



# RAPPORTSERIE

Nr. 34 - Oslo 1987

PAL PRESTRUD & NILS A. ØRITSLAND:

Miljøundersøkelser i tilknytning til seismisk virksomhet på Svalbard 1986

Et ledd i konsekvensutredning av  
petroleumsvirksomhet på Svalbard

# NORSK POLARINSTITUTT

**Nr. 34 - Oslo 1987**

**PÅL PRESTRUD & NILS A. ØRITSLAND:**

**Miljøundersøkelser i tilknytning til seismisk virksomhet på Svalbard 1986**

- Et ledd i konsekvensutredning av petroleumsvirksomhet på Svalbard

Pål Prestrud og Nils Are Øritsland  
Norsk Polarinstitut  
Rolfstangveien 12  
1330 Oslo Lufthavn



## FORORD

Denne rapporten inneholder resultatene fra de miljøundersøkelsene som MUPS-programmet ved Norsk Polarinstitutt har hatt ansvaret for å gjennomføre i 1986. BP, Statoil, SNSK/Hydro og Arctic Development Corporation (ADC) ble alle pålagt å gjennomføre spesifiserte miljøundersøkelser av Miljøverndepartementet i tilknytning til landseismiske undersøkelser på Svalbard i 1986. SNSK/Hydro valgte å gjennomføre miljøundersøkelsene i egen regi, mens de andre selskapene overlot ansvaret til MUPS-programmet.

Både Statoil og BP har oppfylt sine forpliktelser overfor MUPS. En spesiell takk må rettes til Alv Orheim, Statoil, for en aktiv og saklig representasjon av sitt selskaps interesser. Takk må også rettes til BP som alltid har vært imøtekomende og opptrådt korrekt i forholdet til miljømyndighetene.

ADC har ikke oppfylt sine forpliktelser overfor MUPS, og er pr. d.d. skyldig Norsk Polarinstitutt ca. 170.000 kroner. Alle feltprosjektene som ADC var pålagt har gått som planlagt på tross av selskapets økonomiske problemer som ble akutte i løpet av sommeren.

MUPS har hatt ansvaret for å gjennomføre i alt 7 feltprosjekter på Svalbard i 1986: Reinsdyrundersøkelser, isbjørnundersøkelser, ring-selundersøkelser (vår og sommer), måling av støy fra helikopter og seismikk-skyting, vegetasjon og kvartærgeologiske forhold i Berzeliusdalen. Prosjektene er utført av forskere ved universitetene i Oslo og Tromsø, og av forskere som er blitt engasjert direkte av oss, og som har hatt arbeidsplass ved Norsk Polarinstitutt.

En takk må rettes til de ansvarlige for prosjektene som har klart å gjennomføre prosjektene på en tilfredsstillende måte på tross av hastverk og svært dårlig tid til forberedelser.

I tilknytning til isbjørnundersøkelsene ble BP og Statoil pålagt å bidra med midler til publisering og prosessering av data på forstyrrelser i kunstige isbjørnhi som professor A. S. Blix, Universitetet i Tromsø, hadde samlet inn i Alaska. Resultatet er publisert i det siste kapitlet i denne rapporten

Rolfstangen, 2. februar 1987

Pål Prestrud

Nils A. Øritsland





# INNHOOLD

FORORD	3
SAMMENDRAG	11
<b>KAP. 1 <u>Pål Prestrud og Nils A. Øritsland</u></b> <b><i>OPPSUMMERING OG ERFARINGER FRA 1986</i></b>	
1.1. INNLEDNING	17
1.2. SEISMIKK I 1986	19
1.2.1. Selskapenes planer	19
1.2.2. Seismikk som ble gjennomført i 1986	20
1.3. FORESLÅTTE MILJØUNDERSØKELSER 1986	23
1.4. RESULTATER OG ERFARINGER FRA MILJØUNDERSØKELSENE I 1986	28
1.4.1. Kort oppsummering av resultatene	28
1.4.2. Konsekvenser for miljøet av virksomheten i 1986	32
1.4.3. Erfaringene fra 1986-sesongen	34
1.5. ARBEIDET VIDERE	36
<b>KAP. 2 <u>Rasmus Hansson:</u></b> <b><i>ISBJØRNUNDERSØKELSER PÅ ØSTKYSTEN AV SPITSBERGEN VÅREN 1986</i></b>	
2.1. BAKGRUNN	43
2.2. PLANENE OM SEISMISK AKTIVITET	43
2.3. ISBJØRNBIOLOGI	44
2.4. UNDERSØKELSESOPPLEGG OG PRAKTISKE FORHOLD	46
2.5. UTFØRTE REGISTRERINGER	48
2.6. RESULTATER OG DISKUSJON	51
2.6.1. Binner med årsunger	51
2.6.2. Binner med eldre unger og enslige bjørn	57
2.6.3. Hornsundtrekket	58

2.7.	KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER	59
2.8.	LITTERATURLISTE	63

**KAP. 3 Rasmus Hansson:**  
**REINSDYRTELLING PÅ NORDENSKIØLD LAND**  
**VÅREN 1986**

3.1.	BAKGRUNN	67
3.2.	OMRÅDEBESKRIVELSE	68
3.3.	REINSDYRBIOLOGI OG -FORVALTNING	69
3.4.	MÅLSETTING	72
	3.4.1. Telleområder	72
	3.4.2. Gjennomføring	72
	3.4.3. Resultater	74
3.5.	DISKUSJON	78
3.6.	ANBEFALINGER	81
3.7.	LITTERATURLISTE	87

**KAP. 4 Chr. Lydersen, P.M. Jensen & Espen Lydersen:**  
**STUDIES OF THE RINGED SEAL (*PHOCA HISPIDA*)**  
**POPULATION IN THE VAN MIJEN FIORD, SVALBARD,**  
**IN THE BREEDING PERIOD 1986**

4.0.	SUMMARY	91
4.1.	INTRODUCTION	91
4.2.	MATERIAL AND METHODS	92
4.3.	RESULTS	98
4.4.	DISCUSSION	102
4.5.	ACKNOWLEDGEMENTS	107
4.6.	REFERENCES	108

**KAP. 5 Per Magne Jensen and Lars Øivind Knutsen:**  
***DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF RINGED SEALS***  
***(PHOCA HISPIDA) IN THE VAN MIJEN AND VAN***  
***KEULEN FIORDS, SVALBARD, JUNE-JULY 1986***

5.0.	SUMMARY	115
5.1.	INTRODUCTION	116
5.2.	METHODS	117
5.2.1.	Study area and survey methods	117
5.2.2.	Weather and ice conditions	122
5.2.3.	Data analysis	123
5.3.	RESULTS	124
5.3.1.	Distribution and abundance of seals between 6 and 20 June	124
5.3.2.	Distribution and abundance of seals after 20 June	129
5.3.3.	Responses of seals to the aircraft passing	131
5.4.	DISCUSSION	132
5.5.	ACKNOWLEDGEMENTS	136
5.6.	LITERATURE CITED	137
5.7.	APPENDICES	139
5.7.1.	Appendix A	139
5.7.2.	Appendix B	144

**KAP. 6 Per S. Enger, Nils A. Øritsland og Chr. Lydersen:**  
***LYDTRYKKSMÅLINGER I FORBINDELSE MED SEISMISKE***  
***UNDERSØKELSER PÅ SVALBARD VÅREN 1986***

6.1.	INNLEDNING	151
6.2.	METODER	151
6.3.	RESULTATER	152
6.3.1.	Måling av eksplosjoner i sjøen	152
6.3.2.	Måling av eksplosjoner i luft	154
6.3.3.	Målinger av støy fra helikopter og snøscootere	156
6.4.	DISKUSJON	157

6.4.1.	Lyd i luft	157
6.4.2.	Lyd i sjøen	158
6.4.3.	Dyrenes reaksjon på lyd	158

**KAP. 7 Arve Elvebakk, Torstein Engelskjøn & Lars Hodin:**  
**VEGETASJONSSKADER I BERZELIUSDALEN**

7.1.	INNLEDNING	163
7.2.	MATERIALE OG METODER	163
7.3.	OMRÅDEBESKRIVELSE	165
7.3.1.	Botanisk utforskning	165
7.3.2.	Geologi	165
7.3.3.	Klima	166
7.4.	FLORISTIKK	166
7.4.1.	Karplanter	166
7.4.2.	Kryptogamer	171
7.4.3.	Enkeltlokaliteter av spesiell verdi	173
7.5.	VEGETASJON	174
7.5.1.	Inndelingskriterier	174
7.5.2.	Indeks over vegetasjonssenheter	176
7.5.3.	Næringsinnhold og plantesosiologisk affinitet	178
7.6.	ANALYSE AV SPRENGNINGSSKADENE	181
7.6.1.	Generelle trekk	181
7.6.2.	Skadeomfang	184
7.6.3.	Skadefordeling på ulike vegetasjonssenheter	185
7.6.4.	Selektiv effekt av skadene	189
7.7.	FREMTIDIG UTVIKLING AV SKADENE	190
7.8.	KONKLUSJON	190
7.9.	LITTERATUR	192

**KAP. 8 Jon Tolgensbakk:**  
**EROSJONSUNDERSØKELSER OG KVARTÆRGEOLOGISK**  
**KARTLEGGING I BERZELIUSDALEN**

8.1.	INNLEDNING	197
------	------------	-----

8.2.	UNDERSØKELSESMETODER	198
8.3.	KVARTÆRGEOLOGI OG GEOMORFOLOGI	200
8.4.	REGISTRERING OG VURDERING AV TERRENGSKADER	204
8.5.	VURDERING AV UNDERSØKELSESMETODENE	216
8.6.	OPPSUMMERING	218
8.7.	LITTERATURLISTE	219

## KAP. 9 Arnoldus Schytte Blix:

### *LYD (STØY) OG VIBRASJONSNIVÅ I ISBJØRNHI SOM FØLGE AV PETROLEUMSRELATERT VIRKSOMHET*

9.1.	INNLEDNING	225
9.2.	METODER	226
9.3.	FORSØKSPROTOKOLL	230
9.3.1.	Seismikk på land (I)	230
9.3.2.	Seismikk på land (II)	231
9.3.3.	Seismikk på sjøis	231
9.3.4.	Borerigg	231
9.3.5.	Helikopterstøy	232
9.3.6.	Anleggsvei på land	232
9.3.7.	Anleggsvei på sjøis	232
9.4.	MÅLERESULTATER	233
9.4.1.	Seismikk på land (I)	233
9.4.2.	Seismikk på land (II)	236
9.4.3.	Seismikk på sjøis	237
9.4.4.	Borerigg	238
9.4.5.	Helikopterstøy	238
9.4.6.	Anleggsvei på land	239
9.4.7.	Anleggsvei på sjøis	239
9.5.	KOMMENTARER TIL MÅLERESULTATENE	240
9.6.	KONKLUSJON	243
9.7.	OPPFØLGING - ANBEFALINGER	243
9.8.	APPENDIX I: VIBRATOR ENERGY OUTPUT	244



## SAMMENDRAG

Norsk Polarinstitutt har fra 1986 etablert et eget program (MUPS) for samlet vurdering av hvilke virkninger næringsvirksomhet har på naturmiljøet på Svalbard. I 1986 ble det i regi av MUPS utført feltarbeid angående ringsel, isbjørn, reinsdyr og plantedekket. Undersøkelsene ble finansiert av oljeselskaper i henhold til pålegg fra Miljøverndepartementet.

MUPS har også startet utviklingen av et system for konsekvensanalyse etter et Canadisk mønster. Systemet skal også utvikles til å virke som et verktøy for prioritering av forvaltningsrettede miljøundersøkelser.

### Resultater

Forekomsten av ringsel i van Mijen og van Keulenfjorden ble taksert. 150 - 200 ringsel antas å ha tilhold i van Mijenfjorden i reproduksjons(fødsels)perioden, mens det ble registrert ca. 600 dyr i hårfellingsperioden i juni.

Tettheten av sel var større i nabofjorden van Keulenfjorden enn i van Mijenfjorden. Tellingene antyder at ferdsel medfører en minsket bestand ringsel i nærheten av Svea og andre sterkt trafikkerte områder av fjorden. Ringselundersøkelsene resulterte også i en viktig metodeprøving for selregistreringer i andre fjordområder på Svalbard.

Leting etter isbjørnhi ved hjelp av snøscooter ga et mulig maksimum av 10 ynglehi langs syd-østkysten av Spitsbergen. Dette er ca. 6% av det totale antall ynglehi for isbjørn på Svalbard.

Reinsdyrtellingene dekket deler av Nordenskiöld's Land samt Agardh-området på østkysten. Nytteverdien av tellingene med hensyn til vurdering av fremtidige seismiske undersøkelser ble redusert på grunn av manglende koordinering med tellinger utført av SNSK/Hydro.

MUPS' tellinger på østkysten antyder interessante klimatiske betingede bedre overlevingsmuligheter for reinsdyr på østkysten enn på Norden-



skiölds Land vinteren/våren 1986.

Seismikk-skytingen i Berzeliusdalen ga klare, men begrensede skader på vegetasjon og jordbunn. Sprengninger av 15 - 20 kg overflateladninger bør ikke tillates i fremtiden. Utviklingen av skadene bør følges opp og kan gi grunnlag for forutsigelser om jordbunnen og plantelivets sårbarhet i andre områder.

Målinger av lyd tyder på at dyrelivet kan komme til å reagere på ordinær seismikk på land i en avstand på 2 - 3 km fra sprengningspunktet. I sjøen, dvs. i van Mijenfjorden, lå lydnivået for lavfrekventert lyd svært høyt (nesten 160 dB) selv 10 km fra sprengningsstedet. Dette reiser spørsmål om ikke seismiske undersøkelser i fjordområdene heretter også må anses som meldepliktig virksomhet og effektstudier iverksettes.

Analyser av lydmålinger fra kunstige isbjørnhi i Alaska demonstrerte at tørr snø har meget god dempende virkning. Vi har imidlertid lite kunnskap om isbjørnens følsomhet og reaksjoner på lyd i ynglehi.

Systemet for konsekvensanalyser utvikles i omfattende arbeidsmøter med fagspesialister fra industri, forvaltning og forskningsmiljøer.

Første versjon av systemet forventes fremlagt våren 1987.

#### Organisatoriske og administrative forhold

Norsk Polarinstituttets MUPS-program for miljøundersøkelser har møtt to hovedproblemer som må overvinnes for at myndighetene skal kunne sikres gode og sammenfattende vurderinger av næringsdriftens virkninger på naturmiljøet på Svalbard.

Et problemområde ligger i at noen selskaper mer eller mindre direkte ansetter egne biologer og driver undersøkelser uten koordinering med prosjekter tilknyttet andre selskapers virksomhet. Denne fremgangsmåten kan være utmerket for gjennomføring av grunnleggende forskning, men virker destruktiv i praktisk forvaltningsrettet

sammenheng. Erfaringene fra 15 års forvaltningsrettede miljøundersøkelser i arktisk Canada og U.S.A. fremhever entydig at man må ha sentral faglig analyse og koordinasjon. Organisasjonsstrukturen for MUPS bør endres med henblikk på gi programmet bedre beskyttelse mot fragmentering og nedprioritering av forvaltningens interesser.

For korte tidsfrister for utvelging og iverksetting av miljøundersøkelser samt noen selskapers stadige endringer av planer og gjennomføring av virksomheten på Svalbard representerer det andre hovedproblemet for MUPS. Problemet vil bli forsøkt løst ved at MUPS setter klare tidsfrister for når endringer i selskapenes planer ikke lenger kan påvirke opplegget for miljøundersøkelsene. I tillegg må prinsippet om at en del miljøundersøkelser er felles og uavhengig av det enkelte selskap styrkes.

#### Videre arbeid

Nye feltprosjekter vil bli startet i takt med næringsdriftens aktivitetsnivå og i henhold til prioriteringene fra MUPS - analysesystemet. Vegetasjonsskadene i Berzeliusdalen vil bli forsøkt fulgt opp selv om det ikke blir mer virksomhet i området. MUPS vil gå inn for at pålagte undersøkelser av Svalbard-reinens reaksjon på seismikk og ferdsel blir gjennomført og at et nytt prosjekt fokusert på fugls reaksjoner på helikoptertrafikk og annen ferdsel blir startet.

Revisjon, videreutvikling og anvendelse av analysesystemet vil få høy prioritet også i 1987-88.



## KAPITTEL 1

### OPPSUMMERING OG ERFARINGER FRA 1986

av

Pål Prestrud og Nils Are Øritsland  
Norsk Polarinstitut



### 1.1. INNLEDNING

Begrepet "konsekvensanalyser" har etterhvert blitt vanlig å bruke når forvaltningen skal vurdere større inngrep i naturen. Dersom man med rimelig sikkerhet kan forutsi hvilke virkninger et inngrep vil ha på naturmiljøet, er det mulig å iverksette tiltak som kan redusere eventuelle skadevirkninger, eller i enkelte tilfelle også stanse inngrepet dersom skadevirkningene forventes å bli uakseptabelt store. Begrepet har imidlertid ikke noen entydig definisjon, og det er uenighet om hva en konsekvensanalyse innebærer og hvor godt hjelpemiddel den egentlig er for naturforvaltningen. I andre deler av verden (spesielt USA, Canada, Holland og delvis England) har konsekvensanalysen, eller Environmental Impact Analysis (EIA), utviklet seg til å bli en hel vitenskap, som inngår som et sentralt ledd i beslutningsprosessen ved vurdering av inngrep i naturen.

Leting etter hydrokarboner er igjen blitt aktuelt på Svalbard. For snaut ti år siden ble den første leteperioden avsluttet uten at drivverdige forekomster var påvist. Nye geologiske teorier og muligheten for at deler av Barentshavet blir åpnet for leteboring i 1990, har gjort at aktiviteten har økt sterkt iløpet av de siste par år. Da den første leteperioden begynte midt på 1960-tallet fantes det ingen bestemmelser som regulerte virksomheten i forhold til naturmiljøet. Dette resulterte i et sterkt engasjement fra naturvernhold, som endte opp i vern av store områder, og i en midlertidig forskrift for vern av naturmiljøet på Svalbard. Først i 1983 ble den midlertidige forskriften avløst av permanente forskrifter om vern av naturmiljøet på Svalbard (naturvernforskriften). Denne forskriften er tidsmessig, og fungerer som en "mini" naturvernlov på Svalbard. Den har en rekke generelle regler som berører naturvern på Svalbard. I tillegg gir den Miljøverndepartementet vide fullmakter til å gripe inn med regulerende tiltak og pålegg dersom det måtte være nødvendig.

Sentralt i naturvernforskriften står bestemmelsen om meldepliktig virksomhet, som blant annet krever at alle planer om petroleumsvirksomhet, fra seismiske undersøkelser til utvinning av olje/gass, skal meldes til miljøvernmyndighetene minst ett år før de tenkes igangsatt. I løpet av denne tiden skal virkningene av den planlagte virksomhet for naturmiljøet vurderes av myndighetene (konsekvensanalyse). Departementet har anledning til kreve igangsettelse av virksomheten utsatt i påvente av ytterligere opplysninger, og at den ansvarlige for den planlagte virksomhet utreder eller bekoster undersøkelser om virksomhetens miljømessige virkninger.

Miljøverndepartementet har vurdert situasjonen dithen, at kunnskapene om naturmiljøet og virkningene av menneskelige inngrep på Svalbard's naturmiljø må økes for å bedre presisjonsnivået på konsekvensvurderingene av petroleumsvirksomheten. Derved vil man få bedre muligheter til å regulere virksomheten slik at unødige skadevirkninger kan unngås. Departementet har vedtatt at selskapene selv skal bekoste slike undersøkelser som kan gjøre myndighetene bedre istand til å vurdere de miljømessige virkninger av petroleumsvirksomheten.

I brev fra departementet av 9. des. 1985, ble selskapene gjort oppmerksomme på den linje som departementet aktet å følge. Norsk Polarinstitutt fikk samtidig i oppdrag å koordinere og lede arbeidet med konsekvensanalyser og miljøundersøkelser på Svalbard. Instituttets primære oppgave er å utarbeide forslag til prosjekter som departementet eventuelt pålegger selskapene å få utført, samt å evaluere resultatene fra prosjektene. Samtidig regner instituttet med at det også måtte påta seg å gjennomføre flere av prosjektene på oppdrag fra selskapene.

For å løse sine oppgaver har instituttet utarbeidet programmet "Miljøundersøkelser på Svalbard", forkortet MUPS. Denne rapporten inneholder resultatene fra de miljøundersøkelsene som er gjennomført i regi av MUPS-prosjektet i 1986. Den gir videre en oppsummering av de erfaringene vi har fra det første året MUPS har vært i virksomhet.

## 1.2. SEISMIKK I 1986

### 1.2.1. SELSKAPENES PLANER

Ialt 4 selskaper meldte landseismiske undersøkelser på Svalbard våren 1986. Ingen av meldingene ble sendt innen tidsfristen for meldepliktig virksomhet som forutsatt i naturvernforskriften (ett år før planene skal igangsettes). Miljøverndepartementet vurderte imidlertid landseismiske undersøkelser som mindre naturinngrep, og innvilget selskapene dispensasjon fra ett-års fristen.

Planene som de første meldingene inneholdt var følgende:

STATOIL: Seismiske undersøkelser ved Grimfjellet i Sør-Spitsbergen nasjonalpark fra medio mai, og ved Agardh fra medio april. Innkvartering skulle skje på fartøy i Storfjorden. Helikopter skulle brukes ved transport mellom fartøy og lokalitet. ca. 30 mann i arbeid.

BP : Seismikk i et bredekket område sør for Svea mot Storfjorden. i perioden mars-mai. I tillegg en seismikklinje ut Van Mijenfjorden til Blåhuken, og to seismikk linjer på tvers av Van Mijenfjorden. Innkvartering i Svea. Transport med to helikoptere og div snøscootere og tyngre beltekjøretøy. Ialt ca. 100 mann i arbeid.

SNSK/

HYDRO : Seismikk i Adventdalen - Colesdalen - Reindalen/Semmeldalen på Nordenskiöldland i perioden mars-april. Innkvartering i Longyearbyen. Transport med helikoptere, snøscootere og tyngre beltekjøretøy. Ca. 50 mann i arbeid.

ADC : Seismikk i området Berzeliusdalen, Fridjofbreen, Grønfjorddalen og ytre deler av Van Mijenfjorden i perioden



februar-april. Innkvartering i brakkerigg i Berzeliusdalen. Transport med småfly, helikopter, snøscootere og tyngre beltekjøretøy. Ca. 40 mann i arbeid.

Figur 1 viser hvor på Svalbard de forskjellige seismiske undersøkelsene ble gjennomført eller planlagt gjennomført i 1986.

#### 1.2.2. SEISMIKK SOM BLE GJENNOMFØRT I 1986

Selskapene foretok forandringer i planene helt fram til, og i enkelte tilfelle også etter at, seismikken var igangsatt. Forandringene gjaldt blant annet helt vesentlige momenter for planleggingen av miljøundersøkelsene som tidspunkt for seismikken, lokalisering, anlegg av baser, transport-traseer, bruk av transportmiddel, sprengningsmetodikk etc. Det vil ta for mye plass å gå i detalj her, men noen eksempler må nevnes.

SNSK/HYDRO forandret sine planer flere ganger i desember og januar. Dette gjaldt bl.a så vesentlige punkter som hvor seismikk-linjene skulle legges og hvordan selve sprengningene skulle foretas. Like før virksomheten skulle igangsettes ble den avlyst. MD/NP ble imidlertid ikke informert av selskapene om denne avgjørelsen, men ble oppmerksomme på det som hadde skjedd via en pressemelding. SNSK/HYDRO svarte ikke på henvendelser fra MD og NP, som ba om opplysninger om selskapenes videre planer.

ADC fikk problemer med å skaffe operatør og å finansiere de seismiske undersøkelsene. Først mot slutten av april, to måneder etter planlagt oppstart og en rekke forandringer i planene, endte det hele opp med et sterkt redusert program som ble gjennomført svært annerledes enn forutsatt i den første meldingen. Tilsvarende gjaldt forsåvidt også Statoil, som også gjennomførte et sterkt redusert program og på en annen måte enn forutsatt.

BP var det eneste selskapet som kun foretok mindre forandringer i meldte planer, som besto i at seismikken på isen i Van Mijenfjorden

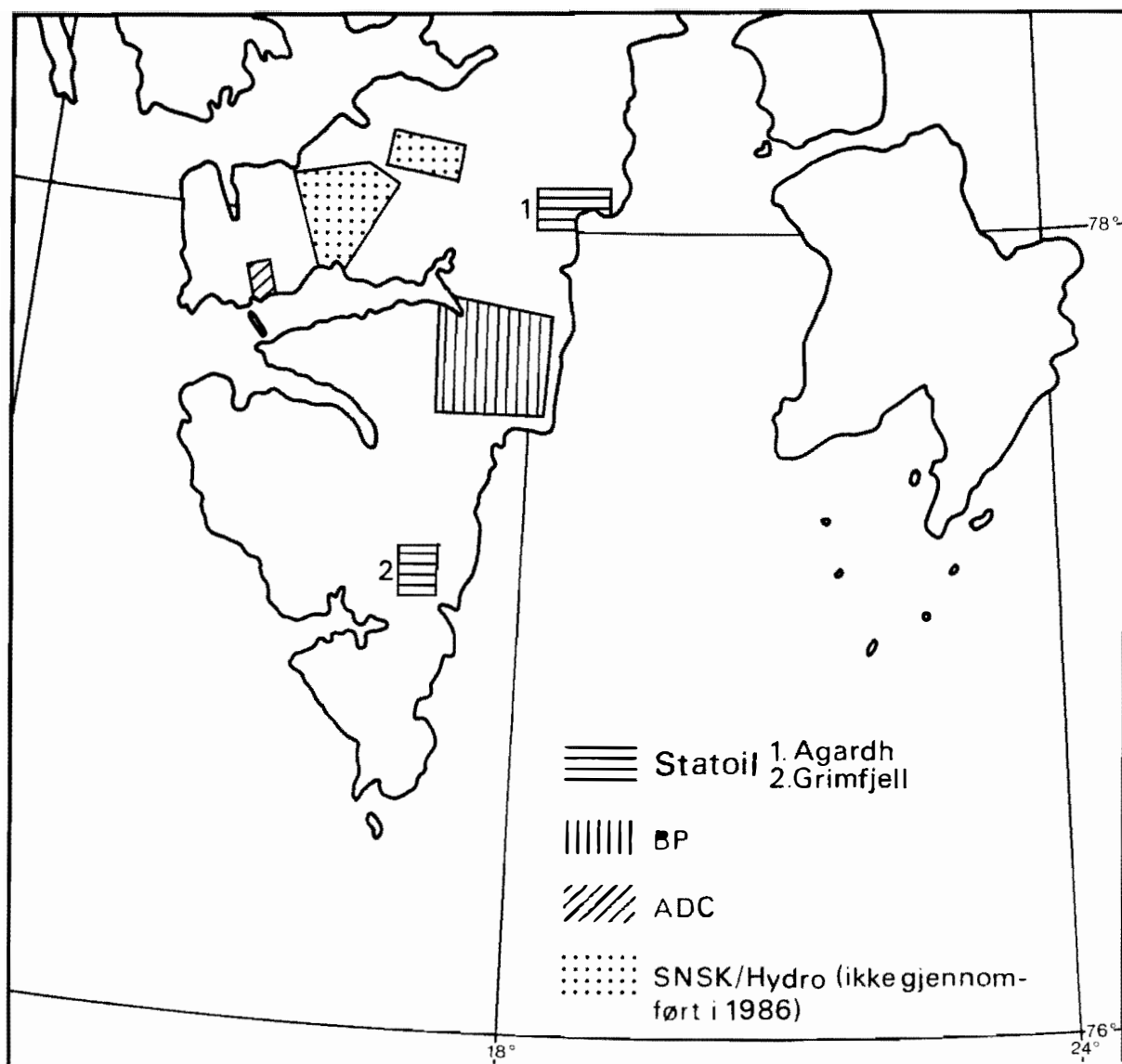


Fig. 1: Lokalteter det ble skutt eller planlagt skutt seismikk på Svalbard våren 1986

ble sterkt redusert.

Selskapene gjennomførte tilslutt seismikken på følgende måte (bortsett fra SNSK/HYDRO som utsatte seismikken like før den skulle igangsettes):

#### ADC

4 seismikklinjer i Berzeliusdalen i perioden medio april-medio mai (30 km). Transport med helikopter (på timebasis), småfly, snøscootere, og beltevogn. personellet ble innkvartert i en brakke leir på stedet. Sprengningene foregikk med 15-20 kg's ladninger på snøen.

#### STATOIL

4 seismikklinjer ved Grimfjellet i perioden ultimo april-primo juni. Transport med 3 helikoptere, 20 snøscootere og 2 beltevogner. Basen (to skip) ble anlagt innerst i Hornsund. Traseer ble anlagt mellom basen og Grimfjellet. Sprengningene ble foretatt med detonerende lunte og mindre ladninger på og i isen.

#### BP

Skøyt ialt 310 km seismikk på breene sør for Svea. 2 helikoptere, 40 snøscootere og 4 beltevogner ble brukt til transport. Base i Svea. Sprengningene ble foretatt utstrukket detonerende lunte og 1/2 kg's ladninger flere meter nede i isen.

Tabell 1 oppsummerer omfanget av den aktivitet som seismikkskytingen medførte. Selskapene ble pålagt å gi disse opplysningene, og tabellene er utarbeidet ved sysselmannskontoret.

SEISMIKK				
	Antall personer	Antall detoneringer	Antall kg dynamitt	Km Seismikk
STATOIL	40 - 50	620	3 600	50
BP	100	8 000	8 600	310
ADC	15	660	11 500	30

TRANSPORT						
	Snøscooter		Helikopter		Bandvogner	
	Ant.	Km	Ant.	Flytimer	Ant.	Km
STATOIL	20	18 000	3	325	3	3 500
BP	40	210 000	2	345	4	8 000
ADC	15	15 600	-	40	1	5 000

Tab. 1: Omfanget av aktivitet i forbindelse med seismikk-skyting våren 1986

### 1.3. FORESLATTE MILJØUNDERSØKELSER 1986

Den overordnede målsetting for konsekvensutredningene av industrielle inngrep på Svalbard er:

1. Gjøre myndighetene istand til å avveie skadevirkningene for miljøet mot de samfunnsmessige og økonomiske fordeler ved naturinngrep
2. Gi myndighetene et grunnlag for å iverksette avbøtende tiltak gjennom pålegg og råd for gjennomføring av naturinngrep. Unødige skadevirkninger på miljøet kan derved unngås.

MUPS' målsetting er følgende:

1. Framskaffe relevante miljødata som bakgrunnsmateriale for

konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet på Svalbard

2. Anbefale miljøverntiltak

3. Gi en løpende vurdering av hvordan disse tiltakene virker.

MUPS har sett det som en av sine hovedoppgaver å unngå at selskapene ble pålagt enkeltstående vilkårlige miljøundersøkelser.

Miljøundersøkelsene og selskapenes virksomheter skulle samordnes slik at man fikk en helhetlig løsning der selskapenes miljøundersøkelser utgjorde deler av et større program, - omtrent som biter i et puslespill. På denne måten håpet vi å kunne lage større prosjekter som flere selskaper bidro til, og derved bl.a. unngå at flere forskjellige felpartier arbeidet med de samme oppgavene ifelt.

Ved utvelgelsen av prosjekter har MUPS delt miljøproblemene som kan følge av petroleumsvirksomhet i tre grupper:

1. Forstyrrelse av dyrelivet som følge av økning i ferdsel o.l
2. Slitasje- og erosjonsskader på vegetasjonen som følge av bruk av terrenggående kjøretøy
3. Forurensninger og forøpling

Videre anser MUPS følgende miljødata som relevante for en konsekvensvurdering av av petroleumsvirksomhet:

1. Opplysninger om biologiske forekomster som kan skades i det området som inngrepet skal foregå i.
2. Effekten av inngrep på den enkelte biologiske forekomst, det være seg oljeforurensninger, forstyrrelse fra helikopter, kjøretøy etc.

Det er viktig å være oppmerksom på forskjellen mellom de miljøproblemer som petroleumsvirksomhet på land (på Svalbard), og

petroleumsvirksomhet i havet, kan medføre. Tradisjonelt er det forurensningsfaren man har vært mest bekymret for ved virksomhet på den norske sokkelen. Når det gjelder landbasert virksomhet må man også legge vekt på forstyrrelser og avsetting av spor i vegetasjon og jordsmonn. Dette er miljøproblemer som vi vet følger av normal petroleumsvirksomhet, og de er spesielt alvorlige på Svalbard fordi vegetasjon og jordsmonn her er spesielt utsatt for slitasjeskader og fordi man her har mange sky dyre- og fugle arter i sine opprinnelige utbredelsesområder som lett påvirkes av menneskelige forstyrrelser. På Svalbard er det derfor først og fremst viktig å vurdere konsekvensene ved normal drift i motsetning til off-shore virksomhet der det legges størst vekt på å vurdere konsekvensene av en uhell-situasjon.

Det er vårt syn at miljøundersøkelser i prinsippet bør gjennomføres før et inngrep igangsettes. I 1986 fikk selskapene dispensasjon fra meldeplikten slik at det ikke var mulig å gjennomføre miljøundersøkelser på forhånd. Undersøkelsene måtte derfor gjennomføres parallelt med seismikken. De miljøundersøkelsene som selskapene ble pålagt, ble utarbeidet med tanke på at de skulle gi resultater som kunne gjøre forvaltningen bedre rustet til å vurdere konsekvensene av tilsvarende inngrep i framtida.

Prosjektforslagene og bakgrunnen for de enkelte prosjektforslag er beskrevet i utredningen "Miljøundersøkelser på Svalbard i tilknytning til petroleumsvirksomhet" fra Norsk Polarinstitutt av februar 1986 (Øritsland og Prestrud). Grunnet tidsnød konsentrerte vi oss i hovedsak om registrering av dyrestand og vegetasjon i de berørte områdene, og la mindre vekt på effektstudier. Prosjektforslagene ble utarbeidet på bakgrunn av de planene som framkom av selskapenes første meldinger. Følgende prosjekter ble foreslått:

- Kartlegging av reinsdyrbestanden i de berørte områder
- Svalbardreinens adferdsmessige reaksjoner på ferdsel (helikopter og snøscooter)
- Kartlegging av isbjørnhi og isbjørnbestanden langs østkysten av

Spitsbergen mellom Wichebukta og Sørkapp.

- Støtte til professor Blix, Univ. Tromsø, slik at han kunne få prossesert og publisert allerede innsamlete data på forstyrrelser fra petroleumsrelatert virksomhet i kunstige isbjørnhi.
- Taksering av ringselbestanden i Van Mijenfjorden
- Vegetasjonskartlegging og kvartærgeologiske forhold i de områdene seismikken skulle foregå på vegetasjonsdekket mark

### Reinsdyr

ADC, BP, Statoil og SNSK/HYDRO ble pålagt å kartlegge reinsdyr- bestanden til forskjellige årstider i henholdsvis Berzeliusdalen, Kjellstrømdalen, Agardh og Colesdalen/Semmeldalen/Reindalen. Det ble lagt vekt på å kartlegge vinterbeiteområder, kalvingsområder og viktige næringsområder. SNSK/HYDRO ble i tillegg pålagt å undersøke reinens adferdsmessige reaksjoner på ferdsel. Da SNSK/HYDRO avlyste seismikken krevde departementet at reinsdyrundersøkelsene skulle gjennomføres som planlagt våren 1986 dersom selskapene skulle skyte seismikk i 1987. SNSK/HYDRO valgte å gjennomføre reinsdyrundersøkelsene i egen regi.

### Isbjørn

BP og Statoil ble pålagt å gjennomføre isbjørnundersøkelsene. Det ble lagt vekt på å registrere hi i det området langs østkysten av Spitsbergen der disse selskapene skulle ha virksomhet.

### Ringsel

Ringselprosjektet ble delt 4 deler: Taksering av reproduksjonsbestanden i mars-mai, flytakseringer i juni, adferdsstudier av sel på isen i en uforstyrret fjord og effektmålinger av sprengninger. Prosjektet ble budsjettmessig delt likt mellom BP og ADC. Da ADC's sprengninger på isen i Van Mijenfjorden bortfalt, ble ikke adferdsstudiene gjennomført.

### Vegetasjon og kvartærgeologi

Opprinnelig ble det foreslått et prosjekt, der alle selskapene

skulle delta, med formål å kartlegge (ved fotografering fra fly) sårbare områder og gamle spor og erosjonsskader på Nordenskiöldland. Dette prosjektet bortfalt da departementet mente det var for stort (1.5 millioner kroner) og fordi sjansen for skader på vegetasjonen var små ettersom virksomheten skulle foregå på snødekket mark. ADC og SNSK/HYDRO ble pålagt et mindre prosjekt med formål å kartlegge sårbare områder. SNSK/HYDRO's del av prosjektet bortfalt da deres seismikk ble utsatt, selskapene har allikevel igangsatt et vegetasjonsprosjekt i egen regi.

I tillegg til disse prosjektene ble alle selskapene pålagt å være med på utviklingen av et overordnet system for miljøundersøkelser og konsekvensanalyser på Svalbard. Dette systemet har vi kalt "Analyse-system for miljø og næringsvirksomhet på Svalbard". Analysesystemet kan betraktes som en modell som viser sammenhengene mellom eventuelle miljøvirkninger og forskjellige typer industrielle inngrep på Svalbard. Modellen skal brukes som et verktøy for utforming av forsknings- og overvåkningsprogrammer, som skal gi myndighetene nødvendige miljødata for å kunne foreta faglig forsvarlige konsekvensvurderinger av industriinngrep på Svalbard.

Et problem som har gått igjen i en rekke konsekvensanalyser både nasjonalt og internasjonalt har vært at man har prøvd å favne over alt for store deler av økosystemet, - mange av de innledende miljøundersøkelsene har bare i liten grad vært rettet inn mot de etterfølgende konsekvensutredninger. Canadierne har prøvd å løse disse problemene i BEMP (Beaufort Environmental Monitoring Project) fra 1984. MUPS analysesystem bygger på prinsippene i BEMP.

Analysesystemets formål er følgende:

- Gi myndighetene en oversikt over de viktigste problemstillingene den industrielle virksomheten reiser for naturmiljøet på Svalbard
- Gi myndighetene et redskap til å planlegge og iverksette nødvendig forskning og overvåking, og til å anvende resultater systematisk i forvaltningen og i planlegging av videre forskning og overvåking



-- Begrense pålagt forskning og overvåking til problemstillinger og oppgaver som kan gi konkrete og anvendbare resultater

Pr. 1. februar er det avholdt tre ekspertgruppemøter (10 personer) og et arbeidsgruppemøte (ca. 40 personer) som har arbeidet med utviklingen av analysesystemet. Den første versjonen av analysesystemet skal være ferdig iløpet av våren 1987.

Alle selskapene bortsett fra SNSK/HYDRO, har brukt MUPS/Norsk Polarinstitutt til å gjennomføre undersøkelsene. MUPS har engasjert freelance forskere og forskere tilknyttet universitetene i Tromsø og Oslo til å gjennomføre undersøkelsene.

#### 1.4. RESULTATER OG ERFARINGER FRA MILJØUNDERSØKELSENE I 1986

##### 1.4.1. KORT OPPSUMMERING AV RESULTATENE

Isbjørn: Rasmus Hansson ble engasjert av MUPS til disse undersøkelsene. Feltarbeidet ble utført i perioden primo mars-primo april. Rapporten konkluderer med at det var maksimum sannsynlighet for 10 isbjørnhi langs østkysten av Spitsbergen mellom Wichebukta og Sørkapp våren 1986. Dette utgjør ca. 6% av det totale antall ynglehi på Svalbard, og betyr at denne kysten sannsynligvis har relativt liten betydning som hiområde for Svalbard-bestanden. Tap av disse hiene vil imidlertid ha lokal betydning. Videre påpeker rapporten at det må tas spesielle etiske hensyn til høytstående pattedyr i yngletida. Dette gjelder spesielt isbjørnbinner med unger som sannsynligvis vil ha en spesiell stilling i folks bevissthet når det gjelder påvirkning fra industriell virksomhet.

Rapporten trekker også fram at det går et viktig isbjørn-trekk gjennom det aktuelle området som bør kartlegges.

Feltarbeidet ble hindret av tildels svært dårlig

vær. Dersom den industrielle aktiviteten fortsetter i dette området bør registreringene følges opp med nye undersøkelser.

Resultatene fra målinger av støy og vibrasjoner fra petroleumsrelatert virksomhet i kunstige isbjørnhi, viste at tørr sne er en meget effektiv demper av både lyd og vibrasjon. Et støynivå på f.eks. 115 dB fra helikopter ble redusert til 77dB i et kunstig hi, når helikopteret sto 3 meter fra hiet. Rapporten konkluderer med at isbjørnhi neppe vil bli påvirket av petroleumsvirksomhet dersom den foregår mer enn 100m fra hiet. Vi har imidlertid ikke kunnskaper om isbjørnens følsomhet for lyd i hiperperioden.

Reinsdyr: Rasmus Hansson ble engasjert av MUPS til disse undersøkelsene. Feltarbeidet ble gjennomført i periodene 14.april-9.mai, 20.juni-2.juli og 23.september-7.oktober.

I Berzeliusdalen varierte bestanden mellom 100 og 200 dyr fra vår til høst. På våren sto de aller fleste dyra helt innerst i dalen på overgangen mot Grøndalen eller oppe på platåene øst for dalen. Om sommeren og høsten dto dyra spredt nede i Berzeliusdalen. Det ble observert svært lite kalv i dette området (ingen under vårtellingene, 13 under sommertellingene).

I Kjellstrømdalen var det lite dyr (ca. 45 - 120, vår/sommer). Disse sto hovedsakelig på nordsiden av dalen, konsentrert rundt Lundstrømdalen. Andelen kalv på sommeren var ca. 20%.

På østkysten ble det registrert ca. 110 rein under vårtellingene. Dyrene sto spredt også nede i dalbunnene. Kalvprosenten var svært høy på våren (19,7%).

Grunnet flere mildvær i løpet av vinteren var beitenes sterkt nediset på vestkysten av Spitsbergen våren 1986. Reinen i

Berzeliusdalen var av den grunn i svært dårlig kondisjon da tellingene ble foretatt i april/mai. Dyrene sto også høyt i terrenget, antagelig fordi beitene var mindre nediset her. På østkysten så situasjonen ut til å være adskillig bedre. Dyrene var i åpenbart bedre form. Dette er også trolig årsaken til at andelen kalv på østkysten var langt høyere enn på vestkysten i april/mai (ingen kalv i Berzeliusdalen, 1 i Kjellstrømdalen og 17 i Agardh/Duner-området).

Ringsel: Christian Lydersen og Per Magne Jensen ble engasjert av MUPS for å foreta bestandskartleggingen i fjorden. Taksering av reproduksjonsbestanden i mars-april viste at det var relativt få ringsel som kaster unger i Van Mijenfjorden. Antall kastehuler ble anslått til ca. 20 i hele fjorden ( $0.04/\text{km}^2$  isflate), og bestanden i hele fjorden i reproduksjonssesongen ble anslått til 125-200 dyr. Fordelingen av sel og kastehuler i fjorden ble kartlagt. Til sammenlikning er f.eks tettheten av kastehuler i Kongsfjorden  $0.63/\text{km}^2$  isflate. Tettheten av sel og kastehuler var størst på sydsiden og ytterst i fjorden. Det er mulig at dette skyldes at den menneskelige ferdsel er langt større innerst og på nordsiden av fjorden.

Under hårfellingen i mai og juni legger det seg mye sel på isen. På denne tiden trekker det også mye sel inn i fjordene fra tilstøtende områder som ikke har stabil is. På denne tiden er derfor bestanden lett å estimere. Takseringen ble foretatt fra fly i juni måned. Bestanden i juni måned ble anslått til ca. 600 dyr. Tettheten var størst ytterst i fjorden, med Fridtjofhamna som et svært viktig område fordi isen her går opp et par uker seinere enn resten av fjorden. Tettheten av sel i nabofjorden Van Keulenfjorden var større enn i Van Mijenfjorden, spesielt var forskjellen markert i de innerste delene av fjordene. Det er mulig at denne forskjellen skyldes den store trafikken ifm. Svea og BP's seismikk innerst i Van Mijenfjorden. Undersøkelsene innebar også viktig ny metode-

utvikling for bestandsovervåking av sel i Svalbards fjord-områder.

Professor Per Enger, Biologisk Inst., Univ. Oslo, ble engasjert for å måle lydnivået i vann etter sprengninger på isen i Van Mijenfjorden. Lydnivået viste seg å være svært høyt, helt opp til 160 dB, og det var bare ubetydelig høyere ved en avstand på 1.4 km fra sprengningsstedet enn ved 5 km og 10 km. Dette gjelder først og fremst de lave frekvensene.

Frekvensspekteret av lyden fra en undervannseksplisjon er lavfrekvent når avstanden fra sprengningsstedet blir stor. Man har for få data til å kunne gi en forklaring på det høye lydnivået selv ved store avstander fra sprengningsstedet, men det antas at lyden blir reflektert i den trange islagte fjorden slik at nivået forlir høyt over store avstander. Det er også sannsynlig at ringselen vil reagere på det høye lydnivået.

#### Vegetasjon/

##### kvartær

geologi : Arve Elvebakk, Univ. Tromsø og Jon Tolgensbakk, Univ. Oslo ble engasjert for å registrere sårbare områder med tanke på slitasjeskader og erosjon i de ikke-bredekte områdene det skulle skytes seismikk. På grunn av den sprengningsteknikk som ADC benyttet (15 kg's ladninger), fikk undersøkelsene mer karakter av å registrere oppståtte skader etter virksomheten enn registrering av sårbare områder.

Botanikerne registrerte ialt 320 sprengningspunkter. Av disse hadde 1/4 jordsmonns- og vegetasjonsskader, 1/2 bare vegetasjonsskader og 1/4 ingen eller liten skade. 60% av punktene hadde en dødsone på over 1m. Botanikerne mener at det kan oppstå erosjonsskader i flere av punktene, og antyder at mikroklimaet kan forandres i flere av punktene ved at vanninnholdet i jordsmonnet er påvirket av kompresjonen.

Kvartærgeologene sier at skadene består av mindre sår på overflaten, og at sprengningene i hovedsak har gått utover vegetasjonen, og bare i mindre grad jordsmonnet. 46% av punktene som kvartærgeologene undersøkte hadde ingen påviselige skader, 26% hadde liten skade, 18% middels skade og 10% stor skade. I et fåtall av punktene var det begynnende erosjon.

#### 1.4.2. KONSEKVENSER FOR MILJØET AV VIRKSOMHETEN I 1986

I 1986 la vi vekt på to typer miljøundersøkelser: registrering av biologiske forekomster som kunne bli skadet av virksomhet, og effekter av virksomheten på sårbare biologiske forekomster. Hoveddelen av undersøkelsene har vært konsentrert om registreringer av biologiske forekomster i de aktuelle områdene. Ideelt sett skulle disse undersøkelsene vært gjort på forhånd, slik at virksomheten kunne ha blitt regulert uten å komme i konflikt med biologiske forekomster som kan ha blitt skadelidende. Når slike undersøkelser er gjennomført parallelt med seismikk-skytingen, har hensikten vært å vurdere konsekvensene i ettertid, og å samle biologiske data fra områder som det sannsynligvis vil bli virksomhet i i årene som kommer.

Når det gjelder reinsdyr-, isbjørn- og ringselundersøkelsene har disse gitt resultater som er anvendbare på tilsvarende virksomheter i de aktuelle områdene i framtida. De sier imidlertid lite om virksomheten i år på noen måte har vært skadelidende for disse bestandene. Det er tvilsomt om BP's eller Statoil's virksomheter har påvirket de få hiene vi finner på den aktuelle kyststrekningen, først og fremst fordi selskapene hadde hovedtyngden av sin aktivitet i disse områdene etter hiperioden. Binner med unger på vandring kan selvfølgelig ha blitt skremt ut av det aktuelle området, men dette har neppe hatt noen særlig betydning for bestanden lokalt sett. Området er imidlertid viktig for isbjørnen på Svalbard og undersøkelsene må fortsette og utvides til å innbefatte adferdstudier dersom det fortsatt skal være stor virksomhet her. Når det gjelder Statoil's virksomhet kan denne ha

virket forstyrrende inn på isbjørntrekket som går gjennom Hornsund. Vi har imidlertid ingen data som kan underbygge denne antagelsen fordi Statoil forandret sine planer til å inkludere Hornsund etter at vi hadde satt igang is- bjørnundersøkelsene. Det er derfor ikke foretatt noen registreringer av dette isbjørntrekket, som Statoil la base-skipene sine midt oppi.

Virksomheten totalt sett har neppe påvirket reinsdyrbestanden i noen særlig grad, fordi traseene ble lagt utenfor de områdene der vi antok at bestanden hadde tilhold. Det høye aktivitetsnivået og store antallet kraftige sprengninger ifm ADC's seismikk i Berzeliusdalen kan ha påvirket reinsdyrbestanden lokalt. Registrering av reinens adferdsmessige reaksjoner på ferdsel, som SNSK ble pålagt å gjennomføre er så vidt vi vet ikke gjennomført. Vi har derfor fortsatt ingen data om disse forholdene. Registreringene som er utført vil være nyttige når framtidig virksomhet skal vurderes, men nytteverdien er beklagelig redusert på grunn av manglende koordinering mellom SNSK/Hydro og MUPS.

Ringselbestanden i Van Mijenfjorden er relativt liten. Sprengningene på fjordisen var av så begrenset omfang og varighet at de neppe har påvirket bestanden i særlig grad, selv om lydnivået var spesielt høyt. Når det gjelder ferdselen er det interessant å merke seg at tettheten av ringsel og kastehuler er høyest på sørsiden og ytterst i fjorden der ferdselen er minst. Forskjellene mellom ringselbestandene i nabofjordene Van Keulenfjorden og Van Mijenfjorden, kan også tyde på at menneskelig ferdsel virker inn på fordelingsmønsteret. Det var mindre sel i de områdene som var hardt belastet med snøscootertrafikk, sprengninger o.l. Vi vet at ringselen er vår for menneskelige forstyrrelser, men har fortsatt alt for få data til å kunne trekke sikre konklusjoner.

Sporene fra seismikk-skytingen i Berzeliusdalen er de eneste sikkert påviselige skadene fra virksomheten i 1986. Alt i alt må man vel si at skadeomfanget er begrenset. Lokalt sett er imidlertid skaden alvorlige nok. Det er avsatt betydelige spor etter sprengningene som vil bli

stående i mange år. Skadene kunne utvilsomt vært unngått dersom selskapet hadde forberedt seg bedre. Måten sprengningene ble gjennomført på kom helt overraskende på oss. I demonstrasjoner og planer som vi har sett har det aldri vært snakk om mer enn maks. 1 kg's ladninger som detonerer nede i bakken, eller utstrakt detonerende lunte oppå bakken. ADC's operatørselskap benyttet 15 kg's ladninger oppå bakken. Operatørselskapet som utførte sprengningene fikk bare to uker til forberedelser, og måtte benytte denne grove metoden fordi de ikke hadde klart å finne en passende boremetode på denne korte tiden, slik at ladningene kunne vært plassert nede i bakken. De måtte derfor bruke 15 kg's ladninger for å få nok energi ned i bakken. I ettertid kan vi fastslå at arbeidet skulle ha vært stanset fordi vilkåret om at sprengningene skulle foregå på en slik måte at det ikke ble skader på vegetasjonen er brutt. Det var imidlertid svært vanskelig å ha noen sikker formening om skadeomfanget mens seismikken pågikk pga snødekke, dessuten ble vi utsatt for press av selskapets representanter som gjorde at vi under tvil, på faglig grunnlag, ga sysselmannen og MD det råd at seismikken kunne fortsette.

#### 1.4.3. ERFARINGENE FRA 1986-SESONGEN

Når miljøundersøkelsene i ettertid skal vurderes i forhold til den seismikken som ble gjennomført, er det klart at mye skulle ha vært gjort annerledes. Det framgår av det vi tidligere har skrevet at selskapenes planlegging (bortsett fra BP) av virksomheten i 1986 var svært dårlig. Dette ga seg utslag i en tildels kaotisk forandring av planene slik at miljømyndighetene tilslutt mistet oversikten. Under slike forhold var det nesten umulig å planlegge miljøundersøkelser som samsvarte godt med selskapenes planer. Planleggingen og gjennomføringen av miljøundersøkelsene foregikk dessuten under sterkt tidspress. Forberedelsene til så omfattende feltarbeide som det her er snakk om krever tid, - bare det å få tak i kvalifiserte folk til å stille opp på kort tid er vanskelig. Vi måtte derfor sette en frist (1-2 mnd før seismikken skulle begynne) der vi planla miljøundersøkelsene etter de seismikk-planene som forelå innen fristen. Dette har resultert i at enkelte av miljøundersøkelsene ikke

har vært så godt tilpasset selskapenes virksomhet som ønskelig.

Dette gjelder f.eks. Statoil som avlyste virksomheten i Agardh, og gjennomførte virksomheten på Grimfjell annerledes enn forutsatt. Både isbjørnundersøkelsene og reinsdyrundersøkelsene som Statoil var pålagt skulle ha vært lagt opp på en annen måte.

Når det gjelder ADC ble halvparten av miljøundersøkelsene avlyst fordi selskapet ikke skulle skyte seismikk på isen på Van Mijenfjorden. For å kompensere for dette, slik at selskapene ble tilnærmet likt belastet med miljøundersøkelser, ble reinsdyrundersøkelsene til ADC utvidet. Disse undersøkelsene ble imidlertid senere redusert igjen fordi den meldte virksomhet til ADC ble kraftig redusert til slutt. Isteden ble selskapet pålagt ytterligere vegetasjonsundersøkelser fordi vi antok at metoden som ble valgt under sprengningene kunne medføre skadevirkninger.

BP gjennomførte stort sett virksomheten som planlagt. Skytingen på fjordisen ble imidlertid kraftig redusert. Dette resulterte i at delprosjektet "Effektmålinger av sprengninger av fjordisen" ikke ble gjennomført som planlagt.

I framtida kan vi ikke godta et tilsvarende tidspress eller så dårlig planlegging som flere av selskapenes viste. Dette vil isåfall gå utover kvaliteten på miljøundersøkelsene og konsekvensanalysene, og derved redusere departementets muligheter til å gi vilkår som kan redusere sjansene for unødige skadevirkninger på miljøet. Det er også vårt syn at miljøundersøkelsene, - iallefall de som gjelder registrering av biologiske kvaliteter i det området som blir berørt, - må gjennomføres på forhånd. For å unngå de problemene vi har hatt i 1986, må det kreves at en melding i henhold til naturvernforskriften må sendes minst et år før virksomheten igangsettes, og den må i grove trekk inneholde planene for virksomheten. Vesentlige forandringer i planene som geografisk lokalisering, anlegg av base, transportveier, transport metoder o.l. kan ikke godtas. Departementet bør innskjerpe dette overfor selskapene, og bare i helt spesielle tilfeller godta en



forkortelse av ett-års fristen. Større inngrep bør departementet kreve utsatt, slik at man kan få tid til en grundig vurdering av konsekvensene og til gjennomføring av miljøundersøkelser.

Det formelle samarbeidet med selskapene har vært vanskelig å få istand. Dette gjelder slikt som utforming av kontrakter, innbetaling av penger etc, hvilket har skapt mye ekstra arbeid for oss. ADC innbetalte kun 200 000 kr av ialt ca. 745 000 kr som de var pålagt å innbetale. Selskapet er nå insolvent og er Norsk Polarinstitutt skyldig 176 000 kr. I framtida må vi sikre oss med bankgarantier før miljøundersøkelser settes igang.

Vi har hatt tildels godt samarbeide med enkelt personer i BP og Statoil som har deltatt aktivt i arbeidet, dette gjelder spesielt utformingen av analysesystemet. Enkelte andre selskaper har vært negative og vist at de ikke tar miljøproblemene alvorlig.

Det er vårt håp at analysesystemet skal medføre bedre kommunikasjon mellom industri og miljøverninteresser, hjelpe oss til å plukke ut prosjekter i framtida og at det kan fungere som en overordnet plan for arbeidet med konsekvensanalyser på Svalbard.

#### 1.5. ARBEIDET VIDERE

Det er uvisst hvordan utviklingen i petroleumsvirksomheten på Svalbard vil bli i tida framover. Dette skaper selvfølgelig store problemer for vår langsiktige planlegging. Vi kan risikere at all petroleumsvirksomhet er avsluttet innen få år, men vi kan også risikere en utvikling med utbygging av olje/gass felt og store forsyningsbaser for virksomheten i Barentshavet. MUPS's viktigste oppgave i framtida vil fortsatt være å sørge for at det framskaffes miljødata relevante for en konsekvensutredning av virksomhet som er meldepliktig. Derved vil kvaliteten på utredningene øke, og forvaltningstiltakene som iverksettes for å redusere ulempene for

naturmiljøet bli riktigere. Når analysesystemet er ferdig en gang iløpet av våren 1987, vil det være retningsgivende for de prosjektene som selskapene vil bli pålagt ved framtidige virksomheter. Vi går ut fra at Miljøverndepartementet fortsatt vil pålegge selskapene å bekoste en vesentlig del av de miljøundersøkelsene som er nødvendige for å regulere de inngrepene som selskapene planlegger.

Vi vil fortsatt legge vekt på å kartlegge biologiske forekomster som kan bli skadelidende. Slike data gir oss grunnlag for å regulere et inngrep slik at det kommer minst mulig i konflikt med den biologiske forekomsten. Kartlegginger er relativt enkle å gjennomføre, men forutsetter at man antar at skadevirkninger kan oppstå uten at man nødvendigvis har klare bevis for dette. Effektstudier er imidlertid også nødvendige for å føre en effektiv og riktig forvaltnings-politikk. Slike undersøkelser kan gjennomføres ved å studere hvordan enkelt-individer eller en bestand reagerer på en spesifikk påvirkning (støy fra helikopter og snøscooter, kjøring på forskjellige vegetasjonstyper, forurensninger etc), eller ved å studere en forekomst før, under og etter et inngrep for å registrere eventuelle forandringer. Slik forskning er imidlertid krevende og omfattende, og anvendbare resultater kan ikke forventes på kort tid.

Det har framkommet kritikk mot den måten MUPS er organisert på. Kritikken har gått på at MUPS har stor innflytelse på hvilke prosjekt de forskjellige selskapene skal gjennomføre samtidig som MUPS har fått en sentral posisjon ved gjennomføringen av prosjektene. Fordelen ved denne organisasjonsformen er en sterk koordinering og forhåpentligvis en effektivisering av miljøundersøkelsene. Ulempen er den tilnærmete dobbeltrollen vi får, og beskyldningene om at vi favoriserer egne og instituttets forskningsinteresser. Organisasjonsformen er under omarbeidelse, og det vil trolig bli oppnevnt en rådgivende gruppe som skal få innflytelse på hvilke prosjekt de forskjellige selskapene skal pålegges i framtida. Analysesystemet vil imidlertid være det overordnede planleggingsverktøyet for det videre arbeidet.

For å unngå gjentgelse av den situasjonen vi var oppe i vinteren 1986

med sterkt tidspress og stadig forandringer i selskapenes planer vil vi i framtida prøve å holde oss til følgende:

1. Kreve at selskapene ikke foretar vesentlige forandringer i planene. Etter en tidsfrist som settes til ca 3 mnd før virksomhet skal igangsettes tar vi ikke hensyn til forandringer i selskapenes planer i vår egen planlegging.
2. Gjøre miljøundersøkelsene mer uavhengig av virksomheten til det enkelte selskap. Dette gjelder først og fremst effektundersøkelsene.

En storstilt vekst i petroleumsvirksomheten vil utvilsomt få store konsekvenser for Svalbard's naturmiljø, selv om vi etterhvert får bedret vårt kunnskapsgrunnlag om hvordan menneskelig virksomhet påvirker miljøet. Vi frykter en utvikling der Svalbard's enestående, relativt uberørte natur vil bli sterkt skadelidende. På papiret kan det se ut for at tanken om vern av Svalbard's natur står sterkt, - nær 50% av området er vernet som nasjonalpark eller naturreservat, og man har bestemmelser som gir myndighetene anledning til å gripe inn for å unngå skadevirkninger utenfor verneområdene. Spørsmålet er om det er politisk vilje til å bruke de midlene man har for å verne om naturmiljøet på Svalbard. Opprettholdelse av den upåvirkete natur i verneområdene er et helt sentralt punkt i naturvernarbeidet på Svalbard. En så stor grad av uberørt natur finner man ikke andre steder i verden bortsett fra i polarområdene. I en verden der økosystemene kommer stadig mer i ubalanse (sur nedbør, Sahel, Tsjernobyl) er verdien av uberørt natur sterkt stigende, og vil komme til å få stor betydning som referanse for framtidige generasjoner.

Fra flere hold blir det til stadighet påpekt at de store verneområdene på Svalbard er tilstrekkelig for å sikre deler av øygruppens upåvirkede økosystemer. Naturverninteressene burde følgelig være fornøyd med naturvernstatus på Svalbard i dag. Dessverre er det store utmålsbelagte områder innenfor grensene for de to mest verdifulle verneområdene, nemlig Sør-Spitsbergen nasjonalpark og Sørøst-Svalbard naturreservat. Disse utmålene er unntatt fra vernebestemmelsene, og

de ligger som øyer innenfor verneområdene. Her kan utmålshaver drive virksomhet etter gjeldende bestemmelser utenfor verneområdene. Det er helt klart at virksomhet på disse utmålene vil påvirke hele verneområdet. De forringer derfor i stor grad verneområdenes naturverdier fordi referanseverdien er knyttet til vern av store sammenhengende områder som fungerer som en økologisk enhet. Sørøst-Svalbard naturreservat består f.eks. av Edgeøya og Barentsøya. Større virksomhet på deler av disse øyene vil i sterk grad forringe naturreservatets referanseverdi. Man skal også huske på at den økende aktivitet i Barentshavet, både i forbindelse med overbeskatning av marine biologiske ressurser og leting etter hydrokarboner, kan komme til å influere sterkt på Svalbards natur.

Alt i alt må man kunne si at framtidsutsiktene for naturvernet på Svalbard er dårlige. Det er store økonomiske interesser i sving og derfor all grunn til å være pessimist på naturmiljøets vegne.

Dersom man skal ha håp om å opprettholde deler av den villmarksskarakter Svalbard har idag (dette er et av de uttrykte mål for dagens Svalbard politikk) må all virksomhet i verneområdene stanses. Utenfor verneområdene må en aktiv bruk av bestemmelsene i naturvernforskriften sørge for at menneskelig virksomhet ikke fører til unødige skadevirkninger på miljøet. De ikke-vernede områdene må være buffer-soner mot verneområdene. Dette er etter vår oppfatning den eneste måten å oppfylle den politiske målsettingen naturvernarbeidet på Svalbard. Dette innebærer bl.a. at oljeselskapene må godta restriksjoner på sin virksomhet og betale en liten del av sine totale investeringer til miljøundersøkelser og konsekvensanalyser. Bare en fortsatt øking av våre kunnskaper om hvordan inngrep påvirker naturmiljøet på Svalbard kan sørge for en reduksjon av skadevirkningene av de inngrep som tillates gjennomført.



KAPITTEL 2

ISBJØRNUNDERSØKELSER PÅ ØSTKYSTEN AV SPITSBERGEN  
VÅREN 1986

av

Rasmus Hansson

Norsk Polarinstitutt



## 2.1. BAKGRUNN

Om våren oppholder det seg mye isbjørn rundt Sør-Spitsbergen og oppover kysten mot Storfjorden. Ved årsskiftet 1985 - 86 ble det lagt fram planer for seismisk virksomhet i disse områdene. Planene innebar muligheter for at isbjørn kunne bli berørt.

Isbjørnen har en spesiell status både nasjonalt og internasjonalt. Arten er fredet gjennom en internasjonal avtale Norge var vertsland for, og den er omfattet med stor interesse både blant fastboende og tilreisende på Svalbard. Det er derfor viktig for forvaltningen å følge opp arten og de inngrep som kan tenkes å påvirke den.

Det var imidlertid ikke gjort systematiske registreringer av isbjørnbestanden i de aktuelle områdene. Framfor alt hadde vi ikke kjennskap til hvorvidt det fantes ynglehi der.

For å gi grunnlag til å vurdere mulige virkninger og tiltak, var det derfor først nødvendig å skaffe en oversikt over forekomsten av særlig ynglehi, men også isbjørn forøvrig i området. Som ansvarlig for MUPS gjennomførte derfor Norsk Polarinstitutt en isbjørnregistrering på østkysten av Spitsbergen våren 1986.

## 2.2. PLANENE OM SEISMISK AKTIVITET

Undersøkelsene ble lagt opp etter opplysninger fra selskapene om planlagt aktivitet. BP skulle skyte seismikk på breene mellom Kvalvågen og Agardh fra begynnelsen av mars til midt i mai. Sveagruva skulle være base. Vi fikk opplyst at det skulle brukes helikopter, beltevogner og snøscootere til transport av mannskap og utstyr herfra og ut i terrenget, samt mellom forskjellige arbeidsfelt på breene. All seismikk-skyting og bakketransport skulle ifølge planene foregå på bre. Det var planlagt lite aktivitet på selve kysten, men forholdsvis mye i



områdene like innenfor.

Statoil la fram planer om seismikk på Grimfjellet i Sør-Spitsbergen Nasjonalpark fra midt i april til midt i mai. Skip i Storfjorden eller utenfor vestkysten skulle være base, og utstyr og mannskap skulle flys inn med helikopter. I tillegg skulle det brukes noe snøscooter.

Slik selskapenes planer var utformet, antok vi at virksomheten ikke ville komme i direkte konflikt med isbjørn i nevneverdig grad. Vi planla derfor ingen effektstudier som tok for seg slike problemer. Statoil endret imidlertid planene sine noe. De la baseskipet helt inne ved Treskelødden i Hornsund, der det er mye isbjørn. Det burde derfor vært gjennomført effektstudier på stedet, men vi fikk vite om planendringene for sent til å kunne sett igang et slikt prosjekt.

Istedet utvidet vi undersøkelsesområdet endel, slik at det også omfattet enkelte soner utenfor områdene som ble direkte berørt av virksomheten. Det skjedde fordi området er en sammenhengende enhet, og fordi vi hadde grunn til å vente fortsatt aktivitet her i årenene som kommer. Bl. a. hadde Statoil antydning at de ville bore på Agardh i 1987. Disse planene er nå trukket tilbake. Til gjengjeld skal Nordisk Polarinvest antakelig bore på Haketangen i 1987.

### 2.3. ISBJØRNBIOLOGI

Drektige isbjørnbinner går i hi i oktober - november, og føder vanligvis to unger ved nyttårstider. I mars - april graver de seg ut av hiet, og holder seg med ungene i hiområdet i en periode på fra noen dager til en måned før de går ut i isen. I denne perioden er familiene inne i hiet over 4/5 av tida (Hansson & Thomassen 1982).

Binnene spiser ikke noe i løpet av de fire til seks månedene fra de går i hi til de bryter ut igjen om våren. På denne tida kan de tape opptil 50% av kroppsvekta (Stirling & Ramsay 1986).

Binner blir kjønnsmodne i fire-fem års alderen, og kan få unger til de blir høyst 18 - 20 år (Stirling et.al. 1980). Ettersom en vellykket ungeproduksjon fører til at binna ikke kan parre seg igjen før på tredje året, kan ei isbjørnbinne i løpet av livet ikke få fram mer enn høyst fem-seks kull, eller 10 - 12 unger (Larsen 1986).

På Svalbard forlater ungene vanligvis ikke binna før de er nær to og et halv år gamle. Fram til de er halvannet år kan ingen unger klare seg på egenhånd. Også etter dette er dødligheten sannsynligvis høy blant unger som mister kontakten med binna (Stirling & Latour 1978). Larsen (1984b) har beregnet overlevingsraten for unger i følge med binner de første 24 levemånedene til 0.41 på Svalbard. Ungene dør sannsynligvis mest av kulde (Blix & Lentfer 1979) og utmattelse på lange vandringer og svømmeturer (Larsen 1986), og i noen grad blir de tatt av andre bjørner (Taylor et.al 1984). Enhver menneskelig forstyrrelse eller påvirkning innebærer mulighet for økt belastning på ungene.

De fleste ynglehi på Svalbard ligger i øst. De viktigste yngleområdene er først og fremst Kong Karls Land, Edgeøya og Barentsøya. Sannsynligvis er også Nordaustlandet og øyene i Hinlopen viktige (Larsen 1974). Inntil denne registreringen var det ikke dokumentert ynglehi på selve Spitsbergen, selv om det var alminnelig antatt at de fantes. Bortsett fra på Kong Karls Land ligger hiene spredt over store områder, og gjerne høyt opp og litt inn i landet. Stirling et.al (1980) antar at binnene velger slike områder bl.a. for å redusere sjansen for å bli funnet av hanner, som kan drepe unger om de finner dem.

Binner med små unger er, sannsynligvis med utgangspunkt i dette, meget vare for forstyrrelser (Hansson & Thomassen 1982). Selv ved moderat påvirkning kan binner bli så skremt at de forlater hiområdet. I visse tilfeller løper de fra ungene, som da vil dø om binnene ikke finner dem igjen raskt.

Ungenes store sårbarhet og binnenes lave produktivitet og store investering i hvert kull viser at perioden mens binner og unger er

sammen er en viktig og utsatt del av artens livssyklus (Hansson & Thomassen 1982). Det har derfor lenge vært en målsetting for forvaltningen å unngå menneskelig påvirkning i områder med ynglehi.

Utover dette synes små menneskelige inngrep, forstyrrelser og hindringer erfaringsmessig å ha forholdsvis liten innvirkning på isbjørn. Et unntak i tillegg til yngletida kan imidlertid være tilfeller der isbjørn påvirkes i viktige jaktområder eller trekkveier.

Isbjørn på Svalbard må årlig forflytte seg over lange avstander etter som is og byttedyrforekomster endrer seg. Visse deler av disse forflytningene synes å følge forholdsvis faste ruter og tider (Larsen 1986). Vi kan gå ut fra at det i slike tilfeller dreier seg om trekk som har stor betydning fordi de fører til viktige jaktområder og/eller er mindre farlige eller energikrevende enn andre veier.

Ingen slike trekk er skikkelig kartlagt på Svalbard. Hver vår går imidlertid mye bjørn fra vestkysten av sør-Spitsbergen over mot Storfjorden. Det har lenge vært hevdet at mange av disse dyra bruker en rute inn gjennom Hornsund og over breene til østkysten (Rudi 1958). Årlig passerer opptil 250 dyr den polske forskningsstasjonen i fjorden (Giertz & Lydersen 1986). Ettersom dette antallet er observert på et lite område er det gode muligheter for at langt flere isbjørn årlig trekker inn gjennom fjorden. En hindring av dette trekket kan føre til at dyra istedet må gå over Sørkapp eller over land nord for Hornsund, veier som både er lengre og kan være vanskeligere.

#### 2.4. UNDERSØKELSESOPPLEGG OG PRAKTISKE FORHOLD

Ettersom vi antok at isbjørnbestandens sårbarhet for forstyrrelser først og fremst er knyttet til områder med ynglehi, tok arbeidet primært sikte på å kartlegge forekomst slike hi. I den grad det var mulig skulle også trekkruiter i området fra Wichebukta i bunnen av Storfjorden til Sørkapp og Hornsund kartlegges. Vi la hovedvekten på områdene Mohnbukta - Kvalvågen og Hornsund - Hambergbukta.

Før binnene har brutt ut er isbjørnhi umulige å finne. Den eneste sjansen er i perioden de oppholder seg i eller ved det åpne hiet, eller like etter. Også da er letingen problematisk. Hiene ligger spredt over store, vanskelig tilgjengelige områder. Selv under uforstyrrede forhold er bjørnene inne i hiet og ute av syne det meste av tida. Under hiregistreringer hører de oftest scooteren eller helikopteret og gjemmer seg i hiet lenge før observatøren når fram. Selve hiet synes i beste fall som et hull i snøen med diameter 0,5 - 1 m, med litt spor og utgravd snø rundt. Vanligvis er både spor og hi føyet mer eller mindre igjen. I tillegg ligger hiene ofte i skavlete omgivelser som gjør dem vanskelige å skille fra omgivelsene, de ligger gjerne høyere enn observatørens posisjon, slik at vinkelen blir liten, og det flate lyset som er vanlig på ettervinteren på Svalbard visker ut konturer og kontraster. Uvær gjør dessuten ofte arbeidet vanskelig eller umulig.

Hiregistrering i større områder skjer ved bruk av enten helikopter eller snøscooter. Helikopter er meget effektivt når lys, vær- og siktforholdene er gode, og det har vært god sporsnø og lite vind i flere dager på forhånd. Fart og høyde gjør imidlertid at små og svake sportegn lett unnslipper oppmerksomheten, og effektiviteten synker fort når forholdene blir dårligere. Dessuten er helikopter meget dyrt, både i direkte bruk og fordi det er så væravhengig at brukeren må regne lang ikke-operativ tid i påvente av arbeidsforhold. Vi valgte derfor å bruke helikopter bare på en avsluttende registrering i april. Værforholdene da er normalt bedre enn tidligere på året.

På grunn av store områder og behov for å gå over dem flere ganger, krever hiregistrering med snøscooter relativt lang tid, oftest en til to måneder. Arbeidsformen er noe billigere enn helikopter, gir større sjanse for å oppdage detaljer i de områdene en dekker, er mindre væravhengig, og gir større mulighet for gjentatte og grundige undersøkelser. På den annen side blir visse terrengtyper utilgjengelige (særlig høyt, bratt, kronglete terreng, farlige breer, kystområder med dårlig eller grov is, eller uten is, og områder med mye løssnø).

Scooterregistreringer gjennomføres i mars - april, mens det er full vinter. Feltpartiene har med seg alt de trenger for 1 - 2 måneders opphold ute, og bor i enkle hytter eller telt. Hver mann har en scooter og gjerne 2 sleder a 250 kg. Hardt føre og bratt terreng, hardhendt håndtering og uhell gjør at belastningen på utstyret er stor. Mye tid går med til praktiske gjøremål som å flytte og slå leir (ofte etpar ganger i uka), vedlikehold av utstyr, arbeid med brensel, mat osv. Under årets feltarbeid fikk vi f.eks etpar dagers avbrudd pga en utforkjøring over en 4-5 m brink, og et stempel det brant hull i. Dårlig vær og problemer med breer, snø- og isforhold tar også tid.

## 2.5. UTFØRTE REGISTRERINGER

En sone fra og med kysten og 10 km inn i landet, drøye 2000 km<sup>2</sup>, ble i utgangspunktet definert som undersøkelsesområde. Vi kunne ikke utelukke muligheten for ynglehi lenger inne i landet, men størrelsen på undersøkelsesområdet, vanskelig tilgjengelighet og relativt lav sjanse for funn gjorde denne avgrensingen naturlig. I praksis ble det pga. terreng og framkomstmuligheter heller ikke mulig å følge den oppsatte grensa nøyaktig. Undersøkelsesområde og dekningsgrad framgår av Figur 1.

Hiregistreringene på snøscooter måtte videre begrenses til områdene nord for Rørenbukta. Sønnafor dette var det i det aktuelle tidsrom så dyp løssnø at vi ikke kom fram med sleder på scootrene. Resten av området ble derfor dekket med helikopter 10.4.86.

Scooterregistreringene ble utført av to mann i perioden 10.3 - 9.4.86 (forberedelser i Longyearbyen fra 4.3.86). Hver scooter kjørte ca. 2200 km, gj.sn. 75 km pr dag. Telt og etterhvert letthytte i Kvalvågen ble brukt som utgangspunkt. Senere brukte vi hyttene i Agardh og Duner etter tillatelse fra Sysselmannen.

Dårlig vær (bl.a. regn første uke i mars) førte til ca. 30% liggedager. Ytterligere 20% av tida gikk til rene transportetapper. Ca. halvparten av tida til effektivt arbeid er likevel ikke så langt fra

normalt tross dårligere vær enn vanlig, ettersom disse dagene kan nyttes til vedlikehold mm.

Fram til begynnelsen av feltarbeidet hadde det vært is langs kysten til i alle fall godt sør for Kvalvågen, og det var forholdsvis mye is i Storfjorden (E. Persen, pers.medd). Dette er normale forhold om en ser de siste 20-30 årene under ett (Vinje 1981), men mer is enn det har vært de siste 3-4 årene. I begynnelsen av mars drev imidlertid vestavind og mildvær isen vekk fra kysten. Nordover fra Thomsonbreen ble kystisen kjørbær igjen først 30. mars, mens det sør for dette stort sett forble åpent vann eller drivis hele feltperioden. Ute i Storfjorden sør til Hambergbukta lå det store isflorer og tett drivis det meste av perioden.

Snøen var tung og våt de første to ukene av arbeidet. Sporforholdene var da brukbare, men spor sto i kort tid pga mildvær og regn, og var vanskelige å se pga tåke og blindføre. Kjøreforholdene var tunge. Siste uke i mars og første uke i april var det god sporsnø, lite vind og tildels gode lysforhold. Spor sto lenge, og sporingsforholdene var samlet meget gode. Kjøreforholdene var gode, unntatt på breer sør for Kvalvågen, der det var svært mye løssnø.

Områdene fra Wichebukta tom. Kvalvågen ble godt dekket med scooter. Kystområdet Kvalvågen - Sørkapp, Sørkapp - Palfyodden, Hornsund sørside samt Brepollen, Treskelodden og breområdene Brepollen - Hambergbukta (Hornbreen - Ostrogradskijfjella nord - Markhambreen - Hambergbreen) og vestkanten av drivisen Hambergbukta - Kvalvågen i Storfjorden ble dekket med helikopter (Tabell 1, Figur 1).

Tabell 1

DEKNINGSGRAD FOR ISBJØRNREGISTRERINGER KYSTEN  
WICHEBUKTA - SØRKAPPØYA, SVALBARD, MARS - APRIL  
1986:

-----  
\*1: Dekket minst 1 gang  
2: Dekket minst 2 ganger  
3: Dekket minst 3 ganger  
-----

OMRADE: DEKNINGSGRAD:

Wichebukta - Dunerbukta;  
kyst og kystfjell 2

Dunerbukta - Agardbukta -  
Eistradalen; kyst og fjell-  
områder 2

Agardhbukta - Inglefieldbukta -  
Andrinebreen; kyst og kyst-  
fjell 1

Inglefieldbukta - Thomsonbreen -  
Inglefieldbreen - Morsjnev-  
breen; kyst, kystfjell og breer 1

Thomsonbreen - Kvalvågen - Morsjnev-  
breen/Strongbreen; kystfjell og  
breer unntatt ytre kyst \*\* 3

Kvalvågen - Rørenbukta - Nudd-  
breen - Vindegga, kyst,  
kystfjell, breområder 1

Rørenbukta - Sørkapp - Hornsund -  
Hambergbukta; kyst og kystfjell,  
samt breområder Ørepollen -  
Hambergbukta \*\*\* 1

-----  
\* Formuleringen "minst ... gang" er valgt fordi  
dekningsgraden varierte noe inne hvert område

\*\* Fjellet går på dette strekket rett i sjøen  
fra 6-700 m, og sjøen var åpen utenfor.  
Lite trolig at det var snøforhold for  
ynglehi.

\*\*\* Dekket med helikopter 10.4.86

## 2.6. RESULTATER OG DISKUSJON

Ialt 16 isbjørn ble registrert under feltarbeidet, hvorav 3 binner, 4 årsunger, 1 toåring, 2 hanner og 6 voksne av ukjent kjønn. Det ble ikke lett etter annet enn binner med årsunger, og de øvrige observasjonene er derfor tilfeldige. Dette gjelder imidlertid alle hiundersøkelser som utføres i regi av Norsk Polarinstitutt, og slike tall er følgelig til en viss grad sammenlignbare fra undersøkelse til undersøkelse. Funnpunkter framgår av Figur 2 og Tabell 2.

### 2.6.1. BINNER MED ÅRSUNGER

På Edgeøya og Barentsøya, som er de geografisk mest nærliggende områdene til Spitsbergen hvor det er utført hiundersøkelser, ble det i 1983 funnet 25, og anslått 30 - 50 ynglehi (Larsen 1985).

Lønø (1970) antok at også øst-Spitsbergen er et viktig hiområde. Iflg. Larsen (1985) er det bare rapportert ett sikkert ynglehi på Spitsbergen, og han mener derfor at området er lite viktig. Snøscooterkjørere rapporterer årlig i april og mai observasjoner av binner med antatte årsunger særlig på kysten nordover fra Agardhbukta. Ikke alle disse rapportene er like pålitelige, og binner med årsunger kan på denne tida også ha kommet over fra Edgeøya og Barentsøya.

Den korte issesongen rundt sør-Spitsbergen gjør området generelt mindre egnet for isbjørn enn de mer isrike, østlige områdene. Det er derfor til alle årstider langt færre bjørn her enn lenger øst (Larsen 1984b). I tillegg bøyer noe av den varme, nordgående vestkyststrømmen øst om Sørkapp og holder kysten mer eller mindre isfri nord til Kvalvågen eller Agardh langt utover høsten og vinteren. Skal drektige binner passivt følge isframrykkingen om høsten i disse områdene, vil de i et "normalt" isår ikke komme i land og i hi på Spitsbergen sør for Agardhbukta før ved årsskiftet eller senere, med mindre de går sørover inne i landet, eller svømmer.

De gode hiområdene på Kong Karls Land, Edgeøya og Barentsøya er kjennetegnet av lett tilgjengelig kyst og mye åpent terreng uten



breer. Her finnes hie ne ofte spredt og noe inn fra kysten. Det er ikke gjort systematiske undersøkelser på Svalbard av lokal hi plassering, men litteraturen har ingen eksempler på at ynglehi er funnet på aktive breer.

Østkysten av sør-Spitsbergen nord til Inglefieldebukta er helt dominert av høye fjell som går bratt i sjøen, med breer imellom. Innlandet her består bare av store breer mellom nunatakker. De terrengmessige forutsetningene synes derfor å være dårlige for drektige binner. Isforholdene i området forsterker dette.

Nordover fra Inglefieldebukta, og særlig i området fra sørsida av Agardhbukta til sørsida av Mohnbukta er landet åpnere og lettere tilgjengelig, og tildels brefritt et stykke inn i landet. Sammen med isforholdene skulle dette ventelig gjøre området mer velegnet for yngling enn områdene sønnover.

Undersøkellesområdet synes samlet å gi dårligere forutsetninger for isbjørn-yngling enn områdene lenger øst. Særlig synes områdene sør for Inglefieldebuka å være lite gunstige. På bakgrunn av dette og de få opplysningene som foreligger om ynglinger i området, antok vi at det var få ynglehi i hele undersøkelsesområdet, og avtakende sannsynlighet for hi jo lenger sør i området vi kom.

Tabell 2:

YNGLEHET OG INDIKASJONER PÅ YNGLINGER SPITSBERGEN PÅ KYSTEN WICHE-  
BUKTA - SØRKAPPØYA, SVALBARD, MARS - APRIL 1986.

Tallene refererer til angivelser på kart, figur 2

NR.	DATE	STED	FUNN	INDIKASJON
1	30.3	Thomsonbreen/ Sjukovskifjellet nordspiss	Ferske spor nordover, liggegrop	Binne med 1 årsunge
2	2.4	Richterfjellet østpynt	Ferske spor, nordover, liggegrop	Binne med 1 årsunge
3	10.4	Crollbreen/ Stephanovfjellet østpynt	Gamle spor nordover	Binne med 1 årsunge
4	10.4	Dumskolten sørøstside	Ferske spor nordover, h, ligge- grop	Binne med 2 årsunger
5	10.4	Hilmarfjellet mot Stormbukta	Gamle spor sørvest- over	Binne med 1-2 årsunger

Funn 2 lå bare noen km. nord for funn 1, og ble funnet tre dager etter. Begge sporsett var trolig maksimum hhv. 4 og 7 dager gamle (tid siden siste vind-periode). Begge var fra binner med en årsunge, kom inn fra isen sørøstfra og gikk litt opp snørike bakker noe inn fra fjæra. Her var det gravd grop, der binna etter alt å dømme hadde diet ungen (Hansson & Thomassen 1982). Ungen hadde lekt, og sporene fortsatte ut igjen i isen med hovedretning nordover parallelt med kysten. Baks, dårlig is og avblåste områder hindret oss i å følge sporene langt.

Ut fra Larsens (1985) materiale på kullstørrelser observert fram til 1983, og egne observasjoner fra Edgeøya 1984, består 1% av årsungekullene om våren av tre unger (fire unger er bare sett en gang), 78% av 2 unger og 21% av en unge. Sannsynligheten for at for at spor 1 og

2 er fra samme familie, er dermed over tre ganger større enn den ville vært om sporene var fra kull med tvillinger.

Funn 3 viste også bare en unge, og samme atferd som i funn 1 og 2. Sporet sto i iset skare, og kan ha vært flere uker gammelt. Det kan derfor ha stammet fra samme dyr som i funn 1 og/ eller 2. Den lange avstanden mellom funnene, 110 km, bidrar imidlertid til å redusere sannsynligheten.

Funn 4 var et typisk ynglehi, som helt nylig var forlatt. Vi ville ikke skremme dyra unødig, og gjorde derfor ikke forsøk på å finne dem. Hiet lå i en bratt fonn, subjektivt anslått 45 grader, rett opp fra åpent vann. Slike hi plasseringer er funnet før, bl.a. to ganger på Edgeøya (egne upubl.obs.), men er ikke vanlige.

I funn 5 var det ikke mulig å avgjøre om kullet besto av en eller to unger. Sporene var minst en uke gamle. I motsetning til i de andre funnene gikk dette sørvestover. Dette er imidlertid korteste vei til isen i området. Sporet kunne ikke følges videre i isen. Funnet ansees som forskjellig fra de andre.

Holdes funn 1,2 og 3 som samme familie, viser funnene at det har skjedd et absolutt minimum på tre ynglinger i undersøkelsesområdet våren 1986.

Ut fra arbeidsforholdene under dette arbeidet og erfaring fra tidligere hileting, er det imidlertid grunn til å anta at på langt nær alle ynglinger som har foregått oppdages. Det antall funn som med rimelig sannsynlighet kan ansees å indikere forskjellige ynglinger, ansees derfor som sannsynlige minste antall ynglinger som har foregått. Det må ansees som rimelig sannsynlig at de fem funnene fra vårens arbeid stammer fra forskjellige familier. Sannsynlig minimum antall ynglinger i undersøkelsesområdet settes derfor til fem.

Et anslag over høyeste sannsynlige antall ynglehi i et område blir en begrunnet gjetning basert på erfaring med terreng, vær, arbeidsfor-

hold, generell situasjon i området og sammenligning med forholdene i andre området. Tross stort undersøkelsesområde i fht. mannskapsressursene ble området dekket tilstrekkelig godt til at det kan vurderes som helhet.

Det lave antallet funn viser klart at antallet hi i området er lavt sammenlignet med f.eks. Edgeøya. Gode sporforhold i overgangen mars - april gjør det sannsynlig at funnene vi gjorde representerte en betydelig del av ynglingene i området. Familiene som forlater hiområdet går ned til isen, og har det vært en yngling i et område er det god sjanse for å finne sporene ved å patruljere kysten, slik det rutinemessig gjøres i hiregistreringer.

De indre deler av undersøkelsesområdet ble av denne grunn gjennomgående dårligere dekket enn kysten. Ut fra funnene på Edgeøya kan dette tenkes å ha ført til at relativt flere hi ble oversett i innlandet enn på kysten. Unntak fra denne underdekningen var imidlertid de isfrie områdene innenfor Inglefieldbukta, Agardhbukta og Dunerbukta. Disse ble dessuten dekket igjen under en reinsdyrtelling i mai. I de gjenstående helt bredekte områdene var sjansen for ynglehi på bakgrunn av tidligere erfaring liten. Det er derfor ikke sannsynlig at dette har gitt opphav til noen skjevhet i materialet.

Ved tidligere registreringer er det gitt sannsynlige maksimumsanslag på halvannen til to ganger sannsynlig minimum. Med så få funn i et så stort område som i denne undersøkelsen, er sannsynligheten for at vi har oversett en stor andel av hiene større enn ved undersøkelser der vi finner mange hi. For kysten Sørkapp - Wichebukta anslås derfor et sannsynlig maksimum på ti ynglehi våren 1987.

Det lave antallet hi skyldes trolig de geografiske, is- og terrengmessige forhold som er nevnt over. De kan i noen grad også skyldes forstyrrelse fra trafikk (se nedenstående diskusjon). Larsen (1986) antar at det har skjedd en rekolonisering av suboptimale hiområder vest for Kong Karls Land etter fredningen i 1970. Hvis dette er riktig bekrefter det lave antallet ynglinger vi fant at øst-Spitsbergen er et dårligere hiområde enn Edgeøya. Området vil i så fall ikke vil få

mange hi før Edgeøya og andre bedre områder evt. blir "fulle".

I strid med forventningene lå alle funn sør for det antatt beste området. Tre funn lå meget langt sør. I tillegg til ren tilfeldighet kan dette ha følgende årsaker:

Larsen (1984b) har vist at forekomst av isbjørn i lokalområder på Svalbard er avhengig av isforekomst. Den lokale issituasjonen på øst-Spitsbergen høsten 1985 er ikke kjent. Dersom det har vært godt med is på den sørlige kyststrekningen og dårlig nordover i perioden oktober november, kan dette ha ført til at drektige binner i området gikk iland her.

Inglefield- og særlig Agardhbukta og nordover er et av de mest populære utfartsområdene for snøscooterkjørere fra Longyearbyen og Sveagruva fra slutten av mars til juni. "Gjennomsnittskjøreren" besøker Agardh 2,2 ganger i året (dvs. i praksis i nevnte periode). Muligheten for å få se isbjørn, og først og fremst binner med unger, er en hovedårsak til disse turene (Persen 1986). De fleste scooterkjørere holder trolig avstand til isbjørn, men enkelte kjører utvilsomt meget nær og kan følge dyra lenge. Ettersom binner med årsunger på denne tida er meget vare for forstyrrelser, er det ikke usannsynlig at selv den generelle trafikken i området kan ha langsiktig negative virkninger i form av at de senere ikke vil gå i hi i området. Isbjørnbinneres tendens til å samles i hiområder som Kong Karls Land og Edgeøya på Svalbard, Wrangeløya i Sovjetisk øst-arktis og Churchill i Hudson-bukta, viser at de aktivt velger hiområde ut fra den gjennomsnittlige suksess det gir å få unger i det enkelte område. Tilfeller der binner med årsunger direkte forfølges av snøscooter, er antakelig en ekstrem belastning. Også der det ikke medfører umiddelbar skade f.eks. i form av at ungene mister kontakt med binna, er det stor fare for at en slik hending vil drive dyra vekk fra området for godt. Den samlede belastningen fra snøscootertrafikk kan følgelig være en årsak til mangel på ynglehi i dette området.

## 2.6.2. BINNER MED ELDRE UNGER OG ENSLIGE BJØRN

Hos alle bjørnearter tenderer binner med unger til å holde seg unna hanner og ansamlinger av store, enslige bjørner (Stonorov & Stokes 1972, Beecham 1980). Dette skyldes fare for konflikt med større dyr, evt. kannibalisme, noe Taylor et.al. (1984) antar er særlig utbredt blant isbjørn. Områder der en finner en relativt større andel binner med unger, inkl. ett- og toåringer, enn gjennomsnittet i bestanden, må derfor antas å være "refugier" for disse dyra i utkanten av større konsentrasjoner av isbjørn.

Tabell 3 viser funn av og indikasjoner på binner med eldre unger (se også Figur 2).

Tabell 3:				
OBSERVASJONER AV OG INDIKASJONER PÅ BINNER MED ELDRE UNGER				
KYSTEN WICHEBUKTA - SØRKAPPØYA, SVALBARD, VÅREN 1986				
Tallene viser til angivelser på kart, figur 2				
NR	DATE	STED	FUNN	INDIKASJON
6	14.3	"Kvalhovddalen"; dalen mellom Singerfjellet og Kvalhovden	Dyr	Binne med 2 fjorårsunger
7	22.3	Agardhpynten	Dyr i liggegrop	Binne med 2 toåringer
8	24.3	Domen, sørøst- side	Dyr i hi/ liggegrop	Binne med 2 fjorårsunger

Under arbeidet på Edgeøya i 1983 ble det registrert 31 enslige bjørn, 3 kull med ettåringer og ett med toåringer (Larsen 1986). Under årets arbeid ble det altså registrert nesten like mange kull med eldre unger, men bare 8 enslige bjørn.

Materialet er for lite og usystematisk innsamlet til å gi grunnlag for sikre konklusjoner. Det er imidlertid kjent at det er mye stor bjørn i Stor fjorden, særlig rundt sørenden av Edgeøya (Lønø 1970, egne upubl. obs.). Få enslige dyr og relativt mange binner med eldre unger på Spitsbergensida av fjorden kan indikere at dette er et randområde som har betydning for slike familiegrupper. En slik antakelse støttes av at det er vanlig oppfatning blant folk som drar på turer på østkysten at det er mye binner med unger i disse områdene.

Binner med ettåringer er også en meget sårbar gruppe, og ungene har høy dødlighet (Larsen 1986). Ungene er stadig helt avhengige av binna. De har et betydelig energibehov - kan veie nærmere 100 kg og vokser raskt - men er ikke istand til på jakte selv (Stirling & Latour 1978). Binnene må derfor skaffe store mengder mat, noe som vanskelig gjøres fordi de pga ungenes sårbarhet overfor voksne dyr presses ut i antatt marginale jaktområder.

#### 2.6.3. HORNSUNDTREKKET

Under helikopterregistreringen over den sørlige delen av undersøkelsesområdet gjorde vi et kort registrering av spor og bjørn i indre Hornsund / Brepollen og over Hornbreen til Hambergukta. En meget ufullstendig telling ga ni bjørn i Brepollen på høyde med eller innenfor Statoils skip ved Treskelodden. I alle fall fire av disse syntes å være på vei innover mot brekanten. Vi så ingen bjørn på breen, men minst 5 uavhengige spor. Sporene var omtrent rettlinjede og gikk parallelt nordøstover mot Hambergbreen og Skjoldfonna. Alle sporene var føyet igjen før overgangen fra Hornbreen til disse to breene, det lot seg derfor ikke gjøre å følge ruta videre østover.

Observasjonene støtter rapportene om at det foregår et regulært trekk inn gjennom Hornsund over Storfjorden til Edgeøya og videre mot nord-øst.

I den isfri perioden gikk de fleste spor og dyr vi så nordover langs kysten, hvilket bekrefter Larsens inntrykk. I perioder og områder med is på kysten så vi lite bjørn og spor. Dette kan på samme måte trolig forklares med at dyra gikk rett ut i isen etter å ha krysset land.

Ved innledningen av feltarbeidet antok vi at isbjørn foretrakk å gå framfor å svømme under de rådende forhold; sjø, tynn is og sørpe. Vi hadde derfor ventet mer bjørn langs land enn det vi fikk se. To observasjoner viste imidlertid at bjørnene mestret slike forhold så godt at de neppe er noe betydelig hinder for dem. I begge tilfeller skremte vi bjørn vekk fra utstyrlageret så de gikk på sjøen. Det var dels tung sørpe, dels isflak som var for tjukke til å svømme gjennom, men for tynne til å gå på. Bjørnene tok rett utover tilsynelatende uten problemer eller noe ønske om å komme inn på land igjen. De svømte under sørpa og den tynneste isen i etapper på 14-17 sekunder, og stakk innimellom hodet opp og pustet i 5-10 sekunder. Når isen var for tjukk til dette slo de seg gjennom med framlabbene, og prøvde stadig å dra seg opp for å ake på magen på isen.

Under den avsluttende rekognoseringen langs vestkanten av den store isflora i Storfjorden som på denne tida lå 1 - 2 km ut for Spitsbergenkysten, fant vi ingen bjørn. Vi fant heller ikke spor, hvilket kan skyldes lite snø på isen. Mangelen på dyr kan igjen tolkes i retning av at dyra trekker rett over Storfjorden, og ikke stopper i isen der.

## 2.7. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

Isbjørnen er tilpasset et miljø der faktorer som vær-, is- og snøforhold, byttedyrforekomst og forekomst av artsfeller varierer lokalt på en nokså uforutsigbar måte. Isbjørnens svar er selv å være ytterst fleksibel, tilpasningsdyktig og individuell. En undersøkelse av hi- og bjørneforekomster en kort periode et tilfeldig år, gir derfor ikke grunnlag for bastante konklusjoner. Resultatet av en tilsvarende



undersøkelse året etter kan lett gi andre resultater.

På bakgrunn av tidligere arbeider indikerer imidlertid den foreliggende undersøkelse at kysten fra Sørkapp til Wichebukta har relativt liten betydning som hiområde for Svalbardbestanden. Eventuelle skadelige industriinngrep i området vil sannsynligvis ramme høyst et fåtall hi.

Det er likevel viktig å påpeke at det antatte sannsynlige maksimum for området, 10 ynglehi, utgjør så mye som rundt 6% av de 150 - 175 ynglehi Larsen (1985) har beregnet at det finnes på Svalbard årlig. Tap av f.eks ett eller to hi på øst-Spitsbergen vil ha betydning lokalt. I tillegg bør det alltid tas spesielle etiske hensyn i forhold til dyr i yngletida. Dette gjelder ikke minst isbjørnbinner med unger, ettersom det pga. isbjørnens spesielle stilling i folks bevissthet vil være stor oppmerksomhet omkring forholdet ynglehi - industriell virksomhet.

Bortsett fra oljeforurensing, som er meget skadelig og oftest dødlig for isbjørn som rammes, er forstyrrelse den viktige potensielle skadefaktoren. Om høsten må binner antas å være vare for forholdene i området de oppsøker for å gå i hi. Støy, ferdes, lukt eller større installasjoner i forbindelse med menneskelig virksomhet i slike områder, kan sannsynligvis føre til at binner fjerner seg fra området. Om våren (fra først i mars til midt i mai) er binner med årsunger meget vare for påvirkninger. Det skal lite til at de forlater området, noe som kan redusere ungenes overlevelsessjanser mye. Binnene kan også bli så skremt at de løper fra ungene, noe som oftest vil føre til at ungene dør. Øvrige tider på året gjelder fremdeles at binner med årsunger er vare, og at de lett tar skade av å bli skremt.

Resultatene fra denne undersøkelsen tyder på at ynglehiene lå meget spredt. Dette er sannsynligvis en normal situasjon. Det lar seg derfor vanskelig gjøre å gi retningslinjer for plassering mm av faste installasjoner for å redusere muligheten for skade på isbjørnhi i dette området. Det bør imidlertid legges generell vekt på at enhver installasjon skal gjøre minst mulig av seg, hva gjelder utseende, lys, lukt, bevegelse og støy. Ferdsel i tilknytning til installasjoner må alltid

holdes på et minimum, og støysvake alternativer bør prioriteres. Tra-seer bør legges korteste vei inn i landet og unna kysten i størst mulig grad. Fra mars til isen forsvinner må det vises særlig stor forsiktighet og oppmerksomhet i fht. binner med årsunger.

Resultatene kan indikere at området Agardhbukta - Wichebukta er et viktig randområde for binner med eldre unger. For disse gjelder samme forsiktighetsregler som nevnt over. Dette gjelder ferdsel langs kysten og i isen. Binner med eldre unger påtreffes sjelden i innlandet.

Hornsundtrekket representerer muligens en viktig del av årssyklusen til hele Svalbardbestanden. Det vil bli gjennomført egne studier av dette i 1987.

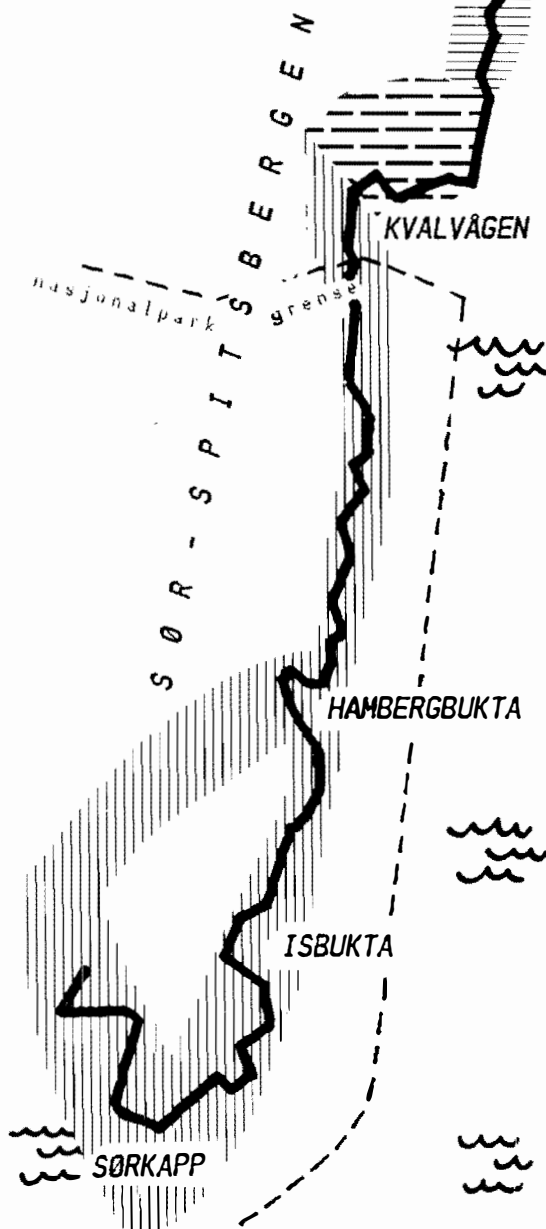
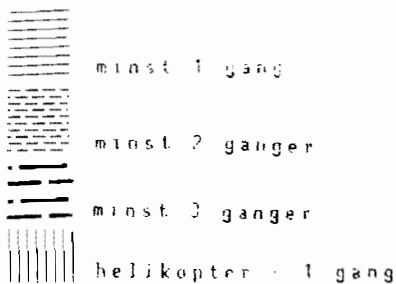
----

En takk rettes til: Otto Ottemo for sedvanlig utmerket innsats og kom-paniskap under feltarbeidet, til Sysselmannen på Svalbard for frakt av letthytte og andre velkomne forsyninger, til Ny-Ålesund og Harald Solheim, Kapp Wijk, for viktig og hyggelig radiosamband.

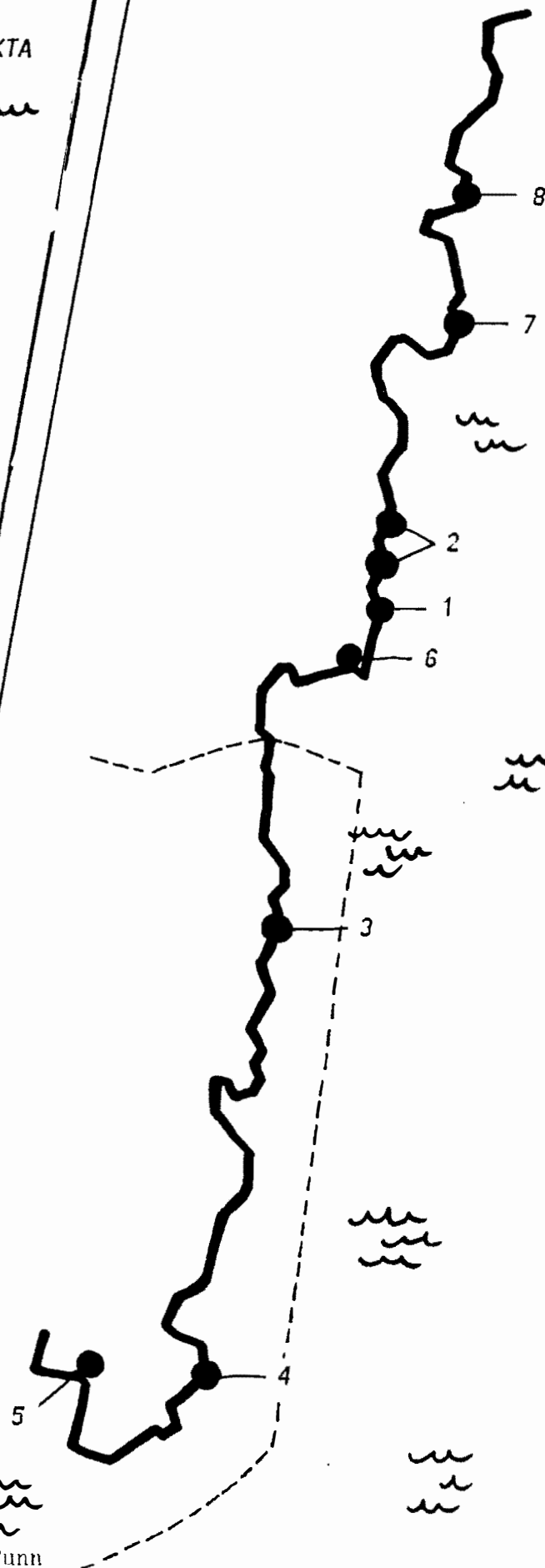
GVALPARE



DEKNINGSGRAD:



FIGUR 1: Undersøkellesområde og dekningsgrad



FIGUR 2: Funn

## 2.8. LITTERATURLISTE

- Beecham, J. 1980. Some population characteristics of two black bear populations in Idaho. Pp. 201-205 in C.J. Martinka (ed.) Bears - their biology and management, IUCN New Series no. 3. Morges, Sveits.
- Blix, A.S. and Lentfer, J.W. 1979. Modes of thermal protection in polar bear cubs - at birth and on emergence from den. Am.J.Physiol. 236(1): R67-R74.
- Giertz, I and Lydersen, C. 1986. Polar bear predation on ringed seals on the fast ice of Hornsund, Svalbard. Polar Research 4 n.s. 65-68.
- Hansson, R., og Thomassen, J. 1982. Isbjørnbinner med unger i Bogen hiområde, Kongsøya, Svalbard - en etologisk grunnstudie. Norsk Polarinst. Rapportserie 12. 140 pp.
- Larsen, T. 1974. Polar bear den surveys in Svalbard 1972 and 1973. Nat.Geogr.Soc.Research Reports 12: 445-454.
- Larsen, T. 1985. Polar bear denning and cub production in Svalbard, Norway. J.Wildl.Manage 49(2):320-326.
- Larsen, T. 1986. Population biology of the polar bear (Ursus maritimus) in the Svalbard Area. Norsk Polarinstitutt Skrifter nr. 184, 55 pp.
- Lønø, O. 1970. The polar bear in the Svalbard area. Norsk Polarinst. Skrifter no. 129. 115 pp.
- Persen, E. 1986. Snøscooteren og naturmiljøet. Stensilert rapp. Miljøverndepartementet, Oslo

- Rudi, H. 1958. Isbjørnkongen. Gyldendal norsk forlag, Oslo. 252 s.
- Stirling, I. and Latour, P.B. 1978. Comparative hunting abilities of polar bear cubs of different ages. Can. J. Zool. 56: 1768-1772.
- Stirling, I., Calvert W. and Andriashek, D. 1980. Population ecology studies of the polar bear in the area of southeastern Baffin Island. Can. Wildl. Serv. Occas. Paper 44. 33 pp.
- Stirling, I., and Ramsay, M. 1986. Polar bears in Hudson Bay and Foxe Basin: Present knowledge and research opportunities. I I.P. Martin (ed.): Canadian inland seas, pp. 341-354. Elsevier science publishers B.V., Amsterdam, 1986.
- Stonorow, D. and Stokes A.W. 1972. Social behavior of the Alaska brown bear. I S. Herrero (ed.) Bears - their biology and management. IUCN Publ. New Ser. 23, Morges, Sveits.
- Taylor, M.K., Larsen, T. and Schweinsburg R.E. 1984. Observations of intraspecific murder and cannibalism in polar bears. I Larsen, T. Abundance, range and population biology of the polar bear (*Ursus maritimus*) in the Svalbard area. Dr. Philos. avhandling, Norsk Polarinstitutt.
- Vinje, T.E., 1981. Frequency distribution of sea ice in the Greenland and Barents seas, 1971-1980. Stensil, 6 s. Norsk Polarinst.

KAPITTEL 3

REINSDYRTELLING PÅ NORDENSKIØLD LAND  
VÅREN 1986

av

Rasmus Hansson

Norsk Polarinstitut



### 3.1. BAKGRUNN

BP, ADC og SNSK/Hydro planla våren 1986 seismiske undersøkelser på Nordenskiöld Land, det viktigste utbredelsesområdet for svalbardrein. Statoil meldte dessuten seismikk i Agardhområdet på samme tid. Den planlagte virksomheten ville føre med seg omfattende trafikk av helikoptere, snøscootere og tyngre beltekjøretøyer, i tillegg til et større antall sprengninger. Det var grunn til å tro at denne forstyrrelsen samlet kunne medføre en så stor belastning at reinsdyrbestanden i området kunne bli skadelidende. Seismiske undersøkelser innebærer dessuten mulighet for rask utvikling til tyngre, og potensielt mer skadelig, industriell aktivitet. Det var derfor viktig å foreta undersøkelser av reinsdyrbestanden i området.

Som utgangspunkt for å vurdere evt. virkninger, pålegg og mottiltak, må forvaltningen bl.a ha oversikt over forekomst og utbredelse av den aktuelle arten. Med unntak av en telling i 1973 - 74 (Alendal og Byrkjedal 1974), og MAB-prosjektets arbeid (Øritsland & Alendal 1985), er det stort sett ikke utført systematiske reinsdyrundersøkelser i de aktuelle områdene tidligere. Miljøverndepartementet påla derfor selskapene å finansiere en taksering av reinstammen. Arbeidet skulle omfatte en registrering av bestandsstørrelse og bestandssammensetning, og kartlegging av utbredelse til forskjellige årstider med spesiell vekt på vinterbeiteområder og evt. områder med spesielle ansamlinger av kalver. Arbeidet var forutsatt å foregå parallelt med selskapenes egen virksomhet. SNSK/Hydro ble dessuten pålagt å finansiere studier av hvilken effekt forstyrrelser har på rein.

SNSK/Hydro ønsket å la Universitetet i Tromsø gjennomføre effektstudiene og tellingene i Reindalen og Semmeldalen. Denne rapporten gjelder de øvrige tellingene, som ble gjennomført i regi av Norsk Polarinstitut.



### 3.2 OMRÅDEBESKRIVELSE

Nordenskiøldland er preget av forholdsvis store, vegetasjonskledte daler og områder og tilsvarende lite breer sammenlignet med det øvrige Spitsbergen. Mesteparten av området består likevel av fjell, breer og bratte, vegetasjonsløse skråninger. Vegetasjon av betydning finnes stort sett bare i lavtliggende områder i daler og på strandsletter. Den består mest av gress, urter og lyng. Også her er det partier med brede elveløp, deltaer, stein og grus mer eller mindre uten vegetasjon. Vegetasjonsgrensa går iflg. Norderhaug (1969) i gjennomsnitt på 100 moh. Alendal og Byrkjedal (1974) mener den på vestsida går ned mot 50 moh., mens den i midtre deler går opp i 150 moh., enkelte steder 300 moh. På østkysten er den trolig nede i under 100 moh. igjen. Over denne grensa finnes imidlertid bl.a. noe lav, som spiller en rolle som vinterbeite. Våre registreringer dekket området sør for vannskillet, med unntak av et midtre område som skulle dekkes av Universitetet i Tromsø / SNSK.

I den vestligste delen, rundt Berzeliusdalen og Vassdalen, går fjellene opp i 600 - 700 moh., i enkelte tilfelle drøye 800 moh. I Berzeliusdalen er lavere deler av dalsidene særlig på østsiden og innerst forholdsvis frodige. Også dalbunnen har dels godt vegetasjonsdekke. Vassdalen har brattere og mindre frodige sider, mens dalmunningen og Vengsletta har godt vegetasjonsdekke. Plataåene, fra 250 moh. og oppover, består av steinsletter med noe skorpelav og litt spredt annen vegetasjon.

På strekningen Blåhuken - Svea går fjellene opp i 900 - 1000 moh., med bratte sider ned mot strandsletta. Bortsett fra Gustavdalen fins bare små, bratte, hengende daler uten vegetasjon. I rasmarka rundt munningen av disse dalene, på de indre deler av strandsletta og i Gustavdalen finnes partier med forholdsvis frodig vegetasjon.

Fra Blixodden tom. Rindersbukta gåre fjellene bratt opp i over 1000 moh., og bortsett fra Danzigdalen og enkelte plataer på ca. 250 moh.

er området skrint bevokst.

Kjellstrømdalens nedre del er omgitt av fjell som går opp i 800 - 900 moh. Den brede dalbunnen har lite vegetasjon. På sørsida er dalsidene steile, breer kommer ut nesten helt nede i dalbunnen, og det er lite vegetasjon. På nordsida er dalsidene bratte umer øst til nær munningen av Lundstrømdalen. Indre deler av dalen er trangere, stadig med lite vegetasjon i bunnen, men med mer frodig blokkmark særlig på nordsida og rundt Lundstrømdalen. Søndre del av Lundstrømdalen er trang, omgitt av fjell på 800 - 1000 moh., med endel lave og høye platåer med god vegetasjon. Nordre del av dalen vider seg ut og går over i Reindalen med åpen, slak blokkmark med godt vegetasjonsdekke.

Rundt Inglefjeldbukta kalver store breer rett i sjøen, unntatt på nordsida. Langs kysten nordover herfra er endel smådaler, blokkmark og strandsletter med middels godt vegetasjonsdekke. Fjellene går opp i 500 - 600 moh. Den vide Agardhdalen har lite vegetasjon, men sidene og smådalene rundt, særlig på nordsida over mot Dunerbukta har middels godt vegetasjonsdekke. Fjellene ligger på 500 - 600 moh. og er lett tilgjengelige, men med lite vegetasjon i høyden. På nordsida av Dunerbukta har platået Domen på drøye 200 moh. forholdsvis godt vegetasjonsdekke. Nord for dette er bare strandflatene isfri, og her er vegetasjonen skrin. Sør for Inglefjeldbukta på østkysten er Kvalhovddalen eneste brefri dal, og bortsett fra enkelte strandbremer lengre sør er nordsida av Kvalvågen eneste strandslette med vegetasjon.

### 3.3. REINSDYR BIOLOGI OG -FORVALTNING

MAB-prosjektet "Svalbardreinen og dens livsgrunnlag" (Øritsland 1985) og arbeidet utført ved Universitetet i Tromsø (Nilssen et al. 1984a,b,c, Nilssen et al. 1985) har vist at svalbardreinens biologi er preget av tilpasninger til et ekstremt, arktisk miljø. Dette stiller spesielle krav til hvordan arten må forvaltes.

I løpet av sommerhalvåret legger svalbardreinen opp fettlagre som kan utgjøre over 30% av slaktevekta (Nilssen 1984b). Utover vinteren kom-

mer den imidlertid i en stadig sterkere sultsituasjon. Reinen bruker ikke bare opp fett, men også muskelmassen og fordøyelsessystemet blir betydelig redusert, slik at kroppsvekta avtar med 41 - 55% (Reimers & Ringberg 1983). Dette gir likevel ikke tilstrekkelig energi til å gjennomleve vinteren, og dyra må dekke 67% av energibehovet i denne perioden ved beiting. Mot slutten av vinteren, i april - mai, er mange av de gjenlevende reinsdyra nær sultedøden. Drektige simler har i tillegg 70 - 80% av veksten i fosteret på denne tida.

Svalbardreinen kan regulere sitt energiforbruk hovedsaklig gjennom isolasjon og aktivitet. Isolasjonen er så god at varmetap sjelden er noe problem, og det avgjørende for forbruket blir dermed hvor mye dyra beveger seg (Nilssen 1984a). Svalbardreinens helt dominerende virksomhet i tilværelsen er beiting. Den har ikke "tid til", og er også dårlig fysisk tilpasset, aktiviteter som løping. Dette bruker den bare 5 - 6% av tiden til på årsbasis (Kastnes 1979), betydelig mindre enn fastlandsreinen bruker (Reimers 1980). Løpinga står imidlertid for 20 - 25% av energiforbruket. Dersom f.eks. forstyrrelse fører til en øking i løpsaktivitet på bare 2% vil det medføre øking i energiforbruket på hele 10%. I tillegg kommer tapt beitetid.

Den viktigste naturlige styringsfaktoren for over levelse og produktivitet i lokale bestander antas å være beitetilgang. Denne tilgangen avhenger selvsagt i utgangspunktet av forekomst av planter (reinen spiser de fleste planter som vokser på Svalbard), og er ikke begrensende om sommeren. Om vinteren styres tilgangen imidlertid av snø- og isforhold, som når de er ugunstige kan føre til høy dødlighet og lav kalvproduksjon i områder som rammes.

I de bestandene som er undersøkt hittil, har produktiviteten variert fra 4 til 26%. Det er beregnet at en bestand vil være stabil med en produktivitet på ca. 15%. Sult er den dominerende dødsårsak. Dødligheten rammer særlig kalv i løpet av den første vinteren, samt dyr eldre enn 6 år (Øritsland & Alendal 1985). Reduksjon i kalvproduksjon antas først og fremst å skje ved abort eller resorpsjon av fosteret.

Når det blir mye snø i lavlandet om vinteren flytter svalbardreinen seg gjerne oppover i terrenget til avblåste områder. Om våren skjer en forflytning motsatt vei, og drektige simler trekker etterhvert mot områder hvor de skal kalve. Om sommeren står dyra lavt i de frodigste områdene.

Det er foreløpig ikke helt klart i hvilken grad, og evt. etter hvilket mønster, svalbardreinen forflytter seg over større områder. Vi kan f.eks. ikke alltid forutsi om rein kan ventes å trekke inn i et område der bestanden er blitt redusert. Utsettingsforsøk til Ny-Alesund-området har vist at rein kan etablere seg og trives utmerket i nye områder. Observasjoner av rein på Kong Karls Land viser at de også kan trekke langt. Antatt gunstige områder på nordsida av Isfjorden er imidlertid fortsatt tomme, til tross for at det synes lett for rein fra sørsida av fjorden å komme dit. Foreløpige undersøkelser fra Nordenskiöld Land tyder i overensstemmelse med dette på at svalbardreinen stort sett lever i små bestander i nokså atskilte leveområder (Øritsland & Alendal 1985).

Disse forholdene gjør svalbardreinen spesielt sårbar for menneskelig påvirkning. Det gjelder først og fremst på vårparten (midt i april og ut mai), da reinens energireserver er mer eller mindre oppbrukt, og beiteforholdene er dårligst. På denne tida kan forstyrrelser som øker energiforbruket og reduserer beitetida få drastiske følger. Dette er også tida da lokalbefolkningen drar mest på scooterturer (Persen 1986), slik at "bakgrunnstøyen" allerede er høy før evt. forstyrrelser fra næringsvirksomhet.

Der naturlige forhold eller forstyrrelser fører til lokal økt dødelighet eller redusert kalvproduksjon, kan en ikke uten videre gå ut fra at "underskuddet" vil bli erstattet ved innvandring fra nærliggende områder. Det er derfor vanskelig å forutsi den langsiktige effekten av slike evt. nedganger.

### 3.4. MÅLSETTING

Målsettingen for arbeidet var for vår, sommer og høst å finne:

1. Totalt antall dyr i undersøkelsesområdet.
2. Hvor i terrenget dyra sto, med spesiell vekt på vinterbeiteområder.
3. Bestandssammensetning, med hovedvekt på antall kalver.

#### 3.4.1. TELLEOMRÅDER

Følgende områder ble dekket med takseringer (Fig. 1); Berzeliusdalen med Ingeborgfjellet øst, Grønfjorddalen, Vassdalen, Vengsletta, kystfjell fra Blåhuken til Svea med Gustavdalen, kystfjell Blixodden - Danzigdalen - Rindersbukta - Braganzavågen, Kjellstrømdalen med Lundstrømdalen til Reindalspasset, Inglefjeldbukta fra Teiknarneset til Kapp Dufferin, Agardhdalen, Eistradalen og Væringdalen, Agardhbukta fra Kapp Dufferin til Agardhpynten, Dunerområdet fra Agardhpynten til Kroghfjellet i Mohnbukta. I tillegg fikk vi under isbjørntellinger i mars og april observasjoner fra kyststrekningen Kvalvågen - Inglefjeldbukta, og Mohnbukta - Wichebukta.

En del av områdene ble bare talt om våren.

#### 3.4.2. GJENNOMFØRING

Vårregistreringen ble utført med snøscooter i perioden 14.4 - 9.5.86. Hver scooter gikk omlag 2800 km. Norsk Polarinstitutt's hytte "Tarandus" i Reindalen / Semmeldalen var hovedbase. Dessuten fikk vi bruke statens hytter i Kjellstrømdalen, Agardh og Duner. Deltakere var Egil Soglo og Rasmus Hansson.

Arbeidsforholdene var meget gode. Med unntak av enkelte meget bratte partier mellom Blåhuken og Svea, mellom Blixodden og Rindersbukta og på sørsida av Kjellstrømdalen, dekket vi hele terrenget godt. Vi kjørte begge dalsider. Fordi dyra oftest sto høyt og utilgjengelig,

tok vi oss opp så høyt som mulig i smådaler, på toppen og platåer. Kikkert (10x40 binok) ble hele tiden brukt, og med mellomrom stoppet vi på gode utkikksteder og undersøkte synlige områder grundig. Observatøren i en dalside også fikk god oversikt over motsatt dalside der den andre deltakeren arbeidet, og langs kysten og i åpne områder som Kjellstrømdalen og Agardhdalen arbeidet begge på samme side. Dermed ble ca. 70% av området dobbelt-registrert.

Sommer- og høstregistreringene ble utført til fots i periodene 20.6 - 2.7 og 23.9 - 7.10.86. I Berzeliusområdet brukte vi Camp Morton som base og telt i indre deler. I Kjellstrømdalen brukte vi Kjellstrømhytta og telt. Deltakere sommer og høst var hhv. Berit Nicolaysen og Geir Taugbøl, og Otto Ottemo og Rasmus Hansson.

Under sommerregistreringen var det fortsatt endel snø, og enkelte problemer er pga. elver og bløt mark. Forholdene under høstregistreringen var meget gode. Pga. kortere tid og mindre mobilitet ble ikke strekningene Blåhuken til Gustavdelen, Blixodden tom. Rindersbukta og østkysten dekket. Vi gikk til fots begge dalsider, og dekket "egen" og motsatt side med kikkert. Steder med god utsikt ble brukt til oversiktsregistreringer. Vi kunne ikke komme like høyt i terrenget som under vårregistreringen, men gikk neppe glipp av flere dyr enn da ettersom dyra står lavt sommer og høst.

På vårparten er det vanskelig å skille sikkert mellom gamle og yngre bukk. Pga. skadevirkningene av å skremme dyra på denne tiden ville vi ikke gå så nær som vi hadde måttet for å kunne foreta et slikt skille. For å få et enhetlig materiale skilte vi derfor under hele arbeidet bare mellom kalv og voksne dyr. Vi registrerte imidlertid generelle forskjeller i hvor det sto mest av de forskjellige kjønns- og aldersklassene.

Områdene som ble dekket framgår av fig.1.

## 3.4.3. RESULTATER

Tabell 1 viser totalt antall dyr og antall kalv som ble observert i de forskjellige områdene i løpet av de tre tellingene. Fig. 2, 3 og 4 viser hvor i områdene dyra sto hhv. om våren, sommeren og høsten.

Tabell 1:

REINSDYRTELLINGER NORDENSKIØLDLAND 1986  
TOTALT ANTALL DYR OG ANTALL KALVER I TELLEOMRÅDENE VÅR, SOMMER OG HØST

	VÅR		SOMMER		HØST	
	tot. dyr	kalv	tot. dyr	kalv	tot. dyr	kalv
BERZELIUSDALEN	102	0	162	13	204	9
GRØNFJORDDALEN	(52)	(0)	-	-	-	-
VASSDALEN M/VENGSLETTA	5	0	62	5	102	10
BLAHUKEN - SVEA M/GUSTAVDALEN*	(113)	(6)	-	-	(18*)	(2)
BLIXODDEN - FAGERSTADNESET	(49)	(0)	-	-	-	-
RINDERSBUKTA	(7)	(0)	-	-	-	-
KJELLSTRØMDALEN	43	1	98	25	40	11
LUNDSTRØMDALEN	124	4	49	14	18	4
INGLEFIELDOMRÅDET	(29)	(6)	-	-	-	-
AGARDHOMRÅDET	(66)	(13)	-	-	-	-
DUNEROMRÅDET	(22)	(4)	-	-	-	-
	247	5	370	57	364	35

tall i parentes er fra områder som ikke er talt alle tre perioder.  
Totalsummene nederst i tabellen er regnet ut uten disse.

### Vårtelling:

Beitene i Berzeliusdalen og områdene rundt var nediset. De fleste dyra sto innerst i dalen, dels på overgangene mot Grøndalen og Grønfjorddalen. Tilsvarende sto omtrent alle dyra på Grønfjorddal-sida helt opp mot de samme overgangene. Dyra sto spredt, tildels meget høyt og vanskelig tilgjengelig på platåer og topper fra 300 moh. opp til over 800 moh. Bukkene sto hver for seg og gjennomgående høyst. Simler og ungdyr sto oftest i små, løse grupper. Dyra ga inntrykk av å være i dårlig kondisjon. Mangelen på kalv understreket dette, det som måtte ha vært av kalv var sannsynligvis sultet ihjel i løpet av vinteren. Under Ingeborgfjellet i sørvesthjørnet av Berzeliusområdet sto mange dyr helt oppe i fuglefjellet, mens andre beitet tang i fjæra. Det var mange kadavere i dette området, hvor mattilgangen lot til å være spesielt dårlig.

I Vassdalen var det få avblåste områder i lavere strøk. De få dyra sto på platåer 400 - 500 moh. Mangel på spor, møkk og beitemerker tydet på at det ikke pleide å være mange dyr i dalen. På Vengsletta var det i likhet med de andre strandslettene vi undersøkte fritt for dyr i april.

Beiteforholdene virket lettere på strekningen Blåhuken - Svea enn de gjorde lenger vest. Dyra sto jevnt over noe lavere lavere i terrenget, 300 - 500 moh., men med samme tendens til at bukkene sto høyst og mest spredt. Reinen begynte å trekke nedover til fjellfoten i slutten av april. I dette området dukket også de første kalvene opp; observert kalvandel 5,3%.

Det lave antallet dyr på sørsida av fjorden, strekningen Blixodden - Fagerstadneset ved Rindersbukta, var ventet. Dyra sto på platåer 200 - 500 moh., med noen nede i morenene. Skillet mellom bukk og simler / ungdyr var som i de foregående områdene. Mye is og stein gjorde kjøreforholdene vanskelige, og vi gikk trolig glipp av en større andel dyr i dette området enn i de andre.



Rindersbukta er stort sett rent bre- og morenelandskap, med lite vegetasjon. De få dyra i dette området sto i moreneområdene mot Van Mijenfjorden, og kunne like godt regnes til dyra i områdene Blixodden - Fagerstadneset og Kjellstrømdalen.

På sørsida av Kjellstrømdalen lot det seg stort sett ikke gjøre å komme opp på platåene. Vi kan derfor ha gått glipp av noen dyr der. Uansett var det lite rein på denne sida. De fleste sto på nordsida innerst i dalen og i områdene rundt munningen av Lundstrømdalen, 200 - 400 moh. Bare en kalv av 43 dyr (observert andel 2,3%) viser at selv om beiteforholdene og de voksne dyras kondisjon virket bedre enn i Berzeliusområdet, hadde vinteren fart hardt med kalvene også i Kjellstrømdalen.

I Lundstrømdalen sto det dyr på østsida, 400 - 700 moh., og i de indre områdene mot Reindalen, 300 - 600 moh. Registreringen her ga 3,2 % kalv, samme lave nivå som i Kjellstrømdalen. Både her og i Kjellstrømdalen sto bukkene høyere og mer spredt enn simler / kalv / ungdyr.

På østkysten (Inglefjeldområdet, Agardhområdet, Dunerområdet) var ikke beiten iset ned i løpet av vinteren, Det var ikke mer snø enn normalt, og dyra grov seg lett ned til vegetasjonen. Under en isbjørntelling i de samme områdene i mars 1986, sto simler / ungdyr / kalv lavt, tildels helt nede i dalene. Dette var fremdeles tilfelle under reintellingene. Endel av bukkene sto derimot også her helt oppe på topp-platåene, 400 - 500 moh. Dyra virket velnærte, og inntrykket av gode forhold ble bekreftet av en observert kalvandel på hele 19,7%. Isbjørntellingen dekket hele østkysten av Spitsbergen opp til Wichebukta i bunnen av Storfjorden. Sørligste observerte dyr var 4 voksne dyr som gikk i fjæra ved Rørenbukta rett sør for Kvalvågen. Sør for dette er terrenget neppe levelig for rein før en kommer til Sørkapp, der vi forøvrig ikke så noen dyr. I Kvalhovddalen gikk 9 voksne dyr og 3 kalv. Borsett fra etpar spor så vi ikke tegn til rein nord for Kvalvågen før Inglefieldbukta. Nord for Dunerbukta gikk 4 voksne dyr og 2 kalv på Teisttpynten, som er en flat tange. Slått sammen får disse

områdene en observert kalvandel på 29,4%.

#### Sommerregistrering.

I Berzeliusdalen var det endel snø. Simler og kalv sto lavt, 50 - 100 moh., på østsida og innerst i dalen, der det var snøbart. Ungdyr og bukk sto i utkanten. Observert kalvandel var 13,2%. I Vassdalen var det enda mer snø. Noen dyr sto høyt, de fleste sto ytterst i dalen og på Vengsletta der det var bart. Observert kalvandel her var 8,1%.

Reinen i Kjellstrømdalen sto i omtrent de samme områdene som under vinterregistreringen, men nede på 50 - 300 moh., og med noe flere dyr på sørsida. Det var fortsatt forholdsvis få dyr på sørsida, men flere enn under vintertellingen. Simler og kalv opptok stort sett de frodige brinkene, mens bukker og ungdyr sto spredt ellers i terrenget. Observert kalv andel var 25,5%. Kalvene virket også større enn i Berzeliusdalen og Vassdalen. I Lundstrømdalen sto simler og kalv på brinkene på begge sider av dalen, i 100 - 300 moh. Bukk og ungdyr sto spredt i samme områder. I motsetning til om våren var det nå færre dyr her enn i Kjellstrømdalen. Observert kalvandel var 28,6%.

#### Høstregistrering:

Dyra i Berzeliusdalen sto i dalbunnen fra ca. 1/3 opp i dalen og innover i dalbunnen eller i de laveste liene 50 - 100 moh. Hovedtyngden sto som under de foregående registreringene helt innerst. Endel bukker hadde begynt å danne harem. Observert kalvandel var 4,4%. I Vassdalen sto dyra spredt over hele terrenget, endel i bratt, frodige skråninger 200 - 400 moh., de fleste i de ytre områdene, på sletta rundt det sovjetiske boretårnet og på Vengsletta > 50 moh.. Observert kalvandel var 9,8%.

I Kjellstrømdalen så vi ingen dyr på sørsida. De få vi fant ellers gikk spredt i blokkmark 100 - 300 moh. innerst i dalen og i liene rundt utløpet av Lundstrømdalen sto dyra i samme områder som om sommeren, men det var betydelig færre dyr enn da. Observert kalvandel

var 27,5%. I Lundstrømdalen var observert kalvandel 22,2%. I begge dalfører var bukkene i ferd med å danne harem.

### 3.5. DISKUSJON

En usikkerhetsfaktor for alle registreringer i områder som måtte telles over flere dager, er at dyr kan ha vandret ut eller inn av områdene i tidsrom hvor vi ikke telte. Denne faktoren kan slå både positivt og negativt ut for antallet. Feilkilden antas bragt ned på et lavt nivå ved at vi merket av nøyaktig posisjon og antall på alle observasjoner, og sjekket dem flere ganger, slik at vi ville lagt merke til forflytninger av betydning.

Under vårregistreringen overså vi antakelig dyr i enkelte spesielt høye, utilgjengelige områder, som samtidig lå i død vinkel for utkiksplassene vi brukte. Erfaringsmessig går det imidlertid få dyr slike steder. I områder med bare flekker og mye stor stein unngikk trolig også enkelte dyr oppmerksomheten. Igjen er dette antallet trolig lavt. Ut fra tidligere erfaring med vintertellinger (P.A. Gjerde, pers.medd) anslås telleresultatet subjektivt til ca. 90% av faktisk bestand.

Om sommeren og høsten står dyra i mer oversiktlig terreng. Rygger og større stein kan imidlertid skjule dyr, og pga. mindre mobilitet blir observasjonsavstanden større enn om vinteren. I tilsvarende registreringer i 1973 og 1974 anslo Alendal og Byrkjedal (1974) at de fikk med seg ca. 90 % av dyra. Tallet antas å være det samme får våre sommer- og høstregistreringer.

Begrepet "observert kalvandel" er brukt fordi vi utvilsomt overså dyr under tellingene, slik at tallene neppe er helt riktige. Hvis vi i områder med svært lite kalv, som vestpå under vårtellingen, bare har oversett en eller noen få kalver, betyr det at faktisk kalvandel er betydelig større enn observert andel. Underestimering av antall voksne vil gi mye mindre utslag. Observert kalvandel i Berzeliusdalen, Vass-

dalen og Vengsletta må derfor ansees som minimumstall. Hovedkonklusjonen må likevel bli at kalvandelene her var svært lav våren 1986. Ved høy observert kalvandel blir utslagene av feiltelling mindre i begge retninger, men underestimering av voksne (bukker står spredt og blir lett oversett) kan føre til litt for høye observerte kalvandelene.

Kalvandelene om våren i vestre, midtre og østre områder bekrefter inntrykket av økende beitetilgang fra vest til øst. Mens så å si alle kalv vestpå, og en god del i midtre områder antakelig hadde dødd i løpet av vinteren, må omtrent all kalv ha overlevd i øst.

Ettersom simlenes energistatus om våren har betydning for kalvingen, skulle vi ut fra vårens beitesituasjonen vente lavest kalvandel i sommer- og høsttellingene vestpå, og høyere østover. Vi fikk ikke talt de østligste områdene sommer og høst. Observerte kalvandelene sommer og høst i Berzeliusdalen / Vassdalen og Kjellstrømdalen / Lundstrømdalen på hhv. omkring 10% og omkring 25%, bekrefter imidlertid antakelsen godt nok.

Med ett unntak ligger observerte kalvandelene sommer og høst innenfor samme område, noe som øker sannsynligheten for at tellingene er riktige. Den store forskjellen i Berzeliusdalen, 13,2% og 4,4% for hhv. sommer og høst, kan skyldes tilfeldig ut/innvandring av dyr i området, eller observasjonsfeil. Simlenes dårlige energistatus før og under kalvingen har trolig ført til lave kalvvæker. Sommerregistreringen ga da også inntrykk av feitere kalver i Kjellstrømdalen og Lundstrømdalen enn i Berzeliusdalen og Vassdalen. Det regnes normalt med at kalvdødligheten er liten fra sommer til høst (Øritsland & Alendal 1985), men simlenes dårlige utgangspunkt i dette tilfellet kan ha ført til større kalvdødlighet fra sommer til høst.

Reisdyrbestanden på nordre Nordenskiöld land er iflg. MAB-rapporten (Øritsland et.al 1985) delt i ca. 4 underbestander. Det er foreløpig ikke foreslått grenser for sørlige og østlige deler, bortsett fra en mulig bestandsgrense mellom Grønfjorddalen og Grøndalen og videre ut mellom Vassdalen og Kalvdalen. Rapporten antar videre at det går

vandringer inn mot Berzeliusdalen vest fra Nordenskiöldkysten under Ingeborgfjellet, og østfra over Vengsletta og Vassdalen.

De mange dyra vi så under Ingeborgfjellet om våren viser at en utveksling her godt kan skje, selv om det vil hemmes av Fritjofbreen som dyra må krysse i perioder hvor Fritjofhamna ikke er islagt. På samme måte er det ingen hindringer for vandring inn i Berzeliusdalen østfra, men vi så ingen forflytning eller sportegn som tydet på at dette skjedde i betydelig grad.

De store ansamlingene av dyr innerst i Berzeliusdalen og Grønfjordalen og i "grenseområdene" mellom, tydet derimot på at det kan skje betydelig utveksling her. Det kan tale for at dyra må regnes til samme bestand.

Dyra i Lundstrømdalen synes å "tilhøre" Reindalen i vel så stor grad som Kjellstrømdalen. Det at dyra i Kjellstrømdalen stort sett holdt seg nær Lundstrømdalen styrker dette inntrykket. Det er naturlig å anta at det lave antallet dyr i Kjellstrømdalen og Lundstrømdalen om høsten skyldes at dyra herfra hadde gått over i Reindalen. Tynn bestand øverst i Kjellstrømdalen og kronglete terrengforhold i overgangene gjør det naturlig at anta at det er lite utveksling mellom dyra her og på østkysten.

Materialet fra disse tellingene gir ikke grunnlag for annet enn løse anslag over bestanden i områdene. Ettersom dyra i Lundstrømdalen og tildels Kjellstrømdalen antas å tilhøre samme bestand som dyra i Reindalen, utsettes med nøyaktige bestandsanslag til resultatene fra SNSK / Universitetet i Tromsø's registreringer i Reindalen og Vassdalen foreligger. Øritsland & Alendal (1985) anslår en vinter bestand på 500 dyr i Reindalen i perioden 1980-82. Med så få dyr som vi fant i Kjellstrømdalen og Lundstrømdalen vil evt. tilfeldige vandringer til/fra Reindalen gi store utslag på bestanden. Øritsland & Alendal's anslag på 100 vinterdyr i Kjellstrømdalen ligger imidlertid i samme størrelsesorden som våre resultater, forutsatt at man regner med Lundstrømdalen.

Øritsland & Alendal (1985) angir videre Berzeliusdalen som "område som nesten ikke beites om vinteren" (1980-82), mens det våren 1986 beitet rundt 100 dyr der, og ytterligere rundt 50 i tilstøtende områder mot Grønfjorddalen. Denne endringen kan i noen grad skyldes at bestanden i området har bygget seg opp. Hovedårsaken må imidlertid være innvandring, trolig mest fra den store bestanden på Nordenskiöldkysten (MAB-rapporten; vinterbestand ca. 1000 dyr i 1980-82).

I Agardhområdet anslår MAB-rapporten vinterbestanden til 50 dyr (1980 - 82), hvilket står rimelig til våre tellinger. Inkluderes dyra i områdene sør og nord for Agardh kan vinterbestanden på Østkysten nord til Wichebukta anslås til snau 150 dyr.

### 3.6. ANBEFALINGER

Vinterbeiteområdene bør forvaltes med særlig forsiktighet ettersom dyra er særlig sårbare her, og ettersom den viktigste potensielle skadefaktoren, motorisert ferdsel, er på sitt mest omfattende i april og mai når svalbardreinen er minst motstandsdyktig (Persen 1986).

Generelt gjelder at snøscooter- og annen bakketrafikk bør legges til mest mulig faste traseer utenom vinterbeidene. Det vil vanligvis si på fjordisen, på strendene, i dalbunnen eller på breer. Fjellsider, og platåer og rasmark under fuglefjell bør unngås.

Følgende vinterbeiteområder bør vies oppmerksomhet innenfor området denne registreringen dekker:

- Platåområder, åpne lier og overganger mellom Berzeliusdalen, Grønfjorddalen og Grøndalen (meget viktig).
- Platåområder mellom Berzeliusdalen og Vassdalen (viktig).
- Høye rygger / lave platåer, særlig i munningen av smådaler, på strekningen Blåhuken - Gustavdalen (viktig).

- Høye rygger og åpne ller i indre områder av Gustavdalen (meget viktig).
- Åpne ller i overgangen Kjellstrømdalen - Lundstrømdalen, platåområder på østsida av Lundstrømdalen, åpne ller i overgangen Lundstrømdalen - Reindalen (meget viktig).
- Nordsida av Kjellstrømdalen øst for Lundstrømdalen (viktig).

Pga. de gode beiteforholdene på østkysten av Nordenskiöldland våren 1986 ga ikke denne registreringen grunnlag for å definere avgrensede vinterbeiter i dette området. Pga. det generelt hardere klimaet på østkysten, er det imidlertid grunn til å vente at det er dårligere beiteforhold i høyden her enn i sentrale og vestlige deler av Norden-skiöldland. Det skulle tilsi større avhengighet av lave beiter også om vinteren, og stor sårbarhet for trafikk.

Kalvingen foregår for seint på våren til at evt. kalvingsområder kunne registreres i denne undersøkelsen. På denne tida er imidlertid de fleste dyra trukket ned i lavlandet, gjerne til bare områder med vegetasjon. Motrisert ferdsel på bakken bør være meget omhyggelig med å holde avstand til all rein, som i alle fall er i sin aller mest kritiske energisituasjon for året, og som potensielt er simler som skal kalve. Lufttransport bør legges om til traseer som skal brukes om sommeren (se nedenfor).

Om sommeren og høsten er svalbardreinen ikke utsatt for matmangel, og den er derfor mindre sårbar for forstyrrelser. Den er vanligvis heller ikke utsatt for andre forstyrrelser enn helikoptertrafikk og evt. annen lavtflyging. Slik trafikk bør likevel holdes vekk særlig fra områder med simle og kalv. Disse går nokså spredt i terrenget, men stort sett lavt. Lufttrafikk bør derfor gå høyt (> 500 m), holde unna daler og strandsletter, og følge breer og høye fjellrygger.

---

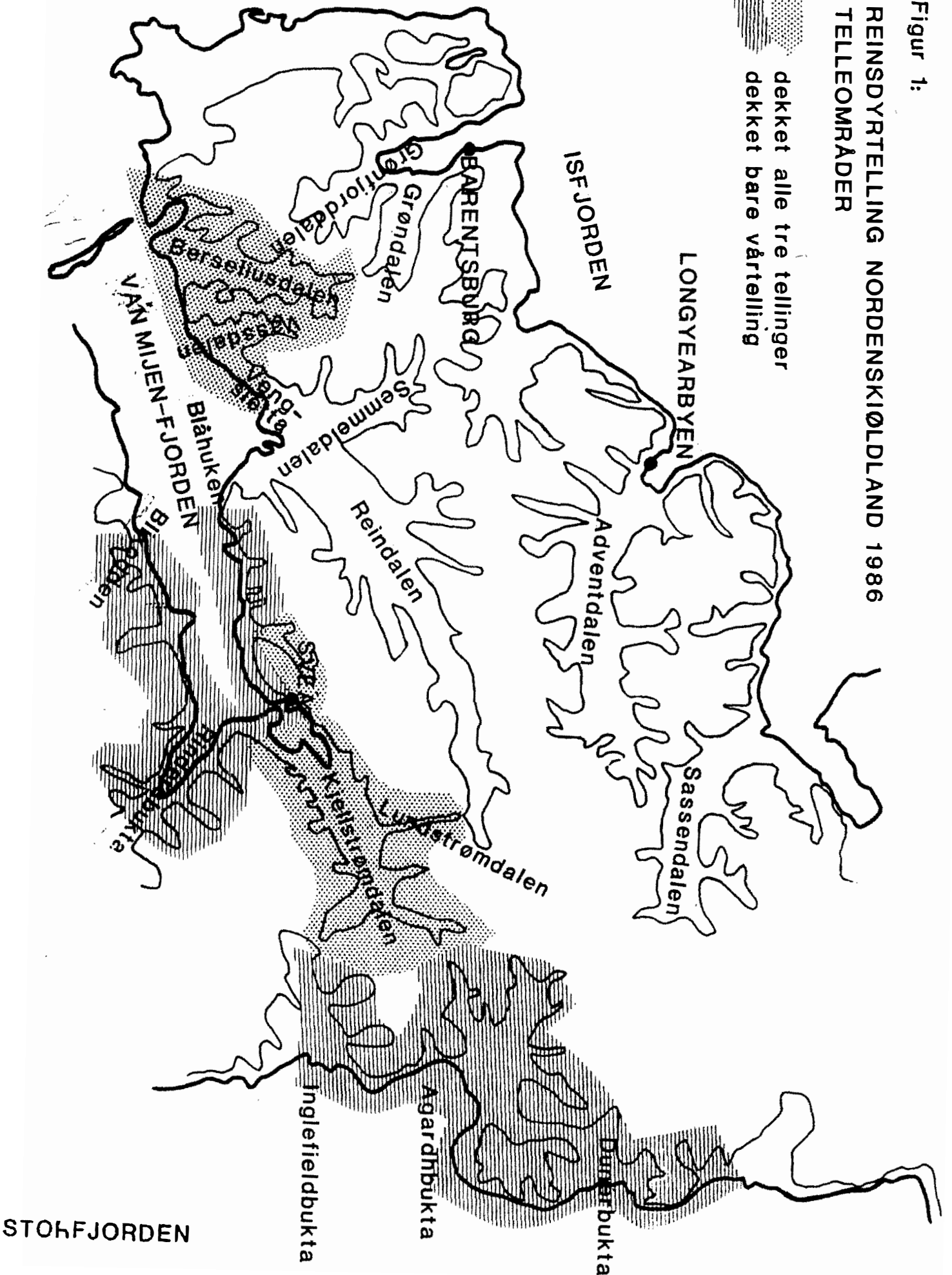
Takk til Berit Nicolaysen og Geir Taugbøl for sommerregistreringen, og til Egil Soglo og Otto Ottemo for trivelig samarbeid under hhv. Vår- og høstregistreringene.

Figur 1:

# REINSDYRTELLING NORDENSKIØLDLAND 1986

## TELLEOMRÅDER

dekket alle tre tellinger  
dekket bare vårtelling



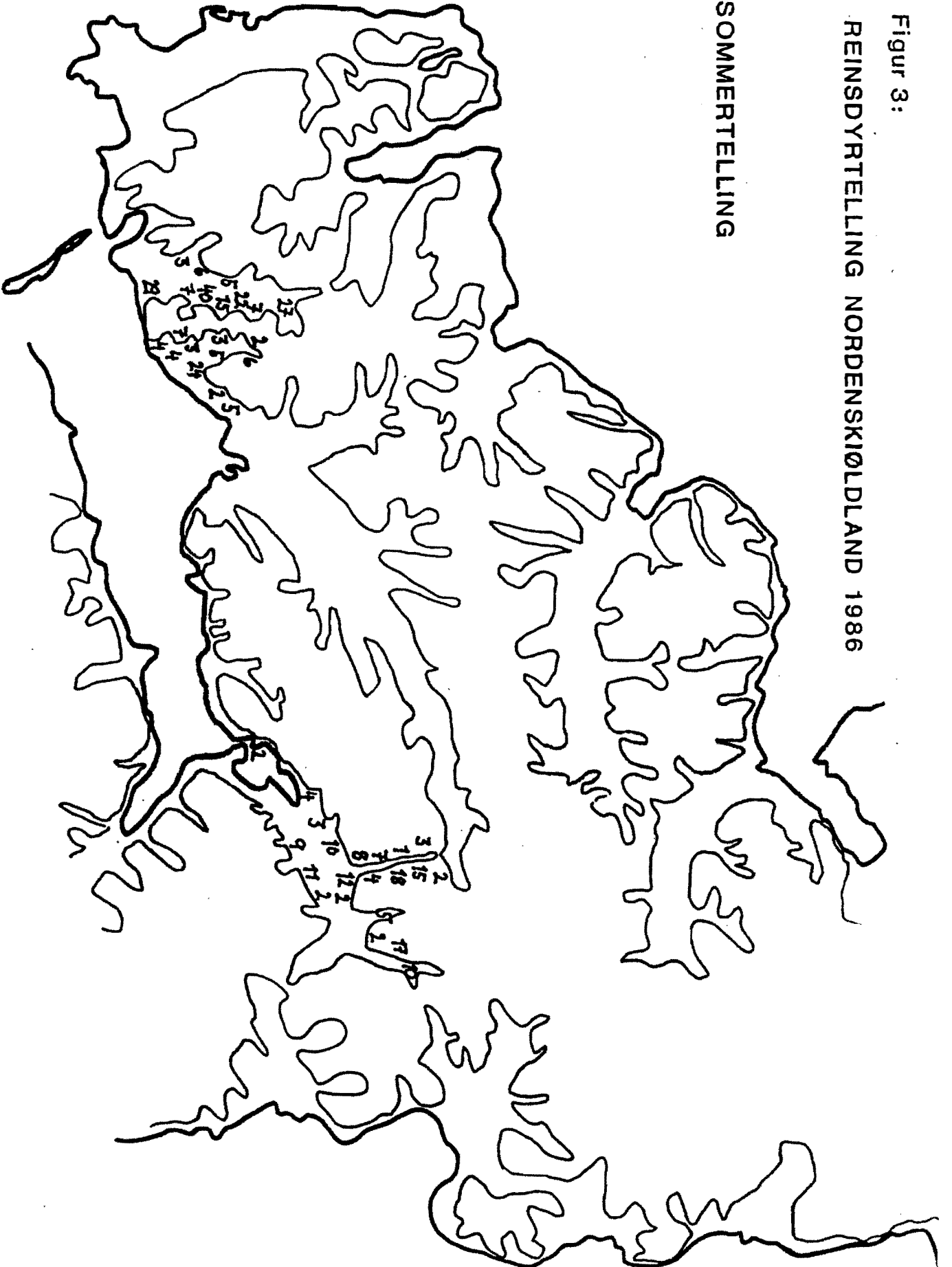




Figur 3:

REINSDYRTELLING NORDENSKIØLDLAND 1986

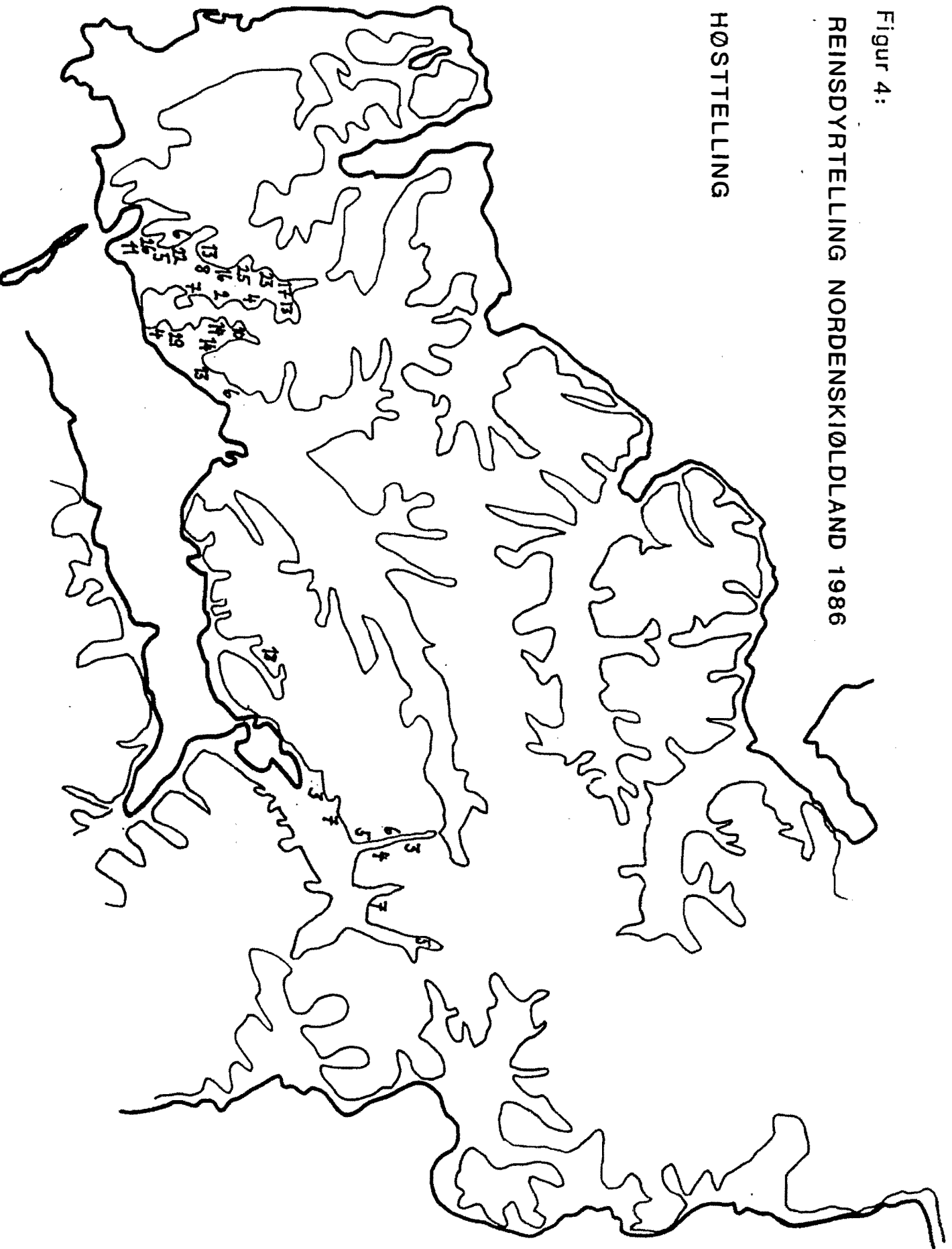
SOMMERTELLING



Figur 4:

REINSDYRTELLING NORDENSKIØLDLAND 1986

HØSTELLING



## 3.7. LITTERATURLISTE

- Alendal E. & I. Byrkjedal 1974: population size and reproduction of the reindeer (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) on nordenskiöld land, Svalbard. Norsk Polarinstitutt Årbok 1974, pp. 139-153.
- Kastnes, K. 1979: Svalbardreinenens aktivitetsmønster gjennom året. Cand. real. avhandling, Oslo univ, 76 s.
- Nilssen, K.J., J.A. Sundsfjord and A.S. Blix 1984a: Regulation of metabolic rate in Svalbard and Norwegian reindeer. Am. J. Physiol. 247 (Regulatory integrative Comp. Physiol. 16) 1984
- Nilssen, K.J., J.A. Sundsfjord and A.S. Blix 1984b: Metabolic rate and serum T3 and FT4 concentrations during prolonged food restriction in summer and winter adapted Svalbard and Norwegian reindeer. Acta. Physiol Scand. 1984.
- Nilssen, K.J., H.K. Johnsen, A. Skogmo and A.S. Blix 1984c: Heart rate and energy expenditure in resting and running Svalbard and Norwegian reindeer. Am. J. Physiol. 246 (Regulatory integrative Comp. Physiol. 15) R963-R967, 1984.
- Nilssen, K.J. 1985: Svalbardreinenens energetikk. I Øritsland, N.A. (red) 1985: Svalbardreinen og dens livsgrunnlag. Avslutningsrapport for MAB - Svalbardprosjektet 1975 - 1985. Norsk Polarinstitutt.
- Norderhaug, M. 1969: Svalbardreinen i 1960-årene. Beiteareal og bestand. Fauna 22 (2), 132 - 139.
- Persen, E. 1986: Snøscooteren og naturmiljøet. Utredning for Miljøverndepartementet. Sensil.
- Reimers, E. 1980: Activity pattern: The major determinant for growth and fattening in Rangifer? Proc. 2nd. Int. Reinder - Caribou Symp., Røros: 466 - 474.
- Reimers, E. & T. Ringberg 1983: Seasonal changes in body weights in Svalbard reindeer from birth to maturity. Acta. Ann. zool. Fennici, 175: 69-72.
- Øritsland, N.A (red) 1985: Svalbardreinen og dens livsgrunnlag. Avslutningsrapport for MAB - Svalbardprosjektet 1975 - 1985. Norsk Polarinstitutt.
- Øritsland N.A. & E. Alendal 1985: Reinbestandens størrelse og livshistorie. I Øritsland, N.A. (red) 1985: Svalbardreinen og dens livsgrunnlag. Avslutningsrapport for MAB - Svalbardprosjektet 1975 - 1985. Norsk Polarinstitutt.



## CHAPTER 4.

Studies of the ringed seal (Phoca hispida) population in  
the Van Mijen fiord, Svalbard, in the breeding period 1986.

by

Christian Lydersen, Per Magne Jensen & Espen Lydersen

Norsk Polarinstitutt



#### 4.0. SUMMARY

This study was conducted in the Van Mijen fiord, Svalbard, from 30th of March to 22nd of May 1986. A local husky dog was used to detect ringed seal birth lairs and breathing holes. Fifteen per cent of the total fiord area was sampled. The densities of birth lairs and breathing holes were estimated to 0.04 and 1.30 pr.km<sup>2</sup> respectively. The Van Mijen fiord was found to be a poor ringed seal breeding habitat compared with breeding habitats investigated both in Canada and Svalbard. The number of seals inhabiting the area in the breeding period is difficult to assess at present, but probably range between 125-200 animals. The seals are unevenly distributed within the fiord with the lowest number in the inner and northern parts. Under the assumption that this distribution pattern is representative for the area, human activities should be recommended to take place in this part of the fiord.



#### 4.1. INTRODUCTION

The ringed seal (Phoca hispida) associates closely with landfast sea ice in which they maintain breathing holes with the aid of their foreflippers. When sufficient snow accumulates the seals may dig out haul-out lairs in the snow covering these breathing holes ( Smith & Stirling 1975 ). In late March and April female ringed seals give birth to a single pup which usually is born in a lair appropriately called a birth lair.

During late winter/early spring 1986 ( end of February - 11 May ) several oil companies made seismic surveys on the ice of the Van Mijen fiord, Svalbard, and circumjacent areas. The oil companies were imposed to contribute with economical support for environmental investigations, preferably in the form of a consequence analysis of the impact of their activities on the environment. However, previous knowledge of the ringed seal population in the area was lacking. Therefore a more baseline study on this species had to be conducted. The main objectives of this investigation was to estimate the size of the ringed seal population inhabiting the Van Mijen fiord in the breeding period, and evaluate the importance of this fiord as a breeding area for this seal species. The fundament for these valuations would be knowledge of the denstities of ringed seal breathing holes and birth lairs.

#### 4.2. MATERIAL AND METHODS

This study was conducted in the Van Mijen fiord from 30th of March to 22nd of May 1986. The ice cover during the study period was as indicated in figure 1.

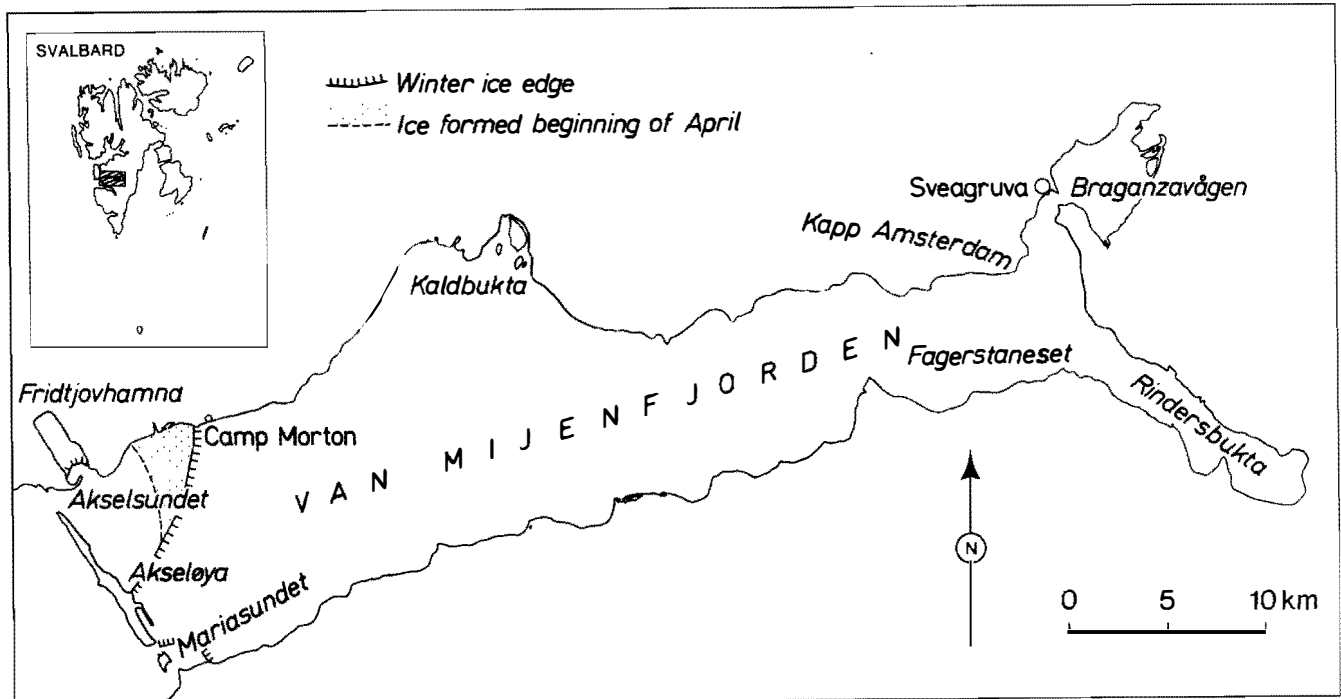


Figure 1. Map of the Van Mijen fiord. The icecover of spring 1986 is indicated.

The snow cover on the flat fiord ice varied between 0-30 cm depending on variation in temperature, precipitation windspeed and winddirection. No pressure ridges and very few places where glacier ice had frozen into the fiord ice was observed.

A stratified random sampling technique (Cochran 1977) was used when surveying the Van Mijen fiord for seal holes and lairs. The fiord was stratified after an east-west gradient and a "shore-line" - "deep-water" gradient (fig.2).

Because of its relative isolation compared with the rest of the fiord, Fridtjofhamna (stratum B) was not surveyed. The shallow mudfilled areas of Kaldbukta (stratum D) and Braganzavågen (stratum H) was considered unsuitable as ringed seal habitats and thus not surveyed. The whole area of Rindersbukta (Stratum G) was totally surveyed since the only seismic line in the fiord itself passed over this bay. The rest of the fiord (stratum A,C,E and F), except stratum A II and A III which was impossible to survey due to open water, was subsampled after a regime given in table 1.

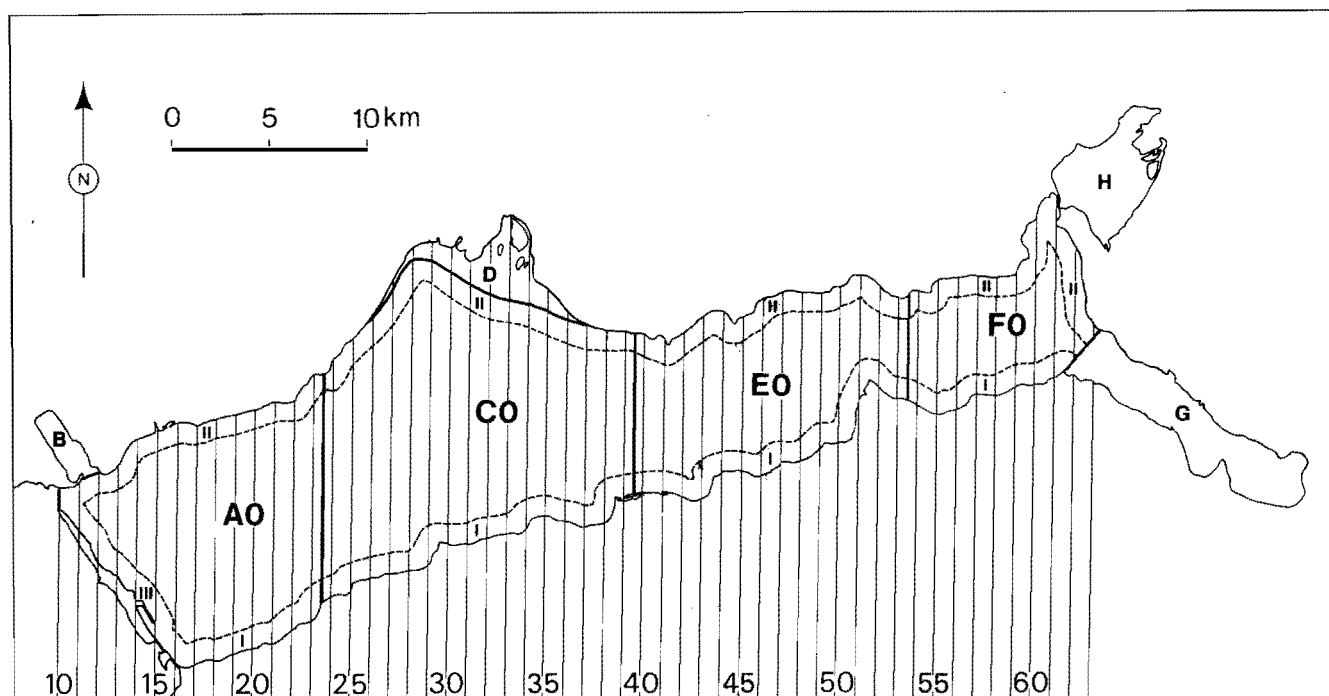


Figure 2. Stratification of the Van Mijen fiord used in the survey of ringed seal breathing holes and lairs spring 1986.

Table 1. Areas of strata and number of sampling plots within strata from the sampling regime in the Van Mijen fjord spring 1986.

STRATUM	AREA (KM <sup>2</sup> )	NUMBER OF PLOTS	PROPORTION SAMPLED
A 0	80.00	6	0.08
C 0	159.40	13	0.08
E 0	77.10	6	0.08
F 0	40.00	3	0.08
A I	7.60	2	0.26
C I	17.50	3	0.17
C II	17.40	4	0.23
E I	17.10	4	0.23
E II	13.00	3	0.23
F I	9.7	2	0.21
F II	13.80	4	0.29
TOTAL	452.60	50	0.11

Only one plot in stratum FI was surveyed. Therefore this stratum was excluded from the density estimations. The ice on the border between sea and land forms a zone with irregular formations caused by variations in tide. Snow accumulates in between these irregularities, and local people told us they had detected birth lairs in this zone previous years. Consequently, to get more precise total estimates the shoreline strata were more intensively covered than the deep water strata. The plots sampled within each strata were drawn randomly. Plots in deep water strata were  $1 \text{ km}^2$  squares. Plots along the shorelines were  $1 \text{ km}^2$  polygons with sides depending on the shape of the shoreline. The distribution of plots surveyed is presented in figure 3 and table 2.

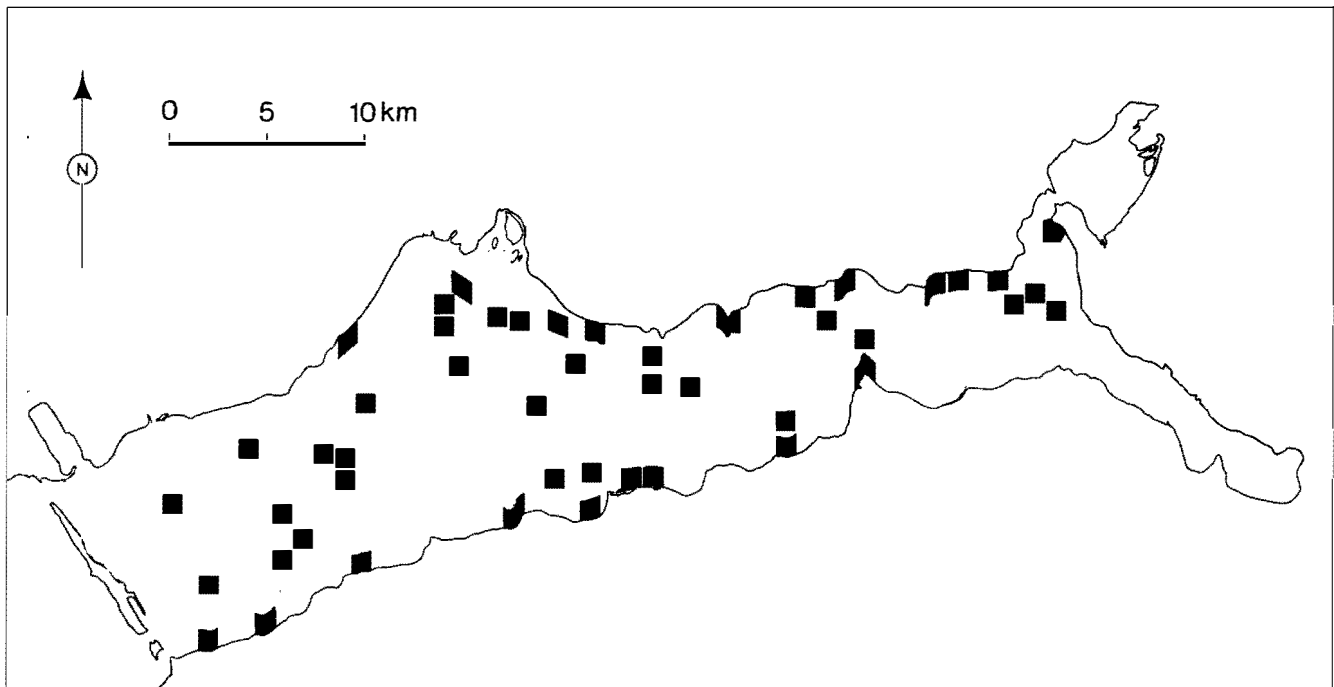


Figure 3. Plots surveyed in the Van Mijen fiord spring 1986.

The plots were located on the fiordice by the aid of a laser rangefinder, compass and the metercounter on the snowscooter.

Table 2. Breathing holes (BH), birth lairs (BL) and other types of lairs (OL) found in the different plots in the Van Mijen fiord spring 1986. Distances from southern shoreline to centers of plots are given for plots within "deep-water" strata.

STRATUM	LINE	DISTANCE TO CENTER OF PLOT (KM).	NUMBER OF		
			BH	BL	OL
A O	16	8.0	1	0	0
A O	18	3.4	3	0	0
A O	20	9.8	1	0	0
A O	22	3.2	3	0	0
A O	22	5.8	0	0	0
A O	23	4.0	0	0	0
A I	18	- -	1	0	0
A I	21	- -	3	0	0
C O	24	6.8	1	0	0
C O	25	6.0	2	0	0
C O	25	5.2	0	0	0
C O	26	8.6	0	0	0
C O	30	10.4	2	0	0
C O	30	11.8	2	0	0
C O	31	8.6	1	0	0
C O	33	10.8	1	0	0
C O	34	10.4	0	1	0
C O	35	5.2	2	0	0
C O	36	1.8	3	0	0
C O	37	8.0	2	0	0
C O	38	2.0	4	0	0
C I	26	- -	1	0	0
C I	34	- -	1	0	1
C I	38	- -	4	0	0
C II	25	- -	1	0	0
C II	31	- -	0	0	0
C II	36	- -	1	0	0
C II	38	- -	1	0	0
E O	41	6.8	3	0	0
E O	41	5.2	3	0	0
E O	43	5.4	0	0	1
E O	48	1.5	0	0	0
E O	50	6.0	0	0	0
E O	52	1.5	0	0	0
E I	40	- -	3	1	0
E I	41	- -	1	0	0
E I	48	- -	0	0	0
E I	52	- -	2	0	0
E II	45	- -	1	0	1
E II	49	- -	0	0	0
E II	51	- -	0	0	0
F O	60	3.8	2	0	0
F O	61	4.2	1	0	0
F O	62	2.8	0	0	0
F II	56	- -	0	0	0
F II	57	- -	0	0	0
F II	59	- -	0	0	0
F II	62	- -	0	0	0

When searching areas for seal lairs and breathing holes, it was driven with two snowscooters at low speed ( ca. 5 km pr.hr.) with a local husky dog running in between the scooters; wind coming in from the side. When the dog got scent of a lair or breathing hole it ran until it detected the structure, then stopped and waited for the scooters to come. If favourable windconditions the dog could detect these structures more than 1 km away ( longest measured detecting distance was 1400 m ). When surveying the plots it was crossed back and forth within the plot on distances varying from 100 to 300 m depending on wind conditions. All breathing holes and different lairs within the plots were noted. It is assumed in the further calculations that the dog detected all the lairs and holes within the plots since the dog never was proven to overlook any of these structures.

In May most of the snow on the fiord ice melted, and birth lairs and other types of lairs were easily spotted several kilometers away with binoculars, because rests of the icy roof of the former lairs would protrude over the ice surface. All birth lairs found in this period or by chance in an earlier period, together with all pups found by chance were also noted. Signs of predator activity was also noted.

Twentyseven animals from different localities within the Van Mijen fiord was collected to get an impression of age and sex composition of the seals inhabiting the area in the breeding period. This sample includes 6 whitecoats found killed by predators. Age determination of seals other than whitcoats was done by reading growth zones in the cementum of the roots of the canine teeth. Ovaries from female seals were examined to determine whether the seal was sexual mature or not. In addition enlargement of uteri and/or extravasations of blood in the uterine horns as signs of pregnancy present season were noted. Males were classified as sexual mature on basis of size of testis and characteristic smell indicating rut.

## 4.3. RESULTS

In the 48 plots included, only two birthlairs were found (Table 2). This gives a birthlair density of 0.04 lairs pr km<sup>2</sup>. Mean numbers of breathing holes within the different strata are shown in table 3.

Table 3. Estimated mean and variance of numbers of breathing holes pr. km<sup>2</sup> within different strata investigated in the Van Mijen fiord spring 1986. (N=number of plots within stratum)

STRATUM	N	MEAN	VARIANCE
A O	6	1.33	1.88
C O	13	1.54	1.44
E O	6	1.17	2.17
F O	3	1.00	1.00
A I	2	2.00	2.00
C I	3	2.00	3.00
C II	4	0.75	0.25
E I	4	1.50	1.67
E II	3	0.33	0.33
F II	4	0.00	0.00

The table shows that the highest densities of breathing holes are located along the southern shoreline, while the lowest densities are found along the northern shoreline, especially in the inner parts of the fiord. To test for significant differences in seal hole densities along various gradients of the fiord, combinations of different strata were made. Table 4 shows mean number of breathing holes pr. km<sup>2</sup> and corresponding total number of holes within the different strata combinations.

Comparisons of densities of breathing holes along southern versus northern shoreline strata showed no significant differences ( $p=0.06$ ).

Table 4. Estimated mean, confidence interval (95%) and variance of number of breathing holes pr.km<sup>2</sup> and corresponding total number of breathing holes of different combinations of strata sampled in the Van Mijen fiord spring 1986.

<i>STRATUM</i>	<i>MEAN</i>	<i>CONF. INT.</i>	<i>VARIANCE</i>	<i>TOTAL</i>	<i>CONF. INT.</i>
<i>TOTAL (SUM OF ALL STRATA)</i>	<i>1.30</i>	<i>0.50</i>	<i>0.066</i>	<i>575.1</i>	<i>222.9</i>
<i>MIDDLE OF FIORD (AO.CO.EO &amp; FO)</i>	<i>1.35</i>	<i>0.60</i>	<i>0.094</i>	<i>214.0</i>	<i>214.0</i>
<i>SOUTHERN SHORELINE (AI.CI &amp; EI)</i>	<i>1.80</i>	<i>1.47</i>	<i>0.563</i>	<i>75.9</i>	<i>62.0</i>
<i>NORTHERN SHORELINE (CII.EII &amp; FII)</i>	<i>0.39</i>	<i>0.13</i>	<i>0.004</i>	<i>17.4</i>	<i>5.7</i>
<i>SHORELINES (AI.CI, EI.CII.EII. &amp; FII)</i>	<i>1.08</i>	<i>0.72</i>	<i>0.135</i>	<i>93.2</i>	<i>62.3</i>
<i>AO &amp; AI</i>	<i>1.39</i>	<i>1.33</i>	<i>0.459</i>	<i>121.9</i>	<i>116.3</i>
<i>CO.CI &amp; CII</i>	<i>1.51</i>	<i>0.67</i>	<i>0.118</i>	<i>293.3</i>	<i>131.0</i>
<i>EO.EI &amp; EII</i>	<i>1.12</i>	<i>1.22</i>	<i>0.387</i>	<i>119.9</i>	<i>130.7</i>
<i>FO &amp; FII</i>	<i>0.74</i>	<i>0.81</i>	<i>0.170</i>	<i>40.0</i>	<i>43.5</i>
<i>OUTER PART (AO, AI.CO.CI &amp; CII)</i>	<i>1.47</i>	<i>0.62</i>	<i>0.101</i>	<i>415.1</i>	<i>175.2</i>
<i>INNER PART (EO, EI.EII.FO &amp; FII)</i>	<i>0.99</i>	<i>0.86</i>	<i>0.191</i>	<i>159.9</i>	<i>137.8</i>



Densities of breathing holes in the middle of the fiord were significantly higher than along the northern shoreline ( $p < 0.002$ ). Comparisons of densities between strata in the middle of the fiord and along the southern shoreline, and between outer and inner part of the fiord, showed no significant difference.

Sixteen birthlairs were detected in the fiord outside the plots during the study period. This corresponds to a birth lair density of  $0.04 \text{ pr km}^2$  which is the same density as found within the plots.

The results of the total survey of Rindersbukta are shown in figure 4.

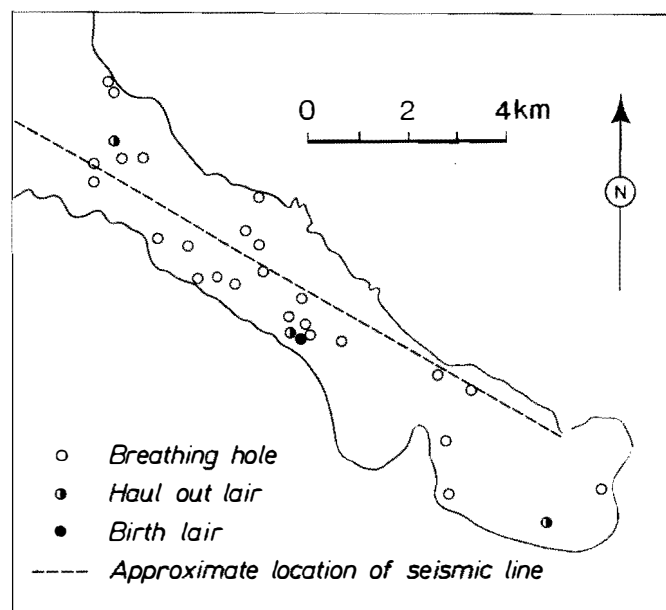


Figure 4. Results from the total survey of Rindersbukta conducted in spring 1986.

Including breathing holes in lairs, the  $26.2 \text{ km}^2$  large area contained 29 holes. This gives a density of  $1.11 \text{ breathing holes pr.km}^2$ , which is a little less than the average of the fiord, but higher than for the rest of the inner part of the fiord (see table 4).

As a total, the sampled area in the Van Mijen fiord is estimated to contain 19 birth lairs and 604 breathing holes including holes in

lair.

Six observations of pups born directly on the open ice was observed during the study period. In 5 of these cases the pups were born in an immersion in the snow, which appeared to be lairs in which the roof had collapsed because of little snow. All 6 pups were killed by predators; 4 by arctic fox (Alopex lagopus) and 2 by glaucous gull (Larus hyperboreus). One of the pups taken by gulls was directly observed by the authors while killed. The ringed seal mother tried to defend the pup on the ice by chasing away the gulls, without any success in the long term. Polar bears (Ursus maritimus) which are important predators on ringed seals were only registered once during the study period. From the tracks it was evident that the bear only had passed through the fiord in a eastward direction without taking any seals.

Figure 5 and table 5 ( see also appendix 1) gives informations on the 27 ringed seals collected in this study.

Table 5. Age and sex distribution of ringed seals caught in the Van Mijen fiord spring 1986.

<i>AGEGROUP</i>	<i>MALES</i>	<i>FEMALES</i>	<i>TOTAL</i>
<i>PUPS</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>
<i>JUVENILES</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>7</i>
<i>ADULTS</i>	<i>2</i>	<i>12</i>	<i>14</i>
<i>TOTAL</i>	<i>8</i>	<i>19</i>	<i>27</i>

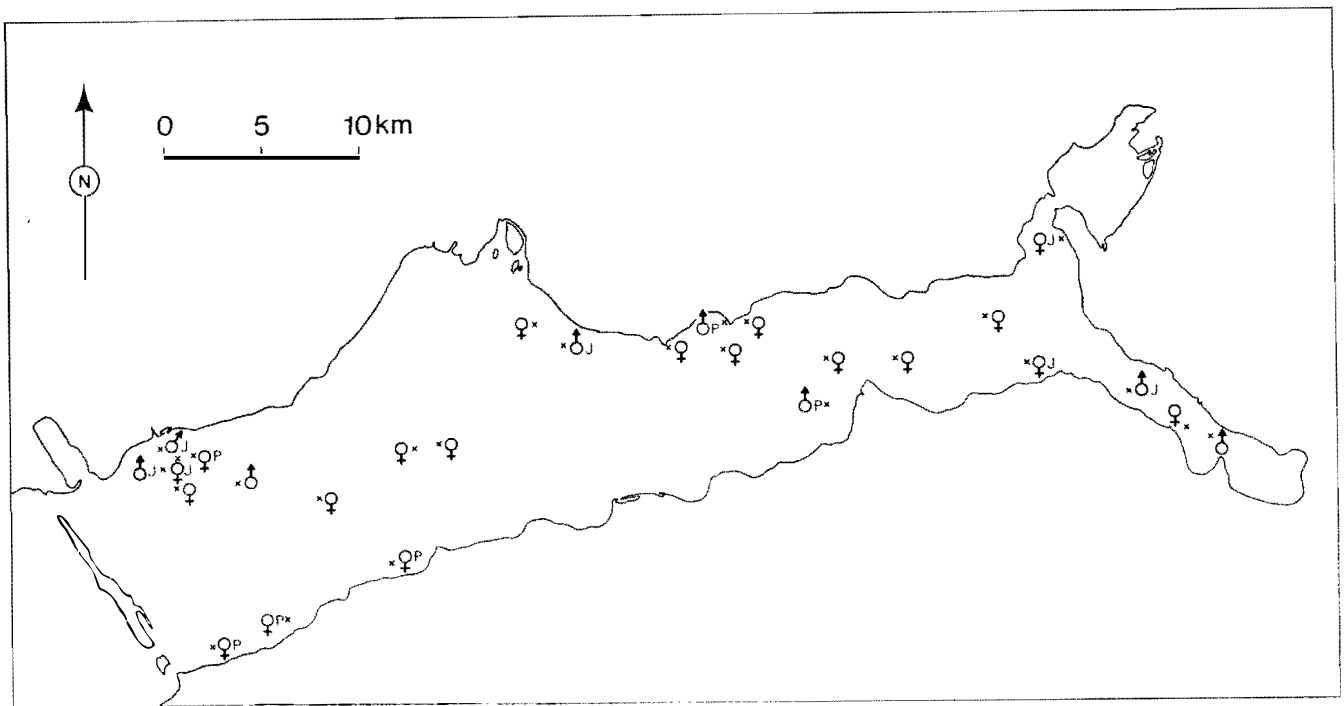


Figure 5. Location of different age and sex groups of ringed seals sampled in the Van Mijen fiord spring 1986. J and P in the figure refers to juveniles and pups respectively.

Females dominated in the sample, and 7 animals were classified as juveniles and thus not belonging to the breeding part of the population. Twelve of 19 females sampled were sexual mature (appendix 2). Examination of uteri showed that 11 of these females had been pregnant present season. This gives a pregnancy rate of 0.92.

#### 4.4. DISCUSSION

Very little informations on estimating sizes of ringed seal populations in the breeding period are available from the litterature. Several aerial surveys with direct countings of seals hauled out on the ice are performed ( Burns & Harbo 1972, Smith 1973, Smith 1975, Stirling et.al.1977, Smith et.al.1978, Smith et.al.1979, Finley 1979, Kingsley & Lunn 1983, Kingsley et.al.1985), but these are mainly conducted at the peak of the haul out when most seals are molting in June - early July. In this period the territorial claiming of breeding

seals have ceased, and the counting will therefore include sexually immature animals which were excluded from the breeding grounds in the winter and early spring. Animals from adjacent areas where the ice already have disappeared will also be included ( Smith et.al.1978). Smith & Hammill (1981) found indication that the seals resistent through the winter in the most stable areas might leave these areas possibly as much as one month before the peak of the haul out. The total count performed at the peak of the haul out might therefore not include a significant portion of the population of breeding adults that have produced pups, mated, completed the molt and are no longer hauled out on the ice.

Calvert & Stirling (1985) tried to determine the distribution of ringed seals in April by underwater vocalizations. They found that vocalization rates had some use in assessment of relative abundance of wintering ringed seals, but that these rates in different habitats overlapped too much to be used for instance to separate suitable and unsuitable pupping areas. They concluded that today the dog search technique remains the only effective way to determine the distribution of ringed seals in the winter and the distribution of their birth lairs in early spring.

The dog search technique for discovering ringed seal breathing holes and lairs have been used by Smith & Stirling (1975 and 1978), Smith et.al (1978) and Lydersen & Gjertz (1986). Smith & Stirling (1978) use only relative densities of birth lairs, as number of minutes searching time pr. lair or meters of search pr. lair found along pressure ridges. Smith & Stirling (1975) does not distinguish between birth lairs and breathing holes except when using relative densities. Smith et.al.(1978) also uses relative densities, but in addition they estimated the minimum surface area searched. From these estimated areas, densisties of subnivean structures were calculated. Densities of birth lairs varied between 0.38 - 3.09 pr km<sup>2</sup> within five different locations. Calculations of birth lair densities from Lydersen & Gjertz'(1986) results in Kongsfjorden, Svalbard, gives a density of 0.63 pr. km<sup>2</sup>. The birth lair density of 0.04 found in the

Van Mijen fiord is thus very low compared to investigations in Canada and other places in Svalbard. Gjertz & Lydersen (1986) studied polar bear predation on ringed seals in Hornsund, Svalbard, and though not quantified, the birth lair densities in this area also was considerably higher than in the Van Mijen fiord (indicated by 12 birth lairs attacked by polar bears in an investigated ice surface on approximately  $73 \text{ km}^2$ , which gives a density on  $0.16 \text{ birth lairs pr. km}^2$  attacked by bears).

Probably as a consequence of lack of suitable places for digging out lairs, pups were found born directly on the open ice. This has previously been observed on Svalbard by Gjertz & Lydersen (1983). Mortality rates for these pups must be close to one. Even if the bears and foxes don't find the newborn pups at once, the gulls certainly do.

Estimates of densities of ringed seal breathing holes has previously been conducted in Canada by Smith & Stirling (1978), Smith et.al.(1978), Finley (1979), Smith et.al.(1979), Kingsley & Lunn (1983) and Kingsley et.al.(1985). The two former used the dog search technique, while the rest detected breathing holes on photographs or by direct countings from airplane surveys conducted in June/July. While Smith & Stirling (1978) only use relative densities, Smith et.al.(1978) found breathing hole densities (including breathing holes in lairs) ranging between  $0.84 - 16.52 \text{ pr. km}^2$  in the five different locations investigated. Finley (1979) found densities on  $5.92$  and  $2.73 \text{ breathing holes pr. km}^2$  in two investigated locations. Smith et.al.(1979), Kingsley & Lunn (1983) and Kingsley et.al.(1985) found breathing hole densities ranging from  $0.25-1.69$ ,  $3.6-4.5$  and  $0.15-5.5 \text{ holes pr. km}^2$  respectively. Parts of the areas investigated in the above mentioned articles contained second-year and multi-year ice, which is not typical in any breeding habitats on western Spitsbergen, Svalbard. The breathing hole density found in the Van Mijen fiord corresponds with the lower values found in Canadian areas.

The number of seal holes first becomes a useful tool in calculating sizes of wintering populations of ringed seals if each wintering seal

uses about the same number of holes independent of area and seal density. Attempts have been made on relating the number of breathing holes to the number of seals by Finley (1979), Smith & Hammill (1981) and Kingsley & Lunn (1983). Only Smith & Hammill's article concern wintering populations of seals, and are thus relevant to the present study. They found a 4.8 holes to seal ratio in the breeding period in a small area ( $1.64 \text{ km}^2$ ). Results from more thorough investigations on the hole to seal ratio in the winter-spring situation have come up with a relatively consistent figure on this ratio (Smith, T.G. pers.comm.). These results are not yet available. The estimated number of breathing holes in the investigated parts of the Van Mijen fiord was 604. Since the ringed seals are territorial in the breeding period they would need at least one hole each, which would give a maximum population size of 604 animals. This is certainly an overestimation, and by using Smith & Hammill's (1981) 4.8 ratio, one ends up with a population size of 126 animals which intuitively is a much more realistic figure.

The density distribution of breathing holes within the Van Mijen fiord showed a gradient with decreasing number when moving from outer and southern to inner and northern part. The reasons for this distribution might be several; it might for instance reflect the distribution of ringed seal prey species within the fiord. It is a fact, however, that the inner and northern part is the part of this fiord which have the heaviest load of disturbance from human activities. In this part the mining town Svea is located, and the snowscooter track to Longyearbyen traverses this area. This factor might lead to seals avoiding the area.

Ideally, when considering the Van Mijen fiord as a breeding area, it should be inhabited by adult ringed seals only. Seven out of the 27 seals collected, however, were subadults. Three of these were taken on the newly formed ice in the outer part of the fiord. This ice contained a relatively high density of seals which were easy to close up on and therefore considered young and inexperienced. Three seals were shot to confirm this. One of the other subadults inhabiting the

inner part of the fiord was caught alive several times by the authors and by local people. Another of the subadults was caught alive in its lair which it had dug out so close to the shoreline that when under low tide conditions, it was not enough water left under the breathing hole to allow the seal to escape. The two remaining subadults collected, both males, had lots of wounds on their hindflippers, which is typical signs of phocid agonistic behaviour (Stirling 1977). The ratio 7 subadults to 20 adults in the sample probably does not reflect the real ratio in the fiord, since the subadults are much easier to get within shooting range than the adults. Considering the hunting effort and area covered by the authors, these subadults (excluding those collected on the newly formed ice) probably represents close to all the subadults inhabiting the fiord in this period. One explanation of why these subadults is found in the area at this time, is given by McLaren (1961), who claims that immature seals which normally would move to areas of open water can get trapped and forced to winter under the extensive and rapidly forming ice of complex coasts.

The calculated pregnancy rate is based on too few animals to be of interest for any comparisons with other areas. The fact that 10 out of 11 mature females had given birth in relation to the few observations of birthlairs and pups, could indicate that most of these females had lost their pups to predators, probably as a consequence of being forced to give birth on the open ice.

Based on the situation in spring 1986 the conclusion must be that the Van Mijen fiord is a poor ringed seal breeding habitat compared with both breeding habitats investigated in Canada and along the western coast of Spitsbergen, Svalbard. The number of seals inhabiting the area in the breeding period is difficult to assess at the present, but probably is in the range of 125 - 200 animals. The seals are unevenly distributed within the fiord, with the lowest number in the inner and northern parts. Under the assumption that this distribution pattern is representative for coming years, human activities in the area should be recommended as far as possible to take place in this part of the fiord.

#### 4.5. ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the British Petroleum for funding this project. Also thanks to the local people in Svea and BP's staff stationed there, for help rendered to us during the field work, and to Ø.Borgan for statistical advices. Special thanks to our intelligent fourlegged friend, Imjak, without whose endurance this study had been impossible to conduct.



## 4.6. REFERENCES

- Burns, J.J. & S.J. Harbo jr. 1972. An aerial census of ringed seals, northern coast of Alaska. Arctic 25: 279-290.
- Calvert, W. & I. Stirling. 1985. Winter distribution of ringed seals (Phoca hispida) in the Barrow Strait area, Northwest Territories, determined by underwater vocalizations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1238-1242.
- Cochran, W.G. 1977. Sampling techniques. 3rd ed. Wiley, New York. 428 pp.
- Finley, K.J. 1979. Haul-out behavior and densities of ringed seals (Phoca hispida) in the Barrow Strait area, N.W.T. Can. J. Zool. 57: 1985-1997.
- Gjertz, I. & C. Lydersen. 1983. Ungekasting hos ringsel i Svalbard - området ( Ringed seal Phoca hispida pupping in the Svalbard area). Fauna 36: 65-67. (In Norwegian with English summary).
- Gjertz, I. & C. Lydersen. 1986. Polar bear predation on ringed seals in the fast-ice of Hornsund, Svalbard. Polar Research 4: 65-68.
- Kingsley, M.C.S. & N.J. Lunn. 1983. Abundance of seals in the eastern Beaufort Sea, Amundsen Gulf and Prince Albert Sound, 1982. Rep. prep. for Dome Petroleum Ltd., Gulf Canada Resources Inc. Can. Wildl. Serv., Edmonton. 16 pp.
- Kingsley, M.C.S., I. Stirling & W. Calvert. 1985. The distribution and abundance of seals in the Canadian high arctic, 1980-82. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1189-1210.
- Lydersen, C. & I. Gjertz. 1986. Studies of the ringed seal (Phoca hispida Schreber 1775) in its breeding habitat in Kongsfjorden, Svalbard. Polar Research 4: 57-63.

- McLaren, I. 1961. Methods of determining the numbers and availability of ringed seals in the eastern Canadian arctic. Arctic 14: 162-175.
- Smith, T.G. 1973. Censusing and estimating the size of ringed seal populations. Fish. Res. Bd Can. Tech. Rep. 427. 18 pp.
- Smith, T.G. 1975. Ringed seals in James Bay and Hudson Bay: population estimates and catch statistics. Arctic 28: 170-182.
- Smith, T.G. & M.O. Hammill. 1981. Ecology of the ringed seal, Phoca hispida, in its fast ice breeding habitat. Can. J. Zool. 59: 996-981.
- Smith, T.G., K. Hay, D. Taylor & R. Greendale. 1978. Ringed seal breeding habitat in Viscount Melville Sound, Barrow Strait and Peel Sound. ESCOM Report no. AI-22. 85 pp.
- Smith, T.G., G.A. Sleno & D. Taylor. 1979. An aerial survey of marine mammals in the region north of Cornwallis Island, N.W.T. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. 837. 14 pp.
- Smith, T.G. & I. Stirling. 1975. The breeding habitat of the ringed seal (Phoca hispida). The birth lair and associated structures. Can. J. Zool. 53: 1297-1305.
- Smith, T.G. & I. Stirling. 1978. Variation in the density of ringed seals (Phoca hispida) birth lairs in the Amundsen Gulf, Northwest Territories. Can. J. Zool. 56: 1066-1070.
- Stirling, I. 1977. Adaptations of Weddell and ringed seals to exploit the fast ice in the absence and presence of surface predators. In: Llano, G.A. (ed). Adaptations within antarctic ecosystems. Proceedings of the third SCAR symposium on antarctic biology. Washington D.C. August 26-30, 1974. pp. 741-748.

Stirling, I., W.R. Archibald & D. DeMaster. 1977. Distribution and abundance of seals in the eastern Beaufort Sea. J. Fish. Res. Bd Can. 34: 976-988.

Appendix 1. Data from ringed seals caught in the Van Mijen fiord spring 1986.

SEAL NO.	SEX	AGE (YRS)	DATE	LENGTH (CM)	AXILLARY GIRTH (CM)	MAXIMUM GIRTH (CM)	BLUBBER THICKNESS (MM)	WEIGHT (KG)	REMARKS
1	F		070486	107	97	108	40	--	Pregnant with fullterm foetus.
2	F	0	090486	73	51	53	11	--	Whitecoat. Milk in stomach.
3	F	0	090486	--	35	36	0	--	Whitecoat killed by fox. Head missing.
4	F	1	100486	89	70	72	--	--	Juvenile.
5	F		100486	97	83	85	28	--	Juvenile. Caught in lair at low tide.
6	M		120486	112	81	88	24	--	Juvenile. Lots of scars on hindflippers.
7	F	0	160486	65	37	39	0	--	Whitecoat. Killed by gulls.
8	F	0	230486	--	--	--	--	--	Whitecoat. Killed by gulls.
9	M		230486	131	106	107	48	58	
10	F		230486	137	117	125	68	75	
11	F		260486	136	113	115	54	72	
12	M		010586	117	92	94	34	52	Juvenile. Shot on newly formed ice.
13	M		010586	121	96	102	42	50	Juvenile. Shot on newly formed ice.
14	F		010586	125	90	99	37	49	Juvenile. Shot on newly formed ice.
15	F		110586	129	105	107	40	62	Milk in milk glands.
16	F		140586	136	106	118	36	73	
17	M		140586	139	109	117	31	77	
18	M		140586	123	104	108	35	56	Juvenile.
19	F		140586	128	89	94	31	45	
20	M	0	140586	79	69	74	--	20	Only few white hairs left.
21	F		170586	136	95	105	30	62	Milk in milk glands.
22	F		170586	128	103	108	52	61	Inflamated scars on hindflippers.
23	M	0	170586	86	84	84	--	26	No white hairs left.
24	F		190586	--	--	--	42	64	
25	F		200586	136	112	116	44	75	
26	F		210586	136	101	104	38	62	Milk in milk glands.
27	F		210586	144	114	114	46	77	Moulting.

Appendix 1. Results from analysis of sex organs from sexually mature female ringed seals caught in the Van Mijen fiord spring 1986.

SEAL NO.	L E F T O V A R Y				R I G H T O V A R Y				PREGNANT PRESENT SEASON*
	LENGTH (MM)	WIDTH (MM)	CORPUS LUTEUM DIAMETER (MM)	CORPUS ALBICANS DIAMETER (MM)	LENGTH (MM)	WIDTH (MM)	CORPUS LUTEUM DIAMETER (MM)	CORPUS ALBICANS DIAMETER (MM)	
1	Pregnant				foetus in right uterine horn				
10	32	11	--	--	34	8	Mature follicles		+
11	28	18	10	--	24	11	--	8	-
15	35	15	10	--	35	15	--	8	+
16	31	10	12	--	22	8	--	4	+
19	31	15	8	--	31	12	--	4	+
21	29	11	12	--	22	9	--	6	+
22	30	14	10	--	26	10	--	-	+
24	31	15	5	--	32	12	--	8	+
25	35	20	15	--	35	11	--	5	+
26	34	16	--	14	40	20	Mature follicles		+
27	31	15	14	--	27	10	--	6	+

\* - Enlargement of uterus and / or extravasation of blood in uterine horn as sign of pregnancy present season.

## CHAPTER 5

Distribution and abundance of ringed seals (Phoca hispida)  
in the Van Mijen and Van Keulen fiords, Svalbard, June-July 1986.

by

Per Magne Jensen <sup>1)</sup> and Lars Øivind Knutsen <sup>2)</sup>

---

1) Dept. of Biology, Division of Marine Zoology and Chemistry,  
University of Oslo, P.O.box 1067, 0316 OSLO 3, Norway

2) Dept. of Biology, Division of Zoology,  
University of Oslo, P.O.box 1050, 0316 OSLO 3, Norway



### SUMMARY

By means of replicate sighting and spot-photo air surveys, studies of abundance and distribution of ringed seals, Phoca hispida, were conducted in the Van Mijen and Van Keulen fiords, SW Svalbard between 6 and 20 June 1986. For the same purpose occasional ground-based observations were performed in a confined part of the study area (Fritjovhamna) until mid-July 1986. The air surveys showed a gradient in density of hauled-out ringed seals in the two fiords, with generally lower densities in the inner parts, and higher but more temporal variable densities and population sizes in the outer parts. On less than 4 km<sup>2</sup> fast ice in Fritjovhamna in July, after the ice had disappeared from the rest of the study area, up to 600 ringed seals were observed hauled-out simultaneously. Based on results from Canadian studies, this indicates that as much as 1200 ringed seals might have used the fast ice in Fritjovhamna as a haul-out platform in July. These animals probably represents most of the population of ringed seals in the study area at that time, and thus illustrating the importance of Fritjovhamna as a haul-out area for ringed seals.



### 5.1. INTRODUCTION

Several oil companies made seismic surveys in the Van Mijen fiord area, SW Svalbard, from end of February until mid-May 1986. These companies were imposed to finance studies of the environment under the MUPS-programme. (For details on this programme and the seismic activity see the introduction to this volume.) As a consequence, surveys of the ringed seal (Phoca hispida) population inhabiting the Van Mijen fiord from late winter to early summer 1986 were conducted. Previous systematic data for this population was non-existing, and baseline studies instead of a direct consequence analysis of the seismic activity therefore had to be conducted.

Results from surveys in the Van Mijen fiord until mid-May 1986, including the breeding period, is presented in Lydersen et al. (1987). In the present study the distribution and abundance of ringed seals during the moulting period in June and early July is described. During this time of the year there may be an exchange of ringed seals between the Van Mijen fiord and the near by Van Keulen fiord. Therefore, also the Van Keulen fiord was included in the present study.

Ringed seals are easiest to count when they haul-out on the ice to moult during spring and early summer. Studies in Canadian Arctic (Smith 1973; Finley 1979; Smith and Hammill 1981) indicates that climatic factors such as wind speed and air temperature influences the number of hauled-out seals, but the dial haul-out peak generally occurs during early to mid- afternoon. Also, the number of ringed seals hauled-out in fast ice areas increases as the season progresses, usually with highest numbers in late June/early July. No information on the seasonal moulting pattern or the dial haul-out rythm of ringed seals from the Svalbard area exists. A study of the latter was planned under the MUPS-programme for 1986, but not realised due to incomplete financial support.

Aerial sighting surveys is the most widely used technique in determining abundance and distribution of ringed seals during the haul-out season (McLaren 1966; Burns and Harbo 1972; Smith 1973; Stirling et al. 1977; Smith et al. 1979; Kingsley and Lunn 1983; Kingsley et al. 1985). In the present study combinations of simultaneous sighting and spot-photograph air surveys were conducted for the purpose of estimating density and distribution of ringed seals. Also, reconnaissance flights over the whole study area and ground-based observations of the number of hauled-out seals in a confined part of the study area were conducted.

## 5.2. METHODS.

### 5.2.1. STUDY AREA AND SURVEY METHODS

Four systematic air surveys in the Van Mijen and the Van Keulen fiords, SW Svalbard (Fig. 1) were conducted from 6 to 20 June 1986. The timing of these surveys were based on informations of seasonal haul-out patterns from the Canadian Arctic (Smith 1973; Finley 1979; Smith and Hammill 1981), and the constraints of local weather and ice conditions.

Transects orientated in a north-south direction were spaced at 250 m intervals over most of the study area. Data presented in Lydersen et al. (1987) and informations from a reconnaissance flight conducted on 29 May, indicated that seals were unevenly distributed within each fiord, with the highest densities in the outer parts. To increase the precision of overall density and population size estimates each fiord was divided into strata (see Fig. 2) of differential sampling intensity (Caughley 1977). Generally, the sampling intensity was highest in the outer parts of each fiord, and varied as a function of date and ice distribution.

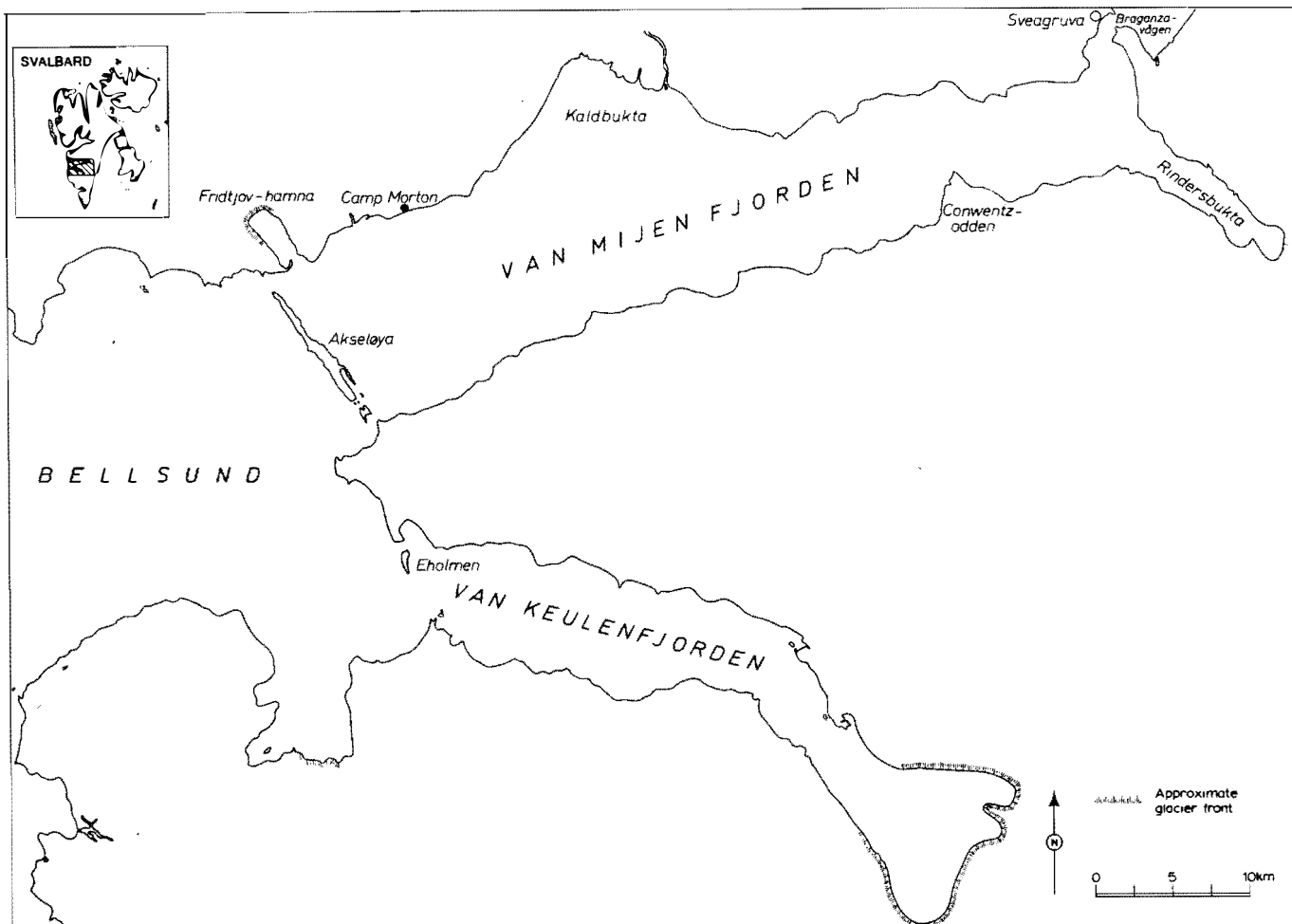


Fig. 1. The study area

Within each stratum, transects were flown systematically at preset intervals. The first transect to be flown was chosen at random. In Fig. 2 the transects flown in each stratum on 6 and 9 June are shown. Corresponding data for 19 and 20 June are given in Fig. 3. All surveys were conducted between 12.20 and 17.00 local time.

The surveys were flown in a high-wing Cessna 185 at an indicated air speed of 100 knots (52 m/sec). The target altitude for the surveys was 200 m. On each survey the aircraft pressure altimeter was calibrated by means of a Simrad LP 7 laser rangefinder (accuracy  $\pm 5$  m).

When flying the transects, both spot-photography and sightings were conducted simultaneously. The interval at which vertical spot-photographs were taken, depended on stratum and date. The almost exclusively used intervals were 10 and 20 seconds. For this study every second photo has been examined.

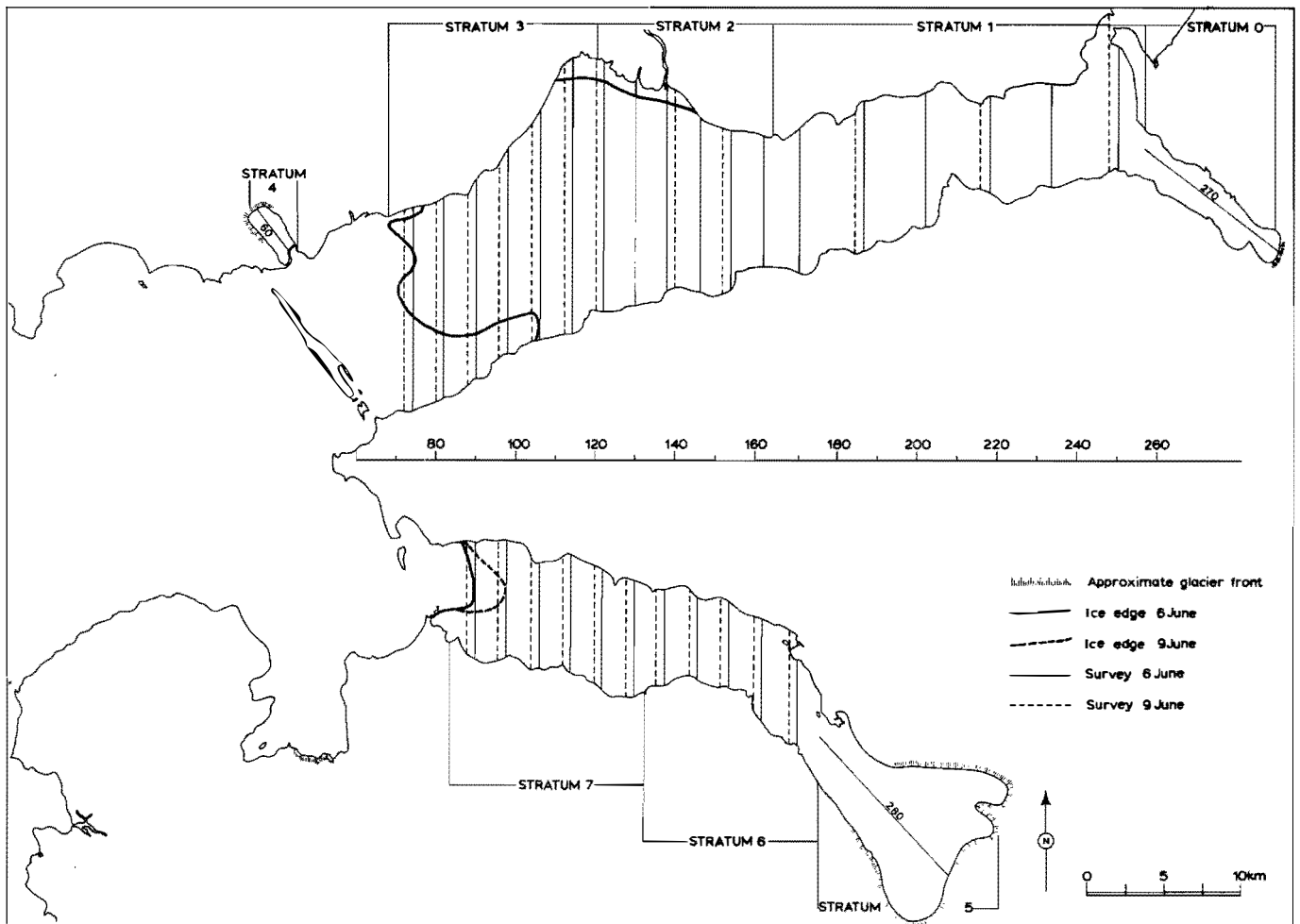


Fig. 2. The transects flown within each stratum of the Van Mijen and the Van Keulen fiords at the surveys on 6 and 9 June 1986. The distribution of first-year fast ice is also indicated.

The photographs (approx. 5 x 5 cm format) were taken with a Hasselblad metric camera provided with a 38 mm lens and a DM-100/200 data recording magazine, using Kodak Plus-X (ISO 125) black and white film. Information on date, time and exposure number were printed on each photograph by means of an Epson HX-20 portable computer, operated by one person in the rear seat of the aircraft.

The aerial black and white negatives were examined by one and the same person using a binocular microscope under low power. On a section of each photograph, corresponding to a square with sides 250 m (area  $0.0625 \text{ km}^2$ ), the number of seals were recorded.

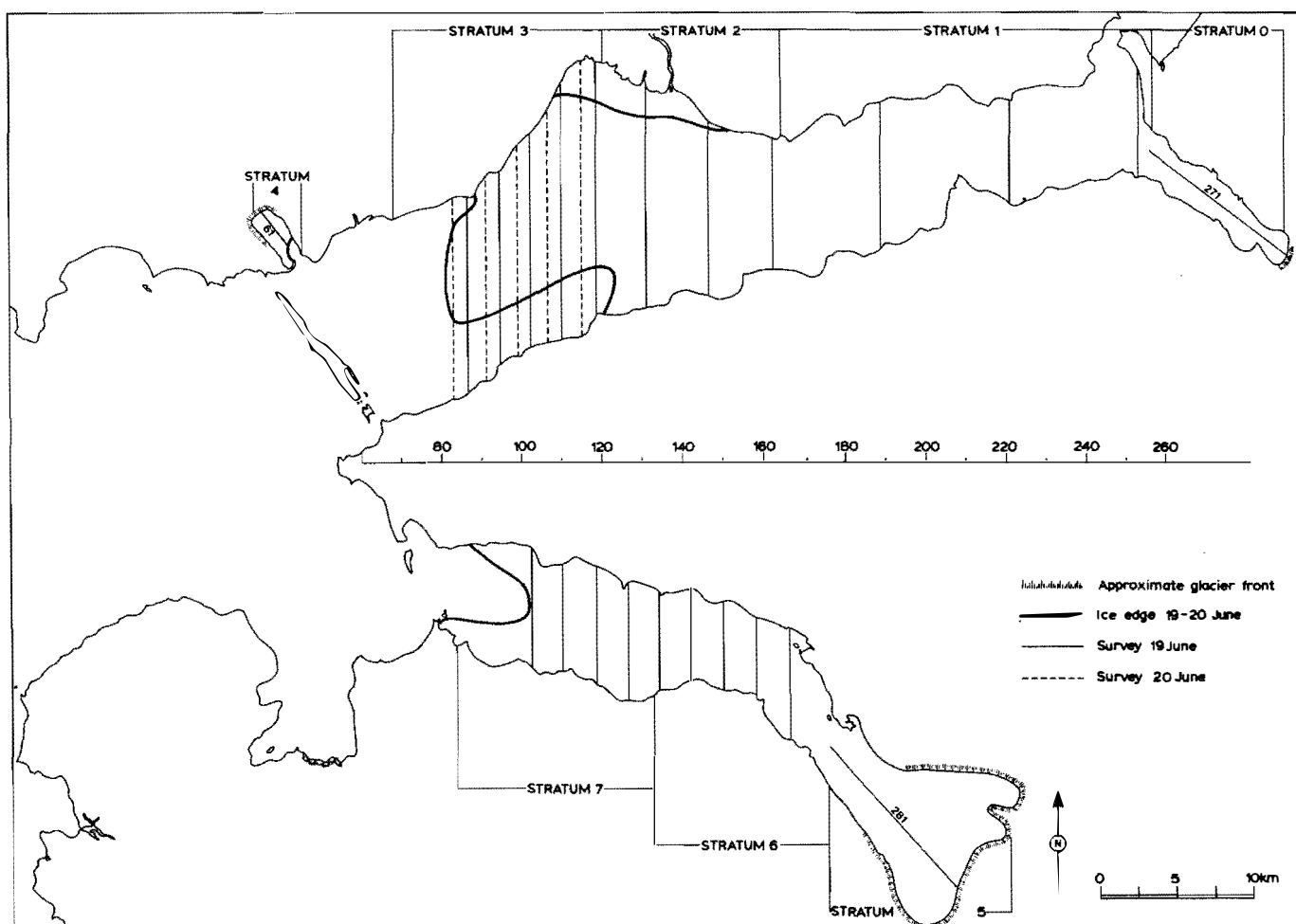


Fig. 3. The transects flown within each stratum of the Van Mijen and the Van Keulen fiords at the surveys on 19 and 20 June 1986. The distribution of first-year fast ice is also indicated.

One observer, located in the right front seat, participated in the sighting survey. The width of the strip surveyed was 200 m, and as indicated in Fig. 4 there was no overlap with the area covered by the vertical spot-photographs.

The strip boundaries were determined by aligning a mark on the side window with marks on the wing strut as described in Kingsley et al. (1985).

The time of start and stop on transects, the number of seals hauled-out on the ice, the number of seals which dived during the passing of the aircraft, and the number of seals breathing holes located within the strip, were continuously recorded onto a tape recorder. Information on weather and ice conditions were also noted.

In addition to weather recordings from the aircraft, ground registrations of air temperature, wind and sky conditions were taken in Fritjovhamna (Stratum 4).

Reconnaissance flights over the whole study area were made on 27 and 28 June. Also, on 27 June a test to evaluate the effect of the altitude of the aircraft on the number of seals being frightened into the water was conducted in Fritjovhamna. Flying altitudes were 200 and 100 m respectively. The number of seals observed on the ice before and after the aircraft passed over the area at the respective altitudes were registered.

From a fixed point on land at Fritjovhamna the number of ringed seals hauled out in Stratum 4 were registered at 9 occasions between 9 June and 14 July. A spotting scope was used for these ground-based observations.

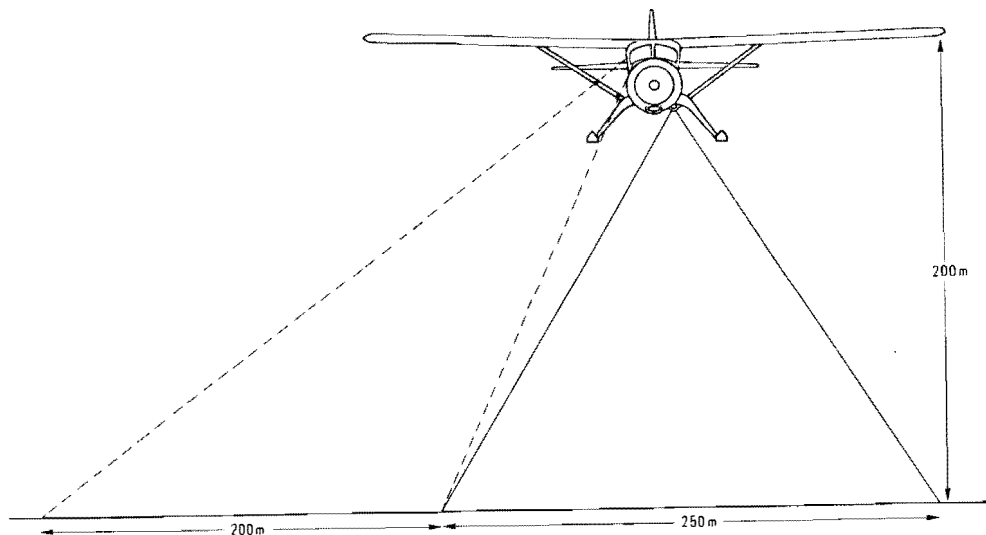


Fig. 4. Illustration of the strip width at sighting (---) and spot-photo (—) air surveys.

## 5.2.2 WEATHER AND ICE CONDITIONS

The weather for the surveys were generally good with relatively high temperatures ( $4-6^{\circ}\text{C}$ ) and light winds ( $0-5\text{ m/sec}$ ). An exception was the 20 June survey, with temperature  $1.5^{\circ}\text{C}$  and  $15-20\text{ m/sec}$  wind speed.

Until 20 June, the study area was covered with first-year fast ice with minor areas of ice floes at the edge of the fast ice and along the shore-lines. The ice distribution during surveys on 6 and 9 June, and 19 - 20 June, is illustrated in Figs. 2 and 3 respectively. The ice covered area of each stratum is given in Tab. 1.

The reconnaissance flights over the whole study area on 27 and 28 June, showed that ice floes of varying sizes were unevenly distributed in both fiords, covering approximately 5 - 10% of the previous surveyed area. Only in Stratum 4 (Fritjovhamna) landfast ice could be found at this time. This ice did not break up until mid-July.

Table 1 Area ( $\text{km}^2$ ) of first-year fast ice in the Van Mijen (strata 0-4) and the Van Keulen (strata 5-7) fiords, June 1986.

Stratum	June	6th	9th	19th	20th
0		25	25	25	25
1		162	162	162	162
2		113	113	108	108
3		134	134	93	93
4		5	5	4	4
0 - 4		439	439	392	392
5		49	49	49	49
6		60	60	60	60
7		80	75	71	71
5 - 7		189	184	180	180

### 5.2.3. DATA ANALYSIS

#### Photo surveys

Each stratum is divided into a number of squares, with size equal to the area covered by a photo. The number of seals in each square within a stratum are assumed to be independent and identically distributed random variables.

For a stratum the expected number of seals in each square is estimated by the corresponding average of seals on photots. It's standard error is estimated as described in Cochran (1977; formula (8.43)). These estimates are then converted to estimates of the expected number of seals pr. km<sup>2</sup> with its standard error.

The estimated total number of seals in a stratum, and its standard error, are found by multiplying the unconverted estimates by the number of squares in the stratum. Finally, the total number of seals in all strata combined, and its standard errors, are computed (cf. formulas (5.9) and (5.10) in Cochran (1977) for the same computations in the case of stratified random sampling).

#### Sighting surveys

Each stratum is divided into a number of transects with varying size (cf. section 5.1.1.) The number of seals in each of these transects (within a stratum) are assumed to be independent random variables with expected value and variance proportional to the area of the transect. The expected number of seals pr. unit area in a stratum is estimated by the corresponding average number for the transects surveyed. By multiplying this number by the total area of the stratum, the total number of seals in the stratum was estimated, i.e. we used the ratio estimator. The standard error of these estimates are found by the results of Cassel, Särndal and Wretmann (1977, pp. 119-120 and the bottom of p. 125).



For testing against an outward increasing trend in density in each fiord we computed the number of seals pr. km<sup>2</sup> in the transects and then used a non-parametric test statistic as described in Lehman (1975; Chapter 7.2).

### 5.3. RESULTS

#### 5.3.1. DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF SEALS BETWEEN 6 AND 20 JUNE

##### Photo surveys

The sampling intensity and the number of ringed seals observed on spot-photographs in different strata at the four surveys conducted in the Van Mijen fiord during 6 - 20 June 1986, is given in Tab. 2. Corresponding data for the Van Keulen fiord is given in Tab. 3.

These tables show that the number of seals on photographs ranged from 0 - 10, with the highest proportion of photographs containing zero seals. The highest frequencies of photographs with seals were from the outer part of the Van Mijen fiord (Stratum 3), and the mid- and outer part of the Van Keulen fiord (Stratum 6 and 7). Table 4 indicates that except for these strata, and Stratum 5 at the first survey, the density and population size estimates were very low. It was not possible to detect any significant temporal trend in density or population size. This was due to large standard errors of estimates in the high-density strata, as a consequence of large natural variation in abundance of seals (cf. Tabs. 2-3 and Appendix A, Tabs. A1 - A7) combined with low sampling intensity.

**Table 2** Total number of photos taken, the sampling intensity and the number of ringed seals on photos in each stratum at the four surveys conducted in the Van Mijen fiord during June 1986.

Date	Stratum	No. of photos taken	Sampling intensity 1) ( % )	No. of photos with number of seals equal to						
				0	1	2	3	4	5	10
June 6th	0	14	3.50	14						
	1	28	1.08	28						
	2	35	1.94	34	1					
	3	73	3.40	66	5	0	1	0	0	1
	4	4	5.00	4						
June 9th	0	0	0.00							
	1	12	0.46	12						
	2	13	0.72	13						
	3	115	5.35	105	5	2	3			
	4	0	0.00							
June 19th	0	15	3.75	15						
	1	12	0.46	12						
	2	16	0.93	16						
	3	60	4.08	58	2					
	4	7	10.93	7						
June 20th	0	0	0.00							
	1	0	0.00							
	2	0	0.00							
	3	39	2.65	37	1	0	1			
	4	0	0.00							

1) Proportion of stratum area sampled.

**Table 3** Total number of photos taken, the sampling intensity and the number of ringed seals on photos in each stratum at the three surveys conducted in the Van Keulen fiord during June 1986.

Date	Stratum	No. of photos taken	Sampling intensity 1) ( % )	No. of photos with number of <u>seals equal to</u>						
				0	1	2	3	4	5	10
June 6th										
	5	16	2.04	14	2					
	6	23	2.40	21	2					
	7	43	3.36	39	4					
June 9th										
	5	0	0.00							
	6	23	2.40	23						
	7	37	3.08	33	4					
June 19th										
	5	14	1.78	14						
	6	27	2.81	23	3	1				
	7	23	2.02	19	2	1	1			

1) Proportion of stratum area sampled.

### Sighting surveys

Tabs. 5 - 6 give the number of seals observed and the sampling intensities within different strata in the Van Mijen and Van Keulen fiords during sighting surveys in June. Details on the number and density of seals observed on each transect is given in Appendix B (Tabs. B1 - B7). These tables show that in 2 out of 3 surveys in each fiord a significant outward increasing trend in density were found.

Stratum mean densities and population sizes is presented in Tab. 7. Except for the outer stratum of each fiord (Strata 3 and 7), low densities were found. Within the high-density strata, and especially Stratum 7, there were a marked decrease in mean density and population size from the first to the second survey. Between the second and the successive surveys differences were much smaller.

**Table 4** Densities (no./km<sup>2</sup>) and estimated population sizes of ringed seals in the Van Mijen (strata 0-4) and the Van Keulen (strata 5-7) fiords based on spot-photo surveys during June 1986.

Stratum	Density (Standard error)			Population size (Standard error)				
	June 6th	9th	19th	20th	June 6th	9th	19th	20th
0	0.00(0.00)	-	0.00(0.00)	-	0( 0)	-	0( 0)	-
1	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	-	0( 0)	0( 0)	0( 0)	-
2	0.46(0.46)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	-	52( 51)	0( 0)	0( 0)	-
3	3.95(2.31)	2.50(0.85)	0.53(0.37)	1.64(1.29)	530(305)	337(111)	49( 34)	151(117)
4	0.00(0.00)	-	0.00(0.00)	-	0( 0)	-	0( 0)	-
1+2+3	-	-	-	-	582(309)	337(111)	49( 34)	-
5	2.00(1.00)	-	0.00(0.00)	-	98( 0)	-	0( 0)	-
6	1.39(0.96)	0.00(0.00)	2.96(1.49)	-	83( 57)	0( 0)	177( 88)	-
7	1.49(0.72)	1.73(0.83)	4.87(2.55)	-	119( 57)	130( 61)	344(178)	-
6+7	-	-	-	-	202( 81)	130( 61)	521(216)	-

**Table 5** The number of transects flown and the sampling intensity on sighting surveys in different strata of the Van Mijen fiord during June 1986.

Date	Stratum	No. transects surveyed	Sampling intensity ( % )	No. seals observed
June 6th	1	5	4.86	0
	2	6	11.04	2
	3	6	9.51	32
June 9th	1	3	3.01	0
	2	2	3.93	2
	3	7	10.99	15
June 19th	1	3	2.84	0
	2	3	5.78	1
	3	5	9.96	16
June 20th	1	0	0.00	-
	2	0	0.00	-
	3	5	9.86	11

**Table 6** The number of transects flown and the sampling intensity on sighting surveys in different strata of the Van Keulen fiord during June 1986.

Date	Stratum	No. transects surveyed	Sampling intensity ( % )	No. seals observed
June 6th	6	5	9.43	2
	7	6	11.10	55
June 9th	6	5	9.98	5
	7	6	9.88	14
June 19th	6	4	7.33	0
	7	4	6.49	13

### 5.3.2 DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF SEALS AFTER 20 JUNE

As previously described, the fast ice broke up (except Stratum 4) before the reconnaissance flights on 27 and 28 June. Only few seals were observed on the widely dispersed ice floes at the first of these flights. At the successive flight few seals were observed in the Van Mijen fiord. In the inner part of the Van Keulen fiord, however, approximately 250 seals were aggregated at available breathing holes and along cracs. A few bearded seals were also seen.

In Fritjovhamna (Stratum 4) the fast ice broke up in mid-July. Tab. 8 presents the observed number of ringed seals hauled-out the ice at 9 occations at this site between 9 June and 14 July. The table shows a marked increase in number of ringed seals as the season progressed.

Table 7      Densities (no./km<sup>2</sup>) and estimated population sizes of ringed seals in the Van Mijen (strata 0-4) and the Van Keulen (strata 5-7) fiords based on sighting surveys during June 1986.

Stratum	Density (Standard error)				Population size (Standard error)			
	June 6th	9th	19th	20th	June 6th	9th	19th	20th
0	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	-	0( 0)	0( 0)	0( 0)	-
2	0.16(0.10)	0.45(0.47)	0.16(0.14)	-	18( 10)	51(52)	17(14)	-
3	2.51(0.96)	1.02(0.39)	1.73(0.85)	1.20(0.51)	336(122)	137(48)	161(75)	112(44)
4	-	-	-	-	-	-	-	-
1+2+3	-	-	-	-	354(123)	188(71)	178(76)	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0.35(0.22)	0.83(0.53)	0.00(0.00)	-	21(12)	50(30)	0( 0)	-
7	6.19(1.08)	1.82(0.70)	2.82(1.53)	-	495(81)	142(50)	200(104)	-
6+7	-	-	-	-	516(82)	192(58)	200(104)	-

**Table 8** The observed number of ringed seals hauled-out on the fast ice in Stratum 4 (Fritjovhamna) from 9 June to 14 July 1986. The area of fast ice during this period was 5 km<sup>2</sup> (9 June), 4 km<sup>2</sup> (19 June) or less.

Date		Observed number of seals
<hr/>		
June	9th	5
	19th	16
	23th	16
	24th	30
	25th	56
	27th	99
July	4th	306
	6th	446
	14th	600
<hr/>		

### 5.3.3 RESPONSES OF SEALS TO THE AIRCRAFT PASSING

During all surveys only four seals were observed frightened into the water as a consequence of the aircraft passing. At the test conducted in Fritjovhamna on 27 June, the number of seals hauled out on the ice before and after the first passing of the aircraft (200 m) was 99 and 93 respectively. When the aircraft passed a few minutes later at 100 m altitude, the number of seals did not change.



#### 5.4. DISCUSSION

The spot-photo and sighting air-survey methods showed a gradient in density of hauled-out ringed seals in the two fiords, with generally lower densities in the inner parts, and higher but more temporal variable densities and populations sizes in the outer parts. Both methods gave estimates of the same magnitude, taken the large variation of estimates into consideration.

Several factors can affect the estimates of density and population size of ringed seals in an air-survey. These can be divided into two types; sampling and non-sampling errors (Kingsly et al. 1985).

The assumption that a sample has the same mean density as the area studied represents a possible sampling error. This error is random and vary from stratum to stratum, but can be reduced by increasing the sampling intensity. In the present study the sampling intensity in strata with high mean density of ringed seals ranged from 2 - 4% for spot-photo surveys, and 6 - 11% for sighting surveys. Compared to other air sighting surveys on ringed seals, the latter sampling intensity is high. However, the estimated standard errors of stratum mean density and population size were large. This was caused by the highly variable abundance of seals within the high-density strata.

In the analysis of sighting surveys it was assumed that variance of density and population size estimates were directly proportional to the area of transects. The present study was not designed to test this assumption. However, computations with variance proportional to the square of area surveyed showed maximum 10% deviation, indicating robustness in the variance estimates.

Non-sampling errors include biases in visibility and determination of sample area size. At spot-photo and sighting surveys the size of the sampled area is directly affected by altitude error. This error is

believed to be insignificant in the present study as the surveys were flown in nonturbulent weather and a high precision laser rangefinder was used to calibrate the aircraft pressure altimeter at each survey. During sighting surveys strip width errors is a possibility due to not right placed strut marks.

All seals within a transect may not be visible, and all the visible ones may not be seen and counted. On spot-photos, seals were normally not difficult to detect. If the surveys were flown at an altitude lower than 200 m, however, the seals would have been easier to detect and thus the photo-examining would have been less timeconsuming. The altitude level was chosen as a trade off between highest possible sampling intensity, acceptable visibility of seals, and a low probability of seals being frightened into the water. The low number of seals being frightened into the water even at flying altitudes of 100 m, suggests that the surveys could have been flown at an altitude lower than 200 m in order to increase the visibility of seals on photos without increasing too much the probability of seals diving.

At the sighting surveys ringed seals were normally easy to detect on the ice surface. Although some individuals were probably not detected, there were no indications that the spot-photos gave generally higher density estimates than the sightings. This suggests that a low proportion of visible seals were missed during sighting surveys.

At any time, an unknown number of seals are under the ice and therefore cannot be seen. Behavioural studies in Canadian Arctic (Finley 1979; Smith and Hammill 1981) have shown that the number of ringed seals hauled-out are influenced by climatic factors such as wind speed and air temperature. Finley (1979) found that highest numbers were generally hauled-out during early to mid afternoon. Smith and Hammill (1981), however, did not find such a clear dial rythm of haul-out.

To minimize the effect of dial variation in haul-out, all surveys

in the present study were conducted at the same time of day, and under as similar weather conditions as possible. Despite this, discrepancies were found between the repeated surveys on 6 and 9 June in mean density and population size estimates of the high density strata (Tabs. 4 and 7). Although the standard errors of these estimates were large, the results from the repeated surveys illustrates the importance of an experimental design like the present, giving an opportunity to evaluate the consistency of surveys. However, when the abundance of seals are as highly variable as in the present study the sampling intensities have to be increased to give more precise estimates of densities and population sizes.

Due to the large standard errors and differences between repeated surveys in population size estimates, it was not possible to detect any significant seasonal trends in population sizes from 6 - 20 June. However, as indicated by the ground-based observations in Stratum 4 (Fritjovhamna) a great influx of seals to this area occurred from end of June until mid-July, with a maximum of 600 observed seals hauled out (Tab. 8). This influx of seals coincided with the breakup and disappearance of ice in the rest of the study area, and probably represents migrants from this area. However, only a mark-recapture or a radiotelemetry study can reveal answer to this question.

Estimates of the maximum proportion of ringed seals hauled-out has ranged from 50% (Smith 1973) to 70% (Finley 1979) and 80% (Smith and Hammill 1981). The basis for these estimates are rather weak, but transferred to the present study it indicates that as much as 1200 ringed seals could be using the ice in Fritjovhamna as a haul-out platform in mid-July. These seals probably represent most of the population inhabiting the study area, because the ice in Fritjovhamna was the only available ice in the study area at this time. The number of hauled-out seals in Fritjovhamna in mid-July compares also fairly well with air-survey estimates of the whole study area in June (Tabs. 7 and 9). We don't know, however, what proportion of this seal population that have used the study area as breeding habitat. Lydersen et al. (1987) estimated that the number of seals inhabiting the Van Mijen fiord during the breeding season 1986, probably ranged between

125-200 animals. However, Smith and Hammill (1981) have found that adult seals resident through the winter in the most stable nearshore areas might leave these areas, possibly as much as one month prior to the peak of haul-out. Sexually immatures, that usually spend the winter in more unstable offshore areas, might on the other hand immigrate to the fast ice areas during the haul-out season. This suggests that the surveyed population in the present study were mixed with seals of all age and reproductive categories.

The mean densities of ringed seals found at the air surveys in the present study (Tabs. 4 and 7) are within the range found in areas of landfast fiord ice in Candian Arctic (Finley 1979; Smith and Hammill 1981). Comparable data from other parts of the Svalbard area is not available.

The highest densities of seals were found in the outer parts of the Van Mijen and the Van Keulen fiords respectively (Tabs. 4 and 7). This might be a reflection of the above mentioned migration pattern, because immigrants are expected to haul-out at suitable holes not too far from the fast ice edge. The emigration of seals from the mid- and inner parts of the Van Mijen fiord before the air surveys in June, might be a reason for the low densities of seals found in these parts of the fiord. However, Lydersen et al. (1987) did also find low densities of seals inhabiting the inner parts of this fiord during the breeding season 1986. As discussed in Lydersen et al. (1987) the reasons for this might be several; e.g. food availability and human activities.

The density of seals hauled-out on the fast ice in the mid and inner parts of the Van Keulen fiord in June were generally higher than the respective in the Van Mijen fiord (Tabs. 4 and 7). This difference could have been caused by the neglectable human activity prior to the air surveys in June in the Van Keulen fiord compared to the Van Mijen fiord area. However, no systematic data on ringed seals existed prior to 1986. Therefore, no firm conclusions could be drawn of the impact of the human activities in general and the seismic activity in particular on the abundance and distribution of ringed seals.

Prior to the ice-breakup highest densities were found in the outer parts of each fiord. This might indicate that this distribution pattern is general for the areas in June, however, this pattern could vary appreciably from one year to the next depending on the distribution of ice, pattern of ice-breakup, and shifts in food resources.

In Fritjovhamna, which in 1986 had a fast ice cover more than two weeks longer than the rest of the study area, a marked influx of ringed seals occurred from end of June until mid-July when the ice disappeared. According to information from local people this pattern was normal. This indicates that the fast ice in Fritjovhamna has an important function as a haul-out platform for moulting ringed seals in this part of Svalbard.

The present air surveys have revealed a large natural biological variation in abundance of hauled-out ringed seals within restricted areas. In order to get more precise density estimates, this large natural variation in abundance necessitates a high sampling intensity. In narrow fiords like the present study area, it therefore might be more feasible to conduct ground-based registrations from fixed observation points rather than air surveys. In studies where larger ice covered areas have to be surveyed, however, air surveys is at present the most feasible. Still, better qualitative and quantitative knowledge of the factors influencing the haul-out rhythm of ringed seals are needed for more exact estimation of absolute population sizes.

#### 5.5. ACKNOWLEDGEMENTS

We thank British Petroleum for sponsoring this study, and the Norwegian Polar Research Institute for administrative and logistic support. We would also like to thank L. Nilsen for performing seal and weather observations in Fritjovhamna, and T. Myhran for safe piloting. We are also indebted to C. Lydersen for comments on earlier draft of this manuscript, Ø. Borgan for statistical advices, and E. Gaare at the Directorate for Nature Management for loan of camera rig.

## 5.6. LITERATURE CITED

- Burns, J.J. & S.J. Harbo jr. 1972. An aerial census of ringed seals, northern coast of Alaska. Arctic 25: 279-290.
- Cassel, C.M., C.E. Särndal & J.H. Wretman. 1977. Foundations of inference in survey sampling. Wiley, New York. 192 pp.
- Caughley, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. Wiley, New York. 232 pp.
- Cochran, W.G. 1977. Sampling techniques. 3rd ed. Wiley, New York. 428 pp.
- Finley, K.J. 1979. Haul-out behavior and densities of ringed seals (Phoca hispida) in the Barrow Strait area, N.W.T. Can. J. Zool. 57: 1985-1997.
- Kingsley, M.C.S. & N.J. Lunn. 1983. Abundance of seals in the eastern Beaufort Sea, Amundsen Gulf and Prince Albert Sound, 1982. Rep.prep. for Dome Petroleum Ltd., Gulf Canada Resources Inc. Can. Wildl. Serv., Edmonton. 16 pp.
- Kingsley, M.C.S., I. Stirling & W. Calvert. 1985. The distribution and abundance of seals in the Canadian high arctic, 1980-82. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1189-1210.
- Lehman, E.L. 1975. Non parametrics: statistical methods based on ranks. Mc. Graw-Hill. New york.

- Lydersen, C., P.M.Jensen & E. Lydersen. 1987. Studies of the ringed seal (Phoca hispida) population in the Van Mijen fiord, in the breeding period 1986. Chapter 4, this volume.
- McLaren, I.A. 1966. Analysis of an aerial census of ringed seals. J. Fish. Res. Board. Can. 23: 769-773.
- Smith, T.G. 1973. Censusing and estimating the size of ringed seal population. Fish. Res. Bd Can. Tech. Rep. 427. 18 pp.
- Smith, T.G., G.A. Sleno & D. Taylor. 1979. An aerial survey of marine mammals in the region north of Cornwallis Island, N.W.T. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. 837. 14 pp.
- Smith, T.G., M.O. Hammill. 1981. Ecology of ringed seal, Phoca hispida, in its fast ice breeding habitat. Can. J. Zool. 59: 966-981.
- Stirling, I., W.R. Archibald & D. DeMaster. 1977. Distribution and abundance of seals in the eastern Beaufort Sea. J. Fish. Res. Board Can. 34: 976-988.

## 5.7 APPENDICES

## 5.7.1 APPENDIX A

**Table A1** Total number and area of photos taken along every transect, and total number and mean density of ringed seals observed on these photos in different strata of the Van Mijen fiord at survey 6 June 1986. Area of each photo: 0.0625 km<sup>2</sup>.

Stratum	Transect no.	No. photos taken	Area of photos (km <sup>2</sup> )	Total number seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
0	270	14	0.88	0	0.00
1	250	5	0.31	0	0.00
	234	4	0.25	0	0.00
	218	4	0.25	0	0.00
	202	5	0.31	0	0.00
	186	5	0.31	0	0.00
	170	5	0.31	0	0.00
2	162	5	0.31	0	0.00
	154	5	0.31	0	0.00
	146	2	0.13	0	0.00
	138	6	0.38	0	0.00
	130	8	0.50	1	2.00
	122	9	0.56	0	0.00
3	114	20	1.25	2	1.60
	106	16	1.00	0	0.00
	98	13	0.81	0	0.00
	90	12	0.75	0	0.00
	82	9	0.56	16	28.44
	74	3	0.19	0	0.00
4	60	4	0.25	0	0.00



**Table A2** Total number and area of photos taken along every transect, and total number and mean density of ringed seals observed on these photos in different strata of the Van Mijen fiord at survey 9 June 1986. Area of each photo: 0.0625 km<sup>2</sup>.

Stratum	Transect no.	No. photos taken	Area of photos (km <sup>2</sup> )	Total number seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
1	248	4	0.25	0	0.00
	216	3	0.19	0	0.00
	184	5	0.31	0	0.00
2	152	6	0.38	0	0.00
	140	7	0.44	0	0.00
3	120	31	1.94	1	0.52
	112	32	2.00	2	1.00
	104	12	0.75	4	5.33
	96	20	1.25	7	5.60
	88	11	0.69	0	0.00
	80	6	0.38	1	2.67
	72	3	0.19	3	16.00

**Table A3** Total number and area of photos taken along every transect, and total number and mean density of ringed seals observed on these photos in different strata of the Van Mijen fiord at survey 19 June 1986. Area of each photo: 0.0625 km<sup>2</sup>.

Stratum	Transect no.	No. photos taken	Area of photos (km <sup>2</sup> )	Total number seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
0	271	15	0.94	0	0.00
1	253	3	0.19	0	0.00
	221	4	0.25	0	0.00
	189	5	0.31	0	0.00
2	163	5	0.31	0	0.00
	147	6	0.38	0	0.00
	131	5	0.31	0	0.00
3	118	18	1.13	0	0.00
	110	14	0.88	1	1.14
	102	12	0.75	1	1.33
	94	10	0.63	0	0.00
	86	6	0.38	0	0.00
4	61	7	0.44	0	0.00

**Table A4** Total number and area of photos taken along every transect, and total number and mean density of ringed seals observed on these photos in stratum 3 of the Van Mijen fiord at survey 20 June 1986. Area of each photo:  $0.0625 \text{ km}^2$ .

Stratum	Transect no.	No. photos taken	Area of photos ( $\text{km}^2$ )	Total number seals	Density of seals (no./ $\text{km}^2$ )
3	107	14	0.88	0	0.00
	99	9	0.56	0	0.00
	91	12	0.75	1	1.33
	83	4	0.25	3	12.00

**Table A5** Total number and area of photos taken along every transect, and total number and mean density of ringed seals observed on these photos in different strata of the Van Keulep fiord at survey 6 June 1986. Area of each photo:  $0.0625 \text{ km}^2$ .

Stratum	Transect no.	No. photos taken	Area of photos ( $\text{km}^2$ )	Total number seals	Density of seals (no./ $\text{km}^2$ )
5	280	16	1.00	2	2.00
6	170	5	0.31	0	0.00
	162	6	0.38	0	0.00
	154	4	0.25	1	4.00
	146	6	0.38	1	2.67
	138	2	0.13	0	0.00
7	130	7	0.44	0	0.00
	122	8	0.50	0	0.00
	114	8	0.50	0	0.00
	106	7	0.44	3	6.86
	98	8	0.50	1	2.00
	90	5	0.31	0	0.00

**Table A6** Total number and area of photos taken along every transect, and total number and mean density of ringed seals observed on these photos in different strata of the Van Keulen fiord at survey 9 June 1986. Area of each photo:  $0.0625 \text{ km}^2$ .

Stratum	Transect no.	No. photos taken	Area of photos ( $\text{km}^2$ )	Total no. seals	Density of seals ( $\text{no./km}^2$ )
6	160	5	0.31	0	0.00
	152	6	0.38	0	0.00
	144	6	0.38	0	0.00
	136	6	0.38	0	0.00
7	128	9	0.56	2	3.56
	120	9	0.56	0	0.00
	112	3	0.19	1	5.33
	104	8	0.50	0	0.00
	96	6	0.38	1	2.67
	88	2	0.13	0	0.00

**Table A7** Total number and area of photos taken along every transect, and total number and mean density of ringed seals observed on these photos in different strata of the Van Keulen fiord at survey 19 June 1986. Area of each photo:  $0.0625 \text{ km}^2$ .

Stratum	Transect no.	No. photos taken	Area of photos ( $\text{km}^2$ )	Total number seals	Density of seals ( $\text{no./km}^2$ )
5	281	14	0.88	0	0.00
6	166	5	0.31	0	0.00
	158	5	0.31	0	0.00
	150	5	0.31	0	0.00
	142	6	0.38	1	2.67
	134	6	0.38	4	10.67
7	126	2	0.13	0	0.00
	118	7	0.44	0	0.00
	110	7	0.44	6	13.71
	102	7	0.44	1	2.29

## 5.7.2 APPENDIX B

**Table B1** Transect area and number and density of ringed seals on the transects flown in strata 1-3 of the Van Mijen fiord at sighting survey 6 June 1986.

Stratum	Transect no.	Area (km <sup>2</sup> )	No. seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
1	234	1.32	0	0.00
	218	1.20	0	0.00
	208	1.68	0	0.00
	186	1.92	0	0.00
	170	1.80	0	0.00
2	162	1.72	0	0.00
	154	2.04	1	0.49
	146	1.10	0	0.00
	138	2.36	0	0.00
	130	2.28	1	0.44
	122	2.98	0	0.00
3	114	3.28	0	0.00
	106	3.00	6	2.00
	98	2.20	7	3.18
	90	2.00	8	4.00
	82	1.67	11	6.59
	74	0.60	0	0.00

Test for outward trend in increasing density:  $p < 0.025$

**Table B2** Transect area and number and density of ringed seals on the transects flown in strata 1-3 of the Van Mijen fiord at sighting survey 9 June 1986.

Stratum	Transect no.	Area (km <sup>2</sup> )	No. seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
1				
	248	2.04	0	0.00
	216	1.08	0	0.00
	184	1.76	0	0.00
2				
	152	2.12	2	0.94
	140	2.32	0	0.00
3				
	120	3.12	1	0.32
	112	3.12	2	0.64
	104	2.44	7	2.87
	96	2.12	2	0.94
	88	1.84	3	1.63
	80	1.68	0	0.00
	72	0.4	0	0.00

Test for outward trend in increasing density:  $p > 0.05$

**Table B3** Transect area and number and density of ringed seals on the transects flown in strata 1-3 of the Van Mijen fiord at sighting survey 19 June 1986.

Stratum	Transect no.	Area (km <sup>2</sup> )	No. seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
1	253	1.44	0	0.00
	221	1.25	0	0.00
	189	1.88	0	0.00
2	163	1.68	0	0.00
	147	2.12	0	0.00
	131	2.44	1	0.41
3	118	2.16	3	1.39
	110	2.28	2	0.88
	102	1.88	1	0.53
	94	1.80	3	1.67
	86	1.14	7	6.14

Test for outward trend in increasing density:  $p < 0.01$

**Table B4** Transect area and number and density of ringed seals on the transects flown in Stratum 3 of the Van Mijen fiord at sighting survey 20 June 1986.

Stratum	Transect no.	Area (km <sup>2</sup> )	No. seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
3	115	2.27	2	0.89
	107	2.16	2	0.93
	99	1.85	3	1.62
	91	1.76	0	0.00
	83	1.13	4	3.54

Table B5

Transect area and number and density of ringed seals on the transects flown in strata 6-7 of the Van Keulen fiord at sighting survey 6 June 1986.

Stratum	Transect no.	Area (km <sup>2</sup> )	No. seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
6	170	1.08	0	0.00
	162	1.32	0	0.00
	154	0.98	0	0.00
	146	1.04	1	0.96
	138	1.24	1	0.81
7	130	1.48	10	6.76
	122	1.56	14	8.97
	114	1.52	12	7.90
	106	1.36	4	2.94
	98	1.48	11	7.43
	90	1.48	4	2.70

Test for outward trend in increasing density:  $p < 0.025$



**Table B6** Transect area and number and density of ringed seals on the transects flown in strata 6-7 of the Van Keulen fiord at sighting survey 9 June 1986.

Stratum	Transect no.	Area (km <sup>2</sup> )	No. seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
6	168	1.27	0	0.00
	160	1.24	0	0.00
	152	1.16	3	2.59
	144	1.08	0	0.00
	136	1.24	2	1.61
7	128	1.52	1	0.66
	120	1.52	2	1.32
	112	1.44	1	0.69
	104	1.44	6	4.17
	96	1.01	4	3.96
	88	0.48	0	0.00

Test for outward trend in increasing density:  $p > 0.05$

**Table B7** Transect area and number and density of ringed seals on the transects flown in strata 6-7 of the Van Keulen fiord at sighting survey 19 June 1986.

Stratum	Transect no.	Area (km <sup>2</sup> )	No. seals	Density of seals (no./km <sup>2</sup> )
6	166	1.56	0	0.00
	150	1.13	0	0.00
	142	1.16	0	0.00
	134	0.55	0	0.00
7	126	0.89	0	0.00
	118	1.28	2	1.56
	110	0.88	7	7.96
	102	1.56	4	2.56

Test for outward trend in increasing density:  $p < 0.025$

## KAPITTEL 6

### LYDTRYKKSMÅLINGER I FORBINDELSE MED SEISMISKE UNDERSØKELSER PÅ SVALBARD VÅREN 1986

av

Per S. Enger, Nils A. Øritsland<sup>\*</sup> og Christian Lydersen<sup>\*</sup>

Biologisk institutt, Avdeling for generell fysiologi,  
Universitetet i Oslo

<sup>\*</sup>Norsk Polarinstitutt



## 6.1. INNLEDNING

Petroleumsvirksomheten på Svalbard følges opp med miljøundersøkelser og konsekvensanalyser finansiert av selskapene og gjennomført i regi av Norsk Polarinstituttts MUPS program.

Våren 1986 gjennomførte tre selskaper (Arctic Development Company (ADC), BP og Statoil) landseismiske undersøkelser samt BP et lite forsøk med seismikk fra fjordis.

Vi fikk anledning til å foreta noen registreringer av lyd og støy i forbindelse med selskapenes seismiske undersøkelser. Nedenfor gis en kort rapport om resultatene av registreringene samt en vurdering av hvilke hypoteser om lydpåvirkning av dyreliv som bør følges opp med ytterligere undersøkelser.

## 6.2. METODER

Selskapenes virksomhet foregikk noenlunde samtidig i Berzeliusdalen (ADC), Paulabre-området (BP), ved Grimfjellet (Statoil) og på van Mijenfjorden (BP). Lydmålingene ble derfor utført ved hjelp av to forskjellige håndholdte instrumenter (Brüel & Kjør 2215 Precision Sound Level Meter og Quest Electronics 215 Sound Level Meter ANSI S1 4 type 2, IEC 651 type 2). Målingene ble utført med instrumentene stillet for hurtig respons og lineær frekvensavveining. Der hvor det ikke var mulig å måle avstanden ved hjelp av kart og kompass eller merkestikkene langs seismikklinjene, ble den bestemt ved tidsmåling. Vi fikk da låne en bærbar radiomottager, slik at avfyringssignalet kunne høres i radioen. Ved å bruke stoppeklokke til å ta tiden (sekunder) til lyden nådde frem til lydmåleren, kunne avstanden (m) bestemmes som 340 multiplisert med tiden.

I forbindelse med målingene av undervannseksplisjonene ble Brüel &

Kjær nivåmåleren tilkopleet en Brüel & Kjær 2306 nivåskriver for senere analyse av styrke, varighet og eventuelt lavfrekvente lydkomponenter.

Lydtrykksverdigene er ifølge internasjonal standard angitt i decibel (dB) referert til  $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> for målingene i luft og til 1 µPa for målingene i vann. Dette betyr at dB-verdier fra målinger i luft og i vann ikke direkte kan sammenholdes med hverandre.

Ingen av nivåmålerne er beregnet for registrering av meget hurtige og sterke endringer i lydtrykk slik som smell og eksplosjoner. Ved en senere samtidig kontroll av de to benyttede instrumenter var dette særdeles påfallende for Quest Electronics instrumenter. Dette viste ca. 10-12 dB lavere utslag for hurtige lydtrykksvariasjoner enn avlesningene på Brüel & Kjær instrumentet. De oppgitte dB-verdier avlest fra Brüel & Kjær instrumentet må imidlertid også ansees som minusverdier i forhold til lydtrykkstoppen under eksplosjonen.

### 6.3. RESULTATER

#### 6.3.1. MALING AV EKSPLOSJONER I SJØEN

BP utførte sine kortvarige seismikk-undersøkelser i Rindersbukta. Lydtrykksmålingene er på grunn av den knappe tid dessverre svært mangelfulle.

Den 11. mai utførte BP en kort serie undervannseksplisjoner på 5 m dyp med ladninger på henholdsvis 0,4 og 0,8 kg sprengstoff. Vi registrerte disse i en avstand av 1400 m med følgende resultat:

Ladning kg	Lydtrykk dB (lin) ref 1 µP	Bakgrunn-støynivå dB (lin)
0,4	160, 160, 156	~ 101
0,8	163, 161	~ 101

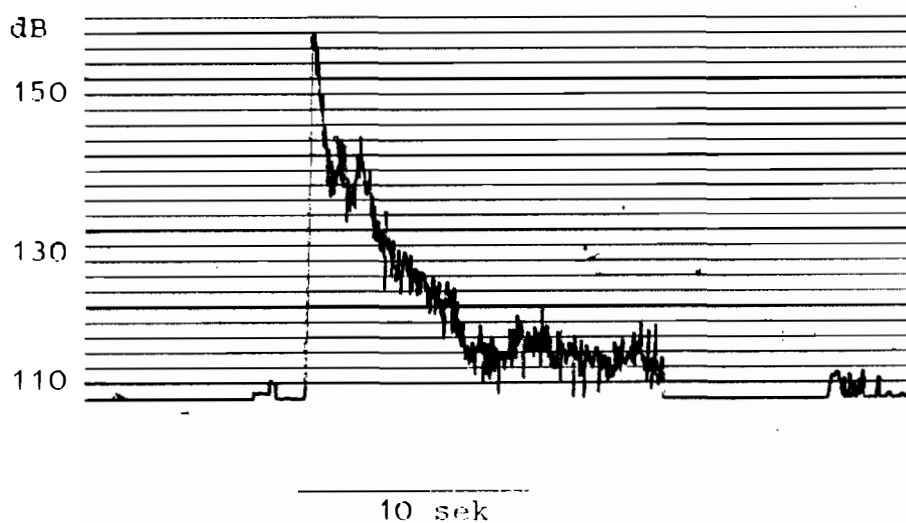
Forskjellen i registrert lydtrykk fra de to ulike ladninger var beskjeden, men forskjellen i avlest trykk fra en eksplosjon til den neste med samme ladning var overraskende stor (0-4 dB). Årsaken til dette er ukjent. BP valgte å bruke ladninger på 0,4 kg dynamitt i sin sprengningsserie den 12. mai. Våre registreringer fra denne dag ga følgende:

Tab. 1. Lydmålinger i sjøen ved ulik avstand fra eksplosjonstedet.

Avstand km	Lydtrykk dB (lin) ref 1 $\mu$ P	Bakgrunns-støynivå dB (lin)
1,4	160, 160, 156	~ 101
5	156, 158, 157	~ 101
10	156, 157	~ 110

(De oppgitte verdier er minimumsverdier. Registreringsapparatet er nemlig for treg til korrekt å gjengi spissverdien av smellet.)

Utskrift fra en registrering er vist nedenfor:



Dette eksemplet er fra 5 km avstand og det fremgår at eksplosjonen ble registrert over så lang tid som 12-13 sek. Det synes ikke å være noen forskjell i varighet for registreringer foretatt ved de forskjellige avstandene.

### 6.3.2. MÅLING AV EKSPLOSJONER I LUFT

I forbindelse med BP's seismikkundersøkelser på Paulabreen ble det foretatt målinger av eksplosjoner på isen. Sprengningene ble utført av BP spesielt for våre målinger. Ladningene var på 0,8 kg detonerende lunte (Geoflex) plassert på isen. Det var klart vær og nesten vindstille under målingene.

Vi fant følgende:

Tab. 2. Lydmålinger (Brüel & Kjør) i luft ved ulik avstand til eksplosjonsstedet.

Avstand	Lydtrykk, dB (lin) ref. $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$	
100 m	130	Målte minimumsverdier
200 m	124	Målte minimumsverdier
400 m	118	Målte minimumsverdier
1 km	110	Anslått
2 km	104	Anslått

(Det må bemerkes at disse avlesningene er minimumsverdier da vanlig registreringsapparat er for treg til å registrere de hurtige og skarpe topper i intensitet som er karakteristisk for smell.)

Resultatet av målinger (Quest Electronics) med 2 og 15-20 kg Geoflex er vist i Fig. 1. Ladningene på 2 kg ble lagt ut i 25 m lengder (Statoil/Geco), mens ADC/Geoteam brukte oppkveilet lunte.

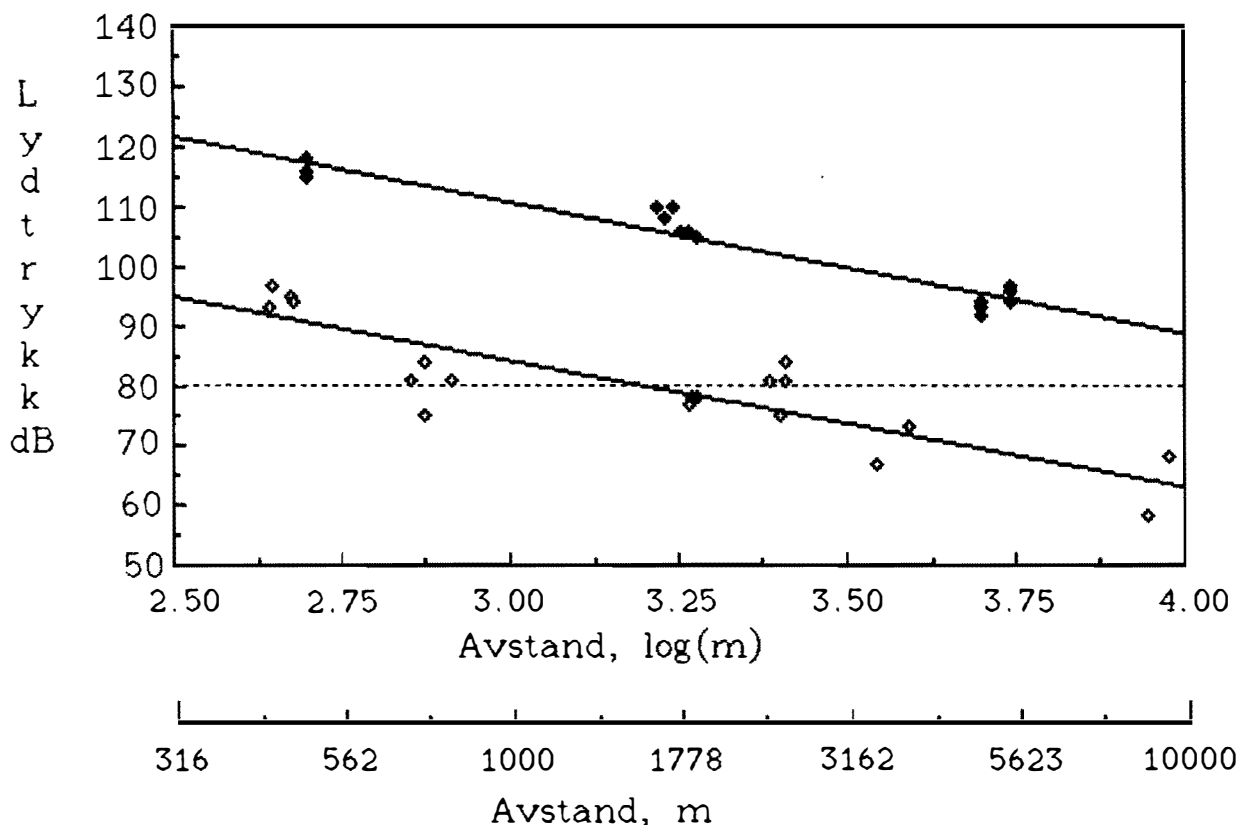


Fig. 1 Maksimum observert lydtrykk (Quest Electronics) fra seismiske eksplosjoner av 2 kg (◇) og 15 kg (◆) detonerende lunte plassert oppå is/snø. Lydtrykket er angitt med referanse til  $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> og i forhold til logaritmen til avstanden i m. Regresjonen av lydets avhengighet av lg avstand er indikert med heltrukne linjer.

De to utstrakte luntene produserte små grøfter med ca. 20 cm dybde i snø/isdekket. De store ladningene produserte ca. 1 m dype kratere med 3-5 m diameter. Målingene av lyden fra 2 kg ladningene ble gjort ved 0 til +3°C, stille, disig vær, tåke eller sludd. Sprengningene av 15-20 kg ladninger ble gjort i klart, stille vær ved -8 til -14°C. Det var tydelig at ekko fra fjellsider kunne ha stor betydning ved å vedlikeholde drønnen fra eksplosjonene.

Regresjonsanalyse av målingene, vist i Fig. 1, ga for 2 kg ladninger:

$$\text{dB } 2 = 149 - 21,4 \lg A_2 \text{ (s.e.e. } 5,4 \text{ } r^2 = 75)$$

hvor dB er lydtrykket (lin, ref  $2 \times 10^{-5}$  N) og  $\lg A_2$  er logaritmen til avstanden ( $A_2$  m) fra eksplosjonen. For 15 kg's ladninger fremkom ligningen:

$$\text{dB } 15 = 176 - 21,6 \lg A_{15} \text{ (s.e.e. } = 2,4 \text{ } r^2 = 94)$$



### 6.3.3. MÅLINGER AV STØY FRA HELIKOPTER OG SNØSCOOTERE

Det ble foretatt målinger av tre helikoptertyper: Bell 206, Lama SA 315B og Aqureille AS 350B. Målt på ca. 500 m avstand produserte Lama og Aqureillen samlet omkring 75 dB og Lamaen gav 96-98 dB ved overflyving i 40-80 m høyde. Måleverdier med forskjellige instrument-settninger er vist i Tabell 3 for Bell-helikopteret.

Tab. 3. Lydmålinger av Bell 206 helikopter.

	Lydtrykk
Utenfor helikopter	
ca. 15 m avstand	110 dB (lin)
ca. 15 m avstand	90 dB (A)
ca. 100 m avstand	95 dB (lin)
ca. 300 m avstand	ca. 84 dB (lin)
Inne i helikopter	
	110 dB (lin)
	95 dB (A)

Verdier for snøscootere (Yamaha 340T) som passerte på 2 m avstand, er gitt i Tabell 4.

Tab. 4. Lydmålinger av Yamaha 340T scootere på ca. 2 m avstand

Sconterhasighet	Lydtrykk
20 km/t	100 dB (lin)
	100 dB (A)
60 km/t	107 dB (lin)

Som et kuriosium kan nevnes at Polaris TR snøscooter produserte 98 dB målt på førerplass når den gikk på tomgang og 108 dB når den gikk i 30-40 km/t. I god fart på 50-100 m avstand gav denne snøscooteren omkring 70 dB.

## 6.4. DISKUSJON

### 6.4.1. LYD I LUFT

Lydmålingene var en forholdsvis liten del av MUPS aktiviteten våren 1986 og måtte utføres ved hjelp av enklest mulig måleutstyr.

De lydnivåmålerne som ble benyttet, var viserinstrumenter og de er ikke raske nok til å følge med i de særdeles raske trykkendringer som eksplosjoner er. Det var også stor forskjell mellom de to instrumentene som ble brukt, idet Brüel & Kjær måleren ved etterfølgende prøver ga verdier 10-12 dB høyere enn Quest Electronics måleren. Det sistnevnte instrumentet er således helt uegnet til å måle eksplosjoner. Måleverdiene fra eksplosjonene var imidlertid godt sammenfallende med hva en teoretisk skulle vente, nemlig en reduksjon på 6 dB ved en fordobling av avstanden.

Hvis man antar at varmblodige dyr vil reagere på lyd og støy med styrke 80-90 dB, vil lyden fra seismiske overflateeksplosjoner være av betydning på minst 1,6-2,8 km avstand fra 2 kg ladninger og minst 10-28 km avstand fra 15 kg ladninger (Fig. 1).

Det er ikke meningsfylt å heve regresjonslinjene med ca. 10 dB på grunn av måleinstrumentets treghet og deretter foreta en ny ekstrapolasjon til 80 dB-grensen. En slik ekstrapolasjon ville ikke ta hensyn til at lydets sammensetning endres over store avstander. Endringen består i absorpsjon av høye frekvenser.

Målingene av helikoptere og snøscootere viser at støyen fra et helikopter på kloss hold (10-20 m) ikke er sterkere enn en Geoflex-eksplosjon oppå snø/is ca. 2 km borte, om enn selvsagt varigheten av påvirkningen er vesentlig forskjellig.

Det er verd å merke seg den betydelige forskjell i avleste verdier for dB (lin) og dB (A) for helikoptere (Tab. 1). Den lineære skala

gjengir alle frekvenser i det hørbare område (20-20 000 Hz) like godt. Skalaen dB (A) derimot simulerer menneskets hørsel i den forstand at instrumentet er mindre følsomt for lave enn for høye frekvenser. Målingen av helikopterstøy viser således at denne har et meget betydelig lavfrekvent innhold, trolig også ned i infralydområdet (dvs. under 20 Hz).

Til sammenligning var det ingen forskjell i avleste verdier for dB (lin) og dB (A) fra snøscootere. Scooterstøyen inneholder således, som ventet, lite lavfrekvent lyd. I en avstand på ca. 100 m er lyden fra en scooter i 60 km fart allerede redusert til ca. 70 dB.

#### 6.4.2. LYD I SJØEN

Det som kan synes bemerkelsesverdig er at lydnivået er like høyt ved 10 km som ved 5 km avstand, og bare ubetydelig høyere ved 1,4 km enn ved 5 og 10 km. De få måledata som foreligger, gir ikke tilstrekkelig grunnlag for en forklaring av dette, men observasjonen er ikke ny. Således har Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences nr. 1186 fra 1983 estimert at reduksjon av lydnivå med avstand fra en gasstanker var meget beskjedent for lave frekvenser. Nivået for 100 Hz ved 1 og 10 km avstand var det samme, mens for 1000 Hz var tapet ca. 10 dB. For høyere frekvenser var tapet betydelig. Frekvensspekteret i en undervannseksplasjon er lavfrekvent når det registreres i en viss avstand.

Det som således kan fastslås er at lyden fra en undervannseksplasjon vil kunne bære meget langt. Lydnivået i eksplosjonen ligger 55-60 dB over bakgrunnsstøyen i en avstand av 10 km, hvilket er ganske betydelig.

#### 6.4.3. DYRENES REAKSJON PÅ LYD

Fugl og pattedyr kan høre langt svakere lyd enn 80 dB, som tilsvarer lydnivået i en temmelig høylydt diskusjonsgruppe. Selv om et dyr hører lyd, er det selvfølgelig ikke sikkert at lyden oppleves som

truende. Hørselsovnene hos Svalbards arter av varmblodige landlevende dyr er stort sett lite undersøkt. For arter som grønlandsel, ringsel og storkobbe har vi imidlertid data fra kanadiske undersøkelser (Terhune and Ronald i Can. J. Zool. 1972 (bind 50) og 1975 (bind 53)). I frekvensområdet 1-40 kHz er høreterskelen rundt 70-80 dB over 1  $\mu$ Pa. Storkobbe har en ekstra lav terskel i 20-30 kHz området på 55-60 dB.

For frekvenser under 1 kHz synes terskelen å stige, men lavere frekvenser enn 800 Hz var ikke undersøkt. Tilsvarende steg terskelen meget raskt for frekvenser over 40-50 kHz opp til 100 kHz.

Selene hører således meget godt. Både hører de over et stort frekvensområde og de har meget lave terskler, dvs. de hører meget svak lyd. Selv bakgrunnsstøyen på ca. 100 dB i Rindersbukta ligger således minst 20-30 dB over høreterskelen for f.eks. ringsel. Undervanns-eksplosjoner registrert på lang avstand vil ha hovedsakelig lavfrekvente komponenter. Dessverre foreligger det ikke data for høreterskelen for frekvenser under 1kHz, men det er all grunn til å anta at terskelen også for lavfrekvent lyd er lav.

Når det gjelder fuglers hørsel, har den vanligvis vært ansett å være dårligere enn pattedyrenes. Frekvensområdet er snevrere og gjennomgående er terskelen langt høyere enn for de pattedyr som har vært undersøkt. Imidlertid er det flere forhold som tyder på at dette ikke er korrekt. En undersøkelse som er helt sentral i denne sammenheng, har vist at duer er følsomme for infralyd (dvs. for frekvenser under 20 Hz) (Quine in J. Acoust. Soc. Am. 1978, 63, s. 75). Høreterskler er blitt bestemt for frekvenser helt ned til 0,1 Hz og viste seg å ligge under det naturlige infralydnivået.

Det er ikke mulig å bruke kunnskaper om forholdet mellom dyrenes følsomhet for de forskjellige lydfrekvenser direkte i en vurdering av hvilket "lydbilde" eller blanding av frekvenser og styrke som dyrene vil oppleve som "farlig" eller frastøtende.

Dessverre ble det ikke anledning til å gjennomføre et innledende

prosjekt med observasjoner av dyrs reaksjoner på den seismiske virksomheten våren 1986. Med unntak av helikopterforstyrrelser av fugl tydet ikke våre tilfeldige observasjoner på at den seismiske virksomheten medførte særlig forstyrrelse av dyrebildet i områdene. Det presiseres imidlertid at det ikke var midler til systematiske observasjoner.

Problemområdet "varmblodige dyrs reaksjoner på forstyrrende lyd- og synsinntrykk" er svært vanskelig å hanske med på grunn av både teknologiske, fysiologiske og adferdsmessige forhold. Vi leter etter et praktisk og minst mulig omfattende sett av undersøkelser som kan gi svar på de mest nærliggende spørsmålene om Svalbards dyreliv. Disse undersøkelsene må rimeligvis omfatte observasjoner av dyrenes reaksjoner på forstyrrelser ute i terrenget. Man må imidlertid samtidig være oppmerksom på at det kan se ut som om dyr ikke reagerer på en provokasjon fordi de ikke flykter unna. En slik tilsynelatende tilpasning vil som regel skje på bekostning av et betydelig negativt stress, som bare kan registreres ved hjelp av fysiologiske metoder.

Undersøkelsene må kunne benytte et minimum av praktisk tilgjengelig instrumentering. Videre bør en vie lavfrekvent lyd påvirkning spesiell oppmerksomhet, både fordi fugl på Svalbard registrerer infralyd og fordi infralyd bærer spesielt langt.

Helikopterstøyen inneholder som nevnt tidligere en kraftig komponent av lyd med meget lav frekvens. Det betyr at observasjoner av dyr i terrenget må skje samtidig med både konvensjonelle lydmålinger og registreringer av infralyd. Det kan også vise seg nødvendig å bruke, video, fotografi og/eller radar for å få en tallmessig beskrivelse av reaksjoner i fugleflokker. Mulighetene for stress bør innledningsvis undersøkes ved hjelp av målinger av hjerteslag, respirasjon og pupillstørrelse.

Det overraskende høye lydnivået etter sprengningene i van Mijenfjorden tilsier at det bør vurderes om ikke seismikk i fjordområdene også bør ansees som meldepliktig virksomhet.

KAPITTEL 7

VEGETASJONSSKADER I BERZELIUSDALEN

av

Arve Elvebakk, Torstein Engelskjøn & Lars Hodin

Institutt for Biologi og Geologi  
Universitetet i Tromsø



## 7.1. INNLEDNING

Institutt for biologi og geologi ved Universitetet i Tromsø fikk i oppdrag gjennom MUPS-programmet (Miljøundersøkelser på Svalbard i tilknytning til oljevirkksomheten) ved Norsk Polarinstitutt å undersøke de botaniske konsekvensene av seismikkskytingen i Berzeliusdalen.

Tilbudet om oppdraget kom så sent som i juni, og dette skapte en del vansker. For det første lot det seg ikke gjøre å etablere noen praktisk koordinering på forhånd med den kvartærgeologiske gruppen fra Universitetet i Oslo ledet av J.Tolgensbakk. Det førte videre til at det botaniske feltarbeidet vårt måtte splittes opp i to perioder. Arve Elvebakk og Lars Hodin undersøkte den østlige delen (trasé 1B og nedre del av 4, jfr. fig.1 i Kap.8.) 10.-15.juli mens Torstein Engelskjøn, Jan Thomas Schwenke og Anne Marie Steilnes undersøkte trasé 1A, 2,3 og øvre deler av 4 23.-30.juli. Budsjettets størrelse gjorde at en ikke fikk undersøkt alle delene av den tilsammen ca. 30km seismikklinjen godt nok. Etterarbeidet ble heller ikke omfattende, men arbeidet skulle likevel gi et godt inntrykk av de allmenne konsekvensene av den kraftige seismikk-skytingen i området.

Denne presentasjonen tillater ikke reproduiseringer av fargefotos, men et separat vedlegg med en rekke fargekopier med illustrasjon av skader ved ulike sprenningspunkt er innlevert til Norsk Polarinstitutt i tre eksemplarer.

Aman. Arve Elvebakk har vært faglig ansvarlig og ledet første feltparti, mens cand.real. Torstein Engelskjøn ledet det andre feltpartiet.

## 7.2. MATERIALE OG METODER

Når det gjelder framgangsmåten for seismikkskytingen, viser vi til annet sted i rapporten, bl.a. kap.8. Her forklares også hvordan sprenningspunktene ble markert; en metode som fungerte meget bra.

Hoveddelen av arbeidet gikk ut på å undersøke sprenningspunktene. Skadene ble, under første del av feltarbeidet, målt til nærmeste 10cm langs to rett kryssende akser, senere ble de taksert i grovere skala pga. tidsmangel. Skadene ble presisert i eksplosjonsgrop, døds-sone og kampsone, enkelte steder også ved kruttslamdeponering. Eksplosjonsgrop defineres som område der vegetasjonsdekket er sprengt



bort, og der det underliggende mineraljordslaget (i enkelte tilfelle torvjord, der denne er tjukk nok) er blottet og tydelig sprengnings-skadet. Dødssone defineres som området oftest konsentrisk rundt sprengnings nullpunkt, der all vegetasjon er drept. Kampsone er en sone utenfor denne der deler av vegetasjonen er drept eller skadd, mens resten har overlevd. I tillegg er svært ofte en tydelig komprimering av marken observert ved nullpunktet. Denne har ikke blitt målt av oss.

Ved sammenstillingen av observasjonene har vi generalisert disse detaljmålingene i følgende 8 skadeklasser:

- 0: ikke synlig skade
- 1: misfarging og/eller forkullede eksplosivrester sentralt
- 2: dødssone mindre enn 50cm
- 3:    "-       50-100cm
- 4:    "-       101-150cm
- 5:    "-       over 150cm, men uten eksplosjonskrater eller -grop.
- 6: krater inntil 10cm dypt eller 50cm i største diameter
- 7: dypere eller videre krater.

Ved hvert punkt ble vegetasjonstypen notert, jfr. en vegetasjons-nøkkel der 26 vegetasjonssenheter er kort skissert, avsn. 7.5.2.

I tillegg til skadeundersøkelsene ble det gjort en allmen flora-registrering. Formålet med denne var å undersøke om traséene var lagt gjennom botanisk spesielt interessante områder. Denne delen omfattet en såkalt krysslisteregistrering relatert til  $1\text{km}^2$ -kvadrater i UTM-nettet slik dette er inntegnet på siste utgave (1982) av kart-blad B10 Van Mijenfjorden. Ialt 26 slike kvadrat ble undersøkt (fig.1, tabell 1), og de fleste ligger på eller ved seismikktraséene.

Hyppigheten (F) for forekomst av hver enkelt karplanteart er gitt i prosent (tabell 2) og i samme tabell er angitt midlere tetthet for hver art innenfor registreringsruten (jfr. Engelskjøn in prep.), etter følgende skala:

- 1) Begrenset og/eller fåtallig, vanligvis mindre enn 100 observerte individer.
- 2) Jevnt utbredt eller lokalt tallrik noen steder.
- 3) Dominerende eller meget tallrik forekomst.

Det innsamlete plantemateriale vil bli innlevert til herbariet ved Universitetet i Tromsø, Tromsø Museum. En del innsamlet kryptogam-materiale (moser og lav) er ennå ikke bearbeidd.

### 7.3. OMRÅDEBESKRIVELSE

Berzeliusdalen går ca. 20km nordover fra den ytre delen av Van Mijenfjorden og er ca. 5km bred ved utløpet. Med i undersøkelsesområdet er også sidedalene Aurdalen og Flathaugdalen, østsiden av Fridtjovhamna, og strandflaten fra Camp Morton øst til Kolfjellnosa.

#### 7.3.1. Botanisk utforskning

Tidligere botaniske undersøkelser i området begrenser seg til floristiske besøk av kort varighet. Lynge (1938) samlet lav i området i 1926. Rønning og Skifte gjorde karplantefloristiske undersøkelser i området i 1957 og 1960, jfr. Rønning (1972). Eurola samlet bl.a. Sphagnum nært deltaet (Flatberg & Frisvoll 1984) og arbeidet i fuglefjellet under Kolfjellet under et kort opphold i 1969 (Eurola & Hakala 1977). En karplantefloristisk undersøkelse ble utført i 1970 (Engelskjøn, Kramer & Schweitzer 1972).

Av tidligere kjente sjeldne plantefunn vil vi framheve reinfrytle (Luzula wahlenbergii) kjent fra foten av Hesselbergaksla (Engelskjøn, Kramer & Schweitzer 1972). Av kryptogamer kan vi nevne butt-torvmose (Sphagnum obtusum), kjent med tre lokaliteter på Svalbard, hvorav én fra vestsida av deltaet (Flatberg & Frisvoll 1984).

#### 7.3.2. Geologi

Berggrunnen i området er kartlagt av Hjelle et al. (1986). Rundt Camp Morton og som et belte opp mot bergrota på østre del av dalen fins sedimentære kritt-bergarter. Dette er silikatbergarter, men inneholder likevel litt kalk i forhold til de enda fattigere tertiærbergartene østover mot Kolfjellnosa. Mesteparten av deltaet består av fattige elvesedimenter, mesteparten fra tertiær.

På vestsida av dalen er det bergarter fra kritt, jura og trias. Hovedinntrykket er silikat-skifre og -sandstein, men enkelte kalkførende lag fins. I trias-området ved Flathaugen fins endel benker kalksandstein. Randmorenen mot Fridtjovhamna rett sør for Flathaugen er avledet av tydelig kalkrike lag fra perm og trias som gir grunnlag for en spesiell, spredtstilt vegetasjon av kalkarter. Med dette unntaket har området et kalkfattig botanisk preg.

Når det gjelder kvartærgeologiske forhold, viser vi til kap.8.

### 7.3.3. Klima

Varmeklimaet i Berzeliusdalen er ikke godt dokumentert, men antas å ligne Isfjord Radio, (Steffensen 1969, Baranowski 1975), dog med et litt mindre maritimt preg enn denne stasjonen. Snøgrensen er anslått til ca. 300m.o.h. (Liestøl i Steffensen 1982), som er relativt lavt for Spitsbergens fjordstrøk. En kan ofte se havskodde trenge inn gjennom Bellsund fra vest, men Ingeborgfjellet vest for Fridtjovhamna danner i visse situasjoner et lokalt værskille der skodda går i oppløsning.

Undersøkellesområdet hører til mellommarktisk tundrasone (Elvebakk 1985), eller til kantlyngsonen (Brattbakk 1986). En klima indikator som kantlyng (Cassiope tetragona) mangler imidlertid så langt vest, og har vestgrense på Vengsletta 15km øst for Berzeliusdalen (Engelskjøn, Kramer & Schweitzer 1972, Engelskjøn 1986, fig.2).

Men de moderate silikatsnøleiene med svartaks (Trisetum spicatum) og arktisk løvetann (Taraxacum arcticum), er tydelig termofile indikatorer. Disse er hyppig rundt Camp Morton og er velutviklet i sørlige og vestlige eksponerte skråninger, men ikke i nordlige og øst-nord-østlige. Samfunnet er foreslått klassifisert innen det sørlige musøresnøleie-forbundet Cassiope - Salicion herbaceae (Elvebakk 1985). Ingen bestand av dette samfunnet er direkte berørt av seismikksprengningene.

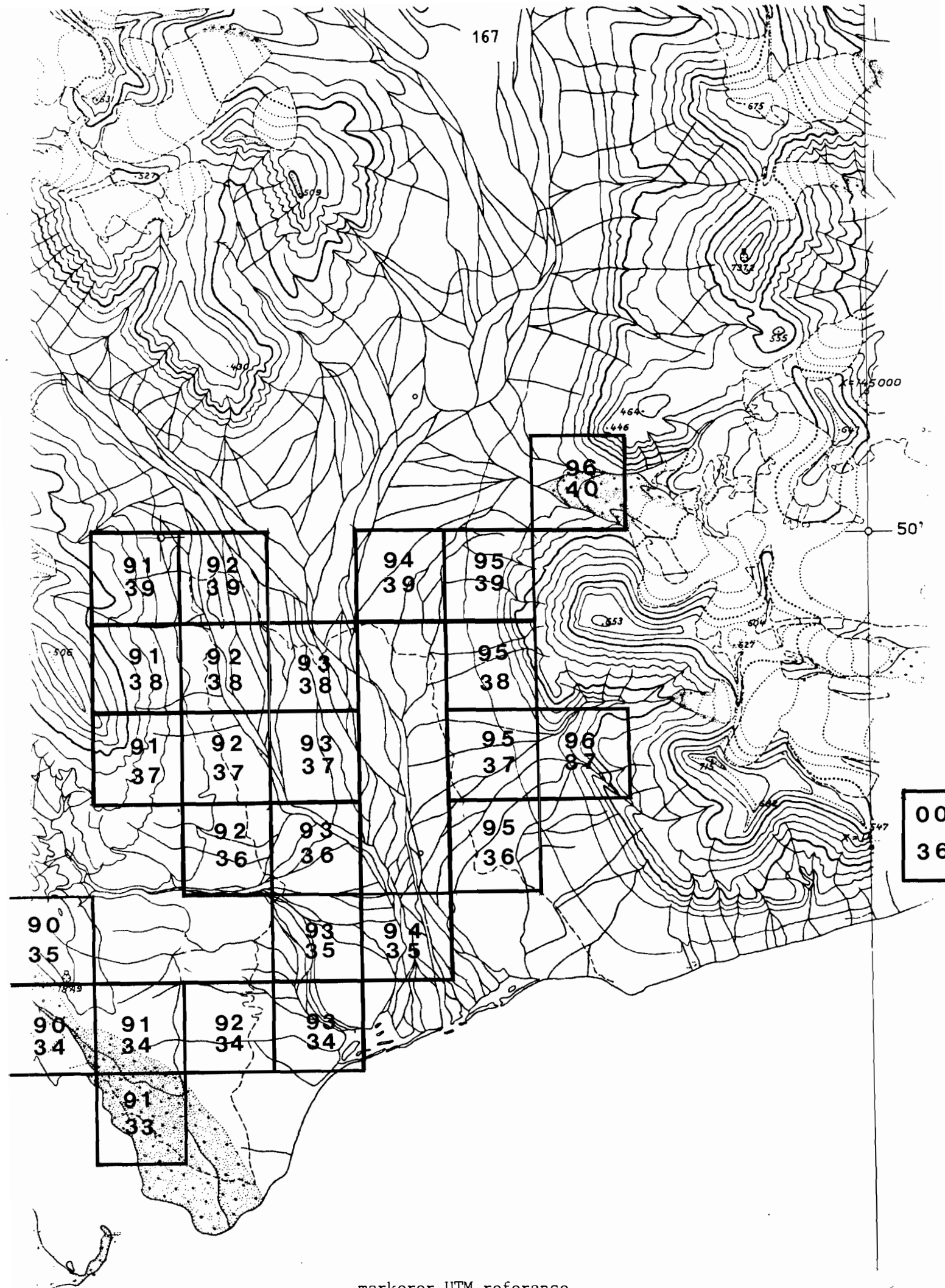
En annen termofil art som har samme eksposisjonspreferanse er fjellkrekling (Empetrum hermaphroditum), og den vokser sammen med den enda sjeldnere moselyng (Cassiope hypnoides).

## 7.4. FLORISTIKK

### 7.4.1. Karplanter

Tabell 2 viser hvilke karplante-arter som er funnet i det undersøkte området. 96 arter/underarter er registrert, og blant disse er følgende 14 svært utbredte og vanlige, med en frekvens på minst 85%:

<u>Alopecurus alpinus</u>	<u>Ranunculus pygmaeus</u>
<u>Cerastium arcticum</u>	<u>Sagina intermedia</u>
<u>Deschampsia alpina</u>	<u>Salix polaris</u>
<u>Luzula arcuata</u> ssp. <u>confusa</u>	<u>Saxifraga cernua</u>
<u>Oxyria digyna</u>	<u>S. caespitosa</u>
<u>Phippsia algida</u>	<u>S. foliosa</u>
<u>Poa pratensis</u> , vivipar	<u>Stellaria crassipes</u>



Tabell 1. Berzeliusdalen med omgivelser. Fortegnelse over  
1 km<sup>2</sup>- ruter som er undersøkt. Midlere antall karplantearter  
pr. enhetsrute: 35(15 - 54).

UTM rute nr.	Lokalitet	Høyde o.h.(m)	Terrengtyper	Vegetasjons- dekke i %	Artstall
VG 90,34	Flathaugen S for høyde 188	100-170	Rasmark på kalksandstein	20	54
VG 90,35	Flathaugen på høyde 188	150-188	Strøkrygg av kalksandstein	20	42
VG 91,33	Fridtjovhamna, østside	20-60	Kalkholdig sidemorene	5	47
VG 91,34	Sørøst av Flathaugen	50-110	Kalkholdig morene, bergkam	50	54
VG 91,37	Sefstrømkammen, mot dalen i sørøst	60-150	Skiferterrasse med torv	40	36
VG 91,38	Sefstrømkammen øst av høyde 506	50-150	Sandsteinlende, blokkmark	20	20
VG 91,39	Sefstrømkammen øst av høyde 538	50-150	Sandstein-blokkmark	20	39
VG 92,34	Terrasser sørøst av Flathaugen	20-40	Skiferterrasser, bekkedaler	60	48
VG 92,36	Terrasser nord av Flathaugdalen	25-60	Skiferterrasser med torv	80	26
VG 92,37	Aura til Sefstrømkammen S-ende	10-60	Dalside med skifergrus	60	26
VG 92,38	Aura til Sefstrømkammen høyde 506	20-50	Dalside med flytjord, sumper	30	30
VG 92,39	Aurdalen, S-side av utløpsdelta	30-40	Elvevifte, silt-terrasse	20	33
VG 93,34	Flathaugelva, utløpsområdet	0-15	Strandrev, laguner	40	41
VG 93,35	Flathaugelva SW-del av deltaet	10	Torvflater, våte og delta	40	34
VG 93,36	Flathaugelva, N-del av deltaet	10	Leiret elvevifte, ustabil	5	15
VG 93,37	Dalbunnen øst av Aura	15-20	Sumper og torvbanker, plane	80	34
VG 93,38	Pingo Aura - Berzeliuselva	20-30	Siltflater, krater, sumper	80	51
VG 94,39	Østside av Berzeliusdalen mot pingo	25-30	Sumper, vanndammer	90	38
VG 94,35	Aura til Berzeliuselvas delta	7-10	Sumplate, elvesand	10	18
VG 95,36	Berzeliusdalen vest for Kolfjellet	10-15	Torvmyrer, grusterrasse	90	38
VG 95,37	Kolfjelldalen, bekevifte	40-50	Grovtt grus, delvis stabilt	40	31
VG 95,38	Hesselbergaksla, vestsida	50-180	Rasmark, morenerygg, vifter	60	45
VG 95,39	Hesselbergaksla, nordvestside	50-100	Rasmark, bekkefar, torvlende	60	30
VG 96,40	Iskollbreen, frontområde	90-100	Skifermorene, breelv-vifte	20	17
VG 96,37	Hesselbergaksla, sørsida mot skar	50-200	Skifer-rasmark, bekkegrus	20	47
WG 00,36	Kolfjellnasa, S-side	20-200	Fuglefjell og bakker under	50	48

Tabell 2. Berzeliusdalen med omgivelser. Karplanteartenes frekvens (F, i prosent) og tetthet (D, fra 1 til 3) som middelværdier for 26 enhetsruter hver på 1 km<sup>2</sup>.

Ialt 96 arter/underarter.

	F	D		F	D
<i>Alopecurus alpinus</i>	88	2.8	<i>Minuartia biflora</i>	56	2.1
<i>Arctophila fulva</i>	12	2.3	<i>M. rossii</i>	4	1.0
<i>Braya purpurascens</i>	4	2.0	<i>M. rubella</i>	19	1.4
<i>Calamagrostis neglecta</i>	4	2.0	<i>Oxyria digyna</i>	92	2.1
<i>Cardamine bellidifolia</i>	81	1.2	<i>Papaver dahlianum</i>	69	1.6
<i>C. nymanii</i>	50	2.0	<i>Pedicularis hirsuta</i>	81	1.7
<i>Carex glareosa</i>	4	1.0	<i>Petasites frigidus</i>	4	1.0
<i>C. lachenalii</i>	23	1.5	<i>Phippsia algida</i>	88	2.5
<i>C. misandra</i>	12	1.0	<i>Ph. concinna</i>	4	2.0
<i>C. rupestris</i>	4	1.0	<i>Poa alpina</i> , vivipare biotyper	78	1.7
<i>C. subspathacea</i>	26	2.9	<i>P. arctica</i> ssp. caespitans	46	1.9
<i>C. ursina</i>	8	2.0	<i>P. arctica</i> , vivipare biotyper	31	1.5
<i>Cerastium arcticum</i>	96	1.9	<i>P. pratensis</i> ssp. alpigena	11	1.0
<i>C. regelii</i>	73	2.1	<i>P. pratensis</i> , vivipare biotyper	88	1.9
<i>Chrysosplenium tetrandrum</i>	4	2.0	<i>Polemonium boreale</i>	19	1.2
<i>Cochlearia groenlandica</i>	81	1.5	<i>Polygonum viviparum</i>	77	2.5
<i>Colpodium vahlianum</i>	8	1.5	<i>Potentilla crantzii</i>	4	1.0
<i>Deschampsia alpina</i>	96	2.0	<i>P. hyparctica</i>	27	1.7
<i>Draba alpina</i>	54	1.7	<i>Puccinellia angustata</i>	8	2.0
<i>D. arctica</i>	4	2.0	<i>P. phryganodes</i>	4	3.0
<i>D. bellii</i>	4	1.0	<i>Ranunculus hyperboreus</i>	42	1.6
<i>D. lactea</i>	38	1.8	<i>R. nivalis</i>	38	1.3
<i>D. nivalis</i>	31	1.1	<i>R. pedatifidus</i>	4	1.0
<i>D. norvegica</i>	12	1.3	<i>R. pygmaeus</i>	85	1.8
<i>D. oblongata</i>	46	1.1	<i>R. spitsbergensis</i>	19	1.6
<i>D. oxycarpa</i>	31	2.1	<i>R. sulphureus</i>	78	1.4
<i>D. subcapitata</i>	19	1.2	<i>Sagina intermedia</i>	88	1.9
<i>Dryas octopetala</i>	31	2.3	<i>Salix polaris</i>	96	2.8
<i>Dupontia fisherii</i>	42	2.2	<i>S. reticulata</i>	4	1.0
<i>D. psilosantha</i>	19	2.4	<i>Saxifraga aizoides</i>	4	1.0
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	8	1.5	<i>S. cernua</i>	88	1.9
<i>Equisetum arvense</i>	65	1.9	<i>S. caespitosa</i>	85	2.0
<i>E. scirpoides</i>	4	1.0	<i>S. flagellaris</i>	8	1.0
<i>E. variegatum</i>	31	1.5	<i>S. foliolosa</i>	92	1.8
<i>Erigeron humilis</i>	4	1.0	<i>S. hieraciifolia</i>	15	1.0
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	50	2.4	<i>S. hirculus</i>	38	1.4
<i>Festuca hyperborea</i>	4	2.0	<i>S. hyperborea</i>	78	1.7
<i>F. rubra</i>	19	1.6	<i>S. nivalis</i>	65	1.5
<i>F. vivipara</i>	16	1.3	<i>S. oppositifolia</i>	38	2.3
<i>Harrimanella (Cassiope)</i>			<i>S. rivularis</i>	73	2.1
<i>hypnoides</i>	4	1.0	<i>S. tenuis</i>	65	1.6
<i>Huperzia selago</i>	31	1.0	<i>Silene acaulis</i>	54	1.8
<i>Juncus biglumis</i>	69	1.8	<i>S. wahlbergella</i>	15	1.5
<i>Koenigia islandica</i>	31	1.4	<i>Stellaria crassipes</i>	85	1.8
<i>Luzula arctica</i>	81	2.0	<i>S. humifusa</i>	8	2.5
<i>L. arcuata</i> ssp. confusa	92	2.9	<i>Taraxacum arcticum</i>	15	1.0
<i>L. wahlenbergii</i>	8	1.0	<i>T. brachyceras</i>	4	2.0
<i>Mertensia maritima</i>	4	2.0	<i>Trisetum spicatum</i>	50	1.6

Den midlere tettheten (D) for disse vanligste artene er fra 1.8 til 2.9, jfr. tabell 2.

Andre arter som har en høy kombinert frekvens (over 40%) og tetthet (over 1.8) er:

<u>Cardamine nymanii</u>	<u>Luzula arctica</u>
<u>Cerastium regelii</u>	<u>Minuartia biflora</u>
<u>Dupontia fisherii</u>	<u>Poa arctica ssp. caespitans</u>
<u>Equisetum arvense</u>	<u>Polygonum viviparum</u>
<u>Eriophorum scheuchzeri</u>	

Mindre utbredte arter, som likevel har høye lokale og midlere tettheter er:

<u>Carex subspathacea</u>	<u>Puccinellia phryganodes</u>
<u>Dupontia psilosantha</u>	<u>Stellaria humifusa</u>

En viktig art i Spitsbergens eutrofe områder, Dryas octopetala (reinrose), ble observert i mindre enn en tredjedel av enhetsrutene. Ledsagerarten Carex rupestris (bergstarr) er lokal og sjelden; til nå bare funnet på skifer-rabber nær Camp Morton. Cassiope tetragona (kantlyng) mangler helt i mandatområdet.

Følgende arter er begrenset til kalkområdene på Flathaugen og den kalkholdige morenen øst for Fridtjovhamna:

<u>Braya purpurascens</u>	<u>Minuartia rossii</u>
<u>Carex misandra</u>	<u>Salix reticulata</u>
<u>Colpodium vacillans</u> (enkelthelegg)	<u>Saxifraga aizoides</u>
<u>C. vahlii</u>	

Begrenset til fuglefjellvegetasjon under Kolfjellnosa er Draba arctica, Ranunculus pedatifidus og Taraxacum brachyceras. Det er nevnt at Cassiope tetragona ikke går vest til Berzeliusdalen. Av innlandsbetonte arter som når sin vestgrense der, nevnes Empetrum hermaphroditum (krekling), Luzula wahlenbergii (reinfrytle) og Petasites frigidus (fjellpestrot). Strandplanter som går minst 5km innover Berzeliusdalen er Carex subspathacea og Stellaria humifusa.

Spesielle og verneverdige enkeltlokaliteter framgår av det følgende avsnittet, med spesifikasjon av enkeltarter og økologisk særpreg.

### 7.4.2. Kryptogamer

Bare et utvalg av de sjeldneste artene er inkludert her:

Racomitrium fasciculare - knippegråmose.

Funnet på hard silikatstein ved utløpet av Kolfjelldalen. Dette er den sjeldneste gråmosearten på Spitsbergen. Den er ny for sentral-Spitsbergen, og er tidligere ikke kjent mellom Hornsund og Krossfjorden (Frisvoll 1983).

Coscinodon cribrosus - oldingmose.

Funnet på sørvendte, tørre silikatflåg i fuglefjellet på Kolfjellet, knapt 1 km NØ for Camp Morton. Arten er ny for Svalbard, men upublisert materiale er muligens tidligere samlet av Frisvoll som Grimmia caespiticia (Frisvoll pers.medd.).

Sphagnum obtusum - butt-torvmose.

Se avsnitt 7.3.1. Ikke funnet av oss, men i vårt materiale er 5 Sphagnum-arter (fimbriatum, girgensohnii, squarrosum, teres og warnstorffi) bestemt.

Caloplaca nivalis

Parasittisk lav på bergsotmose (Andreaea rupestris). Tidligere rapportert bare én gang fra Svalbard (Elvebakk 1984), men er trolig oversett.

Umbilicaria aprina - grå navlelav.

Funnet på samme lokalitet som knippegråmose pluss under Kolfjellet ca. 1.5 km øst for Camp Morton. Arten er ny for Svalbard, men er også samlet ved Colesbukta og i Liefdefjorden av Elvebakk (Elvebakk & Tønsberg in prep.). Arten er sjelden i global sammenheng (fig.2). Ved Kolfjellet ble den funnet fertil. Denne innsamlingen er svært verdifull da arten tidligere bare er kjent fertil fra fjellet Ruwenzori i Uganda (!).

U. krascheninnikovi

Funnet i skråninga under fuglefjellet i Kolfjellet knapt 1 km NØ for Camp Morton. Dette er en arktisk art som bare er registrert noen få ganger fra Nord-Svalbard (Lyng 1939).

U. vellea - lys navlelav.

Dette er en av de typiske 'nordkystlavene' som nå er funnet et-par steder lenger sør på Spitsbergen. I fuglefjellene under Kolfjellet og Kolfjellnosa fantes det en praktfull navlelav-vegetasjon, vesentlig av denne arten, fjellnavlelav (U. virginis) og åsnavlelav (U. decussata).





#### 7.4.3. Enkeltlokaliteter av spesiell verdi

De følgende ti lokalitetene/enkeltforekomstene i området rundt Berzeliusdalen er funnet å være av spesiell botanisk interesse, jfr. kartet fig.3.

1. Flathaugen, S-kjølen, SE-siden og W-skrenten (VG 90, 34-35). Polygonflater, ras- og blokkmarker på kalksandstein. Åpen, men artsrik vegetasjon bl.a. med følgende arter som er mindre vanlige i mandatområdet: Carex misandra, Empetrum hermaphroditum, Erigeron humilis, Minuartia rossii, Salix reticulata, Saxifraga aizoides, S. flagellaris, S. hieracifolia, S. hirculus.
2. Øst for Fridtjovhamna (særlig VG 91, 33). Kalkmorener med Braya purpurascens, Colpodium vahlianum, Draba belii o.a. arter som er uvanlige i tertiær-områder på Spitsbergen.
3. Strendene Flathaugelva - Berzeliuselva (VG 93, 34). Grusvoller og siltflater med massebevoksning av arktiske strandplanter som Carex ursina, Mertensia maritima, Puccinellia phryganodes og Stellaria humifusa.
4. Pingoen vest for Berzeliuselva (VG 93, 38). Veletablert, godt drenert vegetasjon på silt, med Draba norvegica, litt Dryas, Phippsia concinna, Potentilla hyparctica, Polemonium boreale, Puccinellia angustata, Taraxacum arcticum.
5. Hesselbergaksla, NW-basis (VG 95, 38-39). Lokalt felt med Luzula wahlenbergii og Petasites frigidus i brunmose-myrrdrag, SW-vendt dalside. Et torvsnøleie med lokalt rikelig Cassiope hypnoides (moselyng, en sjelden art på Spitsbergen).
6. Hesselbergaksla nord for Kolfjelldalen (VG 96, 37). Veldrenert ras- og morenelende med Empetrum hermaphroditum, Festuca hyperborea, Polemonium boreale. Interessant kryptogaminnslag.
7. Dalmunningen vest for Camp Morton (VG 96, 35). Tundrasumper med masseforekomst av Arctophila fulva, Ranunculus spitsbergensis, Saxifraga svalbardensis, Sphagnum spp.

8. Camp Morton med omgivelser (VG 97, 35). Større felt med Saxifraga flagellaris og Festuca hyperborea; en liten rabb med Carex rupestris, flekkvis Empetrum (også østover i VG 98-99, 35) og ett sted Cassiope hypnoides (vest for hyttene, med Taraxacum arcticum).

9. Kolfjellnosa, fuglefjell (WG 00, 36). Relativt godt utviklet fuglefjellvegetasjon med lokal forekomst av Draba arctica, D. norvegica, Polemonium boreale, Ranunculus pedatifidus, Taraxacum arcticum og T. brachyceras.

10. Kolfjellet, fuglefjell med svært interessant kryptogamvegetasjon.

Ut fra fig. 3 ser vi at trasé 1 og 4 går gjennom det fine våtmarksområdet markert som nr. 7. Område nr. 4 og 8 blir også berørt av traséer, mens de andre områdene ligger utenom.

## 7.5. VEGETASJON

### 7.5.1. Inndelingskriterier

Som referanse for å klarlegge skader av plantedekket, er vegetasjonen i undersøkelsesområdet inndelt etter to hovedkriterier:

A) Kalkinnhold i jordsmonnet. Ut fra rent botaniske kriterier ble vegetasjonen delt i tre serier. Disse ble så etterprøvd av enkle jordkjemiske målinger, vesentlig pH, jfr. avsnitt 7.5.3. som bekrefter denne tredelingen veldig godt.

Inndelingen ble foretatt ut fra antatt kalkinnhold i jordsmonnet, og ikke på grunnlag av en allmen næringsstatus med vekt på nitrogen og fosfat. Derfor blir de nåværende termene brukt i stedet for oligotrof, mesotrof og eutrof.

Det dominerende kalkfattige berggrunnsunderlaget i området fører til at lite næringskrevende vegetasjon er framherskende. Disse typene føres her til acidophil serie (A). På skifre og løsavleiringer av intermediær mineralsammensetning, særlig i kritt-områdene i øst og visse områder i vest, fins vegetasjon med innslag av mer krevende arter. Når det gjelder karplanter og muligens moser så er denne også mer artsrik, og føres til sirkumnøytral serie (S).

Kalksandsteinen og den kalkrike morenegrunnen lengst i vest gir grunnlag for en kalkvegetasjon med endel arter som ikke fins ellers i området. Sammen med vegetasjon fra noen få punkt lengst i øst, føres denne til basophil serie (B).

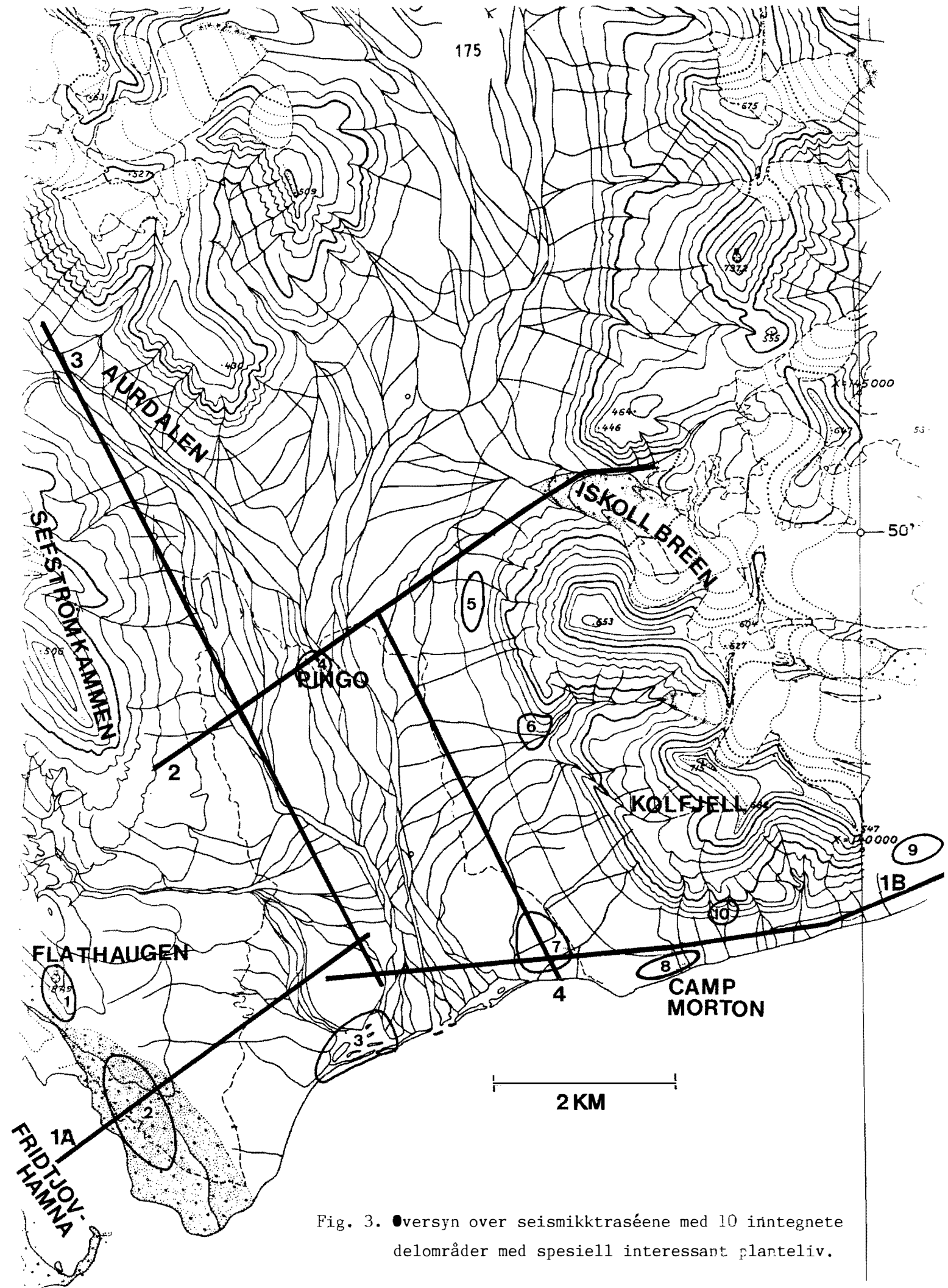


Fig. 3. Oversyn over seismikktraséene med 10 inntegnete delområder med spesiell interessant planteliv.

B) Hydrologiske forhold. Innenfor hver serie kan det skilles ut vegetasjonstyper som synes knyttet til ulikt snødekke og varierende dreneringsforhold. Barblåst eller tidlig snøfri, veldrenert vegetasjon har i oversikten indekssiffer 1 eller 2 (f.eks. A1, S2, B1). Vegetasjonstyper med snødekke av middels varighet har indekssiffer 3 (f.eks. A3), men noen av disse er tydeligvis oversvømte eller svært fuktige tidlig i vekstsesongen. De sent utsmeltete eller stadig oversvømte vegetasjonstypene (snøleier og sumper) er gitt indekssifrene 4 eller 5.

#### 7.5.2. Indeks over vegetasjonsenheter

##### ACIDOPHIL SERIE

- A 1. Luzula arcuata ssp. confusa-samfunn, barblåste.
1. Uten bunnsjikt, med vinderodert grus.
  2. Med bunnsjikt vesentlig av snøskyemde lav.
- A 2. Luzula arcuata ssp. confusa/Salix polaris-samfunn, tidlig snøfrie.
1. Med bunnsjikt av snøskyende kryptogamer (Gymnomitrium corallioides, Sphaerophorus globosus).
  2. Med bunnsjikt uten ovennevnte, men med mindre snøskyende moser (Aulacomnium turgidum, dicranacéer, Racomitrium canescens s.l., R. lanuginosum).
- A 3. Luzula arcuata ssp. confusa/Salix polaris-samfunn, med middels snødekke.
1. Med bunnsjikt av levermosetorv (Anthelia juratzkana, Gymnomitrium, Marsupella spp.) - tydelig sesongfuktig.
  2. Moderat snøleie, urterik utvikling, mer veldrenert. Karakterart: Ranunculus pygmaeus.
- A 4. Mosesamfunn med flekkvise karplantebestander.
1. Oncophorus virens-tuemark.
  2. Drepanocladus uncinatus/Calliergon ssp. mattesamfunn.
  3. Kiaeria glacialis/Polytrichum sexangulare ekstremsnøleie.
  4. Mattesamfunn med framtrедende Dupontia spp. og Eriophorum scheuchzeri.
- A 5. Mosesamfunn med ubetydelig innslag av karplanter.
1. Calliergon sarmentosum matter.
  2. Polytrichum alpinum matter.
  3. Andreaea spp./Dicranoweisia crispula blokksnøleie.

- A 6. Pionérsamfunn på elvegrus og flomvifter
1. Delvis konsolidert, med Luzula arcuata ssp. confusa og/eller Salix polaris.
  2. Oversvømt, ustabilt og med sporadiske karplanter.

## SIRKUMNØYTRAL SERIE

- S 1. Dryas octopetala samfunn av kalkfattig facies.
1. Blanding av kalksky (f.eks. Luzula arcuata ssp. confusa, Racomitrium spp.) og kalkkrevende (f.eks. Minuartia rubella, Schistidium apocarpum og Homalothecium nitens) arter.
- S 2. Luzula arctica/Salix polaris-samfunn
1. Blanding av kalksky og kalkkrevende arter, ko-dominans av Luzula arcuata ssp. confusa, delvis med sluttet vegetasjon og torvdanning.
  2. Fuktig polygonmark med flytjordsflater med Luzula arctica, i vekslings med fattige mosedominerte ringer (Oncophorus virens, dicranacéer, Aulacomnium turgidum, Sphagnum spp.).
- S 3. Mosesamfunn, ikke forsumpet, urterike.
1. Eutrofe moser (f.eks. Drepanocladus revolvens, Homalothecium nitens) flekkvis tilstede.
  2. Eutrofe moser sporadiske.
- S 4. Sumpsamfunn, dominert av vasstrukne eller svømmende mosematter.
1. Med flekkvis dominans av Arctophila fulva, Dupontia spp. eller Ranunculus spitsbergensis.
  2. Rene mosesumper med lite karplanter, som regel dypere vann. Av karplanter fins bare Arctophila fulva og Ranunculus hyperboreus. Mosene Ptilidium ciliare, Oncophorus virens og Aulacomnium turgidum som finnes spredt i S.4.1. mangler fullstendig her.

## BASOPHIL SERIE

- B 1. Deflasjonsmark på kalkmorene, med Braya purpurascens og Draba bellii.
2. Dryas octopetala-samfunn av kalkfacies, med bl.a. Carex misandra og/eller Minuartia rossii.

- B 3. Saxifraga oppositifolia/Salix polaris samfunn i etableringsfase.
- B 4. Mosematter i vått lende, karakterarter Bryum cryophilum, Drepanocladus revolvens, Hygrohypnum polare, Scorpidium turgescens.

(Ikke klassifisert):

Samfunn under fuglefjell og rundt revehi. Rik vegetativ utvikling av nitrofil mose- og grastorv. Karakteristiske karplantearter: Cochlearia groenlandica, Ranunculus pedatifidus, Taraxacum brachyceras.

Grus-samfunn på strandvoller. Karakterart: Mertensia maritima.

Lagunesamfunn ved havstrand. Karakterart: Puccinellia phryganodes, Carex ursina, Stellaria humifusa.

Tuemark på pingo-silt og finkornet morene. Karakterart: Puccinellia angustata.

Trisetum spicatum-snøleie, jfr. avsn. 7.3.3.

### 7.5.3. Næringsinnhold og plantesosiologisk affinitet

En har tidligere påvist at pH-målinger av mineraljord på Svalbard er en veldig god indikator på fordelinga av kalkkrevende og kalksky plantearter på Svalbard (Elvebakk 1982). En rekke jordprøver vesentlig beregnet på pH-analyse ble tatt av feltgruppe 1 på østsiden av elva, mens den vestlige delen er sterkt underrepresentert i så måte.

#### A. Acidophil serie

De seks førstnevnte vegetasjonsenheter (A.1 - A.3) foreslås ført under det acidophile ('kalksky') vardefrytleforbundet Luzulion arcuatae (Elvebakk 1985). Fire pH-målinger er tilgjengelige fra disse enhetene. (H) betyr humus, ellers refererer målingene seg til mineraljord, nr. viser til punkt i trasé 1B. Spregningspunktene langs denne traséen er nummerert fra 1 til 150 fra øst mot vest til elva.

5,19	Fra vegetasjonsenhet	A.2.1.		
5,05	"	"	A.3.2.,punkt	51
4,90	"	"	---"	" 4
5,06	"	"	---"	" 97

Dette understreker sterkt den kalkfattige næringsstatusen i disse enhetene, der ingen sirkumnøytrale arter ble funnet.

En del andre pH-prøver ble gjort i tilknytning til nærstående samfunn eller i forbindelse med artsinnsamlinger:

- |      |     |   |
|------|-----|---|
| 4,81 |     | Fra vegetasjonsenhet A.6.1., som er sesongtørr og ustabilisert med affinitet mot A.2.   |
| 5,23 |     | <u>Empetrum</u> -lok. ved punkt 72  |
| 4,73 |     | -----"-----", med <u>Polytrichum strictum</u> og litt <u>Dryas</u> . Tuestruktur og muligens litt heterogene næringsforhold.  |
| 5,02 | (H) | <u>Empetrum</u> -lok. ved Camp Morton   |
| 4,95 |     | -----"-----"  |
| 5,44 |     | <u>Cassiope hypnoides</u> -lok. s.sted  |
| 4,43 |     | <u>Trisetum spicatum</u> -snøleie nært Camp Morton  |
| 4,84 |     | Under <u>Anthelia juratzkana</u> , som fattig komponent ved punkt 127 (lignende fluvialavsetning som pH 4,70 av S.4.1. ved 150), men i mosaikk med rikere deler med <u>Luzula arctica</u> . |

Noen av de våte mosedominerte samfunnene ble også ført til den acidophile serien:

- |      |     |                                     |
|------|-----|-------------------------------------|
| 5,21 | (H) | Under <u>Sphagnum</u> nært punkt 40 |
| 5,22 |     | -----"-----"                        |

Andre lignende våtmarkssamfunn med større innslag av karplanter ble tentativt ført til den sirkumnøytrale serien, da en i svært stor grad mangler kunnskap om forskjellen mellom kalkkrevende og kalksky våtmarkssamfunn på Svalbard. Målingene indikerer at også disse burde ha vært ført til den oligotrofe serien, men siden målinger mangler fra vestsiden, blir forhåndsklassifiseringen beholdt:

- |      |     |   |
|------|-----|---|
| 5,49 | (H) | Fra vegetasjonsenhet S.4.1. nært punkt 130  |
| 4,70 |     | -----"-----"-----"                          |
| 4,62 |     | Under <u>Sphagnum</u> i S.4.2. ved punkt 24 |

#### B. Sirkumnøytral serie

Følgende punkter ble klassifisert som reinrose-samfunn (forbund Kobresio-Dryadion) under tvil:



- 5,59 Fra veg.enhet S.1. ved punkt 83 med svakt innslag av Dryas og Silene acaulis og kraftig innslag av Luzulion arcuatae-arter.
- 5,33 Fra morenerygg ved Hesselbergaksla med innslag av både Dryas og andre kalkkrevende arter, og kalksky Luzulion arcuatae-arter.

Disse målingene indikerer en svak næringsøkning i forhold til de foregående, noe som gjenspeiles i forekomsten av Dryas. Men det fattige innslaget er fremdeles markant, jfr. de lave pH-verdiene og kommentar under avsnitt 7.5.2.

Følgende punkt ble klassifisert i Luzula arctica-karakteriserte enheter, som foreslås ført inn under Luzulion arcticae (jfr. Elvebakk 1985):

- 6,69 Fra veg.enhet S.2.1. ved punkt 101
- 5,98 -----"-----"----- 113. Tørrere og mer grovkorna substrat enn 6,69 og med større innslag av acidophile arter, men den moderate rikindikatoren Saxifraga flagellaris fins fremdeles
- 5,60 Fra veg.enhet S.2.1. ved punkt 124
- 6,48 -----"-----"----- 80
- 5,80 -----"----- 100m vest for Camp Morton
- 5,68 Fra veg.enhet S.2.2.
- 6,24 (H) Mosetundra m/Homalothecium nitens (enhet S.3.1.) ved punkt 22
- 5,92 -----"-----"-----"-----

Disse dataene understøtter skillet mellom Luzulion arcuatae og Luzulion arcticae selv om en må ty til detaljerte artskriterier for å klassifisere ruter i overgangsområdet. Dataene underbygger også skillet på Svalbard mellom de ekstremt acidophile og de sirkumnøytrale artene ved pH 5,2 som ble brukt av Elvebakk (1982), adoptert etter Braun-Blanquet (1926).

#### C. Basophil serie

Fra moreneområdet ved Fridtjovhamna ble det innsamlet to jordprøver:

- 7,74 Fra vegetasjonseenhet B.1., åpent og tørt
- 7,81 -----"----- B.3., fuktigere

Verdiene ligger på et langt høyere nivå enn de foregående og understreker det spesielle kalkpreget som vegetasjonen har i dette området.

## 7.6. ANALYSE AV SPRENGNINGSSKADENE

### 7.6.1. Generelle trekk

Den generelle virkningen av sprengningene kan illustreres med følgende skisser (fig. 4 A,B).

Vi forutsetter spredning av sjokkbølgen i et isotropt medium (snø på bakken) av varierende dyp. Eksplosjonsenergien vil ramme den stort sett frosne bakken med ulik intensitet, etter avstanden fra nullpunktet, bakkens hellning m.v. For enkelhets skyld brukes en horisontal flate som eksempel (fig. 4 A). Intensiteten vil da kunne kalkuleres etter formelen:

$$I_r = \frac{I}{h^2 + r^2}$$

(r: avstand langs bakken fra nullpunktet,  
(h: snødyp). I: intensitet på eksplosjons-  
stedet.

Hvor snødekket er tynt, vil sprengningsvirkningen på vegetasjonen og bakken naturligvis bli relativt sterkere enn f.eks. i snøfylte senkninger. Den mekaniske skaderadien vil også avta med økende snødyp. Hvis en forutsetter en knapt merkbar skade ved snødyp 2m, kan skaderadiene ved tynnere snødekke anslås til omkring:

<u>h(m)</u>	<u>r(m)</u>
2	-
1	1.7
<u>0.5</u>	<u>2</u>

Vi antar at skadene på vegetasjon stort sett skyldes kompresjon og sønderriving av assimilerende vev og ledningsvev, herunder rot-systemet til de høyere plantene. Det virket ikke som om det var lokale kjemiske skader som følge av eksplosivslam. Vegetasjonen kan ha et "forkullet" preg, men dette kan være uttrykk for en rask innsettende hendøing av knuste plantedeler. Skadebildet ser skjematisk ut som vist i fig. 4 B. Der er ofte en kraterliknende blotning sentralt, der torva er sprengt vekk og mineraljord og stein ligger i dagen. Sonen med helt død vegetasjon ligger omkring dette nullpunktet, og i periferien kommer mer eller mindre misfarget og flatklemt vegetasjon, spesielt på oppstikkende tuer.

En vil også understreke den komprimeringen som har funnet sted i de fleste spregningsskadene, og henviser til nærmere diskusjon i kap.8. og avsn. 7.

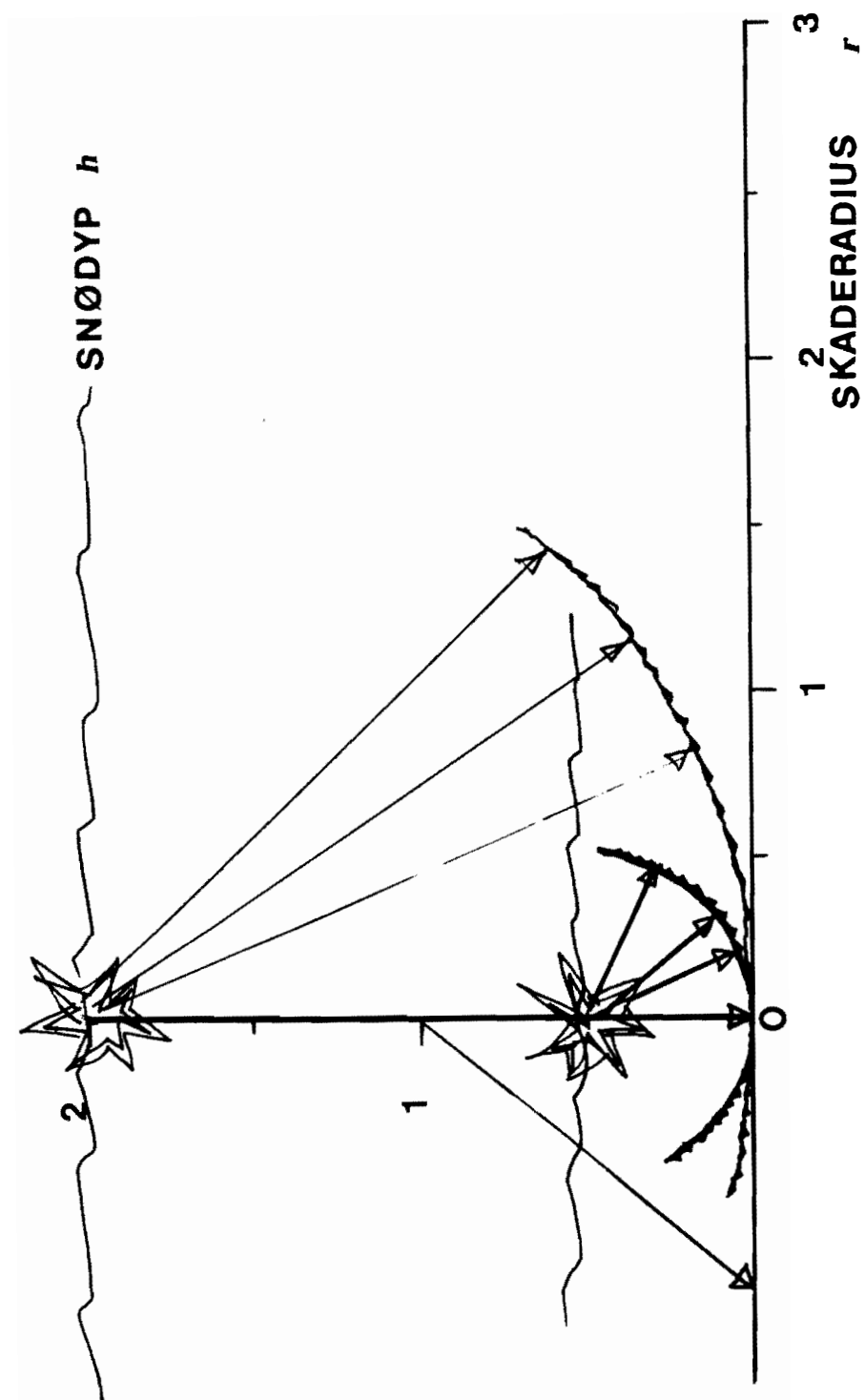


Fig. 4 A. Intensitet av sjokkbølge ved ulike snødyb. Jfr. teksten.

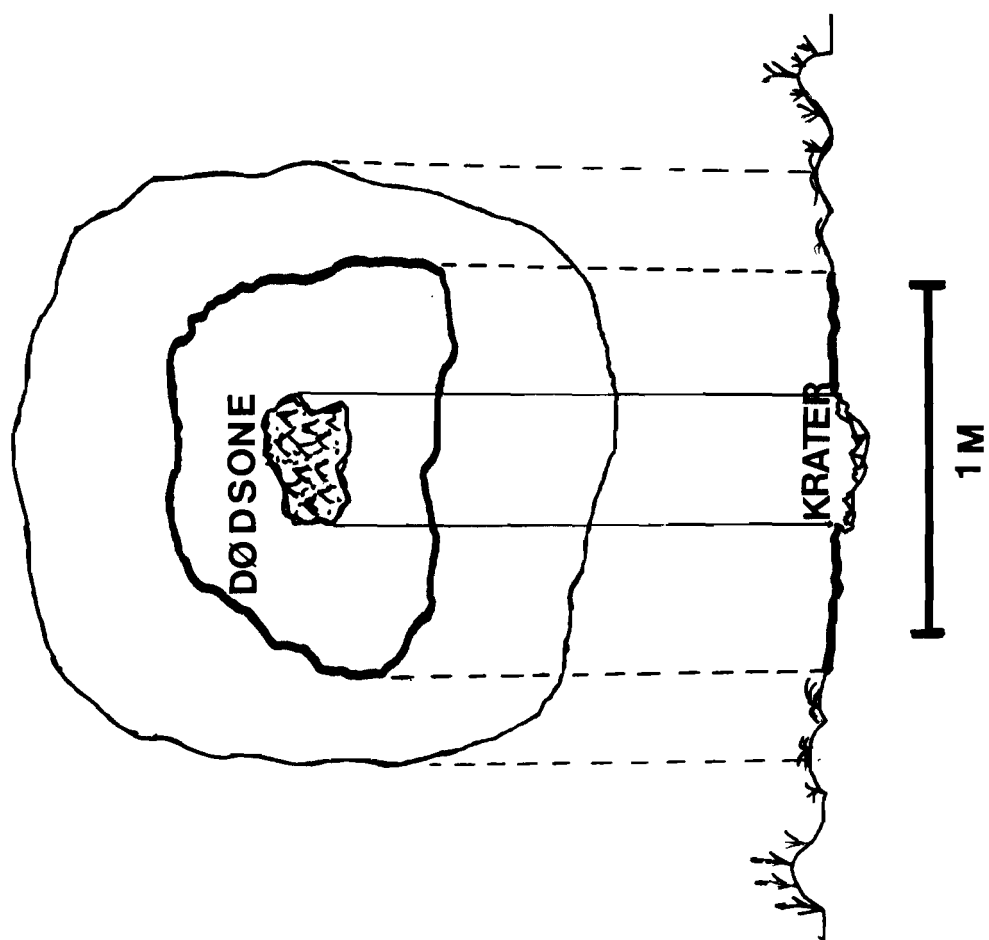


Fig. 4 B. Skjematisk bilde av terrengskade på bakken under eksplosjonssted.

Våre undersøkelser bekrefter mønstret gjengitt i fig. 7 og 10 i kap.8, der profil 1 B fra Kapp Morton til Svartodden har størst skader. Dette henger nok sammen med tynnere snødekke her enn de fleste andre steder i undersøkelsesområdet.

#### 7.6.2. Skadeomfang

Spregningseffekten ble målt på 320 vegetasjonsskledde punkt langs profil 1A, 1B, 2 og nordligste og sørligste del av 4. Langs profil 1B ble i tillegg 14 punkt på impediment (elveløp, sterile vassskråninger o.l.) registrert, men ikke oppmålt.

Ser vi på fordelingen av ulike vegetasjonssenheter ser vi at 228 av punktene ligger i den acidophile serien; legger vi til de 17 punktene til S.4. ut fra argumentasjonen tidligere får vi 245 punkt eller 77%. 63 punkt (20%) hører til den sirkumnøytrale serien og 14 (4%) til den basophile.

Når det gjelder skadegradfordelingen kan en sette opp en tabell over fordelingen av de 8 skadegradsklassene definert innledningsvis:

Skadegrads- klasse	Antall punkt	Hovedgruppe	Hovedgruppe-andel
0	55	Ingen eller svært	24%
1	23	liten skade	
2	13		
3	33	Vegetasjonsskader	49%
4	68	('dødzone') uten	
5	43	jordsmonnsskader	
6	44	jordsmonnsskader	27%
7	41	('eksplosjonskrater')	
		i tillegg til vegetasjonsskader	

Tolgensbakks arbeid med vurdering av 370 punkt sommerstid (kap.8) er ikke helt sammenlignbart siden noen av punktene i hans og vårt materiale ikke er identiske. Våre registreringer har ikke omfattet selve elvedeltaet på profil 1B og 2 som er stort sett vegetasjonsfritt, og som er lite skadet iflg. Tolgensbakks fig.10 (kap.8). Istedet har vi inkludert vegeterte deler av trasé 4 der skadene er større. Prosentandelen punkter med 'ingen skade' er derfor å vente noe ulik (45 kontra 24%). Dessuten vil resultatet variere litt ut fra hovedsiktemålet vårt med detaljregistreringer av vegetasjonsskader, og kvartærgeologenes, med studie av markskader og sekundæreffekter (erosjon). Men det er et godt samsvar mellom det vi har klassifisert som 'jordsmonnsskader'

(skadeklasse 6 og 7) som omfatter 27% av våre 320 oppmålte punkt, og Tolgensbakks klassifikasjoner 'middels skade' og 'stor skade' (jfr. definisjoner av disse i kap.8) som omfatter 28.3% av materialet hans.

### 7.6.3. Skadefordeling på ulike vegetasjonseenheter

Når det gjelder fordelinga på vegetasjonstyper, så er de fleste alvorligste skadene (jordsmonnsskader) å finne i enhet A.2 ('fattigrabber'). Denne enheten har 20% av punktmengden, men 40% av jordsmonnsskadene. To andre enheter peker seg også ut når det gjelder de største skadene. Sirkumnøytrale snøfrytlesamfunn (S.2.1.) utgjør 7% av materialet, men har 11% av jordsmonnsskadene. Til sist gjelder det fattige pionérsamfunn på elvegrus o.l. (A.6.1.). Her er bildet veldig spesielt. Enheten som utgjør 12% av totalmaterialet, har 29% av punktene uten skade og 12% av de største skadene.

Denne fordelinga på ytterpunktene kan delvis bero på at enheten er heterogen og dekker både tørre/sesongtørre typer med tynt snødekke og fuktigere typer med et tykt snødekke. Dessuten kan jordlaget på slike habitat mangle den stabiliserende evnen et etablert vegetasjonsdekke har, og således være ekstra utsatt for sprengningsskader.

Forøvrig bør en merke seg at det er jordsmonnsskader i en lang rekke vegetasjonseenheter, også fuktige.

Inkluderer vi også vegetasjonsskadene ser vi at en lang rekke samfunn i tillegg er utsatte. Fattigrabbene og fattigheiene (A.2. og A.3.1.) har 33% av disse skadegruppene. De fattige moseenhetene (A.4.1.-2.) har 25%; inkluderer vi de antatt sirkumnøytrale mosedominerte enhetene (S.2.2.-S.4.) øker dette tallet til 44.

En sammensetning av sprengningsskadene på ulike vegetasjonsgir følgende 4 hovedmønstre:

I) Praktisk talt alle (97%) av punktene på fattigrabber (A.1.-2) har skader. 88% av punktene (60 stk.) i denne vegetasjonseenheden har sprengningsskader med dødssone over 1m i diam. Det samme gjelder for den sirkumnøytrale heivegetasjonen (S.2.1.), som finnes på litt mindre eksponerte flater. 51% av jordsmonnsskadene finnes i disse to vegetasjonseenheter.

II) De fattige 'heienhetene' (A.3.1.) har skadene fordelt over hele spektret, med tyngdepunktet (72%) av punktene med dødssonediameter mellom 0.5 og 2m. De fuktige polygon- og tresamfunnene med mose og flytjord (A.4.1., S.2.2.) og andre mosedominerte (A.4.2.) og 'myrlignende' (S.3.2.) samfunn har tyngdepunkt i samme skadegrad (65%, dvs. 55 av 85punkter).

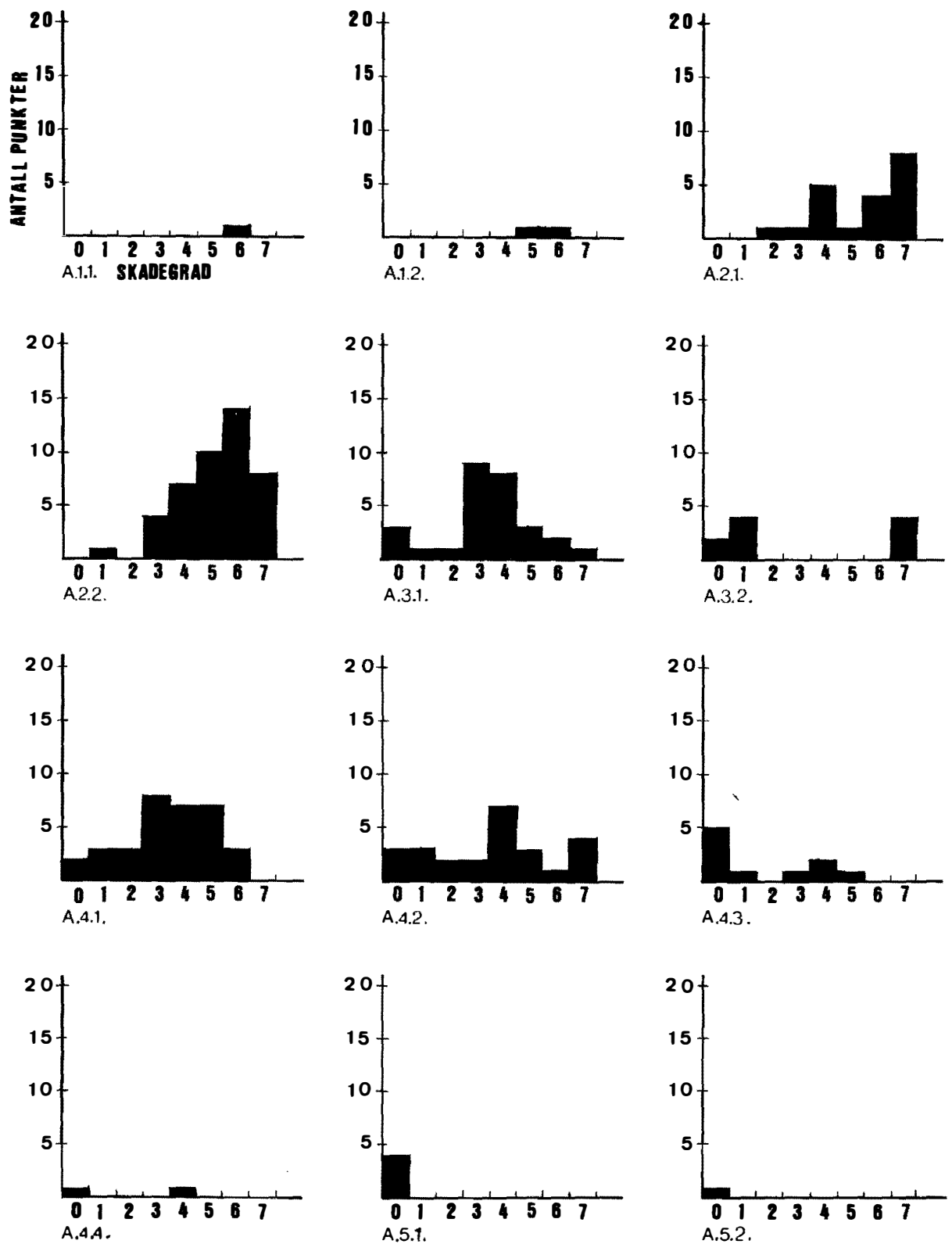


Fig. 5. Fordeling av ulike kategorier sprengningsskader på ulike vegetasjonseenheter.

forts. fig. 5 .

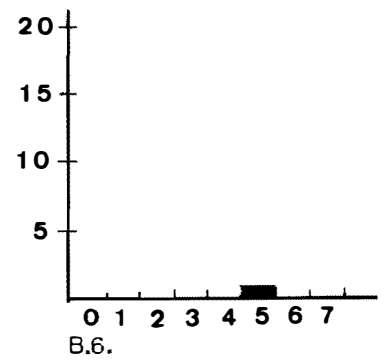
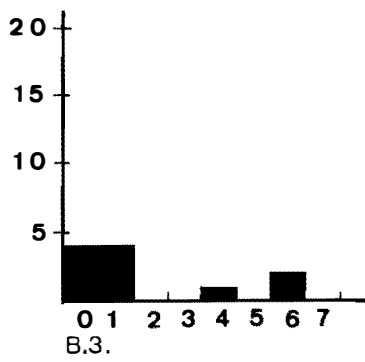
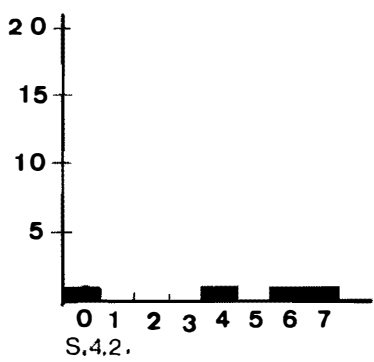
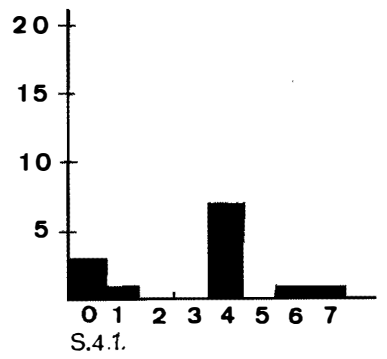
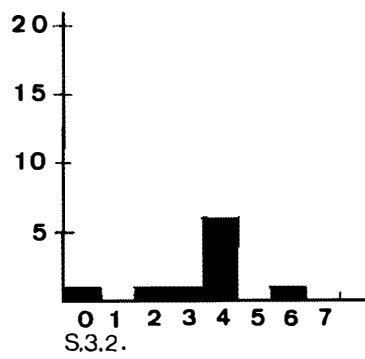
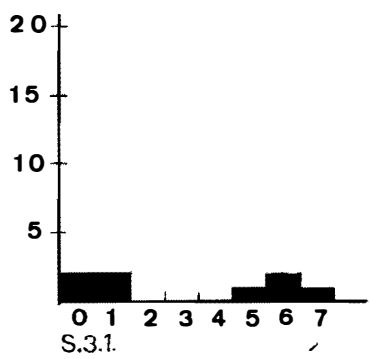
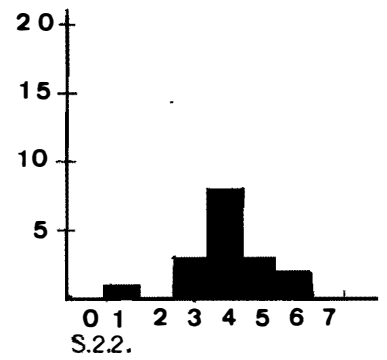
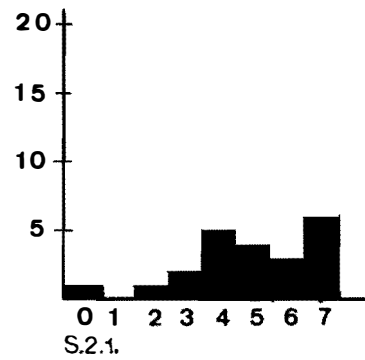
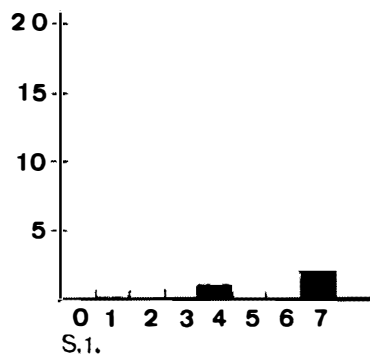
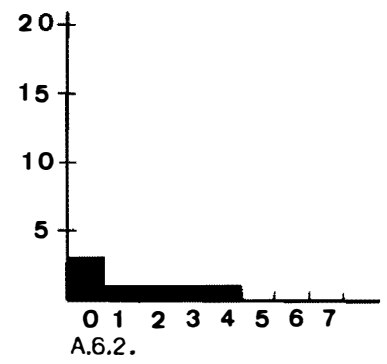
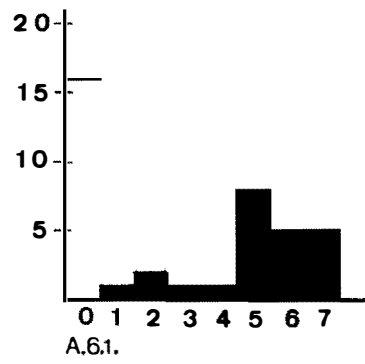
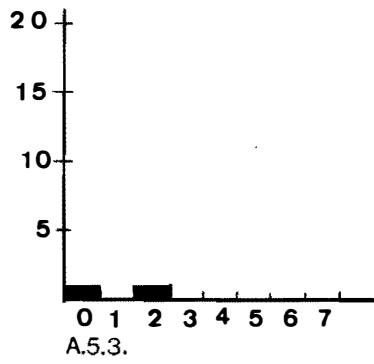






Fig.6 Sprengningsskade med erosjon i våtmark (enhet S.4.2.) ved punkt 14 ved Svartodden.



Fig.7. Som ovenfor, i detalj.

III) Noen enheter som pionérvegetasjon på elvegrus o.l. (A.6.1.), moderate fattige snøleier (A.3.2.), sirkumnøytral mosetundra (S.3.1.) og våtmark (S.4.1.) har den motstridende tendensen at punktene enten viser ingen/svært liten skade (44%) eller dødssonediameter over 1m (51%). Disse enhetene utgjør tilsammen 70 punkt.

IV) I noen få, dårlig representerte vegetasjonsenheter med godt snødekke er skadene manglende eller små. Dette gjelder fattige ekstremsnøleier (A.4.3.), blokksnøleier (A.5.3.), fattigkilder (A.5.1.), oversvømt pionérmark (A.6.2.), og fuktig pionérvegetasjon i kalkområdet i vest (B.3). Disse typene er representert ved 33 punkt, og 22 av disse har ingen eller svært liten skade.

#### 7.6.4. Selektiv effekt av skadene

En skal ikke her gi en nøye beskrivelse av hvordan skadene arter seg, men henviser til fargebildene som foreligger i tillegg til rapporten. Kort kan en si at plantene har 'vissen' farge, i kontrast mot den levende vegetasjonen rundt. For moser som i naturlig tilstand har gulbrune/brunlige/mørke farger og for lav, er denne fargekontrasten utydelig. Også her vil en merke at plantene er helt skjøre, og at de ligger som oppsprukne kaker, løst oppå underlaget.

Sprengningsskadene synes å være lite selektive, oftest er skadene fordelt jevnt over vegetasjonen. En har imidlertid merket seg at pute-dannende karplanter som reinrose (Dryas octopetala) og fjellsmelle (Silene acaulis) er mer sårbare enn andre og blir drept ytterst i kampsonen der de fleste andre har overlevd. Det samme er notert for fjellbjørnemose (Polytrichum alpinum), en opprett art med spesielt kraftig stengel.

Den motsatte tendensen er notert for polarvier (Salix polaris), som med sine krypende stengler nede i annen vegetasjon og mange stengelskudd synes å være mer fleksibel overfor sprengningssjokket. Ellers har en notert at dvergsyre (Koenigia islandica) har spirt helt inni dødssonen. Men dette er naturlig, siden denne arten er den eneste ettårige karplanten på Svalbard (i tillegg til en art ved de varme kildene i Bockfjorden) som overvintrer på tundraen i form av frø.

## 7.7. FREMTIDIG UTVIKLING AV SKADENE

På bakgrunn av de oppståtte skadene er den videre utviklingen på følgende felt interessant i fremtiden:

A) Regenerering/suksesjon. I Berzeliusdalen har man en lang rekke punkt med vegetasjons- og jordbunnsskader fordelt på en rekke vegetasjonstyper. Dette gir en spesiell mulighet for å studere komparativt regneringsforløpet og -evnen hos en rekke ulike samfunn. Alt tyder på at dette er felt med stor variasjon fra samfunn til samfunn, og kunnskap om denne variasjonen på Svalbard kan vise seg vel så verdifull for fremtidige forvaltningsspørsmål som 'allmen' kunnskap om suksesjonsforløp i Arktis.

B) Komprimeringseffekter. Ved komprimering vil vanninnholdet i jorda øke av to årsaker. For det første vil porevolumet endres slik at dreneringsevnen i jordmassen blir dårligere. For det andre vil den lokale forsenkningen føre til økt vannoppsamling. Denne fuktøkningen vil følges av et lokalt minket tinedyp av det aktive laget, som igjen forsterker fuktpreget i overflaten.

På denne bakgrunnen kan en spørre seg om det blir etablert et annet klimasamfunn i disse forsenkningene enn det som opprinnelig var til stede. En har tidligere registrert at det, kanskje særlig på større flater, skal svært små forskjeller i mikrotopografien til for å betinge overgang fra en vegetasjonstype til en annen (Elvebakk 1979).

C) Vinderosjon. I svært mange av sårflatene ligger den døde vegetasjonen som tørre, løse kaker. Selv om dette i liten grad var blåst bort i 1986, virker det ikke usannsynlig at vinderosjonen av denne vegetasjonen øker, selv om ingen videre erosjon av jordbunnen påfølger.

### D) Erosjon/termokarst

Erosjon har ikke skjedd ved så mange punkter og er ifølge Tolgensbakk (kap.8) ikke sannsynlig å forvente så mange nye steder i tida framover heller.

## 7.8. KONKLUSJON

Av de 320 punktene som ble undersøkt av oss hadde ca. fjerdeparten jordsmonnsskader ('eksplosjonskrater') og vegetasjonsskader ('dødssone'), halvparten vegetasjonsskader og ca. fjerdeparten hadde

ingen eller svært liten skade. Omtrent 60% av punktene hadde en dødssonediameter over 1m.

26 kort skisserte vegetasjonstyper, for det meste kalkfattige, ble berørt av spregningene. Effekten på ulike vegetasjonstyper følger fire hovedmønstre:

I. Alle punktene på rabbesamfunn og de fleste heityper ble skadet, og skadene var i høy grad store.

II. Fuktigere mosedominerte og polygonpregete samfunn har ulike skadetyper, med tyngdepunkt i skadegradsklassene med dødssonediameter mellom 0.5 og 2m.

III. Enkelte, delvis heterogene enheter, har punkter enten med liten/ingen eller med stor skade.

VI. Noen dårlig representerte vegetasjonstyper med tykt snødekke har overveiende tatt liten skade av spregningene. Ingen vesentlig giftvirkning av eksplosivrester kunne observeres.

Seismikktraséene gikk gjennom ett, og berørte to av tilsammen 10 kartlagte områder med spesiell interessant planteliv.

Den framtidige utviklingen er mest interessant når det gjelder ulik suksesjon/regenerering av skader i ulike samfunn, og når det gjelder eventuelle økologiske konsekvenser av komprimeringen.

## 7 . 9. LITTERATUR

- Baranowski, S. 1975. The climate of West Spitsbergen in the light of material obtained from Isfjord Radio and Hornsund. - Acta Univ. wratislav. 251: 21 - 34.
- Brattbakk, I. 1986. Vegetasjonsregioner - Svalbard og Jan Mayen. - Nasjonalatlas for Norge. Hovedtema 4: Vegetasjon og dyreliv. Kartblad 4. 1. 3.
- Braun-Blanquet, J. 1926. Vegetations-Entwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentral-Alpen (Klimagebiet des Caricion curvulae) mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im schweizerischen Nationalgebiet. ( Unter Mitwirkung von H. Jenny). - Denkschr. schweiz. naturf. Ges. 63: 181 - 349
- Crespo, A. & L. G. Sancho. 1982. Umbilicaria aprina Nyl en el Hemisferio Sur (Andes peruanos). - Lazaroa 4: 357 - 360.
- Elvebakk, A. 1979. Plantesosiologi og -fenologi i eit arktisk område: Stuphallet, Brøggerhalvøya, Svalbard. - Unpubl. thesis, Univ. Trondheim. 232 pp.
- " 1982. Geological preferences among Svalbard plants. - Inter-Nord 16: 11 - 31.
- " 1984. Vegetation pattern and ecology of siliceous boulder snow beds on Svalbard. - Polarforschung 54: 9 - 20.
- " 1985. Higher phytosociological syntaxa and their use in subdivision of the Arctic. - Nord. J. Bot. 5: 273 - 284.
- Engelskjøn, T. 1986. Zonality of plant climate and plant distribution in some Arctic and Antarctic regions. - Norsk Polarinstitutt's Rapportserie 30: 1 - 49.
- " in prep. The vascular flora of Bünsow Land, Central Spitsbergen. A comparative study. - Norsk Polarinnst. Rapports.
- " , K. Kramer & H. J. Schweitzer. 1972. Zur Flora des Van Mijensfjords-Gebietes ( Spitsbergens ) und Hopens. - Årb. norsk Polarinst. 1970: 191 - 198.

- Eurola, S. & A. V. Hakala 1977. The bird cliff vegetation of Svalbard. - Aquilo, Ser. bot. 15: 1 - 18.
- Flatberg, K. I. & A. A. Frisvoll. 1984. Revision of Svalbard bryophytes III. The genus Sphagnum. - J. Hattori bot. Lab. 56: 287 - 319.
- Frisvoll, A. A. 1983. Revision of Svalbard bryophytes. II. The genus Racomitrium. - Lindbergia : 41 - 52.
- Hjelle, A. Ø. Lauritzen, O. Salvigsen & T. S. Winsnes. 1986. Geological map of Svalbard 1:100,000. Sheet B10G Van Mijenfjorden. Norsk Polarinst. Temakart 2: 1 - 37
- Lynge, B. 1939. Lichens from the west and the north coast of Spitsbergen and the North-East Land collected by numerous expeditions. The macrolichens. - Skr. norske Vidensk.- Akad. Oslo I. Mat.-naturv. Kl. 1938, 6: 1 - 136.
- Major, H. & J. Nagy. 1972. Geology of the Adventdalen map area. With a geological map, Svalbard C9G 1:100,000 by H. Major. - Skr. norsk Polarinst. 138: 1 - 58.
- Rønning, O. I. 1972. The distribution of the vascular cryptogams and monocotyledons in Svalbard. - K. norske Vidensk. Selsk. Skr. 24: 1 - 63.
- Santesson, R. 1984. The lichens of Norway and Sweden. - Stockholm & Uppsala. 332 pp.
- Steffensen, E. 1969. The climate and its recent variations at the Norwegian Arctic stations. - Meteor. ann 5: 217 - 349.
- " 1982. The climate at Norwegian Arctic stations. - Klima 5: 1 - 44.
- Thomson, J. W. 1984. American arctic lichens. I. The macrolichens. - Columbia Univ. Press, New York. 504 pp.

Øvstedal, D. O. 1983 a. Some lichens from Vestfjella, Dronning Mauds Land, Antarctis. - Cryptogamie, Bryol. Lichénol. 4: 217 - 226.

" b. Some lichens from H. U. Sverdrup Mountains, Dronning Mauds Land, Antarctis. - Nova Hedwigia 37: 683 - 690.

## KAPITTEL 8

# EROSJONSUNDERSØKELSER OG KVARTÆRGEOLOGISK KARTLEGGING I BERZELIUSDALEN

av

Jon Tolgensbakk

Laboratoriet for fjernanalyse og temakartografi,  
Geografisk institutt, Universitetet i Oslo





## 8.1. INNLEDNING

ADC's (Arctic Development Corporation A/S) seismiske undersøkelser i Berzeliusdalen ble utført av A/S Geoteam. De har stilt kart og koordinatlister over alle skuddpunkter til vår rådighet, og som vist på fig. 1 ble det skutt 4 seismiske linjer: Linje 1 (A+B) langs kysten fra Svartodden til Fridtjovhamna, Linje 2 fra ryggen øst for Flathaugdalen til Iskolldalen, Linje 3 langs Berzeliusdalens vestsida fra kysten og opp Aurdalen og Linje 4 langs Berzeliusdalens østside fra Kapp Morton mot Aurdalskampen.

Skuddpunktene langs linje 1 (A+B) og 2 er studert i detalj i forbindelse med foreliggende rapport, mens linje 3 og 4 bare er rekognosert.

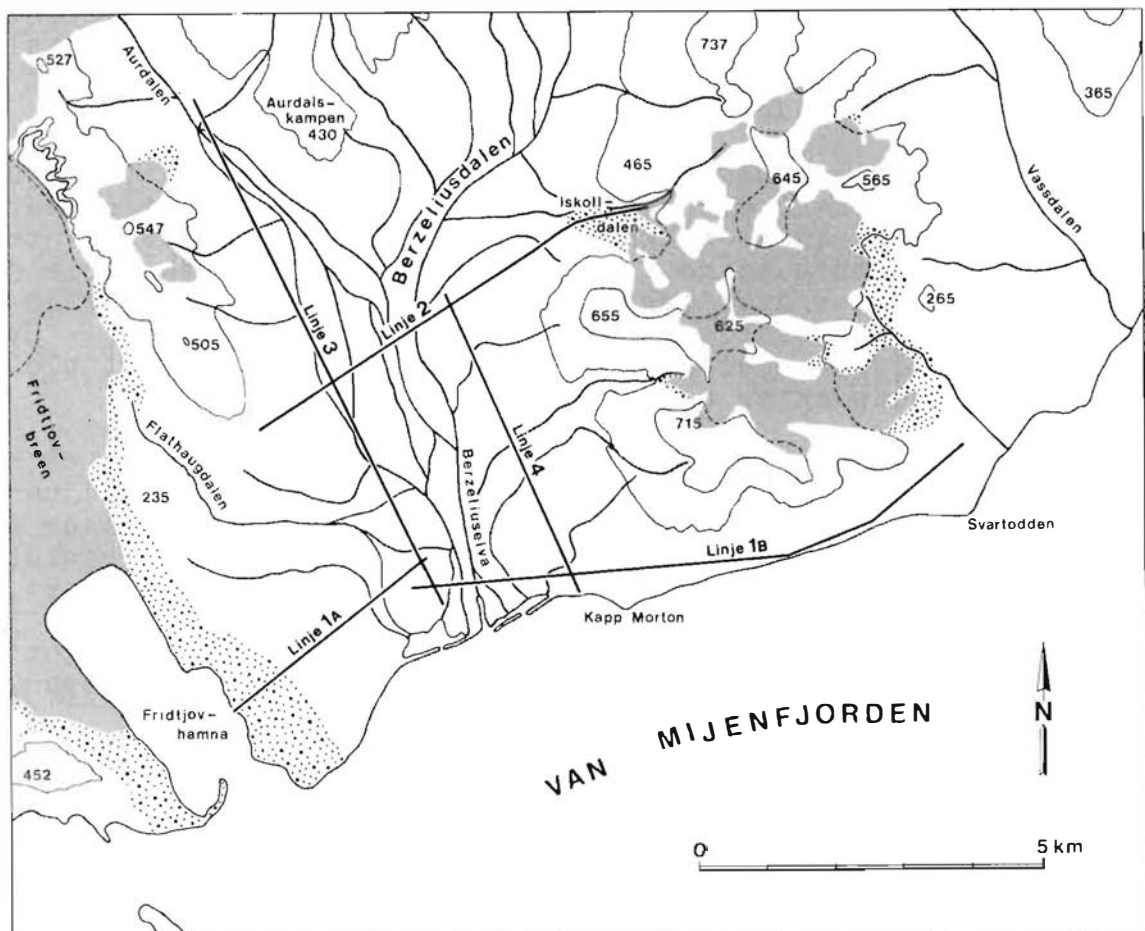


Fig. 1 Oversikt over seismikklinjene i Berzeliusdalen.

Merking av punktene ble foretatt samtidig med A/S Geoteams seismiske undersøkelse i april-mai 1986. Den kvartærgeologiske kartleggingen langs seismikklinjene, undersøkelser av erosjonsskader og vertikalfotografering fra helikopter ble utført i juli. I tillegg til Tolgensbakk har cand.real.

Leif Sørbel deltatt i planleggingen av arbeidet og har dessuten utført fotograferingen. Cand.mag. Kirsti Høgvard deltok som assistent under feltarbeidet i juli.

Flyfototolkning av tilgjengelige bilder over området - NP's serie S60 og egne opptak fra helikopter - rapportskriving, kart- og figurtegning samt reproarbeide er utført ved Laboratoriet for fjernanalyse og temakartografi ved Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo.

## 8.2. UNDERSØKELSESMETODER

Formålet med denne delen av undersøkelsene var å påvise eventuelle skader på terrenget etter sprengningene. De seismiske undersøkelsene fant sted mens bakken var frosset og dekket av sne med mektigheter som varierte fra en halv til flere meter. Sprengningene ble hovedsakelig utført med Detonex sprenglunte.

Skuddpunktene langs linje 1 (A og B) og 2 (fig. 1) ble undersøkt umiddelbart etter at sprengning ble foretatt og der detonasjonen nådde bakken ble skadene registrert og fotografert. For å kunne gjenfinne alle skuddpunktene ble det midt i hvert krater lagt ut en liten sten (ca. 10 x 15 cm) malt med en fosforiserende rødfarve (Jotun Se-lett). Hver enkelt sten ble dessuten påført et nummmmer. Totalt ble 370 (+22) skuddpunkter markert på denne måten.

Under feltarbeidet i juli ble skuddpunktene oppsøkt på nytt og skadene på bakken ble registrert og vurdert. Med unntagelse av de punktene som lå i elveløp ble alle unntagen én av de utlagte røde stener gjenfunnet. Samtidig med registreringen av erosjonsskader ble det for hvert 5. skuddpunkt, dvs. for hver 250 m lagt ut et signal (hvit plastplate 30 x 30 cm). Dette dels for å lette navigeringen av helikopterret under fotograferingen og dels for å ha tydelige fastpunkter på vertikal fotografiene.

Fotograferingen ble utført med et 6x6 Hasselbladkamera MKWE med en Biogon CF 4.5/38 mm linse. Fra 100 meters høyde ga dette bilder som dekket ca. 145 x 145 m på bakken.. Bildene ble tatt så tett at det ideelt sett ble ca. 60% overlapp for å oppnå stereodekning. Linje 1 (A+B) og linje 2 er fotografert med fargefilm Kodak EPR, og linje 1 er dessuten fotografert med sort/hvit film Ilford FP4. Kameraet er utstyrt med målemerker som blir innfotografert i bildene (se f.eks. fig. 4). Under forutsetning av rimelig loddrett kameraakse under opptakene kan bildene benyttes til fotogrammetriske målinger.

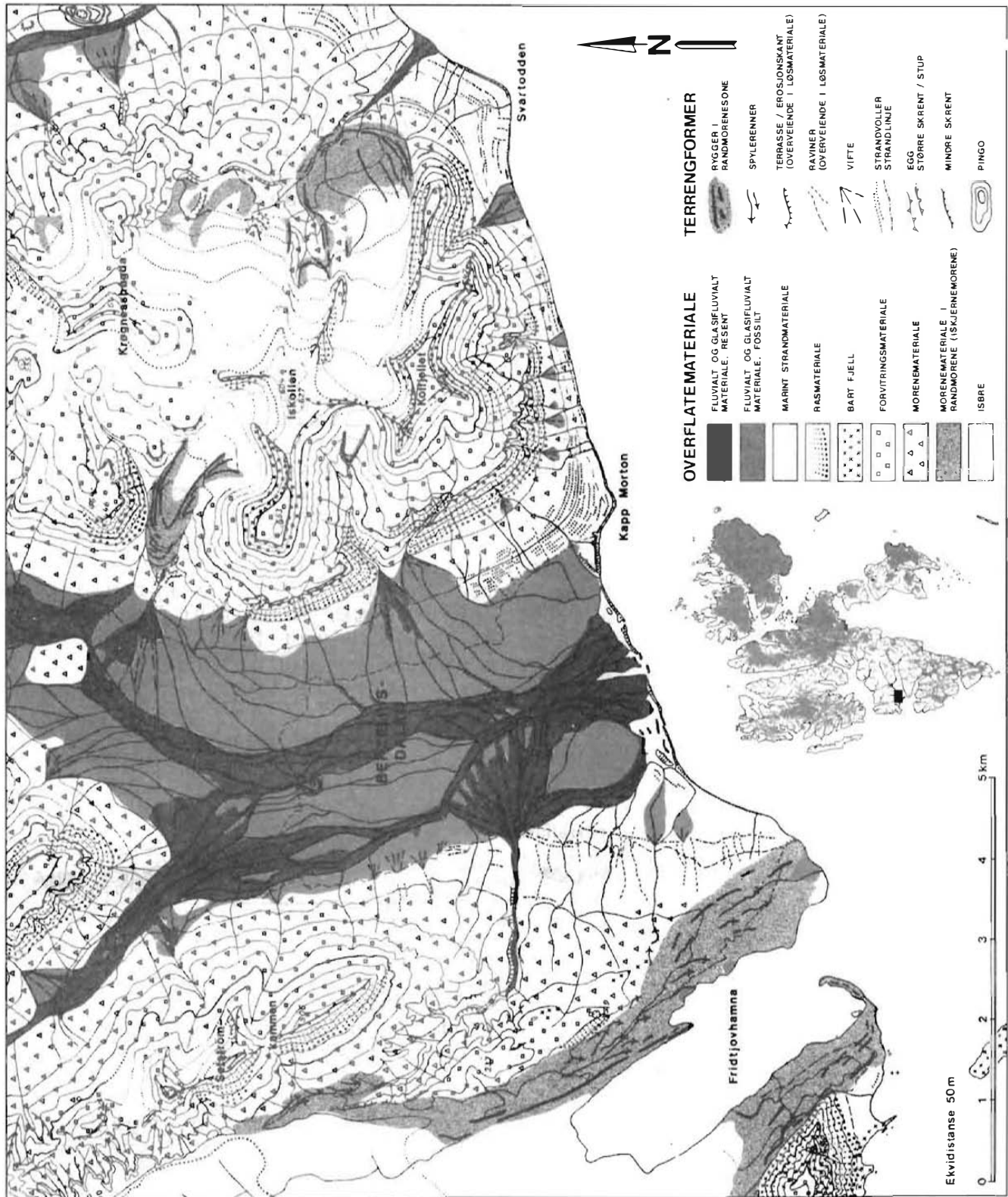


Fig. 2. Kwartærgeologisk / geomorfologisk kart over undersøkelsesområdet i og omkring Berzeliussdalen.

Efter planen var det meningen å benytte et helikopter med fotoluke i gulvet, men da dette av økonomiske og andre grunner ikke lot seg gjennomføre, måtte det på kort varsel foretas visse improvisasjoner. Siden det ikke ble tid til å lage et kameraoppheng for utvendig bruk på helikopteret måtte fotograferingen utføres liggende på gulvet med kameraet holdt på utsiden av skien. Den ene sidedøren på helikopteret var tatt av. Fotovinkelen ble forsøkt holdt loddrett ved hjelp av en libelle. Dette var naturlig nok ikke en tilfredsstillende metode om bildene skulle vært brukt i autograf (for dårlig kontroll på kameraaksen), men resultatet ble brukbart for stereotolkning.

### 8.3. KVARTÆRGEOLOGI OG GEOMORFOLOGI

Skader i forbindelse med sprengningene er ved siden av faktorer som sne- og vegetasjonsdekke avhengig av forskjellige kvartærgeologiske forhold. Kartet (fig. 2) gir en oversikt over kvartærgeologi og geomorfologi i området. Siden kartet ikke kunne trykkes i farver, er det gjort en del generaliseringer og forenklinger for å oppnå en rimelig grad av lesbarhet. Dette har i første rekke medført at en del mindre terrengformer er utelatt; f.eks. periglasialformer som ulike typer av strukturmark og skråningsformer som mudflowrenner og mindre raviner i fjell. Kornstørrelsesvariasjoner innen de ulike jordarter er heller ikke tatt med på kartet. Kartgrunnlaget er NP's kart D10 i 1:50000 samt for den østlige dels vedkommende en oppfotografering av kartet B10 Van Mijenfjorden. Isbreene er ajourført etter flyfotografier fra 1960.

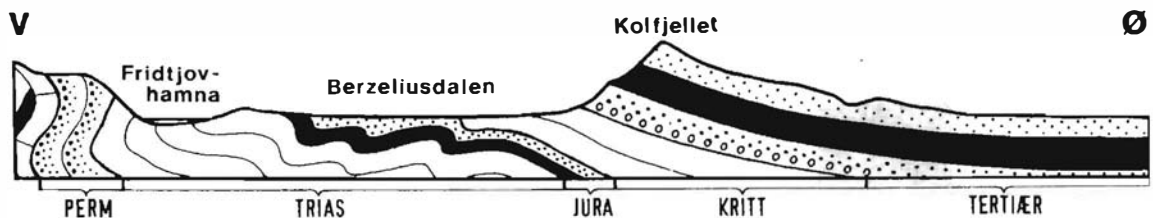


Fig. 3 Forenklet geologisk profil vest-øst over undersøkelsesområdet. Efter Hjelle, Lauritzen, Salvigsen & Winsnes 1986.

Berggrunnsgeologisk ligger Berzeliusdalen i overgangen mellom eldre foldede bergarter i vest og yngre lite omvandlede bergarter i øst, se fig. 3.

Vest for Fridtjovhamna er det nær vertikaltstående lag fra perm og trias. Ryggen mellom Fridtjovhamna og Berzelius-

dalen består av skråttstilte lag fra trias og jura, mens områdene mot øst er bygget opp av flattliggende tertiære lag. For nærmere informasjon om bergartene henvises det til det geologiske kartet Van Mijenfjorden med beskrivelse (Hjelle, Lauritzen, Salvigsen & Winsnes 1986).

I Berzeliusdalen er hele dalbunnen fylt opp av fluviale og glasifluviale sedimenter avsatt av elver med stadig skiftende løp. Materialet er rundet og for det meste dominert av grus og sten. I de flateste partiene ved munningen mot fjorden er materialet finere, hovedsakelig sand og silt.

På kartet (fig.2) er det skilt mellom resent og fossilt fluvialt / glasifluvialt materiale da dette har betydning når det gjelder å vurdere skader etter seismikksprengningene. Områder med resent materiale omfatter dagens elvesletter og vifter hvor det for tiden er en stadig vekslning mellom erosjon og akkumulasjon. Med fossilt fluvialt / glasifluvialt materiale menes det sedimenter som for øyeblikket ikke er utsatt for erosjon, høyereliggende deler av elvesletter og eldre lite aktive fluviale vifter. Den fossile delen av elvesletten i Berzeliusdalen er for en stor del dekket av et tykt torvlag.

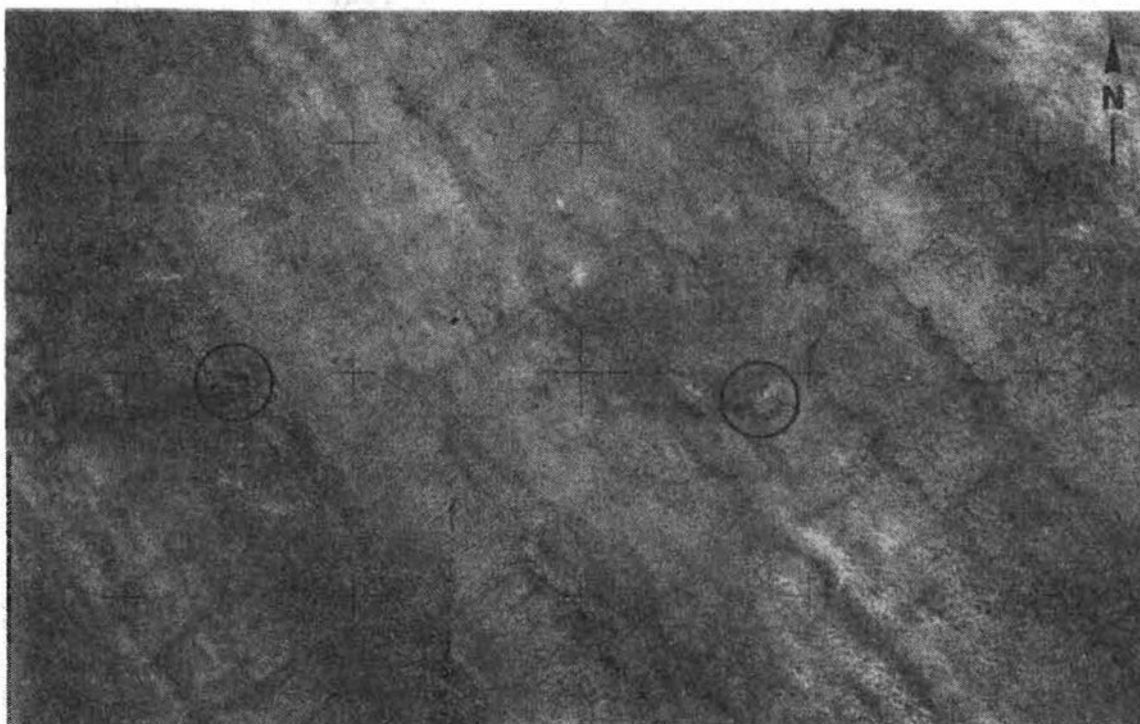


Fig. 4 Strandvoller, iskilepolygoner og strukturmark på strandterrassen nord for Kapp Morton. Merker etter seismikksprengningene er avmerket med sirkler. Vertikalfoto fra helikopter. Målestokk ca. 1:650.

Marint materiale, hovedsakelig grovt strandmateriale, finnes først og fremst på begge sider av Berzeliusdalen nær munningen og langs fjorden fra Svartodden og østover. Strandmateriale på vestsiden av Berzeliusdalen og i området innenfor Svartodden er delvis overdekket av fluvialt materiale og morenemateriale som har seget nedover (solifluksjon). Hevede strandvoller og strandlinjer er bare stedvis bevart. På østsiden av dalen ved Kapp Morton er det et område med godt bevarte hevede marine terrasser og strandvoller. Her er det dessuten iskilepolygoner og velutviklet strukturmark (fig. 4). Overflaten består av grovt strandmateriale, sten og grus, som for en stor del er frostforvitret. I raviner i terrassekanten vest for Kapp Morton er det snitt som viser vekslende lag av marin sand og grus med innslag av godt bevarte skjell.

Noen sikker lokalitet for påvisning av marin grense ble ikke funnet, men i Ytterdalen 10 km vest for undersøkelsesområdet er den relative landhevingen etter 11000 BP ca. 65 m (Hjelle, Lauritzen, Salvigsen & Winsnes 1986).

Rasmateriale, skarpkantede bergartsfragmenter brakt på plass ved hurtige skråningsprosesser, finnes i form av urer langs de fleste bratte fjellskråninger innenfor det kartlagte området.

Bart fjell, det vil si områder uten dekke av løsmateriale av så stor utbredelse at de kan vises på kartet, finnes bare i enkelte steile fjellsider. Blotninger av fast fjell finnes ellers i abrasjonsskrenten langs fjorden og langs dypt nedskårede elve- og bekkeløp.

Forvittringsmateriale, in situ frostforvitret berggrunn, dekker de høyereliggende fjellområdene. På kartet er slake fjellsider hvor materialet kan være transportert kortere eller lengre strekninger ved langsomme skråningsprosesser også gitt signaturen for forvittringsmateriale. Avhengig av opphavsbergart kan materialet ha vidt forskjellig karakter fra grove skarpkantede blokker til fine skiferflak i grus-/sandfraksjonen. Frostsortert morenemateriale kan på grunn av problemer med klassifisering og manglende feltundersøkelser være inkludert i de områdene som er kartlagt som forvittringsmateriale.

Morenemateriale, en jordart som inneholder de fleste kornfraksjoner, er avsatt av breene da de hadde større utbredelse enn i dag. Morenematerialet ser de fleste steder ut til å ha liten mektighet uten at dette er undersøkt i detalj. I skråningene er også morenematerialet oppblandet med andre materialtyper som har seget nedover. Overgangen mellom forvittringsmateriale og morenemateriale er meget vanskelig å fastlegge så grensene på kartet må bare betraktes som omtrentlige.

Morenemateriale i form av randavsetninger er gitt egen signatur på kartet. Disse avsetningene, spesielt langs Fridtjovbreen, kan ha imponerende dimensjoner, men består hovedsakelig av breis med en tynn kappe av morenemateriale på overflaten. Ved senere smelting og erosjon vil størrelsen bli vesentlig redusert.

Ved siden av klassifikasjon og inndeling av overflatemateriale gir kartet (fig. 2) også informasjon om et begrenset antall terrengformer som blir beskrevet og definert i det følgende.

Rygger i randmorenesone : Her markerer symbolet kammen på de mest markerte ryggene innenfor randmorenesonen. Morenen består, som tidligere nevnt, hovedsakelig av is. Ryggene vil, siden de rager opp, være mer utsatt for smelting og erosjon enn området omkring. Over tid vil derfor dagens bilde forandres. Ryggene er inntegnet på grunnlag av flybilder fra 1960.

Spylerenner er renneformede fordypninger dannet av smeltetvann fra breer. På grunn av lett eroderbare bergarter, sterk forvitring og massebevegelse vil ikke mindre former bli bevart særlig lenge. Innen det kartlagte området finnes i dag spylerenner bare bevart distalt for et par av de større breene.

Terrasse / erosjonskant. Dette symbolet er dels benyttet for å vise brattkanten langs terrasseflater og dels for å markere dype fluviale/glasifluviale nedskjæringer i løsmateriale.

Raviner i løsmateriale er mindre, fluvialt utformede renner i relativt finkornige sedimenter. Innenfor det kartlagte området er de hovedsakelig lokalisert til marint materiale. I Kolgfjelllets sydside er det også et felt med raviner; her uterodert i finkornig forvittringsmateriale.

Vifte er en fluvial eller glasifluvial vifteformet avsetning med markerte dreneringsspor i overflaten. Materialet er vanligvis grovt. Viftene i området er først og fremst lagt opp der sideelvene munner ut i hoveddalene. Der sedimenttransporten i sideelven er større enn det hovedelven kan transportere bort, blir hovedelvens løp presset over på motsatt dalside. Den store viften som dannes av elven fra Flathaugdalen (fig. 1), er et godt eksempel på dette.

Strandvoller dannes ved marin akkumulasjon i områder med fremrykkende strandlinje. Vollenes høyde bestemmes av flere faktorer som bølgeaktivitet og kornstørrelse. Kraftige bølger og grovt materiale gir grunnlag for høye rygger. Etterhvert som landet heves isostatisk, dannes det nye voller, og serier med fossile strandvoller kan bli bevart. Området ved Kapp Morton er et eksempel på dette (fig. 4).



Høyden på de fossile strandvollene her er ikke særlig imponerende, men det skyldes den gradvise nedtæringen ved frostforvitring, jordsig og frostsortering. Havis som presses inn på stranden bidrar også til å ødelegge strandvollene. Dette ble observert flere steder langs dagens strand.

Hevede strandlinjer er horisontale linjer i terrenget. De er dannet av marin abrasjon i perioder med relativ likevekt mellom isostasi og eustasi over en viss tid. Massebevegelse i skråningene har sannsynligvis visket ut mange hevede strandlinjer, men de mest markerte kan fremdeles sees.

Større geomorfologiske trekk i landskapet som glasialt utformede egger og større skrenter / stup er tatt med på kartet. Mindre skrenter er i noen grad inntegnet, i første rekke abrasjonsskrenter langs dagens strandlinje.

Et annet dominerende element i landskapet er pingoene. Disse dannes ved at artesisk vann trenger seg opp gjennom permafrosten og fryser. På denne måten presses overliggende materiale opp (Liestøl 1977). Det er tre pingoer i det undersøkte området, en i Vassdalen, en i Aurdalen rett øst for seismikklinje 3 og en sentralt i Berzeliusdalen 4 km fra kysten. Sistnevnte ligger midt i traséen for seismikklinje 2.

#### 8.4. REGISTRERING OG VURDERING AV TERRENGSKADER

I forbindelse med merkingen av seismikk-kraterene i april-mai ble, som nevnt innledningsvis, alle skader registrert. Snedybden var naturlig nok en avgjørende faktor for hvorvidt detonasjonene nådde bakken eller ikke. Generelt sett var det mest sne på elvesletten i selve dalen. På randmorenen i Iskolldalen, og i skråningen langs kysten fra Kapp Morton til Svartneset var det stedvis svært lite.



Fig. 5. Seismikkdetonasjon fra linje 2. Foto mot N mot Aurdalskampen. Høyden på sne- og sotskyen er ca. 40 m.

Sprengningene foregikk vanligvis ved at ladningen ble gravet ned i sneen og avfyrt, men på enkelte barblåste steder ble sprenglunten lagt i lange sløyfer på bakken for å minske skadene. I områder med lite sne ble det benyttet 15 kilos ladninger, ellers ble det brukt 20 kg. På fig. 5 er det et eksempel på den sne- og sotsky som dannes når 20 kg avfyres i løs sne. På den avstand fotoet er tatt, 500 m, ble støyen målt til 115 dB.

På steder med så tykt snedekke at sprengningene ikke så ut til å ha nådd bakken, ble det normalt dannet et krater i sneen med diameter på ca. 4 m og en dybde på 1 - 1,5 m. Seismikklinjene var svært godt synlige i terrenget på grunn av store felter med sot på sneoverflaten omkring skuddpunktene (fig. 6). Mesteparten av sotet ble skyllet vekk under sne-smeltingen, men var på enkelte steder fremdeles synlig i sommer og kunne, som vist senere, sees på IR-bilder.

De to seismikklinjene som ble merket - linje 1(A+B) og 2 - består av 370 skuddpunkter. I tillegg er det 22 ekstra punkter på linje 2, siden det på iskjernemorenen i Iskolldalen for hver 50. meter ble skutt to punkter ved siden av hverandre. Disse "dobbeltskuddene", vanligvis i en avstand av 5 - 8 m, er på fig. 7 og ellers i oversikter og beregninger betraktet som enkeltpunkter. De få prøvesprengningene som ble foretatt, er ikke tatt med i oversiktene. Hvert enkelt krater ble undersøkt og beskrevet uten at dette i detalj blir referert her. Der det var noen skader av betydning ble krateret fotografert, dels i sort/hvitt og dels som farvedias.



Fig. 6. Seismikklinje 2. Foto mot NØ mot Iskolldalen

For å kunne sette opp en totaloversikt, ble skadene i hvert enkelt punkt vurdert og plassert i en av følgende kategorier :

- 0 : Ingen skade, effekten av eksplosjonene ser ikke ut til å ha nådd ned til bakken.
- 1 : Liten skade, sneen er fjernet, men skadene på bakken er minimale.
- 2 : Middels skade, overflaten er noe opprotet, eventuelt torvdekke er brutt opp i sentrum av krateret.
- 3 : Stor skade, eventuelt torvdekke er fjernet, og jordsmonnet er opprotet i en sirkel med diameter på minimum 1m. Torvstykker, stener og jordklumper er slengt ut av krateret.

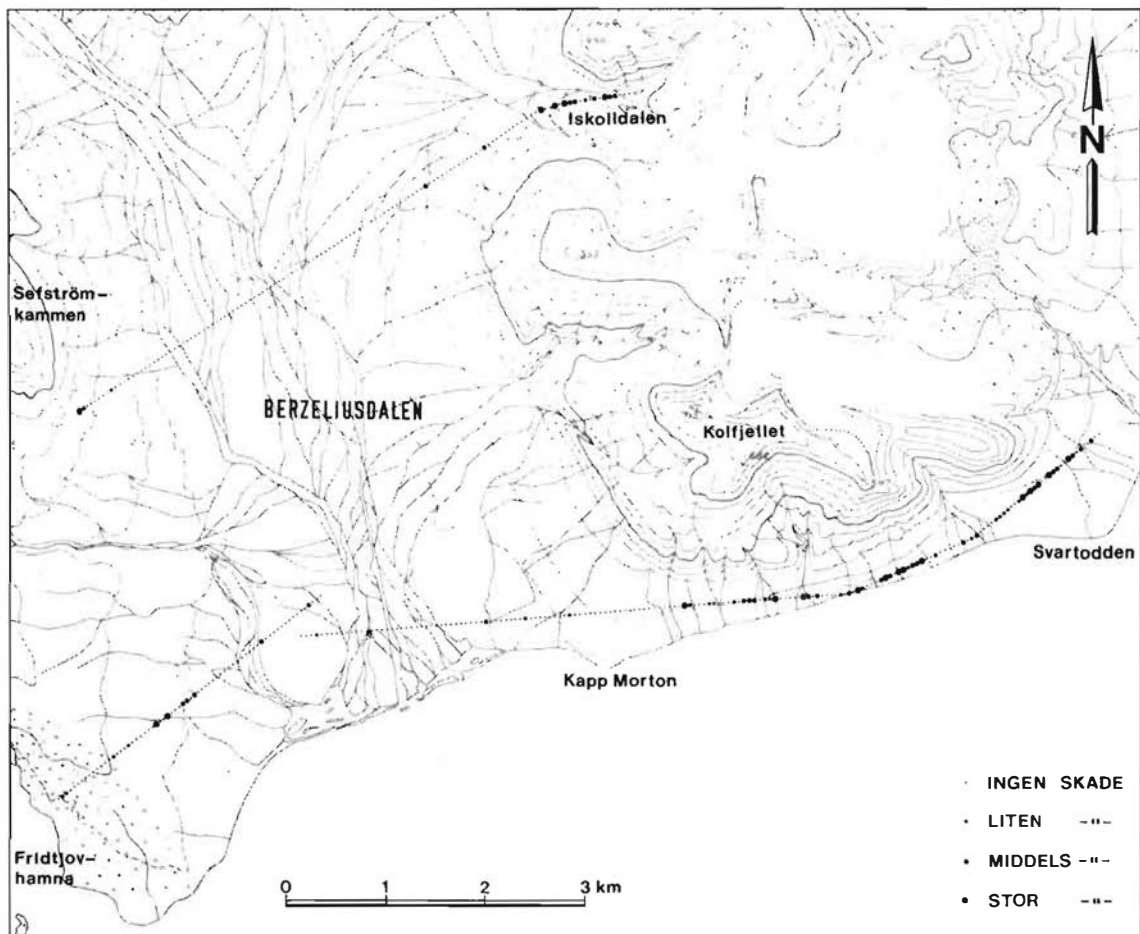


Fig. 7. Oversikt over de skader som ble registrert langs seismikklinje 1 (A+B) og 2 i april-mai umiddelbart etter sprengningene.

I 292 av de 370 undersøkte punktene ble det ikke registrert noen skade. Snedekket var så tykt at eksplosjonen ikke så ut til å ha nådd bakken, 78,9% av skuddpunktene er således plassert i kategori 0: "Ingen skade". 27 punkter eller 7,3% ble vurdert til å tilhøre kategori 1: "Liten skade". 31 punkter eller 8,3% kom i gruppe 2: "Middels skade", og i de

resterende 20 punkter (5,4%) ble skadene ansett å være såpass alvorlige at de ble satt i kategori 3. Disse ble viet særlig oppmerksomhet under sommerens feltarbeide.

Så lenge det lå sne på bakken var det vanskelig å vurdere om skadene var av en slik art eller hadde et slikt omfang at det kunne forventes noen ytterligere erosjon. Enkelte steder var materialet så grovt (sten og blokk) at videre erosjon var utelukket, og over noen strekninger var gradienten så liten at det av den grunn ikke var noen fare for erosjon, men ellers måtte sneen smelte før det kunne sies noe sikrere.

Det fremgår av fig. 7 at skadene er konsentrert innenfor bestemte strekninger. Dette gjelder særlig Linje 1B fra Kapp Morton til Svartodden. Her har 48 av de 100 østligste skuddene nådd bakken, og i 31 av kraterene er skadene vurdert å tilhøre kategori 2 og 3. Seismikklinjen følger kysten og går nesten hele veien i skrånende terreng. Sjansene for erosjon er følgelig til stede.

Linjen går overveiende i morenemateriale, men stedvis er det mindre felter som består av mer erosjonsutsatt sortert materiale. Det dreier seg da helst om strandsedimenter og ellers om finkornig forvittrings- eller rasmateriale som har seget eller blitt transportert av smeltevann ned fra fjellsiden bakenfor. På et par, tre steder hadde skuddene truffet slikt materiale.

Der snedybden var under en meter var det dannet kraterer med en diameter på 3 - 5 m hvor sneen var blåst vekk. Siden bakken naturlig nok var frosset, hadde sprengningene sjelden nådd særlig dypt ned, men i sentrum av kraterene kunne det dreie seg om 20 - 30 cm. Figur

8 viser et typisk krater for området vest for Svartodden, diameteren er 5 m og snedybden ca. 60 cm. Overflatematerialet er i dette tilfellet finkornig, skifrig fluvialt korttransportert forvittringsmateriale.



Fig. 8. Seismikk-krater med diameter 5 m vest for Svartodden. Snedybde ca. 60 cm. Foto mot Ø.

Randmorenen i Iskolldalen er det andre området som peker seg ut når det gjelder skadefrekvens. Halvparten av skuddene har her gjort skade på bakken. Kraterene har en helt annen karakter enn de som ble beskrevet fra Svartodden, noe som

har sammenheng med overflatematerialets beskaffenhet. Iskjernemorenene har en ujevn overflate, og det medfører at sneen blåses vekk fra oppragende rygger og hauger. Morenematerialet over den underliggende breisen består utelukkende av løse blokker og stener slik at effekten av sprengningene på snefattige steder kunne gå mye dypere. Kraterene i morenen var 2 - 3 m i diameter og inntil en meter dype. Enkelte blokker var knust, og stener og mindre blokker var kastet inntil 20 m fra kraterene, fig. 9 - en stereomodell - viser et typisk krater på iskjernemorene. Det er lite sannsynlig at disse kraterene kan føre til erosjon så lenge materialet er så grovt og permeabelt som her.

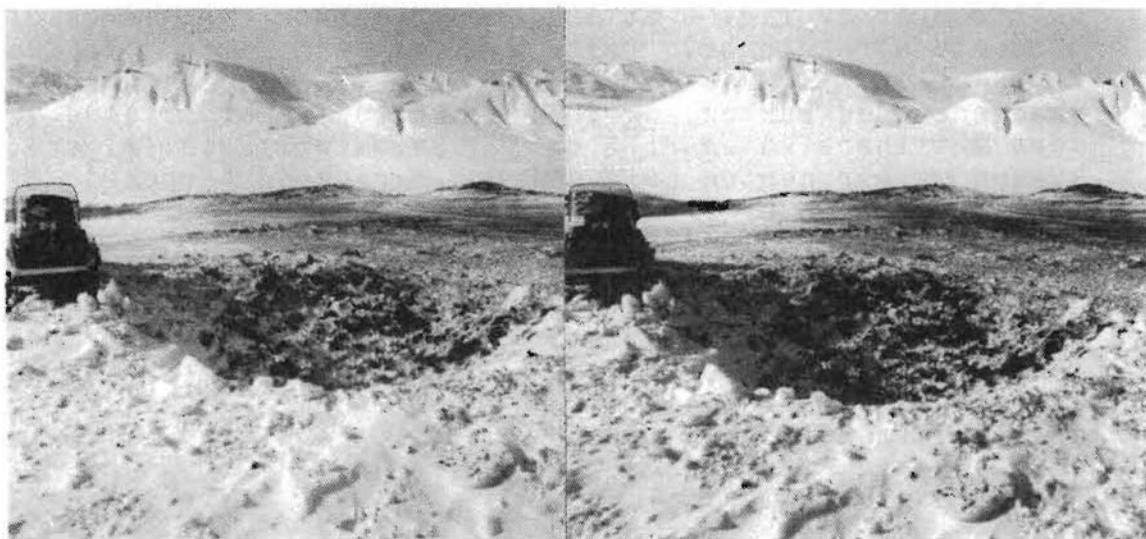


Fig. 9. Stereomodell av et typisk krater på randmorenen i Iskolldalen. Overflatematerialet består av løse stener og blokker. Foto mot V.

Foruten de to områdene som er beskrevet, ble det bare observert skader i noen få andre mer tilfeldig spredte punkter. De to punktene som er klassifisert i gruppe 3 midt på linje 1A, ligger på kanten av en dyp ravine. I de flate partiene av Berzeliusdalen, særlig i den øvre delen, var det spesielt mye sne. Langs seismikklinje 2 var det en strekning på nær 4 km hvor det ikke ble registrert noen skader på bakken i det hele tatt (fig. 7).

Undersøkelsene i juli ga som fig. 10 viser, et noe annet bilde enn det som ble observert i april/mai. De store skadene som ble registrert mens det ennå var sne i området, var fremdeles synlige, selv om noen ikke var så ille som antatt ved første gangs undersøkelse. I tillegg viste det seg imidlertid at bakken flere steder var påvirket av sprengningene til tross for tykt snedekke mens seismikken ble utført. Trykkbølgen fra en 20 kilos ladning ser derfor ut til å kunne forårsake ødeleggelser i terrengoverflaten

selv etter å ha passert gjennom snemektigheter på over en meter. Da denne effekten ikke var forutsatt ble det dessverre ikke utført systematiske målinger av avstanden ned til bakken i de kraterene som var utformet i sne alene.

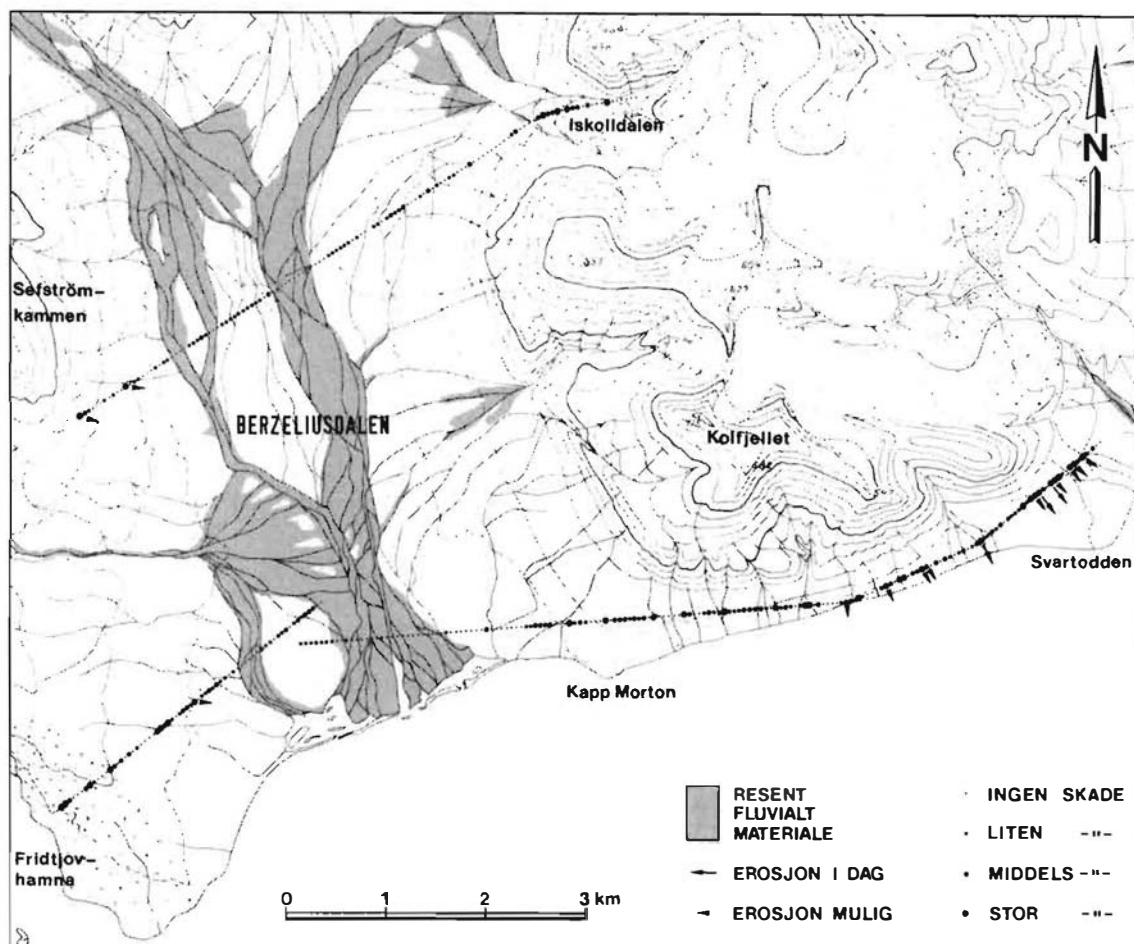


Fig. 10. Oversikt over skader langs seismikklinje 1 (A+B) og 2 basert på sommerens undersøkelser.

Sporene som ble registrert i sommer, er også inndelt i 4 kategorier etter skadens omfang (fig. 10) :

- 0 : Ingen skade, hverken vegetasjon eller jordsmonn er skadet, eventuelle rester av sot regnes ikke som skade.
- 1 : Liten skade, død vegetasjon og mindre sprekker i torv/jordsmonn.
- 2 : Middels skade, torv / vegetasjonsdekke opprotet og delvis fjernet, jordsmonn noe påvirket.

3 : Stor skade, torv / vegetasjonsdekke fjernet og jordsmonn opprotet, tydelig krater i bakken.

Hvorvidt sotet har noen effekt på planteveksten må eventuelt botanikere uttale seg om. Små runde flekker med død vegetasjon blir i erosjonssammenheng regnet som en liten skade, men det kan tenkes at dette blir tolket noe annerledes av botanikere.

I tillegg til registrering av omfanget av skader i hvert enkelt skuddpunkt ble det lagt vekt på å vurdere faren for erosjon forårsaket av sprengningene. På fig. 10 er de stedene hvor det foregår erosjon i dag, samt de steder hvor erosjon er mulig, avmerket med egne symboler. Resent fluvialt materiale, hovedsakelig dagens elveslette, er også lagt inn på figuren. Eventuelle skader i dette området vil raskt være utvasket.

Når en ser bort fra mulige rester av sot var det i sommer 170 punkter hvor det ikke var mulig å påvise noen effekt av sprengningene. 45% er følgelig plassert i kategori 0 : "Ingen skade". I de resterende 200 punkter ble det registrert spor på bakken og etter graden av skade er de klassifisert som følger :

Liten skade :	95 punkter	(25,7%)
Middels skade :	67 punkter	(18,1%)
Stor skade :	38 punkter	(10,2%)

Hvert enkelt punkt vil ikke bli beskrevet her, men visse generelle trekk blir omtalt. Siden omfanget av skader for en del styres av overflatematerialets sammensetning, taes det utgangspunkt i dette.

I områder med resent fluvialt materiale var det i sommer lite å se siden vårflommen hadde fjernet de fleste spor. Noe sot og litt viss vegetasjon på et par høyereliggende grusbanker var alt som ble registrert.

På den fossile, vegetasjonskledde delen av elvesletten ble det under vårens feltarbeide ikke registrert skader av betydning. Trykkbølgen har, som tidligere omtalt, likevel klart å skade bakken under sneen. Vegetasjonen var i de fleste punktene ødelagt i en sirkel med diameter på 1 m (fra 0,5 til 1,5 m).

På særlig våte steder med sparsom gressvegetasjon var det foruten brunt og vissent gress, gjerne en svak forsenkning. Skuddpunktene vistes her som små runde vannpytter. I områder med tykt torvdekke og tuemark var gjerne toppen av tuene sprengt vekk mens vegetasjonen forøvrig virket uskadd.

All den tid den gamle elvesletten omtrent er helt flat, er det ingen steder fare for noen erosjon. Skadene var, de

fleste steder små og for det meste plassert i gruppe 1 : "Liten skade" (fig. 10).

På den tørre marine terrassen ved Kapp Morton er det lite vegetasjon, vanligvis i form av spredte tuer (fig. 11). Da sprengningene ble foretatt ble det ikke observert at noen av kraterene nådde ned til bakken.



Fig. 11. Mindre krater / forsenkning på strandterrassen ved Kapp Morton.

Der er like fullt noe skade i de fleste punktene. I den grad skuddene traff vegetasjon er den ødelagt og ellers arter skadene seg som små, runde forsenkninger. Det kan bare i liten grad observeres noen forstyrrelse i strandgrusen i overflaten. Forsenkningene er vanligvis sirkelrunde med en diameter på fra en halv til en meter.

I midten er de fra 5 til 10 cm lavere enn terrasseflaten omkring. Detaljer i strukturmarken er ofte bevart og overflaten virker så urørt at forsenkningen ikke kan forklares ved at materiale er slengt til siden. En senket albedo p.g.a. sotlag på sneen bevirket sikkert en tidlig smelting omkring skuddpunktene. Men å forklare forsenkningene ved en øket tining av permafrosten under virker heller ikke videre sannsynlig da den godt sorterte strandgrusen inneholder lite vann. Graving av profil viste heller ingen forskjell på dybden ned til permafrosten i og utenfor forsenkningen. Det gjenstår da bare den mulighet at materialet er komprimert av trykkbølgen fra sprengningen. Det at materialet i profilet virket fastere midt under forsenkningen enn ut mot sidene, støtter denne forklaringen.

Området med marint materiale i dalens vestsida er mindre homogent. Andre materialtyper har delvis seget over strandmaterialet. En del raviner fører dessuten til ujevnt snedekke. Skadene etter sprengningene er som følge av dette av ulike typer. De største skadene er stort sett lokalisert til flate områder så det er bare i et punkt, på kanten av en ravine, at det kan ventes noe erosjon.

Randmorenen ved Fridtjovhamna består langs seismikklinjen av sandig / grusig morenemateriale med lite vegetasjon. Morenerygger på tvers av linjen gir svært ujevnt snedekke og dette gjenspeiles i skadene på bakken, noen punkter uten andre spor enn litt sot og andre med markerte kratere i



morenematerialet. Ingen av skadene ser ut til å føre til erosjon.

Randmorenen i Iskolldalen består som før nevnt primært av blokker. Her virker skadene mindre enn det inntrykket man fikk under vårens feltarbeide. De inntil 1 meter dype kraterene med en del knuste blokker virker ikke spesielt iøynefallende i et landskap av grovblokkige rygger og hauger. Erosjon p.g.a. sprengningen er som tidligere nevnt lite sannsynlig.

I den morenedekkede skråningen mot Sefströmkammen, vestlig del av linje 2, hadde flere av skuddene truffet midt i mindre bekkeløp og blokkfelter slik at det ikke ble noen skader, men et par steder kan det forventes erosjon fra kratere i dalsiden (fig. 10).

De fleste skader ble som forventet funnet i skråningen mot fjorden øst for Berzeliusdalen. I hele 71 av de 95 punktene øst for strandterrassen ble det registrert større og mindre ødeleggelser.

Vekslende gradient, snedekke og materialsammensetning har resultert i ulike former av skade, men krateret som er vist på fig. 12 og 13 er rimelig representativt for området.



Fig. 12. Stereomodel av seismikk-krater ved Svartodden

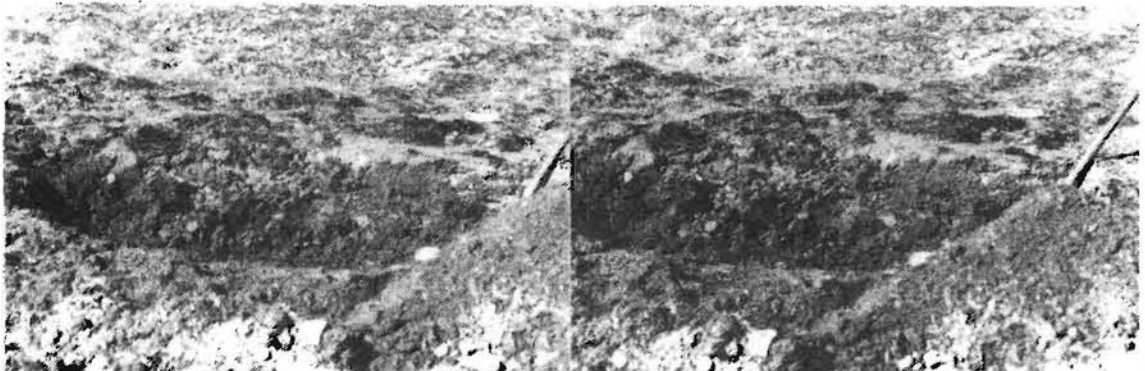


Fig. 13. Stereomodel av et profil gjennom krateret på fig. 12.

Terrenget heller 15° mot fjorden, og skadene i bakken kan føre til erosjon. Da de seismiske undersøkelserne pågikk, var snedybden 75 cm. Etter sprengningen lå det en del torvstykker og jordklumper på sneoverflaten omkring krateret. På fig. 12 og 13 kan det sees at torv og morenemateriale er mest nedpresset i sentrum. Her er dessuten torven samt noe jord fjernet. Torven er sterkt oppsprukket og opprotet innenfor en sirkel med diameter på 75 cm. Sprekkene, som også går et stykke ned i morenematerialet (fig. 13), danner konsentriske sirkler omkring midten av krateret.

Det at det blir dannet sprekker i form av konsentriske sirkler, ble godt demonstrert på de steder hvor ladningene ble detonert på is, som f.eks. i de to østligste punktene på linje 2 i Iskolldalen. De ytterste sirklene hadde her en diameter på 5 m, og sprekken lå gradvis tettere inn mot sentrum.

Fig. 14.  
Parallelle striper  
i strandgrus  
etter detonasjon  
med sprenglunte  
lagt i sløyfer på  
bakken. Foto mot  
Kapp Morton mot V.



Forholdene er naturlig nok helt annerledes der sprenglunte ble lagt i sløyfer på bakken. Dette ble, som nevnt, gjort der det var spesielt lite sne. Normalt førte ikke dette til noen skade på bakken. I forkant av en liten marin terrasse vest for Svartodden var det imidlertid flere parallelle striper i strandgrusen (fig. 14). Terrassen var helt fri for sne da sprengningen ble utført.

På den strekningen som her omtales, er det 9 punkter hvor gradient, materialtype og skadeomfang tilsier en mulig erosjon. Den lokaliteten som er vist på fig. 15, er representativ i så henseende. her er sprengningen foretatt i sandig morenemateriale på kanten av en ravine ned mot sjøen.

Fig. 15.  
Seismikk-krater  
på kanten av en  
ravine 2 km vest  
for Svartodden.  
Muligheter for  
erosjon.



Den forsenkning som er dannet, kan samle opp vann og kanalisere dette ned skråningen med derpå følgende erosjon. Her må det tilføyes at det allerede foregår erosjon i ravine-skråningen så kanten vil på sikt rykke tilbake uavhengig av skadene efter sprengningen.



Fig. 16 og 17. Begynnende erosjon med utgangspunkt i små kratere dannet ved seismikk-sprengning, nord for Svartodden på seismikklinje 1B.

På tre lokaliteter har det allerede vært noe erosjon (fig. 11, 16 og 17), men terrengforhold og overflatemateriale tilsier ikke at det vil bli noen store erosjonsskader. Den fluviale erosjonen kan settes igang ved at det beskyttende vegetasjonsdekket fjernes (fig. 16 og 17) samtidig som jordsmonnet rotes opp. Er det tilgang på vann, vil den fordypning som er dannet, samle opp og kanalisere dette. Rennet som dannes med utgangspunkt i kraterets nedre kant, kan gradvis bli skåret ned og smelte seg ned i permafrosten, noe som vil øke erosjonshastigheten. Det forutsettes da at materialet ikke er for grovt samtidig som kombinasjonen gradient og vanntilgang tillater at materialet kan transporteres vekk.

Sprengningene kan på tørre steder også initiere en annen form for erosjon, vinderosjon. Det ble flere steder registrert at torven ikke bare var oppsprukket, men at den også var revet løs fra underlaget. Planterøttene var sprengt av. Torven tørker opp og med tilstrekkelig vindstyrke kan den blåses vekk. Vinden kan da få tak i bruddkanten og mer torv kan fjernes. Er det finsand i overflaten kan den også fjernes ved vinderosjon. Denne prosessen kan ha noe betydning i enkelte punkter på den marine terrassen ved Kapp Morton, men er generelt sett uten betydning i området.

Seismikklinje 3 og 4 ble ikke undersøkt og merket i vår og ble kun rekognosert i sommer, men i hovedtrekk var skadene de samme som de som ble registrert langs linje 1 og 2.

Linje 3 følger stort sett det østligste elveløpet fra Aurdalen og krysser den resente viften foran Flathaugsdalen. Det er stort sett bare på den eldre delen av elvesletten i syd at skader kan registreres. Her er det tykt torvdekke og flatt så skadene begrenses til små flekker med ødelagt vegetasjon.

Linje 4 følger den eldre del av elvesletten inn mot dalsiden i øst. De 40 sydligste punktene ble undersøkt nærmere. Der linjene krysser den hevede strandterrassen er det ingen skader. I det flate og våte området innenfor er det ødelagt vegetasjon og noen vannfylte forsenkninger som viser hvor seismikklinjene går. Mot nord krysser linjen den distale delen av et par store vifter. Opprevet torvdekke kombinert med tilgang på vann fra viftene har resultert i dannelsen av noen små renner. Grovt materiale og liten gradient forhindrer store skader.

## 8.5. VURDERING AV UNDERSØKELSESMETODENE

Undersøkelser på bakken om sommeren gir selvsagt de beste resultatene, men er samtidig svært tidkrevende. Fotograferingen fra helikopter gikk, som nevnt innledningsvis, ikke helt etter planen. Skjev kameravinkel, noe varierende høyde (dvs. målestokk) og stedvis dårlig overlapp mellom bildene gjorde tolkningen i interpretoskopet noe vanskelig på enkelte strekninger.

Isoporbiter og annen hvit søppel som var blåst utover, hovedsakelig fra Norsk Polarnavigasjons leir ved elvemunningen, skapte problemer da vi skulle se de hvite signalene langs seismikklinjene fra luften. Dette kombinert med tidspress og småproblemer med kameraet resulterte i at vi delvis bommet på linje 1A.

Billedkvaliteten var tilfredsstillende for såvel farvediasene (Kodak EPR) som for sort/hvit bildene (Ilford FP4). Oppløseligheten var i alle fall så pass god at våre egne fotspor var lett gjenkjennelige. De rødmalte stenene var alle godt synlige på farvediasene, selv om de minste ikke var større enn 5 x 5 cm. De lot seg vanskeligere registrere på sort/hvit bildene.

Den valgte flyhøyde på 100 m ga med en 38 mm linse en billedmålestokk på ca. 1:2500. Siden skadene noen steder var avgrenset til 1 m<sup>2</sup> på bakken hadde det vært gunstig å gå lavere. Dette ville imidlertid medført en del økonomiske og praktiske problemer som øket filmforbruk og vanskeligheter med hastighet, filmfølsomhet og lukkertid.

Farveforskjeller mellom frisk og død vegetasjon var vanligvis lett å se. Der det var skade på bakken, kunne det normalt registreres på farvedias, i ovennevnte målestokk. Noen nøyaktigere beskrivelse av skadens art og omfang var det vanskelig å gi så lenge det dreiet seg om såpass små ødeleggelser.

Rapporten gir ikke mulighet for trykking av farvebilder så det kan ikke her vises eksempler fra farveopptakene. De ligger arkivert hos forfatteren. En del av et sort/hvit opptak er vist på fig. 4.

Infrarød farvefilm kunne bare skaffes i 135-format så den ble kun testet ved noen spredte skråopptak med småbildekamera. Oppløseligheten er derefter, men IR-filmen er, som vist på fig. 18 og 19, svært godt egnet til registrering av den type skader som rapporten omhandler. Utbredelsen av sot omkring seismikk-kraterene kommer spesielt godt frem. De to figurene 18 og 19 er sort/hvit kopier basert på IR-farveopptak, originalene er noe bedre.

Fig. 18.  
IR-opptak av  
seismikklinjen syd  
for Kolfjellet.  
Foto mot Kapp  
Morton mot V.



Fig. 19.  
IR-opptak av noen  
skuddpunkter øst  
for Kapp Morton.



En lavtflyvning med IR-farvefilm og flykamera vil utvilsomt være den beste metoden for en rask og sikker påvisning av skader på vegetasjon og terreng. Større filmformat vil med samme eller bedre oppløselighet dekke en bredere sone langs seismikklinjene. Det blir følgelig enklere å treffe linjene uten at de først er detaljoppmerket på bakken. Metoden er imidlertid svært kostbar sammenlignet med mellomformatopptak fra helikopter. Med egnet kameraoppheng på helikopteret, bruk av IR-fargefilm (om det kan skaffes) og effektivere rutiner under fotograferingen, er det grunn til å tro at 6 x 6 opptak vil gi tilfredstillende resultater. Når økonomi tas i betraktning, kommer denne metoden sannsynligvis best ut. Det forutsetter imidlertid at linjene kan følges fra luften. Dette kan løses ved at det blir lagt ut tydelige signaler på bakken mens seismikken skytes.

#### 8.6. OPPSUMMERING

Terrengskader forårsaket av seismiske undersøkelser i Berzeliusdalen er registrert og vurdert med hensyn på erosjon, 370 skuddpunkter er undersøkt. Skadene består stort sett av mindre sår i overflaten avgrenset til en diameter på 1 - 1,5 m omkring skuddpunktene. Omfang og grad av skade fremgår av fig. 10. Sprengningene har stort sett bare påvirket vegetasjonen, og kun på tre steder er det påvist begynnende erosjon i jorddekket. Ytterligere 12 punkter kan forårsake erosjon senere (fig. 10).

Fotografering med farvedias (Kodak EPR) i mellomformatkamera (6 x 6) kunne anvendes til registrering av skadene, men IR-film ville gitt bedre resultat. Sort/hvit negativ film var mindre egnet.

Skulle det være aktuelt å skyte seismikk på tilsvarende måte senere, kan erfaringer fra denne undersøkelsen benyttes til å forutsi skader i ulikt terreng og på ulikt overflatemateriale. Kwartærgeologiske informasjoner og bruk av flyfoto kan utnyttes for å legge seismikklinjene på en slik måte at skader minskes eller unngås.

## 8.7. LITTERATURLISTE

- Hjelle, A. Lauritzen, Ø., Salvigsen, O. & Winsnes, T.S. 1986.  
Geological map of Svalbard 1:100 000. Sheet B10 G Van  
Mijenfjorden. Nor. Polarinst. Temakart nr. 2.
- Liestøl, O. 1977. Pingos, springs and permafrost in  
Spitsbergen. Nor. Polarinst. Årbok 1975. 7-29.





## KAPITTEL 9

### LYD (STØY) OG VIBRASJONSnivå I ISBJØRNHI SOM FØLGE AV PETROLEUMSRELATERT VIRKSOMHET

av

Arnoldus Schytte Blix

Avdeling for Arktisk Biologi  
Universitetet i Tromsø  
9001 Tromsø



## FORORD

Feltdelen av denne undersøkelsen ble utført i Prudhoe Bay, Alaska, i samarbeid med J.W. Lentfer, og med økonomisk støtte fra Alaska Department of Fish & Game.

Forfatteren takker G. Guttulsrud og R. Jonsson, Senter for Industrieforskning, for utlån og opplæring i bruk av utstyr.

Tromsø, 1.1.87

Arnoldus Schytte Blix  
Professor, dr. philos.



## 9.1 INNLEDNING

Både i Alaska og på Svalbard utføres, eller planlegges det petrokjemisk utforskning og utvikling i noen av isbjørnens viktigste hi-områder, nettopp i den tiden isbjørnen ligger i hi.

Bare drektige binner ligger i vinterhi i lange perioder. De fleste hi er funnet på land eller på landfast is. Hiene lages i Alaska i slutten av oktober og begynnelsen av november, og ungene blir født i desember og begynnelsen av januar. Ved fødselen veier ungene mindre enn ett kilo og er meget dårlig isolert. Hi, som bidrar med et miljø med temperaturer omkring frysepunktet selv om omgivelsestemperaturen er  $-45^{\circ}\text{C}$ , er helt essensiell for ungenes overlevelse inntil bjørnene bryter ut i slutten av mars og begynnelsen av april (Blix & Lentfer, 1979. 236: R67-R74).

Isbjørner i hi er spesielt sensitive til forstyrrelser, og det hevdes at de er lette å skremme vekk fra hi. Likevel tillates nu petrokjemisk virksomhet i potensielle hiområder uten at det er foretatt målinger i hi av støy og vibrasjon fra seismisk aktivitet, "drilling" eller relatert virksomhet (transport etc.). Dette arbeidet ble følgelig gjennomført for å tilveiebringe slik kunnskap, for derved å kunne vurdere biologiske konsekvenser av pågående virksomhet.

## 9.2 METODER

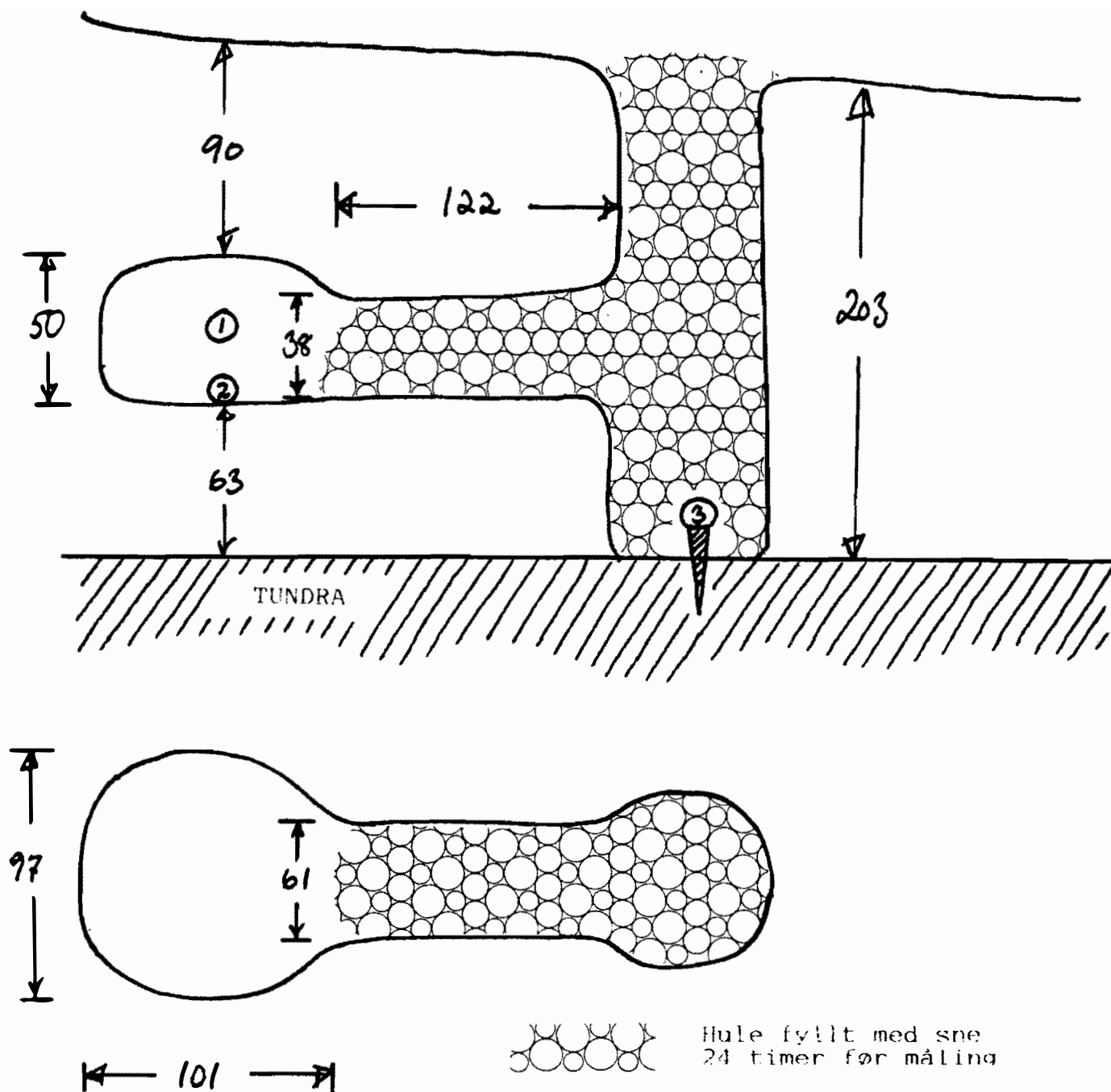
Denne undersøkelsen ble utført i perioden 30. mars - 5. april, i Prudhoe Bay området i Alaska, USA, hvor kunstige hi av typisk størrelse og utforming (fig. 1) ble gravet på typiske steder. Hiet ble dernest instrumentert med en mikrofon (målepunkt 1, fig. 1) og et akselerometer (på gulvet i hiet, hvor det nesten umiddelbart frøs fast, målepunkt 2, fig. 1). I et enkelt tilfelle ble også et akselerometer festet med standard feste-skrue til jernkile, som på forhånd var drevet ned i tundraen under hiet og frosset fast ved tilførsel av vann (målepunkt 3, fig. 1).

Nødvendige ledninger ble så ført ut gjennom hiåpningen, vanligvis til et oppvarmet US-army telt, men i noen tilfeller til en bil eller et helikopter. Inngangen til hiet ble så fylt med sne (som angitt i fig. 1). Omgivelsestemperaturen varierte mellom  $-36^{\circ}\text{C}$  og  $-25^{\circ}\text{C}$ , ofte med vind opp til 15 m/sek. hvilket medførte at sneen i hi-åpningen meget raskt konsoliderte.

Når instrumentoperatøren var avskåret fra å følge begivenhetene (utenfor teltet) sto han i kontakt med en observatør ved hjelp av "walky-talky".

I et enkelt tilfelle ble et akselerometer frosset fast til sjøis, og i et annet enkelt tilfelle til en 60 cm dyp snefonn over havis.

Omgivelsestemperaturen i Prudhoe Bay området er vedvarende lav vinteren igjennom, og fuktigheten er likeledes lav vinteren igjennom. Likeledes er luftfuktigheten lav. Dette kombinert med hyppig vind gjør at sneen i området er ensartet hård, med lite vanninnhold. Snetettheten i området er tidligere studert av Blix & Lentfer (1979) Am. J. Physiol. 236: R67-R74.



FIGUR 1.

STANDARD (KUNSTIG) ISBJØRNHI (mål i cm.)



Følgende registreringsutstyr ble benyttet:

Bruel & Kjør Pulse Precision Sound Level Meter (2 stk),  
Type 2204, med Condenser Microphone Cartridge, Type 4145,  
med 10 meter forlengerkabel.

Bruel & Kjør Vibration Meter (2 stk), Type 2511,  
med akselerometre, Type 4370 (2 stk) og Type 8306 (2 stk).

Alle data ble samlet på en:

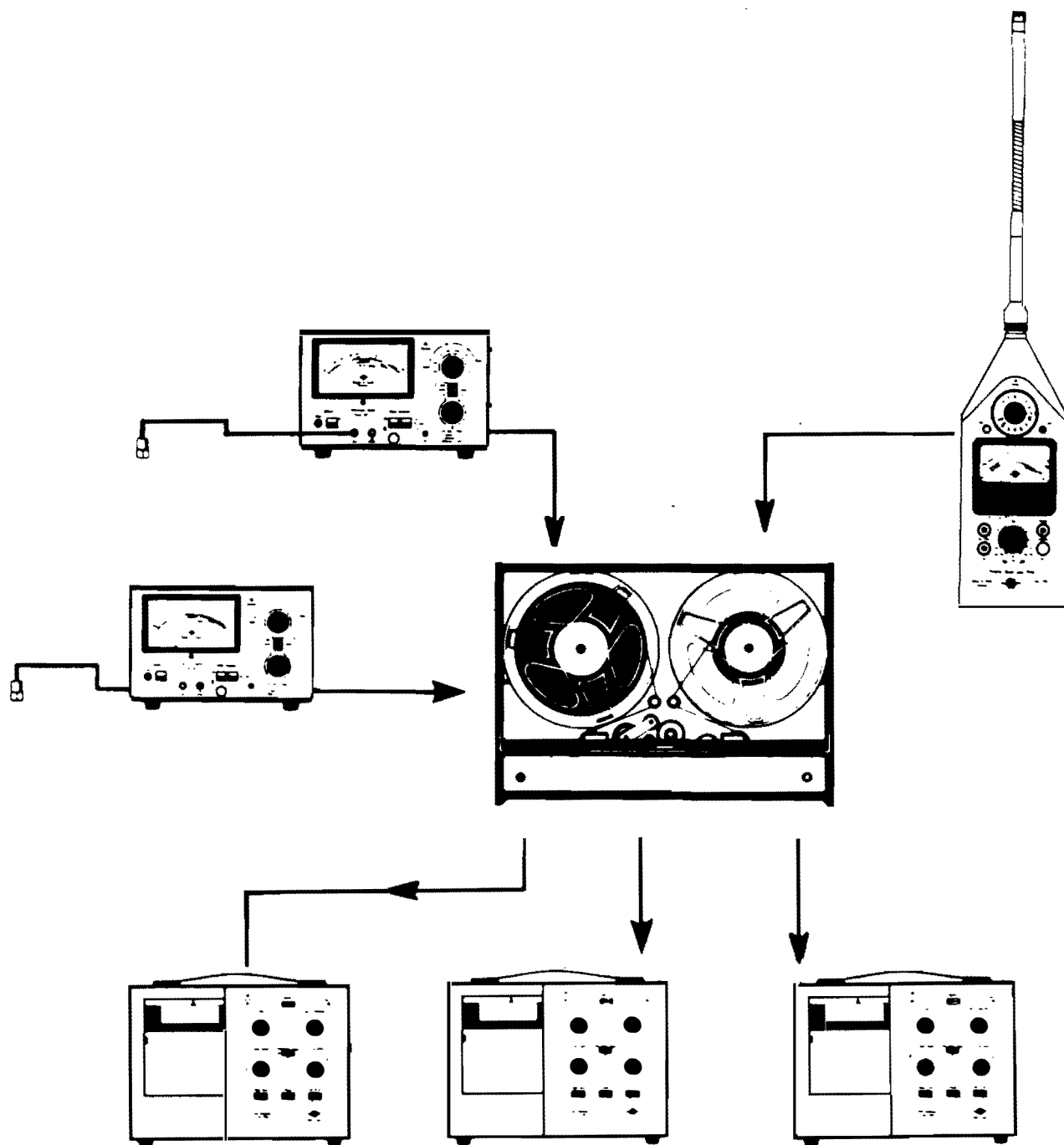
Bruel & Kjør Four Channel Tape Recorder, Type 7005, med two channel  
comander unit ZM 0054 og FM unit ZM 0053, som muliggjorde  
registrering på 3 kanaler, samtidig med at informasjonen kunne  
dikteres.

Data ble senere skrevet ut ved samtidig bruk av 3 stk:

Bruel & Kjør Level Recorder, Type 2306.

Oppstillingen av utstyret var som angitt i FIG. 2.

Kalibrering av lydmåler ble foretatt før og etter hver måling  
ved hjelp av Bruel & Kjør Akustisk Kalibrator, Type 4230.  
Akselerometrene ble elektronisk kalibrert før og etter hver  
måling, og var før avreise kalibrert og tilpasset et bestemt  
vibrasjonsmeter ved Senter for Industrieforskning (SI) ved bruk  
av Bruel & Kjør Vibration Exciter rystebord, Type 4809, med et  
Bruel & Kjør Reference Normal Accelerometer, Type 8305S  
tilkoblet en Bruel & Kjør Conditioning Amplifier, Type 2626.



FIGUR 2.

OPPSTILLING AV UTSTYRET

### 9.3 FORSØKSPROTOKOLL

#### 9.3.1 SEISMIKK PÅ LAND (I)

Et standard isbjørnhi (fig. 1) ble (av hensyn til sneforholdene) anlagt i en avstand av 65 m fra en på forhånd oppmerket seismikklinje på fastlandet. Registreringer ble foretatt av lydnivå (målepunkt 1, fig. 1) og vibrasjonsnivå i den underliggende tundra (målepunkt 3, fig. 1).

Seismikkundersøkelsene i Prudhoe Bay området, hvor terrenget er relativt flatt, er basert på bruk av såkalte vibratorer. Disse består av store beltegående kjøretøyer utstyrt med en underhengende stålplate med areal 3132 sq. in. og en vekt av 28.000 pounds. Denne "slår" mot underlaget (i dette tilfellet sne) med en frekvens av (i dette tilfellet) 20-30 Hz (peak power) i 5 sekunder. Derefter flytter kjøretøyet seg 15 meter og vibrerer igjen, langs en på forhånd avmerket linje. Det "skytes" således hvert 20 sekund. I denne undersøkelsen blev det benyttet 4 stk. VIBROSEIS (Geophysical Prospecting System) med Model TK-2 vibratorer. Alle fire vibrerte samtidig og samlet lengde på "vogntoget" var 50 meter. Den energien vibratoren overfører er meget betydelig (ca. 180.000 ft.lbs). Se forøvrig APPENDIX I.

Ved kontinuerlig å registrere lyd og vibrasjon eftersom vibratorene nærmet seg var det mulig å relatere begge parametre til avstanden fra "eksplosjonen". I tillegg til ovennevnte målinger ble det foretatt måling av lydnivået (i friluft) i en avstand av 3 m fra 4 stk. aktive VIBROSEIS.

### 9.3.2 SEISMIKK PÅ LAND (II)

Et standard isbjørnhi (Fig. 1) ble anlagt på ny lokalitet som tillot en minsteavstand til seismikk-linjen av bare 18 meter. Det ble foretatt målinger av lydnivå (målepunkt 1, fig. 1) og vibrasjon (målepunkt 2, fig. 1).

### 9.3.3 SEISMIKK PÅ SJØIS

I Prudhoe Bay området foregår det en betydelig seismisk aktivitet på sjøis. Denne er i varierende grad dekket av sne av samme type som på fastlandet. Det var ikke mulig å finne sne-dybder av en størrelsesorden som tillot bygging av standard isbjørnhi i tilstrekkelig nærhet av de prosjekterte seismikk-linjene i området. Det ble imidler tid foretatt målinger av vibrasjonsnivået på toppen av en 60 cm høy naturlig snefonn på 1.4 meter tykk sammenhengende og landfast sjøis over 1.8 meter vann.

### 9.3.4 BORERIGG

Et standard isbjørnhi (fig. 1) ble anlagt i en avstand av 30 meter fra en Prudhoe Bay standard borerigg. Det ble foretatt målinger av lydnivå (målepunkt 1, fig. 1) og vibrasjon (målepunkt 2, fig. 1).

#### 9.3.5 HELIKOPTERSTØY

Samme hi som benyttet under punkt 9.3.4 (BORERIGG) ble benyttet til måling av lyd og vibrasjonsnivå som følge av at et helikopter var plassert på sneen, 3 meter fra hiet, med rotoren i gang og "full throttle" før "take off". Det ble også foretatt måling av lydnivået i fritluft 3 meter fra helikopteret i samme situasjon.

#### 9.3.6 ANLEGGSSVEI PÅ LAND

Et standard isbjørnhi (fig. 1) ble anlagt i en avstand av 75 meter fra en grusvei, hvorpå det passerte en rekke spesial-lastebiler, hver med en samlet vekt (lastet) på 80 tonn. Grusveien var "oppkjørt" med en rekke hull, og lastebilene passerte med en hastighet av 30-40 km/t. Det ble foretatt målinger av lydnivå (målepunkt 1, fig. 1) og vibrasjon (målepunkt 2, fig. 1).

#### 9.3.7 ANLEGGSSVEI PÅ SJØIS

I Prudhoe Bay området anlegges kunstige grusøer som fundament for borerigger, ved at man efter å ha skåret et (meget stort) hull i isen fyller i en (enorm) mengde grus. Således anlegges (brøytes) det vei for samme type lastebiler som nevnt under punkt 9.3.6 (Anleggsvei på land), ut til øene. Det var ikke mulig å finne snedybder av en størrelsesorden som tillot bygging av standard isbjørnhi i tilstrekkelig nærhet av noen anleggsvei. Det ble imidlertid foretatt målinger av vibrasjonsnivået på isoverflaten i en avstand av 2 meter fra "veien" ved hjelp av et akselerometer som var frosset fast til isen.

#### 9.4 MÅLERESULTATER

Alle lydnivåer er angitt i dB (lin.) og alle vibrasjonsnivåer i g ( $9.81 \text{ m/sek}^2$ ) - RMS.

##### 9.4.1 SEISMIKK PÅ LAND (I)

a. Lydnivå (målepunkt 1, fig. 1):

Avstand 530 meter: 24-32 dB (kontinuerlig).

Avstand 300 meter: 20-30 dB (kontinuerlig).

Avstand 100 meter: 20-28 dB, økende til 40 dB i "skudd".

Avstand 65 meter: 32-48 dB (variasjonene skyldes støy forbundet med forflytning av vibratorene) økende til 70 dB i "skudd".

b. Vibrasjonsnivå (målepunkt 2, fig. 1):

Avstand 530 meter: ikke målbar.

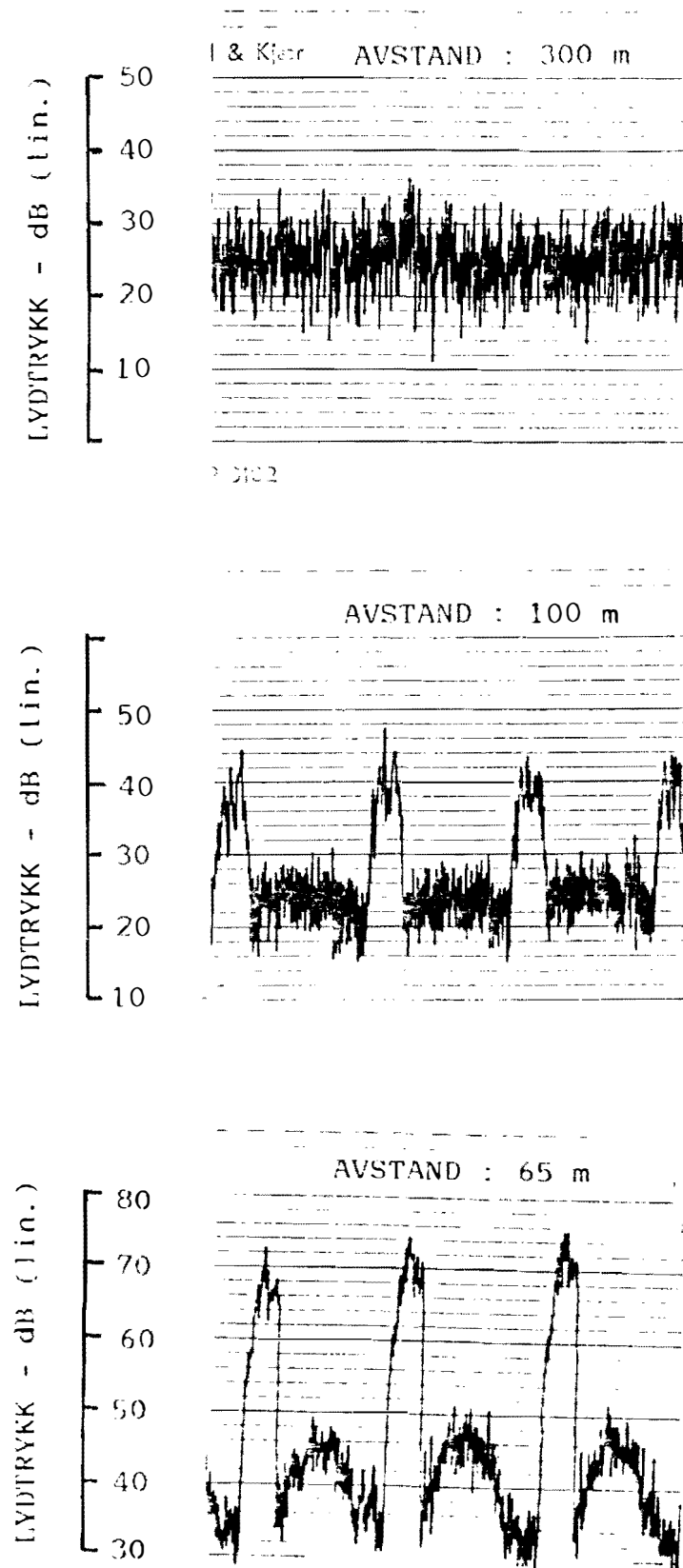
Avstand 300 meter: ikke målbar.

Avstand 100 meter: 0.001 g i "skudd", ellers ikke målbart.

Avstand 65 meter: 0.006 g i "skudd", ellers ikke målbart.

Registreringer fra typiske perioder er gjengitt i Figurene 3 (Lydnivå) og 4 (Vibrasjonsnivå).

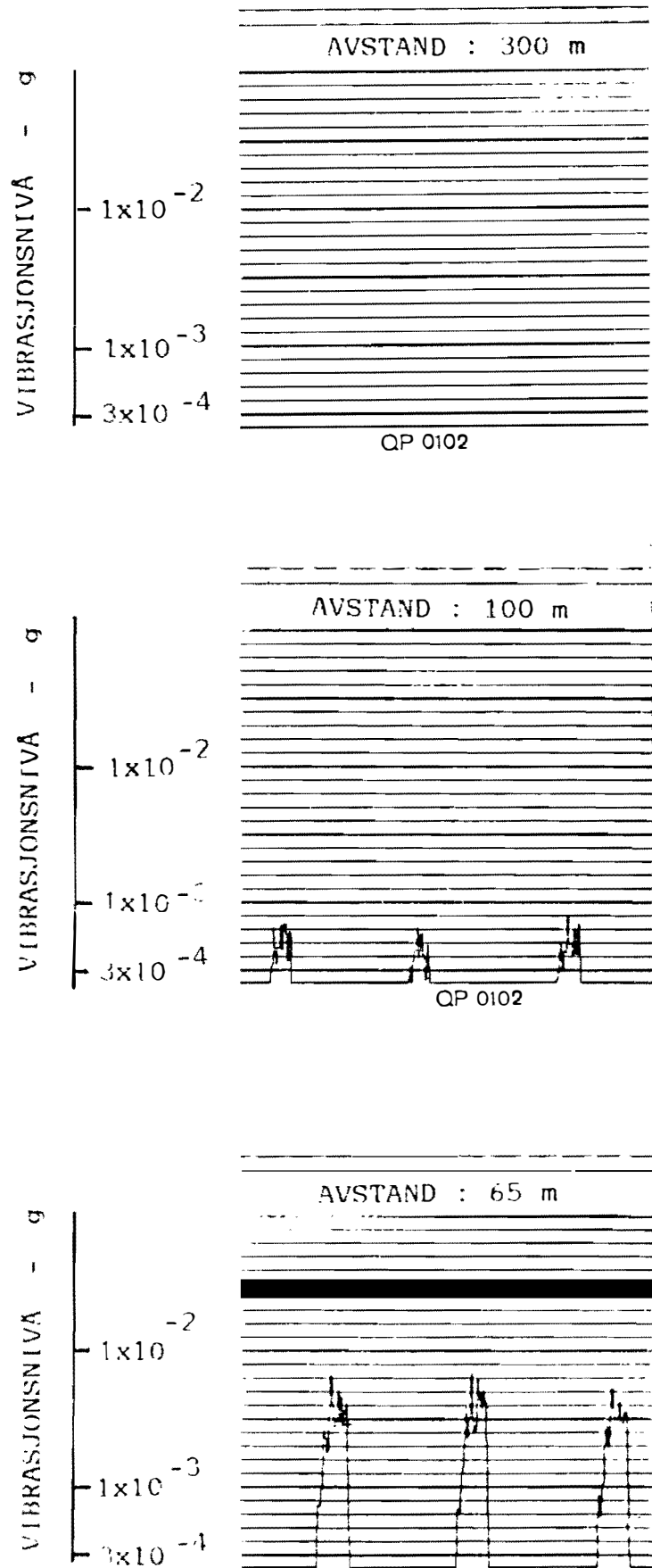
LYDTRYKKET I STANDARD ISBJØRNIH I UNDER AVFYRING AV EN  
SERIE SEISMISKE "EKSPLOSJONER" I VARIERENDE AVSTAND  
FRA HJET.



FIGUR 3

VIBRASJONSNIVÅET PÅ SNEGULVET I STANDARD ISBJØRNHIT  
UNDER AVFYRING AV EN SERIE SEISMISKE "EKSPLOSIONER"  
I VARIERENDE AVSTAND FRA HIFT. MÅLINGER SYNKRONT MED  
LYDTRYKSMÅLINGENE VIST I FIG. 3.

FIGUR 4



Papir hast. 1 mm/sek.



c. Vibrasjonsnivå (målepunkt 3, fig. 1):

Avstand 530 meter: ikke målbar.  
 Avstand 300 meter: ikke målbar.  
 Avstand 100 meter: 0.0003 g i "skudd", ellers ikke målbar.  
 Avstand 65 meter: 0.02 g i "skudd" og i intervallene  
 mellom hvert "skudd": 0.0002 g.

LYDNIVÅ I FRILUFT 3 METER FRA VIBRATOR (4 stk):

- i intervall mellom "skudd": 85-90 dB (kontinuerlig).
- maksimalverdi under "skudd": 103 dB.

#### 9.4.2 SEISMIKK PÅ LAND (II)

Både lyd og vibrasjonsregistreringene hadde samme karakteristika som i punkt 9.3.1 (Seismikk på land - I).

a. Lydnivå (målepunkt 1, fig. 1):

Avstand 530 meter: 32-42 dB (kontinuerlig).  
 Avstand 300 meter: 36-46 dB (kontinuerlig).  
 Avstand 140 meter: 36-46 dB (kontinuerlig). Første antydning  
 til "skudd": 50 dB (peak).  
 Avstand 65 meter: 36-46 dB, økende til 58 dB i "skudd".  
 Avstand 30 meter: 40-48 dB, økende til 68 dB i "skudd".  
 Avstand 18 meter: 58-60 dB, økende til 78 dB i "skudd".

b. Vibrasjonsnivå (målepunkt 2, fig. 1):

Avstand 530 meter: ikke målbar.  
 Avstand 300 meter: 0.003 g, økende til 0.004 g i "skudd".  
 Avstand 65 meter: 0.003 g, økende til 0.1 g i "skudd".  
 Avstand 30 meter: 0.02 g, økende til 1.0 g i "skudd".  
 Avstand 18 meter: 0.39 g, økende til 1.0 g i "skudd".

#### 9.4.3 SEISMIKK PÅ SJØIS

a. Vibrasjonsnivå på sne over "flytende" sjøis:

Det var ikke målbare vibrasjoner i intervallene mellom hvert "skudd". De angitte verdiene angir nivået i "skuddene".

Avstand 700 meter: 0.0001 g  
 Avstand 500 meter: 0.0003 g  
 Avstand 300 meter: 0.0006 g  
 Avstand 200 meter: 0.002 g  
 Avstand 100 meter: 0.003 g  
 Avstand 10 meter: 0.025 g

#### 9.4.4 BORERIGG

Det ble utført målinger i to situasjoner:  
skifting av borekjerne og aktiv "drilling".

a. Lydnivå (målepunkt 1, fig. 1):

Skifting av borekjerne: 36-42 dB (kontinuerlig).

Aktiv "drilling" : 36-42 dB (kontinuerlig).

b. Vibrasjonsnivå (målepunkt 2, fig. 1):

Skifting av borekjerne: 0.008 - 0.013 g (kontinuerlig).

Aktiv "drilling" : 0.006 - 0.016 g (kontinuerlig).

#### 9.4.5 HELIKOPTERSTØY

Lydnivå (målepunkt 1, fig. 1): 76-78 dB (kontinuerlig).

Vibrasjonsnivå (målepunkt 2, fig. 1):

1.585 - 2.513 g (kontinuerlig).

Lydnivå i friluft i en avstand av 3 meter fra helikoperet:

114 - 116 dB (kontinuerlig).

#### 9.4.6 ANLEGGSSVEI PÅ LAND

##### a. Lydnivå (målepunkt 1, fig. 1)

- avstand til kjøretøy:

500 meter: 10-20 dB

300 meter: 10-20 dB

200 meter: 15-20 dB

75 meter: 26-30 dB

Bakgrunnsnivå (lunch-pause, ingen trafikk): 0-15 dB.

##### b. Vibrasjonsnivå (målepunkt 2, fig. 1)

- kun målbart med kjøretøy i minste avstand:

75 meter: 0.001 g.

#### 9.4.7 ANLEGGSSVEI PÅ SJØIS

##### a. Lydnivå: (ikke utført).

##### b. Vibrasjonsnivå (direkte på sjøis - friluft):

- ikke målbart før kjøretøyene kom nærmere enn 100 meter.

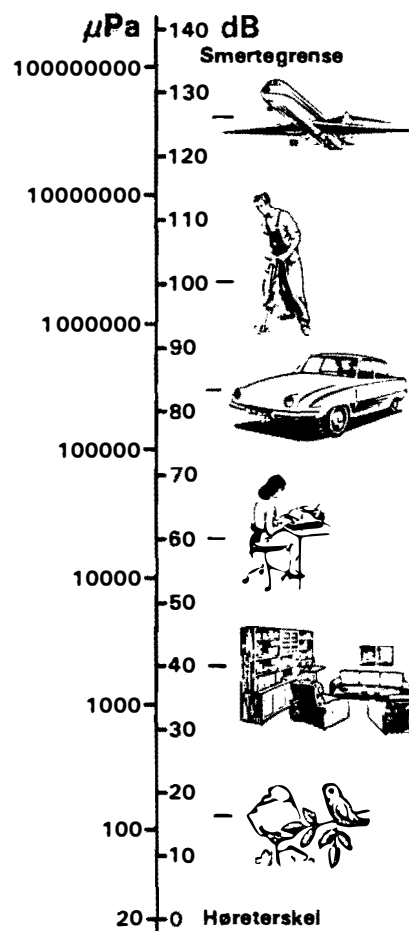
- høyeste målte verdi idet 80 tonn lastebil passerte på

5 meter avstand i en hastighet av ca 80 km/time: 0.51 g.

## 9.5 KOMMENTARER TIL MÅLERESULTATENE

Denne undersøkelsen har vist at sne, slik man finner den i typiske tørr-kulde områder i Arktis, demper lyd meget godt. Dette er særlig tydelig demonstrert ved at et støynivå på 115 dB fra et helikopter ble redusert til 77 dB i et isbjørnhi med mindre enn en meter snedekning, bare 3 meter borte. Det er i denne sammenheng viktig å være oppmerksom på decibel-skalaens eksponensielle forløp. I figur 5 er denne skalaen relatert til kjente og vanlige lydkilder. Det viste seg forøvrig at det av de studerte situasjonene, foruten ovennevnte helikopter, bare var land-seismikk nærmere enn 100 meter som ga lyd- nivåer mer enn 10-15 dB over bakgrunnsverdien i hiet.

Imidlertid, de fleste vil ha personlige erfaringer med at en hører lyder i umiddelbar nærhet av en hule i tørr sne meget godt. Overensstemmende med dette var det tydelig at "bakgrunns-støy-nivået" i hiene var meget påvirkelig av vind. Under punkt 9.3.6 (Anleggsvei på land) var det f.eks. helt vindstille. Det ble da registrert en "bak- grunns-støy" (varierende) i området 0-15 dB. Under punkt 9.3.2 (Seismikk på land - II) var det derimot relativt sterk, men varierende, vind. Det ble da målt "bakgrunns-verdier" helt opp mot 50 dB, til tross for at det overhodet ikke fantes virksomhet eller støykilder innenfor en omkrets på mer enn 1 km. Det er således klart at isbjørnen, som følge av varierende vind, vil oppleve et nokså varierende støynivå i løpet av sin hiperiode.



FIGUR 5 ANGIVELSE AV LYDTRYKK I RELASJON TIL KJENTE LYDKILDER

Denne undersøkelsen har også vist at sne av den type som her er studert er en effektiv "absorbator" av vibrasjon. Det var bare 80-tonn lastebiler i 70-80 km/t hastighet på få meters avstand over sjøis, land-seismikk nærmere enn 50 meter og det ovenfor meget omtalte helikopteret, som ga vibrasjoner med en intensitet over 0.1 g.

En vurdering av de biologiske effektene av vibrasjon kan imidlertid ikke ensidig baseres på g-verdiene, da utslaget (displacement) er relatert til vibrasjonsfrekvensen. F.eks. er vibrasjoner på 0.1 g lett følbare ved 10 Hz, men neppe følbare ved 30 Hz. På den annen side er vibrasjonene på 1.0 g lett følbare uansett frekvens (personlig følt).

Frekvens-spekteret til den i Alaska benyttede seismikk er gradert og ikke tilgjengelig, men det opplyses at "power output" er størst ved 30 Hz. Det indikerer at bare de verste "nærkamp-situasjonene" vil være følbare for en isbjørn i hi.

## 9.6 KONKLUSJON

Tørr sne er en meget effektiv demper av både lyd og vibrasjon, og det er lite trolig at isbjørn i hi vil være berørt av noen form for petrokjemisk virksomhet, med mindre denne foregår nærmere enn 100 meter fra hiet.

## 9.7 OPPFØLGING - ANBEFALINGER

Det anbefales at det foretas 1 - 3 seismikk-sprengninger av vanlig anvendt type i representativt hi-område på Svalbard for å "kalibrere" seismikkdataene fra Alaska. Dette kan utføres i løpet av ett feltdøgn om helikopter stilles til rådighet.

Datamassen fra Alaska indikerer at støy og vibrasjonsnivået i isbjørn-hi i forbindelse med petroleumsrelatert virksomhet er meget lav, med mindre denne foregår i umiddelbar nærhet av hiet. Hvorvidt isbjørn vil reagere negativt på de lave støy- og vibrasjonsnivåene som ble målt kan bare undersøkes ved hjelp av hjertefrekvens telemetri på dyr i hi. Avdeling for Arktisk Biologi, UiTø, har utviklet metoder for dette formål.



## APPENDIX I

## VIBRATOR ENERGY OUTPUT

Recently, GSI has received several requests to provide information concerning the energy output of a single vibrator. Unfortunately, the total energy output of a vibrator is extremely difficult to calculate. Theoretical calculations indicate that the total output is dependent both upon the coupling of the pad to the ground and to the physical properties of the earth at a specific location. Thus, any measurement of an energy output would only apply to a specified area and it would be meaningless at another location. Even though the total energy may be unknown, it is possible to obtain a rough estimate of the maximum energy radiated by a vibrator.

Recent testing of vibrators at GSI's testing site in Sherman, Texas indicates that the average radiated power over a broad frequency range is approximately 20 horsepower. The peak power occurs between 20-30 Hz. and has been estimated at approximately 25 horsepower or equivalently 13.750 ft. lbs/s. Therefore, using the value of 13.750 ft. lbs/s for the maximum radiated power, the maximum energy output is easily obtained by simply multiplying this factor by the length of the sweep. Based on this criterion, Figure 1 shows the maximum energy output, vs. sweep length for a single vibrator.

At this point it is instructive to mention that the energy propagating away from the source, in the form of elastic waves, is partitioned in the following manner:

67% Rayleigh waves  
 7% Primary waves  
 26% Secondary waves

Of these three types of waves only the Rayleigh wave is a surface wave. Thus, when considering the effects of vibrator output on either structures or the surrounding habitat, the energy propagating in the form of body waves may be neglected. Figure 1 also shows the maximum energy traveling in the form of a Rayleigh wave vs. the sweep length of a single vibrator.

If it is assumed that the source of the seismic disturbance is located on the surface of a laterally isotropic medium, then the Rayleigh Wave would travel away from the source in an expanding circle where the radius of the circle is  $r=vt$ . Furthermore, if there were no energy losses due to friction, etc., then the conservation of energy principle would necessarily dictate that total energy of the expanding wavefront at any time would be constant.

It is relatively simple to show that the amplitude of a Rayleigh wave falls off as one over the square root of the distance traveled. If it is assumed that the energy density is proportional to the square of the amplitude it follows that the energy density of a Rayleigh wave falls off as one over the distance traveled i.e.,  $ED = 1/r$ . Figure 2 shows the energy density of a surface wave vs. the distance traveled.

The above discussion considered the energy output of a single vibrator. If several vibrators are used, the resulting Rayleigh wave will not propagate in a circular fashion but rather it will have a specific directivity pattern associated with it. This is of no consequence however since it is the maximum output to be considered. Therefore, if the output of several vibrators is to be considered, the resulting energy may be assumed to be derived from a point source, and thus the total energy is simply the addition of the outputs of the individual vibrators.

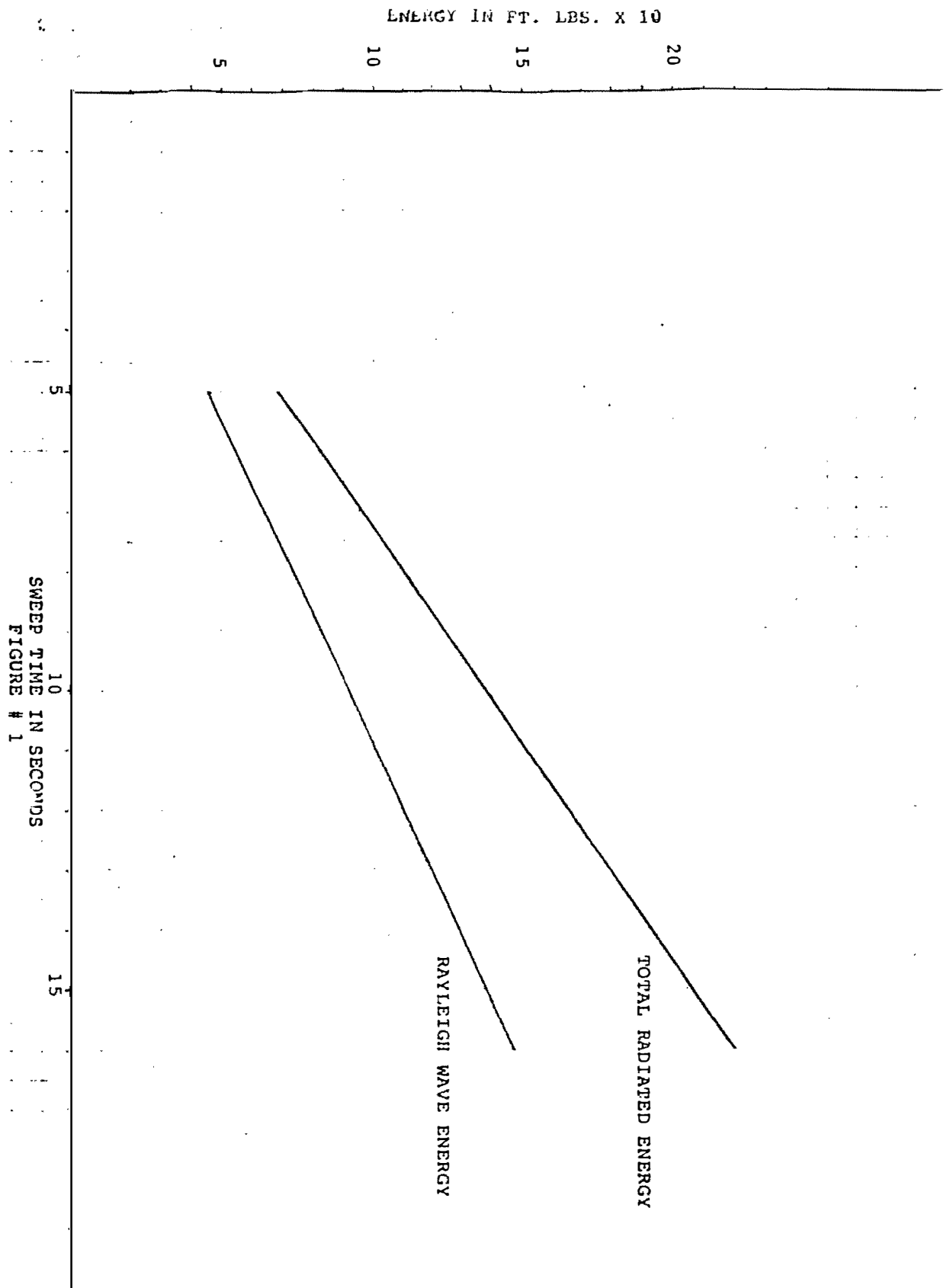


FIGURE #1

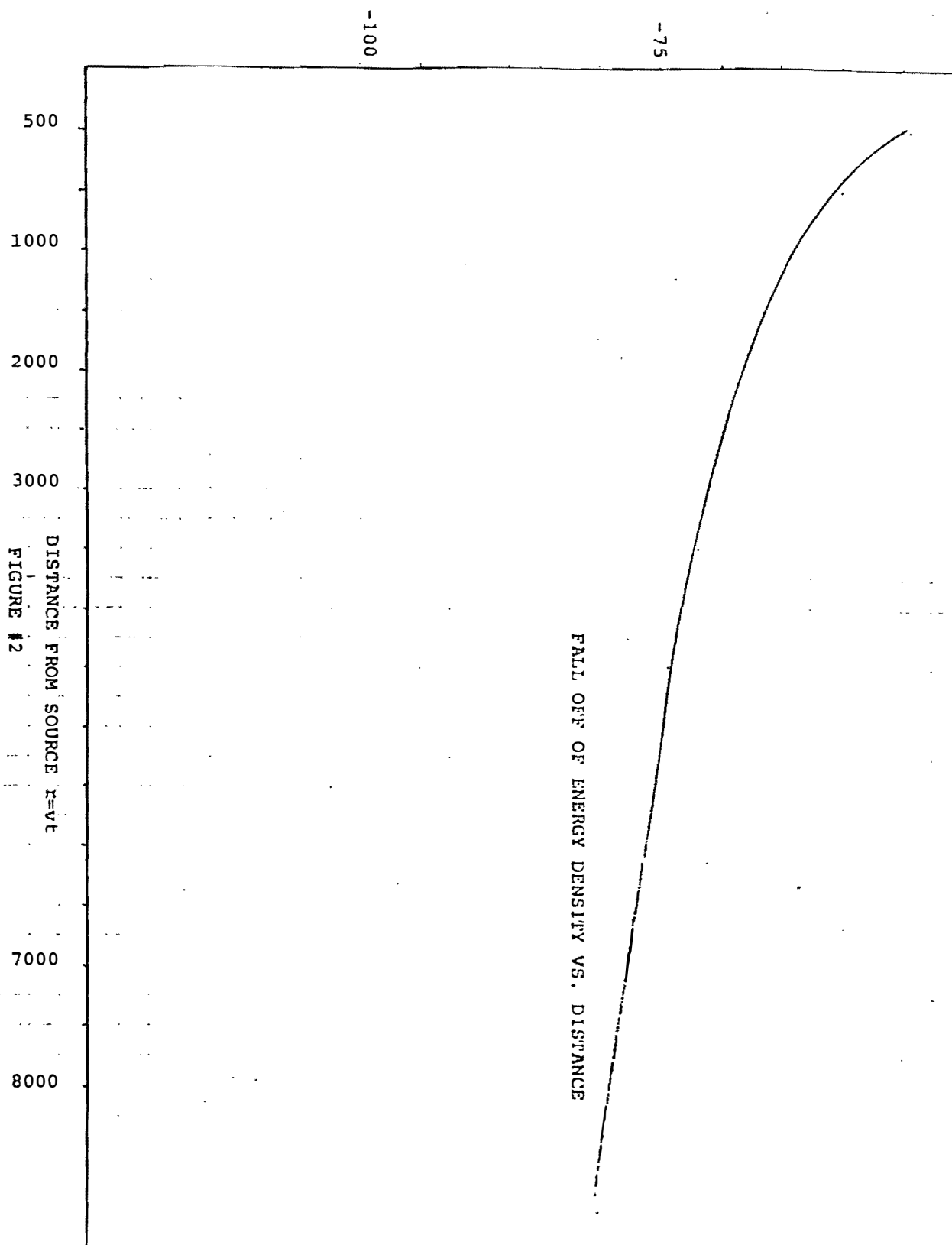
ENERGY DENSITY  $20 \text{ LOG } (1/r)$ 

FIGURE #2

