isfjellfordeling.

Undersøkelser av isfjell

Undersøkelser og observasjoner av isfjell langs Canadas østkyst har relativt lang tradisjon, og et betydelig observasjonsmateriale er samlet under "The International Ice Patrol" og U.S. Coast Guard og av kanadiske myndigheter. I løpet av de siste ti år er det utført omfattende undersøkelser av:

- 1) Isfjellenes transportbaner ut fra satellitt, radar og fly,
- 2) beregning av isfjell-fluks med hensyn på tid og område,
- 3) profilering og beregning av isfjellenes størrelse og deres undersjøiske form.

Hoveddelen (90%) kommer fra Grønland og isfjellene blir transportert nedover langs Canadas østkyst. Strømmønstret nær overflata og i midtre deler av vannmassene er avgjørende for fjellenes bevegelser. Isfjellenes transportbaner følger hovedsakelig det generelle strømmønster, men det er også observert virvelliknende bevegelser.

Som nevnt er denne forskningen motivert ut fra den risiko isfjell representerer på bore- og produksjonsinstallasjoner. Et overordnet siktemål for denne forskningen har vært å forstå fjellenes dynamikk for om mulig å endre deres bane og/eller redusere deres størrelse ved forskjellige teknikker.

PÅGÅENDE OG FRAMTIDIGE OPPGAVER

Industriprosjekter

Fra industriens side er prioriterte forskningsoppgaver i Beauforthavet, og også for øvrige områder, praktisk rettet. For Beauforthavet er det i Environmental Impact Statement foreslått forskningsoppgaver som:

- 1) Måling og undersøkelser av interaksjonen mellom is og faste installasjoner,
- 2) styrken av flereårs-is,
- 3) vekst og nedbryting av is rundt faste installasjoner,
- 4) forbedring av statistikk for isutbredelse og variasjon i isens beskaffenhet,
- 5) bedre fjernanalyseteknikker for isobservasjoner langs de foreslåtte ruter for tankbåttransport,
- 6) drivmekanismer for den polare pakkis,
- 7) isvarsling og isovervåking.

Som en sammenfatning av industriens forskning gjelder følgende: Forbedret bakgrunnsmateriale for design/konstruksjon av installasjoner samt å sikre optimal effektivitet og sikkerhet. Planer for industriens havis- og isfjellforskning for årene 1985/86 er vist i Tabell 3.

MOBIL OIL CANADA LTD.

Iceberg detection
Ice mass velocity
Iceberg Towing
Iceberg Aerial reconnaissance
Iceberg flux evaluation
Iceberg profiling study
Medium-scale ice test

Canpolar Consultants.
Arctic.
Fenco.
F.C. Bercha.
Seaconsult.
Dobrocky Saatech.
in-house.

Total: 3.190 C\$/ 89.4 %

PETRO CANADA RESOURCES

Objectives

Design criteria / Support and improvement of operations / Operational risk.

Offshore exploitation and International Ice Patrol have produced considerable data for the Gend Banks region. More site-specific data are needed.
Iceberg movements prediction capability.
Long-range iceberg detection capability from platforms.
Sea ice statistics (site-specific occurrence and movements).
Characterization of sea ice and icebergs.

Iceberg tracking and monitoring of speed.
Iceberg forecasting.
Development of parameter statistics for icebergs.
Collation of site-specific field data on sea ice and icebergs (and ocean data).
HUSKY OIL

Objectives:

Short-term R&D to meet specific offshore exploitation operational requirements.
Long-term R&D for production planning.

Marine-based radar system for identifying and locating small icebergs at great distances (A large-scale effort jointly funded by several East Coast operators). Use of SLAR for ice surveillance.

BSSO RESOURCES CANADA LIMITED.

Objectives:

Design criteria / Operational forecasting / Regulatory compliance.

Beaufort Sea:

Monitoring of Beaufort Sea ice conditions, to monitor effects of artificial islands on ice breakup and for operational support.
Multi-year ice occurrence.

East Coast:

Iceberg movement prediction.
Methods for altering iceberg course.

DOME PETROLEUM LIMITED.

Objectives

Regulatory compliance / Design criteria / Operational monitoring.

Extreme ice feature frequency.
Multi-year ice thickness distribution.
Winter and summer ice drift models.

Operational monitoring: airborne radar/visual/predictive models.
Controlled multi-year ice impacts against an offshore structure.
Investigations of ice forces at a rubble field at an abandoned well site (berm) Beaufort Sea ice movements from ARGOS fixes.

Total cost: 2.990 C\$, / 73.3 %

GULF CANADA RESOURCES INC.

Objectives:

Design and operational criteria / Operational support / Regulatory compliance.

Pack ice driving forces / Extreme ice features in Beaufort Sea / Ice movement forecasting: Beaufort Sea and transportation corridors.

Digitized data bank for sea ice information.
Regional study of local ice pressure.
Improved definition of pressure-area curve for global and local ice loads.
Discrete-element ice structure interaction model.
Probabilistic ice-load model for offshore structures.

PANARCTIC OILS LTD.

Objectives:

Operational requirements / Regulatory compliance.

Data and interpretation on extreme ice features and effect on ice scour.
Satellite tracing of ice motion using JMR receivers.
Ice thickness measurements and interpretation.

APOA PROJECTS

Upward-looking ice profiler.
Transit Island stress sensor and telemetry program.
Design criteria and ice interaction study.
Controlled ice flow impacts against an offshore drilling structure.
Statistical analysis of ice movement in Beaufort Sea using ARGOS buoy data.

Tabell 3: Industriens forskningsprosjekter innen havis 1985/86.
(Kilde: Green & Thomas.)

For selskapene Dome, Gulf og Esso som arbeider i Beauforthavet, er forskningsoppgavene innen rammen for det de selv skisserte i Beaufort Sea EIS for fire år siden. For de selskapene som arbeider på østkysten, er isfjell det viktigste studieobjekt. Sentrale oppgaver er varsling av isfjell og deres transportbaner samt hvordan en kan unngå isfjell og også beregne den risiko de representerer for offshore virksomhet.

Forskning anbefalt under høringsprosessen av Beaufort Sea EIS

I forbindelse med den offentlige høring av industriens Environmental Impact Statement for Beauforthavet, ga høringskomitéen denne anbefaling for følgende forskningsoppgaver innen havis: Studier av dynamikken av det vinddrevne pakkishav-systemet, som mer spesifikt omfatter studier av

- 1) prosesser som bestemmer isens bevegelse hvor formålet er bedre å kunne forutsi iskonsentrasjoner,
- 2) bevegelse og deformasjon av is basert på oseanografiske og meteorologiske data,
- 3) grunnleggende forskning vedrørende varmestrøm for systemet, hav, is og atmosfære,
- 4) de termodynamiske prosesser for frysing og smelting av pakkis,
- 5) de fysiske prosesser for dannelse av landfast is,
- 6) stabilisering av landfast is som en følge av kunstige øyer,
- 7) destabilisering av landfast is som en følge av skipstrafikk.

Deler av disse forslagene er tatt opp av forskjellige statlige forskningsinstitusjoner, spesielt Institute of Ocean Science.

Forskning i regi av myndigheter, universiteter og frittstående institusjoner

Forskning innen denne kategori omfatter en rekke institusjoner, også private konsulentfirmaer på oppdrag, forskjellige finansieringskilder inkludert midler fra industriens konsesjonsfond (ESRF), forskningsråd og myndighetenes egne forskere og forskningsgrupper. Som det framgår av oversikten over forskningsplanene for perioden 1985/86 (Tabell 4), omfatter denne forskningen en betydelig innsats på observasjonsteknikk og fjernanalyse, fly- og fastmontert radar (se vedlegg 5 for orientering om utvikling av radar for måling av istykkelse og klassifikasjon av havis). Denne forskningen må også sees i sammenheng med den forskning som utføres innen fjernanalyse i Canada.

Den rent statlige innsatsen er i hovedsak konsentrert om arbeidet til Atmospheric Environment Service (AES) og Institute of Ocean Science (IOS). AES har bygget opp en sentral for nasjonal isvarsling (se senere), mens IOS arbeider med ren forskning, spesielt med interaksjonen havis - oseanografiske forhold. Tidligere modeller for isbevegelse i Beauforthavet har ikke gitt det ønskete resultat, og det synes som om en ikke i tilstrekkelig grad kjenner de oseanografiske forholds betydning for isdriften. Det vises til vedlegg 6 hvor IOS's planer for havisstudier i Beauforthavet er diskutert. Ved Bedford Institute of Oceanography (BIO) har en i de senere år arbeidet med modeller for drift av isfjell, og en nytter to modeller, en deterministisk og en statistisk. Ved den deterministiske modellen er hovedprinsippet å beregne de krefter som virker på isfjellet. Imidlertid har det vist seg meget vanskelig å måle tilfredsstillende de aktuelle kreftene og de relevante parametre som inngår. En må bl.a. ha

OVERSIKT OVER FORSKNINGSPROSJEKTER

ESRF:

Assessment of Airborne imaging radars for detection of ice and icebergs.
 Phase I & III CANPOLAR Ltd, Toronto, Ontario.
 Phase II F.G.Brecha & associ. St. John's Nfld.
 Phase IV Interra Ltd, Calgary, Alberta.

Assessment of marine radars for detection of ice and icebergs.
 Viatic Resources, Calgary, Alberta.

Underwater iceberg geometry.	Nordco Ltd St. John' s.Nfld.
Managemnt of small ice masses	Dobrocky Seatech, Sidney, B.C
Motion and Impact of icebergs	Hay & Company, Burchany, B.C.
Fracturing of icebergs	Ice Engineering Ltd, St. Johns
Enhancement of the radar detectibility of icebergs	Viatic Resources, Calgary.
Long Range prediction of iceberg season servity	Arctic Sciences Ltd. Sidney.
Long range prediction of iceberg season servity	Seaconsult Marine Research. Dartmouth N.S.

COGLA

Development of acoustic and radar systems for ice (and wave and currents)
 detection at meso-length scales (30-50 km)
 Research on shear zone processes in the Beaufort Sea and processes affecting
 interannual variability of ice (and currents and waves).

ATMOSPHERIC ENVIRONMENT SERVICE

Regional ice information

NATURAL SCIENCES AND ENGINEERING RESEARCH COUNCIL OF CANADA

Ice rubble mechnaics	N.Morgenstern, Alberta
High frequency radars for detection of sea ice	J. Walsh. Memorial R. Windsor, C-CORE
Hazards potential of glacial ice masses offshore New Foundland and Labrador	J.H.Lever, Memorial
Sea ice dynamics	J.V Sykes, Waterloo.

NEW FOUNDLAND AND LABRADOR PETROLEUM DIRECTORATE

Iceberg and pack ice conditions on the Grand Bank (1981)
 Iceberg Ice: Physical Characteristics, Uniaxial compression testing (1982)
 Radar configuration, guidelines for iceberg detection from offshore drilling
 platforms (1982).
 Long-term forecast to sea ice and icebergs and weather on the Grand Banks (1983)
 Iceberg detection capability(using on-rig radar) 1983.
 The influence of ice on the resability of a floating early production system on
 the Hibernia Field (1984).
 Servity of sea ice in Newfoundland Bays (atlas of Ice Conditions) 1984.

C - CORE

Iceberg temetures.
 Wave-ice interaction.
 Canadian Marine Ice Guide.
 Iceberg fragmentation.
 Ice tank experiment.
 Adams Island Current project.
 Development of iceberg penetrator.
 Wave induced ice motions.

BEDFORD INSTITUTE OF OCEANOGRAPHY

Iceberg drif models

Tabell 4: Havisforskning i regi av myndighetene, 1985/86. (Kilde:
 Green & Thomas 1985.)

nøyaktig kjennskap til isfjellets form og til en hver tid kjenne strømforholdene rundt isfjellet. Dette er begge parametre som er meget vanskelige å registrere. En har i dag ikke tilstrekkelig metodikk til å måle dette. For praktiske formål synes statistiske modeller å være langt mer effektive. Utvikling av en statistisk modell krever langt mindre feltobservasjoner. Som en første tilnærming kan en anta at et isfjells bevegelse ekstrapoleres utfra den tidligere drift. I mer raffinerte modeller nyttes i tillegg informasjon om tidevann og treghetsstrømmer. Problemet er som tidligere nevnt, å få den nødvendige strøminformasjon til en hver tid. Strøminformasjon fra et punkt er f.eks. ikke tilstrekkelig. En annen metode er å nytte middelverdier eller gjennomsnittsverdier for de aktuelle data, supplert med informasjon om umiddelbart forutgående avvik. Disse gis så forskjellig vekt, som for øvrig avtar utover i varslingsintervallet. Det vises for øvrig til vedlegg 7.

ISVARSLING

Den statlige isvarslingstjeneste

Betydelige deler av Canadas farvann er dekket av is for kortere eller lengre perioder av året, og fra myndighetenes side er det lagt ned betydelig innsats i en isvarslingstjeneste, bl.a. med utarbeidelse av isatlas, se vedlegg 5. Den nasjonale isvarslingstjenesten ønsker å bygge ut en komplett isvarsling hvor flybårne høyopløselige radarsystemer med direkte dataoverføring inngår som en viktig del. De radarsystemene som benyttes er SLAR (Side looking airborne radar) og det mer avanserte systemet SAR (Synthetic aperture radar).

Tradisjonelt har virksomheten vært rettet mot shipping, og isvarslingen foregår da også i nært samarbeid med den kanadiske kystvakt. Isvarslingen har omfattet både havis og isfjell. Det gis ut isinformasjon og isvarsel via faksimile ved faste tider. I sesongen gis det ut kart daglig. Eksempel på iskart er vist i vedlegg 9(V). Vedlegg 9(I,II,III og IV) inneholder orienteringer og redegjørelser for isvarslingstjenestene i Canada.

I de senere år har en søkt å utarbeide isvarsler, og en modell som nyttes, er basert på arbeider av Hibler, se vedlegg 9(VI). Denne modellen kan nyttes for følgende varsler:

- 1) Ishastighet,
- 2) endringer i is-karakteristika,
- 3) internt is-stress (i stor skala) som følge av konvergens i pakkisen.

Ved samtale med T.F. Mullane ved AES' isvarslingssentral ble det imidlertid opplyst at en på langt nær har utviklet tilfredsstillende isvarslingsmodeller for operasjonelle formål. Et sentralt problem ved modellene er mangel på data vedrørende vind og også strømmer umiddelbart over og under havisen. Dette er imidlertid data som det er meget vanskelig å få tilfredsstillende informasjon om.

Av andre varsler som gis ut, er sesongvarsel. Disse omfatter både varsel for sommersesongen og tidspunkt for tilfrysing, "freeze-up", se vedlegg 9(VII). Denne varslingen er hovedsakelig basert på statistikk. Varslet for sommersesongen utarbeides i juni, og her er mai-temperaturen avgjørende. Normalt vil en mild mai gi et godt isår, og omvendt, kald mai gir et dårlig isår.

Ved siden av disse varslene samles det også inn informasjon om istykkelsen og dens endring samt isens renhet. Dette er parametre som er vanskelige å måle, men de kan til en viss grad også beregnes.

Som framtidige isvarslingsoppgave planlegger AES også å gi isfjell-varsel, se vedlegg 9(VIII). Det legges i første omgang opp til en isfjellinformasjonstjeneste. En vil utgi "real-time" isfjellinformasjon, samt angi endringer i isfjellsituasjonen. Basert på computer vil 1-5 dagers varsel bli utarbeidet.

Isvarslingstjenesten til AES er ment å være av regional karakter. Den lokale, "site-specific", informasjonen for områdene rundt en bore-rigg vil bli utarbeidet av private firmaer på direkte kontrakt med operatørene.

Private isvarslingstjenester

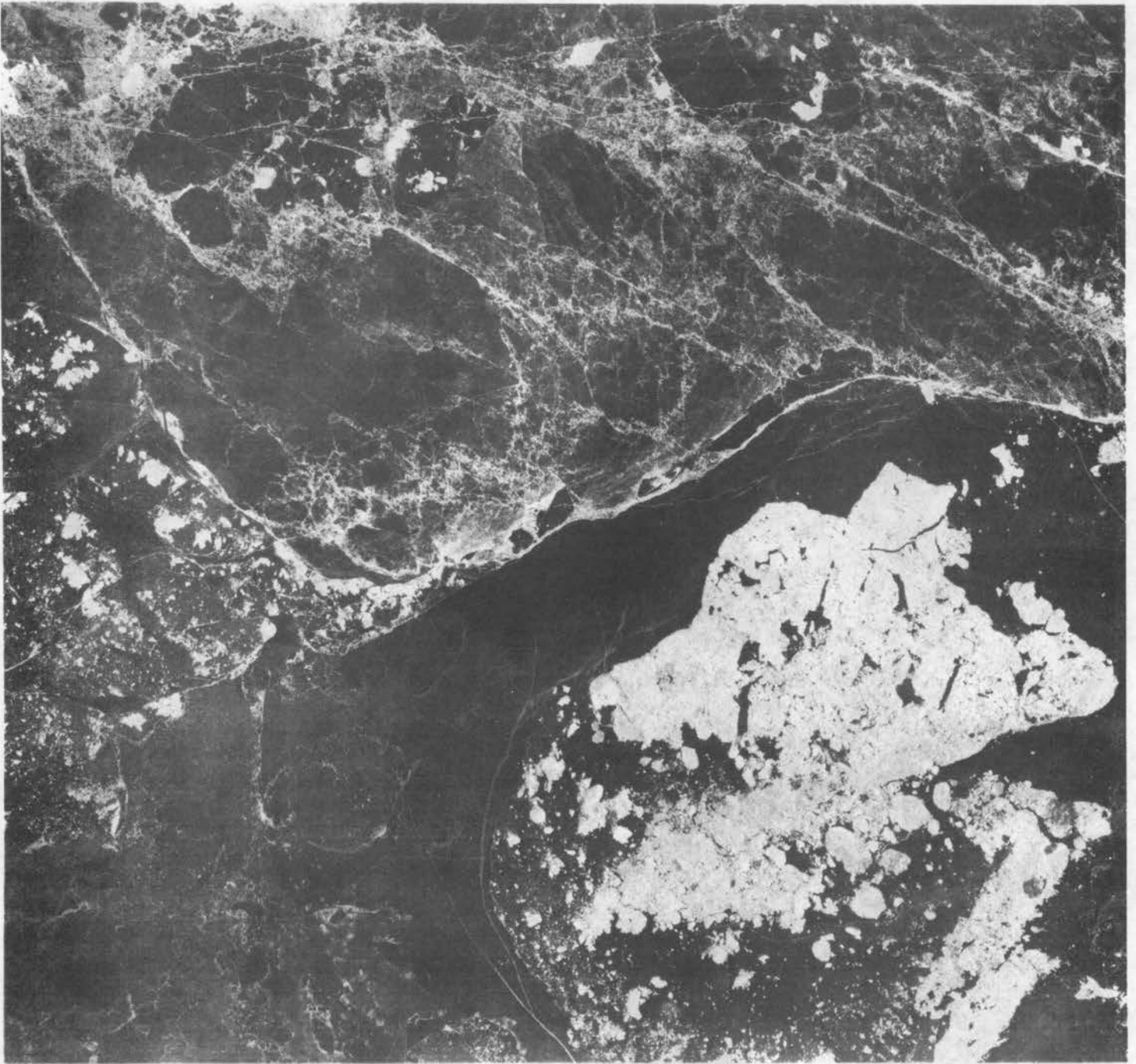
Som nevnt benytter oljeselskapene private konsulentfirmaer for sin egen isvarslingstjeneste. I Beauforthavet benytter operatørene spesielt firmaet INTERA Technologies, som er kjent for utviklingen av sitt kommersielle SLAR/SAR system med direkte overføring til bruker. INTERA Tech har lagt stor vekt på å utarbeide et varslingssystem som er tilpasset operatørens varierende behov for isinformasjon avhengig av utstyr og årstid. Isvarslingene inngår i operatørenes "ice management" og deres beredskapsplaner eller "alert plans", som i siste instans innebærer full demobilisering av en rigg. Isvarslingstjenesten fra INTERA Tech benyttes også av seismiske fartøy og av isforsterkede fraktbåter gjennom Nordvestpassasjen.

Ved overvåking og varsling av isforholdene skiller en normalt mellom "strategisk" og "taktisk" informasjon. Strategisk informasjon gir det generelle bildet for et større regionalt område, og inngår som et nødvendig ledd i planleggingen før en går inn i et nytt område. Strategisk informasjon inngår også i planlegging av disponeringen av

båter og annet utstyr på noe lengre sikt gjennom en sesong. Taktisk informasjon er opplysninger som inngår i den daglige drift av virksomheten, og inngår i beredskapsplanene for borerigger og fartøy.

Strategisk og taktisk informasjon stiller forskjellige krav til oppløsning. Strategisk informasjon er ikke avhengig av den detaljeringsgrad som det er behov for ved taktisk informasjon. En kan således oppnå tilfredsstillende oppløsning ved bruk av et SLAR system, hvor oppløsningen vil variere fra 50 til 200 meter. Et SAR system har en fast oppløsning på 6 x 12 meter over hele området som radaren sveiper over. Dette tilfredsstiller de krav som stilles til den taktiske informasjonen. I tillegg til denne informasjonen nytter en radarobservasjoner fra riggene eller borefartøyene i den taktiske informasjonen.

Dataene overføres til en bakkestasjon, som kan være en rigg. Dataene omformes og overføres til sort/hvitt-bilder som så videre monteres sammen til en mosaikk. I nær framtid vil dataene kunne bli direkte overført til en mindre regnemaskin med en grafisk skjerm, og det vil da bli langt enklere skille mellom åpent vann, ettårs-is, flereårs-is og isfjell. Dataoverføring til grafisk skjerm hos bruker gjør at systemet blir langt lettere å operere. Eksempler på INTERA's SAR bilder fra Beauforthavet og Nordvestpassasjen er vist i Fig. 10-15, og her framgår det hvordan en kan skille mellom forskjellige typer is. Fig. 16 er et SAR bilde fra østkysten og viser isfjell. SAR er pr. i dag det eneste fjernmålingsinstrument med tilstrekkelig oppløsning som kan nyttes for å kartlegge konsentrasjoner og bevegelser av den type isfjell som en finner langs Canadas østkyst. For nærmere omtale av INTERA Tech og deres isvarslingstjenester og instrumentering se vedlegg 10. Vedlegg 10 gir også generell informasjon om isvarsling, isovervåking og definisjon av taktisk og strategisk informasjon.



SCALE
MILES 0 5
KILOMETRES 0 5

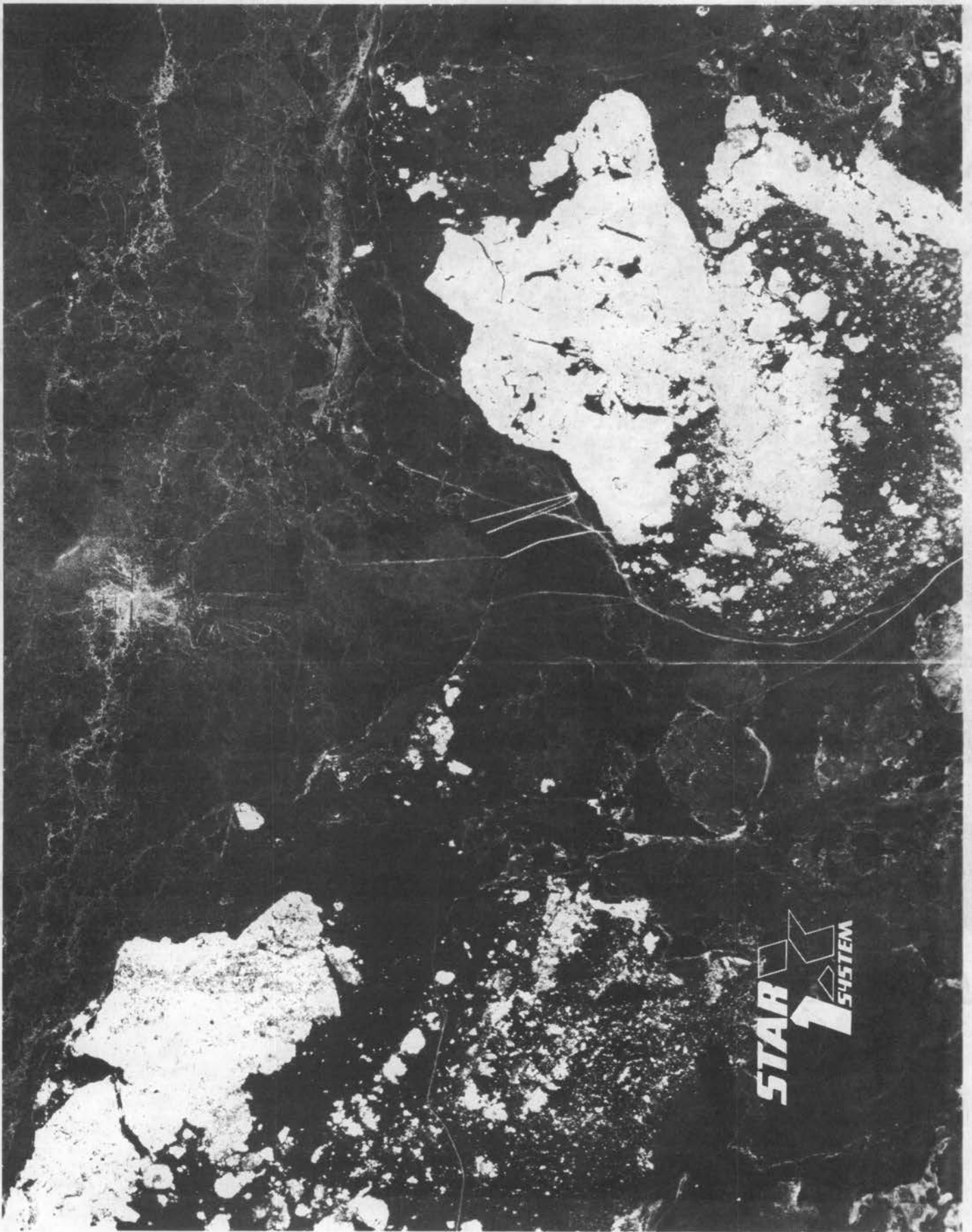


INTERA
TECHNOLOGIES

MACKENZIE BAY BEAUFORT SEA

- FINE RESOLUTION SAR IMAGE
- WIDE SWATH MODE (46KM)
- RESOLUTION 6 X 12M, 7-LOOK
- X-BAND, HH POLARIZED

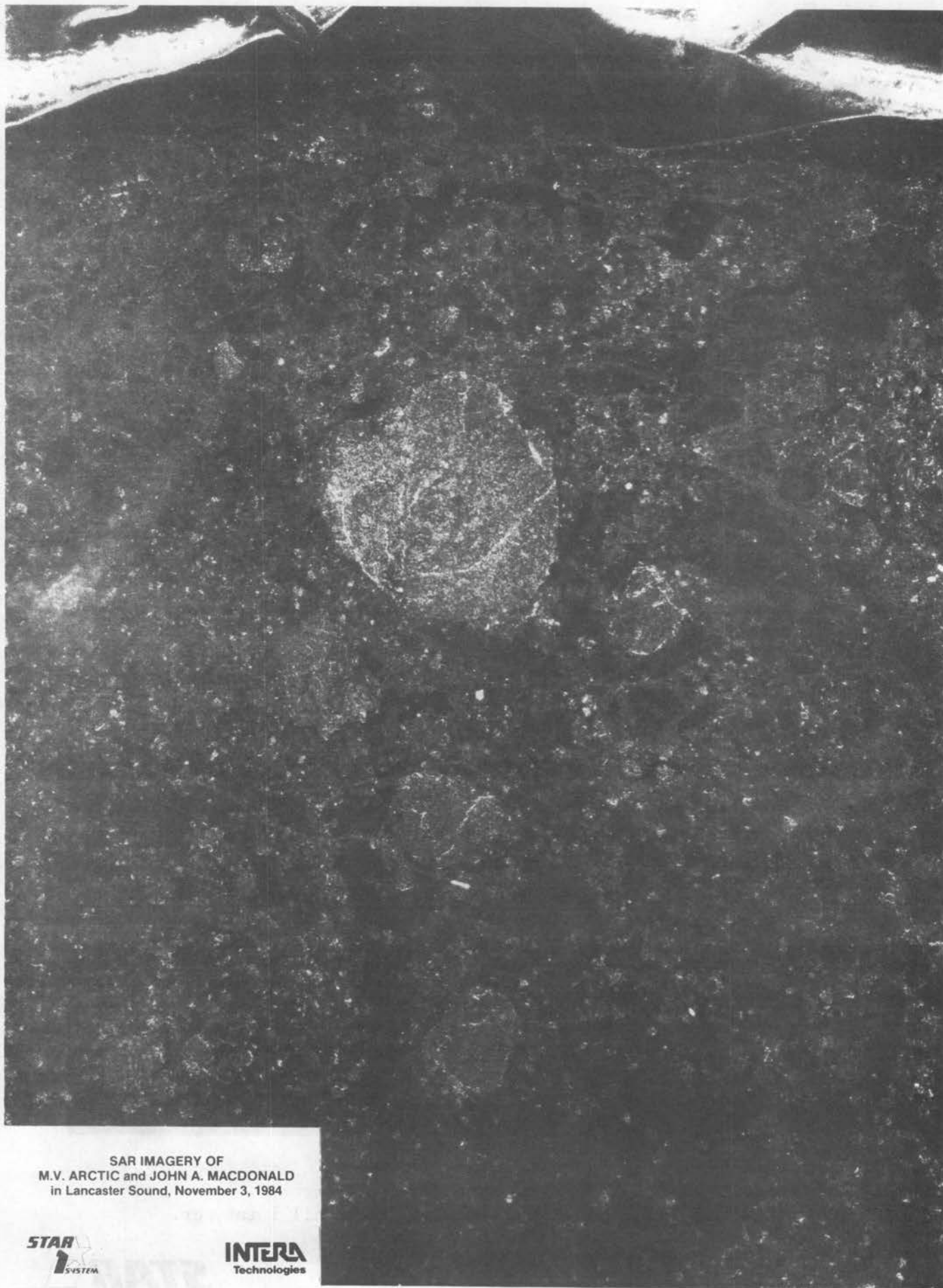
Figur 10: SAR bilde fra Beauforthavet. Tynne hvite streker markerer fartøyenes passasjer gjennom isen



Figur 11: SAR bilde fra Beauforthavet. Det hvite området øverst midt på bildet er et større boreskip. De hvite strekene viser fartøyenes ruter gjennom isen. Midt på bildet kan en se en shear sone i isen.



Figur 12 : SAR bilde fra Beauforthavet. Merk forskjell i istyper.



SAR IMAGERY OF
M.V. ARCTIC and JOHN A. MACDONALD
in Lancaster Sound, November 3, 1984

STAR
SYSTEM

INTERA
Technologies

Figur 13 : SAR bilde fra Nordvestpassasjen



Figur 14: SAR bilde fra Beauforthavet. Hvite streker viser fartøyenes ruter gjennom isen.

FIGURE 8. Example of Ice Image Downlinked to a User Vessel.



Figur 15: Illustrasjon av grafisk skjerm for overføring av SAR bilde direkte til bruker.



Scale 0 1 2 3 4 5 Kilometers

**INTERA
TECHNOLOGIES**

SAR Image of

- *Icebergs
- *Bergy Bits
- *Growlers
- *Sea Ice

Near Hibernia April 7, 1984

LINE 8



Figur 16 SAR bilde fra Grand Banks, hvite prikker angir isfjell

Det er å merke seg at isovervåkingsdataene også blir lagret på tape og kan nyttes videre i forskningssammenheng. Isvarsling på kommersiell basis blir også gjennomført av firmaet Arctec. Deres hovedinnsats ligger i områdene utenfor Alaska, se vedlegg 11.

METODIKK

Effektive isundersøkelser er basert på kombinasjon av fjernanalyse fra satellitt, fly og bakkestasjoner, kombinert med feltstudier og eksperimenter som modellering, og spesielt er statistiske beregninger nødvendige for å fastslå mulige ekstremiteter. Det foregår en betydelig instrumentutvikling for å få effektivt utstyr for arbeid fra is. IOS arbeider her sammen med private konsulentfirmaer med utvikling av lett, transportabelt utstyr for bruk fra helikopter. Det vises også til vedlegg 5 for utvikling av radar for måling av istykkelse og klassifikasjon. Oversikten over forskningsprosjekter (Tabell 4) gir også et bilde av den instrumentutvikling som foregår i Canada vedrørende havis.

BIBLIOGRAFIER

Hoveddelen av havis- og isfjellinformasjon finnes i rapporter. Mange av rapportene er åpne som en følge av de offentlige høringene. Imidlertid er det ofte vanskelig å vite at de finnes. For isfjell på kanadisk østkyst er det utarbeidet en bibliografi. Vedlegg 12 er et første utkast. Bibliografien omhandler i alt 490 referanser.

ORGANISERING OG FINANSIERING

Isforskning er et sentralt tema ved mange institusjoner, departementer og for de selskaper som opererer i arktiske farvann. Betydelige deler av forskningen utføres via konsulentfirmaer. Som en følge av det store behovet for isinformasjon har de kanadiske myndigheter opprettet en nasjonal isvarslingstjeneste, og tilsvarende tjenester kan kjøpes på det kommersielle markedet.

I nasjonal målestokk er isforskning et av hovedtemaene (Fig. 17). For 1984/85 er ca. 21% eller vel 10 mill C\$ avsatt til denne forskningen. Hoveddelen av midlene kommer fra industrien (Fig. 9). I tillegg kommer forskningsmidler i tilknytning til fjernanalyse, som har en tilnærmet like stor andel av disse (se Fig. 17). Fra myndighetenes side er bidrag til isforskning den desidert største andel, nær 40% eller 2,5 mill C\$. Også fra industriens side er isforskning høyt prioritert og utgjør også her den største enkeltandel, ca. 35% eller 6 mill C\$. Også innen ESRF er bidrag til isforskning betydelig, ca. 16%. dvs. annenplass.

Havis- og isfjellforskning har vært og er fortsatt organisert i større paraplyprosjekter, hvor myndigheter og industri i fellesskap deltar.

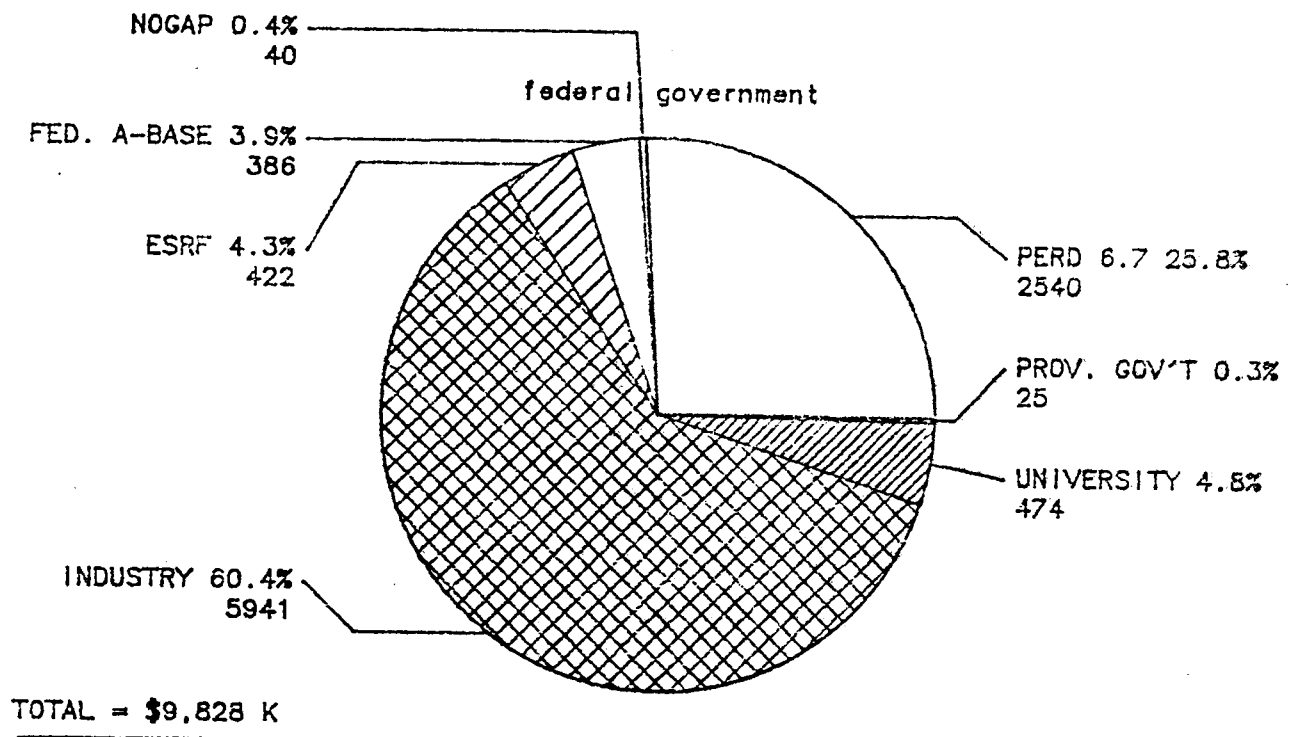


Fig 17: Bevilgninger til is- og isfjellforskning fra de forskjellige kilder.

TILBAKEBLIKK

DOME PETROLEUM (bygger hovedsakelig på uttalelser fra Ben Danielewicz og Inge Fretheim, begge CAN MAR).

BAKGRUNN

DOME PETROLEUM opererer i Beauforthavet hvor de har sin hovedaktivitet i overgangssonen eller i områder med pakkis. Selve hovedoperasjonene blir gjennomført av CAN MAR, som i sin helhet eies av DOME. De borer både fra kunstige øyer og fra isforsterkede boreskip, assistert av isforsterkede supplybåter (se vedlegg 13). Hvordan disse hjelpebåtene disponeres, er avhengig av vær- og isforhold, viktighet av den enkelte brønn og ved hvilket dyp de borer. DOME har utarbeidet et internt regelverk for sikkerhet og evakuering. Dette omfatter en rekke kriterier, og disse "alert criterias" er ikke faste, men avhenger av arbeidstid, boredyp, brønnens viktighet osv. For nærmere omtale av CAN MAR, se vedlegg 10.

Prinsippet for operasjonene i Beauforthavet er at is er en del av miljøet, og hele aktiviteten er basert på at utrustning og operasjoner er "tilpasset" isen. Slogordet "Ice is nice" illustrerer selskapets filosofi. I praksis betyr dette at de overdimensjonerer utstyret og opererer uten større problemer i ettårs-is. I løpet av sommersesongen er det sjelden avbrudd, mens frekvensen og lengden av brudd ("down-time") øker utover høsten når en får inn pakkis. Prisen for å drive kontinuerlig i isfylte farvann er høy. Kostnadene pr. hull varierer fra 60 mill C\$ til 300 mill C\$ ved bruk av Gulfs spesialkonstruerte boreskip "Kulluk". Dette illustrerer at de operasjonelle problemene kan løses, men til en meget høy kostnad.

Generell målsetting

Havisundersøkelsene ved DOME er rettet mot følgende hovedområder:

- 1) Isvarsling, 2) Konstruksjon eller design kriterier,
- 3) Utarbeidelse av operasjonelle rutiner og 4) Risikoanalyser.

DOME CAN MAR har som prinsipp at de ønsker å gjøre mest mulig selv. Tilsynelatende kan de utføre samme type undersøkelser som et annet selskap i samme område. DOME's filosofi er, sitat: "Vi tror at vi er smartest og gjør det på den beste måten, og skal vi samarbeide med andre selskaper, eventuelt myndigheter, vil vi selv bestemme premissene". (Det må klart understrekes at dette utsagnet er fra en av DOME's mange ansatte, en kan ikke uten videre generalisere, men utsagnet kan tas som en illustrasjon på en holdning som en ofte kan finne i selskaper.) Mindre prosjekter går vanligvis i selskapets regi, mens store og kostbare prosjekter blir gjennomført som fellesprosjekter.

Isvarsling

I Beauforthavet gir myndighetene (AES) langtidsvarsel, mens DOME utarbeider sine egne lokale varsler. De har isobservatører om bord som, i samarbeid med personalet (inkludert personalet fra AES) på DOME's observasjonsbase på Tuktoyaktuk, utarbeider det lokale isvarsel. De modeller som eksisterer for isdrift, kan ikke nyttes for tilfredsstillende operasjonell varsling. Det lokale varsel er i stor grad basert på erfaring fra området, kombinert med den mer regionale is- og værvarsling. Dette kan sammenliknes med hva en vanligvis gjør i et dalføre med sterke lokale effekter; den generelle værmelding for området er ofte for generell, men kombinert med lokal erfaring kan den

gi et sikkert varsel.

Eksisterende modeller for havis gir best resultat under sommerforhold, mens en for vinterperioden fortsatt har mangelfull forståelse av isens "driving forces".

Forhåndsinformasjon eller strategisk informasjon

De undersøkelser som utføres, er rettet mot DOME's spesifikke operasjonsområde. Før de går inn i et område, er det behov for eller sterkt ønskelig med følgende type informasjon:

- 1) Variasjoner i havisdekket på årsbasis og fra år til år,
- 2) havisens hastighet,
- 3) frekvens i endring i driftsretning og hastighet, samt varighet av endringene.

Annen ønskelig informasjon er:

- 4) Størrelse og form på isflorer og skrugarder,
- 5) størrelse, form, hyppighet og driftshastighet for ekstreme isformasjoner (isøyer, isfjell),
- 6) vekst og smeltehastighet for isen,
- 7) isens mekaniske egenskaper.

Denne forhåndsinformasjon, eller strategiske informasjon, er informasjon som nyttes i planleggingsfasen hvor en vurderer:

- 1) Hovedtype av utstyr og konstruksjoner,
- 2) de generelle sikkerhetskrav,
- 3) frekvens og lengde av avbrudd i virksomheten ("down-time").

Det ble videre henvist til POAC-publikasjoner for å få ytterligere informasjon om industriens behov for havis-informasjon.

Strategisk informasjon kan framskaffes av mange, bl.a. myndigheter og akademiske institusjoner. DOME ønsker imidlertid også tilgang på selve dataene, som de kan retolke og/eller nytte sammen med egne innsamlede data.

PETRO-CANADA (bygger hovedsakelig på intervju med S. Melrose, oseanografi og havis)

Bakgrunn

Petro-Canada (PC) arbeider på østkysten, i et miljø med både havis og isfjell. PC og de andre selskapene som opererer her, har valgt en fundamental forskjellig holdning til is enn det som er tilfelle i Beauforthavet. På østkysten har en inntatt en såkalt "negative approach", dvs. at en unngår all is, eller lar all is representere en risiko.

Generell målsetting

Som en følge av PC's "negative approach" er deres virksomhet i isfylte farvann, eller "ice management", basert på kunnskap om:

- 1) Tidsintervallet fra et isfjell passerer en gitt sikkerhetssone og til det kolliderer med boreriggen,
- 2) nødvendig tid for å evakuere boreriggen samt sikre brønnen.

Punkt 1) er et spørsmål om det fysiske miljøet, mens punkt 2) er et boreteknisk spørsmål. Så langt er hovedinnsatsen lagt på å modellere og kunne forutsi isbevegelse, mens det er gjort lite for å effektivisere en evakuering av riggene. Til tross for betydelig innsats fra såvel industri som myndigheter og forskningsmiljøer har en ikke lyktes i å utvikle tilfredsstillende operasjonelle isvarslingsmodeller.

Ice management og regelverk

På Østkysten har en i motsetning til i Beauforthavet lagt mer vekt på aktiv offentlig kontroll av den daglige virksomheten. Et generelt trekk er at offentligheten og pressen anser ethvert isfjell på Østkysten som en risiko for enhver rigg i området. Som en følge av offentlighetens interesse har det vært vanskelig å utføre eksperimenter, sammenliknet med det som har skjedd i Beauforthavet. Det regelverk som gjelder for Østkysten, er mer rigid, og en har i motsetning til operatørene i Beauforthavet langt mindre frihet under ansvar. Et karakteristisk trekk ved offentligheten er at de ikke skiller mellom potensiell og reell risiko. PC og de andre selskapene føler at de ikke har offentlighetens tillit, og at de må legge ned betydelig forskningsarbeid som et ledd i å opparbeide et bedre tillitsforhold.

En sentral oppgave for PC er å utarbeide effektive rutiner for opptreden i kritiske issituasjoner. Å evakuere en rigg er meget kostbart (rigg tid ca. 1-2 mill NOK pr. dag), og operatør og myndigheter (i Canada GOGLA, i Norge Oljedirektoratet) er pr. i dag ikke godt nok samkjørt og trent for å løse kritiske situasjoner. Som et ledd i effektiviseringen av "ice management" vil PC utarbeide kurs for personale såvel på riggen som selskapets ledelse i hvordan en skal vurdere isinformasjon og opptre i en krisesituasjon. Det vil her være aktuelt med bruk av simulatorer. Et problem er at en kan ha gode isår i flere sesonger. I et dårlig isår skifter en så mannskap og ledelse som viser seg ikke å ha den nødvendige kunnskap.

Et annet problem er at myndigheter og industri ikke har den samme isinformasjonen. Industrien har et langt bedre lokalt observasjonsmateriale, mens myndighetene har regional informasjon som kombinert med

utilstrekkelige modeller for isfjelldrifft lett gir konfliktsituasjoner. Myndighetene melder om faresituasjon som ikke er reell, og med et komplisert byråkrati kan dette medføre at selskapene må iverksette kriseplaner, til tross for at det ikke foreligger noen reell krise.

Ytterligere et problem er mangel på kvalifiserte isvarslere. Ifølge regelverket skal myndighetene gjennom AES utdanne dette personale. PC finner at denne utdanning ikke er tilfredsstillende, men de ser heller ingen mulighet, pga. regler, å kunne sørge for denne opplæringen på egenhånd.

Isvarsling

PC finner sin egen isvarsling langt mer effektiv enn det som gjøres fra myndighetenes side. Isvarsel for en rigg gjelder et meget lite område, og regionale varsler kan ikke nyttes. Ved å nytte egne isobservatører og isvarslere på riggen vil en sikre en langt bedre kontakt med riggens mannskap og selskapets ledelse.

Myndighetenes oppgave er ifølge PC å gi det regionale isvarsel. En har i dag ikke tilfredsstillende isbevegelsesmodeller som kan nyttes sammen med fjernanalyse for å forutsi et spesifikt isfjells bevegelse. Myndighetene gjennom AES ønsker å bygge opp en isvarslingstjeneste for industrien som så også må finansiere denne. Den lokale isvarslingstjeneste anser industrien seg best tjent med å utføre selv.

For en nærmere omtale av isvarsling og "ice management" se vedlegg 14.

Forhåndsinformasjon/strategisk informasjon

Før en åpner et område for boring må en ha tilstrekkelig informasjon om ismiljøet for å avgjøre hvorvidt en innenfor rammen av tilgjengelig teknologi og økonomi kan og/eller vil velge en positiv eventuelt negativ "approach" til isen. Videre må en fastsette det tidsintervall i løpet av året en kan operere. Dette må også omfatte tilstrekkelig tid for boring av avlastningsbrønn ved en eventuell ukontrollert utblåsning.

For å få en tilstrekkelig strategisk informasjon må en ha isinformasjon med en oppløsning som en pr. i dag kun får ved flybårne undersøkelser. Informasjon fra satellitt gir kun det generelle bildet. Vedrørende behovet for strategisk havisinformasjon vises til uttalelser under DOME.

Nødvendig forhåndsinformasjon om isfjell er spesielt isfjelltetthet på årsbasis, dvs. konsentrasjon og variasjoner i isfjell pr. km^2 . Isfjellenes størrelse er ikke primært avgjørende. Det helt avgjørende er imidlertid isfjellenes opptreden i kombinasjon med bølger. Et lite isfjell, 1000 tonn (ca. 10 x 10 x 10 meter) vil under påvirkning av kraftige bølger være en langt større fare for en rigg enn et stort isfjell. Et stort isfjell vil lett kunne observeres og taues vekk, mens de små isfjellene er vanskelige å påvise og representerer derfor en større risiko.

Det er videre ønskelig med informasjon om isfjellenes driftsmønster, hastighet og stabilitet. Imidlertid er disse parametrene sterkt kontrollerte av de lokale forhold, og for å vurdere et gitt område eller en lokalitet må det også gjøres spesifikke undersøkelser.

Isfjellstudier relevante for et gitt område, eller taktisk isfjellinformasjon

Isfjellenes bevegelse er i hovedsak bestemt av strømmer i øvre og midtre deler av vannmassene. Det er ikke tilstrekkelig å kjenne det generelle strømbildet som på f.eks. i grunne banke-områder vil være sterkt influert av de lokale dybdeforhold. På en gitt borelokalitet må en ha detaljert kunnskap om:

- 1) Dybdeforholdene,
- 2) strømforholdene,
- 3) vind og bølgemiljøet.

Selv om alle disse forhold er kjente, har en pr. i dag ikke tilstrekkelig kunnskap om isfjellenes "driving forces". Til tross for avansert matematisk modellering med omfattende bakgrunnsdata beveger isfjellene seg i baner som ikke kan forutbestemmes. Et eksempel på ukjente forhold er betydningen av de lokale salt- og temperaturforhold i ferskvannsonen rundt det smeltede isfjellet. Det antas at denne sonen kan resultere i lokale strømmer som påvirker isfjellets drift.

Håndtering av isfjell

Den mest effektive metoden for å fjerne isfjell fra en rigg er tauing med båt. Store isfjell er vanligvis lette å taue, men en må ta med i beregningen at en kan få rotasjon av fjellene. Små isfjell er vanskelige å håndtere, det er problematisk å feste slepetau da de har liten masse over vannet. Det foregår omfattende undersøkelser og tester av hvordan en effektivt skal fjerne små isfjell. Som et eksempel kan nevnes forsøk med en termisk harpun for å feste slepetauet. Som tidligere nevnt ansees de små isfjellene som en meget stor risiko når de opptrer i kombinasjon med høye bølger.

Andre sentrale oppgaver for myndighetene

I tillegg til å framskaffe regionale isvarslingsdata og nødvendig forhåndsinformasjon bør det utarbeides en terminologi, ordliste og begrepsdefinisjoner på forhånd. Dette vil lette arbeidet for alle parter.

Videre er utarbeidelse av generelle oversikter og håndbøker og f.eks. is-atlas, som vist i vedlegg 5, nyttige, spesielt for offentligheten. Dersom et atlas suppleres med en computerbasert database, vil den også kunne brukes direkte av industrien.

INTERA Technologies

INTERA Tech er tidligere omtalt under isvarsling. Firmaet utfører en rekke tjenester for såvel myndigheter som industri innen reservoar-teknikk, grunnvann, forurensningsspørsmål og isvarsling. Firmaet har også et avdelingskontor i København. Firmaet har utført testprogram i Botniska Viken (se Fig. 16), og firmaet er også interessert i å få kontakt med sovjetiske myndigheter. I fjor sommer besøkte en representant fra INTERA Norsk Polarinstitutt.

INTERA utfører både overvåking og forskning. Deres overvåkings-tjeneste er en ren serviceoperasjon for selskapene. Myndighetene arbeider imidlertid med å bygge opp en tilsvarende tjeneste, og nå foregår det forhandlinger mellom myndigheter og private selskaper som INTERA om hvorvidt rene serviceoppdrag som isovervåking skal utføres av myndighetene eller private firmaer.

INTERA Tech ser myndighetenes rolle som å være de ansvarlige for mer regionale og langsiktige undersøkelser. Myndighetenes innsats bør omfatte områder som det i dag ikke er industriell aktivitet i, men hvor en kan forvente framtidig aktivitet. En forutsetning for at myndighetenes undersøkelser skal bli vellykkete, er imidlertid at de i innhold, metodikk og lagring av data lett kan overføres til konsulentfirmaer og oljeselskaper. Fra INTERA Tech ble det også gitt uttrykk for at det er bedre å satse på et mer begrenset område og forsøke å få mest mulig ut av dette, og ikke spre aktiviteten over for store områder. Det ble videre understreket at en ikke må ha for store forhåpninger til å utvikle modeller for sikker isvarsling (operasjonelle modeller). For sommeris med delvis åpent vann kan en oppnå "gode" modeller. Imidlertid er strømbildet under isen den parameteren det er vanskeligst å få tilfredsstillende informasjon om.

KONKLUSJON

Havis og isfjell er de viktigste miljøparametre i de arktiske områder. Ca. 10 mill. C\$ nyttes årlig til forskning innen emnet. Dette utgjør ca. 60% av de totale bevilgninger til miljørelatert forskning i arktisk Canada. Hovedsiktemålet for denne forskningen er utvikling av bedre modeller for drift av havis og isfjell og derved bedre varslings-tjenester.

Fra statens side legges det opp til en regional overvåkings- og varslings-tjeneste basert på satellitt-informasjoner og radarmålinger fra fly. Industriens interesser er knyttet til lokale undersøkelser i operasjonsområdene. En bruker her høyoppløselig radar (SAR/SLAR) som en integrert del av varslings-tjenesten rundt boreskip og -rigger.

Operasjonelle isdriftsmodeller er hovedsakelig basert på statistiske beregninger kombinert med strøminformasjon. Mangel på meteorologiske data, spesielt i vindfeltet umiddelbart over havisens overflate, begrenser mulighetene for utvikling av gode havismodeller. For utvikling av modeller for drift av isfjell er spesielt mangel på informasjon om strømforholdene en begrensende faktor.

PERSONER, INSTITUTTER OG KONSULENTFIRMAER SOM HAR VÆRT KONTAKTET

Simon K. Melrose, Petro-Canada Resources,
P.O.Box 2844, Calgary, Alberta T2P 3E3
Tlf.: (403) 296-5337
Tema: Isforsker Petro-Canada

J. Bryan Mercer, INTERA Technologies Ltd.,
1200-510-5th Street S.W., Calgary, Alberta T2P 3S2
Tlf.: (403) 266-0900
Tema: Isvarsling, Beauforthavet

D. Robert Inkster, INTERA Technologies Ltd.,
1200-510-5th Street S.W., Calgary, Alberta T2P 3S2
Tlf.: (403) 266-0900
Tema: Isvarsling, Beauforthavet

Inge B. Fretheim, Canadian Marine Drilling Limited,
620-3rd Street S.W., P.O.Box 200, Calgary, Alberta T2P 2H8
Tlf.: (403) 231-1904
Tema: Leder for CAN MAR

Ben Danielewicz, Canadian Marine Drilling Limited,
620-3rd Street S.W., P.O.Box 200, Calgary, Alberta T2P 2H8
Tlf.: (403) 231-1904
Tema: Isforsker i CAN MAR

Jan-Erik Hagen, Det Norske Veritas,
#1110-10201 Southport Road S.W., Calgary, Alberta T2W 4X9
Tlf.: (403) 253-3422
Tema: Leder i Det Norske Veritas

Ian Jordaan, Det Norske Veritas,
#1110-10201 Southport Road S.W., Calgary, Alberta T2W 4X9
Tlf.: (403) 253-3422
Tema: Isforsker

Terry F. Mullane, Ice Centre, Environment Canada,
3rd Floor, Journal Tower South, 365 Laurier Ave. West, Ottawa K1A 0H3
Tlf.: (613) 996-5236
Tema: Isvarsling

Brian Petrie, Bedford Institute of Oceanography,
P.O.Box 1006, Dartmouth, Nova Scotia B2Y 4A2
Tema: Utvikling av modeller for isdrift

Ken Croasdale, K.R. Croasdale and Associates,
Consultants in Cold Regions and Offshore Technology,
334-40th Avenue S.W., Calgary, Alberta T2S 0X4
Tlf.: (403) 243-7787
Tema: Ismekanikk (Havisforskningens "Grand Old Man" i Canada)

KYSTKARTLEGGING, SENSITIVITETSKARTLEGGING OG
STUDIER AV KYSTEROSJON

KYSTKARTLEGGING, SENSITIVITETSKLASSIFIKASJON OG STUDIER AV KYSTEROSJON

Generell målsetting

Hovedformålet for kystkartleggingen er å få kunnskap om strandsonens fysiske beskaffenhet og biologiske karakteristika. Denne informasjonen nyttes videre til å klassifisere kystens sensitivitet med hensyn til oljeforurensning samt til å utarbeide planer for oljevernberedskap og utvikle utstyr for effektiv opprensning. I tillegg utføres studier av erosjon og sedimenttransport i kystsonen som bakgrunnsmateriale for å vurdere effekten av mulige havneanlegg. Hovedinnsatsen har vært knyttet til Beauforthavet, Nordvestpassasjen og Canadas østkyst.

Generelle trekk ved kystsonen i arktisk Canada

Kystsonen i arktiske farvann er karakterisert av permafrost, isdannelse i selve strandsonen (isfot eller landkall), samt grunnstøting av havis, skrugarder og isfjell. I grunne og beskyttete områder vil havis bunnfryse og kan bli liggende store deler av året.

Sammenliknet med andre kystområder er i arktisk Canada kystområdene lite eksponert for bølger og strøm, og de er vanligvis karakterisert som lavenergi-kyster. Rask (5-10 m i året) erosjon opptrer imidlertid i isfylte løsmassestrender som en følge av termisk erosjon. Generelt tilføres kystområdene lite sedimenter. Et unntak er utløpet av Mackenzie elva, hvor en i løpet av sommer-sesongen får tilført store mengder sediment i suspensjon, og i kystområdene utenfor er det aktiv sedimenttransport langs kysten.

Et typisk trekk for arktiske kystområder er hevede strandlinjer.

Strandvollene danner ofte barrierer for små innlandssjøer og laguner.

Sentrale prosjekter og prioriterte oppgaver

Kystkartleggingen og klassifikasjon av kystsonenes sensitivitet har pågått i vel 10 år, og såvel metodikk som endelig utforming har endret seg betydelig. Det er også betydelig uenighet om hvorvidt sensitivitetssklassifikasjon har noen verdi. Denne uenigheten avspeiles i metodikk og opplegg for kystkartleggingen. I det følgende blir det gitt en presentasjon av sentrale rapporter og gruppers arbeid med kystkartlegging, og hvordan disse videre nyttes til sensitivitetssklassifikasjon.

Shore line oil spill protection and cleanup strategies:

Southern Beaufort Sea

B.W. Worbets 1979 (Vedlegg 1)

Denne rapporten er finansiert av Dome Petroleum Limited og AOPA (Arctic Operators Association), og er den første systematiske kystkartlegging som ble utført i den kanadiske del av Beauforthavet. Rapporten er egentlig en hovedfagsoppgave ved Universitetet i Calgary, og datainnsamling foregikk i årene 1976, 1977 og 1978. Rapporten omfatter både kystkartlegging, sensitivitetssklassifikasjon og vurdering av opprenskningsutstyr.

Datagrunnlaget består av litteraturstudier, tolkning av flybilder og synfaring og feltobservasjoner i tre sesonger, samt skråfotografering ved lav høyde. Innsamling av felldata ble utført fra en mindre båt. Ved siden av innsamling av data vedrørende det fysiske og biologiske miljø ble det også samlet inn informasjon om adkomst med

opprenskningsfartøyer. Det er verd å merke seg at den som utførte rapporten, benyttet den lokale befolkningen (vesentlig eldre eskimoer) til transport, og fikk på den måten førstehandsinformasjon om eskimobefolkningens bruk av området, viktige oppvekst- og næringsområder for fisk, fugl, sel, hval, isbjørn og reinsdyr. Vedkommende fikk også tilsvarende god informasjon vedrørende muligheter for adkomst til de forskjellige kystområdene.

De innsamlete data ble så brukt til å vurdere kystsonens sårbarhet eller sensitivitet med hensyn på oljeforurensning, samt til å gi anbefaling om bruk av utstyr. Ved rangering av sårbarhet ble det tatt utgangspunkt i tidligere brukte systemer som ble tilpasset forholdene i Beauforthavet. Menneskelig sensitivitet ble gitt størst vekt (faktor 2), dernest biologisk sensitivitet (faktor 1.75), og til sist geologisk sensitivitet (faktor 1.50) (Tabell 1).

TABLE 1— IMPORTANCE OF CATEGORIES

<u>Category</u>	<u>Weighting Factor</u>
1) Human Sensitivity	2.00
3) Biological Sensitivity	1.75
3) Geological Sensitivity	1.50

(Worbets 1979)

De tre hovedkategoriene ble videre inndelt i undergrupper (Tabell 2a,b,c), hvor hver av undergruppene ble tillagt en verdifaktor ("assigned value"). På denne måten kan en regne ut en prioritetsindeks (PI) etter formelen:

Prioritetsindeksen for et område er summen av de enkelte PI-verdier for området, f.eks. et område med permanent bosetting, arkeologiske funn, sensitiv fisk og sand, mudder strand oppnår en samlet PI-verdi på 48. PI-indeksen for et område er ment å gi lederen for en opprenskningsaksjon (the "On-Scene-Commander") en rangering av områdene, og kan på den måten lettere prioritere innsatsen. Det er ikke gitt informasjon om hvordan sensitiviteten varierer med hensyn på årstidene.

TABLE 2a- HUMAN SENSITIVITY CATEGORY

Sensitivity		Element	Assigned Value	W.F. (a)	Priority Index
↑ Increasing Sensitivity	1	Permanent Settlement	10	2	20
	2	Temporary Camp, Intensive Land Use	9	2	18
	3	Coastal Park, Sanctuaries and IBP ^(b) Sites	7	2	14
	4	Coastal Regions Specified by Land Claims, Sec. 7(1) (a) or Subsection 12(8) ^(c)	6	2	12
	5	Coastal Historical/ Archaeological Sites	5	2	10


(a) W.F. — Weighting Factor

(b) IBP — Internation Biological Program sites. In (Nettleship and Smith 1975).

(c) From Inuvialuit Land Rights Settlement Agreement in Principle, Oct. 31, 1978.

(Worbets 1979)


TABLE 2b BIOLOGICAL SENSITIVITY CATEGORY (Worbets 1979)

Sensitivity		Element	Assigned Value	W.F. (a)	Priority Index
	1	Habitat of Rare and/or Endangered Species	10	1.75	17.50
	2	Sensitive ^(b) Waterfowl Habitat (nesting, moulting, staging, feeding)	9	1.75	15.75
	3	Sensitive Marine Mammal habitat (calving, pupping, feeding, travel routes)	8	1.75	14.00
	4	Sensitive Fish Habitat (spawning, feeding, migrating, over-wintering)	7	1.75	12.25
	5	Sensitive Terrestrial Mammal habitat (feeding, local movements, summer retreat from insects)	6	1.75	10.50

(a) W.F. — Weighting Factor

(b) "sensitive habitat" is defined as an area that is thought to be essential for the survival of a significant portion of a population or species.

TABLE 2c GEOLOGICAL SENSITIVITY CATEGORY^(a) (Worbets 1979)

Sensitivity		Element	W.F. (b)	Value	Individual Value
	1	Estuary, Tidal Flat, Tundra Beach	10	1.50	15.00
	2	Gravel Beaches ^(c)	6	1.50	9.00
	3	Sand Beaches, Mud Flats	4	1.50	6.00
	4	Cliff, Wave Cut Platform	2	1.50	3.00

Kartene er produsert i målestokk 1:150 000 (Fig. 1). De gir informasjon om

- 1) dybdeforhold,
- 2) kystsonens geografi,
- 3) midlertidige lagringssteder for olje og mulige lagringssteder for oljeavfall ved opprenskningsaksjon,
- 4) bredde på kanaler og passasjer langs kysten hvor en kan plassere oljelenser.

Videre inneholder kartverket informasjon om kyststripe og ankringsmuligheter. Sårbare eller sensitive områder er avmerket på en transparent, som legges over selve hovedkartet. Kartverket omfatter også informasjon om metoder for opprenskning, adkomstmuligheter med båt, fly, helikopter, og avstand til nærmeste havn, flyplass, havnemuligheter, kystsonens generelle sårbarhet, samt statistikk for de forskjellige kysttyper og opplysninger om flyfoto og kart.

Som nevnt inneholder også rapporten vurdering av opprenskningsstrategi, og dette er vist i Tabell 3.

Vedkommende som utførte rapporten, hadde arbeidet hos oljeselskaper med opprenskningsaksjoner før denne rapporten ble utarbeidet, og denne erfaringen utgjorde en viktig bakgrunn for vurdering av beskyttelses- og opprenskningsteknikker.

I samtale med Worbets om arbeidet med rapporten og hvordan den er blitt mottatt la Worbets avgjørende vekt på to forhold ved rapportens utarbeidelse:

- 1) Samarbeidet med lokalbefolkningen under datainnsamlingen og
- 2) En omfattende høring av rapporten hos myndighetene før endelig presentasjon.

LEGEND

BOUNDARY OF IMPORTANT SHORELINE

BEACH TYPE

RED — TUNDRA (11 km)

YELLOW (dotted) — GRAVEL (1 km)

YELLOW (solid) — SAND (65 km)

GREEN — CLIFF (11 km)

↑ INCREASING SENSITIVITY

⚓ PROTECTED ANCHORAGE

↘ BARGE OFFLOADING

-50- WIDTH OF OPENING (metres)

● OIL LANDFILL (permanent)

▲ TEMPORARY STOCKPILE

--- WINTER ACCESS (only)

..... SUMMER ACCESS

SHORELINE (total) 88 km

SENSITIVE SHORELINE 36 km

WIDTH OF INLETS (total) 300 m

DISTANCE OF TUKTOYUKTUK

By Boat: 220 km

By Plane: 170 km

NEAREST AIRSTRIP

Nicholson Is. (1070 metres long) non-directional beacon weather, 314, 100/130

HYDROGRAPHIC CHARTS

7611 (1:50,000) 7623 (1:50,000)

7608 (1:150,000)

AERIAL PHOTOGRAPHS

A12702 420421

A12699 190-191

A21633 104-116

A19213 204-211

— MAP 19 OIL SPILL COUNTERMEASURES —

Countermeasures

Offshore cleanup should be the first approach to shoreline protection. Dispersants should not be used along coastal margins and inside Liverpool Bay. If offshore removal has not been totally effective, divert oil onto the sand beaches before it gets too far inside Liverpool Bay. The sand beaches can be cleaned with heavy equipment at a later date.

Boom the 300-metre opening between Nicholson Island and the mainland. Deflector booms are required if currents exceed 1 knot.

Access

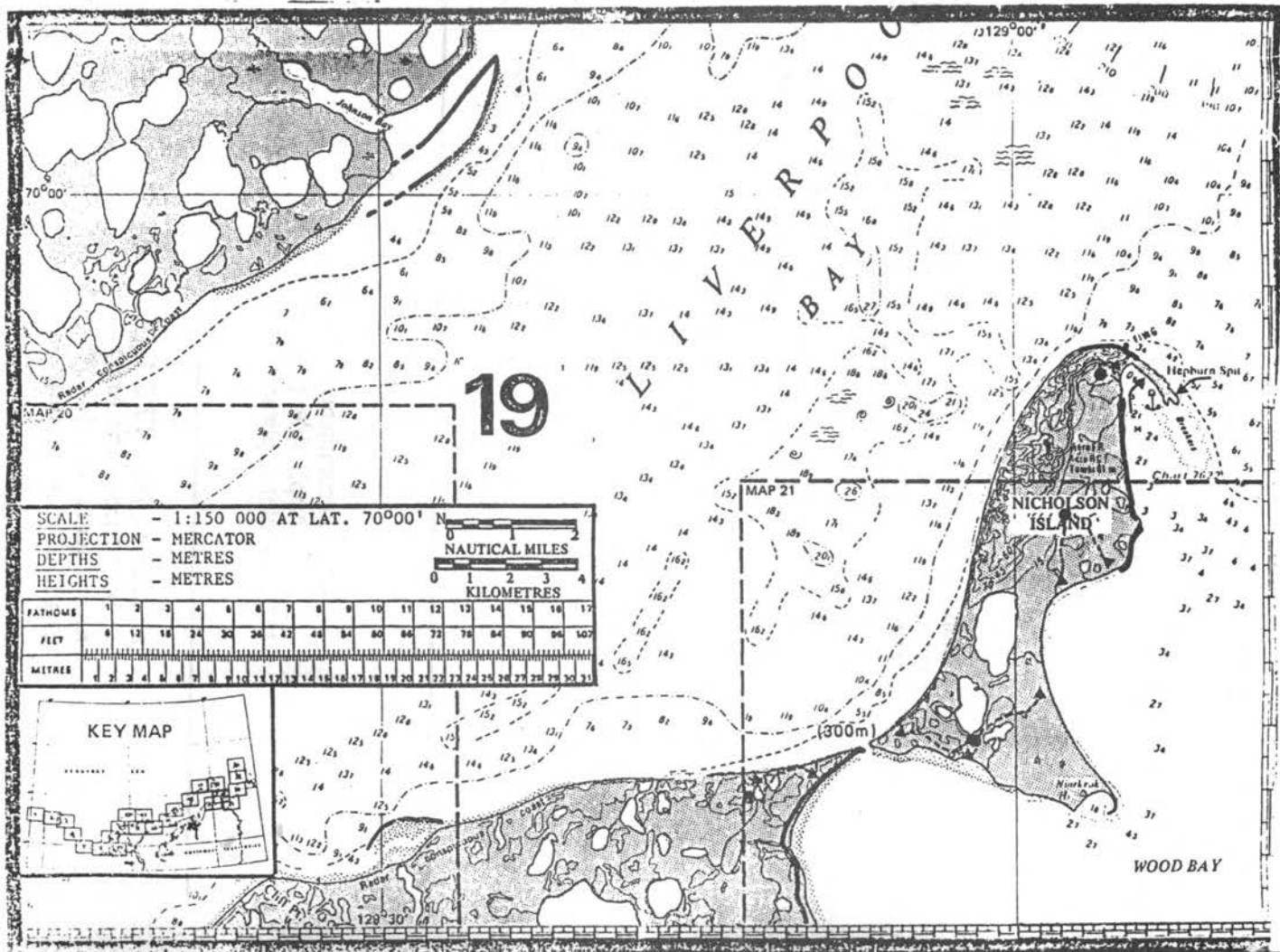
Shoal water extends as far as 5 kilometres offshore from Johnson Bay northwards. South of this region shallow draft barges can be beached along most of the coast. Liverpool Bay has fairly constant mid-channel depths of between 9.1 and 12.8 metres to within 7 kilometres of Campbell Island. The 300 metre inlet at the south end of Nicholson Island provides access into Wood Bay for vessels drawing less than 2 metres. A DEW line station is located about 3 kilometres south from the northern extremity of Nicholson Island. A wind cone and a hut is located at the northwest end of Hepburn Spit.

Harbour

Niarkrok Harbour and Hepburn Spit (Nicholson Island) provides protected anchorage at a depth of 1.5 metres. When entering the inside of Hepburn spit, stay clear of breakers which extend 2 kilometres southeast from the sand spit. The depth of water in the harbour formed between the spit and the peninsula varies from 0.9 to 2.1 metres. Shallow draft tugs barges can dry ramp on the inner side of the spit in 1.2 metres of water. Deeper draft vessels can anchor close off the outer side of the spit in 4.9 metres of water.

Sensitivity

Nicholson DEW line station is manned 12 months of the year. This whole area is within the Reindeer Grazing Reserve. The south end of Nicholson Island and Wood Bay is within the Anderson River Bird Sanctuary. Concentrations of snow geese and whistling swan use inland and coastal regions while nesting and moulting (June-August). Surf scoter and eider concentrate along coastal areas of Liverpool Bay. Lake herring and inconnu are plentiful in Wood Bay, especially in the late August. In spring during breakup, whitefish, inconnu and lake herring move into the Liverpool Bay area from the Eskinio Lakes. Arctic cod, some Polar cod and capelin, when abundant, are found in Liverpool Bay year round. Large concentrations of Pacific herring occur intermittently in this area. They spawn in the spring and can be readily caught by gill nets set from inshore areas throughout the first months of open water. Arctic sole is an abundant species in this area, as are other benthic fishes.



**SHORELINE CLEANUP TECHNIQUES APPLICABLE
TO SOUTHERN BEAUFORT SEA^{a)}**

Table 3.

	<u>Manual Removal</u>	<u>Mechanical Removal</u>	<u>Burning</u>	<u>Hydraulic Low Pressure</u>	<u>Chemical^{c)} Dispersants</u>	<u>Mixing</u>	<u>Cropping</u>	<u>Sorbents^{b)}</u>
Deltas								
Tundra Beaches	✓	N/A	+	✓	N/A	N/A	+	+
Gravel Beaches	✓	✓	+	N/A	+	+	N/A	+
Mudflats	+	N/A	+	N/A	+	N/A	N/A	+
Sand Beaches	✓	✓	+	N/A	+	+	N/A	N/A
Cliffs (Unconsolidated)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

✓ — Recommended
 + — Applicable, possibly useful
 N/A — Not applicable or not recommended

a) adapted from EPS 1978c. It should be noted that most of these techniques have never been tried in the Arctic.
 b) sorbents should only be used as a final touch up during cleanup operations.
 c) use of chemical dispersants along shorelines would require government permission.

Spesielt var det problemer med presentasjonen: hvordan finne en enhetlig form som er lett å lese for brukerne, samtidig som en ønsker å opprettholde en høy nok presisjon på datapresentasjonen. Videre må en være klar over at sensitivitetsklassifikasjonen ikke må oppfattes som noe absolutt, men som en veiledning. En må også være klar over at dette ikke er objektive data, men en subjektiv vurdering som vil variere med hensyn til tid, område og politiske prioriteringer og opionenens oppfatning av hva som er sensitivt. Worbets ga også uttrykk for at det burde ha vært med informasjon om sesongvariasjoner, men dette var ikke mulig på det daværende stadium. Worbets understreket videre behovet for omfattende feltarbeid og synfaring, spesielt for den som skal utarbeide sensitivitetsklassifikasjon og vurdering av opprenskningsutstyr. En sikker veiledning her kan ikke bare være basert på luftfoto og videotape-registreringer.

WOODWARD-CLYDE CONSULTANTS (Vedlegg 2)

Konsulentfirmaet Woodward-Clyde og nå i den senere tid også Seatech, har vært dominerende i såvel gjennomføring som utforming av kyst- og sensitivitetskartlegging i Canada. Denne gruppen, spesielt Owens, Harper og Robilliard har i løpet av de siste 10 år utviklet og revidert opplegg og metodikk i takt med ny teknologi og kunnskap, og deres system er allment akseptert. De innledende arbeidene ble presentert på tradisjonelle kart, og datagrunnlaget var feltarbeid, luftfoto og enkelte skråbilder fra lav høyde. Rundt 1980 ble video fra lav høyde og lav flyhastighet tatt i bruk, og utgjør nå den viktigste del av datagrunnlaget. I de siste årene er også all informasjon lagt inn på computer og ordnet i tabellform, og gir utfyllende informasjon til kartet. Woodward-Clyde utarbeidet i forbindelse med Beauforthavets Environmental Impact Statement en regional oversikt over Beauforthavet og Nordvestpassasjen (se i vedlegg 2).

Denne rapporten er en regional oversikt over kystsonenes fysiske beskaffenhet. Rapporten omfatter en tradisjonell framstilling av informasjon på kart samt en redigert videotape hvor det er gitt kommentarer til miljøet og hvordan olje vil drive inn mot kysten. Det er også gitt anvisninger for hvilke typer opprenskningsutstyr som bør benyttes. Datagrunnlaget i denne rapporten er videotape kombinert med feltarbeid. Videotape-registreringene er utført fra et mindre fly i lav høyde (100-300 m) og hastighet ca. 100 km.

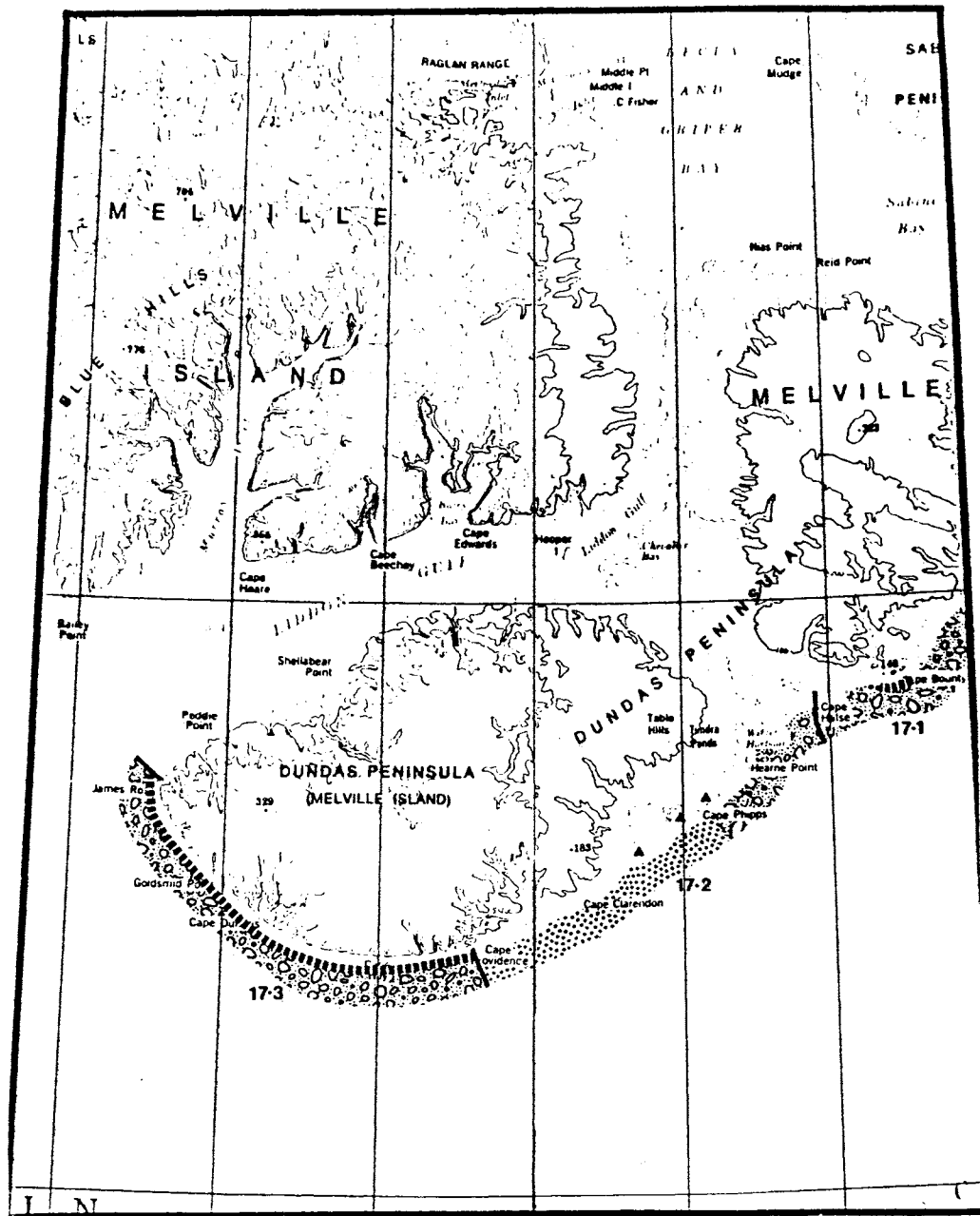
Owens' rapport skiller seg fra Worbets' rapport ved at Owens' rapport omhandler kun det fysiske miljøet. Selve rapporten er en omfattende utredning om prosessene i det undersøkte området, og kan ansees som en profesjonell publikasjon om de fysiske prosesser i arktiske kystområder. Rapporten gir en utfyllende utredning om

dannelse av isfot eller landkall, hvordan skrugarder dannes i strandsonen og skyves inn over strandvollene, og hvordan sediment akkumuleres og eroderes av is og bølger. Tilsvarende er kommentarene på videotapen sterkt geologisk orientert.

Klassifikasjonssystemet som benyttes (se Fig. 2a) er basert på lang erfaring fra arbeid med arktiske kystområder (Worbets nytter i hovedsak den samme inndeling av kysten). Klassifikasjon omfatter både materialtype, sand og grus, sammen med en mer regional område- eller geomorfologisk klassifikasjon som deltaer, estuarer og fjorder. Det må også understrekes at dette er en rapport i meget liten skala, 1:1 000 000, og vil kun gi de store trekkene i kystsonens fysiske beskaffenhet.

Ved siden av å presentere informasjon om selve kystsonen inneholder kartene også informasjon om områdets meteorologi, oseanografi og geologi. Det er også gitt informasjon om de fysiske prosessene og stabiliteten av kystsonen (Fig. 2b,c).

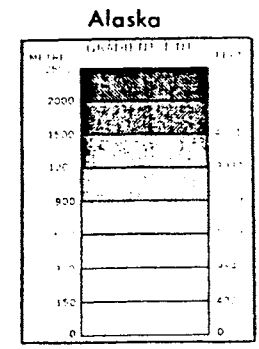
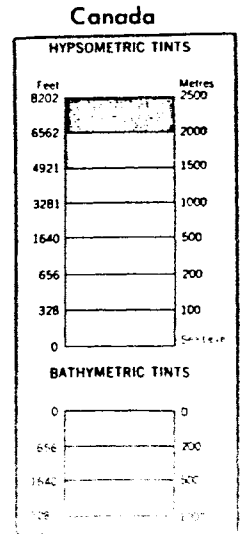
Det er også forsøkt utarbeidet en sensitivitetssklassifikasjon for Nordvestpassasjen, men en har pr. i dag ikke fått finansiering for dette prosjektet. Denne kartleggingen var planlagt utført i målestokk 1:250 000. Til forskjell fra Worbets' rapport er det i dette prosjekt (Fig. 3a,b,c,d) ikke utarbeidet noen tallmessig rangeringsliste, men kun gitt en grov inndeling av sårbarhet. Videre er det gitt anbefalinger for bruk av opprenskningsutstyr og informasjon om adkomstmuligheter til områdene. Det er også gitt noe informasjon om sesongvariasjoner. Prosjektforslaget er tatt med for å vise opplegg, innhold og parametre for sensitivitetskart og råd for oppmerkningsstrategi.



LEGEND

Lambert Conformal Conic Projection SCALE 1:1,000,000
 Kilometers 10 5 0 5 10
 Meters 10000 5000 0 5000 10000

sand beach gravel beach low rocky shore with pocket beaches delta estuary	barrier/lagoon system spit or foreland unconsolidated sediment cliff ice-rich tundra cliff (>3 m ht.) igneous/metamorphic bedrock cliff sedimentary bedrock cliff low organic-rich and ice-rich cliff (<3 m ht.) fjord coast
delta tidewater glacier direction of longshore sediment transport	



Figur 2a: Eksempel på kystkart, Melville Island, Woodward Clyde

3.173

EASTERN ROUTE: ARCTIC ISLANDS

MAP DETAILS NUMBER: AI 17

GEOGRAPHIC LOCATION: Southern Melville Island

VIDEO-TAPE NUMBER: NWP 46-48

TOPOGRAPHIC MAPS:
 (1:1,000,000) NS 12/13/14
 (1:250,000) 77F, 77G, 88E, 88H



HYDROGRAPHIC CHARTS: 7831, 7851

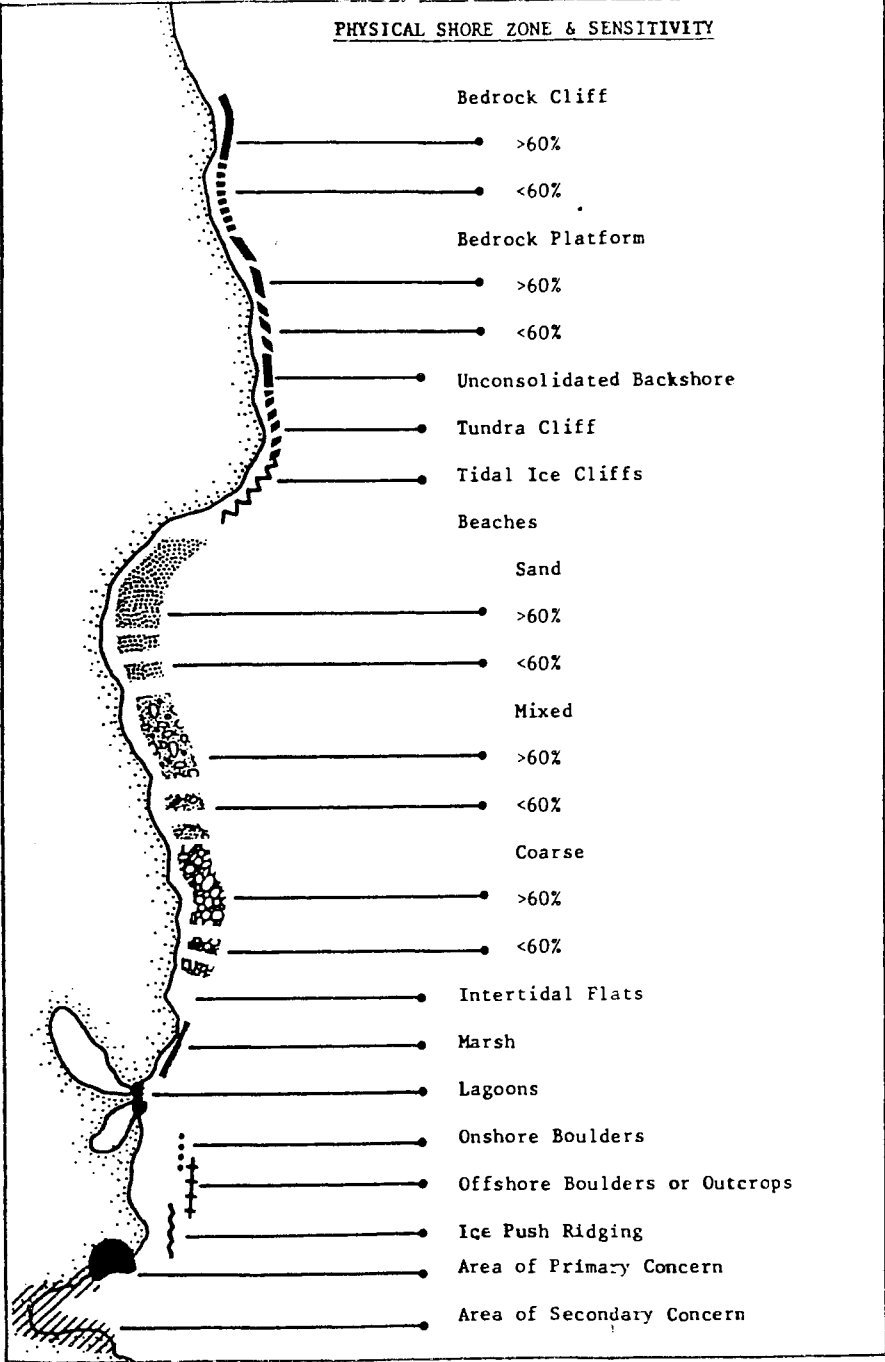
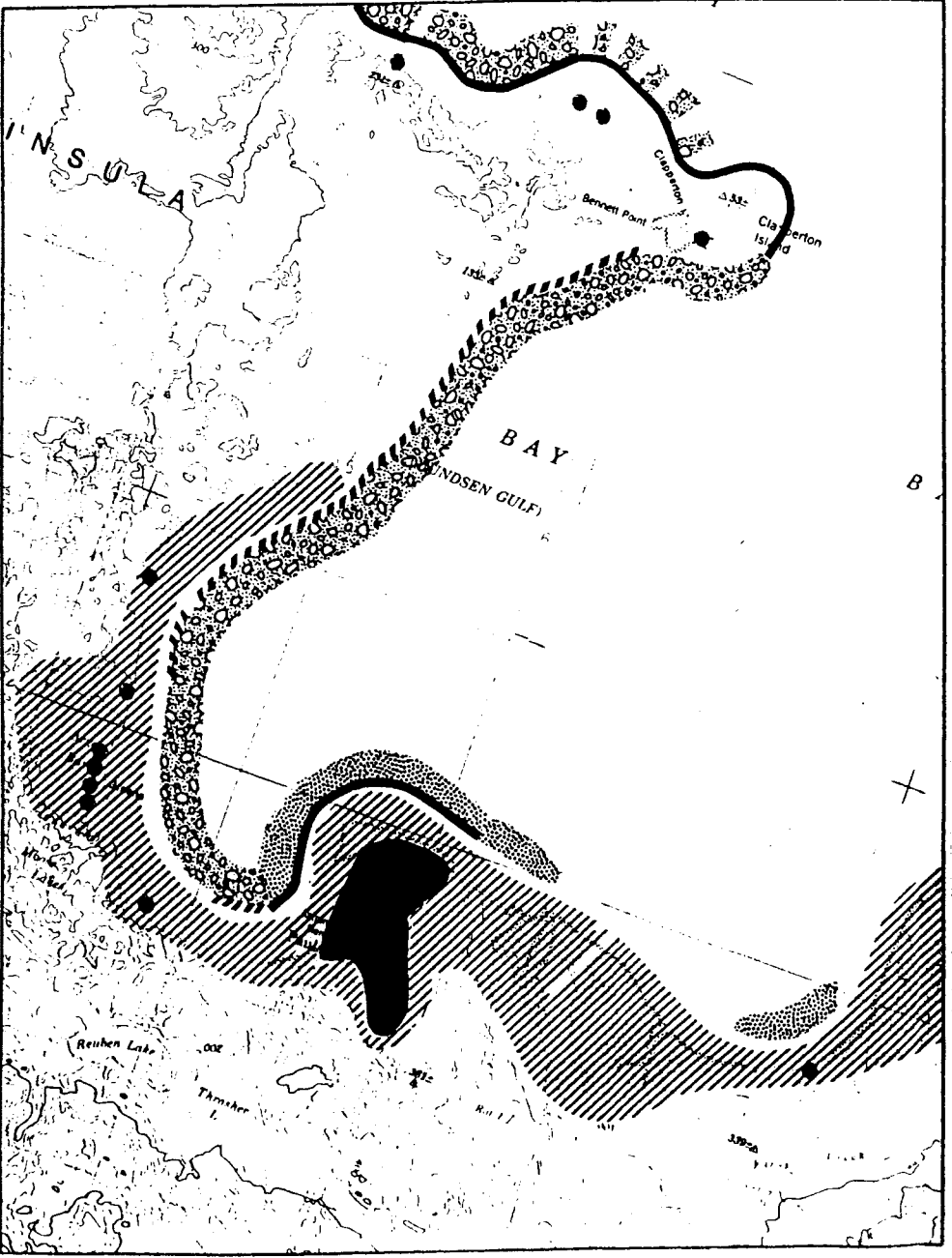
SOURCE

METEOROLOGY	PREVAILING/DOMINANT WINDS:	On Resolute (Map AI 14): NW Quad. 41% E Quad. 33%	41
	OPEN-WATER WINDS:	Viscount Melville Sound, Aug-Oct: E Quad. 39% SW Quad. 29%	42
	MEAN ANNUAL TEMP:	On Rea Point (Map AI 16): -17.4°C	40
	MEAN TEMP. >0°C:	July - August	40
OCEANOGRAPHY	OPEN-WATER (ice <2/10):	< 2 weeks, August - September	86
	MAX. OPEN-WATER FETCH:	SW - 70 km; SE - 100 km	31,86
	WAVE CLIMATE:	low energy levels; infrequent storm waves; on Resolute: H _s (max.) -1.73 m, Aug. 1976	105
	TIDAL TYPE/RANGE:	On Winter Harbour: mixed semi-diurnal/0.8 m	21
	METEOROLOGICAL TIDES:	N/A	
GEOLOGY	BEDROCK:	Paleozoic carbonates, sandstones with minor shales, mudstones, and conglomerates; poorly exposed Mesozoic shales, siltstones; Tertiary intrusive dykes.	34,161
	STRUCTURAL:	Regional E-W trending folds and faults in coincidence with Parry Island fold belt; angular unconformities, dipping strata, and faults cause cuesta and faultline scarps both inland and along the coast.	6,34 161
	SURFICIAL:	Minor till, glacially derived cobbles and boulders on high ground; local alluvium and talus deposits; predominant surface material is locally derived regolith.	6,7,11 161
	RELIEF:	Broad, flat-topped ridges, wide valleys, inland plateaus to 300 m, coastal lowlands along east Dundas Peninsula; sand flats, raised beaches, deltas; moderate to high sea cliffs on south Dundas Peninsula and on the coast of Liddon Gulf.	6,11 161

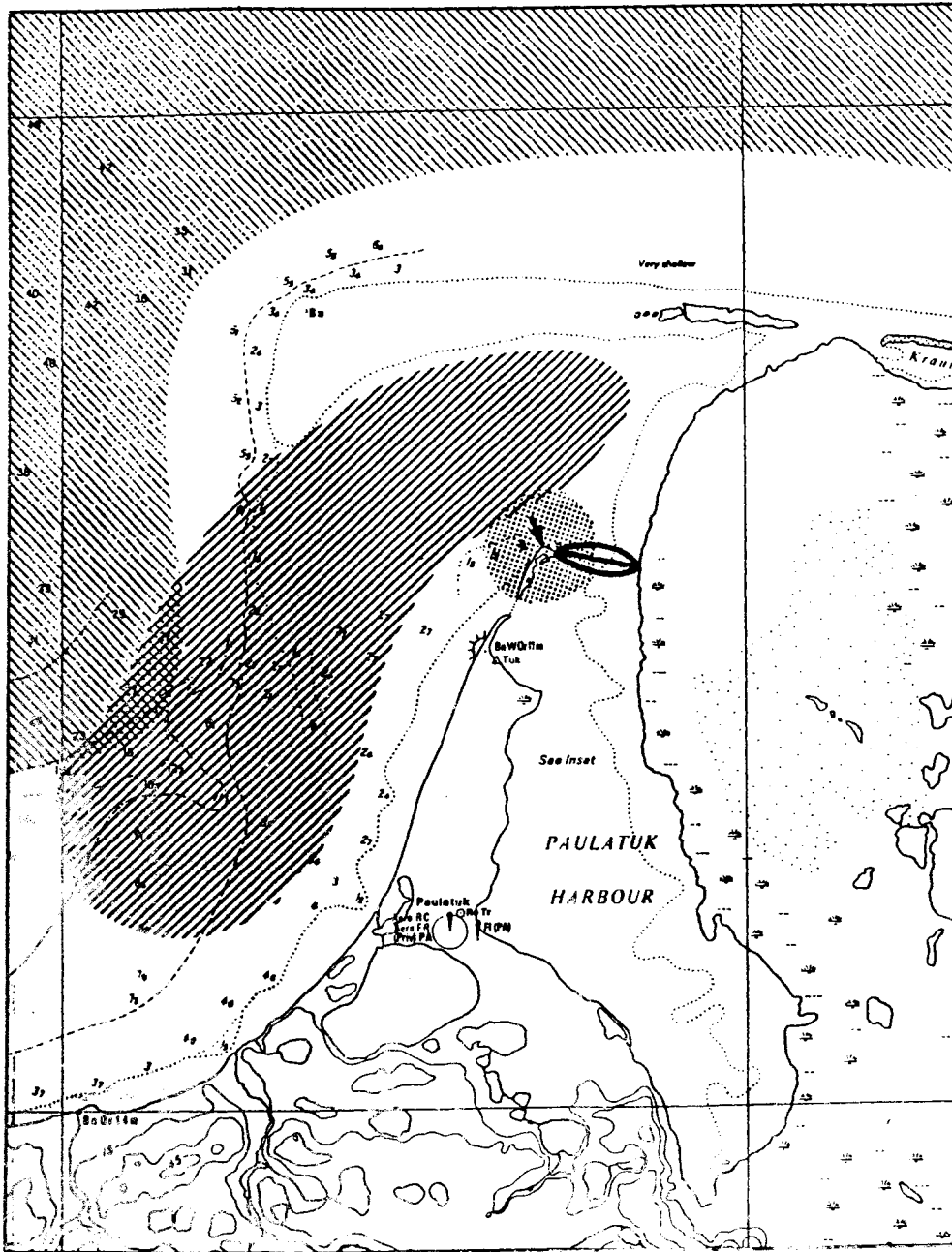
Figur 2b : Eksempel på karttekst i kystkart, Nordvestpassasjen, Woodward Clyde, 1981

<u>PHYSICAL</u>	UNIT NUMBER: <u>A1 17-1</u>	UNIT NAME: <u>Cape Bounty</u>
<u>SHORE-ZONE</u> <u>CHARACTER</u>	GEOLOGY, MORPHOLOGY, AND RELIEF:	- continuous beaches with high backshore relief in some sections - shore zone comprised of either steep cliffs with talus and narrow beaches or coastal plain with wide beaches
	SEDIMENT TYPE:	- predominantly coarse gravels
	COASTAL PROCESSES:	- low wave-energy environment - shore-zone ice effects common in all sections
	SHORELINE STABILITY AND RATES OF CHANGE:	- stable coast because of low shore-zone energy levels
<u>PHYSICAL</u>	UNIT NUMBER: <u>A1 17-2</u>	UNIT NAME: <u>Cape Clarendon</u>
<u>SHORE-ZONE</u> <u>CHARACTER</u>	GEOLOGY, MORPHOLOGY, AND RELIEF:	- low coastal plain with numerous incised braided streams and deltas - wide beaches in most sections
	SEDIMENT TYPE:	- predominantly sands west of Cape Phipps - sandy and coarse gravels to the east
	COASTAL PROCESSES:	- low wave-energy levels; fluvial processes important at deltas - ice push common in all areas
	SHORELINE STABILITY AND RATES OF CHANGE:	- stable coast; beaches subject to changes during storms - delta channels may change form and location annually
<u>PHYSICAL</u>	UNIT NUMBER: <u>A1 17-3</u>	UNIT NAME: <u>Dundas Peninsula</u>
<u>SHORE-ZONE</u> <u>CHARACTER</u>	GEOLOGY, MORPHOLOGY, AND RELIEF:	- straight coast of high resistant sedimentary rock cliffs - continuity interrupted by deeply incised streams - in most sections the cliff base is buried by talus accumulations and is fronted by a narrow beach
	SEDIMENT TYPE:	- predominantly coarse material (pebble-cobble-boulder)
	COASTAL PROCESSES:	- waves important during the short open-water season - ice-push effects common in all areas
	SHORELINE STABILITY AND RATES OF CHANGE:	- stable coast

Figur 2c: Eksempel på karttekst i kystkart, Nordvestpassasjen, Woodward-Clyde Consultants, 1981



Figur 3a : Eksempel på sensitivitetsskart, forslag fra Woodward-Clyde



COUNTERMEASURES LEGEND

ACCESS

i) General

Roads



Source
Air photograph (1968)
FH. 20582, #177
Chart 5138
WCC video survey 1981

Wharves

ii) To Upper Intertidal



Land



Water

WCC video survey 1981
WCC video survey 1981

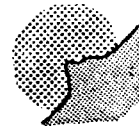
Notes

access across intertidal flats depends on trafficability of sediments
access across intertidal flats depends on tidal stage

PROTECTION RECOMMENDATIONS

i) Method

Diversion Boom



Equipment
500 m nearshore boom
5 (app) anchors plus rigging
stationary skimmer
4000 liter tank
crew of 3
work boat (deployment only)

Physical Requirements

shore zone access from water a mooring point
tidal current to carry oil onto deployed boom

ii) Exclusion Boom



700 m nearshore boom
4 (app) anchors plus rigging
work boat (deployment only)
crew of 3 (deployment only)

shore zone access from water a end point
limiting current speed-0.5 m/s

iii) Stationary Skimmer



skimmer (with waste tank)
(2) 150 m boom arms
4000 liter tank
3 workboats
crew of 4

tidal current to carry oil onto skimmer system
limiting surface conditions depend on skimmer type and boom type

iv) Advancing Skimmer



skimmer
(2) 150 m boom arms
4000 liter tank
3 workboats
crew of 4

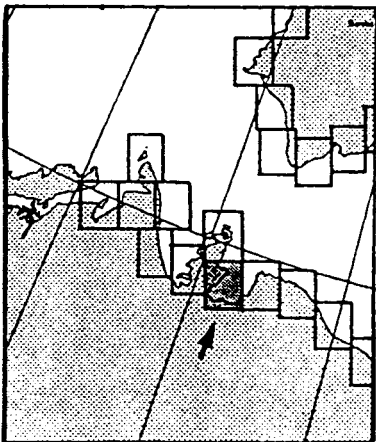
limiting surface conditions depend on skimmer type and boom type

Figur 3b: Forslag til kart for oljevernberedskap og opprenskningsutstyr

Darnley Bay

	Sensitive Season											
	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
<u>SITES/AREAS OF CONCERN</u>												
1. Paulatuk												
• permanent settlement (population 100-150)												
2. Head of Darnley Bay												
• waterfowl breeding area												
brant, eider ducks, whistling swans												
• migratory bird staging area												
snow geese												
• hunting/fishing area												

<u>LOCAL RESOURCES</u>	
1. Paulatuk	
• airstrip	
• harbour	



<u>SHORE ZONE SUMMARY TABLE</u>					
	<u>Km</u>	<u>%</u>		<u>Km</u>	<u>%</u>
Sand Beach	22.6	19	Intertidal Flats	37.5	32
Sand Beach/Boulders	0.0	0	Boulder Barricades	0.0	0
Mixed Beach	52.5	45	Ice-Push Ridging	32.0	27
Mixed Beach/Boulders	0.0	0	Ice-Rich Tundra Cliff	0.0	0
Coarse Beach	0.0	0	Unconsolidated Cliff	44.3	38
Coarse Beach/Boulders	0.0	0	Fringing Marsh	0.0	0
Boulder Beach	0.0	0	Lagoons	Total #	9
Total Beach	75.1	64	Deltas		2
Bedrock Cliff	17.5	15	Total Exclusive Rock	17.5	15
Intertidal Rock Outcrops	10.0	9	Total Exclusive Sediment	41.4	38
Rock Platform	0.0	0	Total Sediment/Rock	58.6	47
Total Intertidal Rock	27.5	24	Total Shoreline	117.5	100
Offshore Boulders/Outcrops	0.0	0			

Figur 3c: Eksempel på utfyllende tekst til kystkart/oljevernberedskapskart Woodward-Clyde

COMMENTS

1) Diversion Booming

- boom set to intercept an approaching slick and to divert it into an onshore recovery area
- used upstream of an area of concern
- the effectiveness of any particular site is dependent upon strength and direction of the local tidal currents

ii) Exclusion Boom

- boom set across mouth of bay or estuary to prevent a slick from impacting the shore

iii) Stationary Skimmer

- skimmer and boom arms deployed to intercept an advancing oil slick
- system can be mobile, and used to advance over a small oil slick
- used in sheltered waters

iv) Advancing Skimmer

- skimmer is generally a high-volume, self-propelled unit
- used to recover oil in areas of low current, or relatively rough seas

Paulatuk

Logistics

i) Tuktoyaktuk

- regional supply base
- airstrip (IFR facilities)
- distance to Paulatuk
 - 540 km by sea
 - 360 km by air

Local Facilities

- airstrip (≈800 m)
- limited beach access in Paulatuk Harbour
- small craft may be available from residents
- ice free mid-July to mid-October

Figur 3D: Eksempel på utfyllende tekst til kystkart/
oljevernberedskapskart, Woodward Clyde Consultants

I de siste årene har Woodward-Clyde og Seatech videreutviklet registreringsteknikkene samt innført bruk av computer. De har også lagt inn menneskelig sensitivitet på sine kart. I tillegg har en benyttet resultatene fra Baffin Island Oil Spill Project (BIOS) i sensitivitetsvurderingene.

Hovedkonklusjonen fra BIOS relevant for dette arbeidet er:

- a) kun begrenset nedbrytning av olje i vintermånedene,
- b) eksponering mot bølger er den viktigste prosess som påvirker oljas oppholdstid på kysten,
- c) materialtypen i strandsonen er den viktigste faktor for å vurdere oljas oppholdstid i en kystsone med begrenset bølgepåvirkning.

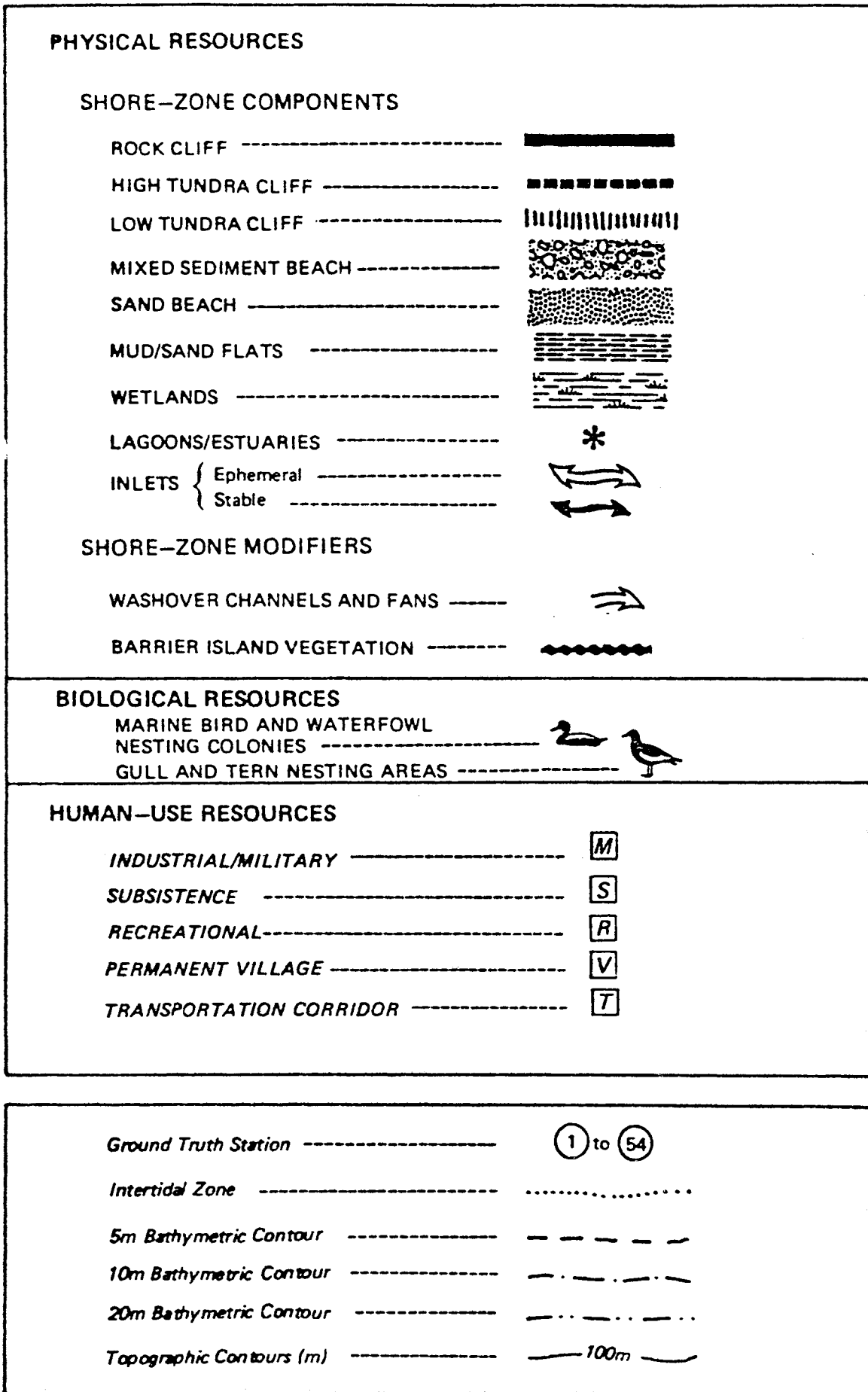
Ved tidligere kyst- og sensitivitetsskartlegging er begge temaene presentert på et og samme kartblad, eventuelt med overlegg (se Worbets). I en undersøkelse fra Alaskas nordvestkyst (Harper et al. 1984, se også vedlegg 2) har en valgt å presentere ett oversiktskart over de fysiske, biologiske og menneskelige miljøer/resurser, mens områdets sensitivitet er presentert i tre egne, uavhengige tema-kart med følgende indekser:

ORI, Oil Residence Index, eller indeks for oljas oppholdstid,
BSI, Biological Sensitivity Index, eller potensiell biologisk sensitivitet, og

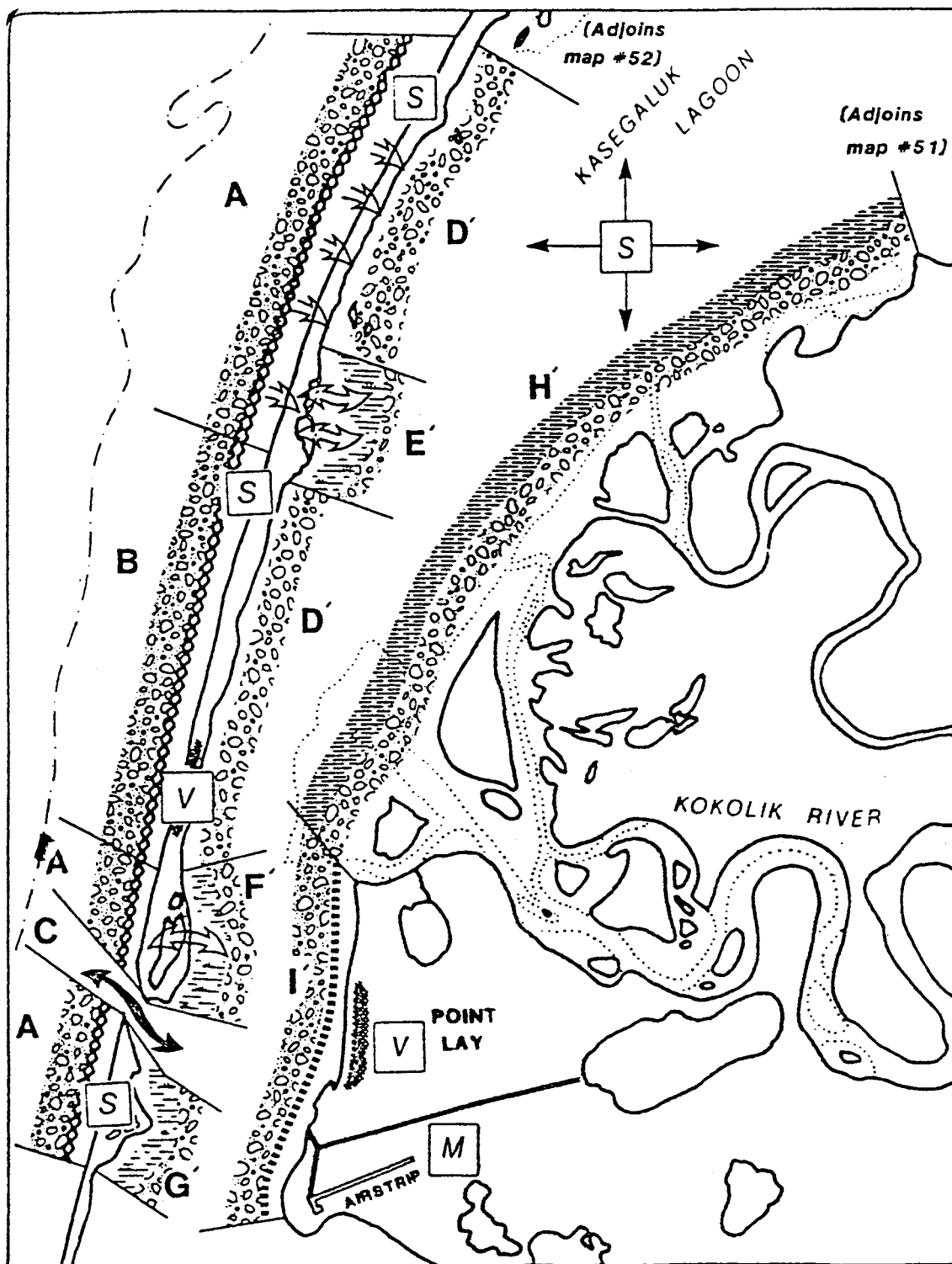
HUI, Human Use Index, eller potensiell påvirkning av menneskelig aktivitet i området.

Se Fig. 4a,b,c. Utfyllende informasjon er gitt i datatabell (Tabell 4).

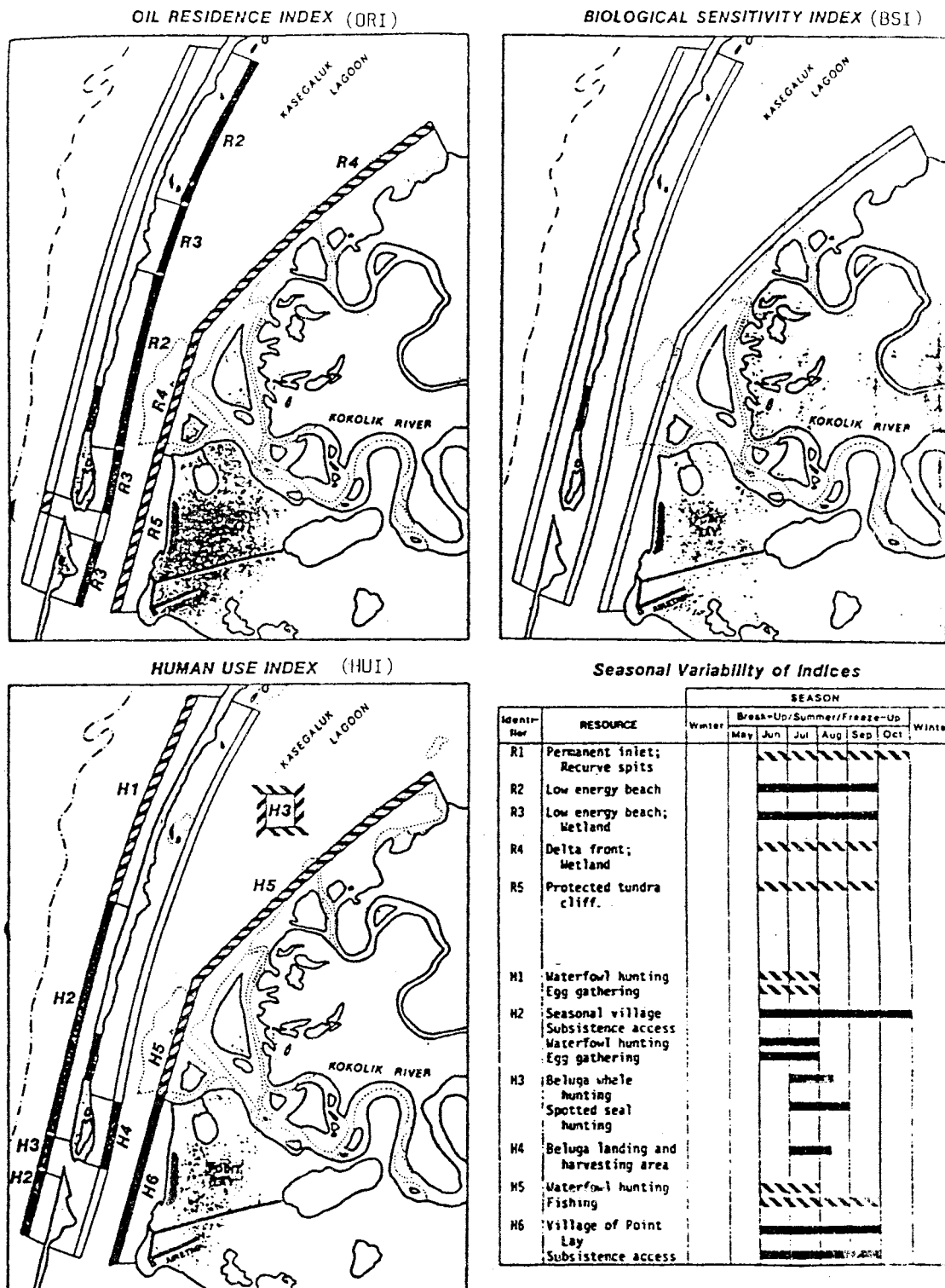
COASTAL RESOURCE LEGEND



Figur 4 A Legend for coastal resource maps (Harper et al.1984)



Figur 4b: Coastal resources map for Pt.Lay. Alaska, Harper et al 1984
 A og B referer til kysttyper, se tabell 4.



Figur 4c: Coastal sensitivities map for Pt. Lay, Alaska
Harper et al. 1984

Ved selve den fysiske kartleggingen benytter en et hierarkisk system med enhet, sone og komponent (se Fig. 5). Kysten inndeles i langsgående enheter med homogen morfologi og materialtype samt ensartet oppbygning på tvers av kysten. I tverrsnitt eller tverrprofil opererer en videre med komponenter for bedre å identifisere miljøet.

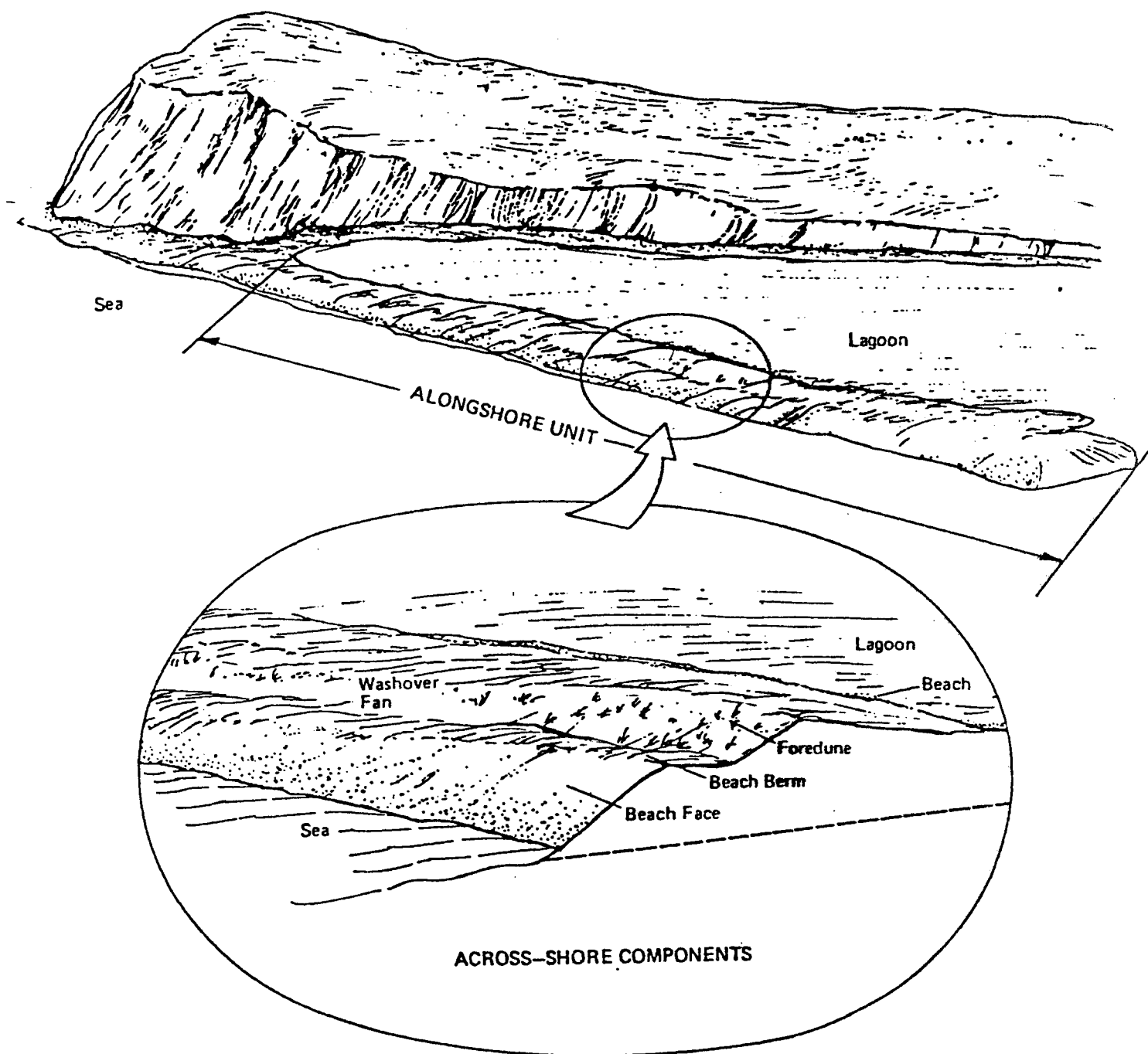
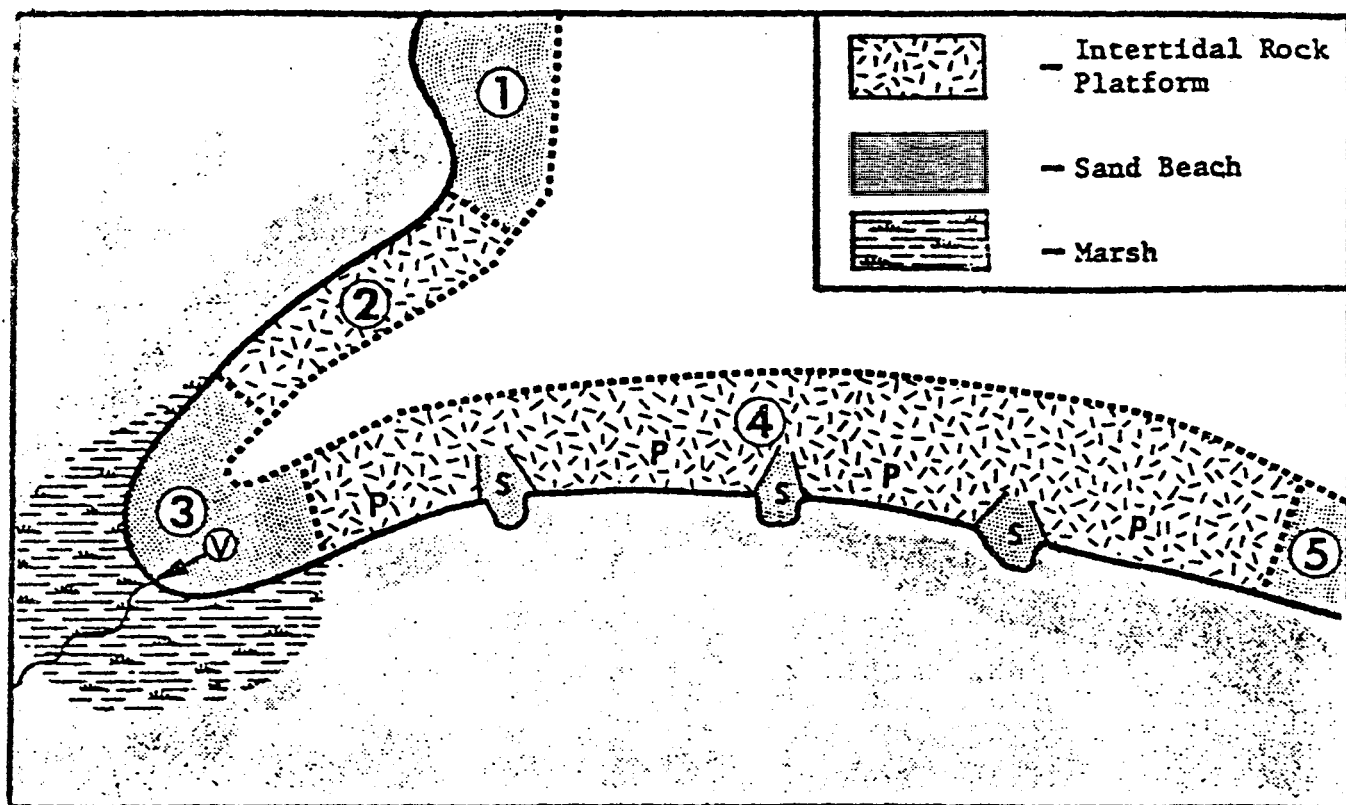


Fig. 5:

Schematic diagram classification hierarchy.

På selve kartet kan kun det generelle bildet vises, men ved å nytte f.eks. bokstaver eller andre former for indekser kan en oppnå en bedre og mer detaljert informasjon. I Fig. 6 er det vist et kystkart fra et område med dominerende fjellkyst, men også med mindre sandlommer, avmerket som S.



FIGUR 6

EXAMPLE OF SHORE-UNIT SUBDIVISION: 1,2 AND 3 ARE HOMOGENEOUS THROUGHOUT, WHERE 4 IS A REPETITIVE SEQUENCE OF ROCK PLATFORMS (Primary-P) AND SAND POCKET BEACHES (Secondary-S).

(Robilliard og Owens 1981)

Ved selve kartleggingen legges det vekt på å få informasjon om følgende kategorier:

- 1) Type og lengde av de forskjellige kysttypeenheter,
- 2) morfologi, materialtype og prosess for hver enkelt kysttype,
- 3) erosjonshastighet og sedimenttransport av og i kystsonen,
- 4) marine prosesser (fetch, bølgeklime, tidevann og is),
- 5) berggrunnsgeologi, overflategeologi og karakteristiske trekk ved terrenget innenfor selve strandsonen,
- 6) bruk av landområdet, eierforhold og adkomst,
- 7) informasjonskilder og pålitelighet av dataene.

I selve klassifikasjonen nyttes både materialtype og morfologi, da dette ansees som nødvendig for å gi en tilfredsstillende informasjon om området og de prosesser som virker og derved hvordan olje vil påvirke miljøet. Woodward-Clyde gir klart uttrykk for at en trenger dette dobbeltsystemet, f.eks. er sand langs en sandstrand forskjellig fra den sand som en finner i et delta, da en strandsand og et delta har vesentlige forskjellige prosesser, som igjen er avgjørende for valg av strategi ved et oljesøl. I Tabell 5 er kysttype og potensiell oppholdstid for olje vist. I denne tabellen er delta ansett som et område med lang oppholdstid for olje. Nyere undersøkelser viser imidlertid at olje sjelden bindes til de finkornige sedimentene som ofte finnes på deltaflater (Harper et al. 1985), og denne kysttypen synes ikke lenger å ha høyeste prioritet. (Undersøkelsene vil imidlertid fortsette.)

All informasjon er lagret i computer i kodet form samt presentert i tabell (se Tabell 4). Den kodete informasjonen kan lett tas ut/inn og manipuleres, og på denne måten gir database et effektivt supplement til kartet.

Tabell 5 RATIONALE FOR ESTIMATING POTENTIAL OIL PERSISTENCE IN THE SHORE-ZONE

Shore-zone Type	Wave Exposure ¹	Substrate Type ²	Coastal Stability	Level of Concern
<u>Open Coast</u>				
Rock Cliffs	High	Rock	Erosional	Tertiary
Tundra Cliff	Moderate	Sandy gravel	Erosional	Tertiary
Barrier Island	High	Gravelly sand	Stable to erosional	Tertiary
Barrier Island with Vegetation	High	Gravelly sand	Stable to accretional	Secondary to tertiary
<u>Lagoon Coast</u>				
Tundra Cliffs	Low	Sandy gravel	Erosional	Primary to secondary
Barrier Island	Low	Gravelly sand	Stable	Primary
Deltas	Low	Muddy sand, vegetation	Accretional	Primary to secondary
Wetlands	Low	Mud, peat, vegetation	Stable	Primary

¹Exposure based on maximum open-water fetch lengths
 High - fetch > 100 km
 Moderate - fetch 10 to 100 km
 Low - fetch <10 km

²Terminology of Folk, 1968



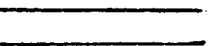


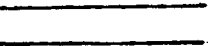



Fra Harper, Seatech 1985, pers. med.

For biologisk kartlegging har en ikke etablert et tilsvarende standardisert opplegg som for den fysiske kartleggingen. Ved enkelte tidligere undersøkelser i Arktis (Robilliard & Owens 1981) er det lagt vekt på å gi informasjon om de forskjellige biologiske miljøtyper eller "habitats" som kan framstilles på kart. De mest anvendelige parametre for et miljø ble ansett å være fastsittende (sessile) arter og arter som er relativt stedfestet (sedentary). Spesielt ble det lagt vekt på de fastsittende artene da de ofte dominerer miljøet og danner grunnlaget for andre arters bruk av området. Andre arter omfatter f.eks. hval i en lagune, ærfugl i de kystnære områdene. Disse brukere er kun i området for en kortere tid, og definerer nødvendigvis ikke miljøet. Deres tilstedeværelse er imidlertid viktig for å vurdere områdets sensitivitet.

Senere undersøkelser og kartlegging har i større grad tatt direkte utgangspunkt i artenes sensitivitet i forhold til et oljesøl (Isaacs et al. 1985). En har også nyttet artenes evne til å rekolonisere etter et oljesøl. Et hovedtema for den biologiske kartleggingen er også den sesongmessige variasjon av forskjellige arter (fugler, fisk, pattedyr) i kystsonen, samt hvordan disse artene opptrer og bruker disse områdene.

Selve sensitivitetsklassifikasjonen omfatter, som allerede nevnt, tre parametre eller indekser. ORI er en indeks som angir hvor lenge olje vil forbli i området. I områder med lav energi vil oljen forbli i mer enn én sesong, og denne type område er gitt høyeste sensitivitetsindeks (Tabell 6). Videre, områder med høyeste biologiske sensitivitetsindeks, BSI, er områder hvor en forventer betydelig endring i fordeling, størrelse og struktur av en populasjon eller et miljø. Områder med høyest menneskelig indeks, HUI, er områder med viktig og

COASTAL SENSITIVITY LEGEND

OIL RESIDENCE INDEX	PRIMARY CONCERN		Lengthy oil-residence time (>1 open-water season); low mechanical wave-energy levels at the shore likely to result in a slow removal of oil from the shore zone.
	SECONDARY CONCERN		Variable oil-residence time (days to months of open-water season); residence time a function both of seasonal variations in wave exposure and of substrate type.
	TERTIARY CONCERN		Short oil-residence time (days to weeks of open-water season); high mechanical wave energy levels at the shore and substrate types that prevent oil penetration are likely to result in rapid removal of oil from the shore.
BIOLOGICAL SENSITIVITY INDEX	PRIMARY CONCERN		Major change expected in distribution, size, structure or function of affected biotic resources (population, community or habitat); recovery from these changes likely to require several years to decades.
	SECONDARY CONCERN		Moderate change expected in distribution, size, structure or function of affected habitat); recovery from these changes expected to require one to several open-water seasons.
	TERTIARY CONCERN		Little or no change expected in distribution, size, structure or function of affected biotic resources (population, community or habitat); recovery from these changes expected to require < 1 open-water season.
HUMAN USE INDEX	PRIMARY CONCERN		Important or intensive human-use activities likely to be disrupted for one or more open-water seasons.
	SECONDARY CONCERN		Moderate impact of some human-use activities for some portion of one open-water season.
	TERTIARY CONCERN		Non-intensive human use activities unlikely to be impacted for more than a short period of one open-water season.

Tabell 6. Legend for coastal sensitivity maps

(Harper et al.1984)

intensiv bruk, og hvor det antas at oljen vil forbli i mer enn én sesong. I selve rangeringen av sensitivitet nyttes tre nivåer, primær, sekundær og tertiær, og i Tabell 7 er sammenhengen mellom sensitivitet og miljø (såvel fysisk som biologisk og menneskelig) vist. For det arktiske miljøet er det å merke seg at til tross for gjennomgående lav bølgeaktivitet, finnes eroderende tundrakyster med erosjonshastigheter opp til 10 m pr. år. Denne kysttype vil følgelig ha en stor grad av selvrensende effekt. Videre er våtområder eller "wetland" det eneste området som har høy sensitivitet for såvel det fysiske som det biologiske miljøet. Dette framgår også av Tabell 8 og 9 som viser de forskjellige typer av sensitivitet og hvilke områder som har sammenfallende høy sensitivitet. Tabellene refererer til kysten langs Chukchihavet, Alaska. Denne begrensede korrelasjon mellom de forskjellige sensitivitetsindekser er ifølge Woodward-Clyde en god illustrasjon på at en bør operere med uavhengige indekser, og ikke lage en enhetsskala som hos Worbets. Først når en nytter uavhengige indekser, vil en effektivt kunne se at kysttyper med lang oppholdstid for olje, høy ORI indeks, har såvel lav biologisk som menneskelig sensitivitetsindeks, og følgelig kan gis lav prioritet ved en opprensningsaksjon. Woodward-Clyde understreker at sensitivitetsindeksene ikke må tas som noe absolutt, men kun som en rettledning. Derfor anses en tredeling i primær, sekundær og tertiar riktig tilstrekkelig. Ved et konkret oljesøl vil en måtte ta stilling til hva som skjer i den gitte situasjon og spesielt hvilken type olje som lekker ut. Det blir klart understreket (også under samtale med Harper, Seatech) at det er urealistisk å tro at en på forhand kan gi tilfredsstillende detaljert sensitivitetsvurdering. I samtale med Harper ble det også gitt uttrykk for at til tross for store framskritt

Table 7. Relationship of Sensitivity Rankings and Resources

Index	Sensitivity Level	Resources
ORI	Primary	Wetlands; estuaries; protected beaches within lagoons; coastal ponds.
	Secondary	Eroding tundra cliffs in lagoons; mud and sandflats; inlet shores; prograding barrier island beaches.
	Tertiary	Eroding tundra cliffs; exposed barrier island shores; exposed rock shores
BSI	Primary	Major or significant wetlands; large marine bird colonies or shorebird nesting areas (>50 pairs); significant staging areas; nesting areas of unusual birds; intensively used estuaries.
	Secondary	Minor wetlands; small marine bird colonies or shorebird nesting areas (<50 pairs); smaller estuaries and bays of less intensive use; some barrier island tidal passes.
	Tertiary	Other habitats or features not considered primary or secondary.
HUI	Primary	Permanent village areas; intensively used subsistence use areas; vessel haul-out areas and transportation corridors; recreation areas.
	Secondary	Occasionally used transportation corridors and subsistence use areas.
	Tertiary	Areas remote from permanent villages and not presently used for subsistence activities on a regular basis.

Table 8 Occurrence of Coastal Sensitivities (Per Cent)
(Harper et al.1984)

	Primary	Secondary	Tertiary
Oil Residence Indices	29.7	32.4	38.0
Biological Sensitivity Indices	5.0	11.3	83.7
Human Use Indices	6.5	10.5	82.9

Table 9. Regional Summary of Resources With More Than One Sensitivity Index.
(Harper et al.1984)

Physical Resource	Sensitivities
Wetlands	Lengthy potential oil residence Bird staging and feeding areas potentially disrupted Subsistence waterfowl hunting potentially disrupted
Vegetated Barrier Islands	Short to moderate potential oil residence Bird mortality near nesting areas potentially high Egg gathering and waterfowl hunting activities potentially disrupted
Rock Cliffs	Short potential oil residence Bird mortality potentially high in feeding areas Egg gathering activities potentially disrupted
Inlets	Lengthy potential oil residence Potential disruption of important harvesting activities (beluga whale or seal hunting)

i grafiske skjemaer og databaser, vil "vanlige" kart være en god informasjons- og rettleidningskilde. Kartene bør imidlertid være lette å reprodusere og ajourføre, og bør derfor trykkes i sort/hvitt.

J.M. Semples/PETRO-CANADA (kort presentasjon, se vedlegg 3)

Ved PETRO-CANADA er det utført et omfattende arbeid for oljeberedskap langs kysten av Baffin Island og utenfor Labradorkysten. Ansvarlig for arbeidet har vært J.M. Semples. Opplegget hos PETRO-CANADA skiller seg klart ifra det som er utført for Beauforthavet og Nordvestpassasjen ved at all informasjon er lagret på microcomputer, og en benytter ikke kart i tradisjonell forstand. Det er heller ikke utarbeidet sensitivitetssklassifikasjon av kysten. Utgangspunktet for Semples har vært:

- 1) Olje driver ikke inn til kysten over en bred front, men vanligvis inn som små tunger,
- 2) et kart i målestokk 1:100 000 eller mindre målestokk vil ikke kunne gi den nødvendige detaljkunnskap om det begrensede området som vil bli berørt av oljesøl,
- 3) et tradisjonelt kartverk med den ønskete oppløsning og datamengde vil ikke være praktisk mulig å handtere,
- 4) områdenes sensitivitet varierer gjennom året og det er ikke mulig å finne en felles formel for sårbarhet som vil tilfredsstille sesongvariasjoner samt variasjoner i opinionens og fagfolks syn på sårbarhet,
- 5) ved å nytte moderne teknologi med computere og grafiske skjermer kan en få den oppløsning som en til en hver tid ønsker, samt at alle data som er samlet inn kan fås fram på skjermen, og være med på å danne grunnlaget for den aktuelle opprenskningsaksjon.

Et sentralt punkt for utarbeidelsen har vært å sikre at den gruppen som foretar og utfører opprenskningsaksjonen, ikke benytter andres tolkninger eller vurderinger av hva som skal prioriteres, men at en

under selve aksjonen har mest mulig rå-data tilgjengelig, som så danner grunnlaget for hvilke områder som det gis prioritet til. Det var også viktig at en lett kunne ajourføre tidligere informasjon, og dette ville være vanskelig ved bruk av tradisjonelle kart. Som et resultat av alle disse vurderingene samt det å ha ett lett transporterbart system, valgte en å nytte microcomputer for å lagre samt systematisere alle data over kystsonens fysiske og biologiske karakteristika. Programmet inneholder også input for informasjon om vind, bølger og strøm i de kystnære farvann.

Prinsippet i programmet bygger på at en har tre nivåer i detaljeringsgrad. I nivå 1 (Fig. 7) defineres område og videre antropogene former, rekreasjonsområder, biologi eller eventuelt geologi. En kan så velge ut BIOLOGI på menyen, og Fig. 8 viser her hvilke typer data som det er mer informasjon tilgjengelig om. Ved så å velge INVERTEBRATE FISHERIES (Fig. 9) vil en få en utskrift av tilgjengelig informasjon om dette emnet samt at alle lokalitetene kommer ut på en grafisk skjerm. Fig. 10 viser eksempler på typer data som er lagt inn i databasen. Tilsvarende kan vi gå gjennom alle de forskjellige nivåene, samt krysskombinere, slik at vi på den grafiske skjermen kan vise hvor det er områder hvor en f.eks. har hummerfiske, rekreasjon eller arkeologiske funn. Med en oppløsning på ca. 10 m på kartgrunnlaget, slik at vi har en meget detaljert informasjon, vil oppløsningen være innenfor det som det i de fleste praktiske tilfelle er behov for.

SELECTION OF DATA TYPES - LEVEL 1:

- 1: REDEFINE STUDY AREA
- 2: REVIEW OR MODIFY SCREEN GRAPHICS ORGANIZATION
- 3: REVIEW OPTION(S) SELECTED
- 4: DISPLAY OPTION(S) SELECTED
- 5: STOP PROGRAM

- 6: ANTHROPOGENIC FEATURES
- 7: TOURISM AND RECREATION
- 8: BIOLOGY
- 9: GEOLOGY

OPTIONS AVAILABLE: 6, 7, 8, 9

ENTER OPTION NUMBER(S):

Figur 7: Hovedtype av informasjon som finnes i
Petro-Canadas database.

SELECTION OF DATA TYPES - LEVEL 2:

(CR): RETURN TO LEVEL 1

BIOLOGY:

- 1: SEAWEED HARVESTING AREAS
- 2: INVERTEBRATE FISHERIES
- 3: ESTUARINE FISHERIES
- 4: DEMERSAL FISHERIES ACCORDING TO GEAR
TYPES AND MAJOR SPECIES
- 5: PELAGIC FISHERIES
- 6: MAMMALS

OPTIONS AVAILABLE: 1, 2, 3, 4, 5, 6

ENTER OPTION NUMBER(S):

Figur 8: Punktene 1 til 6 viser hovedkategoriene for biologisk informasjon i Petro-Canadas database.

SELECTION OF DATA TYPES - LEVEL 3:

(CR): RETURN TO LEVEL 2

INVERTEBRATE FISHERIES:

- 1: SHELLFISH HARVESTING AREAS - SOFT SHELL CLAMS
- 2: - BAR CLAMS
- 3: - RAZOR CLAMS
- 4: - OCEAN QUAHAUGS
- 5: - BAY QUAHAUGS
- 6: - BAY SCALLOPS
- 7: - BLUE MUSSELS
- 8: - OTHER SPECIES OF MUSSELS
- 9: - OYSTERS
- 10: - SPAT COLLECTIONS
- 11: SCALLOPS - DISTRICTS AND SEASONS
- 12: - MAJOR FISHING AREAS
- 13: - SECONDARY FISHING AREAS
- 14: SNOW (QUEEN) CRABS - DISTRICTS AND SEASONS
- 15: - GENERAL DISTRIBUTION OF POPULATION
- 16: - MAJOR FISHING AREAS
- 17: - POTENTIAL FISHING AREAS
- 18: ROCK CRABS - FISHING AREAS AND SEASONS
- 19: SHRIMPS - FISHING AREAS AND SEASONS
- 20: SQUIDS - FISHING AREAS AND SEASONS
- 21: LOBSTERS - DISTRICTS AND SEASONS
- 22: - MAJOR IDENTIFIED LOBSTER GROUNDS
- 23: - MAJOR FISHING AREAS
- 24: - SECONDARY FISHING AREAS

OPTIONS AVAILABLE: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,
13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,
23, 24

ENTER OPTION NUMBER(S):

Fig. 9. Eksempel på tilgjengelig detaljert informasjon i Petro-Canadas database.

SELECTION OF DATA TYPES - LEVEL 3: SELECTION OF DATA TYPES - LEVEL 3:

.....

(CR): RETURN TO LEVEL 1 (CR): RETURN TO LEVEL 1

.....

ANTHROPOGENIC FEATURES:

- 1: LOBSTER POUNDS
- 2: SEA PRODUCTS BUYING STATIONS
- 3: SEA PRODUCTS PROCESSING PLANTS
- 4: SALT WATER INTAKES
- 5: CANNERIES
- 5: IRISH MOSS DRYING PLANTS

OPTIONS AVAILABLE: 1, 2, 3, 4, 5, 6

ENTER OPTION NUMBER(S):

SELECTION OF DATA TYPES - LEVEL 3:

.....

(CR): RETURN TO LEVEL 1

.....

TOURISM AND RECREATION:

- 1: INTERNATIONAL BIOLOGICAL PROGRAM SITES
- 2: PARKS CANADA
- 3: NATIONAL PARKS
- 4: PROVINCIAL PARKS
- 5: PARK RESERVES
- 6: MAJOR RECREATIONAL BEACHES
- 7: MAJOR PUBLIC SHORELINE ACCESS POINTS
- 8: MAJOR COASTAL HIKING TRAILS
- 9: CAMPGROUNDS
- 10: SCUBA DIVING SITES
- 11: MAJOR CONCENTRATION OF COTTAGES

OPTIONS AVAILABLE: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
8, 9, 10, 11

ENTER OPTION NUMBER(S):

GEOMORPHOLOGY:

- 1: AREAS COVERED BY LOW ALTITUDE OBLIQUE PHOTOGRAPHY
- 2: AREAS COVERED BY LOW ALTITUDE OBLIQUE VIDEOTAPING
- 3: SHORELINES WITH - ELEVATED AND STEEP BACKSHORES
- 4: - LOW LYING AND GENTLY SLOPING BACKSHORES
- 5: - BEDROCK CLIFF OR RAMPS WITH DISCONTINUOUS POCKET BEACHES
- 6: - NARROW BEACHES
- 7: - WIDE BEACHES
- 8: - BEACHES OF FINE SEDIMENTS
- 9: - BEACHES OF COARSE OR MIXED SEDIMENTS
- 10: - MARCHES OR WITH MARSHES IN THE BACKSHORE
- 11: ALL ACCESS POINTS

OPTIONS AVAILABLE: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

ENTER OPTION NUMBER(S):

Figur 10: Eksempler på typer data som er lagt inn i Petro-Canadas database.

Systemets database er samlet inn på vidt forskjellige måter. Informasjon om kystsonens fysiske beskaffenhet er basert på video, flyfoto og feltbefaring. Informasjon om rekreasjon, turisme og biologi ble samlet inn på følgende måte: det ble laget blåkopikart over de forskjellige områdene, og det ble så invitert til møter med lokalbefolkningen som så ble bedt om å sette på det de visste om områdene. En forsøkte å ha så små grupper som mulig. Metoden viste seg å være meget effektiv, og på den måten fikk en lagt inn informasjon som forskere normalt ikke har adgang til eller ikke i tilstrekkelig grad tar hensyn til. I tillegg ble mer tradisjonelle informasjonskilder nyttet. Datainnsamlingen var meget omfattende, og PETRO-CANADA har valgt kun å nytte dette detaljerte opplegget når de borer i kystnære farvann, hvor en ikke har mulighet for å stoppe et oljesøl på veien inn til kysten.

Fra andre selskaper er det gitt uttrykk for at dette systemet, som Semples har lagt opp, er for omfattende, og at en ikke har behov for en så omfattende informasjon. Poenget med systemet til Semples er imidlertid at dataene, og ikke en tolkning eller vurdering fra et konsulentfirma, skal danne grunnlaget for hvordan en planlegger en opprenskningsaksjon. Med dagens teknologi er kart ikke nødvendig, og tradisjonelle kart kan ikke gi den nødvendige oppløsning av de data som er tilgjengelige og som trengs i en gitt situasjon. Ved å nytte computere kan også database lett ajourføres. I et tradisjonelt kart må en foreta en generalisering over et område, men ved bruk av computer og grafisk skjerm kan rå-dataene benyttes i langt større grad. Ifølge Semples ligger verdien i den type rapporter som Worbets og Owens har utført, at de gir en regional oversikt over forholdene som kan benyttes i oppklarings- og planleggingsfasen. Rapportene kan

imidlertid ikke nyttes i en gitt situasjon, til det er detaljeringsgraden eller oppløsningen av dataene for liten.

Med bakgrunn i den type databaser som er utarbeidet av Semples, kan en utarbeide temakart av de forskjellige typer data eller kombinasjoner av data. Selve databasen kan på den måten lettere nyttes av andre, og en er ikke avhengig av å basere seg på andres tolkning.

Selve vurderingen av hva og hvilke områder som skal prioriteres i en gitt situasjon, blir tatt opp av opprenskningsaksjonsledelsen etter råd fra forskjellige fagfolk (biolog, meteorolog, oseanograf og geolog). Det er ikke lagt inn i programmet hvordan olje vil oppføre seg i de forskjellige områdene. Dette er informasjon som de forskjellige fagfolkene vil gi i en gitt situasjon, og representerer deres tolkning eller vurdering av dette miljøet i situasjonen. Selve programmet eller soft ware er utviklet på kontrakt fra PETRO-CANADA, og programmet vil om kort tid bli til salgs gjennom den kanadiske stat. (Programmet er utviklet av Evelyne Strong, uavhengig konsulent, som nå vil bli engasjert av den kanadiske stat.)

Kystkartlegging av Canadas østkyst

Kyst- og sensitivitetskartlegging er nylig utført for nordlige deler av Canadas østkyst (se vedlegg 4). Dette følger i hovedtrekk det som er utført tidligere av Woodward-Clyde.

Bruk av videotape

Videotape har i de senere år blitt det mest brukte verktøy for data-innsamling om kystsonens beskaffenhet. Med dagens gode oppløsning kan en, kombinert med noe feltbefaring, få en meget god oppløsning. Ved siden av å være en datakilde er det fra såvel konsulenter som selskaper klart gitt uttrykk for videoens store anvendelighet. Et bruksområde er at i en gitt situasjon vil operasjonsledelsen langt lettere kunne kommunisere med dem som er i felt. Videre er videoen et vesentlig bidrag i planlegging og øvelser. De arktiske områdene er vanskelig tilgjengelige, men ved hjelp av video kan operasjonsledelse og de som praktisk skal utføre en aksjon, få førstehandskunnskap om området.

For enkelte områder, Alaska og Nordvestpassasjen, er det foretatt en redigering av tapen. Imidlertid er kommentarene her svært geologisk rettet, og det synes å være enighet om at denne informasjonen ikke har videre verdi utover det rene fagmiljøet. Imidlertid vil generelle kommentarer om områdets meteorologi, strømforhold, dybdeforhold, kysttyper, biologi (hekking, opptreden av isbjørn osv.) være av stor interesse som en informasjon for oljevernberedskapsøvelser. For utarbeidelse av detaljerte databaser over kystsonens beskaffenhet er denne informasjonen ikke av interesse, da vil en kun benytte rådata.

Andre oppgaver

Parallelt med den deskriptive kystklassifikasjon er det utført mer prosessorienterte studier av selve strandsonen. Motiveringen for denne forskningen har vært å gi grupper som arbeider med oljesøl, opprenskningsaksjoner samt havneanlegg, bakgrunnsmateriale. Arbeide med havneanlegg har også omfattet studier av kysterosjon og sedimenttransport som bakgrunnsmateriale for å vurdere effekten av eventuelle havneanlegg og hvordan disse vil influere på kystsedimentasjonen. Spesielt har studier av kysterosjon i områder med isfylte løsmassestrender (tundra-klipper) vært prioritert. Det er også utført masseberegninger av materialtransporten langs kysten. En nytter her tradisjonelle geologiske/geomorfologiske data sammen med lange observasjonsserier av strømdata for å få et tilfredsstillende statistisk bilde av sesongvariasjonene. I forbindelse med den planlagte utbygningen i Beaufort-havet er det behov for et større havneanlegg i området. Et konsept er utarbeidet av industrien, og myndighetene gjennomførte i vår et større prosjekt (3 mill NOK) for å teste konseptet. Det ble utført grunneboringer i det planlagte havneområdet for på egen hånd å vurdere grunnforholdene og effekten av havneanlegget på de kystnære strømforhold. (De kystnære strømforhold er bestemmende for vandringsmønsteret for flere fiskearter i området samt også for hval.)

Metodikk

Klassifikasjon omfatter bruk av flybilder, skråbilder supplert med synfaring og feltarbeid. I de senere år er bruk av videotape blitt vanlig, og nyttes nå rutinemessig. Dataene blir i stadig økende grad digitalisert og lagret i computer, og inngår i en "kystdatabase".

For de prosessorienterte studier nyttes konvensjonell teknikk supplert med oseanografiske data. Det er å merke seg at en i stadig større grad benytter seg av numeriske modeller for å beregne kysterosjon.

Anvendelser for andre fagområder

Som nevnt er et av hovedformålene å skaffe data for å kunne vurdere skadeeffekten av en oljetilsøpling på kysten. Ved siden av disse aspektene vil data som samles inn her, kunne nyttes for planlegging av ilandføringsterminaler. I tillegg kommer data for å vurdere effekten av havneanlegg.

Organisering og finansiering

Hoveddelen av denne type undersøkelser er utført av selskapene på kontrakt til et konsulentfirma. Det er verd å merke seg at myndighetene ikke har vært interessert i å starte kystkartlegging, men anser dette som industriens ansvar. De kanadiske geologiske undersøkelser har deltatt med undersøkelser av kysterosjon.

Bibliografier

Vedlagt følger en bibliografi, udskrift fra databasen ved Arctic Institute of North America.

Referanser

- Harper, J.R., Robilliard, G.A., Isaacs, J. og Owens, E.H. 1984: Coastal sensitivity analysis of the northern Chuckchi Sea coast of Alaska. 1984 Arctic Marine Oilspill Programme (AMOP), Technical Seminar (Edmonton, Alberta) (Environmental Protection Services, Ottawa)
- Harper, J.R., Miskulin, G.A., Green, D.R., Hope, D. og Vandermeulen, J.H. 1985: Experiments on the fate of oil in low energy marine environment. 1985 Arctic Marine Oilspill Programme (AMOP), Technical Seminar (Edmonton, Alberta) (Environmental Protection Services, Ottawa)
- Isaacs, J., Hemming, N. og Harper, J.R. 1985: Kodiak Island coastal sensitivity study: Balancing human use with oil residue and biological sensitivity. 1985 Arctic Marine Oilspill Programme (AMOP), Technical Seminar (Edmonton, Alberta) (Environmental Protection Services, Ottawa)
- Robilliard, G.A. og Owens, E.H. 1981: An integrated biological and physical classification applicable to oil spill countermeasure planning. 1981 Arctic Marine Oilspill Programme (AMOP), Technical Seminar (Edmonton, Alberta) (Environmental Protection Services, Ottawa)
- Worbets, B.W. 1979: Shoreline oil spill protection & cleanup strategies: Southern Beaufort Sea. Report to Dome Petroleum. 1979.

KONKLUSJON

Kystkartlegging og sensitivetsklassifisering inngår som en del av de faste miljøundersøkelsene i tilknytning til olje- og gassvirksomheten. Videotape-registreringer av kystsonen er det viktigste datagrunnlaget.

Resultatene presenteres vanligvis på kart, i varierende målestokk fra 1:1 000 000 til mer detaljerte kart i målestokk 1:50 000. For enkelte områder nytter en kun database-registrert informasjon med direkte utskrift eller direkte på grafisk skjerm.

Klassifisering av kysten blir basert på en kombinasjon av geomorfologiske termer som delta, estuarier o.l., og kystsedimentenes sammensetning, leire, sand, grus. Videre gis det informasjon om viktige biologiske ressurser.

Det er ikke etablert noe fast mønster for sensitivetsklassifisering. I de senere år har en i mange områder brukt en inndeling basert på en vurdering av:

- Oljens oppholdstid i de forskjellige kysttyper
- Biologisk sensitivitet
- Menneskelig sensitivitet.

Sensitivetsinndelingen utgis på separate kart som vedlegg til kystsoneklassifiseringskartene.

En må være klar over at sensitivetsinndelingen ikke er noe absolutt, men kun en vurdering for nærmere planlegging av oljevernberedskap i et område, og som en veiledning ved en eventuell aksjon.

KJEMISKE MILJØEFFEKTER
FORURENSNING
OLJE I IS

GENERELL MÅLSETTING

Leting og produksjon av olje og gass omfatter en rekke aktiviteter som medfører forurensninger. Aktivitet i arktiske områder skiller seg ikke fra det som foregår ved sydligere breddegrader, og omfang og typer av forurensninger er således godt kjent. Aktiviteten i Arktis krever imidlertid spesielle forholdsregler da en i dette miljøet ikke kan foreta "mottiltak" i vinterhalvåret. Mørke og havis er effektive hindringer for at f.eks. en oljeutblåsning skal kunne stoppes. Dette stiller store krav til den teknologi som nyttes, samt at en har effektive beredskapsplaner. Omfattende kunnskap om miljøet og konsekvensene er nødvendig, slik at mottiltak og opprenskningsaksjoner kan planlegges effektivt, og de langvarige skadeeffektene lettere kan begrenses.

En kan videre skille mellom to hovedtyper forurensning:

- Omfattende utslipp av olje ved oljeutblåsning eller grunnstøting av større tankbåter,
- Utslipp i mindre skala, kontinuerlig eller regelmessig over lang tid.

Tabell 1 illustrerer normal offshore aktivitet i Beauforthavet, og de viktigste forurensningskilder er:

Kloakk, oppvarmet og forurenset kjølevann, borefluid, BOP-væske, ballastvann fra tankbåter og formasjonsvann.

Ballastvann og utslipp av formasjonsvann vil skje i en produksjonsfase, og spesielt vil formasjonsvann (vann som kommer fra dypet i forbindelse med produksjon) på grunn av sitt store volum kunne representere en kronisk forurensningskilde, dersom det ikke blir pumpet tilbake i bergarten.

Den normale aktiviteten, under forutsetning av at en følger forskriftene, antas kun å ha en lokal effekt på miljøet. Det er det unormale eller de store utslippene som representerer det største risikomomentet. På arktisk kanadisk sokkel vil det kunne skje ved oljeutblåsning og grunnstøting av tankbåter på vei gjennom Nordvestpassasjen og ned langs Baffin Bay og Davis Strait, samt at under-sjøiske oljeledninger vil kunne bli kuttet av isfjell. Sentrale spørsmål for så vel myndigheter som for industri har vært:

- Hvordan opptrer og spres olje i isfylte farvann?
- Metoder for opprensning, og spesielt effekten av dispergeringsmidler.

Disse spørsmålene inngår som del av større kanadiske forurensningsprosjekter, hvor bl.a. Norge deltar. Forskningen innen forurensning må også sees i sammenheng med utvikling av en teknologi som reduserer risikoen for miljømessige skader.

GENERELL OMTALE AV DE FORSKJELLIGE FORURENSNINGSKILDER

Avfall, søppel og kloakk fra båter, rigger og plattformer samt utslipp av gasser i atmosfæren er antatt å ha meget lokal effekt og blir ikke nærmere behandlet her.

Borevann, kjølevann og formasjonsvann

Omfang, sammensetning og regulering av utslipp av denne type er kjent fra leting og utforskning i andre områder, og vil ikke bli nærmere kommentert. Det sentrale ved denne type utslipp er at sporelementer blir frigitt, og selv i ekstremt små konsentrasjoner kan disse elementene ha en effekt på miljøet. Som det vil bli omtalt senere, er det utført kjemiske analyser av de forskjellige typer utslipp: partikulært materiale i vannmassene, i bunnsedimentener og i organismer.

Oljeutblåsning og oljeutslipp

Det er utført flere studier av hvordan olje vil opptre i isfylte farvann som, kombinert med tidligere kunnskap om oljens opptreden i marint miljø, gjør at en kjenner til hovedprinsippene for spredning av olje i isfylte farvann. I det følgende blir det gitt en sammenfatning av oljens generelle oppførsel i åpent og i isfylt farvann (kilde Beaufort Sea EIS).

Olje som driver ut fra en tankbåt i åpent vann gjennomgår flere prosesser som influerer på dens videre opptreden. Oljen danner raskt et tynt flak over et stort område og driver som en følge av påvirkning av vind, bølger og overflatestrømmer. Turbulens i de øvre vannlag bryter opp oljeflaket i mindre enheter (Fig. 1).

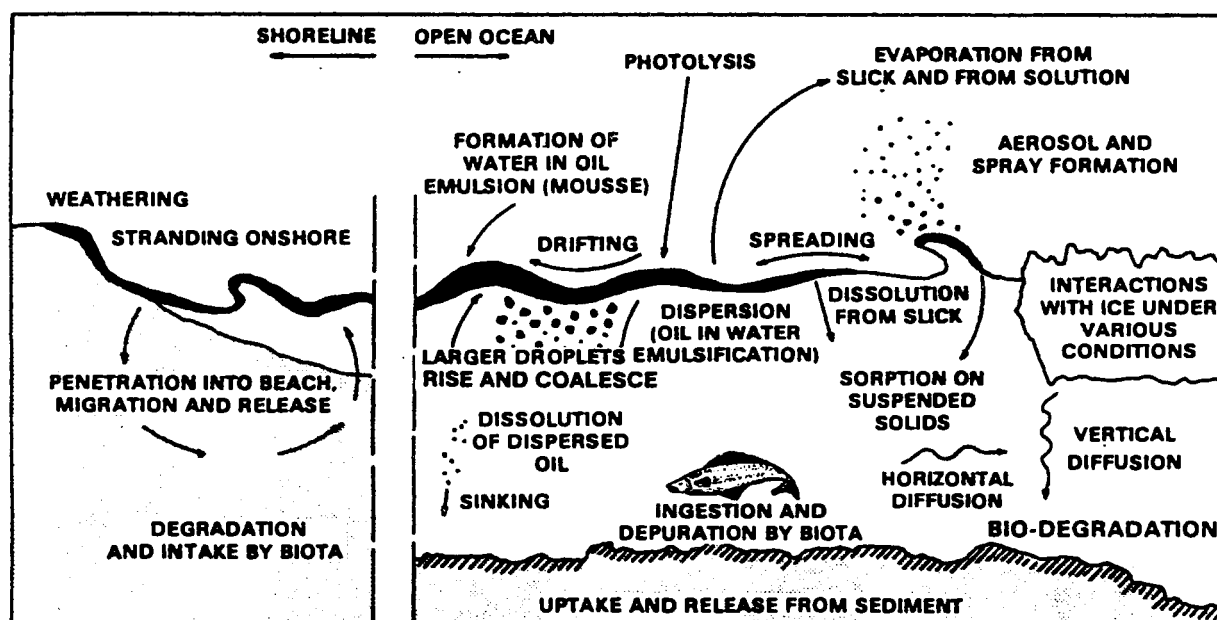


FIGURE 1 The various fates of an oil slick on open water (Source: Mackay et al., 1978). Oil spilled on water in an Arctic marine environment can undergo many processes to alter its form. On the open water it can drift, spread, evaporate, disperse, emulsify, sink, dissolve, interact with ice, photolyze, biodegrade and be ingested by biota. Also, oil near shorelines can become stranded on beaches, penetrate into sediments, contact biota and undergo weathering.

Samtidig med spredning og drift skjer det en forvitring og dannelse av emulsjon, dvs. en stabil blanding av olje og vann. Denne emulsjonen har økt viskositet og lavere tetthet enn den rene oljen. Videre skjer det en innblanding av olje i de underliggende vannmasser. Deler av den opprinnelige oljen vil fordampe eller også sedimenteres ved at oljen binder seg i suspendert materiale. I tillegg skjer en oksydasjon og en bakteriell nedbrytning. Det endelige sluttresultatet av disse prosessene er dannelse av "tar balls" eller tjære-klumper, som hovedsakelig består av oljens tyngre komponenter. Egenvekta av tjære-klumpene er tilsvarende vann eller noe tyngre.

Ved utblåsning av olje på havbunnen vil ekspanderende gass drive oljen opp til vannoverflata, hvor gassen vil bli frigitt til atmosfæren. Som følge av en blanding av olje og gass vil oljen opptre i dråpeform når den kommer til overflata. Størrelsen på dråpene varierer fra 1/1000 mm til 5 mm.

Oljeutslipp og oljeutblåsning under isen er blitt testet ved flere forsøk. Ved et oljeutslipp under ettårs-is i vekst vil oljen raskt (etter noen få timer) bli frosset inn i isen. Videre vil den følge det generelle strømmønsteret under isen og fylle hulrom og sprekker. Oljedråper vil raskt stige opp i direkte overliggende is. Den arealmessige spredning av oljen er funnet å variere som en direkte funksjon av dypet og fordeling av hulrom på havisens underside. Forskjellige forsøk viser varierende oppsamlingsfaktorer fra 0,02 til 0,045 m³ olje pr. m² is.

Forskjellige undersøkelser viser videre at dersom oljen skal komme i bevegelse under isen, trengs en minimum strømhastighet. For perfekt flat is er den kritiske hastigheten mellom 5 og 10 cm/sekund. Ved økende ruhet under isen vil hastigheten øke. For is med stor ruhet trengs hastigheter opptil 45 cm/sekund. Det er her utarbeidet

ligninger for å beregne spredningen av olje som en funksjon av forskjellige strømmer og isruhet (Cox & Schultze 1981).

Noe olje vil også kunne trenge opp til overflata gjennom sprekker. Denne oljen vil kunne drive med vind ut mot åpent hav, og her danne et "normalt" oljeflak.

Ved begynnende smelting av isen om våren vil olje fra overflata komme ut i havet som tjære-klumper, mens "frisk" olje vil bli frigitt fra den smeltende isen.

Oljesøl under flereårs-is vil følge det samme forløpet. Imidlertid har flereårs-is større ruhet, og oppsamlingsfaktoren for denne istypen er 10 ganger større enn for ettårs-is.

Undersjøisk oljeutblåsning i isfylte favann

Undersjøisk oljeutblåsning i isfylte farvann ble testet ved et forsøk i Beauforthavet vinteren 1979/80 i et prosjekt hovedsakelig finansiert av Dome (Dickins & Buist 1981). Det gis et kort sammendrag fra det simulerte eksperimentet hvor en nyttet trykkluft og olje (kilde Beaufort Sea EIS). Se også vedlegg 1, AMOP Proceedings 1981: Dickins & Buist, side 647-686.

Den utstrømmende gassen medfører kraftig turbulens, og oljen vil stige mot undersida av havisen i dråpeform. I gass-strømmen følger også sediment og havvann. På undersida av isen vil den turbulente strømmen bøye av 90° (Fig. 2), og fortsette videre utover.

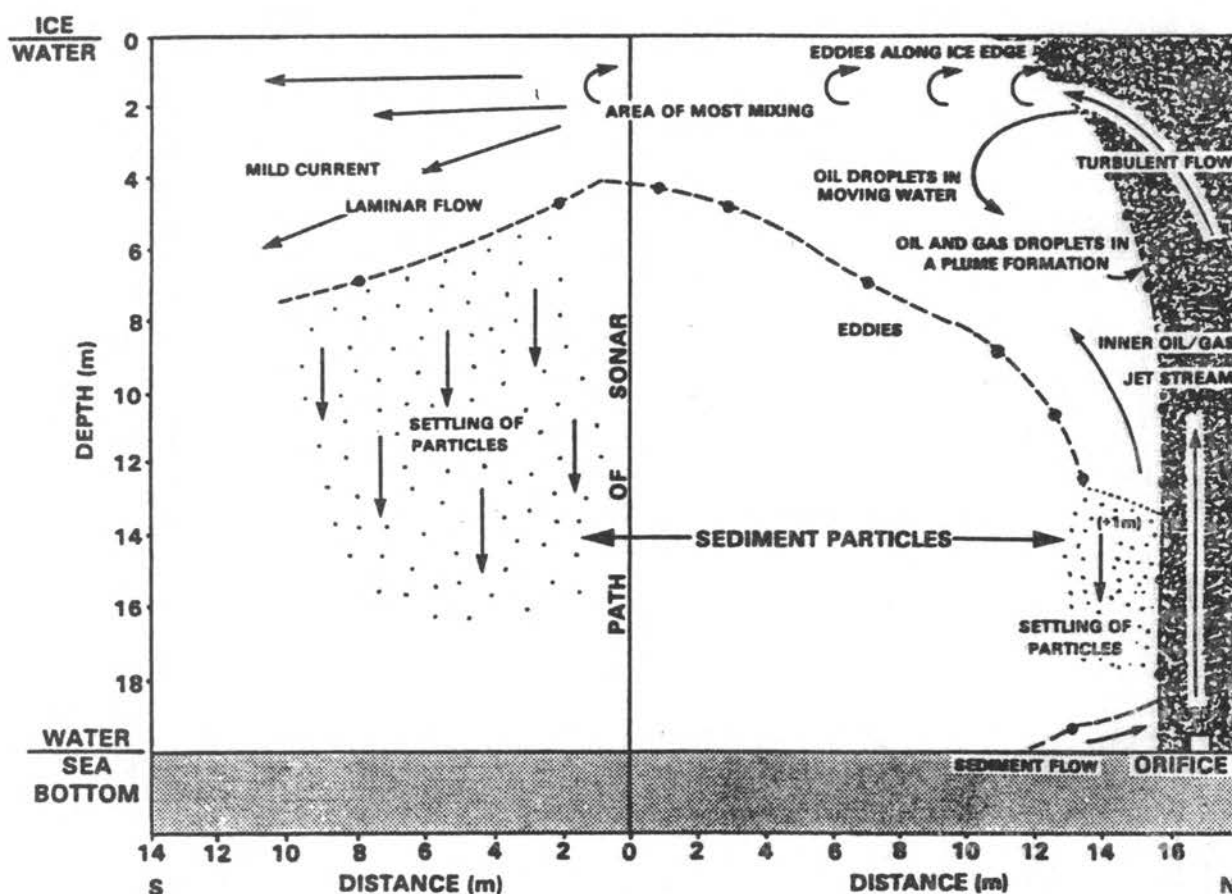


FIGURE 2 Features observed in a simulated subsea oil well blowout under first year ice (Source: Dickins and Buist, 1981). In the winter of 1979-1980 an oil well blowout was simulated in order to examine the fate and behaviour of the oil and gas and means to cleanup the oil. The plume, delineated by a sonar device lowered through the sea ice, consisted of gas which broke up the oil into droplets and drew water and sediment upward toward the ice. The oil and gas settled under the ice and the sediment sank back to the bottom.

Deler av materialet som strømmes opp, vil ha større tetthet enn havvannet, og en vil få utviklet en svak resirkulerings-loop (Fig. 2). Den gassen som frigis, synes å ha liten effekt på oljens bevegelse. Generelt beveger gassen seg mot de høyeste områdene, dvs. motsatt retning som residual-strømmen. Gassen vil således samles i hulrom på isens underside, og dersom isen er < 1 m tykk, vil isen kunne brytes opp. Det er verd å merke at eksperimentet ble gjennomført i et område hvor havdypet kun var 20 m.

Dersom utblåsningen skjer tidlig på vinteren når det er få hulrom i isen, vil oljen forbli i dråper under isen. Dersom isen er noe eldre med flere hulrom, vil oljedråpene flyte sammen og danne mindre oljepøler, som igjen vil bli innkapslet i isen ettersom den vokser. Tilsvarende vil også skje med gass, men denne vil kunne migrere gjennom isen.

Det utførte forsøket viser prinsippet for hva som vil skje ved en undersjøisk oljeutblåsning i isfylte farvann. Imidlertid vil en i hvert enkelt tilfelle få spesielle forhold som er avhengige av de spesifikke egenskaper til den oljen som blir frigitt. Spesielt er viskositeten avgjørende, og enkelte oljetyper som finnes i Beaufort-havet, vil lett kunne migrere opp gjennom sprekker i isen selv ved temperaturer rundt frysepunktet. Videre er det kun utført forsøk på små vandyp som f.eks. i Barentshavet, hvor en har dyp på opptil 300 m.

SENTRALE FORSKNINGSOPPGAVER OG STØRRE FORSKNINGSPROSJEKTER

Et Hovedsiktemål for all den miljørettete forskningen i arktiske områder har vært og er fremdeles å få informasjon om hva som vil skje ved en større oljeutblåsning eller ved grunnstøting av en tankbåt. Myndigheter og industri har i fellesskap utført en rekke prosjekter og spesielle testprogram.

I Beaufort Sea Project (1975), som gikk forut for tillatelse av bruk av boreskip i Beauforthavet, ble det utført en rekke prosjekter om hvordan oljen spres i isfylte farvann, og hvilken effekt den kan ha på det biologiske miljøet. Resultatene er i stor grad innarbeidet i framstillingen i Beaufort Sea EIS.

Arctic Marine Oilspill Project (AMOP)

Kanadiske myndigheter og industri har i løpet av de siste 10 år lagt ned et betydelig arbeid i studier av spredning, nedbrytning, miljøeffekter og opprenskningsmetoder av oljesøl. Arbeidet har vært og er fortsatt organisert gjennom paraplyorganisasjoner med bl.a. internasjonal deltakelse. I 1977 ble Arctic Marine Oilspill Project (AMOP) satt i gang etter initiativ fra myndighetene, men også med støtte fra industri og akademiske forskningsmiljø.

Ved dette prosjektet er det lagt vekt på følgende temaer:

- Utvikling av opprenskningsutstyr og metoder,
- Spredning og drift, inkludert utvikling av driftsmodeller,
- Oljesøl og dispergeringsmidler og deres effekt på det biologiske miljøet.

Environmental Projecting Services of Environment Canada er ansvarlig for prosjektet. Det arrangeres årlige møter (juni, Edmonton) med internasjonal deltakelse. Forskningsgrupper både fra SINTEF og SI er aktive deltakere. Vedlegg 1 viser foredrag som ble gitt på årets konferanse. Det ble i alt presentert vel 40 foredrag innen følgende temaer:

- Kjemiske og fysiske egenskaper og opptreden av olje, bl.a. med foredrag om spredning av olje i isfylte farvann og råker,
- Biologiske effekter, bl.a. med bidrag fra SINTEF (Sveum og Senstad),
- Opprenskningsmetoder, spesielt er å merke seg metodene for brenning av olje i is og utvikling av lenser for bruk i isfylte farvann,
- Dispergeringsmidler, effektivitet og gifteffekter,
- Fjernanalyse og metoder for detektore oljesøl, laser-teknikker, akustiske og elektromagnetiske metoder,
- Beskyttelse og opprensning av kystområder,
- Eksperimenter og moderne oljesøl, her kan spesielt nevnes undersøkelser som viser at olje akkumuleres i langt mindre grad enn antatt på leirrike tidevannssletter, en type områder som er regnet som meget sensitive.

AMOP og spesielt de årlige møtene har siden starten vært et viktig forum for de grupper som arbeider med oljesøl og oljeforurensning i arktiske områder. De forskjellige "Proceedings" som er gitt ut etter hvert møte, inneholder i hovedtrekk den forskning som er utført innen omnet. Vedlegg 1 inneholder også de tidligere års proceedings. En gjennomgang av disse rapportene gir en meget god oversikt over sentrale forskningsoppgaver, resultater og ikke minst hva som er utført og hva som fortsatt er uløste problemer.

Baffin Island Oil Spill Project (BIOS)

BIOS ble startet i 1978 etter initiativ fra Arctic Petroleum Operators Association and Canadian Petroleum Association. BIOS ledes av en styringsgruppe med deltakere fra dem som finansierer (Tabell 1). Fra norsk side deltar NTNF, SINTEF, SFT. Som det framgår av Tabell 1, har BIOS en meget bred oppslutning. Se også vedlegg 1, AMOP Proceedings 1981, Blackall & Sergy, side 705-741.

TABLE 2.2-1	
BAFFIN ISLAND OIL SPILL (BIOS) PROJECT PARTICIPANTS	
<p>A. Government Agencies</p> <p>1. Federal</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Department of Energy, Mines and Resources b. Department of Environment c. Department of Fisheries and Oceans d. Department of Indian Affairs and Northern Development e. Ministry of Transport <p>2. Other</p> <ul style="list-style-type: none"> - Government of the Northwest Territories <p>B. Industry</p> <ul style="list-style-type: none"> - COOSRA a. Operator Members <ul style="list-style-type: none"> - BP Exploration Canada Ltd. - Canadian Superior Oil Ltd. - Canterra Energy Ltd. - Chevron Standard Ltd. - Consolidex Gas and Oil Limited - Dome Petroleum Limited - Esso Resources Canada Limited - Gulf Canada Resources Inc. - Mobil Oil Canada Ltd. - Norcen Energy Resources Ltd. - Panarctic Oils Ltd. - Petro-Canada - Phillips Petroleum Canada Ltd. - Shell Canada Resources Limited - Suncor Inc. - Texaco Canada Resources Ltd. 	<p>B. Industry (cont'd)</p> <ul style="list-style-type: none"> b. Non-operator Members <ul style="list-style-type: none"> - Global Arctic Islands Ltd. - PanCanadian Petroleum Ltd. c. Associate Members <ul style="list-style-type: none"> - Alaskan Beaufort Sea Oilspill Response Body (ABSORB) - American Petroleum Institute <p>C. Universities</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bamfield Marine Station 2. Memorial University (C-CORE) 3. University of Alberta 4. University of Calgary (Kananaskis Research Centre) 5. University of Guelph 6. University of Louisville 7. University of Toronto 8. University of Western Ontario <p>D. Other Groups From Outside Canada</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. British Petroleum (U.K.) 2. Esso Chemical Limited 3. Exxon Research and Engineering Corporation 4. Norwegian Foundation of Scientific and Industrial Research 5. Norwegian Institute of Technology 6. Norwegian Oil Pollution Control Research and Development Program 7. U.S. Coast Guard 8. U.S. National Oceanographic and Atmospheric Administration (OCSEAP)
<p>Source: W. Pistruzak pers. comm. Reflects status as of May 1, 1982</p>	

COOSRA: Canadian Offshore Oil Spill Research Association

Prosjektets hovedoppgave er:

- Å studere hvorvidt bruk av dispergeringsmidler i kystnære farvann i Arktis vil redusere eller øke effekten av oljesøl,
- Vurdere effektiviteten og den miljømessige effekten av andre opprenskningsmetoder i kystnære farvann samt muligheter for å beskytte disse mot tilsøling.

Under BIOS prosjektet har en også studert:

- Den fysiske og kjemiske opptreden av råolje og av kjemisk behandlet olje,
- De biologiske effektene av oljesøl i kystnære farvann.

Sentralt i prosjektet har vært reelle forsøk på å kontrollere utslipp hvor de forskjellige temaene er studert. Resultater fra forsøkene er presentert i rapporter, se Tabell 2.

Arbeidet har delvis foregått i underkomiteer, som så har hatt ansvar for enkeltoppgavene. Det ble opprettet fem tekniske komiteer med følgende mandat:

Fysisk komite, med ansvar for valg av testlokalitet, inkludert meteorologiske, geomorfologiske, oseanografiske, batymetriske og ismekaniske studier.

Komite for oljeutslipp, ansvarlig for utforming av utstyr for utslipp av olje og olje med dispergeringsmiddel.

Kjemisk komite, ansvarlig for å framskaffe informasjon om bakgrunnsverdier for hydrokarboner i sediment og vannmasser i testområdet.

Biologisk komite, ansvarlig for å karakterisere fauna og flora i området, med spesiell vekt på benthos og mikro-organismer.

Shoreline measurements, en komite med ansvar for å etablere testplott langs kysten, som så vil bli studert over en lengre periode for å bestemme langtidseffekten av olje på miljøet.

I løpet av den nærmeste framtid vil resultatene fra BIOS bli publisert i "ARCTIC".

Tabell 2: Publikasjoner under BIOS

BAFFIN ISLAND OIL SPILL PROJECTWORKING REPORT SERIES1980 Study Results

Report 80-1	CHEMISTRY: 1. Field Sampling and Environmental Chemistry
80-2	CHEMISTRY: 2. Hydrocarbon Chemistry
80-3	MACROBENTHOS
80-4	SHORELINE COUNTERMEASURES
80-5	MICROBIOLOGY: 1. Effects of Oil on Bacterial Activity
80-6	MICROBIOLOGY: 2. Biodegradation of Oil
80-7	GEOMORPHOLOGY
80-8	ICE CONDITIONS

1981 Study Results

Report 81-1	CHEMISTRY: 1. Field Sampling and Measurements
81-2	CHEMISTRY: 2. Analytical Biogeochemistry
81-3	MACROBENTHOS
81-4	SHORELINE COUNTERMEASURES
81-5	MICROBIOLOGY: 1. Effects of Oil on Bacterial Activity
81-6	MICROBIOLOGY: 2. Biodegradation of Oil
81-8	ICE CONDITIONS
81-9	DISCHARGE SYSTEMS
81-10	SPECIAL STUDIES

1982 Study Results

Report 82-1	CHEMISTRY: 1. Field Sampling and Measurements
82-2	CHEMISTRY: 2. Analytical Biogeochemistry
82-3	MACROBENTHOS
82-4	SHORELINE COUNTERMEASURES
82-5	MICROBIOLOGY: 1. Effects of Oil on Bacterial Activity
82-6	MICROBIOLOGY: 2. Biodegradation of Oil
82-7	SPECIAL STUDIES

1983 Study Results

Report 83-1	CHEMISTRY: 1. Field Sampling and Measurements
83-2	CHEMISTRY: 2. Analytical Biogeochemistry
83-3	MACROBENTHOS
83-4	SHORELINE COUNTERMEASURES
83-5	MICROBIOLOGY: 1. Effects of Oil on Bacterial Activity
83-6	MICROBIOLOGY: 2. Shoreline Biodegradation
83-7	TOXICOLOGY

Rapportene fåes ved: Environment Canada.

COORSA

Fra industriens side er deres innsats koordinert gjennom Canadian Offshore Oil Spill Association, COORSA, se Tabell 1. Av sentrale prosjekter under COORSA kan nevnes:

- Studier av olje og gass under havis,
- Utvikling av lenser som motstår varme frigitt ved brenning av olje,
- Utvikling av transportabel (i helikopter) utrustning for brenning av olje på fjerntliggende steder.

OLJE I IS

Opptreden av olje i isfylte farvann og hvordan en skal kunne håndtere dette spørsmålet er et sentralt tema for olje- og gassvirksomheten i Arktis. Som nevnt er det utført enkelte felteksperimenter. Ved ESSO's forskningslaboratorium i Calgary er det bygget en modell-tank hvor det er utført en rekke eksperimenter over hvordan olje opptrer i is. Flere foredrag basert på arbeider i denne tanken ble presentert på årets AMOP konferanse, se vedlegg 1.

Utenfor Alaska har oljevirkosomheten pågått i lang tid, og det er lagt ned betydelig arbeid i utarbeidelse av teknikker og metoder for hvordan en skal håndtere et oljeutslipp i disse farvannene. På oppdrag fra industrien er det nå utarbeidet oversikter over eksisterende teknikker for håndtering av oljesøl i isfylte farvann, samt at det er gitt en vurdering av de eksisterende metoder. Disse rapportene er av ny dato, publisert 1983 og 1984, og er vist i vedlegg 2. Rapportene gir en inngående beskrivelse av forskjellige tester, av utstyr og av hvordan dette kan opereres i forskjellige typer isdekke eller iskonsentrasjon.

Rapportene er utarbeidet av Alan A. Allen, som ansees som en av de ledende eksperter på olje og oljesøl i isfylte farvann.

BIBLIOGRAFIER

Ved Arctic Institute of North America arbeides det med en større bibliografi over temaet "Fate and behavior of oil in arctic marine environments". Endelig innhold og slutføring er ikke fullt ut klarlagt. En kopi av foreløpig utskrift er vedlagt i vedlegg 3, som også inneholder en tidligere utskrift av publikasjoner og rapporter relevant for oljesøl i Arktiske områder. Denne rapporten er også utarbeidet ved Arctic Institute of North America.

KJEMISK OSEANOGRAFI, NATURLIG INNHold AV SPORELEMENTER I SEDIMENT OG I HAVVANNET

Som nevnt tidligere vil sediment, organismer og vannmasser kunne bli tilført sporstoffer og hydrokarbonforbindelser. For å kunne bestemme eventuelle effekter av olje- og gassvirksomheten er det under de forskjellige selskapene utført "baseline" studier av sediment, havvann og organismer.

I Beauforthavet er kjemiske analyse-program utført i to faser. De første undersøkelsene ble foretatt i regi av Beaufort Sea Project, hvor hovedformålet var å kartlegge det naturlige bakgrunnsnivå av marine hydrokarboner i miljøet. I tillegg ble det utført analyser av innhold av næringssalter (silika, fosfat, nitrogen), samt analyser av oksygen i havvannet.

Problemet med disse analysene var at en manglet tidsserier eller analyser til de forskjellige årstider. En kan derfor ikke avgjøre hvorvidt det er absolutte verdier eller om det er variasjoner som er avhengige av de oseanografiske forhold.

I 1981 og 1982 ble det gjennomført to større analyseprogram i områdene rundt borerigger. Det ene programmet (Erickson et al. 1983) gikk over 18 måneder i området rundt ei boreøy. Følgende parametre ble observert:

tungmetaller, polyaromatiske hydrokarboner, reaktive nærings-salter, alkalinitet, total organisk karbon, løst organisk karbon, klorofyll.

Samtidig ble det også utført analyser av:

bakterier, zooplankton, fiskelarver, phytoplankton, bentiske invertebrater, bunnsedimenter, havis, epontiske alger (lever på undersida av havisen).

Med dette datasettet innsamlet regelmessig over 18 måneder har en grunnlag for å vurdere variasjoner og deres årsaker, samt hvordan de avhenger av kjemiske, fysiske og geologiske forhold.

Sentrale parametre

Følgende 11 spormetaller er vesentlige for celle-metabolismen og optimal vekst for organismer: Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Mo, Se, Ni, V og Sn. Enkelte spormetaller er viktige for enzym-aktiviteten, men vil i for høye konsentrasjoner virke hemmende. Metaller som Ag, Hg, Cd, Pb og Cu er spesielt giftige. Andre spormetaller av interesse er Sb og As.

Analyser av spormetaller i sediment, havvann og organismer i områdene rundt borerigger og øyer (hvor en borer fra) i Beauforthavet viser at det ikke er skjedd noen akkumulasjon av sporstoffer i miljøet som følge av olje- og gassaktiviteten. En skal imidlertid være klar over at hoveddelen av de analyserte metallene opptrer i konsentrasjoner som er i grenseområdet for deteksjon.

Det er utarbeidet en oversikt over alle utførte analyser i Beauforthavet. Denne oversikten inneholder også en kvalitetsvurdering av analysene, og de tidligere års analyser er gjennomgående av dårlig kvalitet og har liten verdi. Dette skyldes en rekke forhold, alt fra dårlig problemstilling, forurensning av prøver under innsamling og lagring, samt ugunstige analysemetoder (se vedlegg 4).

Anbefalte forskningsoppgaver

I en rapport "Offshore Oil and Gas Production Waste Characteristics, Treatment Methods, Biological Effects and their Applications to Canadian Regions" gis en rekke anbefalinger for aktuelle forsknings- og overvåkningsoppgaver. Rapporten (se vedlegg 5) er utarbeidet på kontrakt for myndighetene, og ansvarlig for rapporten er tre konsulentfirmaer som alle har lang erfaring fra denne type arbeid. Fra deres anbefalinger kan nevnes:

Overvåkning av det biologiske miljøet bør konsentreres om infauna (sessile) organismer og epifauna sammen med sedimentene hvor de lever heller enn undersøkelser av organismer i vannmassene og av vannmassene selv.

Vel definerte, parameter-spesifikke program er nødvendige for å kunne sammenligne naturlig tilførte stoffer og komponenter med utslipp fra plattformer.

Feltundersøkelser og modellering av transportprosessene i framtidige lete- og produksjonsområder er nødvendig som bakgrunn for utforming av langsiktige overvåkningsprogram. Se også vedlegg 6 som er en geokjemisk massebalansestudie av Beauforthavet. Det er verd å merke seg at denne studien er kommet først i de senere år, etter alle de tidligere omfattende undersøkelsene, og ifølge anbefalingene er dette da i omvendt rekkefølge av hva undersøkelsesprogrammene bør være.

Det legges videre vekt på:

Forskning og overvåkning som er økologisk relevant i forhold til effekten av utslippene, på produktiviteten, energioverføringer og strukturen av samfunnene rundt plattformene. Det er allerede gitt for stor oppmerksomhet på "sublethal" laboratorie-testing som ikke er relevant for feltforhold.

Som det framgår, legges det opp til mer målrettete undersøkelsesprogram. Det som en bør innlede med, er en studie av den geokjemiske massebalanse og transportveier for mulige forurensningskomponenter.

REFERANSER

- Cox, J.C. & Schultz, L.A. 1981: The Containment of oil spilled under rough ice. Proc. Oil Spill Conference. API/EPA/USCG/Atlanta, 1981.
- Dickens, D. & Buist, I. 1981: Oil and gas under sea ice study. Report to Dome Petroleum Limited, Calgary.
- Dickens, D. & Buist, I. 1981: Dome Petroleum's oil and gas undersea ice study. In: Proceedings of the Fourth Arctic Marine Oilspill Program, Technical Seminar, Edmonton, Alberta, 1981, 647-686.
- Erickson, P.E., Thomas, D.J., Pett, B. & de Lange Boom, B.R. 1983: Issungnak Oceanographic Survey. A report prepared by Arctic Laboratories Limited for ESSO Resources Canada Limited, pp. 194.

PERSONER, INSTITUTTER OG KONSULENTFIRMAER SOM HAR VÆRT KONTAKTET

R.A.W. (Rick) Hoos, director, Environmental & Socio-Economic Services.

Dome Petroleum Limited, 630-3rd Street S.W., 12th floor,

P.O.Box 200, Calgary, Alberta, Canada T2P 2H8.

Telf.: (403) 231-1870

Koordinator For Beaufort EIS.

Ed Pessah, manager, Environmental & Socio-Economic Services.

Dome Petroleum Limited, 630-3rd Street S.W., 12th floor,

P.O.Box 200, Calgary, Alberta, Canada T2P 2H8.

Telf.: (403) 231-8078

Medlem i en rekke komiteer og utvalg, bl.a. BIOS.

P.D. Wotherspoon, p.eng., senior research engineer, Environmental & Socio-Economic Services.

Dome Petroleum Limited, 630-3rd Street S.W., 12th floor,

P.O.Box 200, Calgary, Alberta, Canada T2P 2H8.

Telf.: (403) 231-3000.

Aktiv med forskning av spredning av olje i is.

Dave Thomas, Arctic Laboratories Ltd., 2045 Mills Road,

Sidney, B.C. Canada V8L 3S1.

Telf.: (604) 656-7460.

Ansvarlig for de fleste geokjemiske analyser og undersøkelser i Beauforthavet.

Alan A. Allen, Oil Spill Consultant, Spiltec, 10541 Treeline Court, Anchorage, Alaska 99516, USA.

Telf.: (907) 346-1932.

Ledende konsulentfirma innen oljevernberedskap for isfylte farvann.

METEOROLOGI

GENERELL MÅLSETTING

All overflateaktivitet, uansett breddegrad, er avhengig av værvarsel. Denne værvarslingstjenesten har sammenlignet med andre varslings-tjester, f.eks isvarsling, en lang tradisjon i de fleste vestlige land. Varsling i Arktis er imidlertid karakterisert ved et begrenset observasjonsnett samt få serier som kan gi grunnlag for "gjennomsnitts- og ekstremverdier". De få observasjonspunktene som eksisterer, er vanligvis fra øyer eller fra land, og observasjoner fra åpent hav på årsbasis er meget begrenset.

Arbeid i Arktis er karakterisert ved ekstreme værfold hvor spesielt kombinasjonen mellom lave temperaturer og sterk vind setter strenge krav til arbeidsrutiner. Transport og logistisk planlegging må være basert på sikker værvarsling. De ofte lange avstandene mellom basene og med raske skiftninger stiller store krav til denne tjenesten.

Bygging og teknisk arbeid i Arktis er også påvirket av værforholdene, ved lave vintertemperaturer endrer bl.a. stålet sine egenskaper og en må nytte andre sveiseteknikker. Bruk av sement ved bygging krever også egne tiltak. De lave temperaturene med tilsvarende lavt vandampinnhold gir lett grunnlag for statisk elektrisitet, som igjen representerer en risiko ved fylling av drivstoff.

Vind er drivmekanismen for bølger og også hoveddrivmekanismen for havis. Meteorologisk informasjon er følgelig essensiell for:

- Varsling av bølgehøyde og beregning av maksimal bølgehøyde i et område.
- Bakgrunnsmateriale for studier av havis og havisvarsel.

Vind er også hoveddrivmekanismen for spredning av olje, og meteorologisk informasjon er fundamental for beregning av spredning av oljeutslipp og oljeutblåsning. En er her spesielt avhengig av informasjon umiddelbart over havoverflata.

GENERELL BESKRIVELSE AV DE METEOROLOGISKE FORHOLD OG SENTRALE PARAMETRE

I det følgende gis det en kort oversikt over de meteorologiske forhold på arktisk kanadisk sokkel. Samtidig blir det kommentert hvilken risiko og problemer de forskjellige faktorer representerer.

Temperatur

Vintermånedene er karakterisert ved gjennomsnittstemperaturer under -30°C og med minimumstemperaturer omkring -60°C . Lave vintertemperaturer har en også i farvannene mellom Canada og Grønland. I sommermånedene er temperaturen langs kysten relativt høy for de sydlige deler, f.eks er middeltemperaturen i munningen av Mackenzie delta $6-8^{\circ}\text{C}$ med maksimumstemperatur opp mot $20-25^{\circ}\text{C}$. Temperaturen faller raskt utover havet, 500 km offshore er sommertemperaturen omkring $+2^{\circ}\text{C}$.

Nedbør

Generelt er det lite nedbør i polarområdene. Imidlertid kan det være betydelige variasjoner fra år til år. Snømengden i Nordvestpassasjeområdet varierer f.eks fra 75 cm til 150 cm. Deler av nedbøren faller også som "frosset regn" og utgjør mellom 20 og 30 %. Denne formen for nedbør faller i korte perioder, og en antar på årsbasis at denne nedbøren faller i løpet av 20-30 timer. Denne spesielle formen for nedbør medfører ising, se senere.

Sikt

Denne faktoren er avgjørende for planlegging og gjennomføring av flyvninger og marine operasjoner. I løpet av vintermånedene er det gjennomgående bra sikt, mens i løpet av sommermånedene kan tåkehyppigheten være stor. Videre kan siktbarheten reduseres over snødekte områder ved sterk vind (snøfokk).

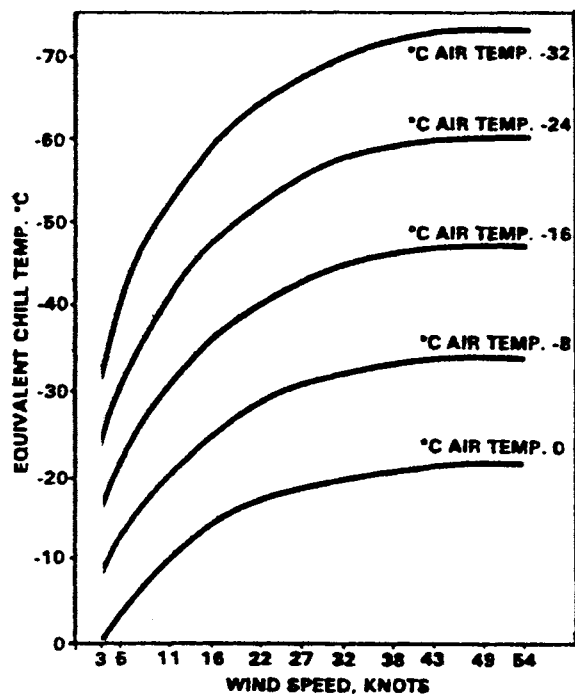
Det er forsøksvis utarbeidet statistikker for sikt for de viktigste områdene i Arktisk Canada.

Vind

Vind influerer marine operasjoner ved å kunne danne høy sjø, bevege is inn mot operasjonsområder og redusere sikt for fly. Kunnskap om vindstyrke og retning er følgelig fundamental for en rekke felter. Spesielt er det avgjørende med vindinformasjon i de nederste lutflag, < 10 m over havoverflata. Det er dette vindfeltet som er funnet å være avgjørende for drift og spredning av oljesøl.

En sentral oppgave har vært å måle og beregne ekstreme vindforhold og deres hyppighet. Dette er en sentral parameter for å beregne maksimal bølgehøyde, se under oseanografi.

I deler av Arktisk Canada finnes områder med steilt relieff som kombinert med store temperaturforskjeller, gir opphav til fallvinder, som når de forsterkes av de storstilte trykkgradienter, kan oppnå orkans styrke.



Figur 1: Nedkjølingseffekt av vind

Kilde: Beaufort Sea EIS.

Vind kombinert med lave temperaturer gir betydelig nedkjølingseffekt, se Fig. 1. Som det framgår, vil en under arktiske gjennomsnittlige vintertemperaturer kombinert med kuling, oppnå nedkjølingseffekter tilsvarende temperaturer på -50 til -60⁰ C i stille vær. Nettopp denne type forhold stiller store krav til arbeidsrutiner.

Arktisk inversjon

Uttrykket inversjon referer seg til et lag i den nedre del av atmosfæren hvor en har økning i lufttemperaturen med høyden. Dette i motsetning til det en normalt observerer. Den arktiske temperaturinversjonen er hovedsakelig en strålingseffekt, dannet ved netto tap av stråling fra overflata. En oppnår et strålingsunderskudd, og temperaturen faller.

Effekten av den arktiske temperaturinversjon er at luftmassene nær overflata blir stabile, samtidig at tåke lett dannes. En annen effekt av dette fenomenet er at atmosfæriske forurensninger konsentreres og får en mer begrenset spredning.

Ising og isdannelse

Fra gammelt av er ising av selskuter et kjent fenomen. Ising skyldes flere faktorer. Ising på grunn av sjøsprøyt er den farligste formen, og øker med økende vindstyrke og fallende temperatur, se Fig 2. Ising kan også forårsakes av underkjølt regn. Imidlertid er varigheten av denne formen for nedbør meget begrenset.

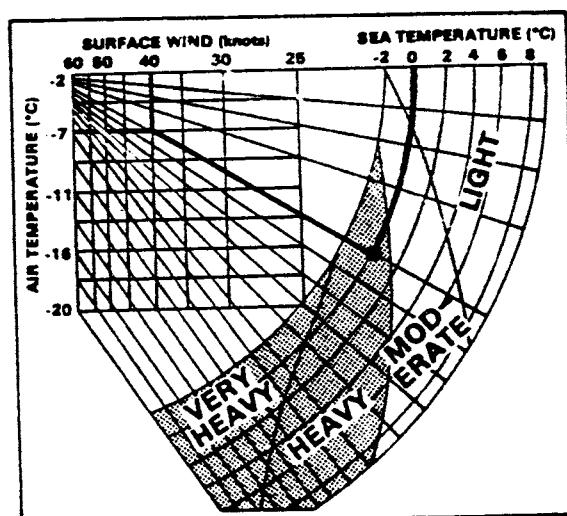


FIGURE .2 Nomograph for forecasting ice accumulation from freezing spray. Freezing spray is the most common and hazardous form of icing. (For example: with an air temperature of -7°C , a surface wind-speed of 40 knots and a sea temperature of 0°C , heavy freezing spray is expected).

Storm og passasjer av lavtrykk

Undersøkelser og studier av stormer og lavtrykk-passasjer utføres som en del av de mer generelle meteorologiske undersøkelsene. Disse undersøkelsene gir informasjon om varighet og hyppighet av stormer og derved høye vindhastigheter.

Retning av luftstrømmene i forbindelse med lavtrykkspassasjene er avgjørende for isdriften. Luftstrømmer fra syd vil gi åpent vann i Beauforthavet om sommeren, mens luft fra nord og nordøst vil presse pakkisen inn i operasjons områdene. Imidlertid er det for mangelfullt observasjonsgrunnlag til å gi et tilfredstillende bilde av stormintensiteten.

ORGANISERING OG SENTRALE OPPGAVER

Værvarslingstjenester

Meteorologiske undersøkelser er i stor grad knyttet til kortsiktig varsling. For Beauforthavet har selskapene Dome og Esso i samarbeid med myndighetene gjennom Atmospheric Environment Service (AES) opprettet en meteorologisk sentral, "Beoufort Weather Office". Den er finansiert av selskapene, men drives av AES. Denne stasjonen er videre knyttet til det øvrige nettverk av meteorologiske stasjoner i Canada som: Canadian Meteorological Centre (CMC), Arctic Weather Centre (ARWC) og Ice Forecast Central (IFC).

CMC gir langtids- og regionale varsler som bakgrunnsdata til IFC og BWO. ARWC har to funksjoner:

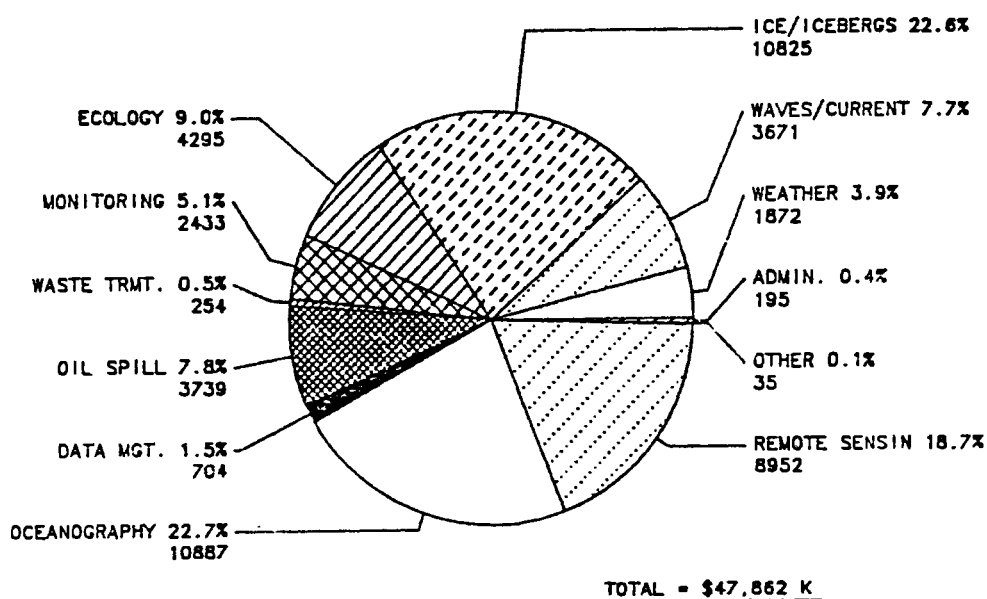
- Gi offisielle værvarsel for fly, båter og allmennheten for de samme områder som dekkes av BWO.
- Gi oversikt over de faktorer som påvirker været i det nordlige Canada.

Hovedoppgaven for BWO er å gi lokale varsler for vind, bølger og is i boresesongen. Det gis to varsler i døgnet.

I de senere år har en i Beauforthavet fått en langt bedre datadekning en tidligere, dels ved at meteorologiske data samles inn fra båter og rigger samt fra stasjoner på forskjellige steder langs kysten. Videre blir også data samlet fra bøyer på isen.

Forskning og sentrale oppgaver.

Forskning og oppbygging av databaser vedrørende værvarsling skjer hovedsakelig i regi av AES. Bevilgningene til meteorologisk forskning er heller liten, ca 4% av bevilgningene til offshore miljørelatert forskning, se Fig 3.



Figur 3: Totale bevilgninger fra stat og industri til miljørelatert forskning. Bevilgner til meteorologisk forskning utgjør ca. 4%. (For året 1984/85)

Kilde:

Thomas, D.J., G.D. Greene, and W.S. Richardson. 1985. Offshore Environmental Research and Development Related to Oil and Gas Activities in Canada. Background Document and Results of the Government/Industry Workshop and PERD 6.7 Committee Meeting held in Calgary, Alberta, February 11 - 13, 1985. 22 pp. + Appendices.

Hovedtyngden av innsatsen er knyttet til å forbedre varslings-tjenesten og oppbygning av databaser. For oppbygging av databaser, se vedlegg 1.

Fra myndighetenes side er det også satset på å utarbeide oversiktsrapporter som kan nyttes av allmennheten og andre fagfolk. AES har her utarbeidet en meteorologisk håndbok for Arktisk Canada, se vedlegg 2.

I forbindelse med meteorologisk forskning og værvarsling må det understrekes at dette er av fundamental betydning for andre disipliner, spesielt for:

- havisstudier og varsling av havis samt isfjell,
- studier og modellering av spredning og drift av olje,
- bølgevarsling.

I tabell 1 er det gitt en oversikt over sentrale forsknings- og overvåkningsoppgaver for 1985 og 1986. Dette gir en god illustrasjon av den pågående aktiviteten.

	Funding \$K (p-y)				
	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88
Program: Real-Time Forecasting Systems					
Priority Region: East Coast Offshore					
Wind Forecasts Using Expert Systems (PERD 67138)	-	-	-	120(0)	-
Program: Canadian Mesoscale Program (PERD 67135)					
Canadian Atlantic Storms Program (CASP)	-	650(9)	350(5)	250(4)	-
Program: East Coast Eng. Design Criteria (PERD 62104)					
	60(0.5)	65(0.5)	50(0.5)	70(0.5)	70(0.5)
Program: Arctic/Pacific Eng. Design Criteria (PERD 62109)					
	130(1)	100(1)	125(1)	125(1)	125(1)
Program: Passive Microwave Mapping of Meteorological and Marine Parameters (proposed to PERD)					
Wind Speed over Ice-Free Water	10	20	-	-	-
Regional Wave Heights	-	2	-	-	-
Regional Ice Information	200*	200*	-	-	-
Program: Assessment of Techniques for Modelling LNG/LPG Spills (PERD 67219)					
	6.5	6.5	120	-	-
Program: Ice Reconnaissance					
	60**	60**	-	-	-
TOTAL \$K	467	1104	731	565	195
TOTAL (p-y)	(1.5)	(10.5)	(6.5)	(5.5)	(1.5)

WEATHER

Beaufort Sea Forecasting Techniques*

Beaufort Data Base (Collection and Analysis of Weather, Sea State and Climate Information)*

Tanker Climatologies*

ESSO RESOURCES

Beaufort Sea Projects

WEATHER

Operation of two weather stations in the Mackenzie Delta (Garry Island) and on the Tuktoyaktuk Peninsula (Atkinson Point)

On-site monitoring of weather at all artificial island drilling platforms

GULF CANADA

WEATHER

Data acquisition at offshore well sites

Statistical formatting of wind information

Operational monitoring and forecasting for real-time decision-making (all relevant physical environment parameters)

DOME PETROLEUM

SUBJECT AREA

\$K

WEATHER/OCEANOGRAPHY

Operational Monitoring: (4 drill sites)	weather currents waves CTD profiles	650/y
--	---	-------

Tabell 1: Oversikt over miljørelatert meteorologisk forskning og overvåkning på kanadisk sokkel 1984/85

Kilde: Thomas, D.J., G.D. Greene, and W.S. Richardson. 1985. Offshore Environmental Research and Development Related to Oil and Gas Activities in Canada. Background Document and Results of the Government/Industry Workshops and PERD 67 Committee Meeting held in Calgary, Alberta, February 11 - 13, 1985. 22 pp. + Appendices.

OSEANOGRAF I

GENERELL MÅLSETTING

Sentralt for den oseanografiske forskningen er å forstå samt og kunne beregne vannmassenes påvirkning av offshore insatallasjoner. I denne sammenhengen er spesielt studier av maksimal bølgehøyde eller "100 - årsbølgen" nødvendig bakgrunnsmateriale. Den oseanografiske forskningen omfatter også studier av de kystnære strømforhold, dette som bakgrunn for undersøkelser av erosjon og materialtransport i forbindelse med havneanlegg.

Et annet aspekt ved denne forskningen er studier og varsling av "storm surges", et fenomen som er relevant for de grunne kystnære områdene. "Negative surges" medfører lokalt fall i havnivå, og båter kan gå på grunn. "Positive surges" med oppstuvning av vannmasser vil gi skade på insatallasjoner i kystsonen.

En betydelig del av den oseanografiske forskningen har vært rettet mot strømmer og erosjon rundt kunstige øyer som nyttes til boring. Disse øyene bygges av sand og grus, og deres stabilitet og konstruksjonsform er nær knyttet til det lokale strømregimet i området.

Oseanografisk forskning er også rettet mot andre disipliner som studier av isfjell. Det er spesielt strømforholdene i øvre og midtre del av vannmassene som er av interesse. Også i modeller for drift av havis legges det økt vekt på oseanografiske data. Studier av vannmassenes bevegelser og egenskaper er videre bakgrunnsmateriale for den marinbiologiske forskningen og for utvikling av oljedriftsmodeller

FYSISK OSEANOGRAFI PÅ ARKTISK KANADISK SOKKEL - EN KORT OVERSIKT

Beauforthavet

Det generelle strømbildet i Beauforthavet er kontrollert av Beaufort Sea Gyre, med en dominerende " mot-klokka-bevegelse", figur 1. Imidlertid er selve overflate-bevegelsen influert av vindforholdene, figur 2. En har imidlertid få strømmålinger og det generelle strømmønsteret er delvis basert på beregninger. I de kystnære områder er vannmassenes bevegelser påvirket av ferskvannsutstrømningen fra Mackenzie elva.

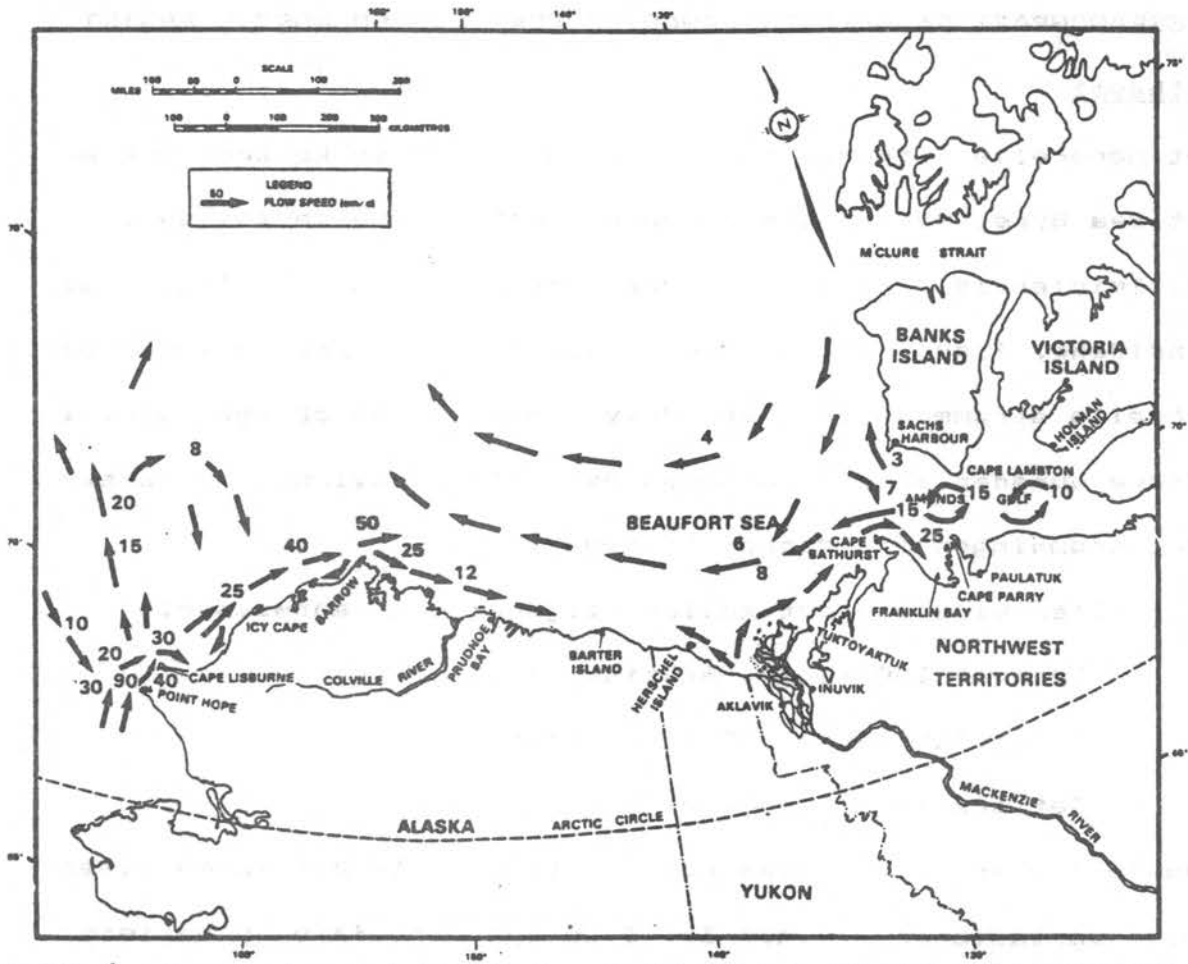
En skiller videre grovt mellom følgende tre vannmasser:

- De øvre 200 meter, Arktisk vann
- Atlantisk vann, 200 -900 meter
- Det arktiske bunnvann

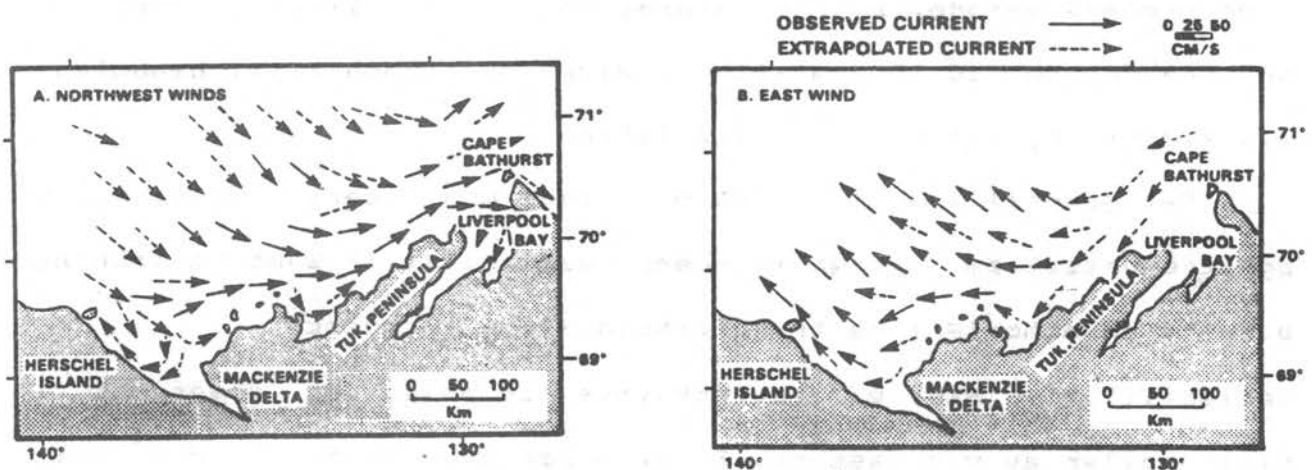
Generelt øker saliniteten mot dypet, mens temperaturen viser betydelige variasjoner (Figur 3). I de kystnære farvann varierer temperatur og salinitet, avhengig av påvirkningen av ferskvannsutstrømningen fra Mackenzie elva.

Beregning av maksimal bølgehøyde er basert på 20 målepunkter i en femårsperiode. Det er utarbeidet forskjellige estimat for bølgehøyde, og 10, 50 og 100 årsbølgen er beregnet til henholdsvis 4,8 meter, 6,4 meter og 7,2 meter.

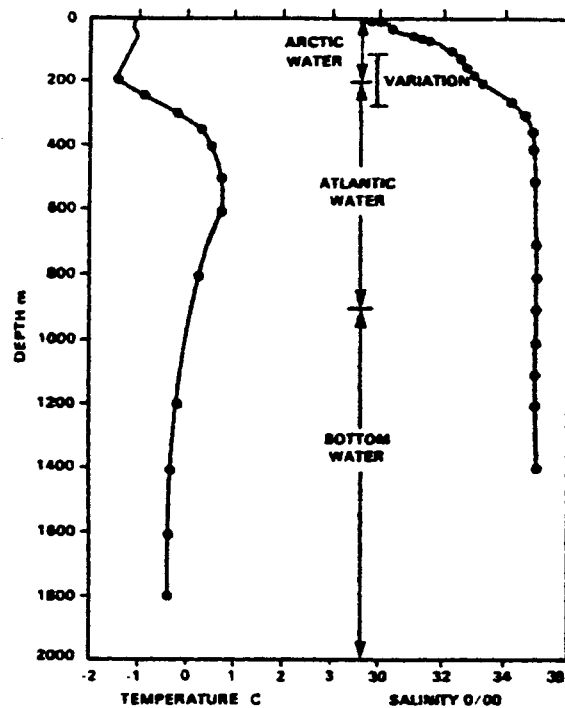
Det generelle strømbildet er videre modifisert av tidevann og treghetsstrøm ("high frequency variability") samt påvirkning av vind og atmosfæriske trykkforhold ("low frequency variability"). Sterke lavfrekvente strømmer er observert i midtre deler av vannmassene. Disse strømmene opptrer som virvelstrømmer med hastigheter opptil 60 cm/ sekund. De høy frekvente strømmene er svake 5-10 cm/ sekund. Datagrunnlaget for de høy-frekvente strømmene er heller begrenset.



FIGUR 1 Mean general summer circulation of surface waters in the Beaufort and Chukchi Seas. (Adapted from Arctic Sciences, 1981). In the nearshore regions, mean surface currents are generally weak compared to wind-driven currents.



FIGUR 2 Surface circulation in the Southeastern Beaufort Sea for northwest and east winds from surface drifter studies. (Source: McNeill and Garrett, 1975).



FIGUR 3 A typical temperature and salinity profile from the Beaufort Sea. Since the water masses are cold, density depends almost solely on salinity. (Source: Coe and Aagaard, 1974).

Det kanadiske arkipelag

Strømmønsteret i disse områdene er komplisert (se figur 4 og 5), og lite kjent utover områdene for den planlagte tankrute gjennom Nordvestpassasjen. Generelt er det transport av vannmasser fra Polhavet og ut Nordvestpassasjen.

Eaffin Bay og Davis Strait

Det generelle strømbildet for disse områdene er transport av Atlantisk vann inn langs Grønlands vestkyst og transport ut ned langs Labrador kysten (figur 6). De forskjellige vannmassenes egenskaper er vist i figur 6 og 7. Disse områdene er karakterisert av hyppige, sterke stormer og raske endringer i værforhold og følgelig med tilsvarende endringer i det lav-frekvente strømmønsteret.

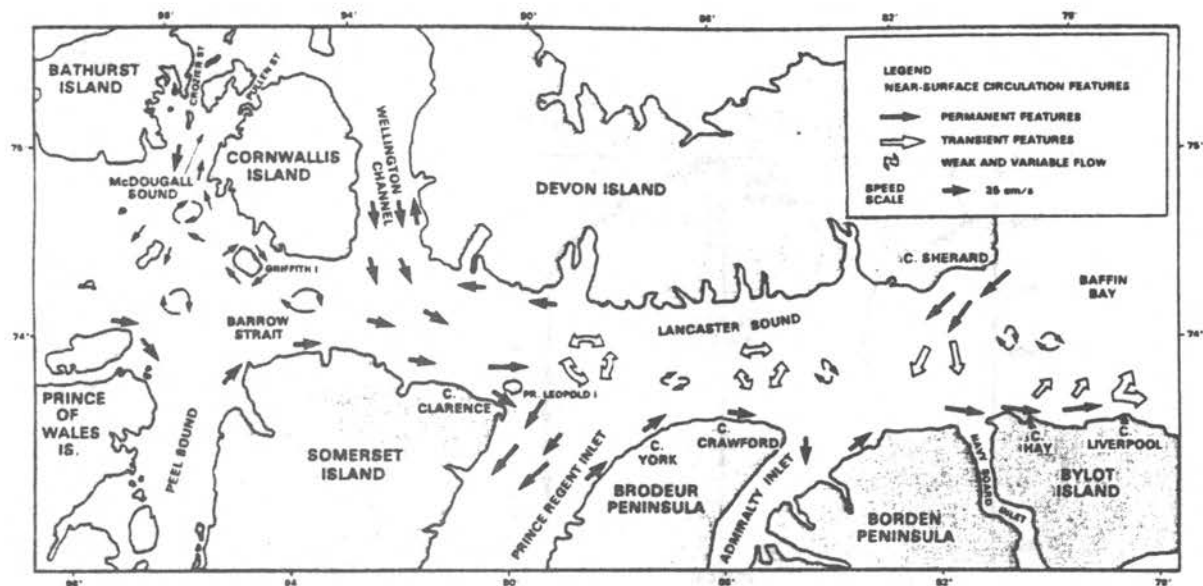


FIGURE 4 Mean near-surface circulation in the eastern Northwest Passage (from Fissel et al, 1980). In eastern Barrow Strait there appears to be a net easterly flow. There is a net southerly flow into Prince Regent Inlet with a narrow counterflow to the north along Brodeur Peninsula. In Lancaster Sound, there is a net easterly flow, strongest to the south side of the sound, but with a weaker westerly flow along the south coast of Devon Island. Eddying movements move water across the sound.

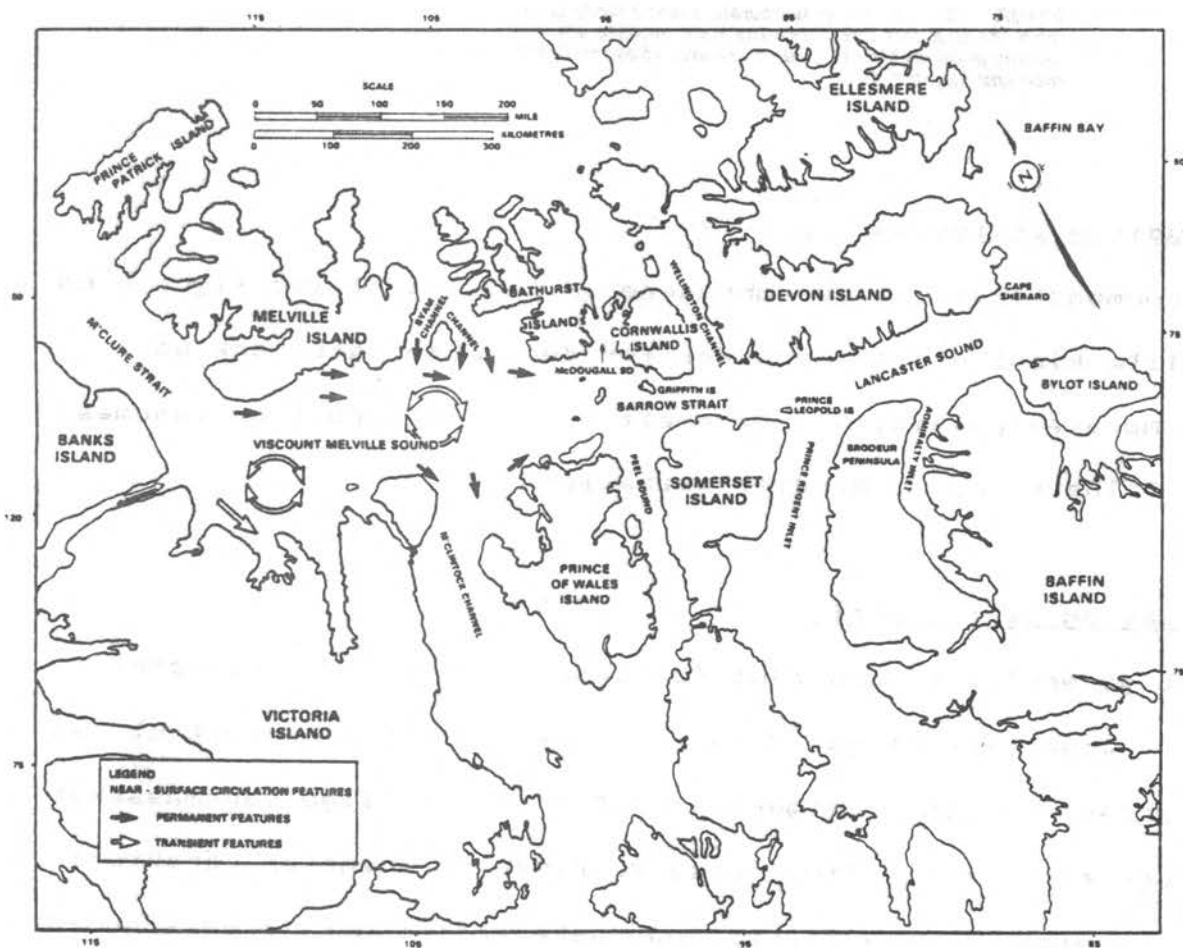
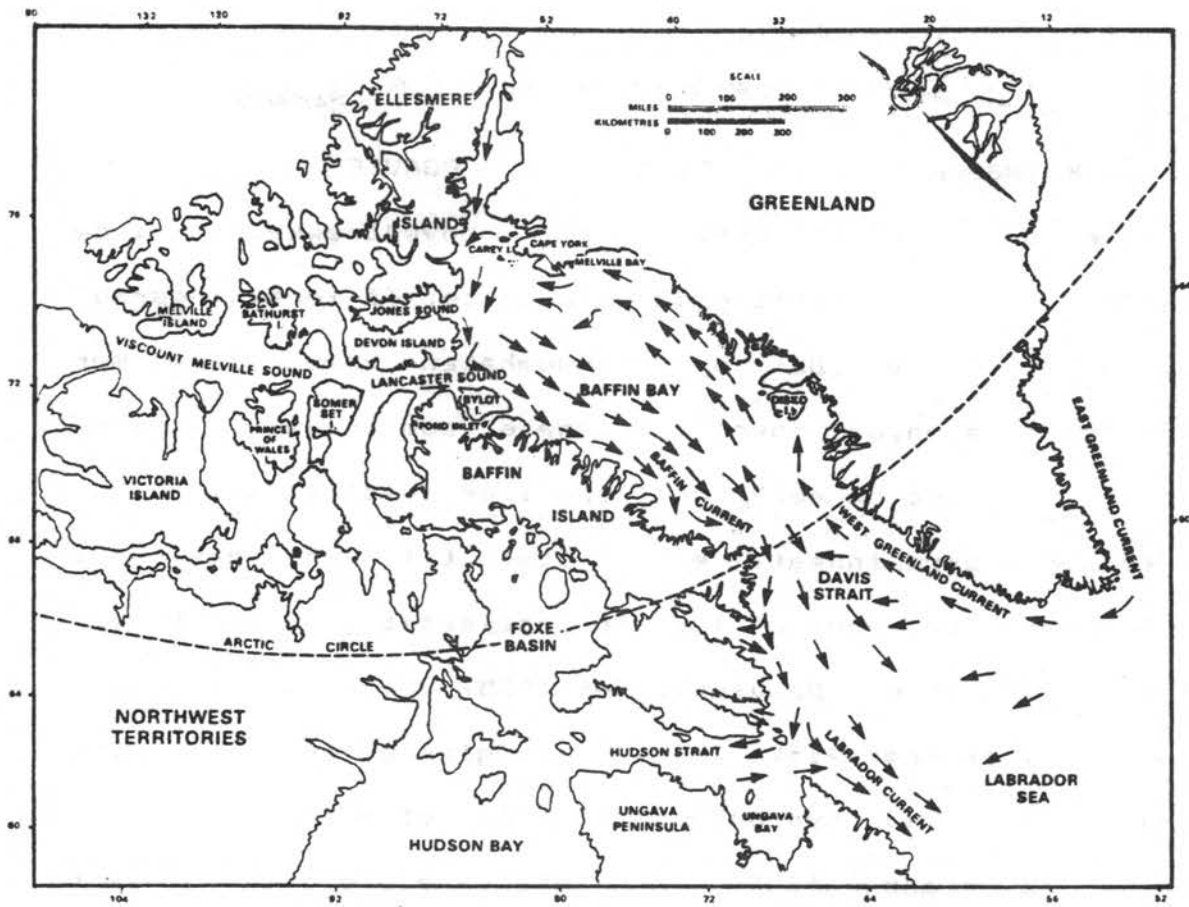
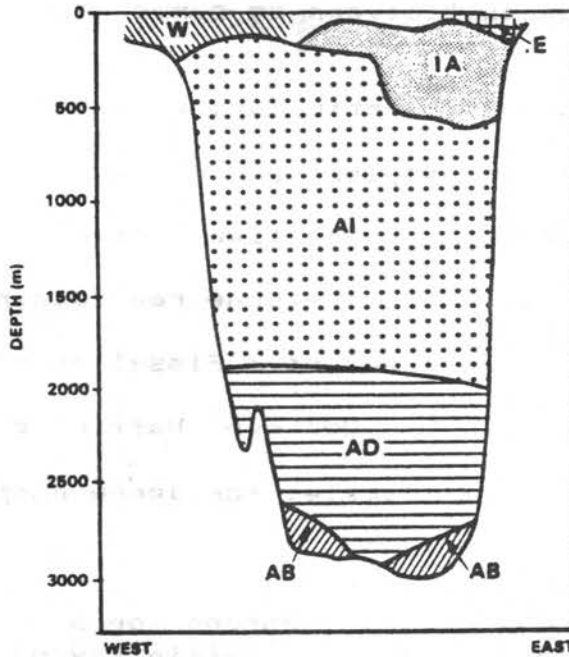


FIGURE 5 Mean near-surface circulation in Viscount Melville Sound (from Marko, 1977; Lemon et al, 1981). In Viscount Melville Sound, the mean surface flow is to the east. Southerly currents in Byam and Austin channels, and east and southeasterly flows across the north end of M'Clintock Channel are indicated by ice drift data.



FIGUR 6 Mean near-surface circulation of the Baffin Bay-Davis Strait region (from: Marko, pers. comm.). The mean near surface water circulation in Baffin Bay is anti-clockwise, similar to its mean annual pressure and surface wind patterns. The warm, saline water of Atlantic origin flows northward along the Greenland coast, while cold Arctic water moves southward along the western side of the Bay.

W: SURFACE WESTERN	E: SURFACE EASTERN
IA: IRMINGER ATLANTIC	AD: ATLANTIC DEEP
AI: ATLANTIC INTERMEDIATE	AB: ATLANTIC BOTTOM



FIGUR 7 The distribution of water masses in Davis Strait in an east-west cross-section near the southern end of the strait (Sources: Campbell et al., 1964; Seaconsult, 1978). The surface eastern water mass (E) flows northward as the upper part of the West Greenland current while the surface western water mass (W) moves southward as the upper component of the Baffin and Labrador currents.

SENTRALE FORSKNINGSPROSJEKT OG PRIORITERET OPPGAVER

Før olje og gassvirksomheten var hovedtrekkene i de oseanografiske forhold kjent gjennom enkelte, få forskningsrapporter og publikasjoner. Den nye virksomheten krevde langt mer omfattende informasjon, og såvel myndigheter som industri foretok opp gjennom 1970 årene en rekke undersøkelser (vedlegg 1).

Den første større innsats er knyttet til undersøkelser i regi av Beaufort Sea Project (dette prosjektet gikk forut for boretillatelse fra skip i Beauforthavet 1975). I denne forbindelse ble fire oseanografiske prosjekter gjennomført. I tillegg kom spesialstudier av hydrodynamikk ved oljeutblåsning ved havbunnen. I de oseanografiske undersøkelsene ble det lagt vekt på følgende:

- Strømmønsteret i overflatevannet
- Genrell oseanografi, inkludert effekten av Mackenzie elva.
- Strom surges, bruk av numeriske modeller
- Strømforhold nær bunnen, tidevann og sammenhengen mellom vind og isforhold.

Under prosjektet EAMES, Eastern Arctic Marine Environmental Studies (bakgrunn for konsekvensanalyser av oljeaktiviteten på Canadas nordøstyst) ble det utført oseanografiske undersøkelser. Under dette prosjektet er deler av undersøkelsene ren datainnsamling, som så er sammenstilt i en samlingsrapport (Fissel et al 1981: The Physical Oceanography of Western Baffin Bay and Lancaster Sound, se vedlegg 1). Siktemålet for denne rapporten var å presentere:

Fysisk oseanografisk informasjon som bakgrunn for å vurdere den miljømessige risiko ved oljeleting i Baffin Bay og Lancaster Sound.

- Aagaard, K. and D. Haugen. 1977. Current measurements in possible dispersal regions of the Beaufort Sea. In: Annual reports of principal investigators, Vol. 7, OCSEAP. U.S. Dept. of Commerce, Boulder, Colorado, p. 39-95.
- Aagaard, K. 1978. Current measurements in possible dispersal regions of the Beaufort Sea. In: Environmental Assessment of the Alaska Coastal Shelf, Annual Reports, Vol. 7, OCSEAP, NOAA, Boulder, Colorado, p. 40-60.
- Aagaard, K. 1979. Current measurements in possible dispersal regions of the Beaufort Sea. In: Annual reports of principal investigators, Vol. 7, OCSEAP. U.S. Dept. of Commerce, Boulder, Colorado, p. 208-231.
- Arctic Sciences Ltd. 1981. Environmental Impact sections. Unpublished rept. prepared for Dome Petroleum Ltd.
- Bailey, W.B. 1957. Oceanographic features of the Canadian Archipelago. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 14(5): 731-769.
- Bourke, R.H. and R.G. Paquette. 1976. Atlantic water on the Chukchi Shelf. *Geophys. Res. Lett.*, 3:629-632.
- Canadian Hydrographic Service. 1981. Canadian tide and current tables, Vol. 4, Arctic and Hudson Bay. Dept. of Fisheries and Oceans, Ottawa.
- Cameron, W.M. 1952. Hydrography and oceanography of the southeast Beaufort Sea and Amundsen Gulf, part 1: Hydrographic and oceanographic observations in the Beaufort Sea. 1951. Institute of Oceanography, University of British Columbia, unpublished manuscript.
- Campbell, W.J. 1965. The wind-driven circulation of ice and water in a polar ocean, *J. Geophys. Res.*, 70:3279-3301.
- Coachman, L.K. 1969. Physical oceanography in the Arctic Ocean: 1968. *Arctic*, 22: 214-224.
- Coachman, L.K. and C.A. Barnes. 1961. The contribution of Bering Sea water to the Arctic Ocean. *Arctic*, 14:145-161.
- Coachman, L.K. and K. Aagaard. 1974. Physical oceanography of Arctic and subArctic Seas. In *Marine Geology and Oceanography of the Arctic Seas*. Ed: Y. Herman. Springer-Verlag. New York, p. 1-72.
- Coachman, L.K., K. Aagaard and R.B. Tripp. 1975. Bering Strait: the regional physical oceanography. Univ. of Washington Press. Seattle.
- Coachman, L.K. and K. Aagaard. 1981. Reevaluation of water transports in the vicinity of Bering Strait. Chapter 17 of *Bering Sea: Oceanography and Resources*. In Press.
- Colony, R. and A.S. Thorndike. 1980. The horizontal coherency of the motion of summer Arctic sea ice. *J. Phys. Ocean.*, 10:1281-1289.
- Fissel, D.B. 1981. On the ocean current measurements at offshore drilling sites in the SE Beaufort Sea, 1976 to 1979. Report to Dome Petroleum, Arctic Sciences Ltd., Sidney, B.C.
- Galt, J.A. 1973. A Numerical investigation of Arctic ocean dynamics. *J. Phys. Ocean.*, 3:397-396.
- Garrison, G.R. and P. Becker. 1976. The Barrow Canyon: A drain for the Chukchi Sea. *J. Geophys. Res.*, 81:4445-4453, Aug. 1981.
- Henry, R.F. and M.G. Foreman. 1977. Numerical model studies of semi-diurnal tides in the southern Beaufort Sea. *Pacific Marine Science Report 77-11*, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sidney, B.C. 71 pp.
- Henry, R.F. and N.S. Heaps. 1976. Storm surges in the southern Beaufort Sea. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 33:2362-2376.
- Herlinveaux, R.H. and B.R. deLange Boom. 1975. Physical oceanography of the southeastern Beaufort Sea. *Beaufort Sea Project Technical Report No. 18*, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sidney, B.C. 97 pp.
- Hufford, G.L. 1973. Warm water advection in the southern Beaufort Sea, Aug. Sept., 1971. *J. Geophys. Res.*, 78(15).
- Hufford, G.L. 1975. Some characteristics of the Beaufort Sea shelf current. *J. Geophys. Res.*, 80: 3465-3468.
- Huggett, W.S., M.J. Woodward, F. Stephenson, W. Hermiston and A.N. Douglas. 1975. Near-bottom currents and offshore tides. *Beaufort Sea Technical Report No. 16*, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sidney, B.C.
- Huggett, W.S., M.J. Woodward and A.N. Douglas. 1977. Data record of current observations, Volume XVI, Beaufort Sea 1974 to 1976. Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sidney, B.C. 139 pp.
- Hunkins, K. 1966. Ekman drift currents in the Arctic Ocean. *Deep Sea Res.*, 13:607-620.
- Hunkins, K. 1974. Subsurface eddies in the Arctic Ocean and baroclinic instability. In: *Climate of the Arctic*. Ed: G. Welling and S.A. Bowling. Geophysical Institute, University of Alaska, Fairbanks. pp. 398-406.
- Johnson, M.W. 1956. The plankton of the Beaufort and Chukchi Sea areas of the Arctic and its relation to the hydrography. Arctic Institute of North America. Technical Report No. 1. Washington, D.C. 32 pp.
- Kusunoki, K. 1962. Hydrography of the Arctic Ocean with special reference to the Beaufort Sea. Inst. of Low Temp. Science, Hokkaido University, Series A, No. 17, 94 pp.
- Macdonald, R.W., M.E. McFarland, S.J. deMora, D.M. MacDonal and W.K. Johnson. 1978. Oceanographic data report-Amundsen Gulf, August-September, 1977. *Pacific Marine Science Report 78-10*. Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sidney, B.C., unpublished manuscript.
- McNeill, M. and J.R. Garrett. 1975. Open water surface currents. *Beaufort Sea Project Technical Report No. 17*, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sidney, B.C. 113 pp.
- McPhee, M.G. 1980. A study of oceanic boundary-layer characteristics including inertial oscillation at three drifting stations in the Arctic Ocean. *J. Phys. Ocean.*, 10:870-874.
- Mountain, D.G. 1974. Preliminary analysis of Beaufort shelf circulation in summer. In: *The Coast and Shelf of the Beaufort Sea*. Ed: J.E. Reed and J.E. Sater. Arctic Institute of North America, Virginia, p. 27-42.
- Mountain, D.G., L.K. Coachman and K. Aagaard. 1976. On the flow through Barrow Canyon. *J. Phys. Ocean.* 6:461-470, July, 1976.
- Munk, W. 1981. Internal waves and small scale processes. In *Scientific Surveys in Honour of Henry Stommel*, ed. B.A. Warren and C. Wunsch MIT Press, pp 264-291.
- Murphy, D.L., P.A. Tebeau and I.M. Lissauer. 1980. EOS Transactions, American Geophysical Union, 61: Abstract only.
- Newton, J.L. 1973. The Canada Basin; mean circulation and intermediate scale flow features. Ph.D. Thesis, University of Washington. 158 pp.
- Paquette, R.G. and R.H. Bourke. 1974. Observations on the coastal current of Arctic Alaska. *J. Mar. Res.*, 32:195-207.
- Sater, J.E. 1969. The Arctic Basin. Arctic Institute of North America, Washington, D.C. 337 pp.
- United States Naval Oceanographic Office. 1963. Oceanographic data report, Arctic 1959. Informal Manuscript Report No. 04363. Washington D.C. 245 pp.

Tabell 1: Oseanografisk forskning i Beauforthavet før 1981.
Utdrag fra Beaufort Sea EIS.

Selve rapporten er en omfattende beskrivelse av de oseanografiske forhold i området, men dataenes relevans til problemtillingen blir bare i liten grad berørt (Fissel per.medl. 1985).

Industriens interesser er bl.a. illustrert i Beaufort Sea EIS, bind 7. Her framgår det at for industriens formål har en tilfredsstillende bakgrunnsinformasjon. En vil imidlertid nytte offshore installasjonene til å få bedre måleserier som grunnlag for statistiske beregninger og varslingsprognoser for ekstreme bølger, tidevann og storm surges. Videre er det behov for informasjon om overflatestrøm i Nordvestpassasjen for å kunne utarbeide en tilfredsstillende modell for drift og spredning av oljesøl. I tillegg er det behov for generell oseanografisk informasjon fra dette området som almen bakgrunnskunnskap i forbindelse med den foreslåtte trase for skiping av olje og gass med tankbåter.

Fra industriens side er det også behov for detaljerte studier av strømforholdene og omfanget av erosjon rundt de kunstige borepøyene.

Av de pågående og framtidige prosjekter (tabell 2), framgår det at industriens interesser er konsentrert til deres operasjonsområder, og spesielt rettet mot å bedre varslingstjenesten av ekstreme tilstander. Et annet sentralt siktemål er også å optimalisere konstruksjonskriteriene for offshore plattformer.

Industrien står for den definitivt største andelen av oseanografisk forskning, ca 90 % av totalen eller ca 11 mill C\$.

5.4 ESSO RESOURCES CANADA LIMITED

Objectives

- (1) Development of design criteria for exploration and future production in the Beaufort Sea and on the East Coast.
- (2) Operational forecasting in support of offshore exploration.
- (3) Regulatory compliance.

The focus of Esso Resources Canada Limited offshore research activities is on the Beaufort Sea, and to a lesser extent on the East Coast. The company has a Production Research Laboratory in Calgary.

WAVES AND CURRENTS

On-site monitoring at all drilling locations

Beaufort oceanographic measurements (regional) for currents, storm surge, wave heights and periods, and tides

Beaufort seastate studies

Determination of the effect of fetch (to develop wave height prediction capability using meteorological data)

5.3 HUSKY OIL

Objectives

- (1) Short-term R&D to meet specific offshore exploration operational requirements.
- (2) Longer-term R and D for production planning.

Husky Oil and the Husky/Bow Valley East Coast project group are conducting research activities on the Scotian Shelf and the Grand Banks.

- (3) Rig-Based Temperature Profiles to Determine Internal Wave Motion on the Scotian Shelf (and effects on marine riser)¹.
- (4) Surface Manifestations of Waves on the Grand Banks Shelf Edge¹.
- (5) Bottom Sediment Transport Model Verification¹.
- (6) Development of equipment for directing "bergie bits" and "growlers" away from drilling locations (\$10,000. in 1984).

MOBIL OIL GRAND BANKS R&D PROJECTS RELEVANT TO PERD 6.7 - 1985

PROJECT	CONTRACTOR	COST(\$K)
WAVES AND CURRENTS		
Wave Hindcast Verification	MacLaren Plansearch	35
Wave Climate Evaluation	Seaconsult	35
Ocean Current Modelling	to be selected	100

5.6 GULF CANADA RESOURCES INC.

Objectives

- (1) Improvement of design and operating criteria for offshore exploration and development.
- (2) Operational support.
- (3) Regulatory compliance (monitoring to meet permit conditions and to develop documentation for project environmental assessment/review).
- (4) Develop site-specific countermeasures for oil spills (no current work at Gulf, except through contribution to work by others).

Program Areas

- (1) Physical Environment Definition: (regional and generic)
 - ice
 - meteorology
 - oceanography
 - geotechnics
- (2) Ocean Engineering:
 - ice (site-specific)
 - performance monitoring
 - coastal
 - geotechnics
- (3) Operational Support:
 - forecasting

Priorities (not in ranked order)

- 1 Pack ice driving forces
- 2 Wave and current forces on pipelines
- 3 Extreme ice features in Beaufort
- 4 Ice movement forecasting: Beaufort Sea and transportation corridors

Oseanografisk forskning i regi av myndighetene

Oseanografisk forskning organisert og finansiert av myndighetene for 1985/86 er vist i tabell 3. Som det framgår av tabellen omfatter dette prosjekter innen instrumentutvikling, generelle oseanografiske undersøkelser, bølgestudier samt mer grunnleggende studier av oseanografiske prosesser.

Institute of Ocean Science er myndighetens offisielle oseanografiske institusjon for Beauforthavet og utbygning av database og datarapporter inngår som en del av deres oppgaver, se vedlegg 2. Etter eget utsagn (samtaler mai 1985) er datarapportene av heller begrenset verdi. De er uoversiktlige og det er vanskelig å kunne kombinere forskjellige typer av oseanografiske data. For å lette dette arbeidet er det utarbeidet et database-system, som opereres etter meny-prinsippet. All informasjon kan fås ut på grafisk skjerm og videre plottes. Hverken datarapporten eller databasen inneholder de reelle data, men kun referanser til hva som er gjort inkludert en kvalitetsvurdering av instrumentering og datakvalitet.

INSTITUTE OF OCEAN SCIENCES - EXPENDITURES ON RESEARCH
RELEVANT TO PERD 6.7: A-BASE AND OTHER NON-PERD
(\$K O and M + Capital -1984/85)*

PROJECT RESOURCES FOR 83/84 FOR RESEARCH RELATED TO
OFFSHORE OIL AND GAS AT THE BEDFORD INSTITUTE OF OCEANOGRAPHY

Table 1 2: Oseanografisk forskning i regi av myndighetene
1985/86

SUBJECT AREA	\$K	(p-y)
OCEAN PHYSICS		
Program: Fjords and Narrow Channels		
Prince of Wales Strait	9*	(0.3)
Program: Oceanography of Continental Shelf and Margin		
Arctic Archipelago	533*	(4.0)
Queen Charlotte Is.	70	(1)
Arctic Archipelago Shelf	133	(3.5)
Hecate Strait	0	-
Program: Upper Layer Processes		
Ice Boundary Layer (Iab) (PERD Project)	33	(2.8)
Program: Development and Application of Forecasting Methods		
North Coast Tides (B.C. Coast)	14.5	(0.25)
Northwest Passage Tides (PERD Project)	1	(0.1)
ESRP PROJECTS (1983 - 1984) RELEVANT TO PERD 6.7		
1984 Directional Wave Study Northern Coast of B.C.	Dobrocky Seatech Limited	153,000
Beaufort Sea Extreme Wave Studies Assessment	Det Norske Veritas (Canada) Ltd. in Association with Canmar Ltd.	47,200
Hindcast Sensitivity	Newfoundland Marine Sciences	51,500
* Wave Forecasting in the Canadian Operational Context	Seacnsult Marine Research Limited Dartmouth, N.S.	64,800
* Investigation of Shallow Water Models	Seacnsult Marine Research Limited Dartmouth, N.S.	170,000

Project	Topic Title	PY	Resources OM (K\$)	Cap (K\$)	Percent Relevance
1.	ATLANTIC OCEANOGRAPHIC LABORATORY (AOL)				
A	Wave Growth Studies	0.9	3.90	0.50	20.0
A	Wave Climate Studies	2.2	22.00	0.00	33.0
A	Oil Trajectory Analysis	1.7	182.00	0.00	60.0
A	Iceberg Drift Track Modelling	1.5	-	-	90.0
A	Gulf of St. Lawrence Ice Studies	1.2	6.00	-	20.0
A	Fronts at the Edge of Gulf Stream Rings	0.7	4.60	0.00	10.0
A	Sea Ice Dynamics - MIZEX	1.0	120.00	0.00	70.0
B	Labrador Current Variability	0.1	1.00	0.00	25.0
B	Northwest Atlantic Atlases	1.1	24.70	1.00	25.0
C	Cape Sable Experiment	1.0	0.60	0.00	15.0
C	Shelf Break Experiment	0.0	0.00	0.00	40.0
C	Shelf Dynamics-Avalon Channel Experiment	0.3	0.50	0.00	30.0
C	Tidally-Induced Mixing	3.2	0.00	0.00	75.0
C	Dynamics of Residual Circulation in the Gulf of Maine	0.2	0.50	0.00	30.0
C	Mixing and Circulation on Georges Bank	1.1	4.70	1.00	30.0
C	Browns Bank Experiment	3.8	124.00	58.00	10.0
D	Labrador Shelf and Slope Studies	0.0	1.60	0.40	20.0
D	Long-Term Monitoring of the Labrador Current at Transport Studies	1.5	23.80	19.00	30.0
D	Data Archiving	2.2	135	0.00	15.0
D	Development of Remote Sensing Facilities in the Atlantic Oceanographic Laboratory	0.8	29.20	12.00	20.0
D	Oceanography of the Newfoundland Continental Shelf	2.7	0.00	190.00	70.0
D	Eastern Arctic Physical Oceanography	0.5	30.00	0.00	30.0
D	Transport Through and in the Northwest Passage	0.3	0.40	0.00	20.0
E	Bay of Fundy Tidal Power-Studies in Physical Oceanography	0.1	0.10	0.00	10.0
E	Physical Behaviour of Particulate Matter and Sediments in the Natural Environment	1.2	30.40	0.00	5.0
E	Laboratory Studies of Particulate Matter	1.0	5.40	30.00	5.0
E	Bottom and Surface Drifters	0.5	5.00	0.00	10.0
E	Suspended Sediment Modelling	0.1	0.40	0.00	20.0
E	Modelling Historical Tides	0.1	0.10	0.00	45.0
E	Storm Surge	0.1	0.10	0.00	10.0
E	Circulation and Air-Sea Fluxes of Hudson Bay	0.5	0.50	0.00	30.0
F	Thermistor Chains on Drifting Buoys	0.4	2.30	0.49	10.0
F	The Dynamics of Primary and Secondary Production	0.1	0.74	0.14	10.0
F	Real-Time Data Acquisition	0.4	2.00	0.44	15.0
F	CTD Sensor Time Constant Measurements	0.1	0.50	0.11	10.0
G	Bottom Referenced Acoustic Positioning Systems	0.2	1.30	21.50	20.0
G	Ship Referenced Acoustic Positioning Systems	0.2	1.27	21.50	30.0
G	Multifrequency Acoustic Scanning of Water Column	0.8	4.60	5.50	20.0
G	Doppler Current Profiler	0.2	2.04	0.40	30.0
H	Mooring Systems Development	3.4	93.87	48.85	10.0
H	Handling and Operational Techniques for Instrument/Cable Systems	1.9	10.54	2.27	10.0
H	In-Situ Sampling of Suspended Particulate Matter	0.1	0.40	15.38	15.0
I	Chemical Pathways of Environmental Degradation of Oil	1.0	11.43	20.53	10.0
K	Dissolved Low Molecular Weight Hydrocarbons in Baffin Bay	0.5	0.10	0.00	50.0
K	Petroleum Hydrocarbon Components	0.5	3.48	0.00	20.0
K	Petroleum Residues in the Eastern Canadian Arctic	0.5	0.10	0.00	40.0
K	Background Levels of Petroleum Residues and Low Molecular Weight Hydrocarbons in the Labrador Shelf and Hudson Strait Regions	0.5	15.90	11.81	20.0
AOL Totals:		42.5	1339.00	421.00	

KONKLUSJON

Den oseanografiske forskningen er konsentrert hos industrien, som yter ca 90 % av det de totale bevilgninger (11 mil C\$) til miljørelatert oseanografisk forskning.

Formålet med denne forskningen hos industrien er:

- Forbedre sine konstruksjoner
- Data for varslings-tjenesten
- Møte myndighetens krav til sikkerhet

Informasjon om strømforholdene i de øvre vannmassene er videre nødvendig som bakgrunn for modellering av isfjelldriften samt også for drift av havis.

Industriens interesser er primært knyttet til operasjonsområdene. Myndighetenes interesser er langt mer omfattende og knyttet til studier av generelle oseanografiske prosesser, instrumentutvikling samt oppbygning av databaser.

PERSONER, KONSULENTFIRMAER OG INSTITUTTER SOM HAR VÆRT KONTAKTET

David B.Fissel, Arctic Sciences Ltd,
1986 Mills Road R.R.2, Sidney, B.C. Canada, V8L 3S1,
Telf.: (604) 656 - 0177

Tema: Leder for konsulent firma som har utført en betydelig del av de oseanografiske undersøkelserne i Arktisk Canada, både for myndigheter og industri.

Paul E.Greisman, Dobrocky SEATECH,
9365 W. Sannich Rd.P.O. Box 6500 Sidney, B.C.Canada, V8L 4M7,
Telf.: (604) 656-0111.

Tema: Arbeidet i Beauforthavet og teknisk rådgiver for høringspanelet av konsekvensanalysene for utbygningsplanene for olje og gass produksjon i Beauforthavet.

L.Lewis, Insitute of Ocean Science.

P.O.Box 6000, 9860 West Saanich Road, Sidney, B.C.Canada, V8L 4B2

Tema: Omfattende oseanografiske undersøkelser i Beauforthavet og Polhavet

H.Melling, Insitute of Ocean Science.

P.O.Box 6000, 9860 West Saanich Road, Sidney, B.C.Canada, V8L 4B2

Tema: Omfattende oseanografiske undersøkelser i arktisk kanadiske sokkelområder.

Havbunnsundersøkelser og isfjellpløying

GENERELL MÅLSETTING

Havbunnen på polare sokkelområder er karakterisert av omfattende isfjellpløying. I områder grunnere enn 40 meter er pløyingen forårsaket av skrugarder, men i dypere farvann skyldes pløyingen isfjell fra breer. Kunnskap om dyp, intensitet og hyppighet av isfjellpløyingen er nødvendig for å planlegge og konstruere undersjøiske faste installasjoner. Denne kunnskapen er også nødvendig for å utarbeide regler og krav til sertifisering. Denne informasjonen har spesielt betydning for planlegging og legging av rørtraseer.

Et annet særtrekk for grunne polare sokkelområder er permafrost, dannet subaerilt i perioder med lavt havnivå, dvs istider. Permafrosten er blitt bevart på grunn av inntrengning (transgresjon) av kaldt polarvann. Tilsvarende som på land er spesielle tiltak nødvendig for fundamentering av faste installasjoner og ved nedgraving av rørledninger som skal transportere "varm olje". Oljeboring i permafrostområder krever også spesielle tiltak.

I det grunne Beauforthavet nyttes kunstige øyer for boring, og disse øyene er delvis bygget av sand og grus fra nærliggende områder. Leting etter sand og grus har følgelig vært et viktig siktemål for havbunnsundersøkelsene.

I tillegg til disse oppgavene omfatter de polare havbunnsundersøkelsene temaer som: grunn gass, gasshydrater, stabilitet og fundamenteringsegenskaper av bunnsedimentene og jordskjelvaktivitet, dvs oppgaver tilsvarende det en har på andre sokkelområder i forbindelse med offshore aktiviteten.

Parallelt med denne målrettede utforskningen har universitetene og de kanadiske geologiske undersøkelser utført generelle og

regionale undersøkelser av de øvre lags geologi, spesielt på østkysten.

GENERELL BESKRIVELSE

Sokkelområdene i nord og øst er vesentlig forskjellige. I nord er de grunne, 20-100 meter, mens dypet i øst er 100 - 300 meter. I Beauforthavet er sokkelen sterkt påvirket av Mackenzie elva, og sedimentene er en blanding av fluviale og glasiale avsetninger. Langs østkysten består hoveddelen av sedimentene av glasiale avsetninger, resedimentert og overlignet av kvartærtidas breer.

De to områdene skiller seg også ved permafrost og type isfjellpløying. Permafrost er begrenset til Beauforthavet, hvor den opptrer mellom 40 og 700 meter sedimentdyp. Permafrost opptrer kun i sedimenter eldre enn fra slutten av siste istid, da sokkelen var tørt land. Permafrosten er bevart på grunn av at kaldt polarvann med temperatur lavere enn 0 C trengte innover sokkelen og på den måten konserverte permafrosten,

Isskuring i Beauforthavet skyldes pløying av skrugarder, og den største hyppigheten forekommer i vandyp mellom 6 og 20 meter. Pløyedyp er begrenset til 2-3 meter. Ekstreme skrugarder kan imidlertid pløye ned på vandyp til ca 40 meter.

På østkysten finner en ikke permafrost, og her er isfjellpløying forårsaket av isfjell, hovedsakelig fra breene på Grønland. Maksimalt pløyedyp er ikke fullt ut klarlagt, det er sterkt påvirket av sedimenttype på havbunnen, og en har registrert pløyedyp på opptil 20 meter.

Et særegent fenomen i Beauforthavet er undersjøiske pingoer. Hvorvidt det er pingoer tilsvarende det en finner på land er ikke klarlagt, men de viser de samme karakteristika med typisk

kjegleform og isfylt kjerne. Høyden over havbunnen er 10-20 meter. I grunne farvann representerer de en fare for skipsfarten.

I Beauforthavet er gasshydrater et utbredt fenomen. Gasshydrater er en frossen blanding av vann og natur gass ved ca 1500 meter dyp. Ved økt temperatur og redusert trykk vil hydratet dekomponeres, gass frigis som i et borehull vil redusere borevæskens tetthet.

På grunn av permafrosten dannes også soner med høyt vanntrykk. Disse opptrer i overgangen mellom permafrost -ikke permafrost-holdige sedimenter. En må ta spesielle forholdsregler når en borter gjennom disse sonene.

På eggakanten og øvre del av kontinentalskråningen i Beauforthavet antas sedimentene å være ustabile, da store sediment mengder blir transportert ut fra Mackenzie elva. Sedimentene på østkysten er også ustabile i de samme typer områder, her er store materialmengder avsatt under istidene. I forbindelser med mulig boring på eggakanten har det vært utført undersøkelser for å kartlegge disse sedimentenes stabilitet.

Sammenlignet med Barentshavet og kystområdene utenfor Svalbard, vil østkysten langs Canada være det området som viser størst likhet med hensyn til vanndyp, miljø og prosesser. Begge områdene er karakterisert av havis og isfjell og en har de samme variasjonene i vanndyp. Isfjellene som kalver fra breene på Svalbards østkyst er vesentlig mindre enn de som kommer fra Grønland. På sokkelen utenfor Svalbard kan det imidlertid være muligheter for permafrost i enkelte områder. Videre er Barentshavet karakterisert av lite løsmasser, generelt mindre enn 15 meter. Aktiv pløying skjer trolig ned til vel 100 meter vanndyp i Barentshavet i dag.

PRIORITERTE FORSKNINGSOPPGAVER

Isfjellpløying, generelt.-----

Hovedsiktemålet for havbunnsundersøkelsene har vært og er fremdeles å skaffe informasjon for fundamentering og konstruksjoner samt bestemme sikkerhetsregler for offshore installasjoner. Den største innsatsen har vært og vil også være knyttet til isfjellpløying. Det er imidlertid gitt klart uttrykk for å øke innsatsen på temaer som stabilitet av havbunnsedimenter, grunn gass og utbredelse av permafrost.

For studier av isfjellpløying har det sentrale spørsmålet vært hvor dypt en må legge en rørledning for å sikre den mot brudd på grunn av isfjellpløying. Alternativt, hva er frekvensen av pløying i et gitt område og hva er sannsynligheten for brudd, og kan en redusere sannsynligheten for brudd ved å legge flere rørgater. Tilsvarende som for konstruksjon av rigger, er en her avhengig av å kjenne "100 års-pløyesporet", og hvor hyppig andre omfattende pløyeepisoder vil skje.

I tillegg til denne type studier er det også avgjørende å få informasjon om mulige geotekniske endringer i bunnsedimentene som følge av pløyingen. Et sentralt spørsmål er hvorvidt sedimentet blir fjernet fra et pløyespor eller om de blir skjøvet til side.

Forskning vedrørende isfjellpløying er som det framgår sterkt knyttet til studier av havis og isfjell kombinert med statistiske analyser og risikoanalyse.

Sentrale parametre

Sentrale parametre ved studier av isfjellpløying er :

Isfjellenes geometri
 Dybdeforhold
 Havbunnsedimentenes beskaffenhet
 Isfjellenes driftretning og hastighet

Dette gir grunnlag for å studere:

Interaksjonen isfjell -sediment
 Jordsmonnets krefter som virker på isfjellet
 Form og utbredelse av pløyesporene

Andre sentrale parametre for undersøkelsene er:

Isfjellenes masse
 Bølgenes høyde og periodisitet
 Storm og vind
 Havbunnens helning

For selve pløyesporene er en interessert i følgende:

Generell type av pløyespor, en-køls/multi-køl
 Pløyesporenes orientering
 Pløyesporenes dyp og lengde
 Sediment type og mektighet

Isfjellenes bevegelse under grunnstøting

Et sentralt tema er hvordan et et isfjell vil oppføre seg under grunnstøting. Mange observasjoner har vist at isfjell kan pløye oppover skråninger, ved at de deformers og modifiseres og kjølen endres. For nærmere å studere hva som skjer når et isfjell grunnstøter vil en følge i detalj et isfjell når det kommer inn mot Makkovik Bank på den sentrale del av Labrador kysten. Forsøket blir ledet av en gruppe fra Geological Survey of Canada, og forsøket vil bli gjennomført høsten 1985.

Maksimalt pløvedyp

En sentral oppgave innen undersøkelser av isfjellpløying er å utvikle metoder for å kartlegge dyp og intensitet av moderne isfjellpløying samt å kunne skille denne fra fossil pløying. En har bl.a. forsøkt å kartlegge "friske" pløyespor kontra "diffuse", og så se på sedimentinnfyllingsraten. Imidlertid er det meget vanskelig å få gode prøver som kan dateres, samt at det er få tilgjengelige dateringsmetoder med tilstrekkelig oppløsningssevne. En annen metode er gjenntatt kartlegging av et område eller en trase. Dette faller relativt kostbart og kan ikke gjennomføres i større målestokk.

"100 - årspløyesporet"

Tilsvarende som for andre fysiske parametre er den mest gunstige kombinasjonen for å løse dette spørsmålet å nytte en kombinasjon av feltdata og statistisk beregning. Problemet er imidlertid å få gode feltdata. Et viktig hjelpemiddel her er digital kartlegging av pløyesporene, noe som gjør statistiske analyser langt lettere.

Annen informasjon

Det vises forøvrig til vedlegg 1 som også inneholder abstracts fra et arbeidsgruppemøte i Calgary, februar 1985 med temaet: Isfjellpløying. Ved dette møtet hadde en samlet ca 70 aktive og tidligere aktive forskere innen temaet isfjellpløying.

Permafrost

Permafrost er begrenset til Beauforthavet og i havområdene rundt de høyarktiske øyområdene. Forskningen innen dette temaet har vært knyttet til å definere permafrostens utbredelse, vertikalt og horisontalt. Å påvise offshore permafrost er problematisk. Ved boringer vil sedimentene lett bli påvirket og temperaturen kan øke, og temperaturmålinger på sedimentprøver er nødvendigvis ikke reelle. Akustisk kan permafrost påvises ved en markert reflektor, men det trengs borehulls informasjon for å fastslå hvorvidt det er permafrost eller endringer i sedimentenes sammensetning.

Permafrost informasjon er nødvendig for fundamentering og konstruksjon av kunstige øyer for boring. Som på land kan en hindre termisk erosjon av de underliggende sedimentene ved å isolere. Et annet problem er at trykkbelastning fra øyene vil endre stabiliteten i de underliggende permafrost-sedimentene. Termisk erosjon kan forekomme i forbindelse med rørledninger som fører varm olje. Fra såvel myndigheter som fra industrien er det planlagt prosjekter vedrørende studier av permafrost samt kunstige øyer og mulige setninger under disse.

Permafrost representerer også et problem ved boring. For å unngå termisk erosjon og innrasing av borehullet er det nødvendig å benytte avkjølet borevæske.

GASSHYDRATER, OVERTRYKKSSONER, SEISMISITET, SEDIMENTSTABILITET

Såvel fra industrien som fra myndighetene er det interesse for å kartlegge fenomener som går inn under betegnelsen "Geological Hazards". Herunder hører gasshydrater og overtrykksoner med vann i overgangen permafrost - ikke permafrost. Som tidligere nevnt representerer dette problemer for boreaktiviteten. Videre er det blitt klarlagt at en har flere relativt aktive jordskjelvsområder, spesielt på Canadas østkyst.

Aktuell forskning i Beauforthavet og på Canadas østkyst

Myndighetenes forskning er kanalisert gjennom "Panel on Energy Research and Development " PERD" og Northern Oil and Gas Action Plan "NOGAP". De programmene som gjennomføres har et meget praktisk siktmål: å øke forståelsen av forhold som representerer problemer for olje og gassutviklingen. Tabell 1 viser innholdet av foreslåtte undersøkelsesprogrammer fra myndighetenes side i Beauforthavet for 1986. De sentrale temaene er: Permafrost, seismisitet, isfjellpløying, geoteknikk samt teknologisk utvikling.

Undersøkelser av kysterrosjon inngår også som en del av programmet. Dette er rettet mot mulige havnearlegg som en del av utbyggingen i Beauforthavet.

Tabell 2 viser en tilsvarende oversikt over foreslåtte programmer for østkysten. Her er det lagt noe mer vekt på andre geologiske temaer som sedimenttransport. Disse undersøkelsene er knyttet til studier av isfjellpløying og innfylling av pløyemarker, og metoder for å datere pløyesporenes alder.

Ved siden av disse anvendte prosjektene utføres generelle geologiske undersøkelser og mer grunnforskningsrettede studier, av universitetene og de Canadas geologiske undersøkelser.

Tabell 1: Grunne geologiske/geofysiske undersøkelser i Beauforthavet 1986 (forslag)

	Seabed geology
	sea level history
	biostratigraphy/geochronology
	depositional environments
Shallow geology/stratigraphy/structure	
100 to 1000 metres:	Sediment dynamics
Mackenzie Trough:	sediment transport factors
Yukon Shelf:	Mackenzie plume
	RALPH/vs ESRF
Seismicity:	
Permafrost distribution/modelling	Ice Scour regional studies/vs ESRF
seabed to 600 m:	Sediment properties
physical modelling:	borehole programs
	geotechnical zonation
	stress history
numerical modelling:	Inuvik Research Lab
geothermal studies:	properties of silts
Technology tests/developments	
digital seismic system:	In situ Geotechnical testing
seismic source trials:	
acoustic drill:	Coastal projects
electronic camera:	zonation
	modelling
	field programs

Tabell 2: Grunne geologiske/geofysiske undersøkelser langs Canadas østkyst, i regi av myndigheter.

Lithostratigraphy of Banquereau Bank, Carl Amos, Atlantic Geoscience Centre

Recent Sediment Transport on Sable Island Bank, Carl Amos, Atlantic Geoscience Centre

Quaternary Stratigraphy of Sable Island Bank, Ron Boyd, Dalhousie University

Reassessment of Historical and Recent Seismicity of the Southeastern Canadian Continental Margin, John Adams, Earth Physics Branch

Quaternary Geology of the Grand Banks of Newfoundland, Gordon Fader, Atlantic Geoscience Centre

Sediment Facies Development and Sediment Transport, Hibernia Area, Vaughn Barrie, C-CORE

Iceberg Scouring on the Eastern Canadian Continental Shelf, Mike Lewis, Atlantic Geoscience Centre.

Adjournment and Coffee

PERD Advisors Meeting, (Press Room, Rm 402 Holland Building, BID)

Industriens oppgaver

Industriens undersøkelser er i hovedsak rettet mot aktuelle boreområder, som site surveys, eller mot utbygningsområder. I tillegg kommer behovet for sand og grus undersøkelser i forbindelse med bygging av kunstige øyer for boring og produksjon.

Tilsvarende som for myndighetene er studier av pløyespor en sentral oppgave, og det gjennomføres her samarbeidsprosjekter mellom industri og myndigheter. Det er ellers å bemerke at det er et generelt godt samarbeid mellom industri og myndigheter innen den geologiske forskning og utforskning.

KONKLUSJON

De mest sentrale oppgavene innen havbunnsforskning er kartlegging av permafrost og isfjellpløying. Det er avgjørede å kunne fastslå omfang og nedre grense for moderne ispløying. Dette er imidlertid meget vanskelig, da en ikke har sikre metoder for å skille mellom moderne og eldre pløyespor. Offshore permafrost kartlegges ved hjelp av seismiske registreringer. En har her ikke tilfredstillende metoder, og det foregår et utstrakt utviklingsarbeid.

Andre sentrale parametre som inngår i undersøkelser i tilknytning til leting og produksjon av olje og gass er: grunn gass, gasshydrater, soner med vann under høyt trykk, jordskjelvsaktivitet og bunnsedimentenes stabilitet og fundamenterings-egenskaper.

PERSONER, INSTITUTTER OG KONSULENTFIRMAER SOM HAR VÆRT KONTAKTET

G. Roger Pilkington, Gulf Canada Resources inc.
 401-9th Avenue S.W. P.O.Box 130, Calgary, Alberta, T2P 2H7,
 Telf.: (403) 239-0370
 Tema: isfjellpløying

Maher A. Nessim, Det norske veritas, Canada,
 1110-10201 Southport Road S.W., Calgary, Alberta Canada, T2W 4X9
 Telf.: (403) 253-3422
 Tema: isfjellpløying og risikoanalyse

Michael J. O'Connor, konsulentfirma.
 101, 4712 - 13th street N.E., Calgary, Alberta, Canada, T2E 6P1
 Telf.: (403) 250-9790
 Tema: permafrost

Steve M. Blasco, Geological Survey of Canada,
 Bedford Institute of Oceanography, P.O. Box 1006, Dartmouth, Nova
 Scotia, Canada, B2Y 4A2, Telf.: (902) 426-3932.
 Tema: koordinator for myndighetenes geologiske, geofysiske og
 geotekniske undersøkelser i Beauforthavet.

Mike Lewis, Geological Survey of Canada,
 Bedford Institute of Oceanography, P.O. Box 1006, Dartmouth, Nova
 Scotia, Canada, B2Y 4A2, Telf.: (902) 426-3870.
 Tema: koordinator for myndighetens geologiske, geofysiske og
 geotekniske undersøkelser på Canadas østkyst.

Phil Hill, Geological Survey of Canada,
 Bedford Institute of Oceanography, P.O. Box 1006, Dartmouth, Nova
 Scotia, Canada, B2Y 4A2, Telf.: (902) 426-3870.
 Tema: sedimentasjon i kystnære farvann i Beauforthavet

Kate Moran, Geological Survey of Canada,
 Bedford Institute of Oceanography, P.O. Box 1006, Dartmouth, Nova
 Scotia, Canada, B2Y 4A2, Telf.: (902) 426-3870.
 Tema: Geoteknikk, Beauforthavet

Heiner Josenhans, Geological Survey of Canada,
 Bedford Institute of Oceanography, P.O. Box 1006, Dartmouth, Nova
 Scotia, Canada, B2Y 4A2, Telf.: (902) 426-3870.
 Tema: Generelle geologiske undersøkelser på Labradorkysten.

