

N A T U R T I L H Ø V A I

B A R E N T S H A V E T

Presentasjon ved Naturdatakonferansen i Harstad
26. - 28. september 1989

Av

Arne Kvitrud, sjefingeniør
Kjell L. Nilsson, seksjonsjef

Oljedirektoratet
Postboks 600
4001 Stavanger

1 RAMMER FOR VERKSEMDA

1.1 KORT OM OLJEDIREKTORATET

1.1.1 Historikk

Stortinget vedtok 14.07.1972 å oppretta Oljedirektoratet og Den norske stats oljeselskap a.s. (Statoil). Oljedirektoratet kom i gang 01.04.1973. I 1978 vart olje- og energisaker skilde ut frå Industridepartementet ved opprettinga av Olje- og energidepartementet. I 1979 vart ansvaret for saker om arbeidsmiljø og tryggleik i petroleumsverksemda på norsk kontinentalsokkel overført frå Olje- og energidepartementet til Kommunal- og arbeidsdepartementet, noko som førte til at Oljedirektoratet vart underlagt to departement. I tillegg fungerer Oljedirektoratet som fagleg rådgjevar for desse departementa.

Frå å vera mindre enn 50 tilsette i det fyrste året, har Oljedirektoratet vakse til 335 tilsette i 1989. I samband med at leiteboring vart sett igang utanfor Nord-Noreg, oppretta direktoratet i 1980 eit kontor i Harstad. Dei har no 12 tilsette.

1.1.2 Oppgåver

Oljedirektoratet fører tilsyn med petroleumsverksemda på den norske kontinentalsokkelen og på Svalbard. Av direktoratet sine hovudoppgåver kan vi nemna:

- kontrollera at petroleumsverksemda vert utført forsvarleg og i samsvar med gjeldande reglar
- samla inn og tolka geologiske, geofysiske og andre tekniske data
- videreutvikla det regelverket Oljedirektoratet er sett til å forvalta.

1.2 PETROLEUMSLOVA

Lov av 22.3.1985 nr 11 om petroleumsverksemd vart gjort gjeldande 1.7.1985, jf kgl res av 14.6.1985. Ved same resolusjon vart det fastsett forskrifter til lov om petroleumsverksemd. "Forskrift om sikkerhet mv" og "Forskrift om rettighetshavers internkontroll" vart fastsett ved kgl res av 28.6.1985.

Desse regelverka vert brukt ved petroleumsverksemd som undersøking, leiteboring, utvinning, utnytting og transport i røyrleidning. Regelverka gjeld i indre norske farvatn, på

norsk sjøterritorium og på kontinentalsokkelen. Petroleumslova vil såleis gjelda for transport- og forsyningsfunksjonar utførte av skip eller luftfarty, dykke-, service- eller konstruksjons- tenester. Lova skil mellom innretningar og farty avhengig av bruksområde.

Som innretningar reknar vi konstruksjonar med utstyr til grunne boringar, leiteboring, utvinning, utnytting og transport i røyrleidning, samt konstruksjonar direkte til hjelp for verksemda. Lova skal brukast for avskiping (lasting) av petroleum, men ikkje for transport med skip.

Som farty reknar vi forsynings-, hjelpe- og dykkarfarty, farty for beredskap, service, konstruksjon, røyrlegging, seismiske undersøkingar og helikopter mm. Lova skal nyttast for den funksjonen desse fartya har i verksemda.

Lova gjeld vanlegvis ikkje ved flytting av innretningar.

Lova gjeld også for verksemd og innretningar på område utanfor kontinentalsokkelen når dette følgjer av folkeretten eller av særskil avtale med framand stat.

Lova gjeld ikkje for sjøgrunn med privat eigedomsrett og heller ikkje for indre farvatn og sjøterritorium på Svalbard.

Oljedirektoratet er delegert ansvar etter lov/forskrifter, dels direkte i regelverket og til dels ved eigne delegeringsvedtak frå overordna departement.

1.3 FORSKRIFTSVERKET

1.3.1 Berande konstruksjonar

"Forskrift for bærende konstruksjonar til bruk for utvinning og utnytting av petroleumforekomstar" vart gjort gjeldande 29.10.1984. Den gjeld for planlegging, utforming, berekning og dimensjonering av berande konstruksjonar til bruk for utvinning eller utnytting av petroleumforekomstar. Forskrifta med rettleiingar skal ikkje brukast ved leiteboring.

For leiteboring gjeld "Forskrift for flyttbare boreplattformer med innretning og utstyr som blir brukt til boring". Den er fastsett av Sjøfartsdirektoratet 10.09.1973 og brukt av OD frå 1.7.1985.

Forskrifta for berande konstruksjonar er utforma med sikte på å gje eit tryggleiksnivå med ein årleg sjanse for overskriding på mellom 10^{-4} og 10^{-5} mot samanbrot, store uelastiske forskyvingar eller tøyningar som kan samanliknast med brot, fri avdrift, kantring eller synking i aktuelle typar innretningar.

Det som har størst interesse for temaet i dag, er kva forskrifta seier om laster. Etter forskrifta skal laster definerast på to nivå, med årleg sjanse for overskriding på

10² og 10⁴. Den fyrste vert oftast omtalt som hundreårstilstanden. Den siste for titusenårstilstanden.

OD fastsette 02.01.1987 "Veiledning for fastsetting av lastar og lastverknings". I denne publikasjonen gjev OD rettleiing om val av parametrar som kan gje det tryggleiksnivået vi ynskjer. Rettleiinga gjev i hovudsak verdiar på naturlastene for dei to nivåa (10² og 10⁴).

Etter fastsetjinga er det gjort mindre endringar både i forskrift og rettleiing. Desse går fram av Regelverksamlinga (OD, 1989)

1.3.2 E- og P- data

"Forskrift for instrumentering, registrering og handsaming av E (miljø)- og P (plattform)- data" vart fastsett av OD 01.08.1978. Denne gjev grunnlag for å krevja at retts-havar utfører måling av naturdata. Desse data vil gå inn i ei systematisk kartlegging av det fysiske miljøet. Verkeområdet for forskrifta er avgrensa til produksjon. For leiteboring gjeld "Forskrift for flyttbare boreplattformer m v (SD, 1973)".

Kravspesifikasjonane er i utgangspunktet like for dei to forskriftene, men dei skal altså brukast for ulike typar av innretningar (leiteboring/produksjon).

Ved brev av 19.02.1989 sende OD ut eit utkast til forskrift der føresegnene i dei to forskriftene vert sette saman i ei forskrift. Høyringsfristen var 15.05.1989. Ei ny forskrift vert truleg fastsett 01.01.1990.

2 DATAGRUNNLAGET

2.1 BARENTSHAVET

```
+-----+
| Vi vil i denne presentasjonen halde oss til den |
| norske sokkelen sør for 74°30'N, dvs til Bjørnøya |
| i nord. |
+-----+
```

Høvdingen Ottar frå Hålogaland var den fyrste som kom til utkanten av Barentshavet, og som vi veit frå skriftlege kjelder, fortalde om området. Han reiste på 800-talet frå Vestfold til Kvitesjøen. Sidan har dokumenthaugen og kunnskapen om Barentshavet vakse monaleg.

2.2 INNSAMLING AV DATA

Mange institusjoner og firma har gjennom åra målt og observert naturdata i Barentshavet.

Oljedirektoratet tok til med innsamling av naturdata frå Tromsøflaket i september 1976. I 1985 vart innsamlinga flytta til Barentshavet. Bakgrunnen for innsamlingsprosjekta var å få nok data for å starta opp petroleumsaktivitetane i området. Innsamling av data før petroleumsaktivitetane tek til, har vore sett på som ei statleg oppgåve.

Vassdrags- og Havnelaboratoriet i Trondheim var ansvarleg for straum- og bølgeomålingane fram til september 1984, då Oceanor tok over kontrakten. Det norske meteorologiske institutt (DNMI) utstyrte fartyet med meteorologiske instrument.

Innsamlinga vart finansiert 100% av OD frå 1976 til 1981. I 1981-1983 betalte Statoil 1 mill kroner. I 1983-1985 betalte ODAP (Oceanographic Data Acquisition Project) 50% av dei totale kostnadene. I 1986-1988 betalte ODAP kvart år 4,5 mill kroner. I 1989 dekkjer OD igjen alle kostnadene ved innsamlinga over eige budsjett.

2.3 TILGANG TIL DATA

Alle data som vert samla inn av Oljedirektoratet er offentlege og kan brukast fritt.

Meteorologiske data og bølgeomålingsdata kan ein få frå Miljødatasenteret ved DNMI i Oslo og straumdata frå Oceanor i Trondheim. Data er begge stader tilgjengelege mot å betale kopieringskostnadene.

For å letta bruken av data har OD gjeve ut fleire rapportar som oppsummerer det ein har funne. Vi kan her nemna: Tryggestad og andre (1983), Mathisen og Schjølberg (1986), Hønsi (1988), Kvitrud og Qvale (1989), Kvitrud og Nilsson (1989), Barstow og andre (1989). Dagens kunnskap går òg fram av "Veiledning for laster og lastvirkningar" (OD, 1987).

Som eit av ODAP sine bidrag til OD si datainnsamling vart det i 1988-1989 utarbeidd eit samandrag om naturtilhøva i Barentshavet (Bjerke og Torsethaugen, 1989).

3 VINDTILHØVA

3.1 HISTORIKK

3.1.1 Stormen i 1882

Det verste uveret i Finnmark kan godt ha vore orkanen den 16. januar 1882 (Helland, 1905-06). Frå heile finnmarks-kysten kom det meldingar om herjingar. Vi les om hus, naust, fjøs, kyrkjer osb som bles ned. I tillegg kom mange øydelagde båtar, tak, skorsteinar osb.

Ingøy kapellkyrkje i Måsøy vart flytta fleire meter til sides for den gamle grunnmuren slik at den måtte rivast ned og byggjast opp att. - Kjelvik kyrkje bles ned. Det vert i eit skriv sagt at ein ikkje fann igjen ein einaste stokk. Ny kyrkje vart bygd opp att i Honningsvåg. - Kistrand kyrkjetårn og ein del av eine veggen bles ned. - I Talvik vart kyrkja nesten øydelagd, sakrestiet vart knust, koret, langskipet og tverrskipet vart løyst frå kvarandre med meters mellomrom.

Dei største skadene kom i Hammerfest. Bølggebrytinga mot land var så voldsom at heile byen stod i eit sjøråk. Det eine pakkhuset vart rive vekk etter det andre og i løpet av 15 minutt vart heile husrekkjer som vende mot sjøen sopa vekk frå tollbua og vestover. 7 pakkhus med varer og kai vart øydelagde, nokre pakkhus gjekk ikkje i sund, men kom temmeleg heile på sjøen, dreiv innover vågen og støytt mot land. Fire pakkhus med kaier og nokre tranbrennerier vart øydelagde då dei flytande pakkhusa støtte mot dei på austre side av hamna. Eit pakkhus på Fuglenes bles ned og kaia på tollbua vart øydelagd.

3.1.2 Stormdagar

Figur 1 : Stormdagar for kvart år 1920 - 88 på Ingøy, Torsvåg, Fruholmen og Utsira (Olsen, 1989).

Frå 1860 har vi faste observasjonar av veret frå fleire fyrstasjonar i Noreg. På figur 1 er vist talet på stormdagar i tida 1920-88. Figuren gjev ein blanding av stormobservasjonar mellom og ved dei faste observasjonstidspunktene.

Som vi ser er det store variasjonar. Skal vi finna ekstremverdiar ut frå berre ein kort måleperiode, må vi ta omsyn

til at denne perioden ikkje treng vera representativ. Frå 1950-talet har det jamt vorte nokre fleire stormar i Sør og Midt-Noreg, mens Finmarkskysten ser ut til å ha hatt færre stormar i denne tida (Hønsi, 1989). Det kan sjå ut som om stormsentra har gått noko lengre sør dei siste åra.

3.2 VINDHASTIGHET

Om vi ser på målingar utførte av fleire stasjonar til havs og ekstrapolerer dei til ein årleg sjanse på 10;^2 for overskriding får vi dei veriane som er gitt i tabell 1.

Bruk av hindcast data frå Bjørnøya, Sentralbanken og Nordkappbanken gjev om lag dei same ekstremverdiane som Tromsøflaket (Bjerke og Torsethaugen, 1989).

I OD rettleiinga (1987) er det gjeve ein tilrådde verdi på 41 m/s for heile sokkelen. OD si tilråding skulle liggja på den sikre sida i Barentshavet. Det inneber at dei som ynskjer det kan bruka andre verdier. OD føreset då at ein analyserer dei data som er tilgjengelege og dokumenterer at det er gjort.

MÅLESTAD	100-ÅRSVERDI	MÅLEPERIODE
EKOFISK	30-32	1980-85
FORTIES	32-35	1974-86
FRIGG	36	1979-87
STATFJORD	40-41	1980-87
HALTENBANKEN	36-38	1980-88
TROMSØFLAKET	34	1977-86
SENTRALBANKEN	30	1985-88

Tabell 1: Vindhastighet i m/s, med årleg sjanse for overskriding på 10;^2 . Vindhastigheten er for 10 min midlingsperiode og i 10 m høgd.

Trenden i datamengda er at 100-års verdien aukar frå dei sørlege delane av Nordsjøen til Statfjord, for så å minka att nordover. Dette er det same som Børresen (1987) har funne. I figur 2 er dei målte dataene frå Barentshavet plotta i eit Weibulldiagram.

Figur 2: Vindhastighet i Barentshavet.
 Tromsøflaket for 1977 - 86
 Sentralbanken for 1985 - 88

3.3. POLARE LÅGTRYKK

Eit større forskningsprosjekt er utført av fleire norske institusjonar og firma for å undersøkje polare lågtrykk (Lystad, 1986). Høgaste målte vindhastighet i noko polart lågtrykk var 35 m/s i 10 m høgd og midla over 10 min. Ein av konklusjonane var at det var lite truleg at polare lågtrykk ville gje høgare vindhastighet enn vanlege stormtilhøve. Ekstremverdistatistikk gav 38 m/s for Tromsøflaket, med ein årleg sjanse for overskriding på 10^{-2} (Houmb og andre, 1986). For ein gjeven lokasjon vil ekstremverdiane verta lågare. Ved prosjektering av innretningar er polare lågtrykk ikkje noko stort problem. Dei fører ikkje til auka ekstremestimat av vindhastighet, bølgehøgd, lufttemperatur eller ising (Houmb og andre, 1986).

På den andre sida skaper dei vanskar for operasjonar og planlegging av operasjonar over så lang tid som ein er van med frå andre stader på sokkelen. Eit døme er Norsk Hydro si boring på blokk 7321/9-1 hausten 1988. To polare stormar førte då til borestans i 22 timar (Halleraker, 1988).

3.4 KONKLUSJON

```
+-----+
| Leiteboringsinnretningar som er dimensjonerte |
| etter reglane til OD (1987) eller SD (1973) med |
| tilrådd verdi på 41 m/s skulle ikkje få vanskar i |
| Barentshavet. |
+-----+
```

4. BØLGJER

4.1 BØLGJEHØGDER

Ein generell trend på sokkelen er at midlare bølgehøgder aukar frå den sørlege delen (56°N), til ein største verdi i den midtre delen (63°-65°N), for så å minka igjen om ein går vidare nordover (Eide, 1986). Det same gjeld for bølgehøgder med årleg sjanse for overskriding på $10\%^{-2}$.

STAD	MÅLEPERIODE	HMO - 100 ÅR
Ekofisk	1980-87	13,0-14,0 m
Forties	1974-86	13,2-13,6 m
Utsira	1974-86	13,5-14,5 m
Frigg	1979-87	14,0-15,0 m
Brent/Statfjord	1974-87	14,3-14,8 m
Statfjord	1981-87	14,4-15,2 m
Haltenbanken Ytre	1980-88	16,0-16,5 m
Haltenbanken Indre	1978-84	15,5-16,0 m
Trønabanken Ytre	1980-85	16,6-16,7 m
Trønabanken Indre	1982-84	15,5-15,8 m
Torsvåg	1980-86	13,0-14,7 m
Tromsøflaket	1976-87	14,0-14,6 m
Bjørnøya	1985-88	13,5-14,0 m
Sentralbanken	1985-88	13,0-13,5 m

Tabell 2 : Signifikante bølgehøgder (HMO) med årleg sjanse for overskriding på $10\%^{-2}$ for ulike målestader.

Analysar av målingar gjev dei verdiane for signifikante bølgehøgder (HMO) som er gitt i tabell 2.

På bakgrunn av målte data og supplert med data frå hindcastmodellen WINCH, der vi ikkje har målingar, har OD gjeve ei rettleiing om val av bølgehøgder til bruk i tidlege fasar av ei utbygging. Dette er vist i figur 3. Meir informasjon om WINCH finn ein til dømes hjå Barstow og andre (1988).

Figur 3 : Bølgjehøgder (HM0) og bølgjeperiodar (TP).

Det er utført bølgjemålingar fleire stader i Barentshavet. Dei fleste målingane er utførte i regi av Oljedirektoratet. Tabell 3 viser kvar det har vore målingar.

STASJON	PERIODE	KOORDINATAR
TROMSØFLAKET	1976-87	71°31'N 19°00'A
NORDKAPPBANKEN	1988-	72°00'N 31°01'A
BJØRNØYA	1985-89	73°30'N 19°52'A
SENTRALBANKEN	1985-89	74°30'N 30°55'A

Tabell 3 : Bølgjemålingsstasjonar og måleperiode.
Målingane ved Bjørnøya og på Sentralbanken
vert avslutta i 1989.

Plotting av data frå Barentshavet i eit Weibull diagram er vist i figur 4.

Vi ser her eit klårt skilje mellom dei to vestlege stasjonane (Bjørnøya og Tromsøflaket) og den austlege (Sentralbanken). Bølgjeklimaet vert betre når vi går austover i Barentshavet. Skilnaden mellom Bjørnøya og Tromsøflaket er i øvre delen av fordelinga. Det fortel at det har vore oftare høge bølgjer på Tromsøflaket enn på Bjørnøya. Ved lastanalyser av ein strekkstagkonstruksjon

Figur 4 : Weibull plott av målte bølgjehøgder (HM0) fra Tromsøflaket (1976-87), Bjørnøya (1985-88) og Sentralbanken (1985-88).

eller utmattingsanalyser av ein vilkårleg konstruksjon vil vi få omlag same verdien for både Bjørnøya og Tromsøflaket.

4.2 BØLGJEPERIODAR

På Tromsøflaket kan bølgyperiodane vera ein god del høgare enn det vi er vane med frå Nordsjøen, sjå figur 3.

Under boringa med Ross Rig 10. november 1988 ved Bjørnøya kom bølgyperioden opp i 18 sekund. Dette var svært nær resonansperioden til innretningen på 20,3 sekund. Denne høge bølgyperioden førte til borestans i 8 timar (Halleraker, 1988).

4.3 KONKLUSJON

```

+-----+
| Det er ved dei undersøkingane som til no er gjort av |
| bølgyklimaet i Barentshavet ikkje funne vesentlege |
| avvik frå det ein er van med lengre sør. Innretningar |
| for leiteboring som til dømes er prosjektert for |
| tilhøva på Haltenbanken eller Trænabanken burde kunne |
| bore i Barentshavet og. |
+-----+

```

5. STRAUM

5.1 MÅLINGAR

Oljedirektoratet, operatørselskapa og fleire offentlege institusjonar har gjennom åra stått for måling av havstraumar i Barentshavet. Tabell 5 gjev eit oversyn over ein del av dei målingane som har vore utført dei siste åra.

STASJON	PERIODE	KOORDINATER	
Tromsøflaket	1976-84	71°30'N	19°00'A
Tromsøflaket	1985	71°45'N	20°37'A
Nordkappbanken	1988-89	72°00'N	31°00'A
C	1987-88	72°20'N	24°20'A
Nordkappbanken	1985	73°02'N	26°33'A
Bjørnøya	1987-88	73°30'N	21°30'A
Bjørnøya	1985	73°45'N	19°50'A
Bjørnøya	1987	73°50'N	20°00'A
Sentralbanken	1985-87	74°31'N	30°55'A
S5	1987-88	74°51'N	28°43'A
S1II	1988	75°00'N	21°15'A
S4	1987-88	75°02'N	27°07'A
S3	1987-88	75°20'N	24°59'A
S2	1987-88	75°34'N	23°26'A
S1I	1987-88	75°44'N	21°57'A

Tabell 4 : Straummålingar i Barentshavet.

Målingane har vore gjort på ulike djup for å få informasjon om heile vassøyla.

5.2 STRAUMAR FRÅ TIDVATN

Om vi set saman dei viktigaste komponentane får vi vårjamndøgers største tidvatn ZO. Denne er teikna inn på figur 5. Meir opplysningar om straumar frå tidvatn finn vi til dømes i Barstow og andre (1989). I det heile er straumar frå tidvatn ikkje store på norsk sokkel.

Figur 5 : Største straum frå tidvatn i m/s ved vårjamndøger springtidvatn (OD,1987).

5.3 DIMENSJONERANDE STRAUMAR

Dei analysene ein har gjort av straumar i Barentshavet med ei ekstrapolering til ein årleg sjanse på $10\%^{2}$, gjev desse hundreårsverdiane nær overflata:

KOORDINATER	STRAUM	MÅLEPERIODE
71°30'N 19°00'A	0,8	1976-85
72°00'N 31°00'A	1,0	1988 (9mndr)
72°20'N 24°20'A	0,8	1987-88
73°30'N 21°30'A	0,9	1987-88
73°50'N 20°00'A	0,7	1985-87

74°31'N	30°55'A	0,7-0,8	1985-87
---------	---------	---------	---------

Tabell 5 : Straum med ein årleg sjanse for overskriding på 10;^2 i m/s. Ekstremverdiane er fra Barstow og andre (1989) og Bjerke og Torsethaugen (1989).

Samanlikna med dimensjonerande verdiar for straum i Nordsjøen som oftast ligg over 1 m/s er desse straumane heller små og skulle ikkje føre til særlege vansker.
--

6 VASSNIVÅ

6.1 DJUP

Havbotnen i Barentshavet ligg stort sett i området 200-400m under vassflata. Det er etter måten djupt vatn, men det er samanliknbart med Troll, Draugen, Gullfaks C og Snorre der ein har hatt utbygging eller planlegg utbygging lengre sør.

6.2 TIDVATN

Målingar på ein del stader på sokkelen gjev dei konstantane for tidvatn som er vist i tabell 6. Største tidvatn ved vårjamndøger (ZO) er :

$$ZO = M2 + N2 + K2 + K1 + 0,5 * SA$$

Målingane av tidvatn i Barentshavet avvik ikkje mykje frå det ein er van med lengre sør. I Vardø er M2 verdien rett nok 104 cm (Bjerke og Torsethaugen, 1989), som er ein del høgare enn kva ein finn andre stader.

	M2	S2	N2	K2	K1	SA	ZO
Ekofisk	28	8	6	2	2	13	57
Frigg	42	15	8	4	5	8	78
31/2	48	13	8		4		ca 82
Bergen	44	16	8		3		ca 80
Statfj B	49	18	11	5	5	14	95
71°31'N19°00'A	62	17	13	4	7		ca 110
72°02'N26°33'A	51	13	12		7		> 83
73°01'N22°21'A	41	17	11		3		> 72
73°30'N19°52'A	34	13	7	4	8		ca 69
73°50'N20°00'A	36	11	8		8		ca 70
74°31'N30°55'A	15	2	4	1	4		ca 27

Tabell 6 : Konstanter for tidvatn. Tala er gitt i cm.

7 ISING

OD (1987) tilrår å bruke fylgjande verdiar for is på innretningar nord for 68° N:

Høgde	Lasttilfelle 1	Lasttilfelle 2
Under 5 m	0	10 mm
5 - 10 m	150 mm	10 mm
10 - 25 m	Lineær reduksjon frå 150 mm til 0	10 mm
Over 25 m	0	10 mm

Tabell 7 : Is med ein årleg sjanse på 10^{-2} .
Lasttilfelle 1 er ising frå sjøsprøyt.
Lasttilfelle 2 er frå atmosfærisk ising.

Tillrådinga har sitt opphav i eit studium som Otter gruppa (1983) gjorde for Norsk Hydro til bruk på Oseberg. Desse tala har OD multiplisert med ein faktor på 2. Etterrekning av OD si tilråding mot tal frå modellar gjev fylgjande resultat:

RIGG	OD (1987)	MODELLAR TROMSØFLAKET
BORGNY DOLPHIN	1740	1235
ZAPATA UGLAND	635	629
NORJARL	1400	-

Tabell 8 : Islaster på leiteriggjar. Tala er gitt i tonn.

Det som gjev utslag er lasttilfelle 1. Lasttilfelle 2 gjev mykje mindre laster.

Ei teoretisk utgreiing om dei modellane som er brukt er gitt av Horje og Vefsmo (1985). Då modellane mellom anna:

a) ikkje tar omsyn til varmeeigenskapane til riggen b) er bygd på erfaringar med små fiskefarty som flyttar på seg

ertruleg modellresultata på den sikre sida. Tromsøflaket er ikkje den staden i Barentshavet der faren for ising er størst (Bjerke og Torsethaugen, 1989), men i sum burde den rettleiinga som er gitt frå OD (1987) vera på den sikre sida.

```
+-----+
| Disse verdiane for islaster skulle ikkje gje store |
| dimensjoneringsproblem, om ein tek omsyn til dei |
| tidleg nok. |
+-----+
```

8 HAVIS

8.1 HISTORISKE ISGRENSER

Kring 1.juni 1867 låg isgrensa 25-30 mil nord for Nordkapp (Finmarksposten 1867). Etter det Karl Pettersen (1926) fortalde i 1881 var 1867 det mest ekstreme året med is han kjende til før 1881.

Adolf Hoel (1961-1962) fortel at:

"Til slutt vil jeg omtale en merkelig forekomst av drivis på Finnmarkskysten. Opplysninger herom fikk jeg i to brev fra en 80-årig mann, som bodde i Berlevåg i omtrent 60 år. I det første brev forteller han at det i 1870 eller 1871 kom drivis ned til kysten i Øst-Finnmark omtrent en mil fra Berlevåg. Ismassene hadde en lengde av 40-50 km i retning øst-vest. Isens høyde over havflaten var ca ei håndsbredde. Isen var ikke synlig mere enn en dag fra Berlevåg. Den drev østover og forsvant. I et senere brev beretter han at fra et fjell øst for Båtsfjord var isen synlig så langt øyet rakk".

Charles Rabot (1929) gjev nokre tilleggsopplysningar ut frå same kjelda. Mellom anna at eit isflak stranda ved innløpet til Syltefjord og ikkje smelta før på sumaren.

Koblar ein desse opplysningane med det Karl Pettersen (1926) seier om ekstreme isutbreidingar kan det vera at informanten som ga desse opplysningane i 1929 har hugsa feil årstal. Vi kan altså ikkje sjå vekk frå at desse hendingane fant stad i 1867. På den andre side vert det i ei årsmelding om fisket i Finmark for 1870 sagt at stormande ver og slette istilhøve hindra fisket (Finmarksposten, 1871). Det kan også veraat informanten har sett

fjordis på veg ut frå ein fjord. Det hender nemleg at til dømes Varangerfjorden frys til.

Karl Pettersen (1926) fortel om istilhøva i 1881 :

"M.A.Ingebrigtsen, Jagt Hvidfisken 54 Tons drægtig, afgang fra Tromsø 17de Maj, traf Is under 71° 31' n.Br. og 9° ø.L. og sejlede langs Iskanten vestover til 7° ø.L. for her at søge Udvej. Da Ismasserne imidlertid snarere syntes at tiltage end at aftage, jo længere frem der naaedes mod Vest, lagdes Kursen om. Der styredes nu i flere Døgn langs Iskanten i østlig og nordøstlig Retning indtil 23. Maj, da Fartøiet befandt sig paa 72° 12' n.Br. og 10° 30' ø.L. Herfra fulgtes Iskanten fremdeles i østlig Retning til 19° 30' øst-l. indtil 25. Maj, da man bestemte seg til at vende tilbage. Saalangt der kunde sees i Kikkert, fandtes Isen fremdeles at fortsætte østover."

Han fortel og om fleire andre observasjonar av havis som var langt sør dette året.

Desse observasjonane ligg langt sør for dei områda ein har observert havis dei seinaste åra. På bakgrunn av desse observasjonane skulle ein og tru at det ikkje er ei sørleg grense for havis, og at ein ikkje kan sjå på den sørlege grensa som ein statistisk parameter.

8.2 STATISTIKK

Isgrensene i Barentshavet er registrert av DNMI på grunnlag av satelittobservasjonar. Desse vert vist på kart som DNMI gjev ut kvar veke.

Gjev vi den føresetnaden at dei årlege ekstremverdiane er fordelt i samsvar med Gumbel fordelinga, kan vi finne den sørlegaste utbreiinga av havis med ein årleg sjanse for overskriding på $10\%^{-2}$ (Kvitrud og Qvale, 1989). Som ein kontroll er dei verdiane analysa gjev samanlikna med det russiske kjeldar gjev (Vinje, 1985). Dei har plotta største sørlege utbreiing etter lang tids observasjonar. Det er eit godt samsvar mellom desse kurvene, sjå figur 6.

Datagrunnlaget for å ekstrapolere til $10\%^{-4}$ -nivået er spinkelt. Om vi likevel gjer det vil vi finne at ein i mesteparten av Barentshavet vil måtte ta omsyn til havis ved dimensjonering.

8.3 SKADEPOTENSIALET

At havis/drivis har eit skadepotensiale såg vi sist i sommar, då cruisebåten Maxim Gorki gjekk på drivisen vest for Svalbard.

Det skadepotensialet havisen har er avhengig av fleire parametarar. Av dei viktigaste er kor tjukk isen er, relativ

hastighet mellom is og innretning, dei fysiske eigenskapane til isen og kor store isflaka er (Mobil, 1988).

For ein halvt nedsenkbar innretning av stål fekk ein for tilhøva ved Hibernia i Canada (Ringstad, 1988):

- a) Lokale forsterkingar i plater i skroget var naudsynt.
- b) Ved iskonsentrasjonar på under omlag 50% (areal av isflak delt på vassflata) glei isen lett forbi. Ved større iskonsentrasjonar tok isen til å pakka seg og gav store forankringskrefter.

X = einiskilde observasjonar
 ---- = russisk grense for havis for mars måned
 ---- = 10;^2 nivå bygd på observasjonar frå 1970 - 1988
 ++++ = 10;^4 nivå bygd på observasjonar frå 1970 - 1988
 oooo = Isgrense i mai 1881

Figur 6 : Isgrenser i Barentshavet

8.4 KONKLUSJON

```

+-----+
| Ein vil i største delen av Barentshavet måtte ta |
| omsyn til havis i dimensjoneringa. Skadepotensialet |
| er i all hovudsak av lokal art på innretningane. |
+-----+

```

9 ISFJELL

9.1 Historikk

Første gong vi høyrer om isfjell i Barentshavet sør for 74°N var i februar 1881. Då kom to isfjell inn til kysten ved Kvaløya i Troms ved 70°13'N 19°30'A. Det største var 11m høgt. I tillegg var det mange isfjellobservasjonar frå Nordkyn og austover i juni 1881. Dei største var opp til 30m over havflata. I mai og juni 1929 kom ei rad med isfjell inn til kysten av Kola og Aust-Finnmark, frå 24° til 44°A (Hønsi, 1988). Lokalavisene i Finnmark rapporterte at dei var opp til 30 m over havflata. Dette er dei sørlegaste observasjonane av isfjell som vi kjenner i Barentshavet.

Observervasjonar på sokkelen sør for 74°N er teikna inn på figur 7 (Hønsi, 1988). Det er og drege ei line for kva russiske kjelder gjev som "1% sjanse for å oppdaga isfjell" sør for denne (Atlas of Murmansk Oblast, 1971). Denne lina er lagt der varme og kalde havstraumar møter kvarandre.

Figur 7 : Isfjell sør for 74°N (Hønsi,1988)

.	Observasjon av isfjell
1929 VII	Måned og år for observasjon
skrafert	Her vart det i mai-juni 1929 sett 20 isfjell
oooo	Russisk grense 1% sjanse for isfjell
----	Nord for denne linja bør isfjell vurderast (OD,1987)

9.2 SKADEPOTENSIALE OG RISIKO

Risikoen med isfjell er det eit produkt av sjansen for kollisjon og konsekvens.

Sjansen for kollisjon er nært knytta opp mot kor ofte det er isfjell i det aktuelle området. Dersom ein i figur 7 har fått med alle dei isfjella som har vore sør for 74°N så er sjansen for kollisjon på ein gitt lokasjon liten. Ein mangler nok idag historiske bakgrunnsdata for å kunne fastslå dette sikkert.

Leiteboringsinnretningar er i dag (SD, 1973) dimensjonerte for kollisjonar med båt med deplassement på 5000 tonn og ein fart på 2 m/s. OD (1987) har den same tilrådinga for tidlege fasar av prosjekteringa. Desse kollisjonane er forutsett i havflata. Med ein formel for energi = $1/2 m v^2$ vert det 10 MJ når ein ikkje tar omsyn til hydrodynamisk

tilleggsmasse. Ei dynamisk analyse av Gullfaks A viser at denne innretninga kan tåle ein kollisjon med eit tankskip på 150.000 tonn med ein fart på 2 m/s eller ein energi utrekna på same måten på 300 MJ. Energifordelinga mellom isfjell og innretning i ein kollisjon vil vera forskjellig frå det ein båt og eit isfjell har. Isfjellet vil vera mindre stivt enn båten og mindre delar av energien må då takast opp av innretninga. Så kapasiteten til desse konstruksjonane vil vera høgare enn dette.

Mellom Bjørnøya og Hopen er det målt ein midlare fart på ismasser over lang tid på kring 0,1 m/s (Bercha, 1989 og Vinje, 1989). For kort tids observasjonar er det målt ein middelværdi på 0,45 m/s med eit standardavvik på 0,12 m/s (Bercha, 1989). Straumane er nok noko større i dette området enn lengre sør, men for overslag skulle 0,45 m/s vera brukande. For å få ein energi på 10 MJ må vi ha eit isfjellet på omlag 100.000 tonn. For å få 300 MJ treng ein eit isfjell på 3 millionar tonn.

Målingar mellom Bjørnøya og Kong Karls land i 1988 gav ein middelværdi på isfjell på 570.000 tonn, men spreidinga var stor. Det største isfjellet var på 8 millionar tonn (Løvås og Næss, 1989). Dei isfjella som kjem sør for 74°N vil nok vera mindre enn kva desse verdiane gjev.

Dei innretningane ein idag bruker for leiteboring vil få store skader om den skulle kollidere med ein isfjell. Det skulle likevel vera mogleg å dimensjonera ein betongkonstruksjon slik at den kan motstå kollisjonar med isfjell. Det same viser også det arbeidet som har gått føre seg i samband med planlegginga av Hiberniafeltet i Canada.

9.3 RØYNSLER MED BORING NORD FOR 73°N

Ved boringane som er gjort av Mobil og Norsk Hydro nord for 73°N i 1988 gjorde OD vedtak om at dei skulle ha system for å sikre at isfjell ikkje skulle gjera skade på innretningane.

Under Mobil si boring i august 1988 vart det gjort ei undersøking ved at ein flaug den ruta som er vist på figur 8. Fire isfjell vart funne på denne turen (Spring, 1988).

Figur 8 : Isfjellundersøking 20. august 1988.

Ei tilsvarande undersøking utført av Norsk Hydro i november gav ikkje observasjonar av isfjell. Trass i dette fann dei 23. november 1988 restar av eit isfjell med fribord på 1 m og vekt omlag 500 tonn, 9 km nord for borelokasjonen (Engseth, 1989).

9.4 KONKLUSJON

```
+-----+
| Isfjell vil kunne gje alvorlege skader på ein          |
| innretning. Meir kunnskap er naudsynt for å vita kor  |
| ofte ein kan venta å treffa på isfjell sør for 74,5°N. |
+-----+
```

10 TEMPERATURTILHØVA

10.1 LUFTTEMPERATUR

Ein har i Barentshavet sør for 74°N observert temperaturar ned mot -30°C (Iden og Tønnesen, 1988), sjå figur 9. Ei ekstrapolering til ein årleg sjanse på 10⁻² for overskriding gav -35°C for Bjørnøya og -18°C for Tromsøflaket (Bjerke og Torsethaugen, 1989). For arbeidsmiljø, operasjon, dimensjonering, materialvalg og materialtesting har desse temperaturane innverknad. Med dei materialkvalitetane ein har tilgang til i dag er temperaturen rett nok ikkje noko stort problem, om ein tek omsyn tidleg nok.

Figur 9 : Observerte minimumstemperaturar (Iden og Tønnesen, 1988).

Nokon tendens til auka temperaturar (drivhuseffekt) er det ikkje ut frå målingane på Bjørnøya.

10.2 SJØTEMPERATURAR

Endringane i sjøtemperatur frå Nordsjøen til Barentshavet er liten, sjå figur 10 (OD, 1989). For dei fleste føremål har forskjellane lite å seia.

Figur 10 : Sjøtemperatur i overflata med ein årleg sjanse på $10\%^{-2}$ for overskriding.

10.3 KONKLUSJON

```

+-----+
| Temperaturane i Barentshavet er lågare enn kva ein er |
| van med frå andre delar av sokkelen. Det krever      |
| særskilde tiltak.                                     |
+-----+

```

11.1 VERVARSLING

Då det vart opna for leiteboring i Barentshavet gav OD pålegg til rettighetshaverane om å gjera greie for korleis vervarslinga hadde vore.

Alle hadde røynt at vervarslinga var av skiftande kvalitet. Den generelle oppfatninga var at vinterversling i Barentshavet er av noko dårlegare kvalitet enn i Nordsjøen (Aanstad, 1988 og Askedal, 1989). Ein verifikasjon av daglege varslar til "Ross Rig" i Barentshavet og "Petro-jarl" på Oseberg gav imidlertid ikkje nemnande forskjellar. Samanlikningar som er gjort mellom varsel frå DNMI og varsel frå til dømes Ocean Routs og Brachnell viser ikkje nokon systematisk forskjell i kvalitet (Aanstad, 1988). Bera (1988) meinte at bruk av meteorolog ombord i riggen gav betre varsel enn dei som kom frå land.

Vervarslinga for Nord-Noreg blir no oppgradert med omsyn til dei produkt som legg grunnlaget for vervarsling (Eliassen og Wilhelmsen, 1981). Det er difor grunn til å vente seg betre vervarsling for dette området i framtida.

11.2 ISVARSLING

I samband med leiteboringane nord for 73°N OD gav pålegg om å etablera system for overvaking av is som kan vera til fare under leiteboringa. Det gjeld både isfjell og sjøis.

Dei elementa som Mobil (Armstrong, 1988) og Norsk Hydro (Engseth, 1989) tok i bruk i overvakinga var:

- a) satelittobservasjonar av isgrensene, utført av DNMI.
- b) fly og helikoptertokt for å sjå etter havis og isfjell.
- c) supplybåt som gjekk til isgrensa og patruljerte der (Norsk Hydro).
- d) satelittbøye i isen for å sjå korleis den flytta seg (Norsk Hydro).
- e) isvarsling frå DNMI og andre.
- f) bruk av rapportar frå kystvakta (Norsk Hydro).

Ein av konklusjonane var at isvarsla var av blanda kvalitet (Engeseth, 1989). Ein veit idag ikkje nok til å gje varsel ein kan lita på.

Varsling av isfjell er ikkje mogleg om ein ikkje utstyrer kvart isfjell med instrument slek at ein til ei kvar tid veit kvar dei er. Det ein i røynda må lite på er gode radarsystem som kan varsle når isfjell er i ein viss avstand frå innretningen. Ein må då ta dei åtgjerdsler som er naudsynte.

11.3 KONKLUSJON

+-----+

| Varslingstenesta i Barentshavet er ikkje så god som |
| det ein finn lengre sør. Det gjev eit lågare |
| tryggleiksnivå på versensitive operasjonar enn kva ein |
| er van med. |
+-----+

12 JORDSKJELV

Som figur 11 viser er det i Barentshavet liten jordskjelvaktivitet (Bungum, 1988).

Frå 1987 har det rett nok vore lokale målingar som viser at Ringvassøy - Loppa bruddlinja er jordskjelvakktiv. Jordskjelva her er likevel så små at dei ikkje blir registrert av dei vanlege målestasjonane.

+-----+
| Barentshavet har låge verdiar på dimensjonerande |
| jordskjelv samanlikna med andre delar av sokkelen, jf |
| figur 12 (Bungum og Selnes, 1988). |
+-----+

Figur 11 : Jordskjelv frå tre ulike databasar og tider.
Ulike terskelverdiar er brukt for kvart tilfelle, men heile tida med symbolproposjonale med storleiken på skjelvet.

Figur 12 : Største akselerasjon i fjellgrunnen med ein årleg sjanse for overskriding på 10^{-4} .

13 GRUNNTILHØVA

13.1 TOPOGRAFI

Store delar av havbotnen i Barentshavet har spor etter pløying frå isfjell. Figur 13 syner kvar ein har pløyespor på eit område av Tromsøflaket (Gunleiksrud, 1986). Det er registrert lokale groper (pockmarks) langs nokre av pløyespora. Desse er truleg danna av oppsivande gass (Gunleiksrud, 1986).

Figur 13 : Pløyespør etter isfjell på Tromsøflaket
(Gunleiksrud , 1986)

Undersøkingar av dei geotekniske tilhøva i og utanfor pløyespera på Tromsøflaket viser at pløyeprosessen gjev plastiske deformasjonar og omrøring av jorda, og med det lokale endringar i dei geotekniske eigenskapane. Fundamentering av innretningar i slike pløyesper kan vera vanskeleg. Det kan og vera vanskar med å få fastsett dei rette geotekniske eigenskapane til jorda. For røyrledningar kan pløyespera føre til frie spenn, sjå Stang (1989).

13.2 JORDARTAR

Dei øvre laga som har kome etter at isen drog seg attende etter siste istid vil vera normalkonsolidert, og blautare enn laga lengre nede. Overflatelaget er nesten utan unnatak leire og silt (Fisher og Bryhn, 1988).

Figur 14 viser korleis Vorren og Kristoffersen (1986) trur den vestlege grensa for brèisen på havbotnen var ved slutten av siste istid. Dei områda som har vore islagt vil ha overkonsoliderte sediment som er godt pakka.

Figur 14 : Grense for brèisen ved den største utbreiinga i siste istid. Pilene viser kva veg isen gjekk.
(Vorren og Kristoffersen, 1986)

Som på andre delar av sokkelen er det og i Barentshavet lagdeling med sediment frå leire til blokk (Gunleiksrud, 1986 og Elverhøi og andre, 1988). Boringar utført av Statoil på Askeladden viser lav skjærmotstand i dei øvste 2 m, og så hardare leire lengre nede. Frå 10-25 m er det svært harde jordartar. Dei geotekniske eigenskapane til leirartane som vart undersøkt på Askeladden er samsvarande med det ein finn i Nordsjøen (Tjelta og andre, 1983).

13.3 SEDIMENTÆRE LAG

På Tromsøflaket vil ein ha sedimentære lag på kring 100-200m (Gunleiksrud, 1986). Om ein går lengre nord og aust ser det ut til at sedimentdjupa minkar (Solheim og Elverhøy, 1988), sjå figur 15. For Tromsøflaket har det rett nok vist seg vanskeleg å skilje mellom sediment og fjell, då delar av sedimenta er i ei omdanningsfase til å bli fjell (Tjelta, 1989).

Om ein får mindre sedimentlag enn 50m som ein finn i delar av området, så vil det fundameteringsmessig gjere det mykje lettare (og billigare) å bygge ut enn på felt der ein har monaleg større sedimentlag. Sedimentlaga er mykje mindre i Barentshavet enn kva ein er van med lengre sør. Dette vil særleg slå positivt ut for pela konstruksjonar der ein kan pele til fjell med korte pelar. For ein betongkonstruksjon som står på havbotnen vil det òg gje eit stivare total-system. Når ein kjem opp i 200m med sedimenter blir det liten forskjell i høve til andre delar av sokkelen.

Figur 15 : Sedimentlag i delar av Barentshavet. Tala er gitt i meter.

13.4 KONKLUSJON

+-----+
| Barentshavet skiljer seg ut frå det ein har i Nordsjøen |
| med store pløyespor i havbotnen. Dette er problem ein |
| og har på Haltenbanken. Sedimentlaga i Barentshavet er |
| monaleg mindre enn kva ein er van med. Det kan gje |
| enklare fundamentløysingar |
+-----+

14 SLUTTKONKLUSJON

+-----+
| Leiteboring og eventuell framtidig produksjon av olje |
| og gass i Barentshavet gjev, og vil gje, utfordringar |
| som ein ikkje tidlegare har hatt lengre sør på |
| sokkelen. Når det gjeld kunnskap om naturtilhøva er |
| det truleg i samband med isfjell vi finn dei største |
| hola. Det er og isfjell som kan gje dei største skadene. |
| For dimensjoneringa er det nok likevel bøljelaster som |
| vil dominere i Barentshavet-Sør som lengre sør. |
+-----+

15 KJELDER

Aanstad K : Naturdatainnsamling i Barentshavet, brev fra Operatørkomitè Nord til OD av 28.10.1988.

Armstrong R P : Collection of environmental data in the Barents Sea. Brev fra Mobil til OD av 19.11.1987.

Askedal S A : Erfaringer fra leteboring med "Ross Rig" i Barentshavet, brønn 7321/9-1. Brev fra Norsk Hydro til OD av 12.01.1989.

Atlas of the Murmansk Oblast, Moskva 1971.

Barstow S, Vardal L, Guddal J og Reistad M: Evaluation of the WINCH hindcast for the Barent Sea. Oceanor report OCN 88015, Trondheim 1988,

Barstow S F, Matisen J P og Schjølberg P : Miljøforhold i Barentshavet, Sentralbanken, Bjørnøya, Nordkapbanken, Stasjon B og C, Periode 1985-88, OD rapport YA-526 C, Stavanger 1989

Bera J : Natural data collection - Barents Sea, brev frå Total Marine Norsk A/S til OD av 28.09.1988.

Bercha International : SAR imagery analysis, 1988 IDAP project, Calgary, 1989.

Bjerke P L og Torsethaugen K : Environmental Conditions on the Norwegian Continental Shelf, Barents Sea, NHL rapport STF 60 A89052, Trondheim 1989.

Bungum H : Earthquake occurrence and seismotectonics in Norway and surrounding areas, Norsar, Oslo, 1988.

Bungum H og Selnes P B : Earthquake loading on the norwegian continental shelf, summary report, Norsar/NGI, Oslo 1988.

Børresen J A: Vindatlas for Nordsjøen og Norskehavet, Oslo 1987.

Carstens T, Løset S og Løvås S M : Ice drift modelling for the Barents Sea, NHL, Trondheim 1988.

Det norske meteorologiske institutt: Monthly mean sea ice charts, januar 1970 - desember 1988.

Eide L I : Environmental Conditions in the Barents Sea and near Jan Mayen, Meteorologisk Institutt, Oslo 1983

Eide L I : Plans for future wave measurements and analysis, ANODA-ODAP seminar, Sintef, Trondheim 1986.

Eliassen A og Wilhelmsen K : Vinterboring i Barentshavet. Varslenes Kvalitet. Brev fra DNMI til OD av 26.06.1989

- Elverhøi A, Pfirmann S L, Solheim A og Larssen B B :
Glaciomarine sedimentation on epicontinental seas -
exemplified by the Northern Barents Sea, Norsk
Polarinstitutt, Skrift nr 47, Oslo 1988.
- Elverhøi A og Solheim A : The Barents Sea ice sheet - a
sedimentological discussion, Norsk Polarinstitutt, Skrift
nr 47, Oslo 1988.
- Engeseth B : Erfaring med isobservasjon og varsling av is i
forbindelse med boring av brønn 7321/9-1, Norsk Hydro,
Sandnes, 09.01.1989.
- Finmarksposten : frå 05.06.1867 og 06.05.1871, utgitt i
Hammerfest
- Fisher K P og Bryhn O R : Corrosion and corrosion
evaluation of superficial sediments on the Norwegian
Continental Shelf, NGI publikasjon nr 170, 1988
- Gunleiksrud T og Rokoengen : Bunnforholdenes betydning ved
legging av olje- og gassrørledninger fra område I utenfor
Troms i Nord-Norge, Trondheim 1977
- Gunleiksrud T : Geologi og grunnforhold på norsk sokkel -
oversikt, kursdagene ved NTH, 1986.
- Halleraker : Operasjon med "Ross Rig", brønn 7321/9-1,
License 141, Norsk Hydro, Sandnes 8.12.1988.
- Helland A : Topografisk statistisk beskrivelse over Finmark
Amt, Kristiania, 1905-06.
- Hoel A : Isfjell på kysten av Øst-Finnmark, Norsk
Geografisk Tidsskrift, Volume XVIII, no. 5-6, Oslo 1961-62.
- Horjen I og Vefsnmo S : Computer modelling of sea spray
iceing on marine structures, IFIP/IFAC Symposium,
Automation for safety in shipping and offshore petroleum
operations - ASSOPO 85, Trondheim, juni 1985.
- Houmb O G, Lønseth L, Schjølberg P og Vollan B :
Environmental conditions under polar lows. Oceanor report
OCN86022, Trondheim, 1986.
- Hønsi I : Isfjell i Barentshavet, OD, Stavanger 1988.
- Hønsi I : Stormar ved Utsira, Skomvær, Ingøy og Fruholmen,
OD, Stavanger, 1989.
- Iden K A og Tønnesen H : Kart over lufttemperatur i området
mellom Norge og Svalbard, DNMI, 1988.
- Kvitrud A og Nilsson K : Environmental loads on structures,
NPD-guidelines for loads and load effects, OMAE-1989, Den
Hague, 1989.
- Kvitrud A og Qvale A : Isgrenser i Barentshavet, OD,
Stavanger, 1989.

Lystad M : Polar lows in the Norwegian, Greenland and Barents Sea, DNMI, Oslo, 1986.

Løset S : Icing on marine units - experiences and research Norske Sivilingeniørers forening seminar : Vinterboring på norsk kontinentalsokkel, Fagernes, november 1985.

Løvås S M og Næss T : 1988 IDAP projects in the Barents Sea. Aerial stereo photography, Fjellanger Widerøe og NHL, Oslo og Trondheim, 1989

Mathisen J P og Schjølberg P : Environmental Conditions in the Barents Sea. The Central Bank and Bear Island. Period : 1985-86, OD, Stavanger, 1989.

Mobil Oil Canada og Mobil Exploration Norway : A synopsis of Canadian cold water environmental research, Stavanger, 1988.

Oljedirektoratet : Forskrift for bærende konstruksjoner fastsett 29.10.1984.

Oljedirektoratet : Regelverkssamling for petroleumsvirksomheten, ajour 01.01.1989, Stavanger, 1989.

Oljedirektoratet : Veiledning for laster og lastvirkninger fastsett 02.01.1987.

Olsen E : Number of storms per year 1920-88. Brev frå Oceanor til OD av 02.05.1989.

Otter gruppen : Oseberg Conceptual Study, Estimation of Loads due to platform icing, Trondheim, 1983

Pettersen K : Isforholdene i Nordishavet i 1881 og 1882. Norsk Geografisk Tidsskrift bn 1, 1926.

Rabot C : Claces Polaires sur les cotes de Norwège, La Nature no 2822, 01.12.1929.

Ringstad B, Mobil, Houston : samtale om havis 15.11.1988

Sjøfartsdirektoratet : Forskrifter for flyttbare boreplattformer med innretning og utstyr som anvendes til boring, Oslo, 10.9.1973, håndhevet av OD fra 1.7.1985.

Solheim A og Kristoffersen Y: Sediments above the upper regional unconforming : thickness, seismic stratigraphy and outline of the glacial history, Norsk Polarinstitut, Skrift 179 B, Oslo, 1984.

Spring W : Trip report, iceberg reconnaissance, 20. august 1988, Mobil, Stavanger, 1988.

Stang H : Transportløsninger i Barentshavet, Naturdatakonferansen i Harstad, Oljedirektoratet, 1989.

Steffensen E L : The Climate at Norwegian Arctic Stations, Klima nr 5 sept 1982.

Strøm og Brataas : Borgny Dolphin, iceloads, Aker Engineering, Oslo, 02.12.1985.

Tjelta T-I, Watt P H og Senner D W : Deep water soil investigation : planning to results, Statoil, 1983

Tjelta T-I, Statoil, Stavanger : Samtale om dei geotekniske tilhøva på Askeladden 11.08.1989

Tryggestad S, Orvik K A, Haver S, Eide L I, Sundby S og Loeng A : Environmental Conditions at Tromsøflaket, results of measurements from 1976 to 1981, OD, Stavanger, 1983.

Vinje T: Frequency distribution and sea ice in Greenland and Barents Seas 1971-1980. Norsk Polarinstitutt, Årbok 1980. Oslo, 1980.

Vinje T: The physical environment, Western Barents Sea, Drift, composition, morphology and distribution of the sea ice fields in the Barents Sea, Norsk Polarinstitutt skrifter no 179c, Oslo, 1985.

Vinje T: Sources of Barents Sea ice data, NHL seminar, Trondheim, 1988.

Vinje T: Icebergs in the Barents Sea, OMAE-1989, Den Hague, 1989

Vorren T O og Kristoffersen Y : Late quaternary glaciation in the south-western Barents Sea, Boreas nr 15, Oslo 1986.