

NORSK POLARINSTITUTT

ÅRBOK
1966



NORSK POLARINSTITUTT
OSLO 1968

DET KONGELIGE DEPARTEMENT FOR INDUSTRI OG HÅNDVERK

NORSK POLARINSTITUTT

Middelthuns gate 29, Oslo, Norway

SALG AV BØKER

Bøkene selges gjennom bokhandlere,
eller bestilles direkte fra:

SALE OF BOOKS

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

UNIVERSITETSFORLAGET

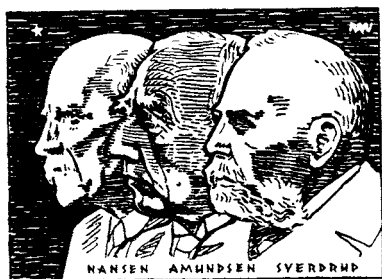
Postboks 307	16 Pall Mall	P. O. Box 142
Blindern, Oslo 3	London SW 1	Boston, Mass. 02113
Norway	England	USA

Publikasjonsliste, som også omfatter
land- og sjøkart, kan sendes på anmod-
ning.

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

NORSK POLARINSTITUTT

Å R B O K
1 9 6 6

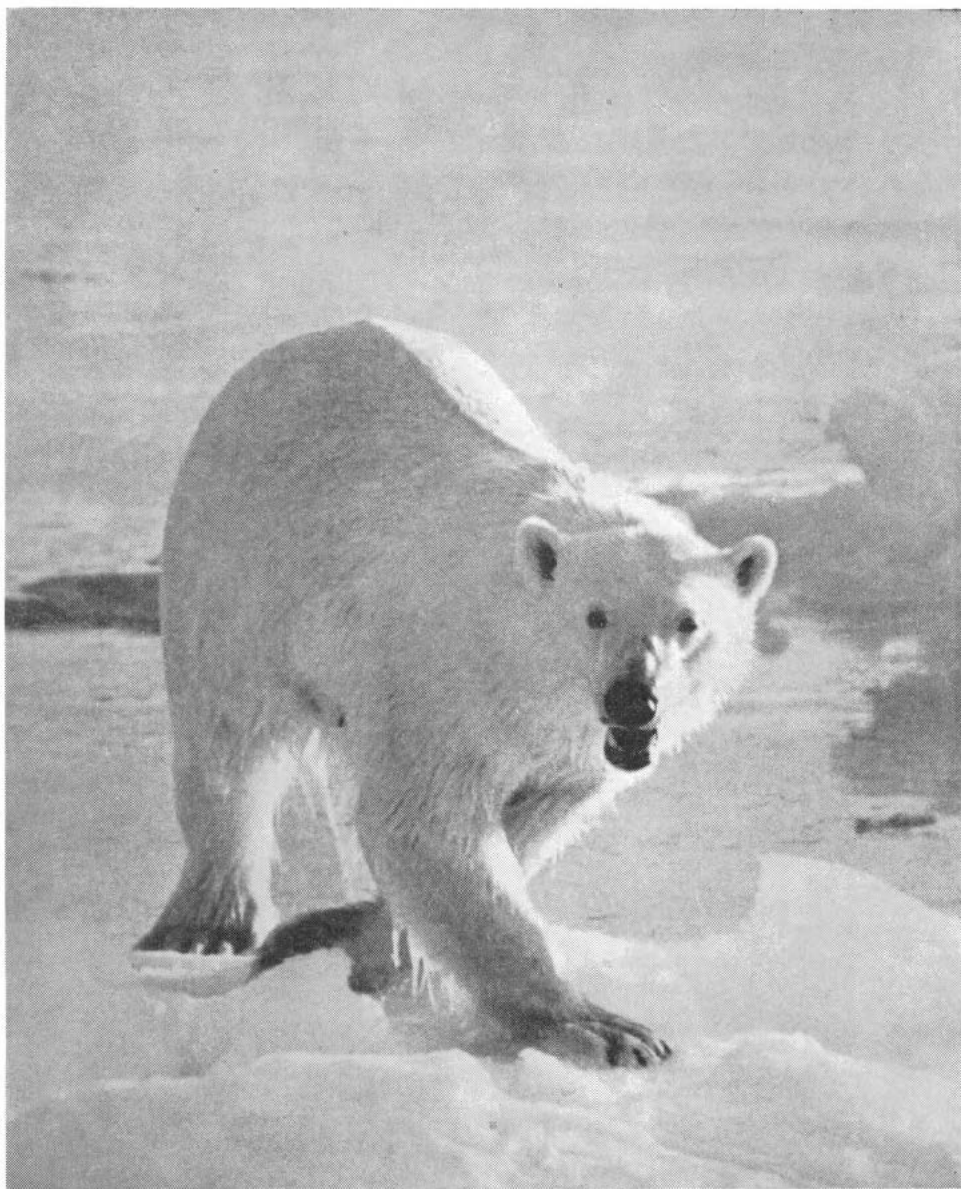


NORSK POLARINSTITUTT
OSLO 1968

Utgitt ved TORE GJELSVIK – direktør

Redigert av: ELI HOLMSEN

Trykt januar 1968



Isbjørn i Olgastretet, 1966

Foto: M. NORDERHAUG

Innholdsfortegnelse

FLOOD, BOYE: On the contact between the Hecla Hoek and the Culm, Vestspitsbergen.....	7
CUTBILL, J. L.: Carboniferous and Permian stratigraphy of Ny Friesland, Spitsbergen.....	12
WALLIS, ROGER H., W. BRIAN HARLAND, DAVID G. GEE, RODNEY A. GAYER: A scheme of petrographic nomenclature for some metamorphic rocks in Spitsbergen.....	25
BRYHNI, INGE: Comments on "A scheme of petrographic nomenclature".....	38
HOLMSEN, GUNNAR: Opplevelser på mine tre sommerekspedisjoner til "No Man's Land"....	48
KRUMSIEK, K., J. NAGEL, A. E. M. NAIRN: Record of palaeomagnetic measurements on some igneous rocks from the Isfjorden region, Spitsbergen.....	76
ORHEIM, OLAV: Surface snow metamorphosis on the Antarctic Plateau.....	84
LARSEN, THOR: Ecological investigations on the polar bear in Svalbard. A progress report....	92
HOLLIDAY, DOUGLAS W.: Basal sediments of the Nordenskiöldbreen Formation (Middle Carboniferous) on the southwest coast of Brøggerhalvøya, Spitsbergen.....	99
JOHNSON, G. LEONARD: Marine geology in the environs of Jan Mayen.....	105
— JAMES A. BALLARD, JERRY A. WATSON: Seismic studies of the Norwegian continental margin	112
HØEG, HELGE IRGENS: Karplanter fra Vestspitsbergen 1966.....	120
NORDERHAUG, MAGNAR: Iakttagelser over dyrelivet på Svalbard 1966.....	125
LIESTØL, OLAV: Bremålinger i Norge i 1966.....	132
HISDAL, VIDAR: The weather in Svalbard in 1966	138
GJELSVIK, TORE: Norsk Polarinstitutt's virksomhet i 1966	141
— The activities of Norsk Polarinstitutt in 1966. Extract of the annual report.	156
<i>Notiser:</i>	
NORDERHAUG, MAGNAR: Trekk av snøspurv (<i>Plectrophenax nivalis</i>) fra Svalbard til Kvitsjøen	162
BIRKENMAJER, KRZYSZTOF: Breeding place of Ivory Gull at Polakkfjellet revisited.....	164

On the contact between the Hecla Hoek and the Culm, Vestspitsbergen

A new observation

BY

BOYE FLOOD

Abstract

The observed contact reveals numerous channels and pockets in the Hecla Hoek basement filled by Culm sediments. The pre-Culm surface and the degree of weathering are briefly discussed.

While sampling stream sediments in an area north of Bellsund during the summer of 1966, a new locality revealing the contact relationship between the Hecla Hoek and the Culm was briefly examined.

The exact position of the locality is shown in Fig. 1, while the character of the contact itself is illustrated in Figs. 2 A and B.

The Lower Carboniferous Culm sediments on Vestspitsbergen are located along the west coast from Kongsfjorden to the Sørkapp area as well as in the district around Billefjorden. Their main extension is found on the peninsula between Isfjorden and Bellsund (Fig. 1).

The Culm sediments comprise a unit of varying thickness consisting of conglomerates, sandstones with some intercalations of Carbonaceous shales and thin coalseams. In the area in question the thickness is estimated to be approximately 1000 m (HOEL 1925).

Both the sedimentary features and plant fossils indicate a shallow water continental and littoral deposition (NATHORST 1910, HOLTEDAHL 1913, ORVIN 1940). The relation between the Culm on Vestspitsbergen and the Culm deposits of Britain and the Continent are more thoroughly dealt with by DINELEY (1958) and SIEDLECKI (1960).

The Culm sediments rest discordantly mainly on the Caledonized Hecla Hoek complex. In their more extreme north and south extensions they are also found discordantly upon the Devonian rocks folded during the Svalbardian phase. Along the peninsula between Isfjorden and Bellsund these sediments, with a basal quartz conglomerate a few metres thick, rest on various lithologies belonging to the Hecla Hoek complex (HJELLE 1962). However, its exact contact has only been observed in a few places.

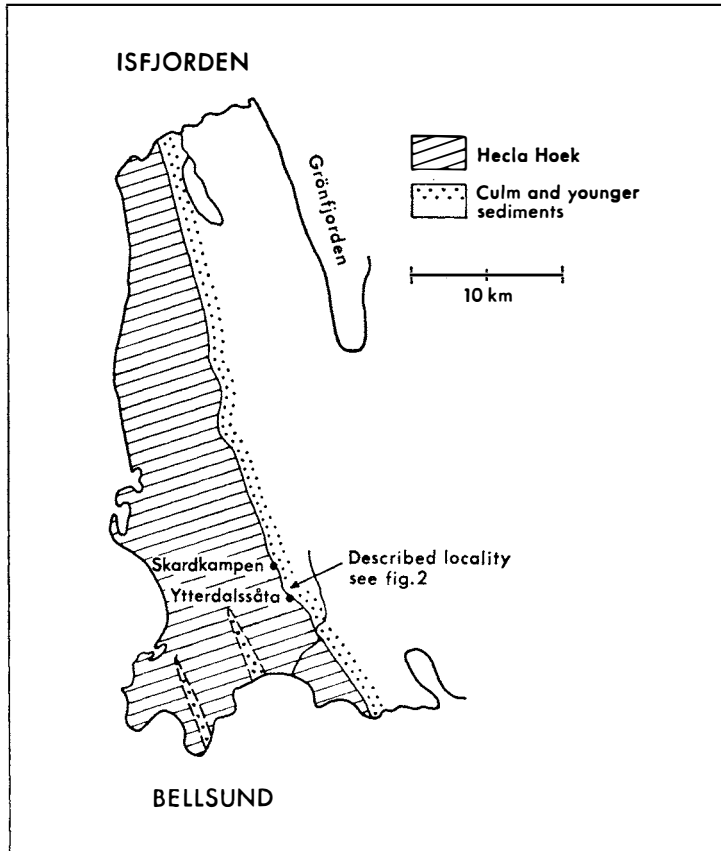


Fig. 1. Key map showing the situation of the described locality.

Both NATHORST (1910) and HOLTEDAHL (1913) have shown, from the Midterhuken and the south side of Isfjorden respectively, that the Hecla Hoek phyllites and the Culm conglomerate parallel each other. This is due to later compression and the lack of competence in the Hecla Hoek rocks at these localities. On the southwest shore of Hornsund SIEDLECKI (1960) describes a straight line contact with a marked angular unconformity on Hecla Hoek quartzitic rocks.

At the new locality described here the actual contact was found while walking eastwards up the small valley between the Ytterdalssåta and Skardkampen mountains. On the west side of the watershed another small valley extends very steeply towards the southeast. Along the crest at the head of this latter valley were found remnants of a basal layer of easterly dipping Culm conglomerates and sandstones (Fig. 2). The underlying rocks consist of strongly folded dolomitic limestones with a brownish yellow weathered surface. These rocks strike N-S to WNW-ESE with a steep dip to the SW. A correlation between these calcareous rocks and the Höferpynten series in Hornsund will be dealt with in a future paper.

At the foot of the valley blocks of various sizes from the contact zone were found. At a distance these blocks were first thought to consist of the limestone intruded

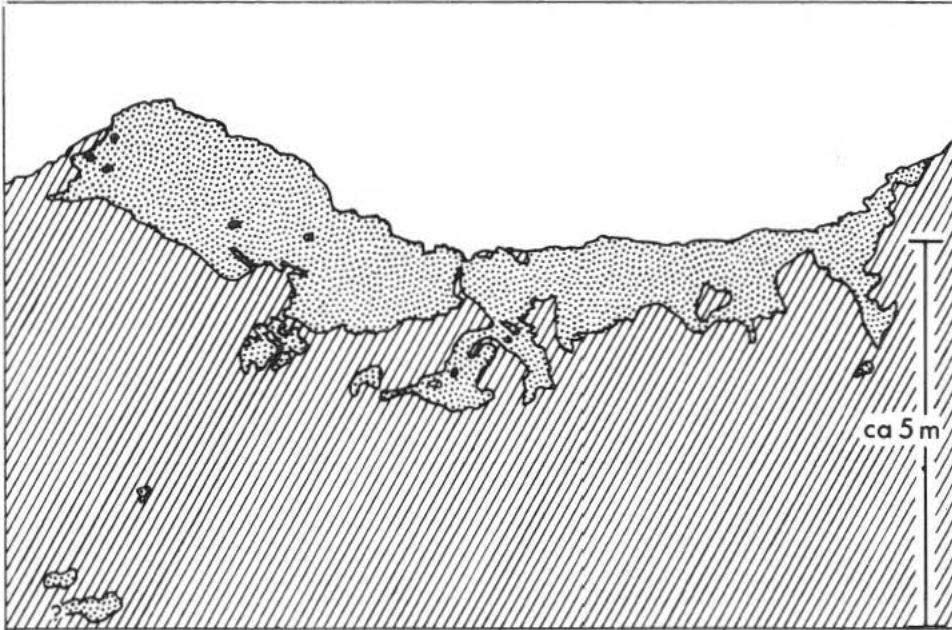


Fig. 2. A: Looking SE upon basal Culm (dotted) on Hecla Hoek limestone (hatched).



B: Same motif as A.

A and the contact lines on B are drawn from a colourslide. Note the Culm "pocket" in the lower left corner. Other and larger "pockets" are found 5-10 m below this motif.

by a coarse granitic rock. Closer observations, however, showed the "intruding sills and dykes" to consist of a quartz conglomerate, indeed a most confusing pattern. Within the conglomerate also "boulders" of the Hecla Hoek limestone were found. The latter contrasting conspicuously both due to the larger size and different lithology from the monomict quartz "bean-conglomerate".

The contact itself shows irregular channels and "pockets" filled with the Culm conglomerate and sandstone. These channels have primarily been dependent on the bedding-planes and joint-directions in the Hecla Hoek basement. Probably the position of the bedding-planes has been little altered since the deposition of the overlying Culm beds, the steep inclination in the Hecla Hoek being partly the cause of the extent of channelling. The lowermost cavities or "pockets" filled with Culm sediments were estimated 10–15 m below the main contact seen on Fig. 2.

This kind of channelled basement observed here should indicate water circulating from an already well planed surface, since no particular pattern seems to reveal any marked sloping surface. However, these observations are admitted to be too brief for any definite conclusion. The height of this plane above the sea level must have been at least the height from the deepest Culm-filled pocket to the main contact.

The peaks of limestone extending into the Culm conglomerate as well as the limestone boulders suspended in the latter indicate that circulating water was also acting upon the basement after the first Culm deposition. Possibly the first subsidence which caused this sedimentation was followed by a new elevation exposing to weathering processes both the newly deposited clastics as well as their basement. This is in agreement with DINELEY (1958) who says: "The basal Culm unconformity is probably one produced by slow thorough planation, during which the re-working of sediments would be effected perhaps several times".

The deposition of the Culm is thought to have taken place under warm and humid conditions. ORVIN (1940) ascribes much of the removal of easily soluble components such as iron oxides from these sediments to the action of humic acid. This is debated by DINELEY (1958) who states that unstable and soluble minerals are usually rare in orthoquartzitic sediments. As Carbonaceous strata constitute an extremely small fraction of the Culm he also doubts the influence of humic action as well.

However, the weathering of the limestone basement, which occurred prior to and, as suggested here, partly during the deposition of Culm, would probably result in some residual components of a Terra rossa kind. No signs of such were found neither in the deepest cavities or "pockets" nor along the main contact. This should suggest that the removal capacity was as strong before the deposition of the Culm as during it. In this respect this locality differs distinctly from some karst holes found in Ordovician limestones on Luciakammen in Hornsund (BIRKENMAJER 1964). These holes are filled with dark red arenaceous clay and probably also conglomerates with a red clayey matrix of possibly Lower Devonian age.

A more exact age for the formation of this contact is not yet obtained. Micro-

flora investigations from other parts of Vestspitsbergen show a varying age for the basal Culm layers from Tournaisian in the Billefjorden sandstones (PLAYFORD 1963) to probable Visean to lowermost Namurian in the Hornsund area (BIRKENMAJER and TURNAU 1962, SIEDLECKI and TURNAU 1964).

References

- BIRKENMAJER, K. & E. TURNAU, 1962: Lower Carboniferous age of the so-called Wijde Bay Series in Hornsund, Vestspitsbergen. *Norsk Polarinst. Årbok* 1961.
- 1964: Devonian, Carboniferous and Permian Formations of Hornsund, Vestspitsbergen. *Studia Geol. Polon.* **XI**.
- DINELEY, D. L., 1958: A review of the Carboniferous and Permian rocks of the west coast of Vestspitsbergen. *Norsk Geol. Tidsskr.* **38** (2).
- HJELLE, A., 1962: Contribution to the geology of the Hecla Hoek Formation in Nordenskiöld Land, Vestspitsbergen. *Norsk Polarinst. Årbok* 1961.
- HOEL, A., 1925: The Coal Deposits and Coal Mining of Svalbard (Spitsbergen and Bear Island). *Result. norske statsunderstøt. Spitsbergeneksp.* **I**. Nr. 6.
- HOLTEDAHL, O., 1913: Zur Kenntnis der Karbonablagerungen des westlichen Spitzbergens. II Allgemeine stratigraphische und tektonische Beobachtungen. *Vid. selsk. Skr., Mat.-Nat. Kl.* Nr. 23.
- NATHORST, A. G., 1910: Beiträge zur Geologie der Bären Insel, Spitzbergen und des König-Karl-Landes. *Bull. Geol. Instu. Univ. Upsala.* **10**.
- ORVIN, A. K., 1940: Outline of the Geological History of Spitsbergen. *Skr. Svalb. og Ishavet* Nr. 78.
- PLAYFORD, G., 1963: Lower Carboniferous microfloras of Spitsbergen. Pt. II. *Palaeontol.*, **5**, 3.
- SIEDLECKI, S., 1960: Culm beds of the SW coast of Hornsund, Vestspitsbergen (Preliminary Communication). *Studia Geol. Polon.* **IV**.
- & E. TURNAU, 1964: Palynological Investigations of Culm in the Area SW of Hornsund, Vestspitsbergen. *Studia Geol. Polon.* **XI**.

Carboniferous and Permian stratigraphy of Ny Friesland, Spitsbergen

BY

J. L. CUTBILL¹

Abstract

This paper describes the outcrops in northeast Vestspitsbergen of the Lower Carboniferous non-marine rocks of the Billefjorden Group and the Moscovian to Upper Permian marine rocks of the Gipsdalen and Tempelfjorden Groups. The area is on the edge of the late Palaeozoic sedimentary basins in central Vestspitsbergen and the sections are rather thinner. The sequence is very fossiliferous and the main fossil occurrences are noted.

Introduction

The area from the south side of Negribreen to the mouth of Lomfjorden is mostly occupied by late Palaeozoic sediments (Figs. 1–3) which form a gentle anticline with several faults and steep flexures on the flanks. The rocks are down-thrown to the east along a line through Lomfjorden, Dolerittfjellet, Vivienberget and Hallberget, and only a few outcrops are preserved west of this fault. All these structures are post Permian in age. The Carboniferous beds rest unconformably on the Hecla Hoek rocks and no Devonian sediments occur. To the east and south the Permian beds are overlain without angular unconformity by Triassic sediments. Numerous dolerite sills are present.

The area has extensive ice cover and is difficult to reach. Not much detailed geological work has been done there. This paper is based on information collected by expeditions from Cambridge between 1951 and 1962. Some results of this work have already been published. HARLAND (1959) described the location of the unconformity below the Carboniferous and also the principal post-Permian structures. GOBBETT (1964) gave a composite stratigraphical section for the Carboniferous and Permian and summarised data collected up to 1959. Palaeontological information was given by FORBES, HARLAND and HUGHES (1958), FORBES (1960), PLAYFORD (1962, 1963) and GOBBETT (1964).

During the Cambridge expeditions of 1961 and 1962, I made a reconnaissance flight from Storfjorden to Chydeniusbreen in the summer of 1961, and in 1962 spent three days in the area. Detailed sections were measured at Polarisbreen and

¹ Department of Geology, Sedgwick Museum, University of Cambridge, England.

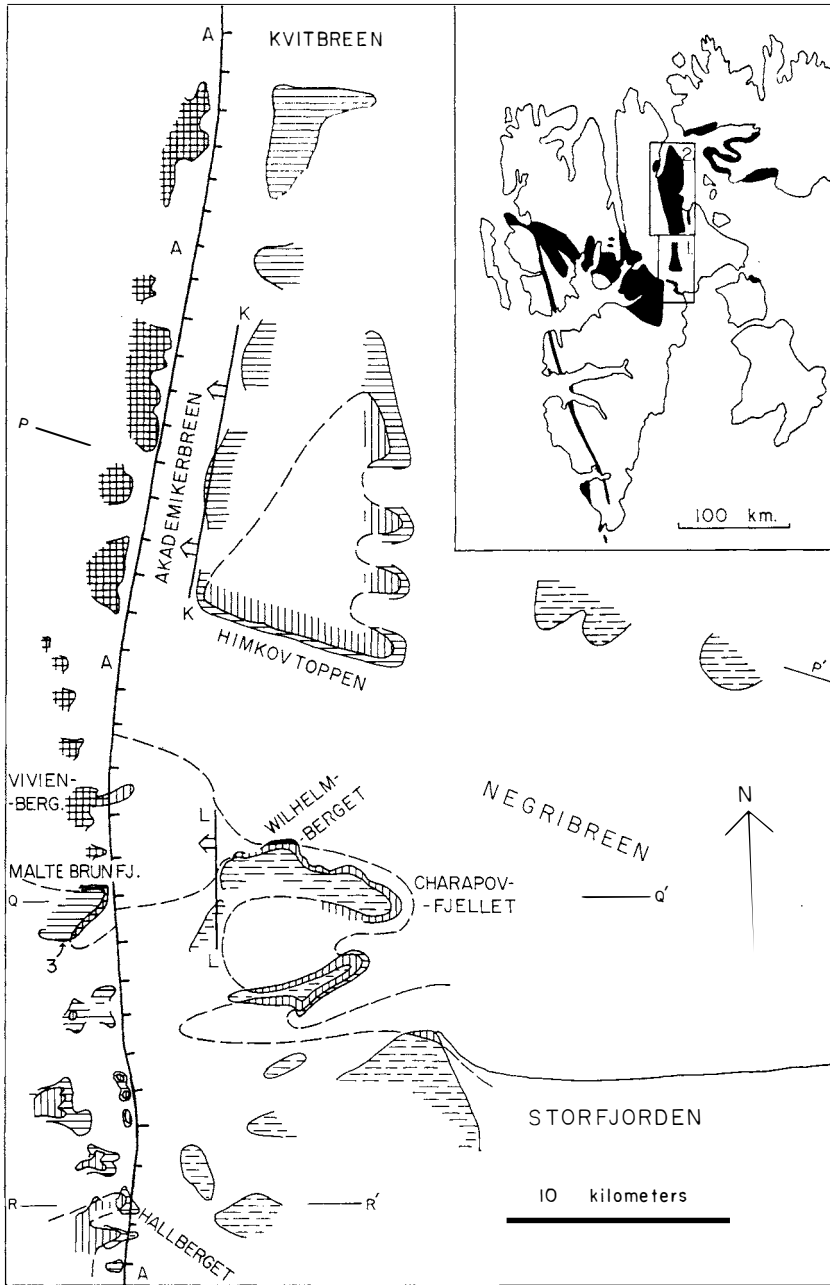


Fig. 1. Geological map of Negribreen. Key as on Figs. 2 and 3 except that the Nordenskiöldbreen and Gipsshuken Formations are shown as one unit.

Komarovfjellet, and a geological sketch map prepared from the air. Fusulinids were obtained from these two sections, from a third section measured at Malte Brunfjellet by J. D. LOWELL and H. L. THUNG of Amoseas Ltd., and from scattered outcrops elsewhere. Using these the lower part of the sequence has been correlated with sections in the Billefjorden trough. Data from earlier expeditions has been reviewed in the light of these correlations and it is now possible to give a general account of the late Palaeozoic rocks of this remote area. The description is inadequate in many respects and errors are almost certainly present in the geological maps. But it is hoped that this summary will be useful as a starting point for further detailed work.

An outline description of the Carboniferous and Permian of Spitsbergen with a full bibliography was given by CUTBILL and CHALLINOR (1965), and references to published and unpublished work listed in that paper are not repeated here.

Stratigraphy

The northeast part of Vestspitsbergen was a stable area in the late Palaeozoic. It was on the edge of the Billefjorden trough during the Carboniferous and of the Isfjorden basin during the Permian and has thinner sediments than either of these areas (CUTBILL and CHALLINOR, 1965, figs. 3–6). From the east side of the Billefjorden trough, north and east to Hinlopenstretet, there is little variation in either thickness or lithology (Figs. 4–6). The nomenclature proposed by CUTBILL and CHALLINOR for the Billefjorden trough is

<i>Group</i>	<i>Formation</i>	<i>Member</i>	<i>Beds</i>
Tempelfjorden	Kapp Starostin	{ Hovtinden Svenskeegga Vøringen	
Gipsdalen	{ Gipshuken Nordenskiöldbreen Ebbadalen	{ Tyrrellfjellet Cadellfjellet Minkinfjellet	{ Brucebyen (just above the base) Mathewbreen Gerritbreen
Billefjorden	{ Svenbreen Hörbyebreen		

This nomenclature has been extended into northeast Vestspitsbergen but it is recognised that these subdivisions of the Gipsdalen and Tempelfjorden Groups may not prove to be the most satisfactory for detailed mapping in the northeast. In particular the boundary between the Minkinfjellet and Cadellfjellet Members has been based on fusulinids and not on lithology.

The oldest Carboniferous unit in the Billefjorden trough, the Hörbyebreen Formation, is absent in the northeast. The conglomerates forming its lower member contain pebbles of Hecla Hoek rocks and the eastern area was apparently being eroded during the early Tournaisian. The Svenbreen Formation has been found in east Ny Friesland (Figs. 2 and 3). The section (Figs. 4 and 5) is thin and similar to that on Terrierfjellet on the east edge of the Billefjorden trough. A third section, examined on the east side of Lomfjorden below Mjølnerfjellet, was very similar but the exposures are rather poor. The Lower Carboniferous rocks on the west side of Lomfjorden were last examined by KULLING (1934) who described them as sandstones and conglomerates with fragments of coal. These beds are provisionally included in the Svenbreen Formation. The most southerly outcrop is on Kirtonryggen, just west of the structure along Langpasset (J in Fig. 2), where HARLAND found loose blocks of plant bearing sandstone. The formation is absent below the Gipsdalen Group in the south and west, and its edge appears to be an unconformity where it is exposed in Kantbreen and Blårevbreen. However, these outcrops have not been examined closely. Apparently the Svenbreen Formation was deposited widely over northeast Vestspitsbergen on a very flat surface. It has been removed in places by gentle warping and erosion prior to the marine transgression in the Middle Carboniferous. Where it is preserved there is no evidence for deep erosion and the sections seem to represent the original thickness and not just an erosional remnant.

The Ebbadalen Formation is the lowest unit of the Gipsdalen Group in the Billefjorden trough. It thins rapidly eastwards and is overlapped by younger rocks on the edge of the trough. Some of the clastics, which it contains, were derived from the south and east (D. W. HOLLIDAY, verb. comm.) and this suggests some uplift in the east during the Bashkirian.

The first widespread marine transgression occurs at the base of the Minkinfjellet Member, and reached at least to Malte Brunfjellet and Akademikerbreen, where fusulinids characteristic of the *Profusulinella* zone have been found. Sandstones and pebble conglomerates are present locally in the lower part of the section and the transgression probably occurred across an irregular surface. No trace of this transgression has been found north of Kvitbreen. There the Svenbreen Formation is followed by calcareous sandstones, probably reworked from the Lower Carboniferous rocks, and then by limestones with fusulinids characteristic of the Upper Moscovian *Wedekindellina* zone. This upper Moscovian fauna has also been found on the east side of Lomfjorden below Mjølnerfjellet in limestones a few meters above the Svenbreen Formation.

Fusulinids of Gzhelian age, characteristic of the *Waeringella usvae* zone, occur both at Malte Brunfjellet and Polarisbreen and indicate equivalents of the Gerritbreen beds. The Mathewbreen Beds in the Billefjorden trough are dolomitic and show signs of marine regression. They contain fusulinids characteristic of the *Rugosofusulina arctica* zone of Orenburgian age. This fauna also occurs at Malte Brunfjellet but has not been found further north. Possibly the calcareous sandstones below the Brucebyen Beds in the Polarisbreen and Komarovfjellet sections should be correlated with the Mathewbreen Beds.

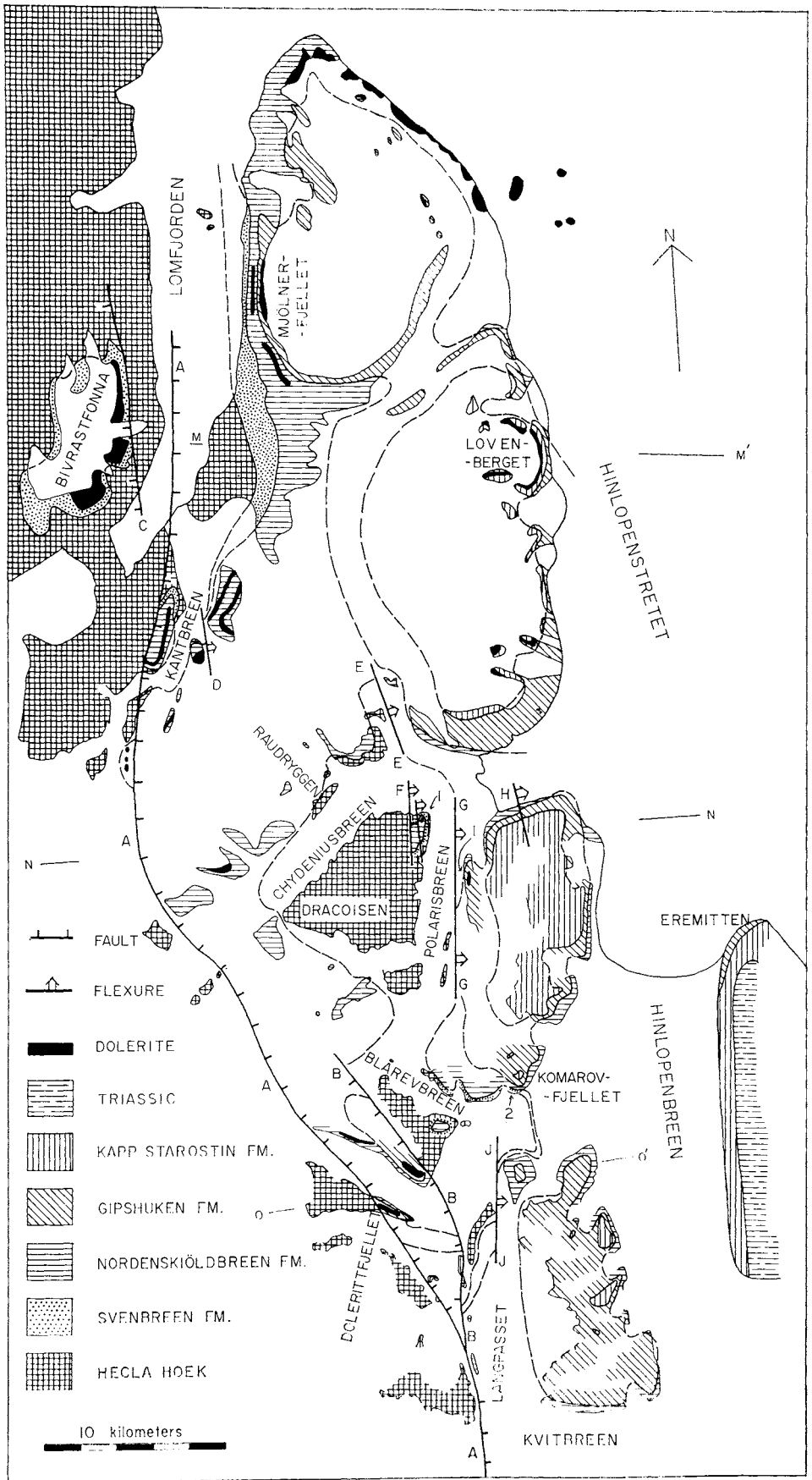


Fig. 2. Geological map of east Ny Friesland.

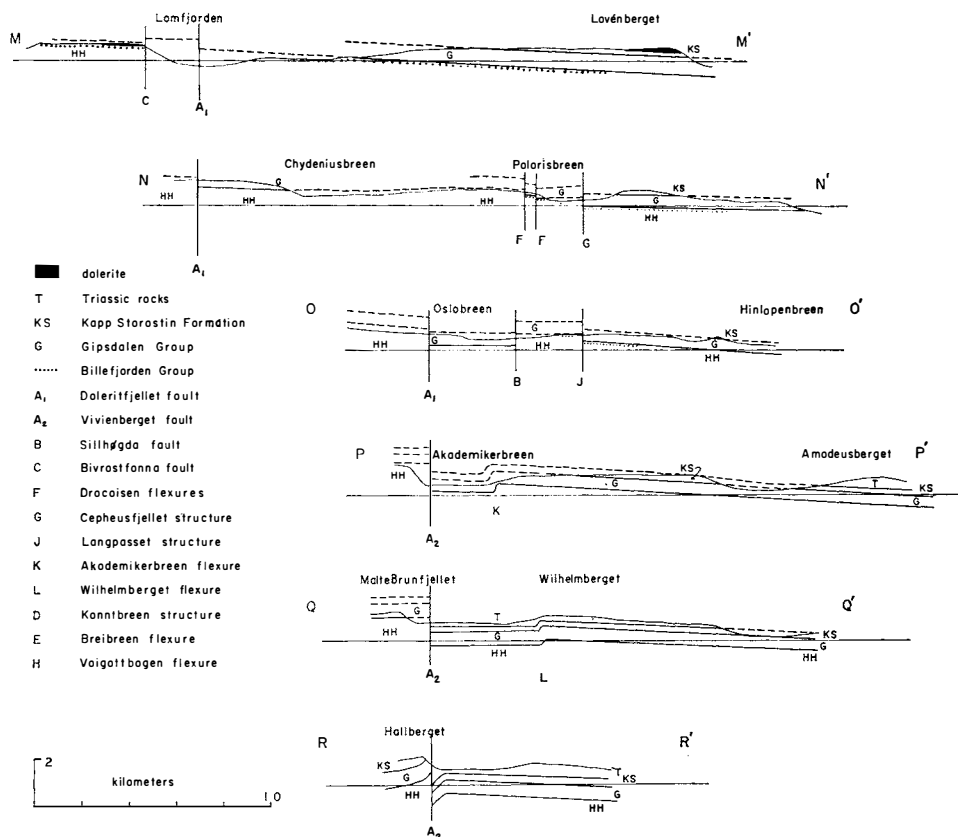


Fig. 3. Cross-sections through the post-Hecla Hoek rocks in northeast Vestspitsbergen.

The Brucebyen Beds were not recorded by LOWELL in the Malte Brunfjellet section. However, C. B. WILSON collected a fusulinid limestone from here which had the typical bituminous lithology and contained fusulinids from the *Schwagerina anderssoni* zone. Further north the Brucebyen Beds can be identified, but the fusulinids are usually completely replaced by calcite. On Cepheusfjellet, on the east side of Polarisbreen, more typical beds are present and contain well preserved fusulinids. The higher parts of the Tyrrellfjellet Member are not well exposed but seem to be more dolomitic and sandier than further southwest. No fusulinids have been found above the Brucebyen Beds.

The Gipshuken Formation is also poorly exposed. No trace of gypsum or anhydrite was found. In the north the base of the formation is marked by carbonate breccias. South of Kvitbreen these are not developed and there is no sharp lithological break at the boundary between the Nordenskiöldbreen and Gipshuken Formations. Both units have been mapped together in Fig. 1.

No detailed sections were obtained for the Kapp Starostin Formation. It is between 200 and 250 m thick throughout the area. Around Negribreen there is a prominent white limestone near the base and this may be equivalent to the Vøringen Member. Further north the lowest beds are sandy with many brachiopods

and the first conspicuous marker horizon is a thick white chert bed 50–100 m above the base of the formation. This bed is well developed at Eremitten on the east side of Hinlopenbreen. It is probably the horizon from which WIMAN collected brachiopods on Lovénberget (GOBBETT 1964). It is tentatively correlated with the white siliceous limestone with brachiopods which occurs at the top of the Svenskeegga Member in west and central Vestspitsbergen. The higher parts of the formation are sandy and often glauconitic, and are here correlated with the Hovtinden Member. Complete sections through the formation could be obtained on the east side of Hinlopenbreen and probably at several points on the south side of Negribreen.

It must be pointed out that BUROV and his co-workers from the Arctic Institute at Leningrad (BUROV *et al.* 1965) have treated the sandy beds in the upper part of the Tempelfjorden Group as a separate unit, the Selander Formation. In this formation they include beds from the tops of the sections at Brøggerhalvøya on the west coast of Vestspitsbergen, from Tempelfjorden in the center and from Nordaustlandet and Barentsøya in the east. They consider that the Selander Formation rests unconformably on the rest of the Tempelfjorden Group. Presumably they would include in the Selander Formation the sandy beds in northeast Vestspitsbergen which are here included in the Hovtinden Member.

In Oscar II Land it can be shown that these upper sandy beds pass laterally into shales, siltstones and cherts as they are followed into the center of the Isfjorden basin (CHALLINOR and CUTBILL, in preparation). Similar lateral changes of lithology occur in central Vestspitsbergen. I consider that in east Spitsbergen the sandy beds both in the lower and upper parts of the Tempelfjorden Group are lateral equivalents of non-sandy beds to the southwest. The high sand content reflects the position of northeast Vestspitsbergen on the edge of the Isfjorden basin. There is no evidence for any unconformity and BUROV's hypothesis seems unnecessarily complex.

It is now known that movements on the Billefjorden fault belt occurred repeatedly during the Carboniferous and Permian (CUTBILL and CHALLINOR 1965). A careful search has been made for evidence of similar movements on the Lomfjorden-Agardhbukta fault belt. However, the magnitude of the throw on the fault through Dolerittfjellet and Vivienberget makes it difficult to determine stratigraphical relations across the belt. The pre-Moscovian erosional edge of the Svenbreen Formation does lie in the belt. The absence of Lower Moscovian rocks in the north could be related to movements on the belt, but could equally well be explained by a gradual northeast transgression. In the rest of the Gipsdalen Group there are no major differences across the belt. The Kapp Starostin Formation has thinned from 360 m in Tempelfjorden to 200–250 m at Wilhelmberget. This thinning could be gradual or else concentrated in the Lomfjorden belt. Adequate exposures exist and further field work would resolve the point. Even so it can be concluded that there is no evidence for movement on the Lomfjorden fault belt during the Carboniferous and Permian on a scale comparable to movements on the Billefjorden belt.

Palaeontology

The Svenbreen Formation contains poorly preserved plant macrofossils and a better preserved microflora. The Gipsdalen Group has a varied flora and fauna, mostly calcareous algae, foraminifera, brachiopods, corals, and bryozoans. The Tempelfjorden Group has a fauna of brachiopods and bryozoans. Apart from the fusulinid foraminifera no systematic collecting has been done in the northeast.

PLAYFORD (1962, 1963) described spores belonging to his *Aurita* assemblage (Upper Visean or lowermost Namurian) from the shales of the Svenbreen Formation at Blårevbreen.

FORBES *et al.* 1958 listed *Fusulinella bocki*, *Quasifusulina longissima* and *Wedekindellina* sp. from limestones above Raudryggen, and FORBES (1960) illustrated specimens of *Q. longissima* from this collection. CUTBILL and CHALLINOR (1965) listed seven fusulinid zones in Spitsbergen. Five of these have been recognised in the northeast. The species identified for each zone are

<i>Profusulinella</i> zone	<i>Profusulinella prisca</i> (DEPRAT)
Lower Moscovian	<i>P.nibelensis</i> RAUSER
	<i>P.prolibrovichi</i> RAUSER
	<i>Eofusulina triangula</i> RAUSER
	<i>Staffella pseudosphaeroidea</i> DUTKEVICH
<i>Wedekindellina</i> zone	<i>Fusulinella bocki</i> MOELLER
Upper Moscovian	<i>Fusulina</i> sp. A
	<i>Quasifusulina longissima</i> (MOELLER)
	<i>Beedeina rockymontana</i> (ROTH and SKINNER)
	<i>Pseudostaffella sphaeroidea</i> (EHRENBERG)
	<i>Staffella pseudosphaeroidea</i> DUTKEVICH
	<i>Ozawainella mosquensis</i> RAUSER
<i>Waeringella usvae</i> zone	<i>Waeringella usvae</i> (DUTKEVICH)
Gzhelian	<i>Montiparus montiparus</i> (EHRENBERG)
	<i>M. umbonoplicatus</i> (RAUSER and BELYAEV)
	<i>Quasifusulina longissima</i> (MOELLER)
<i>Rugosofusulina arctica</i> zone.	<i>Rugosofusulina arctica</i> (SCHELLWIEN)
Orenburgian	
<i>Schwagerina anderssoni</i> zone	<i>Schwagerina anderssoni</i> (SCHELLWIEN)
Asselian	<i>Rugosofusulina arctica</i> (SCHELLWIEN)

Their stratigraphical distribution is shown in Figs. 4–6, except for one sample. This was collected by H. E. KELLOG of Amoseas Ltd., from the east side of Akadernikerbreen from the lowest limestones exposed in the Akadernikerbreen flexure. It contained a Lower Moscovian fauna with *Profusulinella prisca*, *P.nibelensis* and *Eofusulina triangula*.

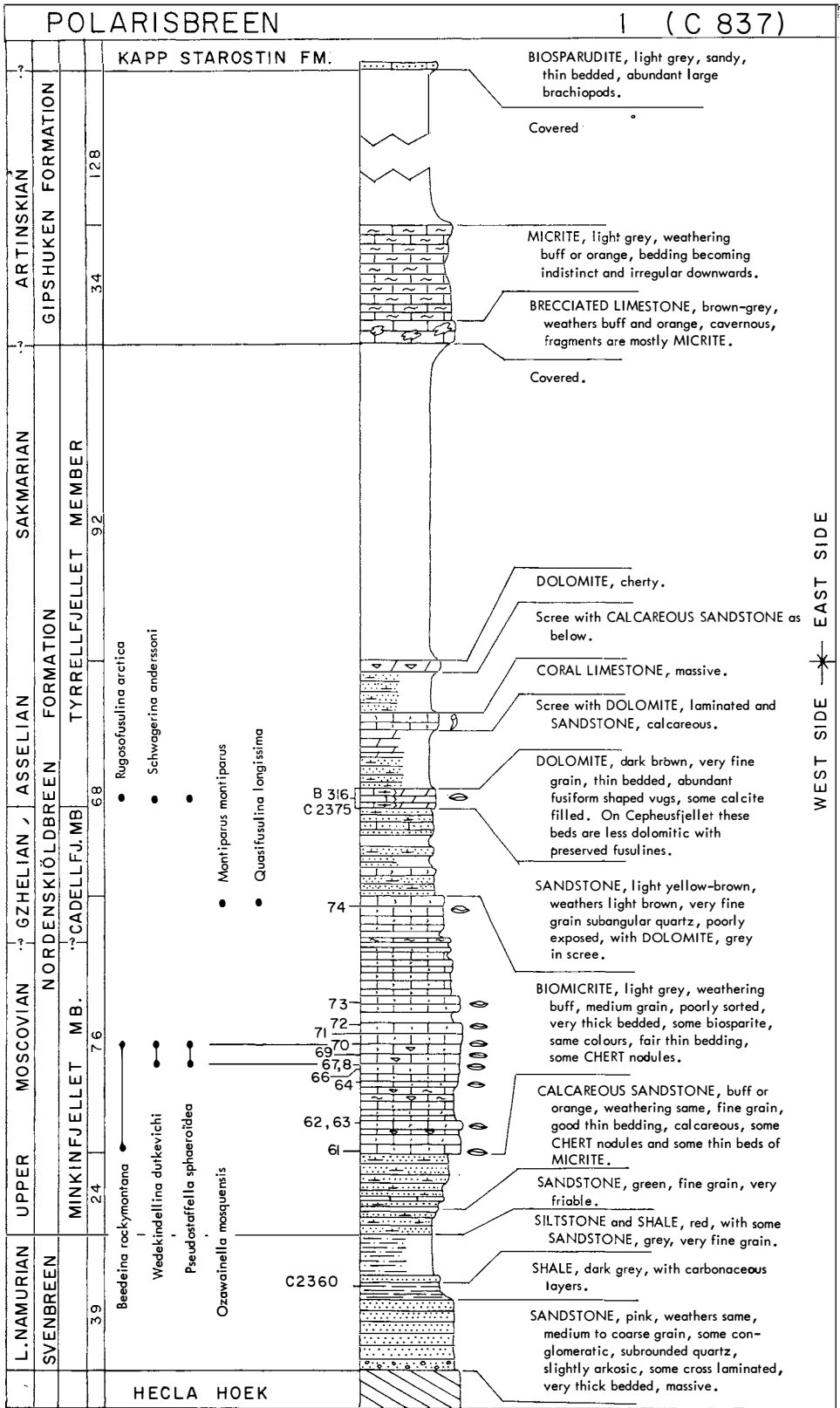


Fig. 4. Polarisbreen section. Thicknesses in meters.

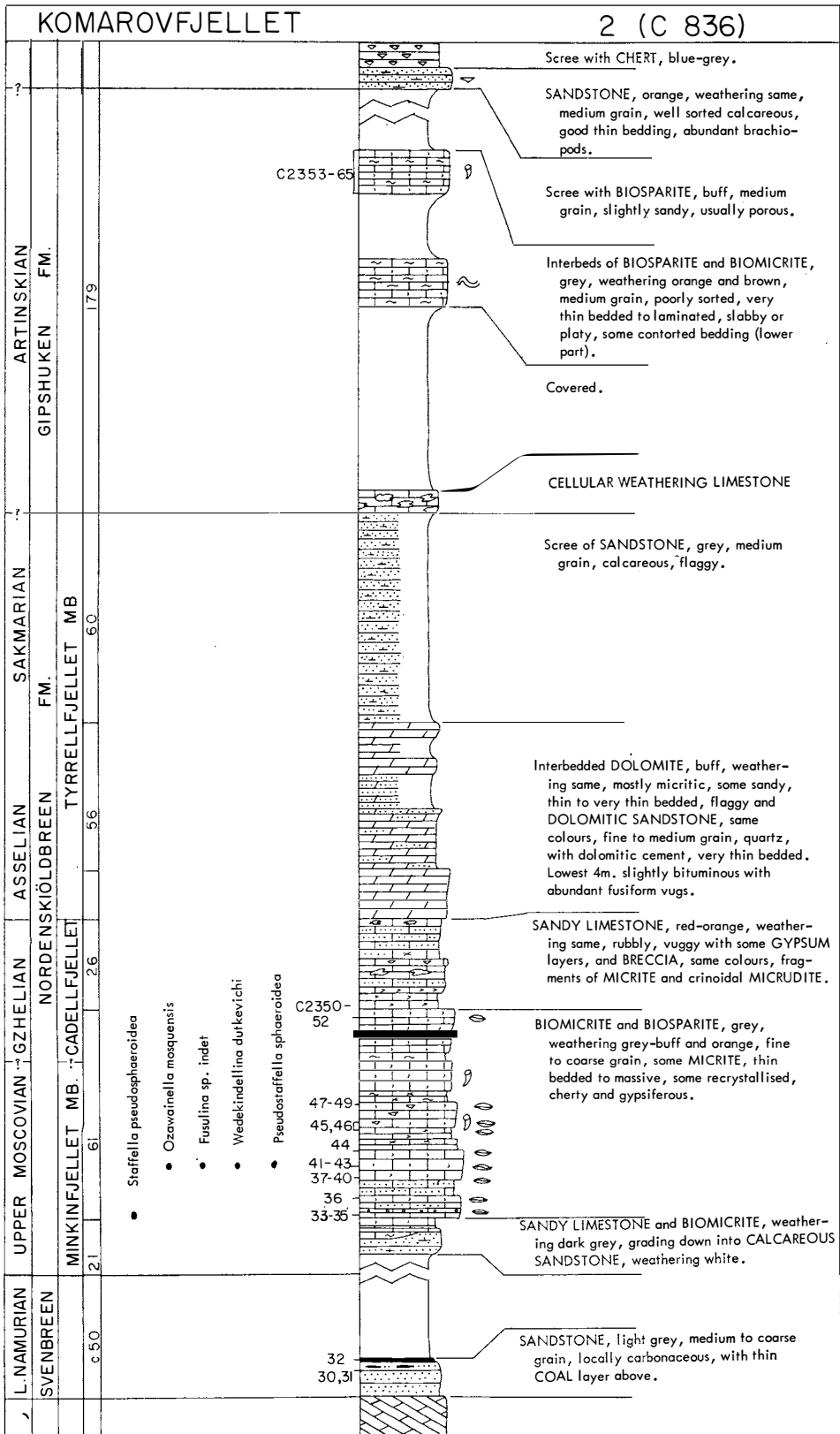


Fig. 5. Komarovfjellet section. Thicknesses in meters.

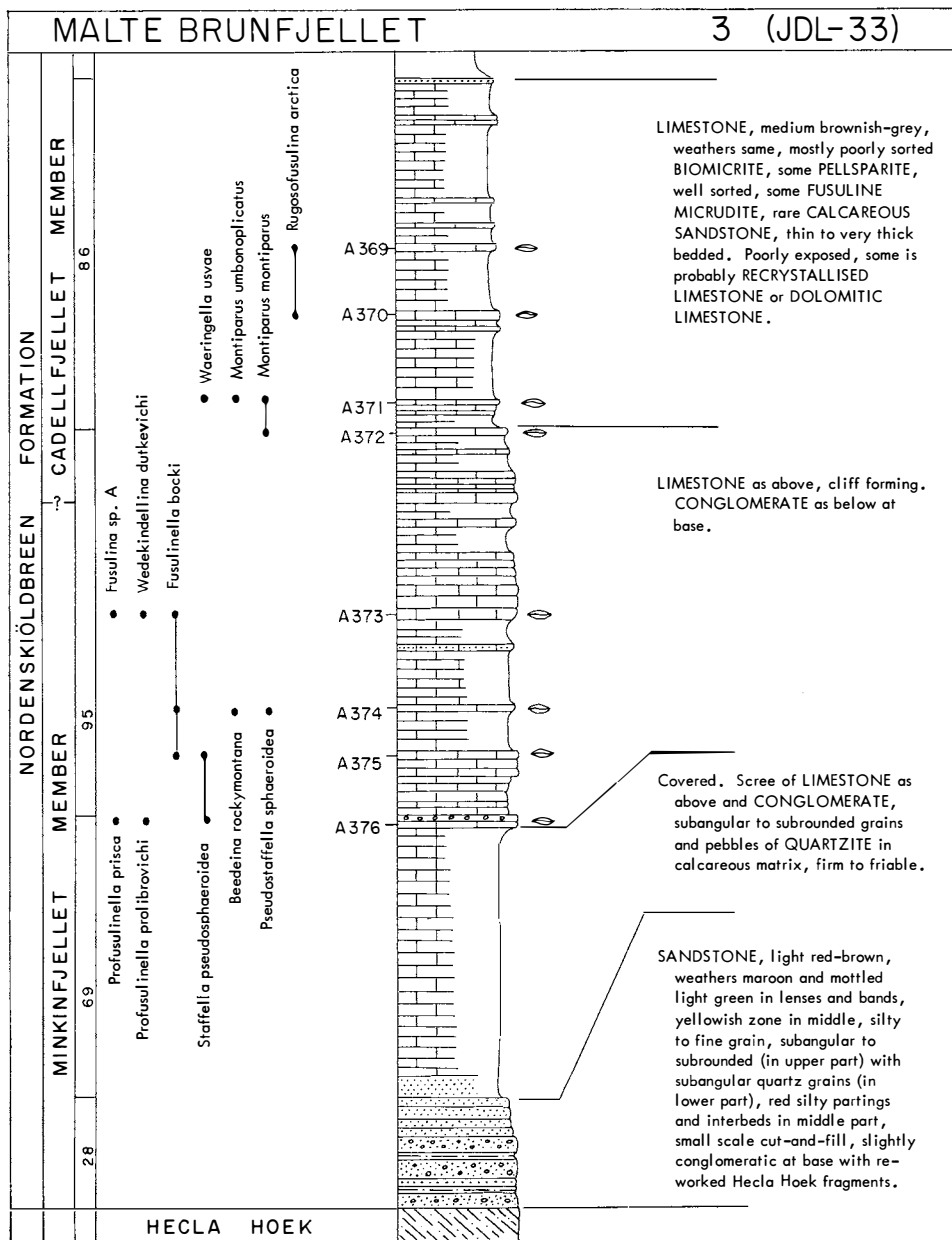


Fig. 6. Malte Brunfjellet section. Thicknesses in meters.

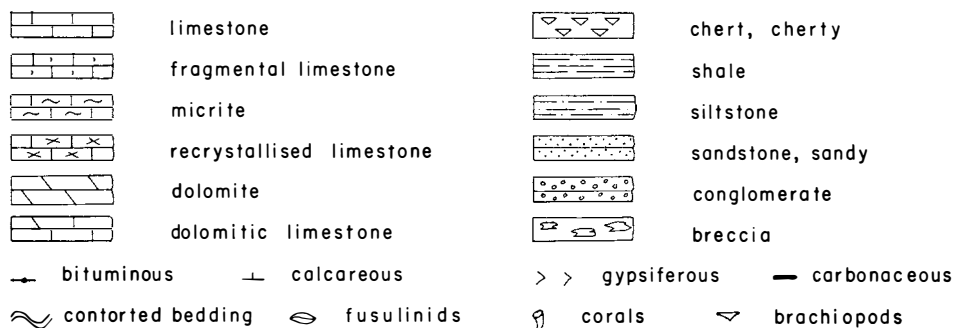


Fig. 7. Key to measured sections.

A comment on the specific identifications is necessary. There are about 3000 species of fusulinid described in the literature. None of the descriptions are adequate to allow reliable identification without re-examination of type material and only a few species seem to have been based on adequate samples. Even if it were possible to look at type material, there is no agreement on the criteria on which fusulinid species should be based. In this situation specific identifications have doubtful value and those given here should be understood merely as indications of general taxonomic position. The level of my 'species' corresponds approximately to the 'species group' of Russian authors.

GOBBETT (1964) described all the available brachiopods from Spitsbergen and no new material has been obtained from the northeast. It may be useful to relate GOBBETT's stratigraphical terms to those employed in this paper. In his section from Chydeniusbreen the equivalence is probably

GOBBETT's beds	This paper
1, 2	Svenbreen Formation
3	Minkinfjellet and Cadellfjellet Members
4-7	Tyrrellfjellet Member
8-10	Gipshuken Formation
11	basal sandstones of Kapp Starostin Formation
12	Svenskeegga Member, but may include a part of the Hovtinden Member.

FORBES *et al.* (1958) listed three coral faunas from the northeast corner of Dracoen. The localities must be close to the Polarisbreen section described here. However, it is not possible to determine the position of the three faunas in this section on the available data.

Acknowledgements

I must acknowledge the valuable notes on the geology of the area north of Chydeniusbreen left by the late C. B. WILSON. I would also like to thank W. B. HARLAND, who organised and directed the Cambridge work in Spitsbergen, for his extensive help and encouragement. The maps in this paper have been discussed in detail with R. H. WALLIS and some boundaries have been modified at his suggestion. I would like to thank A. G. BRIGHTON, the curator of the Sedgwick Museum for loan of fusulinids described by FORBES and also for loan of the fusulinid collection and associated stratigraphical sections donated to the Sedgwick Museum by Amoseas Ltd. Transport facilities in Ny Friesland were generously given by Amoseas Ltd. Finally I must thank Dr. C. L. FORBES, who was my research supervisor during the period in which this work was carried out, for his great help and advice.

References

- BUROV, YU. P., B. P. GAVRILOV, B. A. KLUBOV, A. V. PAVLOV, and V. I. USTRITSKY, 1965: *Novye dannye o verkhnepermiskikh otlozheniyakh Shpitsbergena*. Materialy po geologii Shpitsbergena. 112-125. Leningrad, NIIGA.
- CUTBILL, J. L. and A. CHALLINOR, 1965: Revision of the stratigraphical scheme for the Carboniferous and Permian rocks of Spitsbergen and Bjørnøya. *Geol. Mag.* **102**, 418-439.
- FORBES, C. L., 1960: Carboniferous and Permian Fusulinidae from Vestspitsbergen. *Palaeontology*, **2**, 210-225.
- W. B. HARLAND and N. F. HUGHES, 1958: Palaeontological evidence for the age of the Carboniferous and Permian rocks of central Vestspitsbergen. *Geol. Mag.* **95**, 465-490.
- GOBBETT, D. J., 1964: Carboniferous and Permian brachiopods of Svalbard. *Norsk Polarinst. Skr.*, nr. 127.
- HARLAND, W. B., 1959: The Caledonian Sequence in Ny Friesland, Spitsbergen. *Quart. J. geol. Soc. Lond.* **114**, 307-342.
- KULLING, O., 1934: Scientific results of the Swedish-Norwegian Arctic Expedition in the summer of 1931. Part IX. The "Hecla Hoek Formation" around Hinlopenstretet. *Geogr. Ann. Stockh.* 1935, 161-254.
- PLAYFORD, G., 1962, 1963: Lower Carboniferous Microfloras of Spitsbergen. *Palaeontology*, **5**, 550-678.

A scheme of petrographic nomenclature for some metamorphic rocks in Spitsbergen

BY

ROGER H. WALLIS¹, W. BRIAN HARLAND¹, DAVID G. GEE²,
RODNEY A. GAYER³

Contents

Abstract	25
Introduction	25
The petrographic scheme	26
Outline	26
Mineral groups	28
Rock classes (precise usage)	28
Rock classes (imprecise usage)	30
Further qualifications	30
Discussion	33
Choice of a system with 5 mineral groups	33
Choice of names	33
Choice of a non-genetic classification	35
Aspects of a compositional classification	35
Acknowledgements	36
References	36

Abstract

The authors' stratigraphic and structural studies in Spitsbergen (particularly on the regionally metamorphosed, mainly amphibolite facies, Hecla Hoek rocks) have required an agreed system of petrographic nomenclature. A non-genetic scheme is proposed based essentially on composition. Proportions of five groups of minerals, indicating composition, are used to define the categories adopted, e.g. psammities, pelites, feldspathites, amphibolites and marbles (with >50% appropriate minerals). Other categories (with appropriate mineral contents > or < 35%) are also defined. The scheme outlined and discussed here is used in several papers on Spitsbergen geology and may also have wider application.

Introduction

The authors have been engaged in related investigations of metamorphic rocks throughout much of Spitsbergen (e.g. GEE and HJELLE 1966; GAYER, GEE, HARLAND, MILLER, SPALL, WALLIS and WINSNES 1966; HARLAND, WALLIS and GAYER 1966; GAYER and WALLIS 1966; FLOOD, GEE, HJELLE, SIGGERUD and

¹ Department of Geology, Sedgwick Museum, Cambridge

² Sveriges Geologiska Undersökning, Stockholm 50

³ Department of Geology, University College, Cathays Park, Cardiff

WINSNES (in prep.); and other papers in preparation). Some confusion attended our efforts to compare and combine data from rocks that had been described according to different classifications or habits. This possibly reflected nomenclatural differences obtaining in regional metamorphic studies elsewhere, and we failed to find a suitable ready-made scheme. We therefore attempted to standardize the petrographic descriptive nomenclature in our various Spitsbergen metamorphic studies, and we have focussed the explanations and discussions of our scheme, in this paper. We hope the scheme may be of use elsewhere or provoke a better one.

Because our main interests were to interpret stratigraphy and gross structure, we needed a classification to distinguish compositional differences, and not one which was based on variations in mineral content due essentially to metamorphic facies, nor one dependent on texture due to tectonic facies, though either or both of these may be emphasized by suitable qualifications. Since the origin of some rocks was problematical, we also wished to avoid terms with a genetic implication without concealing the evident origin implied by many compositions. So, in order that the scheme formulated should be simple, we compromised with both these objectives, 1) by not attempting to accommodate rock types other than those deriving from the commonest sedimentary, igneous, and metasomatic compositions, and 2) by using gross mineralogical criteria for ease of identification. The scheme therefore needs further adaptation to cover less common metamorphic lithologies. We also adopted familiar terms, according to our understanding of their general usage, and introduced two new terms only after careful search in the literature. Although the class boundaries depend ultimately on point-counting in thin slice, we have attempted to define these boundaries in such a way that the terms can be applied roughly, using only a hand lens. We also encourage the continuance of other systems, e. g. emphasizing texture, so as to reserve the use of our compositionally defined terms for those occasions when sufficient attention is given to mineral composition.

The petrographic scheme

OUTLINE

Rock forming minerals, common in regionally metamorphosed terrains, are listed in five groups, each group containing minerals related in chemical composition (see below). The essential rock name indicates the bulk composition, using the mineral mode principle, e.g. >50% quartz = psammite. Other characters (mineralogical, textural, etc.) are indicated by adjectival qualifications as required (see below). Using the abundance of any of the 5 mineral groups we divide rocks into three kinds of class.

- 1) Majority classes in which one mineral group exceeds 50%.
- 2) Minority classes in which no mineral group exceeds 50%, and in which one or two mineral groups lie between 35% and 50%.
- 3) Mixed classes in which no mineral group reaches 35%.

This scheme is shown diagrammatically in Table 1.

Table I.

SUMMARY OF COMPOSITIONAL CLASSIFICATION OF METAMORPHIC ROCKS					
Group Name	Quartz	"Mica"	Feldspar	"Pyrobole"	Carbonate
	Group	Group	Group	Group	Group
minerals	quartz	andalusite chlorites chloritoid cordierite garnets kyanite micas sillimanite staurolite	microcline plagioclase orthoclase	amphiboles pyroxenes epidotes	calcite dolomite
100%	QUARTZITE	PELITE	FELDSPATHITE	HORNBLENDITE Pyroxenite	MARBLE
80% Dominated	PSAMMITE			AMPHIBOLITE	
50% Majority	SUBPSAMMITE	SUBPELITE	SUBFELDSPATHITE	SUBAMPHIBOLITE	SUBMARBLE
35% Minority	POLYMICTITE				
Mixed					
0%	ROCK CLASSES				

Scheme of rock classes proposed in this paper. The following examples show how these terms may be further qualified:

Pelite-marble indicates uncertainty as to class; biotite-marble=marble with less than 35% "mica" group but conspicuous biotite; pelitic-marble=marble with >35% "mica" group; pelitic-submarble = submarble with >35% subordinate "mica" group; subpelite-submarble = equal "mica" and carbonate groups with between 35% and 50%; biotitic-calcitic polymictite=indicates conspicuous minerals, with no mineral group exceeding 35%.

The terms proposed for these classes are defined within precise limits and depend for their use on a knowledge of percentages of mineral groups, e. g. by point-count. To safeguard this usage we also propose a nomenclature for rocks whose position in the scheme is uncertain. For example, we prefer the continued use of textural nouns, e. g. schist, granulite, gneiss, slate, phyllite and hornfels, when *either* the composition is not known, because grain size is too small (or has not been consciously considered), *or* when the texture needs emphasis. The use of compositional qualifiers in these cases need have no quantitative significance, though it usefully suggests the composition, e. g. hornblende schist, garnet-mica schist.

When it is desired to imply the petrogenesis rather than the petrography of the rock the usual prefixes may be used, e. g. ortho-feldspathite or para-feldspathite, and meta-tillite, meta-dolerite, meta-tuff.

MINERAL GROUPS

Common rock forming minerals in regionally metamorphosed rocks can be arranged according to chemical affinity in five groups as follows:

quartz group – quartz;

“*mica*” *group* – andalusite, chlorites, chloritoid, cordierite, garnets, kyanite, micas, sillimanite, staurolite;

feldspar group – feldspars;

“*pyrobole*” *group* – amphiboles, pyroxenes, epidotes;

carbonate group – calcite, dolomite (and other carbonates).

The quartz and carbonate mineral groups are easily delineated, while the more complex alumino-silicates have to be arbitrarily divided. Even so, most mineral families fall easily into a particular mineral group. Two families, epidote and garnet, are relatively more difficult because their structure and composition relate them to various of the mineral groups. However, to retain a consistent, though admittedly arbitrary, scheme we place the garnet family with the “*mica*” mineral group and the epidote family with the “*pyrobole*” mineral group. This practise does not necessarily lead to loss of information, thus: pelitic-amphibolite, indicates an amphibolite with over 35% of pelitic mineral group minerals, probably either micas or garnet or both, and the name can be suitably qualified to clarify the individual context, e. g. biotite-almandine-pelitic-amphibolite.

Because the Spitsbergen metamorphic rocks were regionally metamorphosed mainly at amphibolite facies (s.l.), and were holocrystalline, the above minerals account for a large proportion of the rocks examined and so can be used to classify them. The proportion of minerals in each of the above groups is assessed for each rock (e. g. by point-counting in a slice), and the following quantitative classes are defined precisely.

ROCK CLASSES (PRECISE USAGE)

Rock classes with majority of a mineral group (i. e. exceeding 50%)

The simplest division to make is at 50%, since in any rock only one group can exceed 50%. This principle has been followed by BERTHELSEN (1960) and CANNON (1963). Five classes of rock are thus defined as follows:

- >50% quartz = *psammite* to 80%, and >80% = *quartzite*
- >50% mica group = *pelite*;
- >50% feldspar group = *feldspathite*;
- >50% pyrobole group = *amphibolite* to 80%, and >80% = *pyroxenite*/
hornblendite.
- 50% carbonate group = *marble*.

- 1) Majority mineral group with no minority mineral group exceeding 35%.

The terms *psammite*, *pelite*, *amphibolite* and *marble* are taken in their usual sense, e. g. TYRRELL (1921, 1926), (see Discussion, choice of names, below) but compo-

sitional limits are specified. *Feldspathite* is introduced by us to meet the need to include abundant feldspathic rocks within the scheme.

The two classes with very large percentages of quartz and hornblende are subdivided at 80% to allow the use of the established terms *quartzite* and *hornblendite* (or *pyroxenite*) for rocks which give the appearance of being monomineralic.

2) Majority mineral group with one minority mineral group exceeding 35%.

Rocks with majority mineral groups may also contain between 35–50% of a second mineral group. In this case the majority mineral group substantive, e. g. pelite, can be modified by the adjectival form of the minority mineral group, e. g. feldspathitic-pelite.

Rock classes with dominant minority mineral groups (exceeding 35%)

Division of the field with five mineral groups, none of which exceeds 50%, offers many alternatives. Somewhat arbitrarily we have taken 35%, i. e. just greater than a third, as a useful boundary separating a field where not more than two groups can be represented in this proportion from other possibilities in which three, four or five components could be represented, more or less equally (cf. BERTHELSEN's 1960 pyrobolite group).

1) One minority group exceeding 35%

When one mineral group (not exceeding 50%) is clearly dominant, we institute five classes related to the majority groups but distinguished by the prefix *sub*, thus:

35–50% quartz	= <i>subpsammite</i> ;
35–50% mica group	= <i>subpelite</i> ;
35–50% feldspar group	= <i>subfeldspathite</i> ;
35–50% pyrobole group	= <i>subamphibolite</i> ;
35–50% carbonate group	= <i>submarble</i> .

2) Two minority groups exceeding 35%

As with the classes with a majority of mineral groups, a second mineral group may also be present between 35 and 50%, and may be included in the name as an *adjectival* qualification, thus: *feldspathitic-subpsammite*.

It is also possible that two minority groups might be present in equal proportions, e. g. *subfeldspathite-subpsammite*.

The exceptional rock in which exactly 50% of each of two mineral groups are present is thus the limiting case on the one hand of equal minority mineral groups and on the other of minority groups equalling majority groups. No special name is necessary.

Rock classes with mixed minority mineral groups (none exceeding 35%)

Rocks with any three, four or five of the five mineral groups could be further divided according to the principles already applied (where one or two constituents

exceed 35%), but all such rocks have mixed compositions as an essential characteristic and are united in one class. We propose the term *polymictite*, adapted from *polymictic* (SCHWETZOFF 1934, see Discussion on names below) to cover these rocks. This term can be qualified as required, e. g. feldspathic-polymictite (for adjectival qualification see below).

ROCK CLASSES (IMPRECISE USAGE)

Precise knowledge of percentages is often neither possible nor necessary. Whereas inspection often leaves no doubt that a mineral group forms a major part of the rock, in other cases when two mineral groups are seen to be present and it is uncertain in which of two alternative classes to place the rock, the alternatives are combined with a hyphen.

Uncertainty as to whether any mineral group attains 35% is indicated by hyphenating polymictite with the alternative, e. g. polymictite-subpelite. Alternatively ?polymictite may be used.

When rocks are too fine grained for hand specimen mineral identification, and perhaps for point counting, we suggest reverting to the use of textures as the substantive, e. g. slate, phyllite etc., which can be qualified by any recognizable minerals. Indeed, this familiar usage is applicable when for any reason the mineral composition is insufficiently known.

FURTHER QUALIFICATIONS

The essentially compositional definition can be supplemented by indicating other characteristics. We do not attempt to specify all possibilities, but use the following systematic adjectival qualifications.

Mineralogical

The presence of a mineral whose proportion (by itself) is not sufficient for a compositional term (i. e. <35%) can be indicated by using the mineral name as an adjectival prefix. This can be done in more than one way, e. g. if the mineral family name is used as an adjective (e. g. feldspathic, micaeous), the mineral has been observed but not estimated or identified precisely. If this extra knowledge is available it can be indicated by using a precise mineral name as the adjective, e. g. albitic, biotitic, hornblendic, almandine etc. The mineral qualifiers are usually hyphenated to the substantive. The adjectival ending used is the most euphonious for the particular case, e. g. quartz, quartzitic, quartzose, etc. More than one mineral qualifier may be used (e. g. quartz-garnet-amphibolite), taking care only to avoid duplication of meaning already implicit in the term.

Textural

Variety of texture is more complex than that of composition, for a single rock may have many textural aspects (e. g. TURNER 1948). The addition of more than

one or two textural qualifiers converts a convenient name into a systematic description. However, such descriptions, being based on names used according to a definite plan, are usefully compact and make comparison easy.

Many textural terms are genetic, thus TYRRELL (1926, p. 270) following BECKE (1904, p. 563) defined the metamorphic uses of the prefix *blasto-* as signifying relict and the suffix *-blastic* as signifying metamorphic recrystallization. Although it may be economical to jump to a genetic conclusion in some instances, there are other occasions when the use of non-genetic terms serves to clarify a problem. Indeed HOLMES (1921, p. 376) suggested that "Such terms [as nematoblastic] are scarcely necessary, as they do no more than take the place of familiar words which are quite adequate for petrological purposes."

We list below some currently used non-genetic textural terms and bracket some genetic ones to which they relate. We emphasise that the non-genetic terms are also applicable to rocks other than metamorphic.

1) Average grain size *aphanitic, phaneritic*.

2) Relative grain size *equigranular, inequigranular*.
megacrystic (porphyroblastic, porphyroclastic, xenocrystic)
 hence: *megacryst* (porphyroblast etc.) and *groundmass*.
poekilitic (poekiloblastic, diablastic)
 hence: *host mineral, inclusion*.

3) Mineral shape

boundaries.

crystal faces *euhedral, subhedral, anhedral*.

relative "priority" *idiomorphic, hypidiomorphic*.

allotriomorphic (idioblastic, hypidioblastic).

mutual contact

simple contact, mosaic=saccharoidal

sutured contact, interlobate, amoeboid.

relative dimensions

equant, inequant, augen

platy, tabular (lepidoblastic)

prismatic, elongate, acicular (nematoblastic).

4) Rock fabric orientation

unoriented *granular* (granulose, granoblastic)

decussate (maculose *i. a.*)

foliated *S-fabric* (S-tectonite, foliated-schistose)

fissile (e. g. flow cleavage etc.)

lineated *L-fabric* (B-tectonite, linear-schistose)

 complex of above foliated and lineated (schistose)

 crenulated

 foliated and/or lineated and granular (gneissose *i. a.*).

5) Other complex fabrics

layered, lamellated, banded (bedded, gneissose *i.a.*)

spotted (maculose *i.a.*)

intersection or fold lineation.

---- (helicitic, sieve texture)

---- (palimpsestic, blastophitic, blastogranitic, blastoporphyritic).

---- (cataclastic, brecciated, granulated, mylonitic, flaser)

composite fabrics (psephites, agmatites)

Colour, variability, etc.

In addition to the above we have found the following categories of qualification to be useful: *colour* of fresh and/or weathered surfaces: assume fresh and add weathering to colour as necessary; *variability* of lithology perpendicular to foliate – hence uniform, banded, multi-coloured, typical, exceptional: and persistence or impersistence parallel to foliation; *abundance* – dominant, abundant, rare.

Size of sample

Since we have taken the quantitative test of composition to be a point-count of a thin slice, this gives an indication of the degree of bulking implied in our descriptive scheme. The errors inherent in this method (e. g. SHAW and HARRISON 1955, and CHAYES 1956) will be most dependent on the choice of suitable sections.

When the resulting name is used to characterize a lithostratigraphic division, it should consist of an average of many samples. Ideally this is done by using many sections. In practice it is done in the field, and controlled by only a few laboratory determined samples.

Composite rocks consisting of different kinds of rocks (e. g. banded rocks, matrix and clasts of meta-conglomerates (=para-psephites), boudins, agmatites) need separate petrographic descriptions of the parts together with an account of their mutual relationships. A difficulty arises when the parts cover only a small area of a thin section, e. g. in a lamellated rock. It is important to retain a petrographic approach so as not to imply, for instance, original lamination or metamorphic segregation. With a section cut perpendicular to the foliation the same point-counts of definite parts can be used separately or can be combined to give an average.

Exceptional compositions

The simplicity of the scheme is a consequence of limiting attention to the common metamorphic rocks encountered in Spitsbergen. Where compositions are unusual the characteristic minerals may be used to qualify the scheme and if they form a considerable bulk of the rock a distinct name is justified.

Discussion

CHOICE OF A SYSTEM WITH 5 MINERAL GROUPS

Within the metamorphic environment of the strata under consideration there were relatively few species of rock-forming minerals, and an overwhelming volume of rocks were distinguished by dominant quartz, mica, feldspar, hornblende or calcite. We thus decided against attempting reduction to less than five categories. On the other hand no other mineral group seemed to justify introducing a sixth category.

In classic work on metamorphic rocks TURNER (1948), TURNER and VERHOOGEN (1951), and FYFE, TURNER and VERHOOGEN (1958) discussed composition from the point of view of four components, namely: calcareous (marble), basic (amphibolite), pelitic (pelite), and quartzo-feldspathic (quartzite, psammite, feldspathite). Our only innovation, which is abundantly justified in Spitsbergen, is to divide this last category, although we recognize that the rocks of many terrains would not necessitate using feldspar as a fifth component.

Because the groups are both independent and share common elements without mutual exclusion, 5 symmetrically related components need to be considered. It is thus difficult to demonstrate the system graphically. The relationships are not, however, difficult to analyse and Table I needs to be understood as a partial representation (e. g. in only showing 4 of 10 transitions between categories).

CHOICE OF NAMES

The terms *quartzite*, *psammite*, *pelite*, *marble*, *amphibolite*, *hornblendite*, have been adopted, so far as we can discover, according to their most general usage (e.g. HOLMES 1920). We have, however, specified limiting compositions.

Pelite, *psammite*, *psephite* have been defined as interchangeable with argillite, arenite and rudite according to grain size (e.g. READ and WATSON 1962, p. 246). However, we find that it is general practice, while reserving the Latin derivatives for grain size of sediments, to use the Greek derivatives primarily for metamorphic rocks (e.g. TYRRELL 1921, p. 501; 1926, p. 270; READ and WATSON 1962, p. 505) and/or for composition (e.g. PHEMISTER 1948, p. 16-17). The composition of pelite and psammite is linked to grain size in normal sedimentary processes, although not so simply in psephites, and our compositional use is no innovation. Indeed, the persistence of vagueness about the petrographic meaning of these terms may be directly related to a view of their genetic implications. We use them essentially as petrographic rather than petrogenetic terms.

Semipelite is already established, with a wide range and variation in usage for rocks which are extremely abundant (PHEMISTER 1948, p. 16-17; READ 1948, p. 14). Strictly used it could be synonymous with our *psammite-pelite*. However, we find *semipelite* is used for a wide range of composition and think it most useful to leave (and indeed encourage) the use of this term for transitional rocks whose composition has not been carefully considered.

Quartzite was defined by TYRRELL (1926) as both a sedimentary and a meta-

morphic rock (i. e. petrographic). Typical metamorphic quartzites probably derive from both quartz arenites with quartz cement (meta-orthoquartzites) and pure quartz arenites.

Amphibolite was defined by BROGNIART in 1813, (JOHANNSEN 1938, p. 442) as any rock whose groundmass is hornblende and in which other minerals are disseminated. We follow neither TYRRELL (1926, p. 311), who defines it as "any hornblendic rock with quartz, plagioclase, albite, epidote, garnet etc. and with both schistose and granulose textures", nor WILLIAMS *et al.* (1954), who use essential hornblende and plagioclase. CANNON (1963, p. 1087–1088) defined amphibolite (*sensu lato*) as a rock with more than 50% hornblende, and he subdivided these rocks into amphibolite (*sensu stricto*) with equal quartz and plagioclase, specifying the dominance of the second component, thus quartz amphibolite, plagioclase amphibolite and other distinct minerals as prefixes. Our definition (>50% hornblende) is not far from this position.

Hornblendite was defined by DANA in 1875 (JOHANNSEN 1938, p. 442) as a rock with over 95% hornblende, by GROUT (1932, p. 107) with more than 90% mafics, and by WILLIAMS *et al.* (1954, p. 79) as containing little but hornblende. CANNON (1963) left it undefined. These earlier definitions of hornblendite restrict the term to exceptional rocks whereas the term is in common use. We therefore think our percentage of 80% is more in accord with general usage.

Marble as a rock name has many uses, nevertheless our usage seems to introduce no confusion and almost exactly follows TYRRELL (1926, p. 297) who defined it as a "recrystallized granoblastic carbonate aggregate".

Feldspathite is a new term which we have found to be almost essential. It avoids, for instance, referring to granitic or granulitic rocks with implications of specific compositions, textures, and/or origins and includes other rocks not at first thought of in these contexts.

The prefix *sub-* is used for compositions under 50%. Mixing a Latin prefix with Greek roots (psammite, pelite) is no worse than in semi-pelite and it is also used with Latin and Greek roots (amphibolite and marble) and Swedish (feldspathite).

Polymictite (Greek *miktos* mixed) has been adapted by us from *polymictic* (SCHWETZOFF 1934). Our usage is similar to that proposed by SCHWETZOFF for sediments, i.e. "rocks consisting of one or two dominant minerals are termed oligomictic and those of several minerals polymictic (arkose and greywacke)". Although polymictic compositions were suggested by SCHWETZOFF as characteristic of geosynclines and have since had a mobile-genetic implication, we use the term in the earlier sense which seems admirably suited to our scheme.

As with the other terms used here polymictite is usefully employed non-genetically.

The above terms all refer to composition and we think it unhelpful to combine compositional and textural connotations in one term, a tendency which could lead to great multiplicity of terms (e.g. *granulite* of TURNER and VERHOOGEN 1960). We prefer terms with a distinct compositional or textural implication, e.g. *granulite* (TYRRELL 1926 and PHEMISTER 1948). This was discussed at some length by BERTHELSEN (1960, p. 17–19).

CHOICE OF A NON-GENETIC CLASSIFICATION

Metamorphism commonly obscures the nature of the original rock, blurs the precise compositional variations and structural relationships, and by segregation or metasomatism introduces new compositional variations. Metamorphic rocks thus need a completely petrographic classification. This is perhaps best exemplified by the *feldspathites* which include intrusive granite gneiss, migmatite, metasomatic granite gneiss, meta-volcanic-rhyolite, meta-acid-ignimbrite, meta-acid-tuff, and meta-arkose. The origin of such rocks may long be in doubt (e. g. BAYLY 1957; HARLAND *et al.* 1966). A similar situation exists, though to a lesser extent, in the case of *ortho-* and *para-*amphibolites, e.g. WILCOX and POLDERVAART (1958); EVANS and LEAKE (1960); WALKER, JOPLIN, LOVERING and GREEN (1960).

ASPECTS OF A COMPOSITIONAL CLASSIFICATION

Petrography involves both composition and texture, but we have selected composition as the essential characteristic for our scheme to assist in stratigraphical analysis and regional mapping.

- 1) Composition is easier to check objectively and so makes comparisons more reliable.
- 2) In many areas of regional metamorphism, metasomatism is an unusual occurrence and variation in composition is generally likely to relate to original variations; however, in other areas metasomatism occurs and a knowledge of composition and its variation is a necessary preliminary to such an investigation (cf. BUTLER 1965).
- 3) A compositional classification will generally indicate the stratal succession which, in turn, is often the best clue to the interpretation of major structures (e.g. BERTHELSEN 1960).
- 4) Texture throws much light on tectonic history but it is dependent also on the composition of the original rock. Moreover, some structures (e. g. boudinage) are dependent on composition contrasts.
- 5) The composition often indicates directly the original environment of formation and this is suggested by some names in the scheme adopted. Thus quartzite, psammite, pelite and marble suggest a sedimentary environment, with few exceptions which can hardly confuse (e.g. vein quartz, carbonatite); feldspathite and amphibolite suggest an igneous or metasomatic contribution (exception, some marls) but leave open the multitude of possible original environments of formation in a possibly complex sequence; polymictites, when extensive, suggest a mobile sedimentary and/or volcanic environment. These are, however, only possibilities indicated by the names, which do not imply acceptance but rather invite a distinct exercise in petrogenesis.
- 6) Amphibolite facies (*sensu lato* i.e. epidote-, almandine- amphibolite and hornblende hornfels of FYFE *et al.* 1958) predominate in the rocks we have studied.

Quartz, feldspars, micas, hornblende and calcite are abundant and stable. Thus our compositional criteria are based on typical minerals of the amphibolite facies. Calculation of whole rock compositions from modal analyses of amphibolite facies, and recalculation of these analyses for assemblages in other facies, requires more information than we have. Our studies in general lack the necessary analytical data of minerals and whole rocks. Our scheme is based on the assumption that the chemical composition of the minerals in rocks of similar whole rock composition varies less than the accuracy required of the method (each mineral is commonly estimated to $\pm 5\%$). It also assumes that the distribution of some components (such as, e.g., lime and alumina between plagioclase, garnet, clinozoisite/epidote, hornblende and calcite) should not vary within the spectrum of rocks considered. Whereas the first assumption is in most cases acceptable, the second is uncertain and is a cause of reservation.

To accommodate rocks of other facies in the scheme requires appropriate modification. Rocks of the greenschist facies are often too fine grained to have easily recognizable mineral grains, and thus texture may be used as the substantive, modified by appropriate mineral adjectives. In higher grades, e.g. granulite, many rocks could still be fitted into a class of appropriate composition. Thus hypersthene-psammite, hypersthene-feldspathite. Basic rocks are still identified by the pyrobole group and the name may be modified from amphibolite to *pyrobolite* and *pyriclastite* with increasing pyroxene (BERTHELSEN 1960, p. 19–21) and so to *pyroxenite*. Extensive very high grade metamorphic terrains may well need a distinct scheme but we think that the petrographic compositional classes could be adapted.

Exceptional rocks, such as eclogites and calc-silicate skarns, are not considered in this scheme and thus their rarity is not obscured since distinctive names are used for them.

Acknowledgements

The field studies from which this paper arose were largely supported by grants to one of us (W. B. H.) by the D. S. I. R. and N. E. R. C., and from which another was supported (R. H. W.); a third (R. A. G.) acknowledges a studentship from the same body. In arriving at our scheme we depended on various studies using over 2000 thin sections cut mainly by the late Mr. A. FOULGER in the Department of Geology, Cambridge, England, where most of this work was done. Amongst the many who clarified our thinking we particularly acknowledge discussions with Officers of the (then) Geological Survey (Scottish Office) and Dr. A. GILBERT SMITH.

References

- BAYLY, M. B., 1957: The Lower Hecla Hoek rocks of Ny Friesland, Spitsbergen. *Geol. Mag.* **94** (5), 377-392.
- BECKE, F., 1904: Über Mineralbestand und Struktur des Kristallinen Schiefer. *Congr. Geol. Int. Vienne. C. R. IX Session*, (2), 553-570.

- BERTHELSEN, A., 1960: Structural studies in the Precambrian of Western Greenland. II. The geology of Torquassap Nunå. *Medd. Grønland*, **123**, No. 1.
- BUTLER, B. C. M., 1965: A chemical study of some rocks of the Moine Series of Scotland. *Q. Jl. geol. Soc. Lond.* **121**, p. 163–203.
- CANNON, R. T., 1963: Classification of amphibolites. *Bull. geol. Soc. Am.* **74**, 1087–1088.
- CHAYES, F., 1956: *Petrographic modal analysis*. John Wiley and Sons, Inc. New York. 113 pp.
- ENGEL, A. E. J. and ENGEL, C. G., 1962: Progressive Metamorphism of Amphibolites, N. W. Adirondack Mountains, New York. *Geol. Soc. Am. Buddington Volume*. 37–82.
- EVANS, B. W. and LEAKE, B. E., 1960: The composition and origin of the striped amphibolites of Connemara, Ireland. *J. Petrol.* **1**, 337–363.
- FLOOD, B., GEE, D. G., HJELLE, A., SIGGERUD, T., and WINSNES, T. S. (in prep.). Nordaustlandet. The pre-Carboniferous geology of Nordaustlandet.
- FYFE, W. S., TURNER, F. J. and VERHOOGEN, J., 1958: Metamorphic reactions and metamorphic facies. *Mem. geol. Soc. Am.* No. 73.
- GAYER, R. A., GEE, D. G., HARLAND, W. B., MILLER, J. A., SPALL, H. R., WALLIS, R. H., and WINSNES, T. S., 1966: Radiometric age determinations on rocks from Spitsbergen. *Norsk Polarinst. Skr.* Nr. 137. Oslo.
- GAYER, R. A. and WALLIS, R. H., 1966: The petrology of the Harkerbreen Group. *Norsk Polarinst. Skr.* Nr. 140. Oslo.
- GEE, D. G. and HJELLE, A., 1966: On the crystalline rock of northwest Spitsbergen. *Norsk Polarinst. Årbok 1964*. 31–45. Oslo.
- GROUT, F. F., 1932: *Petrography and Petrology*. 1st Edit. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York.
- HARLAND, W. B., WALLIS, R. H. and GAYER, R. A., 1966: A revision of the Lower Hecla Hoek Succession in Central North Spitsbergen and Correlation Elsewhere. *Geol. Mag.* **103** (1), 70–97.
- HOLMES, A., 1920: *The nomenclature of petrology*. Thos. Murby. London.
- 1921: *Petrographic methods and calculations*. Thos. Murby. London. 515 pp.
- JOHANNSSEN, A., 1938: *A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks*. **IV**, Part II. University of Chicago Press. Chicago.
- PHEMISTER, J., 1948: Scotland, the Northern Highlands. *British Regional Geology*. 2nd edit.
- READ, H. H., 1948: The Grampian Highlands. *British Regional Geology*. 2nd Edit.
- READ, H. H. and WATSON, J. V., 1962: *Introduction to Geology*. Macmillan & Co. London.
- SCHWETZOFF, M. S., 1934: *Petrography of Sedimentary Rocks*. 374 pp. Moscow. (Reviewed in *J. sedim. Petrol.* **5** (2), 1935, p. 106).
- SHAW, D. M. and HARRISON, W. D., 1955: Determination of the mode of a metamorphic rock. *Amer. Min.* **40**, 614–623.
- TURNER, F. J., 1948: Mineral and Structural evolution of the metamorphic rocks. *Mem. geol. Soc. Am.* **30**.
- TURNER, F. J. and VERHOOGEN, J., 1951 and 1960: *Igneous and Metamorphic Petrology*. McGraw-Hill Book Company Inc. New York. 1–602. (2nd edit. 1960.)
- TYRRELL, G. W. 1921: Some Points in Petrographic Nomenclature. *Geol. Mag.* **58**, 494–502.
- TYRRELL, G. W., 1926: *The Principles of Petrology*. Methuen & Co. Ltd. London.
- WALKER, K. R., JOPLIN, G. A., LOVERING, J. F. and GREEN, R., 1960: Metamorphic and meta-somatic convergence of basis igneous rocks and lime-magnesia sediments in the Precambrian of northwestern Greenland. *J. geol. Soc. Aust.* **6** (2), 149–177.
- WILCOX, R. E. and POLDERVAART A., 1958: Metadolerite Swarm in the Bakersville Roan Mountain Arca, North Carolina. *Bull. geol. Soc. Am.* **69**, 1323–1368.
- WILLIAMS, H., TURNER, F. J., and GILBERT, C. M., 1954: *Petrography*. W. H. Freeman & Co. San Francisco. Pp. 406.

Comments on “A scheme of petrographic nomenclature”

BY
INGE BRYHNI¹

Abstract

A non-genetic classification of metamorphic rocks cannot be established by re-defining terms which are in use for sedimentary rocks. “Pelite” and “psammite” should not be used for metamorphic rocks, but the corresponding *adjectives* are useful as group designations for rocks derived from clay and sand irrespectively of metamorphic grade.

The non-genetical modal/structural classification of metamorphic rocks proposed by the Graz symposium in 1960 is briefly summarized and recommended.

The paper by WALLIS *et al.* (this volume) intends to give a non-genetic nomenclatural scheme of metamorphic rocks based essentially on modal composition of the rocks. The scheme is designed for metamorphic rocks in Spitsbergen, but the authors suggest that it also may have a wider application. It is evident that it is undesirable to establish different nomenclatural principles for various areas, and the proposed scheme should be studied as a contribution in the field of general petrographic nomenclature.

Metamorphic rocks may be grouped or classified according to various different principles, and a system is usually selected that best suits the purpose of the actual investigation (READ and WATSON 1962, p. 520). Thus the metamorphic rocks may be grouped *genetically* according to the nature of the parental rock (f. ex. pelitic, psammitic or psephitic according to grain-size or composition of the original sediment) or according to the processes by which they were metamorphosed. *Non-genetical* classifications have been based on structure (f. ex. slate, schist, hornfels, gneiss) and on chemical or mineralogical composition.

It has been common practice to combine a structural designation with terms denoting composition or characteristic minerals in the name of a particular metamorphic rock. A hornfels has f. ex. been closer designated by the prefix “pelitic” if it seems evident that it has been derived from a pelite (Fig. 1), but the same rock may be termed “andalusite-cordierite hornfels” to avoid any genetic implications and to emphasize characteristic mineral assemblages present in the rock.

¹ Mineralogisk-geologisk museum, Sarsgt. 1, Tøyen, Oslo.

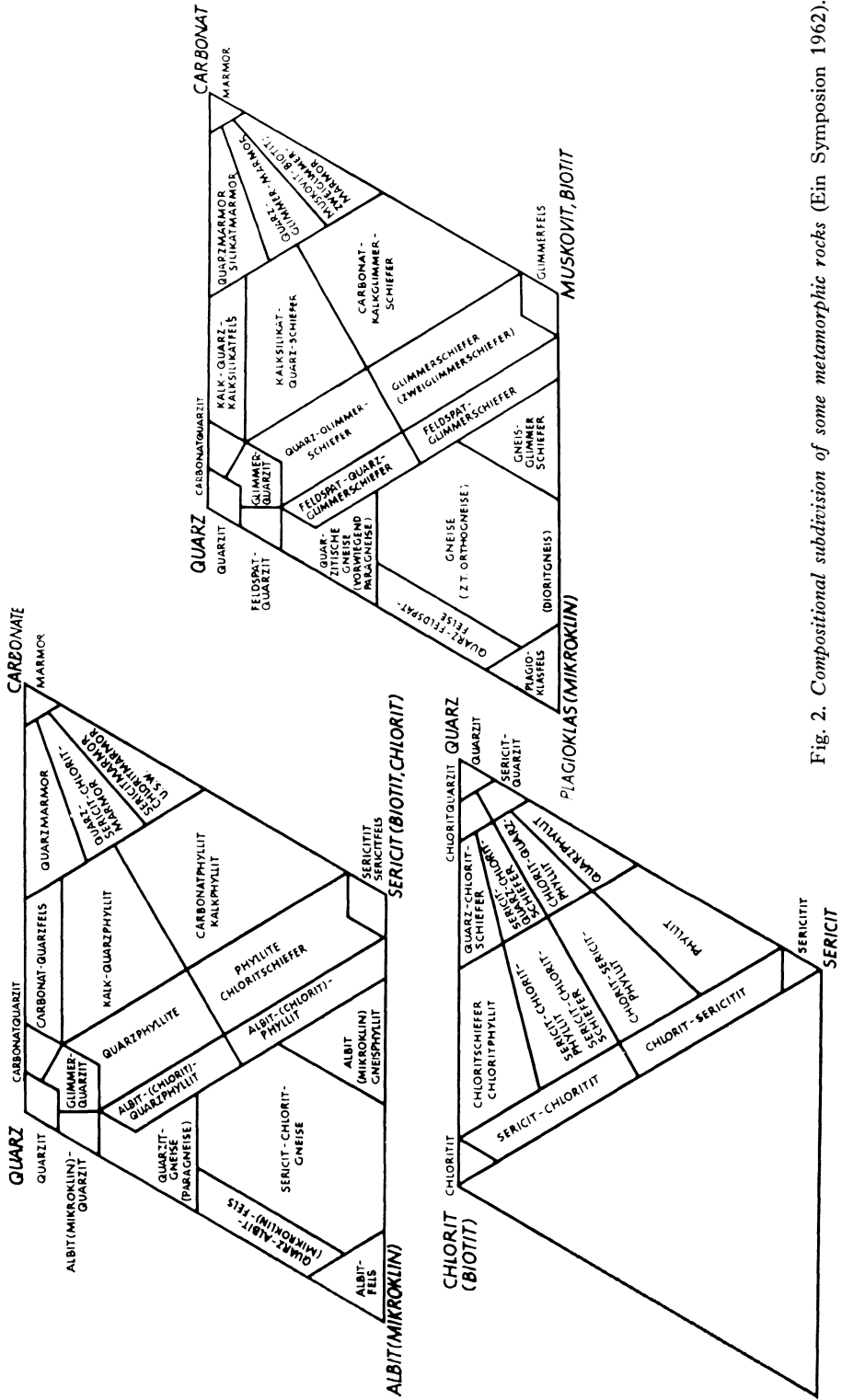


Fig. 2. Compositional subdivision of some metamorphic rocks (Ein Symposium 1962).

however, to meet such needs without classifying the metamorphic rocks on certain assumptions as to how they were formed. In such cases classifications are, however, already available. The proposed classification pretends to be non-genetic, but it certainly draws heavily on petrographic inferences as to how the rocks were formed since most of the names are borrowed from the nomenclature originally designed for sedimentary rocks.

3. Worse, however, is the authors' use of well established petrographic terms in new meanings. The terms "pelite", "psammite", "marble", and "amphibolite" have not "been adopted according to their most general usage", as stated in their paper.

Pelite is derived from Greek, "pelos", which denotes mud or clay, and NAUMANN used the term in 1850 for sediments composed of the finest detrital particles. *Psammite* is derived from Greek, "psammos", which means sand, and BROGNIART and HAUY coined the term for clastic sediments where the grains were smaller than the size of peas and still not fell into the dimensions of dust. All recent glossaries of geologic terms available to the present author (Am. Geol. Inst. 1957, MURAWSKI 1963, SCHIEFERDECKER 1959) define pelite and psammite as detrital sedimentary rocks. The definitions given in Glossary of geology (Am. Geol. Inst 1957) is representative:

Pelite = Mudstone.

Psammite. 1. Fine-grained, fissile, clayey sandstone.

2. Any rock composed of sandy particles; sandstone.

The corresponding adjectives "pelitic" and "psammitic" have been used for metamorphic rocks derived from the respective detrital rocks. The latin words "argillaceous" and "arenaceous" were used synonymous with pelitic and psammitic by HOLMES 1920, but TYRREL (1921, p. 501-502) pointed out that it was consonant with current use to restrict the terms of Latin derivation to sedimentary and those of Greek derivation to metamorphic rocks. However, TYRREL, like HOLMES, always use the adjectival nouns:

"The term *arenaceous* conveys (at least to the writer) a suggestion of past, present, or potential looseness of grain, whereas the corresponding less well-known Greek term does not carry this suggestion. Similarly *argillaceous* conveys a suggestion of softness, plasticity, and extremely fine grain, which is not so directly conveyed by *pelitic* except perhaps to Greek scholars".

WALLIS *et al.* give several references (p. 33-34) to testify that they have adopted their terms according to general usage, and it was found necessary to check these references. As a result it can be demonstrated that the terms pelite and psammite have either been used in another sense (HOLMES 1920, p. 178) than that inferred by WALLIS *et al.*, or the words have been used *adjectively* (TYRREL 1921, p. 501-502 and 1926, p. 270; READ and WATSON 1962, p. 505; PHEMISTER 1960, p. 17 and 18) for rocks derived from argillaceous and arenaceous sediments.

Thus: Pelite (HOLMES 1920, p. 178): "A general term for clastic sediments composed of clay, minute particles of quartz, or rock-flour". TYRREL (1921, p. 501): "... the terms *psammitic* and *pelitic* might usefully be restricted to the hard

metamorphic rocks which have been changed beyond the limits implied by the corresponding Latin terms”.

TYRRELL (1926, p. 270): “The Greek terms *pséphitic*, *psammitic* and *pelitic* are now used as descriptive adjectives for metamorphic rocks derived respectively from gravel rocks, sand rocks, and clay rocks”.

The term *amphibolite* is used in a different way than most modern petrologists (HOLMES 1920, p. 29; READ and WATSON 1962, p. 520, 536; WILLIAMS *et al.* 1955; TURNER and VERHOOGEN 1960, p. 454; WINKLER 1965, p. 211) who regard amphibolite as a granular metamorphic rock composed principally of hornblende and plagioclase. It would be in opposition to very common practice to follow CANNON (1963) in admitting also rocks without plagioclase, or WALLIS *et al.* in allotting rocks composed also of actinolitic amphibole to the amphibolite family. It would probably alarm most students of Caledonian metamorphic rocks if the familiar greenschists suddenly appeared as “amphibolites”, and it would certainly make confusion if the chloritic varieties within the greenschist division should be termed “pelites” (greenschists with more than 50% chlorite and biotite are not uncommon).

Marble was used by HOLMES (1920, p. 150) as – “a general term for any calcareous or other rock of similar hardness that can be polished for decorative purposes; petrologically restricted to granular crystalline limestones, the term, when used without a mineralogical prefix, implies a variety such as a statuary marble, composed almost entirely of calcite”.

It is evident that WALLIS *et al.* will give the term a much wider application than what is general usage. Metamorphic limestones will, for example, fall into their “marble” group. The fossiliferous Hecla Hoek limestones and dolomites in southern Spitsbergen (MAJOR and WINSNES 1955) would thus have to be designated “marbles”, – contrary to all reasonable nomenclatural practice.

4. Rocks like arkose, greywacke and orthoquartzitic sandstone, which to most geologists fall within the psammite family, would often fail to be psammites according to the proposed scheme.

5. The proposed classification will in some cases provide names which unduly convey a suggestion of sedimentary origin for rocks with uncertain origin. This would apply for trondhjemitic and granitic rocks which often are encountered in metamorphic terrain, and for metasomatized rocks.

6. The above statement may be illustrated by a granite with 5% biotite, 35% quartz and 60% alkalifeldspar, and by a trondhjemitic with 10% biotite, 40% quartz and 50% plagioclase. Both rocks would be termed “psammitic-feldspathite” by the proposed scheme. It is difficult to see that it is any improvement that different rocks should be given the same name, or that this single name should be more useful than the ordinary descriptive terms biotite-granite and biotite-quartz-diorite (or “biotite-granitic” resp. “biotite-quartz-dioritic fels” if one would be more careful).

7. The same composition will make more than one name possible in all subclasses. Thus a rock composed of 20% quartz, 40% feldspar and 40% mica would

be given any of the terms subfeldspathite or subpelite etc. with adjectival qualifications (pelitic-subfeldspathite or feldspathic-subpelite).

This ambiguity is quite ridiculous when precise knowledge of the composition is unavailable.

The above statements may have demonstrated that the proposed classification would add greatly to the confusion of petrographic nomenclature. My discussion may appear to be unduly detailed, but the proposed nomenclatural scheme should be taken seriously because it is accepted for publication and thus might have consequences for future nomenclatural principles. I will refrain from commenting upon the textural and other qualifications which WALLIS *et al.* propose to use in their scheme for petrographic nomenclature, but it should be considered that the authors have not altered any detail¹ in their manuscript after my written comments were available last year. Neither has the opposition given by colleagues at Norsk Polarinstitut at a meeting with one of the authors resulted in any attempt to produce any less controversial proposal.

Recommended practice

It may be impossible to establish a system of classification of metamorphic rocks which is purely non-genetic and at the same time well suited for stratigraphic correlations on a regional scale. Schemes are available, however, which are less controversial than the classification referred to above, and I will try to summarize some principles which are to be recommended.

Double designations will often have to be utilized to focus on special aspects of metamorphic rocks. Regional geologic studies with emphasis on stratigraphy and structure will require, for example, *terms for lithostratigraphical units* which are independent of metamorphic state as well as *petrographic terms* to specify individual rock types.

Lithostratigraphical units

The need for grouping metamorphic rocks with different state of metamorphism into stratigraphical systems has been met by using adjectives indicative of the dominant rock-type (ANDERSON 1948, p. 92; JOHNSTONE 1966, p. 32). All adjectives which correctly specify characteristic properties of the dominant rock-type will do: "pelitic", "psammitic", "quartzo-feldspathic", "calcareous", "basic", "magnesian" as well as more specifying terms "quartzitic", "volcanic", "meta-dacitic", "chloritic, epidotic and hornblendic", "graphitic" etc. Some of these adjectival terms have genetic implications and should only be used when the origin of the rock justifies the designation. Phyllites and mica-schists as defined by the compositional diagram Fig. 2 will most probably represent true pelitic rocks, but the derivation of quartzo-feldspathic rocks from original arenites is not always clear.

¹ (Added in proof). Several improvements have been made while the paper has been in press, and some of my objections are no longer valid.

The term "psammitic" should only be used when the metamorphic rock beyond reasonable doubt is a metamorphosed arenite.

Neutral terms which only indicate composition should be preferred whenever the origin of the dominant rock-type is uncertain or when the chemical composition of the rocks may have changed during metamorphism. Such terms may be arbitrarily defined by chemical analysis or by mineral assemblages (WILLIAMS, TURNER, and GILBERT 1955, p. 175; TURNER 1958, p. 200; READ and WATSON 1962, p. 518) or by characteristic rock-types.

Some characteristic rock types are listed below:

Pelitic group Aluminous minerals (andalusite, aluminous chlorite, chloritoid, cordierite, pyralspite garnet, kyanite, micas, sillimanite and staurolite) are dominant and present in excess of 35%. Quartz second in quantity. Feldspar <20%.

Characteristic rocks are phyllites and mica-schists.

Psammitic group Either quartz, feldspar or both are dominant minerals. Metamorphism from original arenites should be evident. The various petrographic types may be used to specify the lithostratigraphical unit:

Orthoquartzite – Feldspar <10% Mica <20%.

Feldspathic quartzite – Feldspar 10–25% Mica <20%.

Meta-arkose

Meta-greywacke

Meta-subgreywacke

It is difficult to define the psammitic group mineralogically because of the great lithological variation displayed by the original arenites and because transformation from one group or minerals to another (f. ex. feldspar → mica, carbonate and epidote) may have taken place. Weakly altered psammitites may be classified by a scheme (Fig. 3) modified from PETTIJOHN (1949, p. 227). This scheme was used

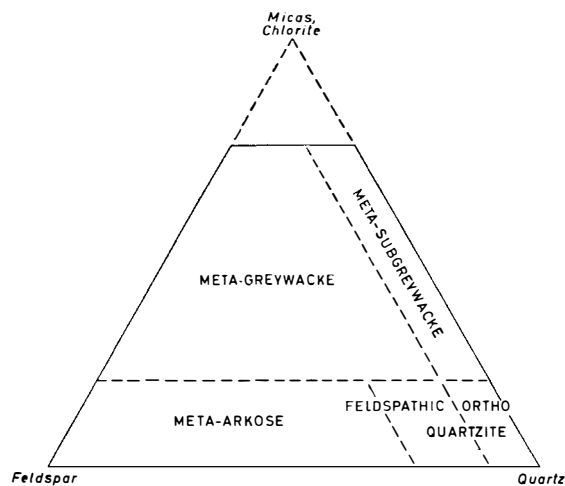


Fig. 3. Classification of weakly metamorphosed arenites. Compositional diagram somewhat modified from PETTIJOHN (1949, p. 227) and STÅLHÖS (1956, p. 300, 351, 352).

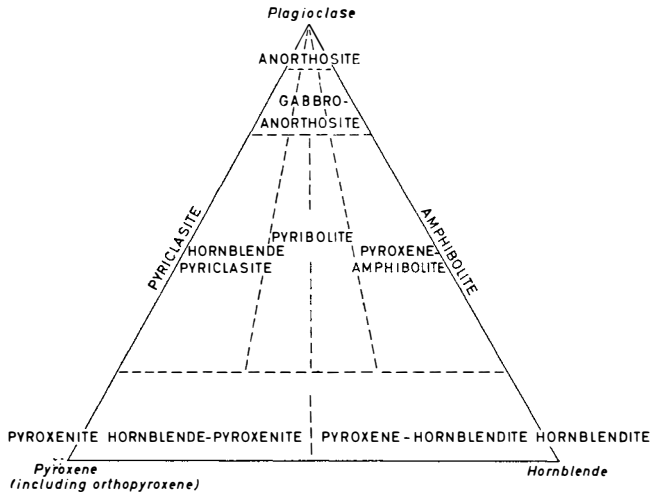


Fig. 4. Classification of some basic and ultrabasic metamorphic rocks. Mainly after BERTHELSEN (1960, p. 20).

by STÅLHÖS 1956, BJØRLYKKE 1966, and ENGLUND 1966, for slightly metamorphosed Eocambrian arenites in Sweden and Norway, but great care should be exercised by using this diagram for strongly metamorphosed rocks.

Quartzo-feldspathic group

Quartz and feldspar are dominant minerals and feldspar > 20%. Metamorphism from original arenites is not evident. "Feldspathite group" should be preferred if quartz < 10% and "Quartzite group" should be preferred if quartz > 80%. Massive rocks should be classified according to any of the schemes for classification of igneous rocks (TRÖGER 1938, or KVALE in SKJERLIE 1958, p. 9-10) and if necessary, given the prefix "meta" to indicate the rock it has been derived from (meta-diorite, meta-dacite, meta-rhyolite etc.). Such terms have been used for rocks in the Norwegian Caledonides by KVALE 1946.

Many regional-metamorphic rocks (felsens, gneisses, schists) have been transformed beyond their ready recognition as transformed sedimentary or igneous rocks and are properly assigned to the quartzo-feldspathic group.

Basic group

Quartz < 10%. Plagioclase dominant over alkali feldspar. Ferromagnesian minerals (pyroxene, amphibole, epidote, olivine) and plagioclase are dominant. Some rocks within this group are massive and might be designated by any accepted scheme for classification of igneous rocks. The prefix "meta" should be used to indicate metamorphism (meta-gabbro, meta-basalt). Fig. 4 gives a mineralogical classification of some common basic metamorphic rocks (modified from BERTHELSEN 1960, p. 20). It should be noted that the terms pyriclasite and pyribole require the presence of at least some orthopyroxene.

Designations for individual rock types

The petrographic terms recommended by the Graz symposium (Ein Symposium, 1962) should be used to specify individual rock types and the principles will be briefly summarized below. Many of the metamorphic rocks can be well described by a structural term like schist, gneiss, fels, mylonite etc., or by mineralogical/structural terms like marble, quartzite, amphibolite etc. Quantitative mineralogical delineations have been given for some of these rocks in Fig. 2 in this paper. More exact designation of the rock is achieved by listing the subordinate constituents in front of the rock name, in order of increasing amount, f. ex.:

chloritoid-chlorite-quartz phyllite
phlogopite-calcite-phyllite

Minerals inherent in the rock-name should generally not be included in the mineral list, but it is sometimes of interest to denote whether there are two or only a single feldspar in a rock. The name might then be constructed as:

White mica-biotite-epidote-two feldspar gneiss
Garnet-white mica-biotite-plagioclase gneiss.

Acknowledgements

I am indebted to the Director of Norsk Polarinstitut, TORE GJELSVIK, and the other geologists at the same institute for this opportunity to voice opinions which in most details were shared during an oral discussion about the contribution which is the subject of this paper. I have also benefited from discussions with KNUT BJØRLYKKE, OLAF ANTON BROCH, DAVID G. GEE, and JOHAN NATERSTAD on problems of metamorphic nomenclature.

List of references

- Am. Geol. Inst., 1957: *Glossary of geology and related sciences*. Second Ed. with supplement, 1960. National Academy of Sciences, Washington, D. C.
- ANDERSON, J. G. C., 1948: Stratigraphical nomenclature of Scottish metamorphic rocks. *Geol. Mag.*, **85**, 89-96.
- BERTHELSEN, A., 1960: Structural studies of the Pre-Cambrian of Western Greenland Part II. Geology of Tovqussap Nunâ. *Med. Grønland*, **123**, Nr. 1.
- BJØRLYKKE, K., 1966: Studies on the Latest Precambrian and Eocambrian rocks in Norway. Sedimentary petrology of the sparagmites in the Rena district, S. Norway. *Norges geol. Unders.*, Nr. 238.
- CANNON, R. T., 1963: Classification of amphibolites. *Bull. Geol. Soc. Am.*, **74**, 1087-1088.
- Ein Symposium, 1962: Ein Vorschlag zur qualitativen und quantitativen Klassifikation der Kristallinen Schiefer. *Neues Jb. Miner. Mh.*, 163-172.
- ENGLUND, J.-O., 1966: Studies on the latest Precambrian and Eocambrian rocks in Norway. Nr. 2. Sparagmittgruppens bergarter ved Fåvang, Gudbrandsdalen. En sedimentologisk og tektonisk undersøkelse. *Norges geol. Unders.* Nr. 238.
- HOLMES, A., 1920: *The nomenclature of petrology*. Thomas Murby & Co., London.
- JOHNSTONE, G. S., 1966: *British regional geology*. The Grampian Highlands (Third Ed.). Edinburgh 1966.

- KVALE, A., 1946: Petrologic and structural studies in the Bergsdalen quadrangle, Western Norway. Part I. Petrography. *Bergens Mus. Årb.* 1945. Nat. vit. rekke Nr. 1.
— See SKJERLIE, 1958.
- MAJOR, H. and WINSNES, T. S., 1955: Cambrian and Ordovician fossils from Sørkapp Land, Spitsbergen. *Norsk Polarinst. Skr.*, 106.
- MURAWSKI, H., 1963: *Geologisches Wörterbuch*. Ferdinand Enke, Stuttgart.
- NAUMANN, C. F.,: *Lehrbuch der Geognosie*, Erster Band, Engelmann, Leipzig.
- PETTIJOHN, F. J., 1949: *Sedimentary rocks*. Harper & Brothers, New York 526 p.
- PHEMISTER, J., 1960: *Scotland: the Northern Highlands. British Regional Geology* (Third edition).
- READ, H. H. and WATSON, J., 1962: *Introduction to geology Vol. I. Principles*. MacMillan & Co. Ltd., London. 693 p.
- SCHIEFERDECKER, A. A. G. (Editor), 1959: Geological nomenclature. Royal Geological and Mining Society of the Netherlands Gorinchem – *J. Noorduijn N. V.*
- SKJERLIE, F. J., 1958: Geological investigations between Fjærlandsfjord and Sogndalsdalen, Sogn, Western Norway. *Bergen Årbok* 1957, Nat. vit. rekke, Nr. 10.
- STÅLHÖS, G., 1956: The sparagmite series and the Vemdal quartzite of the Hede region, Härjedalen. *Bull. Geol. Inst.*, Uppsala, 36, 297–368.
- TRÖGER, W. E., 1938: Eruptivgesteinsnamen. *Fortschr. Min. Krist. Petr.*, 23, 41–90.
- TURNER, F. J., 1958: Mineral assemblages of individual metamorphic facies. In FYFE, W. S., TURNER, F. J. and VERHOOGEN, J.: *Metamorphic reactions and metamorphic facies. Geol. Soc. Am. Memoir* 73.
— and VERHOOGEN, J., 1960: *Igneous and metamorphic petrology*. McGraw-Hill, New York–Toronto–London. 694 p.
- TYRREL, G. W., 1921: Some points in petrographic nomenclature. *Geol. Mag.*, 58, 494–502.
— 1926: *The principles of petrology*. Methuen & Co. Ltd. London. 349 p.
- WALLIS, R. H., HARLAND, W. B., GEE, D. G. and GAYER, R. A., 1967: A scheme of petrographic nomenclature for some metamorphic rocks in Spitsbergen. This volume.
- WENK, E., 1963: Zur Definition von Schiefer und Gneiss. *Neues Jb. Miner. Mh.*, 97–107.
- WILLIAMS, H., TURNER, F. J. and GILBERT, C. M., 1955: *Petrography. An introduction to the study of rocks in thin sections*. Freeman and Company San Francisco.
- WINKLER, H. G. F., 1965: *Petrogenesis of metamorphic rocks*. Springer-Verlag Berlin–Heidelberg–New York 1965, 220 p.

Opplevelser på mine tre sommerekspedisjoner til «No Man's Land»

(Experiences during my three summer expeditions to "No Man's Land")

AV

GUNNAR HOLMSEN¹

Abstract

The author relates about his expeditions to Spitsbergen in the summers of 1908, 1909 and 1912. As these voyages were made more than half a century ago, conveyance as well as sojourn have altered considerably since then, and consequently young scientists have asked the author to tell something about travelling to the Spitsbergen islands in former days.

At the time referred to, Spitsbergen was a God-forsaken and lawless land. Its coastwaters, formerly rich in whales, walrus and seals, are now deserted by those valuable animals. As a compensation, hunting expeditions on bears, foxes and reindeer were equipped from North-Norway. The results were, however, disappointing, due to unsatisfactory protection of the game. Referring to facts, owners of equipment appealed to the Norwegian government for an adjustment of rights in Spitsbergen.

At the beginning of our century information of coal deposits indicated a mercantile attention of Spitsbergen, and trading expeditions for coal mining were equipped. Lack of law and justice led to quarrels and disorders, even to armed conflicts between competing syndicates.

What the writer relates concerning hunters he met, and adventures he revives, such as his passage over the Arctic Sea by sail only, he hopes will present a correct picture of Norwegian pioneer activity in the exploring of the island group.

For vel et halvt århundre siden foretok forfatteren noen reiser til Spitsbergen i geologisk øyemed.

Dette er nu såpass lenge siden at reiselivet, hvad transport og opphold angår, har gjennomgått store forandringer. Bortsett fra et enkelt grubesamfunn var der dengang ingen fast bebyggelse på øygruppen, og det var før trådløs forbindelse var kommet i stand. Selv om kystene i sine store trekk var kjent, manglet fyr og sjømerker, likesom det var sparsomt med sjøkart. I landets indre var der utført en gradmåling, men topografiske kart fantes ikke.

Forfatteren håber at hvad han nedenfor forteller om folk han traff og om opplevelser forøvrig vil gi et tidsbilde av norsk pionerliv i Spitsbergens utforskning.

*

¹ Norges geologiske undersøkelse, Eilert Sundts gate 32, Oslo 2.

Kulleier på Spitsbergen har vært kjent helt siden den tid hollenderne drev sine innbringende trankokerier der. Det er sandsynlig, at norske fangstfolk fra lang tid tilbake har tatt med kull hjem fra Spitsbergens lett tilgjengelige forekomster, foruten til eget bruk også til salg. Den norske professor, geologen Keilhau, som gjorde en reise til Bjørnøen og Spitsbergen i 1827, nevner i sin reisebeskrivelse en import av 60 tønner kull til Norge, og en fransk geolog forteller, at han sist i 1830-årene i Recherche Bay fant kull av samme slags som de «der i noen år har vært brutt i Isfjorden til bruk ved bergverket i Kåfjord i Finmark».

En større kullast i moderne tid på 600 hl ble budt til salg i 1899 av ishavsskipper Søren Zachariassen, og dette eksempel ble omkring århundreskiftet fulgt av et par organiserte aksjeselskaper, som utrustet ekspedisjoner for å begynne kulldrift. Da meldte seg snart spørsmål om eiendomsretten. Ufred og krangel mellom forskjellige selskaper oppstod fordi ingen lov gjaldt i Det herreløse land.

Amerikansk kapital gikk tidlig inn for utnyttning av kullforekomstene, og det varte ikke lenge før senatkomiteén for USA's utenriksanliggender tok hensyn her til og fikk vedtatt en ny lov, som vakte stor forferdelse i Norge. Den er omtalt i februarheftet 1910 av Petermanns Geographischen Mitteilungen, og er referert av «Aftenposten» for 12.2 og 14.2, 1910. Loven skulle sikre amerikanske borgere samme beskyttelse for kulldrift på Spitsbergen som de hadde for drift av guanoforekomster på øer, hvor intet land gjorde krav på eiendomsrett. En gammel lov i USA om drift av guanoleier hevder, at så snart et arbeide er begynt skal «*oen betraktes som tilhørende De forente stater*». Amerikansk presses omtale av den nye lov, som tok sikte på Spitsbergens kulleier, viste den oppfatning at det var USA's hensikt å annektere Spitsbergen på denne måte. Men der fantes allikevel noen som tok avstand herfra og fremhevet hvilken innviklet diplomatisk floke De forente stater ville komme i med flere europeiske makter hvis Statene ville gjøre alvor av å effektivere den nye lov. Det er trolig, at denne loven fremskyndet de internasjonale drøftelser om Spitsbergens fremtid, som begynte med et møte i Kristiania 19. juli samme år med utsendinger fra Norge, Sverige og Russland.

Efterhvert som den økonomiske interesse for kulldriften vokste ble rettstilstanden på øygruppen mere og mere utrygg. Helt fra de første to selskapers start tok stridigheter om eiendomsretten til, og snart førte lovløsheten til voldshandlinger. Uærlighet og hærverk bredte seg samtidig til fangstfolkene. Alt rørlig gods i deres enkle hytter ble ansett for allemanns eiendom, og det hendte til og med at overvintringshus ble stjålet eller flyttet. Skylden derfor får nok dårlige elementer blant fangstfolket selv bære, likesom for den uvetlige jakt de drev. Det ene med det andre gjorde at de fikk et dårlig ord på seg.

Overvintrernes utbytte avtok år for år da fredning ikke forekom. En kjent fangstmann skyldte på at bestanden av bjørn og rev var gått tilbake på grunn av uforsvarlig bruk av gift. Til en avis-korrespondent i Tromsø nevnte han som eksempel, at han et helt år etter at en fangststasjon var forlatt hadde funnet friske skrotter av flere bjørner i den nedlagte stasjons nærhet.

På Tromsø efterlystes stadig den kommisjon som var bebudet allerede i utenriksminister Løvlands tid om å bringe Spitsbergen inn i ordnete forhold. På den tid det her fortelles om var forlengst fortidens rike fangst av hval og hvalross



Fig. 1. Isachsens ekspedisjon 1907.

Fra venstre, bakre rekke: Isachsen, skipper Jakobsen, Hanna Dieset, assistent Strengenhagen.

Midtre rekke: assistent Håvimb, islos Søren Svendsen, maskinist ?, Hoel, køkk ?

Første rekke: maleren Tenère (fransk), to matroser.

Isachsen's expedition 1907.

From left, third row: Isachsen, captain Jakobsen, Hanna Dieset, assistent Strengenhagen.

Second row: assistant Håvimb, ice-pilot Søren Svendsen, engineer ?, Hoel, steward ?

First row: the painter Tenère (French), two sailors.

forbi. Det var landdyrene, isbjørnen, polarreven og renen de overvintrende fangstmenn drev sin jakt på. Bestanden av bjørn og ren ble også sterkt desimert av organiserte turistjegere. Et utenlandsk selskap med leiet fartøy felte således på en tur til Sassendalen hundrevis av dyr, som til fangstfolkets avsky ble liggende til ingen nytte. De forskjellige ekspedisjoners beretninger, så vel som turistferder, fulgtes med oppmerksomhet og omtale i norske aviser, og med små mellomrom ble tanken om en internasjonal regulering av de lovløse tilstander krevet iverksatt.

Ekspedisjonen med «Holmengrå» 1908

Den norske vitenskapelige forskning på Spitsbergen tok til i begynnelsen av vårt århundre. En ekspedisjon iverksatt av professor Kristian Birkeland var den første. Vinteren 1902–1903 ble observasjoner over nordlys, jordmagnetisme og meteorologi utført på Akseløen under ledelse av min studiekamerat meteorologen

Nils Russeltvedt. I 1906 og 1907 ledet rittmester Gunnar Isachsen i fyrst Albert I av Monacos regi hver sommer en norsk ekspedisjon med topografisk og naturvitenskapelig formål til den nordvestlige del av Vest-Spitsbergen, hvorved et flere tusen kvadratkilometer stort område ble kartlagt, samtidig som et verdifullt geologisk og botanisk materiale ble innsamlet.

Hvad deltakerne i disse ekspedisjoner kunne fortelle ga støtet til nærværende forfatters reiser i geologisk øyemed i somrene 1908, 1909 og 1912. Det geologiske og topografiske utbytte av disse tre sommerreiser har forfatteren tidligere omtalt i fagtidsskrifter. Nedenstående artikkel er ikke tenkt som noe supplement til faglitteraturen, men er skrevet for å belyse den tids reisemåter og dagligdagse hendelser i Det herreløse land.

På Isachsens ekspedisjon 1907 hadde to av mine studiekamerater vært engasjert, cand. real. Adolf Hoel som geolog og stud. real. Hanna Dieset (senere min hustru) som botaniker. Begge var sterkt interessert av hvad de hadde opplevet i det arktiske land, og snakket ikke om annet hele vinteren etterpå.

I et selskap ved juletider hvor vi alle tre var budne var også professor Amund Helland tilstede. Kanskje syntes professoren at geologen var litt for stillfarende ved anledningen, for han stilte ham følgende spørsmål: «Har De funnet noe sensasjonelt på Spitsbergen, Hoel, ligger krittformasjonen på plass i lagrekken, eller er den deroppe eldre enn devonformasjonen?». Nei, noe av den art hadde ikke Hoel lagt merke til, men han hadde da funnet et nytt, ganske tykt og rent kullag i Green Harbour. «Det må De ikke fortelle til kreti og pleti» sa Helland «før De har sikret Dem eiendomsrett til det». Det hadde ikke Hoel tenkt på før. Han fikk nu lyst til å reise opp igjen til sommeren og utføre en brukbar annekasjon av kullaget. Ved Hellands hjelp lykkedes det ham å finne en partner i foretagendet, som var villig til å sette inn det nødvendige beløp til en ny reise, samtidig som Universitetet var villig til å bidra med 500 kroner for fossiler fra Spitsbergens rike fossilførende berggrunn. Forrige år var der gjort et oppsiktsvekkende funn av forsteneringer efter urfisk i Wood Bay, og forøvrig innbød tallrike lokaliteter andre steder på Vestspitsbergen til innsamling av fossiler. Jeg skulle få være med som annekasjonsvidne.

Det lykkedes Hoel å få leiet en agnbåt, «Holmengrå», med besetning i Tromsø, og som islos ble engasjert en erfaren ishavsskipper, Andreas Beck, som året efter ble skipper på min leiete kutter «Maria». Beck ble senere islos ombord i «Fram» under Roald Amundsens ferd til Antarktis.

I strålende midnattsol passerte «Holmengrå» Torsvåg på Vannøy natten mellom 6. og 7. juli med kurs for Spitsbergen over Ishavet. Navigasjonen ombord var enkel, hverken sekstant eller logg fantes. Fra Torsvåg styres rettvise nord efter kompasset. «Treffer vi da ikke Spitsbergen», sa skipperen, «er det strømmens eller vindens skyld», og da risikerer vi å måtte lete flere døgn efter land, mente han. Vi var heldige og fikk Hornsundtinden i sikte efter ca. 3 døgn fart. Strømmen hadde da ført oss 12 mil lengere vest enn ventet.

Vårt første anløp var Advent Bay, hvor vi kjøpte kull. Her fikk vi til vår overraskelse høre at vår studiekammerat, botanikeren Hanna Dieset, var ankommet til Coles Bay, hvor hun ville fortsette sine studier fra forrige år. Hun hadde fått

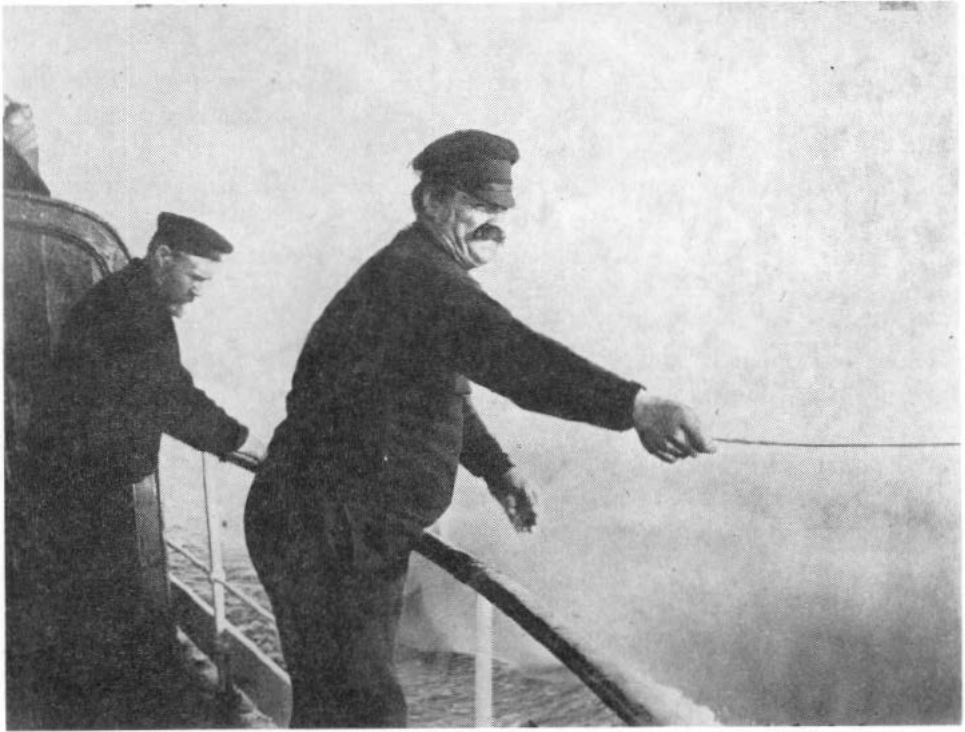


Fig. 2. *Andreas Beck lodder dybden i Foreland-sundet.*
Andreas Beck sounds the depth in Foreland-sundet.

Foto: G. HOLMSEN

følge med et turistselskap fra Tromsø, som landsatte henne ber, hvor hun hadde slått seg ned alene og bodde i telt. Vi ble enige om å gå innom Coles Bay og invitere henne til å følge oss rundt til de forskjellige steder vi hadde tenkt å besøke. Vi fant henne i sitt lille polartelt omgitt av plantepresser, og der var ikke nei i hennes munn til å bli med.

Det første vi skulle gjøre var å annektere Hoels kullag på Green Harbours østside. Hit kom vi 11. juli. Det okkuperte område ble avmerket med jernbolter slått ned i berget og annekasjonen bevidnet av Hanna Dieset og meg. Med anmeldelsen til Utenriksdepartementet fulgte det britiske sjøkart med området inntegnet. Den gang var dette kart det beste vi kunne få, og etter dette navigerte vi under hele vår reise. Dets stedsnavn var dels av engelsk og dels av hollandsk opprindelse, og ble brukt av alle besøkende, så vel av videnskapsmenn som av turister og fangstfolk. Derfor bruker også jeg dem i denne beretning således som vi dengang gjorde.¹

Det ene av oppdragene for vår reise var nu utført og vi kunne begynne innsamlingen av fossiler til Universitetet. Paleontologen professor dr. Johan Kiær hadde ønsket seg et større materiale av urfisk-fossiler, hvorfor vi fra Green

¹ De av forfatterens stedsnavn som avviker fra de nå vedtatte navn, er ført opp i en alfabetisk liste etter artikkelen. Red. anm.

Harbour satte kurs gjennom Forlandsundet til Nord-Vestspitsbergen. Underveis gikk vi i land i Virgo Bay, utgangsstedet for Andrées ulykkelige ballongferd 1897, hvor nu amerikaneren Wellman gjentatte år foretok forsøk med luftskip med tanke på drift over Nordpolen. Her hadde Wellman henimot 30 sledehunder og to vaktmenn til å passe dem og tilse det utstyr som var lagret i hans leir. Den ene av vaktmennene var den vel 50-årige fangstmann Paul Bjørvik fra Tromsø, en veteran kjent for sine hårde opplevelser i yrket. Han hadde fart på Ishavet siden han var smågutt og var fortrolig med overvintringens påkjønning, faren for skjorbuk så vel som ensomheten. En tragedie, hvis make selv i ishavsfartens annaler er sjelden å finne, opplevet han vinteren 1898-99. Sammen med Fram-mannen Bentsen overvintret han på Franz Josefs Land. Bentsen fikk skjorbuk og døde etter store lidelser i nyttårshelgen. I 7 måneder måtte nu Bjørvik utholde ensomheten under de ugunstigste værforhold. Så lenge jorden var frossen kunne han ikke begrave liket, og beholdt det derfor hele tiden i hytten. Under sådanne omstendigheter har mangen ishavsgast bukket under. Bjørvik fortalte at kun den ytterste aktivitet hjalp ham til å holde motet oppe. Alle hans forestillinger kretset om den ene ting: å komme vekk. Under de tyngste stunder orket han ikke å



Fig. 3. Wellmans ballonghus i Virgo Bay med luftskipets kurv. 1907.
Wellman's balloon house in Virgo Bay with the air ship basket. 1907.

Foto: A. HOEL

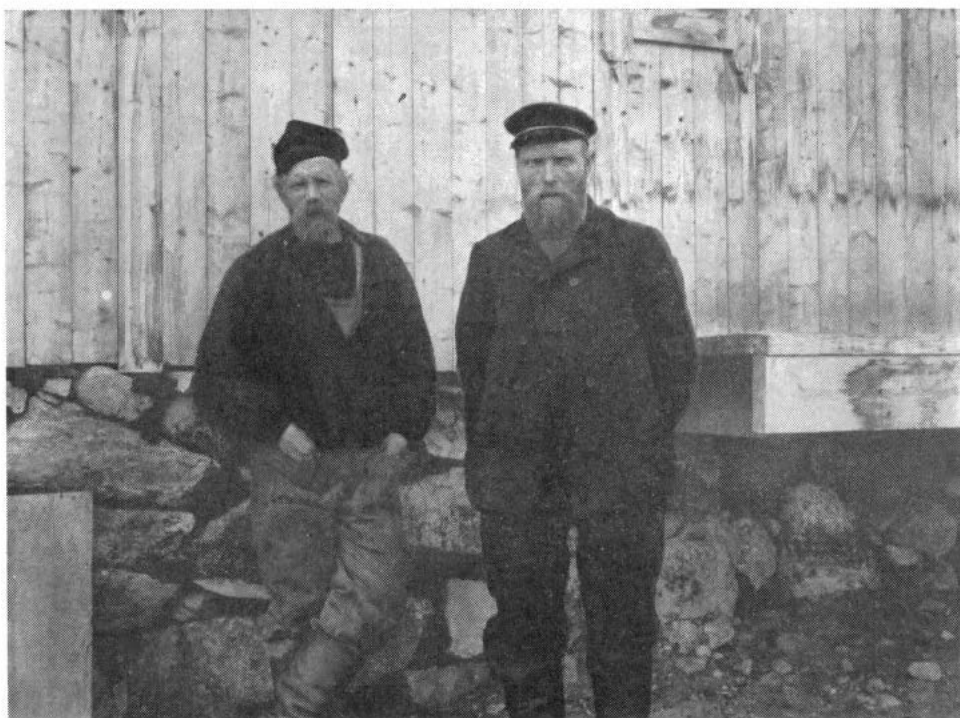


Fig. 4. Paul Bjørvik og Knut Johnsen foran Wellmans hus i Virgo Bay.
Paul Bjørvik and Knut Johnsen in front of Wellman's house in Virgo Bay.

Foto: G. HOLMSEN

arbeide med feller og fangst, men heller ikke da gø han seg tungsindet i vold. Han sang, og fremsa alle de dikt han kunne utenat, og når han ble trett av dette skrev han ned sine opptegnelser. Med en aldri sviaktende energi overvandt han ensomheten – for 10 år senere å gjennomleve de samme sjelekvaler.

Det var vinteren etter at vi med «Holmengrå» hadde ankret opp i Virgo Bay, en overordentlig streng vinter. Under en storm 2. juledag blåste Wellmans store ballonghus overende. I mai fant den andre vaktmannen, Knut Johnsen fra Tromsø, døden ved et ulykkestilfelle. De to vaktmenn var gått ut på isen for å skyte noe ferskt, sel eller fugl, da isen brast under Johnsen. Han stod da på et isflak som var skruet opp mot stranden, og slo seg så sterkt i fallet at han ikke orket å gripe efter en staur Bjørvik kastet ut til ham. Han kom under isen, og efter lang forgjeves leting efter kameraten måtte Bjørvik gå alene hjem til hytten. I dagboken skriver han:

«Efter en lang og forgjeves søkning gikk jeg alene hjem. Det var en tung gang, men man får bøye seg under skjæbnens tunge slag. . . . Det er nu annen gang at jeg ser en god kamerat ende sine dage for mine øyne her på Ishavet. Men dette var dog verre enn da Bentsen døde på Franz Josefs Land. Wellmans polarture har nu kostet to mann livet. Flere blir det vel ikke for nu må han vel slutte snart. Her ligger nu to ballonghus i ruiner. Andréé og hans mænd er døde. . . og hvad

nytter det til altsammen. Hvad har man fått tilbake for alle de millioner, som nu er oppbrukt for å komme et par usle grader videre mot nord? Det var en ære for nationen og for dem som utførte det (de store polarferder). Men det er sandelig en krank nytte. Nei, da har den mann, som fant opp skopluggen gjort mere nytte for seg i verden. . . . 20 mai vågnet jeg alene. Der sitter en klump i brystet på meg så jeg ikke har brydd meg om å koke annet enn kaffe. Jeg har vasket stuen og kjøkkenet og pakket Johnsens saker. Jeg må finne på noe å bestille, ellers blir det uutholdelig. Nu orker jeg ikke mere å skrive, bare å sitte på signalhaugen og se efter skip. Hundene er også mere utålmodige enn noensinde.»

Til vår glede traff vi på Wellmans stasjon også Nansens berømte ledsager på nordpolvandringen, Hjalmar Johansen. Han hadde overvintret på Kap Boheman i Isfjorden sammen med en tysk journalist, Lerner, og loset denne på en sledereise over innlandsisen til Nordkysten. Det hadde vært en slitsom tur, fortalte Johansen, så dårlig som de var utstyrt. De slapp opp for proviant, det siste matforråd, litt havregryn og sjokolade, hadde hundene kommet over og tatt, og for å berge livet hadde Johansen måttet prøve å skaffe noe vilt. Han hadde vært så heldig å skyte en ren og en sel. Renen var så mager at den gikk til hundefor, men selen var spiselig og reddet oss fra å sulte ihjel, sa Johansen.

Hjalmar Johansen ble med oss videre på vår ferd og innbudt til å bli med oss tilbake til Tromsø hvor han bodde. Han var til uvurderlig hjelp under vår innsamling av fossiler, tålmodig til å hamre dem ut av berget, og sterk til å bære sten fra fjellene.

Vi hadde nu to gjester, og det var ingen lugar ombord i agnbåten, så vi måtte presse oss sammen i kahytten alle fire. Der lå vi i våre soveposer på benkene, og kokte maten vår, mest havresuppe, lapskaus og smørgrøt, på primus. Ellers hadde vi hermetikk, kjeks og skipskavring. Av Isachsen, som selv stelte maten for sine ekspedisjonsmedlemmer, hadde geologen og botanikeren lært en del matlavning som nu kom til nytte. Av Andreas Beck lærte vi å steke utmerket renbiff på primusen.

Fra Virgo Bay satte vi kurs for Wood Bay. Men efter et par timers gang møtte vi drivis ved Norskørne. Ved å klatre opp i masten kunne islosen avgjøre at denne isbaksen kom fra selve polarisen og stengte adkomsten til fjordene på Nordkysten, og erklærte at det foreløbig var uråd å komme til Wood Bay. Hoel bestemte seg derfor til å snu og reise tilbake til Isfjorden, hvor hele formasjonsrekken fra devon til tertiær er tilgjengelig og rik på forsteninger. Her skulle vi samle så meget vi rakk for senere atter å forsøke adkomsten til Wood Bay. Men underveis ville han gjøre noen breundersøkelser og stanse i Cross Bay. På den store Lilliehøkbreen hadde Hoel noen merker fra forrige år som skulle kontrollmåles for å finne brehastigheten. Her måtte vi gå i taug over sprekkesonene, og var gla vi hadde Hjalmar Johansen som sindig og kraftig ankermann. Utenfor brefronten i sjøen slepte vi en skrape i fjordbunnens slam for å samle arktiske mollusker. Vi fant en masse i beste velgående her i sitt rette element, kloss inntil brekanten, til tross for at temperaturen i slammet var under 0 grader. Det var koldt på hendene å plukke skjellene ut av breslammet i skrapen.

På vei til Isfjorden hadde vi gått inn i Sauehamna (fangstfolkernes uttale av



Fig. 5. Hjalmar Johansen i Blomstrands Havn 1908.

Hjalmar Johansen in Blomstrands Havn 1908.

Foto: G. HOLMSEN

draftets Safe Harbour), hvor 3 unge, forliste fangstfolk hadde tilhold i en fangsthytte. De hadde overvintret, men mistet båten sin og det meste av provianten om høsten på en tur til Prince Charles Foreland. Av vrakgods, kjølen på den forliste båt og kassebord hadde de lavet en farkost de to av dem hadde greid å komme over Isfjorden med, og drevet fangst både i Coles Bay og Green Harbour. Noen revunger de hadde fanget levende var blitt så tamme at de fikk gå fritt ute omkring hytten. Foruten de 11 revunger bestod deres fangst av 12 blårevskinn, 22 av hvitrev, 36 ren, noen sel og en god del edderdun, hele fangsten kunne vel være verd ca. 3000 kroner. Utbyttet ble i regelen snaut i betraktning av alle anstrengelser og savn fangstfolket måtte tåle. Den ene av karene, Anton Eilertsen fra Narvik, var med oss ombord som assistent en 14 dagers tid, og alle tre fikk skipsleilighet med «Holmengrå» tilbake til Tromsø. Om høsten drog Anton igjen nordover på overvintring, denne gang til Kong Karls Land. Fangstekspedisjonen var utrustet av et selskap i Tromsø og bestod av 6 mann. Da de skulle hentes neste høst viste det seg at Kong Karls Land var helt omgitt av ugjennomtrengelig is. Da de ikke var utstyrt for en overvintring til, ble flere private redningsekspedisjoner sendt ut efter dem, men kunne ikke komme frem for ishindring. Da ingen unnsetning kom reddet fangstfolkene seg selv uten hjelp ved en dristig ferd. De besluttet seg til å forsøke å nå frem helt til Advent Bay for muligvis her å få skipsleilighet hjem.



Fig. 6. *Hanna Dieset i Blomstrands Havn 1908.*
Hanna Dieset in Blomstrands Havn 1908.

Foto: G. HOLMSEN

De hadde da i lengere tid vært uten annen proviant enn hvad de kunne skaffe seg ved jakt. Med en fangstbåt som de drog over isen la de avgårde øst og syd for Nord-Østlandet. Først henimot Frimannstredet mellom Barents Island og Edge Island nådde de åpent vann. De rodde så tversover Storfjorden til Mohns Bay og tok herfra på land over Vestspitsbergen og fant etter 16 døgns slitsom tur lykkelig frem til Advent Bay, hvor kullbåten «William Munroe» tok dem med til Tromsø på sin siste tur det år, i begynnelsen av oktober. De var medtatt etter turen, men alle kom seg fort.

«På Spitsbergen hender det alltid noe uventet og spennende» sa Hoel da vi gikk i land til en virksom dag på Kap Boheman. Det er urent farvann utenfor så vi hadde en hård rotørn med sekker fulle av forsteneringer før vi nådde «Holmengrå» som lå til ankers langt fra land, og ikke før på morgensiden nådde vi ombord og kom til ro i våre soveposer. Ved 8-tiden om morgenen vågnet vi ublidt ved alle fire å bli kastet ned på dørken fra benkene hvor vi sov. Vi hadde gått på grunn for full fart. Mens vi lå der i en haug kom kaptein Iversens fjes tilsyne i kahytt-døren med følgende budskap: «Ja, ho e no ikke læk, og sjen flør». Vi var heldige. «Holmengrå»'s gamle rustne plater holdt, og vi fløt av grunnen etter et par timers forløp.

Efter å ha samlet forsteneringer på mange forekomster i Isfjorden skulle vi nu



Fig. 7. *Hanna Diesets telter i Coles Bay 1908.*
Hanna Dieset's tents in Coles Bay 1908.

Foto: G. HOLMSEN

forsøke et nytt fremstøt mot Wood Bay. Vi ankret igjen som snarest opp i Virgo Bay og stod nordover herfra 20. juli. Ved Cloven Clif fikk vi en fangstskute i sikte. Det var en overvintringsekspedisjon fra Red Bay, hvorfra de med store anstrengelser hadde saget seg ut av isen. Folkene fortalte at drivisen lå helt inn på stranden langs Rensdyrlandet og sperret fremdeles adkomsten til Wood Bay. Vi måtte derfor snu her for alvor på henved 80° n. Br., og gå tilbake til Isfjorden for å supplere vår fossilsamling og landsette Hanna Dieset i Coles Bay. Det var med vemod vi forlot henne der alene. Det siste vi gjorde var å hjelpe henne å sette opp sine to telter, et polartelt som hun hadde fått i erkjentlighetsgave av rittmester Isachsen og et annet lite telt hun fikk låne av Hjalmar Johansen. Før vi reiste underrettet hun oss om en avtale hun hadde med kullselskapet i Longyear City, hvorefter dette hadde lovet å hente henne og hennes samlinger av pressete planter og alger på glass, så hun kunne være sikker på skipsleilighet hjem til høsten.

Vårt siste anløp på Spitsbergen var Safe Harbour, hvor vi tok den havarerte fangstekspedisjon til Anton Eilertsen på 3 mann og de mange levende revunger ombord, og hadde herfra en god reise til Tromsø hvor vi la til kai 1. august, og hvor ekspedisjonens deltagere skiltes.

«Maria»-ekspedisjonen 1909

Forrige års smakebit av forskning på Spitsbergen ga mersmak. Særlig stod det for meg som fortjenstfullt å utrede mere om kullagenes utbredelse. En av de første jeg henvendte meg til med min tanke om egen ekspedisjon var daværende viseformann i Det norske geografiske selskap, dr. phil. Skattum, bestyrer av Vestheim skole. Han oppfordret meg til å søke audiens hos kong Haakon. «Å underrette kongen inngår i forberedelsen til en sådan reise som den De snakker om», sa han, «så meget mere som kongen er vårt Selskaps ærespresident og høye beskytter». Jeg fikk foretrede, og husker at kongen brakte samtalen inn på Wellmans plan om å fare over Nordpolen med styrbart luftskip. Om det som skal sies om Wellmans forsøk har Fridtjof Nansen senere uttalt seg i sin bok «En ferd til Spitsbergen» med en flengende kritikk av Wellmans forlørne forberedelser og sensasjonsfylte reklame. Det fremgikk av kong Haakons omtale av Wellmans reportasjer, at han delte den oppfatning Nansen flere år etterpå ga uttrykk for. Kongen ønsket meg tilslutt en lykkelig reise.

Da jeg kunne fortelle dr. Skattum at jeg hadde hatt audiens, bemerket han at det ville bli meg til god hjelp.

I forretningskretser møtte jeg velvilje for min plan om å lete etter nye kullforekomster på geologiske indikasjoner.

Jeg henvendte meg til de dages mest fremtredende industriherre, ingeniør Sam. Eyde, som straks var villig til å danne et syndikat for gjennomføring av planen: en undersøkelse av bergartenes lagfølge i innlandet mellom Isfjorden og Bellsund. Når dette område ble valgt var det fordi kullag trer frem både langs Isfjordens sydlige og Bellsunds nordlige strender, hvor fangstfolk siden langt tilbake i tiden har hentet kull, mens innlandet mellom fjordene var litet kjent, bare leilighetsvis besøkt av geologer under mere tilfeldige turer.

Direktør Emil Knudsen i Sulitjelma stilte en engelsk, kravellbygget kutter, «Maria», på 24 tonn til min rådighet. Den hadde stormast og mesanmast, og førte bare seil. Under dekk var salong, 3 lugarer og mannskapsrom, som samtidig tjente som bysse. Ballasten og kjølen bestod av bly og veide tilsammen 27 tonn. Fartøyet var nesten søsterskip av Nansens «Veslemøy», men mens Nansens kutter hadde 2 tommer tykk ishud av ek og baugen styrket med en tykk jernplate, var «Maria» ikke utstyrt for ferd i polaris. Dessuten hadde «Veslemøy», som Nansen reiste med til Bjørnøen og Spitsbergen i 1912, en Bolinders motor.

Av hæren fikk jeg låne 2 firemannstelter, ryggsekker, en Krag-Jørgensenrifle med ammunisjon, og av Kristiania offentlige sjømannsskole de nødvendige sjøkart, sekstant og kronometer.

Alt om Spitsbergen var på denne tid aktuelt stoff for avisene, og en av mine medarbeidere og lærerkollega ved Aars og Voss skole, som hadde bedt om å få være med, var flink til å utnytte denne bølge av interesse fra Kristianiablades side til å skaffe ekspedisjonen en del proviant gratis.

Mannskapet på turen bestod, foruten av den erfarne ishavsskipper Andreas Beck, av agent John Vendelboe, cand. philos. Birger Jacobsen, student William

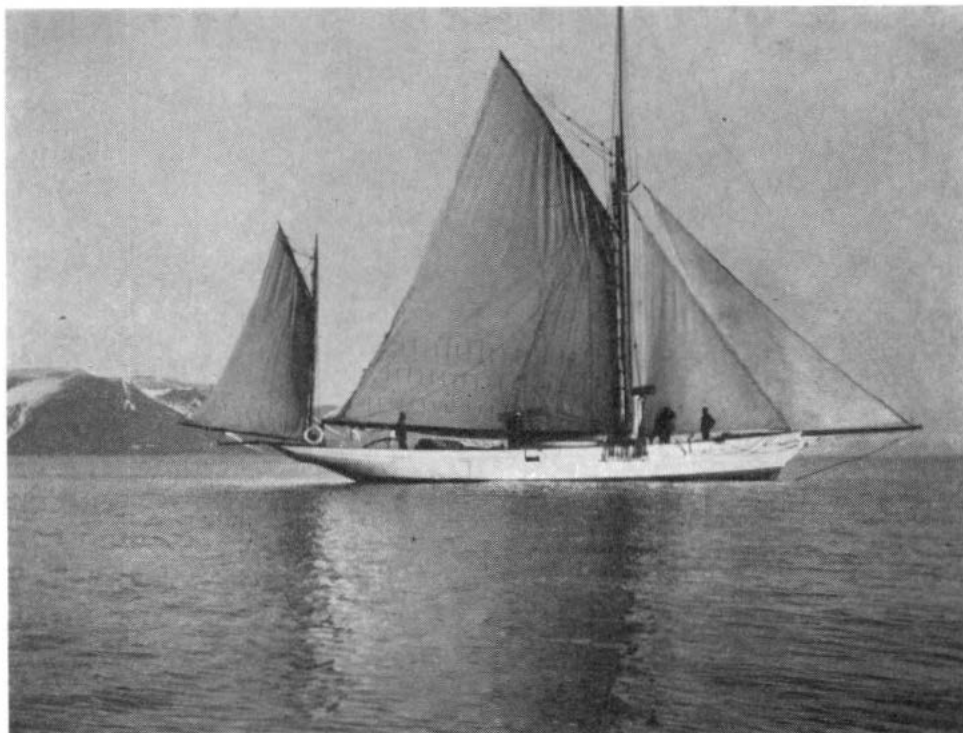


Fig. 8. «Maria» i Green Harbour.
«Maria» in Green Harbour.

Foto: G. HOLMSEN

Knudsen (direktør Knudsens sønn), Emil Selmer, alle fra Kristiania, samt altmuligmann Johan Svendsen fra Bodø. Med samtlige hadde jeg en bindende kontrakt, som professor Helland hadde hjulpet meg å redigere. Av dens kortfattede tekst husker jeg, at den inneholdt forbud mot offentliggjørelse av eventuelle geologiske funn ekspedisjonen måtte gjøre, og at enhver form for jakt bare skulle foretas efter sjefens påbud, samt at alt jaktutbytte skulle disponeres av ham.

Vi ble noe forsinket i starten da fartøyet først skulle seile fra Son, hvor det lå i opplag, og derfor stod vi ikke ut fra Tromsø før 17. juli.

Så vidt jeg vet var «Maria» et av de siste fartøyer som har gått over Ishavet for seil alene. Det har derfor en viss interesse å gi en forkortet avskrift efter den dagbok jeg førte under overfarten.

Vinden var ugunstig på reisen nordover. Det skulle også vise seg, at fartøyet med sin store seilføring og tunge kjøll var uhensiktsmessig til ferd over Ishavet.

Hele den første natten ble vi liggende i Tromsøsundet for vindstille. Solskinn og stille var det også den 18., men ut på aftenen fikk vi vind, og stod ut Fugløundet til rom sjø.

19. juli. Sjøen var krapp, vinden nordøstlig, og Beck var engstelig for at klyverbommen skulle brette i nesesejøen. I løpet av formiddagen tok vi inn 2 rev i storseilet og satte stormklyveren. Kl. 12 var vi på $70^{\circ}18$ n.B. og $21^{\circ}20$ ø.L. Kursen var gjennomsnittlig NV-N.

20. juli. Samme kurs som igår. Kl. 12: 71°21–19°15. Om aftenen gikk vi baut, kurs NE–N, idet vinden ble mere nordvestlig.

21. juli. Om morgenen gikk vi atter baut, og kursen ble satt N. Ved 11-tiden ble vi vár en lekkasje. Piggen forut var full av vann. Da den ble øst tom viste det seg at der sivet vann inn i baugen under vannlinjen. Beck mente, at skaden kunne skrive seg fra slepningen over Vestfjorden. Kl. 12 var posisjonen 71°56 n.B., 19°35 ø.L. Utover ettermiddagen frisknet vinden på.

22. juli. Ved vaktskiftet om natten blåste det såpas sterkt, at vi tok inn 2 rev, som atter ble stukket kl. 11 i formiddag. Kl. 12 var posisjonen 73°20 n.B. og 18°30 ø.L. Piggen blir øst hvert vaktskifte og har fra 9 til 23 pøser vann. Det sildrer stadig litt inn. Ved 2-tiden om ettermiddagen stilnet vinden aldeles.

23. juli. Fremdeles stille. Kl. 12: 73°38 n.B., 17°38 ø.L. Skipperen sier, at vi siste døgn bare har seilet 3 mil. Vi begynner å se mere fugl nu. Det er pussig å se alkene styre med benene. En liten hval (nise?) gikk 8–10 m foran baugen idag og forlystet oss med sitt nærvær.

24. juli. Har gjort en god strekk. Kl. 1 så vi det første flak av rekis. Efter bestikket skal vi ha passert Bjørnøen på et par mils avstand, men da vi ikke så den tross siktbart vær har sannsynligvis strømmen ført oss lengre vest enn bestikket viser. Kronometeret er nemlig stoppet. Lufttemperaturen er 3°C, i sjøen er det 2,7°C. For 2 dage siden hadde vi også 3° i luften, men da 5° i vannet. Vi ligger for babords halser og det monner i dag lite i den nesesjøen vi har. Imorges vasket vi oss (i sjøvann) for første gang siden vi forlot Tromsø. Om natten frisknet vinden på så vi måtte reve.

25. juli. Vinden øket utover natten til liten storm så vi måtte ta inn alle seil så nær som fokken. Det ble livlig ombord, og alt løsgods måtte surres. Barometeret falt sterkt i går ettermiddag, men stormen ga seg på morgensiden.

Ved 9-tiden imorges fikk vi en håkjerringfisker i sikte, samtidig som vi traff is. Det var skøyten «Prøven» av Vardø med 3 mann ombord. De 2 satte lett båten på vannet og kom roende over til oss mens fartøyene lå med forseilene bakk. De hadde sluppet opp for kaffe. Om isen visste de ikke annet enn at de hadde sett den komme ut av Storfjorden for et par dager siden. Om posisjonen mente de, at vi hadde Sydkapp 8 a 9 mil i NNW. For 5 uker siden hadde de gått fra Vardø, og da de ikke hadde navigasjonsinstrumenter måtte de ta seg frem bare efter kompasset. – Håkjerringen fisket de med 4 snører. Til nu hadde de en fangst på 80 hl hver. Efter deres bestikk var posisjonen 75°50 n.B. og 15°46 ø.L. Bredden stemte med vår, men lengden var efter Becks bestikk kl. 12 18°20.

26. juli. Ut på ettermiddagen i går fikk vi full kuling fra SV så vi måtte ta 3 rev. Med denne seilføring gikk vi i svær sjø nordover, 4–5 mil vest av Sydkapp. Becks posisjon kl. 12 var 76°36 n.B. og 14°40 ø.L. Det klarnet opp og vi fikk landkjenning. Det var nu blitt vindstille og vi drev nord-vestover.

27. juli. For første gang fikk vi idag god, sydlig bris så vi gjorde god fart i en avstand av 2–3 mil nordover langs kysten. Kapp Lyell på sydsiden av Bellsund passerte vi ved 5-tiden om ettermiddagen, og kl. 12 om natten ankret vi opp foran Kullfjellet i Van Mijen Bay efter å ha gått inn det nordre, sterkt strømførende sund mellom Akseløen og fastlandet.

Jeg ofret et par dages studium av den kjente forekomst i Kullfjellet før vi drog lengere inn i Van Mijen Bay og ankret utenfor munningen av en stor dal, bred, flatbunnet og dypt nedskåret mellom fjellene. Dens retning er nord–syd, så det syntes lovende for oss å følge denne når vi skulle gjennomsoke landskapet nordover til Isfjorden. Der fantes hverken kart eller beskrivelse av trakten, og det var fullstendig ukjent land så snart vi forlot kysten. Her begynte vårt geologiske arbeide, hvis resultater jeg har gjort rede for i en avhandling trykt i Bergens Museums

Årbog 1911, og som derfor ligger utenfor rammen av det jeg nu forteller om opplevelser på mine Spitsbergenturer.

Ved hjelp av kompassikt og avstandsbedømmelse på øyemål tegnet jeg et kroki over det område vi gjennomreiste, og satte navn på fjell og daler. Fjellhøydene målt med aneroidbarometer. Dette kroki dannet grunnlaget for min rapport til syndikatet og min trykte beretning. Senere er området kartlagt og karter i samme målestokk som våre rektangelkarter er utgitt av Norges Svalbard- og Ishavsundersøkelser. Min navnesetting er i noen utstrekning beholdt på disse.

Efter en rekognoseringstur fulgte vi den nordgående dal med vår bagasje. 12 km fra kysten fikk den tilløp fra 4 andre, mindre dalfører. Elvekrysset ligger 80 m o. h. og herfra fører 2 isfri pass til Coles Bay og 1 til Green Harbour. Passhøydene var fra 200 m o. h. til 400 m o. h. Fjellhøydene til 800 m o. h., noen få til over 900 m o. h. Berggrunnen består av sedimentære, mest flattliggende lag, og innimellom disse ligger kullagene. De skulle derfor vise seg i fjellskråningene hvor de er gjennomskåret av daler. Det er imidlertid sterk frostsprengning på Spitsbergen, så bergbygningen mange steder skjules av ur. I urene finnes ofte kullbiter som de første synlige spor av et kulleie.

Den eneste måten å reise på i dette landskapet var å bære med seg på ryggen hvad en hadde bruk for. Som matnyttig vilt hadde vi håbet å finne ren i dalgangene mellom Bellsund og Isfjorden. Jeg hadde året i forveien sett ren i Coles Bay, og det viste seg, at ikke så få dyr beitet i dalene. De gikk gjerne enkeltvis og var mere nysgjerrige enn sky til tross for at dyrene var efterstrept av fangstfolk, som hensynsløst beskattet bestanden. Det er ikke godt å skjønne hvorfra renen om høsten har fått sitt tykke fettlag. På grusterrassene sees bare spredte planter, saxifragaer og ranunkler, og på den sumpige dalbunn vokser det bare sparsomt av gress og starr i et mosedekke. Beite på renlav mangler helt. Da vi engang skjøt en ren like ved leirplassen og grov kjøttet ned i en snefonn, lettet dette oss transporten av det vi skulle leve av. Fisk fins ikke i elvene, vannet fryser bort om vinteren, og fuglevilt så vi heller ikke stort til. Rype og gås fins rigtignok, men herav hadde vi aldrig tilskudd til kostholdet. Om vinteren kan en og annen bjørn følge med polarisen og ta en tur inn i fjordene, men om sommeren viser det seg aldrig bjørn på det område vi gjennomreiste.

Med Vendelboe, Jacobsen og Selmer som assistenter forlot jeg «Maria» på ankerplassen ved munningen av «Stordalen» 31. juli. Beck og William fulgte oss på vei med hver sin tunge bør. Det er almindelig i Spitsbergens flatbunnete daler, at vannet renner i utallige løp. De er grunne og vadbare, men skifter fra den ene dag til den annen. Den letteste fremkomst er derfor å finne på siden av vassdraget, mellom dette og dalsiden. Det er tungt lende å gå i denne deltamark, tuet og oppbløtt som den er mellom fastere grusterrasser, og den som skal frem her må ikke regne med lange distanser for dagen. Mindre tilløp i stordalenes kildeområde og bekker renner imidlertid ofte i bergkløfter.

Med bagasjen fulgte vi «Stordalen» (på Svalbardundersøkelsenes kart kalt Semmeldalen) nordover med vår første leir ved «Elvekrysset», 13 km fra stranden i Van Mijen Bay. Herfra tok vi gjennom et pass på ca. 400 m o. h. hvor vi hadde leirplass nr. 2, 6 km fra Elvekrysset. Passet fører over til den store Green Harbour-



Fig. 9. Ferdig til å gd. Fra venstre: Selmer, Holmsen, Jacobsen og Vendelboe.
Ready to go. From left: Selmer, Holmsen, Jacobsen, and Vendelboe.

Foto: A. BECK



Fig. 10. Det 7 km lange delta ved Stordalens utløp kalte vi «Stormyren».
The 7 km long delta at the mouth of Stordalen, which we called «Stormyren».

Foto: G. HOLMSEN

dal, som vi så fulgte til Green Harbour med leir nr. 3 ved Skardalens munning i hoveddalen. Avstanden mellom leir nr. 2 og leir nr. 3 er 8 km, og fra leir nr. 3 til fjorden 10 km. I alt ble således våre saker båret på ryggen 31 km langs den rute vi fulgte mellom Bellsund og Isfjorden. Eftersom vi nærmet oss Green Harbour ble bøkene stadig tyngre med tilveksten av de innsamlede stenprøver.

Fra de forskjellige leirplasser gjorde vi avstikkere så langt vi rakk uten å bære med telt og sovepose for overnatting. Et stort antall fotografier av geologisk betydningsfulle lokaliteter ble tatt, og stenprøver, fortrinnsvis av forsteninger ble samlet. Da vi øynet Green Harbour opprettet vi et stendepot vi siden hentet og bar ombord i «Maria» da kutteren kom dit.

I det område vi gjennomreiste dekket ur i stor utstrekning dalsidene og sinket våre undersøkelser av det faste bergs lag. Hvor berggrunnen er sandsten består uren av flate stener. En annen bergart, en svart skifer, gir en ur av skifersmulder med steil skråning som vist på Fig. 12. Fjelltopper av denne bergart kan ha form som symmetriske kjegler. Sandstensuren er tung og ustø å gå i da stenene lett vipper, men skiferuren er verre. De små, nøttestore bruddstykker glir i store flak når en skal krysse oppover, eller i beste fall glir fotfestet ett skritt ned for hvert annet en tar oppover.

På toppen av en sådan regelmessig skiferkjegle, av meg kalt Lille Keglefjell, men på Svalbard- Ishavsundersøkelsenes kart gitt navnet «Holmsenfjellet», med høyde 682 m o. h. fant jeg en vandreblokk av stor interesse. Det er en vel avrundet granittblokk av 12–14 kg vekt hvorav et avslått stykke ble tatt med blant de forsteninger vi hadde samlet, og sammen med disse i sin tid foræret til Paleontologisk Museum på Tøyen. Granitt i fast berg er ikke kjent nærmere enn innenfor bunnen av Claas Billen Bay, ca. 100 km fra det sted hvor vandreblokken lå. Den er i et hvert fall en langveisfarer, som vitner om en langt større nedisning på Spitsbergen enn nutidens.

*

Fredag 20. august var all vår bagasje og våre stensamlinger brakt ombord i «Maria» som lå til ankers utenfor munningen av Green Harbourdalen. Vi tiltrådte hjemreisen om aftenen ved å krysse utover til Isfjorden, hvor vi møtte god vind som ga oss slør ut i Ishavet. Men om natten ble det aldeles stille med svær slingring.

21. aug. For det meste vindstille. Vi har fjernet oss langt fra land med et lite sig sydover, om enn ikke så langt som til høyden av Bellsund. Det begynner å mørkne såpass om aftenen at vi idag tente lampen i salongen.

22. aug. Ut på eftermiddagen fikk vi stri kuling fra SE så vi tok inn 3 rev og strøk fokken. Vi tenkte å løpe inn Bellsund til vinden spaknet, men da veiret bedret seg holdt vi det gående sydover med den seilføring vi hadde satt. Sjøen er tung.

23. aug. var det sterkt barometerfall med storm av SV. Vi kunne holde opp mot vinden til 8-tiden om aftenen da vi besluttet å vende og søke havn. Vår posisjon var da ca. 16 mil til havs litt syd for Hornsund, uten at vi kunne se landet. Idet vi snudde hadde vi klar himmel i en runding



Fig. 11. *Sandstensur.*
Sandstone rock-falls.

Foto: G. HOLMSEN



Fig. 12. *Skiferur.*
Slate rock-falls.

Foto: G. HOLMSEN

rett opp, ellers var det mørkt på alle kanter. Kursen ble satt NE og for nedfirt storseil og stormklyver gjorde vi inntil 10 mils fart. Sjøen var grov og det blåste voldsomt. Beck stod selv til rors, og takket være hans øvete hånd gikk vi klar av de truende brattsjøer over dekket. Imidlertid vasket sjørøkket hele tiden over oss.

Om natten ved 3-tiden fikk vi landkjenning av Sørhuken på sydsiden av innseilingen til Bellsund. Bak Sørhuken var en rødlig lysning å se i skylaget. «Vi får styre efter ildsøilen på himmelen», sa Beck, «som israeliterne gjorde på sin vei til Kanaans Land. Jeg mener den der lysningen betyr godveir i Bellsund». Endelig

24. a u g. ut på dagen kastet «Maria» anker i Sørhamna (Recherche Bay) i Bellsund ved siden av 2 hvalbåter fra trankokeriet i Green Harbour, «Fin» og «Beta», som også hadde søkt havn her. Ute i gapet lå en tredje hvalbåt og drev for stormen.

25. a u g. På en passende sandstrand, som Beck og jeg hadde sett oss ut, halte vi om eftermiddagen på halvfjæret sjø kutterens baug såpass høyt opp i stranden at vi kunne undersøke lekkasjen. Vi rev løs kobberhuden og fant, at et spant var løsnet fra baugen på babord side så det ble en fingertykk sprekk hvorigjennom sjøvannet kom inn. Under sjøgang hadde plankene vridd seg og natene åpnet seg. Dertil fant vi at stormasten var brukket ved skålingen.

De to hvalbåtene var nu gått ut igjen.

26. a u g. Imorges kom en hvalbåt med en hval på slep, som ble ankret ved det gamle trankokeri. Da det ikke lyktes for oss å komme i forbindelse med den før den forsvant, rodde jeg hen til hvalen og satte opp en tavle, som fortalte om vårt havari, og bad om en samtale med dem som skulle hente hvalen.

27. a u g. Kl. 4 om morgenen ble vi vekket av dampskipsul. Det var en tredje hvalbåt, «Frey», som kom for å hente den skutte hval og ta den til hvalstasjonen i Green Harbour. Jeg ble med for å konferere med hvalfangerne der, hvor to selskaper drev hvalfangst det år. Jeg ba om å få slep for «Maria» til Green Harbour og der trekke kutteren opp på hvalslippen for om mulig å reparere dens skader. Men til det var hverken det ene eller det andre selskap villig. Forresten fikk jeg høre at det ene av selskapene, Thor Dahl, var ferdig med fangsten, og skulle nettopp til å gå hjem. Bestyreren var villig til å la en av hvalbåtene gå innom Recherche Bay og ta med til Tromsø «Maria»'s besetning, våre samlinger og vårt utstyr. Med kutteren ville han derimot ikke ha noe å gjøre. «Den får assuranceselskapet ta seg av», sa han.

28. a u g. Jeg måtte ta imot dette tilbudet, og fulgte hvalbåten «Beta» tilbake til Recherche Bay. Kutteren ble på flo sjø trukket så høyt opp på sandstranden som det var oss mulig, og alt dens tilbehør ble forsvarlig stuet på land, dekket av seilene. Skilt med ekspedisjonens navn ble satt opp med trussel om at ran eller hærverk ville bli påtalt og straffet efter norsk lov.

Ekspedisjonens medlemmer med sine private saker og samlingene ble tatt ombord i «Beta». Efter en reise over Ishavet uten eventyr ankret «Beta» i Tromsø 31. aug. og 1. sept. kom resten av Thor Dahls hvalfangerflåte med bestyrer Lystad ombord i det flytende kokeri «Hecla». Om formiddagen ble der opptatt sjøforklaring på byfogdens kontor over «Maria»'s havari, og senere på dagen ble mannskapet avmønstrert og ekspedisjonen oppløst.

«Maria» ble samme høst reparert på stedet av assuranceselskapet og tatt på slep til Tromsø.

Studier av jordbunnsis 1912

Under sitt opphold i Coles Bay 1908 for å studere planteveksten fikk Hanna Dieset se et lag is dekket av jord. «Terrassen hadde slått 3 store revner af hvilke den største er ca. 5 m dyb, og siderne bestaar for det meste af fossil is, kun de øverste 80 cm er lag af forskjellig beskaffenhed afvekslende torv, grus og lerlag» heter det i hennes beskrivelse. Selv hadde jeg på mine vandringer året etter mellom Bellsund og Isfjorden iaktatt tykke islag med ren is i telen under grusdekket hvor elvene graver i kantene så vel som i terrassenes dype frostsprekker.

I den geologiske litteratur var der uenighet om opprindelsen av slik jorddekket is, og de forskjellige betegnelser om den tydet på at den kunne være dannet på forskjellig vis. Navn som *Stenis*, *Uris*, *Dødbreis*, *Jordbunnsis*, *Fossil is*, er norsk oversettelse av tyske, engelske og franske betegnelser for den.

For nærmere å undersøke forekomster av jordbunnsis på Spitsbergen søkte jeg, og fikk, et bidrag av styret for Fridtjof Nansens fond. Da det ryktes at jeg igjen skulle foreta en reise til Spitsbergen, mottok jeg anmodning fra flere anneksejons-eiere om å gi uttalelse om verdien av deres forekomster, enten de inneholdt kull, marmor eller malm. En del av disse lovet jeg å befare om tiden tillot det.

Min undersøkelse av jordbunnsisen ga grunnlaget for min doktoravhandling, som ble trykt i Det Norske Geografiske Selskaps årbok 1912–1913.

✱



Fig. 13. Revne som viser jordbunnsis. Coles Bay 1908.
Crack showing fossil ice. Coles Bay 1908.

Foto: H. DIESET

Til denne reise var det unødvendig å leie eget fartøy bare jeg kunne disponere en bra båt på Isfjorden. Jeg fikk tilbud om gratis utlån av en motorbåt, som lå i opplag i Advent Bay. Men da jeg fikk dårlige opplysninger om dens sjødyktighet foretrakk jeg å leie en solid robåt, som hadde vært brukt under bottlenosefangst på Ishavet. Den var utstyrt med mast og latinerseil, og jeg kunne få den sendt med kullbåt fra Tromsø, hvor den hørte hjemme, til Advent Bay.

Den første som meldte seg til ferden var en av mine elever på Aars og Voss skole, dette års russ, Sjur Borgen, senere direktør for A/S Watt. I tilfelle han fikk være med skulle han reise på egen bekostning, sa han, men jeg syntes han var i yngste laget, og forespeilet ham hvad han utsatte seg for. Jeg måtte i allfall høre hvad hans foreldre mente før jeg lovet å ta ham med. Neste dag kom han opp til mitt kateter og fortalte, at hjemme gjorde de ikke noen innvending til hans reise, og da gjorde ikke jeg det heller. Han viste seg fra første til siste dag som en fremragende ledsager til mitt bruk.

Efter konferanse med veiingeniører tok jeg med det for den tid almindelig brukte verktøy til jordbunnsundersøkelser, et jordbor med skjøter av 3,5 m's lengde, spett, spader og hakker m. m., samt sprengstoff. Ved veivesenets hjelp engasjerte jeg 3 utvalgte veiarbeidere, Anton Johansen Kalvbak, Anton Olufsen Sletten, begge fra Tromsøundet, og Arthur Meyer, Harstad, den siste av alder omtrent som Borgen.

Karenes hjelpsomhet ga seg utslag straks vi møttes. Vi skulle reise med Arctic Coal Co.s dampbåt «Munroe», og de fikk i oppdrag å bringe ombord alt utstyr jeg hadde samlet. Herunder savnet den eldste Anton (Kalvbak) noe jeg ikke var vant til å ta med – saltfisk. Han spurte om lov til å kjøpe det han mente vi trengte av saltfisk på ekspedisjonens bekostning, «vi kan så vanskelig unnvære det». Ja, han måtte da få det. Så gikk de to Anton'er på Torvet og kjøpte torsk av dagens usolgte vare, som de sløyet, mens Arthur var betroet innkjøp av salt og et kvarter å ha fisken i. Jeg husker at fisk til nedsalting var billig i Tromsø den gang, men for å være sikker har jeg nu sett efter i mine regnskaper for å kunne si hvad et kvarter saltfisk kom på, og overbevist meg om, at det beløp jeg av Anton ble avkrevet alt i alt var kr. 5,00.

Med «Munroe» gikk vi fra Tromsø om eftermiddagen 11. juli og stakk tilhavs i strålende solskinn ved Torsvåg. Ombord stiftet jeg bekjentskap med overlærer ved Trondhjems tekniske læreanstalt, Carl Schulz, som i egenskap av medlem av Trondhjems Museums direksjon skulle samle fossiler på Spitsbergen til muséet. Den glade fjellvandrer, som jeg kjente fra hans artikler i Trondhjems Turistforenings årbøker, var ikke helt i sitt ess. Han var redd for å ha tatt seg vann over hodet, og at han ikke ville finne hvad han hadde lovet muséet. Jeg kunne da fortelle ham, at jeg hadde hørt om en morene i Adventdalen hvor folk pleier å finne planteforsteninger i mengdevis, og at jeg sammen med mine karer ville følge ham dit og hjelpe ham med å lete.

Dagen efter at «Munroe» hadde ankret opp et par skipslengder fra kullkompaniets kai, det var 15. juli, gikk vi alle til fjells. Det var temmelig tett skodde og tungt lende i sneløsningen, til dels med ur å gå i, men vi kom da frem til morenen hvor vi samlet en del plantefossiler fra miocentidens frodige skoger av taxodium,

sequoia-arter og blader som så ut til å være av hassel – vidner om et klima som det, der nu er i Middelhavslandene. Overlærerens fantasi fikk ny næring da han ved selvsyn hadde overbevist seg om at sådan er det. Også for mine folk var dagens funn en god leksjon i Spitsbergens geologi.

*

Jeg tenkte å reise til Coles Bay først og se hvordan jeg best kunne undersøke jordbunnsisen der. Fangstbåten ble gjort klar og lastet ved «Munroe»s fallrep. (I det følgende kan jeg delvis skrive avskrift av min dagbok). «I bunnen ligger jordboret, slegger, feisler, spett, rørtenger og borstål m. m., en anseelig vekt på 400 kg. Forut i båten ligger telter og annet som tåler skvett, i midtrommet proviant for flere uker, soveposene og et par kister med tøy til ombytte, og i rommet akter fotografersaker, instrumenter, sprengstoff og sjefens papirer. Over godset legges presenninger, seil, mast og rå, samt en «vomat», en 22 fot lang, solid furutopp, som skal brukes til å bryte borstengene opp av den frosne jord. Når dertil kommer 5 manns vekt blir båten fullastet, og der er ikke mange tommer fra båttripen til vannlinjen. Den hvitmalte fangstbåten er sterk. Baugen er av ek, så den tåler en støt mot isen. I mange år har den gått i bottlenosefangst, og har til og med hatt en liten kanon forut. Den er gode 19 fot lang. På fangst ble den rodd, men nu skal den også føre seil. Ror brukes ikke, den styres under fangsten med en åre¹. Vi har gitt oss god tid med lastingen og det er vel overveiet hvad vi må ha med og hvad vi kan sette igjen i grubekompaniets pakkhus.

Det går hvit skavlsjø og blåser sterkt på Isfjorden, for friskt til å legge iveri.

Mens vi venter på at været skal bedres blir det tid til en hvil for mine folk og en tur i land for meg selv. Jeg får følge med en engelsktalende stiger til en av grubene for å måle temperaturen i fjellets indre. Det er nettopp streik idag i Longyear City. Mellom brakkene står klynger av arbeidsfolk, norske, svenske og kvener. Kontrakten lyder på 5 kroners daglønn i grubene og 6 for håndverkere med et fradrag av 1 krone for kost og losji. Lønnsavtalen respekteres ikke, her er ingen lov og rett. Efter fanetog og larm ender det med at hele arbeidsstyrken sendes til Tromsø (hvorfra imidlertid en arbeidsvillig tredjedel straks vendte tilbake da de ble kvitt påtrykket fra oppviglere).

I gruben jeg kom til sammen med stigeren var alt arbeide innstilt. Like innenfor grubeåpningen humret et par hester oss imøte fra mørket. Veien ned til «byen» er bratt og vanskelig, og de stakkars dyr får bli her i den underjordiske stall så lenge som mulig. Bare hver 8. dag slipper de ut i lys og luft.

På grubens vegger og tak sees rim, og termometeret viser flere kuldegrader. Det metertykke kullag heller litt innover mot grubens bunn, ca. 1500 fot fra dagen. Rimet holder seg helt hit, og her viser termometeret $\div 2,5^{\circ}\text{C}$ i grubens vegg. Pumpeverk er derfor overflødig, «Vann og grubegass volder ingen fare i verdens nordligste kullgrube» mente stigeren.

Ved min tilbakekomst fra grubeturen var sjøen spaknet såpass at vi ville legge

¹ Det første karene gjorde efterat vi kom til Sassen Bay var å erstatte styreåren med et ror de laget av materialer de fant i fjæren.

ut på en nattlig rotur de par norske mil til Coles Bay. Det skulle imidlertid gå anderledes, og jeg måtte sanne Hoels ord om at på Spitsbergen hender det alltid noe uventet og spennende. Vi var knapt nådd utenfor Bay'ens ytterste nes før vi fikk merke at vår tungt lastete båt ikke var til å rokke med årene slik sjø og vind stod imot oss. I en fart ble derfor Coles Bay-reisen utsatt inntil videre, og kursen omlagt til stikk motsatt retning, til Sassen Valley, som også er ett av sommerens mål. I solskinn og for velfylt seil slører vi kl. 9 om aftenen innover den brede Sassen Bay. Svære sjøer truer med å fylle vår farkost, og Kalvbak, som jeg regner som høvedsmann ombord, snakker om å henge ut en vått med lysolje for å dempe sjøen. Men for hver gang båten hever seg som en måke på kammene uten at så meget som en skvett veter våre saker, vokser vår tillit til fangstbåtens sjødyktighet, og våtten blir spart. Under seilasen merker jeg imidlertid at det ikke lenger er bare oss selv, som bestemmer kursen. Det minste vi prøver å nærme oss fjordens sydsida får vi et advarende plask på de beskyttende presenninger, og jeg håber oppriktig at der bak Hyperitthatten vil forundes oss smulere vann, kanskje en liten skjermende bukt, stor nok til å ta imot vår båt. Forgjeves. Berget senker seg loddrett i sjøen, og brenningen går hvit og fossende så langt øyet rekker. Og det er kaldt. Til tross for det vidunderlige lys formår ikke solen å gi noen varme i denne blest. Små stormskyer begynner også å trekke opp over den nordlige himmel, så det er snart på tide å komme på land. Jeg sitter med draftet i hånden. På lang avstand ser vi, at det også bryter voldsomt på grunnene foran utløpet fra De Geers Valley. Bare en siste utvei står oss nu åpen, å søke inn i Sassenelvens munning.

Det gikk. Ved 3-tiden om natten var vi der. Gjennom skavlsjøen tok vi ned seilet, og bak den beskyttende odde som ligger tvers over dalen ved elvemunningen var smult vann. Da Kalvbak så dette utbrøt han: «Her har vi jo hele Bay'en foran oss, vi må sette seilet igjen». Så ble gjort, men det skulle ikke vare lenge før vi gikk på grunn i mudderet. Vi var kommet inn Sassenelven på flo sjø mens hele dens vide delta med sine tallrike løp stod under vann. Vi staket oss av, men stod atter snart fast, og denne gang så fast at vi måtte ta av oss på benene og trekke båten av. Sjøen falt, og elvearmene kom litt etter litt til syne. Med en mann vadende foran dels staker og dels trekker vi båten over leirbunnen henimot odden ved elvens utløp, etter å ha laget en flåte av alt treverket vi hadde med for å lette lasten. I knedybde var bunnen fast, og han som gikk foran måtte prøve å holde dypålen, og derunder kom han iblant på dypere vann. Vi slet med dette i 3-timers tid, og unge Arthur var nok temmelig trett da han sa til meg: «Du sjef, vil du ta klokken min, du er så lang i kløften». Heldigvis fikk vi dypere vann innunder odden så selv Arthur kunne komme opp i båten. Endelig nådde vi land, satte opp teltene, kokte mat og la oss i soveposene kl. 8 om morgenen.

Det som hendte lenger ut på dagen, efterat vi hadde sovet noen timer, måtte skyldes at vi ennu bar merker efter nattens spenning og strabaser.

Jeg ville jo gjerne snarest mulig orientere meg i denne dalen hvor jeg ikke hadde vært før, og hvorfra der forelå beretninger om at der flere steder var sett tykke islag under jorddekket. Jeg gikk opp på en liten haug bak teltene for å bruke kikkerten. Langt oppe i dalen gikk der ren. Der var mange dyr, noen beitet og noen stod med løftet hode og så seg om. Jeg ropte på de andre, at de skulle komme



Fig. 14. En «Marmors» forekomst i Temple Bay viste seg å bestå av vekslende gips- og anhydritlag.

A «Marbles» occurrence in Temple Bay appeared to consist of alternating layers of gypsum and anhydrite.

Foto: G. HOLMSEN

og se. Prismekikkerten gikk fra hånd til hånd, og alle så det samme som jeg, på noen dyr så de hornene mens andre vendte den stubbrumpete lyse baken mot oss. Det var vanskelig å telle dem, og vi ble ikke enige om hvor mange der var, for noen rørte seg. Borgen mente det sikkert var 20 dyr mens vi andre syntes det var for drøyt tiltatt. Men alle var vi enige om, at her skulle det smake godt med renbiff.

Vi delte oss i to partier. Kalvbak og jeg skulle gå rett imot flokken, de andre tre skulle gjøre en omgående bevegelse og avskjære rensdyrene rettetten i tilfelle de trakk oppover dalen. De tre hadde lengst vei, og gikk derfor avsted litt før oss andre to.

Kalvbak og jeg kom først frem til der vi trodde å ha sett flokken, men ren så vi ikke. Ikke spor engang enda jorden var fuktig og uten plantevekst. På mudder omkring vannpytter var der litt gress, og nok av spor etter gås, men det var jo ikke gås vi gikk etter nu. Snart kom også de andre. De hadde heller ikke sett ren. Da gikk det opp for meg, at det var gås vi hadde tatt for ren i kikkerten. Jeg hadde hørt om lignende feiltagelser før på Spitsbergen. Det var det imidlertid for flaut å tilstå under renjakten vår, det fikk heller være en mystifikasjon så lenge for ny-

begynnerne i Spitsbergens overraskelser, der ble vel anledning til å avsløre sannheten senere. Vi gikk slukøret tilbake til teltene og kokte saltfisk.

I Sassen Bay hadde jeg meget å gjøre. Både en såkalt marmorforekomst og et tvilsomt kulleie skulle undersøkes. På vår teltplass blåste det så fælt at vi flyttet over fjorden til Bjonas Havn, hvor vi hadde sett en skøyte til ankers. Det var kalt, i Tempel Bay lå nysne helt ned til fjæren, og på fjorden gikk sjøen hvit. For å komme ut Sassenelven måtte vi passe på under høyvann, og da vinden løyet en natt pakket vi våre saker og seilte om morgenen den korte strekning til Bjonas Havn.

Skøyten som lå her tilhørte Nøis-karene fra Bleik på Andøya. Der var 6 mann med 4 hunder ombord. De hadde drevet fangst i 2 partier om vinteren. Hilmar Nøis var vel tilfreds med den hjelp han hadde av hundene, han kunne overkomme et meget større område ved hundekjøringen enn han klarte ved å gå på ski. I vinterens løp hadde han streifet over hele strekningen fra Dickson Bay og Advent Bay til Storfjorden. Fangstfolkene hadde til dels overnattet i snehytter, som kunne gjøre tjeneste for en natts skyld enda luften ble så tykk at lyset sluknet. Når de kokte på primusen slo dampen seg ned på klærne, som ble stive av is, fortalte han.

Det var dårlig vær med stri vind mens vi arbeidet med undersøkelsen av de forskjellige anneksjoner. 26. juli lå vi i teltene for snevær og blest etterat vi var ferdige med oppdragene. Da været ga seg litt om eftermiddagen, var Nøis villig til å gi oss slep tilbake til Advent Bay med en motorbåt han brukte til småturer. Underveis, utenfor Kapp Delta, fikk vi så god vind ut fra Claas Billen Bay at Nøis kunne slippe oss, og tidlig på natten kunne vi gå på land i Advent Bay. Der lå en kullbåt, «Lyng», lastet og ferdig til å gå til Vardø. Isosen, Søren Svendsen, var en gammel kjenning, og ved hans hjelp fikk vi slep med «Lyng» et stykke på vei mot Coles Bay. Det gikk i forteste laget for fangstbåten vår, og det skvatt endel på seil og presenninger. Ved avskjeden formanet isosen meg mot å gå for nær Coles Bay pynten. «Der er raksa (rocks) til et børseskudds avstand», sa han.

I Advent Bay hadde vi forsynt oss med ferskt brød, og i Coles Bay stod en torvkledt gamle med kokeovn hvor vi kunne koke maten. Kull hentet vi med båten fra en forekomst like i strandkanten, og med våre tre gode polartelter fant vi oss vel til rette. Det kom vel med, for det var her vi skulle gjøre vårt hovedarbeide, studere jordbunnsisen.

En av de første dagene vi var kommet i gang med dette fikk vi om morgenen, med det samme vi krøp ut av teltene, se en motorkutter som hadde slagside efter å ha grunnstøtt utenfor vestre Coles Bay odde. «Det må bestemt være noko russera», sa Kalvbak, «de vet å finne grunnan som ingen andre». De satte båt på vannet, og Borgen gikk for å møte dem. Han kunne berette at det var riktig det Kalvbak sa, det var en russisk ekspedisjon. «De kan ikke være flinke navigatorer» mente han, «for de spurgte om dette var Coles Bay eller Advent Bay». En velkledt russisktalende herre begynte å spasere langs stranden henimot Advent Bay. Ved 2-tiden var fartøyet flott, og dunket da innover fjorden, rimeligvis for å ta opp russeren. Ifølge min dagbok hendte dette 1. august. Jeg har senere forsøkt å finne ut hvilken ekspedisjon dette var, og er kommet til det resultat, at det må ha vært den som forretningsfolk i Arkangelsk sendte ut under ledelse av geologen Rusanov.



Fig. 15. *Gammen i Coles Bay 1908.*
The turf-hut in Coles Bay 1908.

Foto: H. DIESET

Den tellet 14 mann, deriblant russiske ingeniører og teknikere, og reiste med motorkutteren «Herkules», innkjøpt i Norge. Ekspedisjonen skulle foreta geologiske undersøkelser, og studere mulighetene for å sette igang kulldrift, visstnok den første russiske i moderne tid.

En dag fikk vi besøk av kaptein Staxrud, som drev kartlegging i trakten for De statsunderstøttede norske videnskapelige ekspedisjoner. Fra fjellene hadde han sett folk i dalen, og da han hadde snaut med brød, ville han høre om det lot seg gjøre å bytte til seg litt for renkjøtt, som han var godt forsynt med. Dette var kjærkomment for Borgen, hvis jobb det var å gå hjem før de andre, gjøre opp varme i gammen og koke gås. Gås hadde vi i overflod. Grågås, ringgås og spitsbergengås samlet seg i fjærfellingen ved et litet tjern nederst i dalen, og for oss var dette en god tilgang av ferskmat. Vi foretrakk å koke gåsen sammen med tørrete grønnsaker fremfor å steke den, så fikk vi sødd i tillegg. Det var drevet is inn i Isfjorden som ble fullpakket av isflak. Med isen fulgte tåke, og Staxrud ville gjerne ut med båten og se etter om der ikke også hadde fulgt med sel. Borgen og jeg var med som rorskarer. Langs land var der en råk vi kunne ro i, og tilslutt fikk vi se noe som rørte seg på et isflak. Vi trodde det kunne være en snadd, muligens en storkobbe. Staxrud stilte seg i baugen ferdig til skudd, mens vi to rorskarer hamlet forsiktig til vi kom på skuddhold. Det smalt – og en havhest fløy opp! Det var overraskende, selv for Borgen og meg, enda vi nyss hadde sett ren bli til

gå, men Staxruds ansikt var et eneste spørsmålstegn da han snudde seg mot oss som om det sa «Har dere noensinde sett en snadd med vinger?»

Borgen hadde lenge sett frem til å få skyte en ren. «Staxrud», sa han, «det er mann for sin hatt, det. Han har renbiff nok til å bytte bort han, mens vi (les jeg) må koke gås annenhver dag».

Jo, jeg syntes det kunne være lønn for hans tjenestvillighet mot oss alle, at han fikk ta med seg hjem som trofé skinnen av en spitsbergenren han selv hadde skutt. Men da han ikke hadde større øvelse i å håndtere et gevær enn den han hadde fått ved skoleskytingen på Aars og Voss's skole, forlangte jeg at han først skulle skyte på blink nede i fjæren før han bega seg på jakt. Karene hjalp ham med å lage en skive av drivved, og Borgen øvet seg. Jeg stilte dessuten det krav, at han skulle klare seg alene på jakten.

Nedenstående sannferdige jakthistorie viser hvor liten kunst det dengang var å felle ren på Spitsbergen.

Dagen opprant, og jeg instruerte ham om å se seg godt om oppover Coles Baydalen. Fant han ingen ren der, skulle han gå inn i den 2. tverrdal mot nord, hvor jeg mente det var godt håb om at en bukk gikk alene og beitet. Fikk han se noen måtte han ikke la jaktiveren løpe av med seg. Helst skulle han sette seg ned og spise nisten sin. Borgen gjorde alltid hvad jeg, hans gamle lærer, foreslo. I allfall kom han tilbake til leiren ut på natten med et renskinn, som bar tydelig tegn av at flåingen var en uøvet hånds verk, for alt spekket hadde fulgt med huden, og dette sammen med rentungen, som jeg skulle ha i erkjentlighetsgave, var bør stor nok.

Hans beretning er meget taltalende. Da han kom til den tverrdalen jeg hadde utpekt, fikk han straks se renbukken, fortalte han, og efter instruksjonen satte han seg på en sten med ryggen mot bukken og spiste nisten. «Kom du deg på godt skuddhold, da, kanskje 100 meter?» spurte jeg. «Åå nei da, da jeg snudde meg stod renen knapt 12 meter borte og så på meg. Jeg hadde den på kornet, men da den vendte fronten mot meg, og du hadde sagt jeg skulle skyte i bogen, ventet jeg med fingeren på avtrekkeren for å se om den snudde seg. Det gjorde den ikke, og jeg turde ikke lenger vente med å skyte». Kuglen hadde gått gjennom vommen på dyret, og under flåingen fikk Borgen gjøre på klærne, så det luktet slik av ham at jeg ikke kunne ha ham i teltet vårt om natten.

Neste dag fikk han hjelp til å hente renkjøttet, som det senere ble en uventet god anvendelse for, hvorom nedenfor berettes.

*

14. august avsluttet vi arbeidet med boring og graving efter jordbunnsis. Drivisen lå ennu i Isfjorden. Den hadde så god fart innover fjorden at vi seg fort frem med vår tungt lastete båt ved å følge landråken til Advent Bay. Derfra gjorde vi regning med å følge en kullbåt til Norge. Vi var så heldige at vår gamle kjenning «Lyng» atter var ferdig lastet for Vardø, og skulle til å gå. Vi fikk være med, og bare fangstbåten, som «Munroe» skulle ta ved leilighet til Tromsø, ble tilbake.

Til Vardø kom vi søndag 18. august og hadde tre timer å gjøre på før hurtig-

ruten skulle gå vestover. Vi gikk freidig ombord alle 5 med all vår bagasje, men uten gangbar mynt. Jeg hadde penger i en bank i Tromsø, men søndag som det var, kunne jeg ikke få forbindelse med banken. Det ordnet seg imidlertid lett, først med billettene hos styrmannen og siden like lett med kosten hos restauratøren, da han fikk høre at Borgen var villig til å spandere renbiff, sitt jaktutbytte, til aftens. Der var god plass på hurtigruten den gang, og godt stell, så vi fikk en strålende avslutning på vår reise i hyggelig samvær med noen topografer fra Norges geografiske Oppmåling, som også var på hjemreise. Til Tromsø kom vi ved middagstid 20. august, og det var med vemod vi spredtes for alle vinde etter de for oss fem uforglemmelige opplevelser i «No Man's Land».

Liste over stedsnavn som avviker fra de nå vedtatte navn

Advent Bay = Adventfjorden	Kap Boheman = Bohemanneset
Akseløen = Akseløya	Kapp Delta = Deltaneset
Barents Island = Barentsøya	Kullfjellet = Kolfjellet
Bjonas Havn = Bjonahamna	Lille Keglefjell = Vesle Keglefjellet
Bjørnøen = Bjørnøya	Mohns Bay = Mohnbukta
Claas Billen Bay = Billefjorden	Nord-Østlandet = Nordaustlandet
Cloven Clif = Klovningen	Prince Charles Foreland = Prins Karls Forland
Coles Bay = Colesbukta	Recherche Bay = Recherchefjorden
Coles Bay dalen = Colesdalen	Red Bay = Raudfjorden
Coles Bay odde = Kapp Laila	Rensdyrlandet = Reinsdyrflya
Coles Bay pynten = Rusanovodden	Safe Harbour = Trygghamna
Cross Bay = Krossfjorden	Sassen Bay = Sassenfjorden
De Geers Valley = De Geerdalen	Sassen Valley = Sassendalen
Dickson Bay = Dicksonfjorden	Sauehamna = Trygghamna
Edge Island = Edgeøya	Skardalen = Skarddalen
Elvekrysset = Elvekrossen	Sydkapp = Sørkapp
Foreland-sundet = Forlandsundet	Sørhuken = Kapp Lyell
Frimannstredet = Freemansundet	Tempel Bay = Tempelfjorden
Green Harbour = Grøn fjorden	Van Mijen Bay = Van Mijenfjorden
Green Harbour dal = Grøndalen	Virgo Bay = Virgohamna
Hyperitthatten = Hatten	Wood Bay = Woodfjorden

Record of palaeomagnetic measurements on some igneous rocks from the Isfjorden region, Spitsbergen¹

BY

K. KRUMSIEK,² J. NAGEL,² A. E. M. NAIRN³

Abstract

Palaeomagnetic measurements were attempted on five intrusive units outcropping in the Isfjorden region. The direction of magnetization of only one of them is reported, four did not yield consistent results. Petrological examination indicates that in the latter there is a considerable development of calcite believed to be secondary.

Introduction

During the course of the 1964 German Svalbard Expedition, advantage was taken of a hold-up in the planned programme caused by bad weather to collect oriented samples from some of the igneous rocks cropping out in the inner Isfjorden region on the southern side of Sassenfjorden between Diabasodden and Vindodden (Fig. 1). The results of the palaeomagnetic investigation are recorded for the information of other expeditions which may plan visiting the area.

The diabases, discovered by NORDENSKIÖLD (1866), were described by NATHORST in 1870. In a subsequent paper (NATHORST 1910) a general description of the regional geology and the extent of the diabases was given. Subsequently the diabases of central Vestspitsbergen were mapped in some detail by DE GEER (1910). It is of interest to note that at about this time the magnetization of some samples from the Isfjord area was investigated by MERCANTON (1910). A period of renewed research activity saw detailed petrological descriptions of the igneous rocks published by TYRRELL and SANDFORD (1933), and accounts of expedition work (FREBOLD 1935, ORVIN 1940 with a geological map). A recent description of the region was published by PARKER (1966).

The diabases are intruded as dykes and sills. The sills, which appear to be rather more important than the dykes, reach a maximum thickness of about 92 m and

¹ Western Reserve Geology Department, Contribution No. 14-2.

² Geologisches Institut, Universität Bonn.

³ Western Reserve University, Geology Department, Cleveland (Ohio).

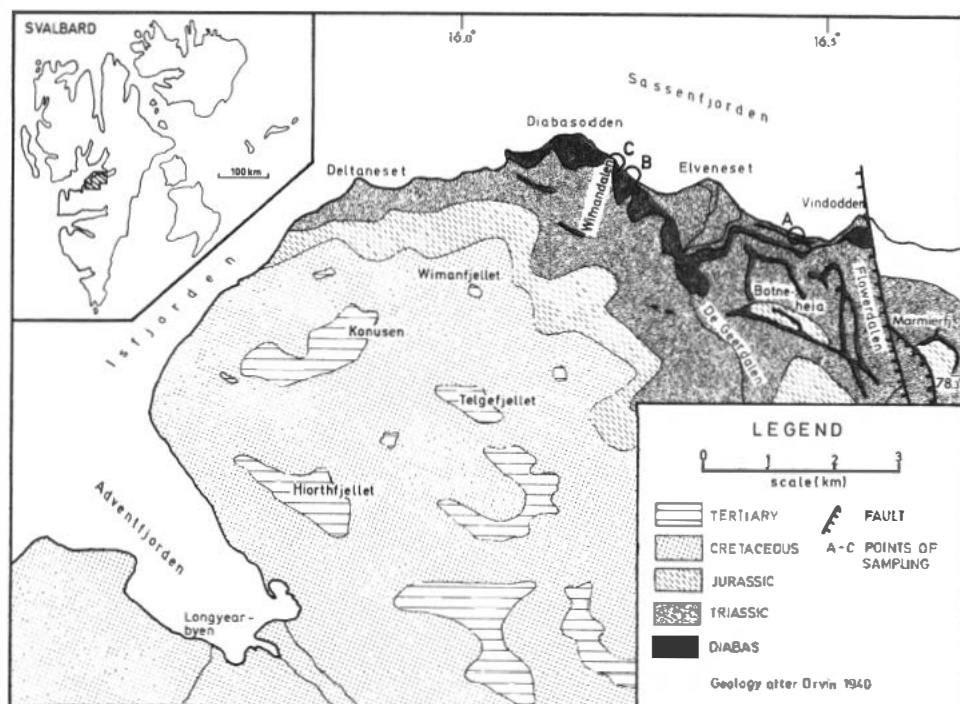


Fig. 1. Geological sketch map of the sampling sites. The inset map gives the location with respect to the islands as a whole.

some have been traced at least 64 km (TYRRELL and SANDFORD 1933). When intruded in Palaeozoic rocks they maintain nearly constant horizon with little variation in thickness, but intruded into Mesozoic rocks they show irregularities both in form and horizon, and are cut or linked by numerous dykes. For example, whilst the diabase which on the north side of Sasstøfjorden near Gåsøyane, is intruded as a sill into the Upper Carboniferous Gypsiferous Series (GEE *et al.* 1962), the diabase between Marmierfjellet and Diabasodden splits and penetrates, in the form of numerous dykes and sills, many horizons of Middle to Upper Triassic rocks dipping WSW at an angle up to 10° . Elsewhere they intrude Upper Jurassic rocks at Agardhbukta and Storfjorden (GRIPP 1929).

Since the diabases are absent in the continental Lower Cretaceous beds, in which however tuffs occur, an Upper Jurassic or Lower Cretaceous age has been proposed for the diabases (TYRRELL and SANDFORD 1933). ORVIN (1940) however, regards the emplacement as Upper Cretaceous in age, considering the absence of diabase in the younger beds as a reflection of their inability to penetrate through the thick Lower Cretaceous continental beds (up to 1300 m) resulting in a lateral spread within the Triassic. PARKER (1966) adduces evidence for a post Volgian pre Valanginian age for the dolerites.¹ This is confirmed by the radiometric age date, and GAYER *et al.* (1966) gives reasons for believing the oldest age 149 m. y. to be the best estimate.¹

¹ The authors are grateful to the editors for bringing this information to their notice.

Palaeomagnetic observations

Materials. Five igneous bodies were sampled, two sills and three dykes as follows:

Diabase A_1 is a diabase sill 2.7 m thick outcropping at Botneheia, 50 m above the Anisian *Griippa* horizon. It appears to be the continuation of a topographically prominent columnar sill which strikes from De Geerdalen eastwards through the north slope of Botneheia. The rock is fine to medium grained, increasing in grain size toward the centre. Alteration zones at the contact can be observed, the lower 5 cm and the upper 15 cm in thickness.

Diabase A_2 , which lies some 30 m above A_1 , is a N-S striking dyke 10 m thick. The marginal zone of the dyke has a high carbonate content. The centre of the dyke is coarsely crystalline.

Diabase B_1 is a thin (1 m) sill cropping out above beach level between Wimandalen and Elveneset, whilst the lower contact is planar the upper has an irregular wavy appearance unusual in a sill and rather resembles pillow structure.

Diabase B_2 is seen about 2 m above B_1 and is a 1 m dyke striking N-S cutting through limestones of the Middle Triassic, here brought down to sea level by a shallow WSW dip. No connection between this dyke and sill B_1 could be observed here. Both dyke and sill are fine grained with an appreciable amount of carbonate, which qualitatively appears to diminish in amount from the margins toward the centre.

Diabase C, the thickest intrusion sampled, is a 40 m dyke striking from Wimandalen towards a thick sill at the head of Grønsteinfjellet through upper Middle Triassic and Upper Triassic rocks. Good plagioclase phenocrysts up to 0.5 cm in length can be observed, carbonate however was not found. The ferromagnetic mineral present in this diabase, as in others of the group, is described in GAYER *et al.* (1966) as a magnetite-ilmenite intergrowth marginally altered to maghemite. Sampling was spread over 100 m and included a traverse of the dyke itself although samples from the contacts were not obtained.

Methods. Single oriented cores were cut from each block and measurements carried out either under a simple short period low sensitivity astatic magnetometer, or under a high sensitivity astatic magnetometer when samples proved to be too weakly magnetized for the first instrument.

All samples were subjected to demagnetization in alternating fields, in the case of specimens measured entirely under the low sensitivity instrument – in effect only those from diabase C_1 – fields of up to 340 oe were applied in four stages (Fig. 3). For practical reasons fields of up to 170 oe only were applied to rocks measured under the high sensitivity instrument. Site mean directions of magnetization were computed for each stage and the best representation of the original direction of magnetization, that is with parasitic secondary magnetizations re-

moved, was taken as that at which the circular standard deviation was a minimum (also the stage at which α was a maximum).

Susceptibility was measured using a susceptibility bridge (COLLINSON, MOLYNEAUX & STONE 1963).

A summary of the data from diabase C is given below.

Site co-ordinates: 78.3°N, 16.2°E

Number of samples: 8 (2 samples excluded because of possible orientation error)

Mean direction of magnetization: 198.5°–64.7°

α : 9.0°

α : 38.5°

Circular standard deviation: 13.1

» » error: 4.6

Demagnetizing field: 170 oe

Virtual pole position: 178.5°E, 58.2°N

Mean intensity of magnetization NRM.¹: 18.0×10^{-6} e.m.u./cc

Standard deviation: 32.69, 9.9

Mean intensity of magnetization at 170 oe:¹ 16.32×10^{-6} e.m.u./cc

Standard deviation: 28.74, 9.27

Mean susceptibility:¹ 13.34×10^{-6} e.m.u./cc

Standard deviation: 29.4, 6.06.

Interpretation

Of the five sites sampled, consistent results were obtained from only one, diabase C, the body sampled in greatest detail. The results from the four other intrusions were scattered with the dispersion remaining great even after demagnetization. Because of the high dispersion and the small number of samples, these four bodies were not subjected to further palaeomagnetic examination.

Diabase C, however, appeared to be stably magnetized, the lowest value of circular standard deviation (and maximum α) occurring after demagnetization in fields of 170 oe. The directions before and after demagnetization are shown in Fig. 2, and normalized demagnetization curves of five samples in Fig. 3. A virtual pole position for the site was also computed, and this is listed in Table 1 together with various Cretaceous and Tertiary virtual pole positions abstracted from IRVING (1964). Even although the dyke, because of its thickness, may have required a considerable time to cool, the conditions for averaging out secular variation cannot be regarded as satisfied, and the site virtual pole position can only be considered as the virtual pole position at the time of the intrusion, and not as characteristic of the geological period in which the intrusive activity occurred. It should not, therefore, be directly compared to the tabulated Tertiary and Cretaceous virtual pole positions.

¹ The log means values are given in antilogarithmic form and the standard deviations are the antilogs of $M_{\log} + s.d._{\log}$, $M_{\log} - s.d._{\log}$.

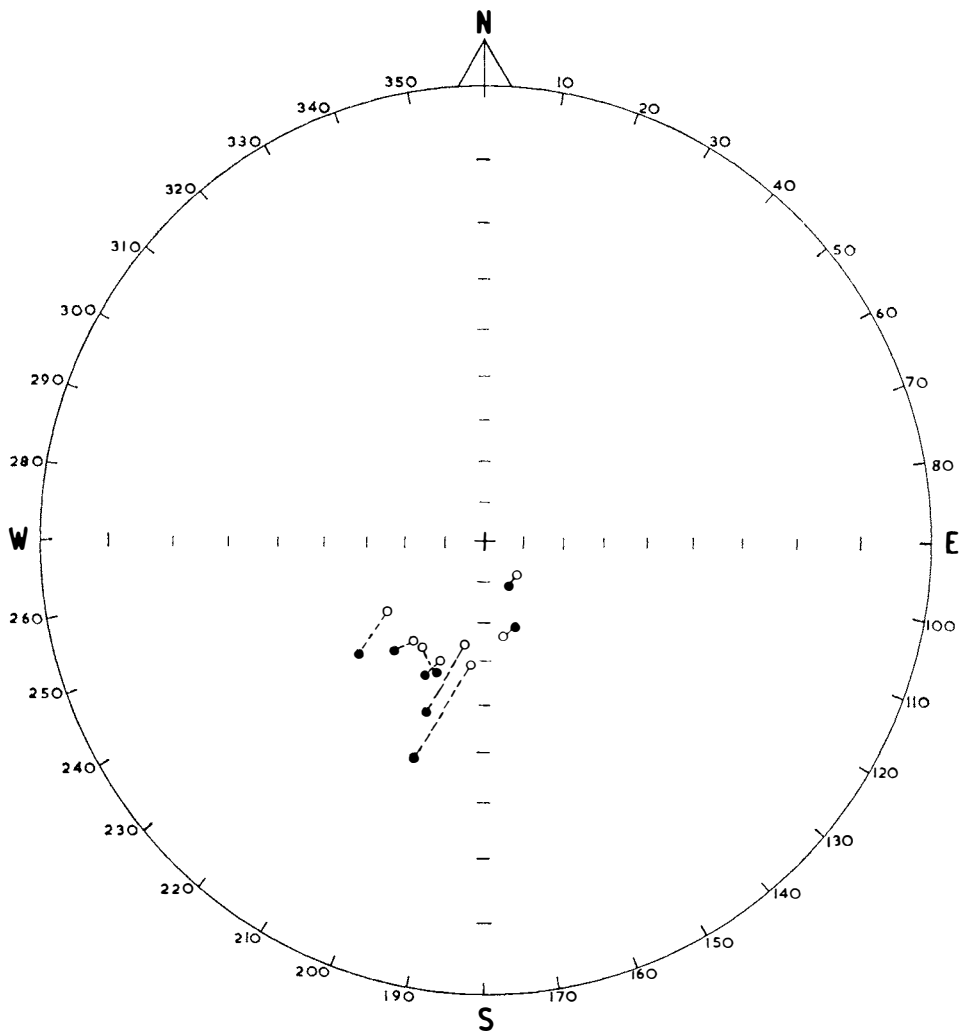


Fig. 2. Mean direction of magnetization of the diabase dyke (C) in the vicinity of Wimandalen. All inclinations are negative. ● Direction of NRM. ○ Direction after demagnetization in 170oe.

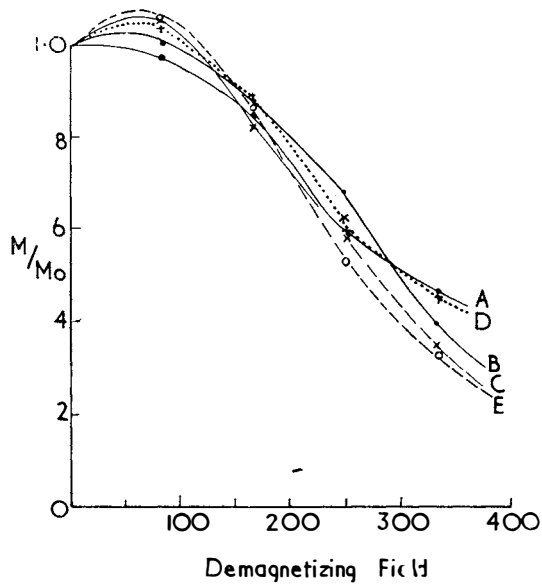


Fig. 3. Normalized demagnetization curves of five samples. Alternating magnetic fields of up to 340 oe peak field were applied.

Table 1.
Tertiary and Cretaceous virtual pole positions

U.S.S.R.	44°N	132°E	Primore Oligocene basalts	172°E	55°N
	40°N	45°E	Armenia Eocene	161°E	72°N
	42°N	43°E	Georgia volcanics and sediments	123°W	75°N
	39.5°N	54.5°E	Upper Cretaceous sediments	165°E	60°N
	39.5°N	54.5°E	Lower Albian sediments	169°E	62°N
Canada	45.5°N	73°W	Montregia Hills Intrusive, Lower Cretaceous	157°W	65°N
	45.5°N	71°W	Mt. Megantic Intrusive, Lower Cretaceous	172°E	69°N
U. S. A.	37.8°N	119.6°W	Granitic pluton, Sierra Nevada	171°E	70°N
Spitsbergen	78.3°N	16.2°E	Diabase C. 149 ± 17 m.y.	178.5°E	58.2°N

The analysis of an unaltered diabase given by TYRRELL and SANDFORD (1933) probably represents the composition of diabase C and the central parts of A₁ and A₂. It is given in the following table.

Table 2.
The analysis of unaltered diabase (TYRRELL and SANDFORD 1933)

SiO ₃	50.17	Quartz	10.5
Al ₂ O ₃	13.66	Orthoclase	6.1
Fe ₂ O ₃	5.40	Albite	17.3
FeO	6.59	Anorthite	25.0
MgO	5.31	Diopside	13.2
CaO	9.26	Hypersthene	10.2
Na ₂ O	2.06	Magnetite	7.9
K ₂ O	1.00		
H ₂ O+	1.28	Ilmenite	5.5
H ₂ O—	1.02	Apatite	0.7
TiO ₂	2.93	Calcite	1.0
P ₂ O ₃	0.28		
MnO	0.15		
CO ₂	0.44		
S	0.24		
Rest	0.13		

The nearest approach to the carbonate bearing diabasites are the "white traps" described by TYRRELL and SANDFORD (1933). It is sometimes supposed that the intrusion of sills, particularly those along calcareous horizons, was facilitated by the pressure of gas released from the limestone which acted as a high pressure wedge. Contact with calcareous matter then resulted in endometamorphic effects of which one was the reduction of iron in the magma to a soluble form with the

replacement of ferromagnesian minerals and feldspars by magnesium and iron carbonates. This explanation however, hardly covers the many carbonate bearing diabases not in contact with calcareous rocks, and it is possible that the enrichment in carbonate is a replacement process in the marginal zones of the intrusions and not an endomatamorphic effect. Thus only in the thinner intrusions did the process penetrate to the centre. In thin section, dykes A₂ and sill B₁, show well formed idiomorphic feldspar phenocrysts. Calcite can be seen corroding and replacing the feldspar, although calcite pseudomorphs after feldspar are only rarely seen. No original calcite has been observed. Whilst this seems to support a replacement alteration process in the intrusions examined, the number of samples is too small and the area too restricted to reject the mechanism described by TYRRELL and SANDFORD.

It may, however, be an important observation that those igneous bodies in which significant amounts of carbonate have been detected have not yielded satisfactory paleomagnetic results. A similar result was reported independently by SPALL in GAYER *et al.* (1966), which further suggested that there may be some relation between degree of alteration and depth of burial.

Conclusions

Of five minor intrusives sampled in the Isfjorden region, satisfactory palaeomagnetic measurements were obtained from only one. There is a suggestion that this may be related to alteration processes, one result of which was the replacement of feldspar and ferromagnesian minerals by calcite. This replacement has been observed to be more marked in the marginal zones and in the thinner dykes. Whilst the process is not fully understood it may be a useful empirical sampling guide. Although the result from a single intrusion is not significant, and the authors hope to continue the investigation of the diabases, the result is published for the information of others who may have the opportunity to make further collections.

Acknowledgements

The financial support of the Deutschen Forschungsgemeinschaft which made possible the 1964 German Svalbard Expedition is gratefully acknowledged. The enthusiasm and support of the expedition leader, Professor Dr. H. J. SCHWEITZER, encouraged two of the authors (K. K. and J. N.) to turn the interruption in the planned programme to good use by making preliminary collection of oriented samples. The friendly cooperation of Professor S. K. RUNCORN enabled measurements to be carried out on the apparatus in Newcastle. Our thanks are also due to T. GJELSVIK and T. S. WINSNES of the Norsk Polarinstitut for bringing to our attention the recent papers of PARKER (1966) and GAYER *et al.* (1966).

References

- COLLINSON, D. W., MOLYNEAUX, L., STONE, D. B., 1963: A total and anisotropic magnetic susceptibility meter. *J. Sci. Inst.* **40**, 310–312.
- FREBOLD, H., 1931: Fazielle Verhältnisse des Mesozoikums im Eisfjordgebiet Spitzbergens. Ein Beitrag zur Entwicklung des Skandiks. *Skr. om Svalbard og Ishavet* Nr. 37. Oslo.
- 1935: Geologie von Spitzbergen, der Bäreninsel, des König Karl- und Franz Joseph-Landes. *Geologie der Erde*. Berlin.
- GAYER, R. A., GEE, D. G., HARLAND, W. B., MILLER, J. A., SPALL, H. R., WALLIS, R. H., WINSNES, T. S., 1966: Radiometric age determinations on rocks from Spitsbergen. *Norsk Polarinst. Skr.* Nr. 137. Oslo.
- GEE, E. R., HARLAND, W. B., MCWHAE, J. H. R., 1952: Geology of Central Vestspitzbergen; Part I – Review of the geology of Spitzbergen with special reference to Central Vestspitzbergen; Part II – Carboniferous to Lower Permian of Billefjorden. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*. 62, part 2.
- DE GEER, G., 1910: "Guide de l'excursion au Spitsberg". *XI^e Cong. Geol. Internat.* Stockholm.
- GRIFF, K., 1929: Glaziologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen Expedition 1927. *Abh. Naturwiss. Hamburg*. **22**, 145–249.
- IRVING, E., 1964: *Paleomagnetism*. Wiley, New York.
- MERCANTON, P. M., 1910: Etat magnétique des diabases de l'Isfjord. c. r. *Acad. Sci.* **151**, 1092–1094.
- NATHORST, A. G., 1910: Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes. *Bull. Geol. Inst. Uppsala*. **10**.
- NORDENSKIÖLD, A. E., 1866: Utkast till Spetsbergens geologi. *K. svenska VetenskAkad. Handl.* **6**, No. 7. Stockholm.
- ORVIN, A. K., 1940: Outline of the Geological history of Spitsbergen. *Skr. om Svalbard og Ishavet* Nr. 78. Oslo.
- PARKER, J. R., 1966: Folding, faulting and dolerite intrusions in the Mesozoic rocks of the fault zone of central Spitsbergen. *Norsk Polarinst. Årbok* 1964. 47–55. Oslo.
- TYRRELL, G. W., SANDFORD, K. S., 1933: Geology and petrology of the dolerites of Spitsbergen. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*. **43**, 254–321.

Surface snow metamorphosis on the Antarctic Plateau

BY
OLAV ORHEIM

Abstract

Qualitative and quantitative observations of changes during the austral summer of surface snow properties are presented. At Plateau Station large scale irregularities were found to be softened and reduced 0.2 m by sublimation, the level surface increased 5 times in hardness at the same time. Unequal amounts of absorbed solar radiation are ascribed to cause these differences.

Introduction

This article presents some results from studies of surface snow properties and metamorphosis on the Antarctic Plateau during the austral summers 1965–66 and 1966–67. The studied area extended from the Pole of Inaccessibility to Plateau Station. See map, Fig. 1. Some observations from the area between the South Pole and the Pole of Inaccessibility are included. The study was concentrated on the surface snow to 0.5 m depth.

For the region in question the surface microrelief is mostly very irregular, consisting of closely packed wind developed features of about 0.1 m height, as well as more widely and unevenly spaced sastrugi and dunes with maximum heights of about 0.7 m.

Despite this, the sub-surface snow stratigraphy is usually regular with approximately horizontal layering. That the near horizontal layering is not a secondary development, but represents the buried original snow surface, has been shown for the South Pole area by A. Gow (1965), and for the Plateau Station by R. KOERNER (pers. comm.).

Development of surface microrelief

The surface microrelief on the Plateau is chiefly developed during the winter. At the Amundsen–Scott South Pole Station the average wind speed for the four summer months is 4.5 m/s, while the average for the rest of the year is 7.0 m/s. The average wind speeds during 1964–65 on the traverse from the South Pole to the Pole of Inaccessibility (QMLT I) was 3.5 m/s, during 1965–66 from the Pole of Inaccessibility to Plateau Station (QMLT II) it was 4.0 m/s. Although drifting snow is common during the summer, this usually only affects the recently deposited snow, only very rarely was scouring of the surface observed.

The microrelief can be classified as depositional and erosional. Ripplefields are common, barchans rare, but as both types are only a few centimeters high, they are not significant for this study; the important accumulation feature is the dune. The main erosional feature is the “linear sastruga”, it is usually sharpedged and

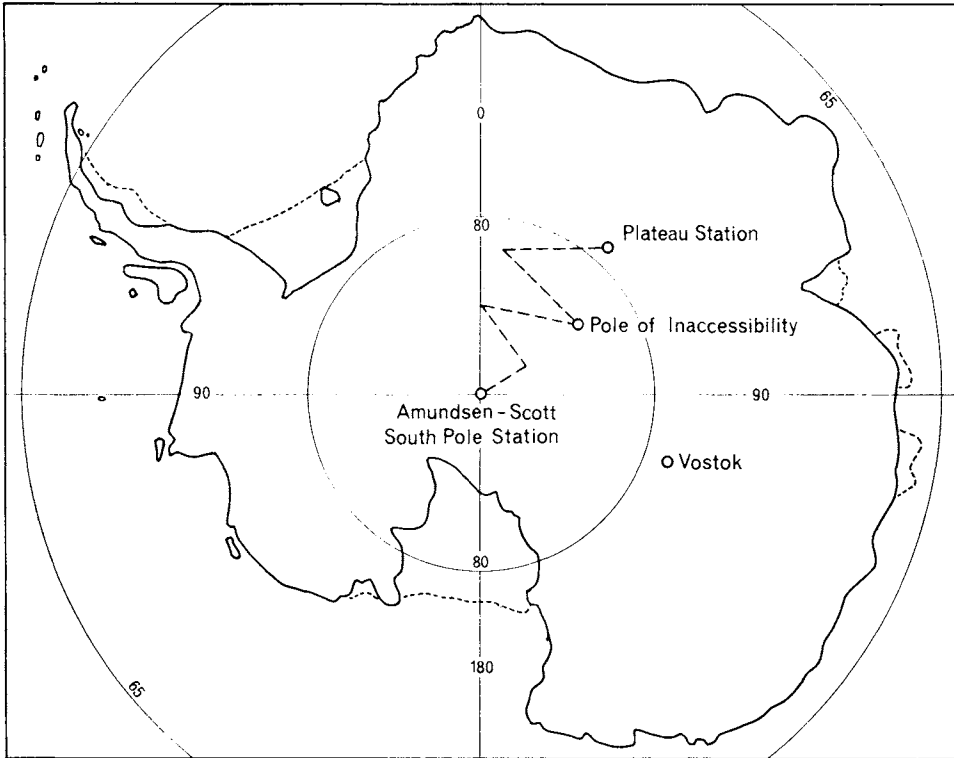
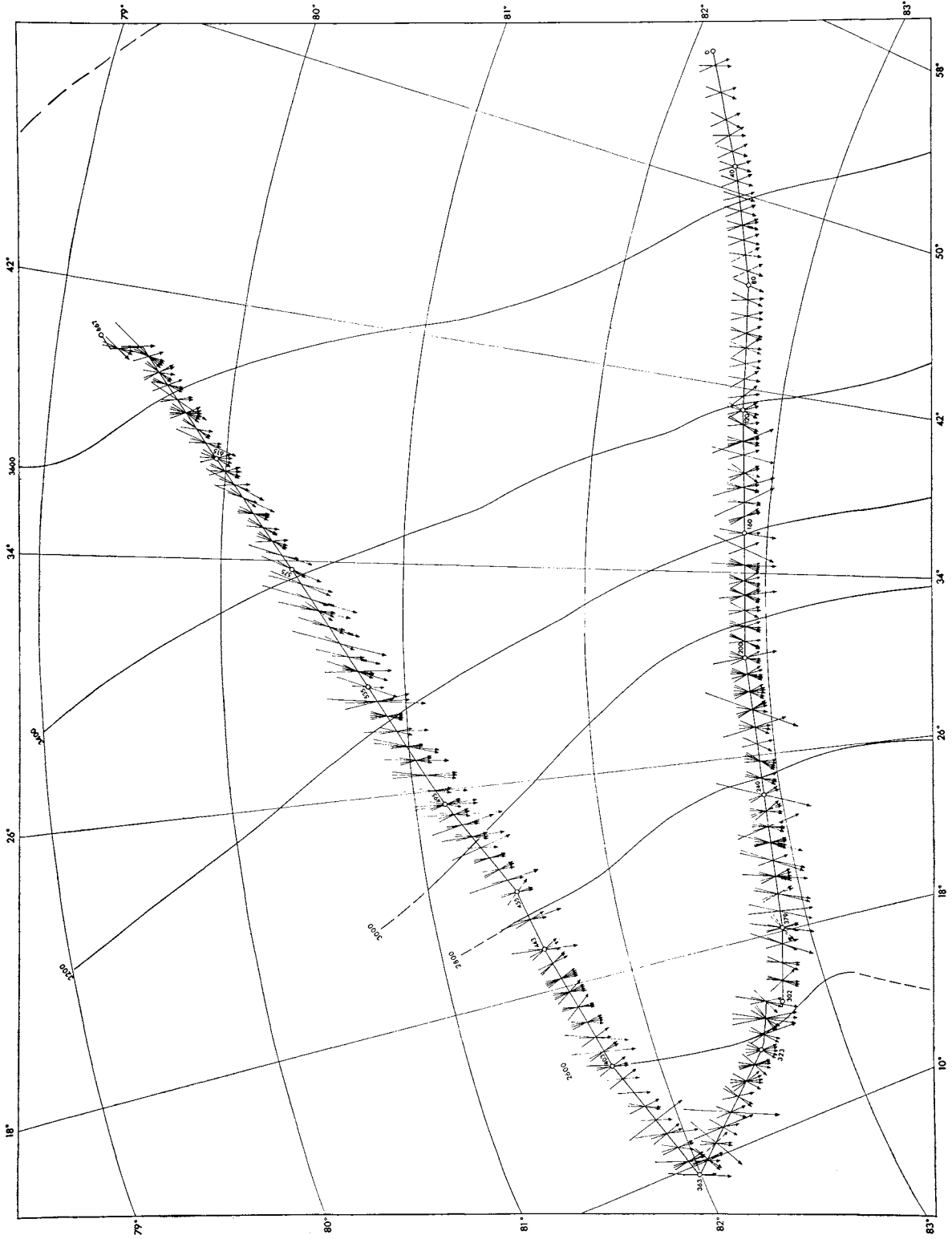


Fig. 1. The part of the Antarctic Plateau studied extended from Amundsen-Scott South Pole Station to Plateau Station. The zig-zag line shows the track of the Queen Maud Land Traverses I and II.

is often an isolated feature. Both the dune and the sastruga are oriented with their long axes parallel to the wind that formed them, usually the long axis is 5–20 times longer than the short axis.

On rare occasions the sastrugi reached a height of 0.7 m, the dunes were always smaller. Commonly the heights of the surface irregularities were between 0.2 and 0.4 m. As the annual accumulation for this region of the Plateau chiefly ranges from 0.07–0.2 m snow (0.025–0.075 m water) (E. PICCIOTTO, pers. comm.), the amplitude of the microrelief frequently exceeds the annual accumulation. The sastrugi studied on QMLT I and on QMLT II always consisted of snow from the previous winter, borne out by the fact that the snow showed little or no metamorphism, being mainly comprised of granular crystals with diameter in the 0.1–0.2 mm range. Thus the sastruga, as well as the dune, represents a place of above average accumulation, the sastruga usually being an eroded dune, although the author thinks there are some indications that sastrugi can form in a single process, e. g. by being windmodelled while they are built up.

The sastruga is often used as an indicator of the prevailing wind. The map, Fig. 2, shows the directions of the sastrugi observed on QMLT II. That the regular pattern of sastrugi directions agrees so well with the observed wind directions (O. ORHEIM, 1967), is a reflection of the fact that the strong winds and the prevailing winds seem to coincide in direction in this region of the Plateau.



Reduction of surface microrelief

Studies at Plateau Station in the 1966–67 summer indicate that two different processes of snow metamorphism take place.

The horizontal or near horizontal snow surface hardens during the summer (see Table I) with a corresponding increase in resistance to deflation, as shown by the fact that the minimum wind speeds required to cause drifting snow increase during the summer.

At the same time the sastrugi surface, as well as the surface of some artificially made mounds and blocks, were softened by sublimation. The amount of softening varied considerably; it was mostly from 1/20 to 1/50 of original surface hardness. A. Gow (1965) describes from qualitative observations a sublimation/deflation process from the South Pole, by which the sastrugi are reduced in height. At Plateau Station deflation of the sastrugi seemed to be of less importance than sublimation. However, that the reduction in surface relief for large-scale features was considerable is born out by Table II, which shows the reduction in height of two exceptionally large sastrugi formed leeward of two sledges. See Figs. 3 and 4. Their heights were about 0.6 m at the beginning of the summer, and the change in size was measured vertically in several places from two horizontal wires, as well as horizontally from the bamboo poles supporting the wires. The reduction in width was about 1/3 of the reduction in height. At Plateau Station no other large or medium-sized irregularities existed that summer, mostly they were below 0.1 m in height. Some softening was observed on the largest of these, but no quantitative measurements were made. The three mounds that were built 0.3–0.4 m high all showed marked softening and some loss in size. Gow's explanation from the South Pole area, that the sastrugi flanks receive more radiational heat than the surrounding surface because of their higher angle of incidence with the sun, was supported by a shading experiment. Blocks were cut from the sides of the sastrugi, in the resulting niches only the parts of the sides that had a high angle of incidence with the sun softened up with formation of sublimation crystals, the parts that were shaded did not change their hardness. See Figs. 5 and 6.

An indirect confirmation is also given by G. WELLER (1967), who states that at Plateau Station the radiation only penetrates a few centimeters into the snow; the sastrugi and mound observations indicate that the surface is softened only to a depth of 5–7 centimeters, below this the hardness remains constant.

Thus it seems that in the summer at Plateau Station the sastrugi sides have a marked positive radiation balance, causing heat (and mass) loss through sublimation. The flat surfaces probably have a radiation balance which varies frequently from slightly positive to negative values, causing evapo-condensation in the surface snow. This favours sintering, the development of bonds between the snow-crystals by water vapour migration. See Figs. 7 and 8. That the hard summer



Fig. 2. Directions of erosion features observed on Queen Maud Land Traverse II. The number of observations is indicated by the length of the arrow, 5 mm length signifying one observation.

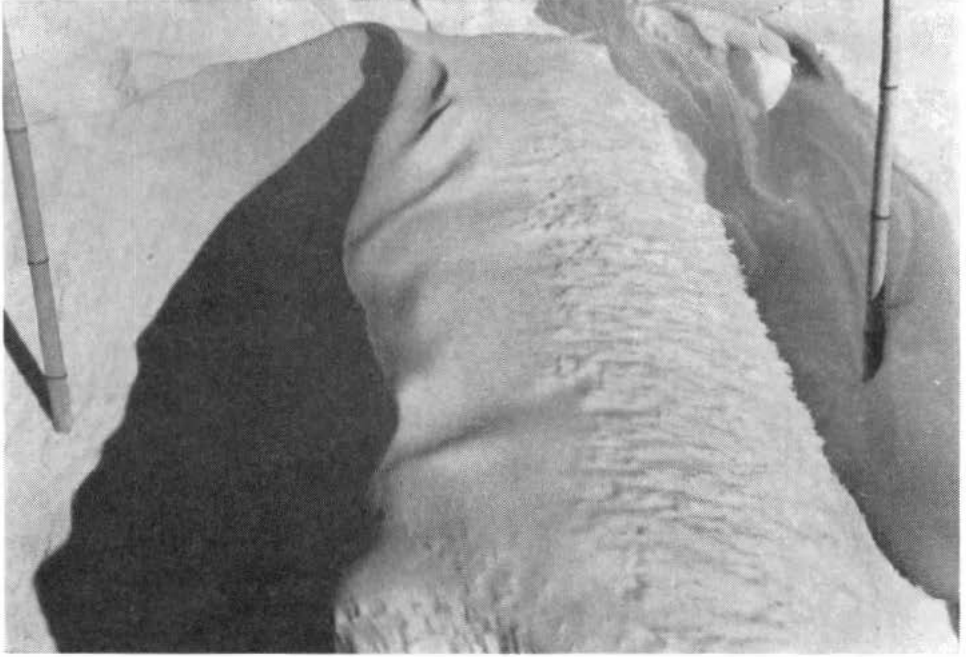
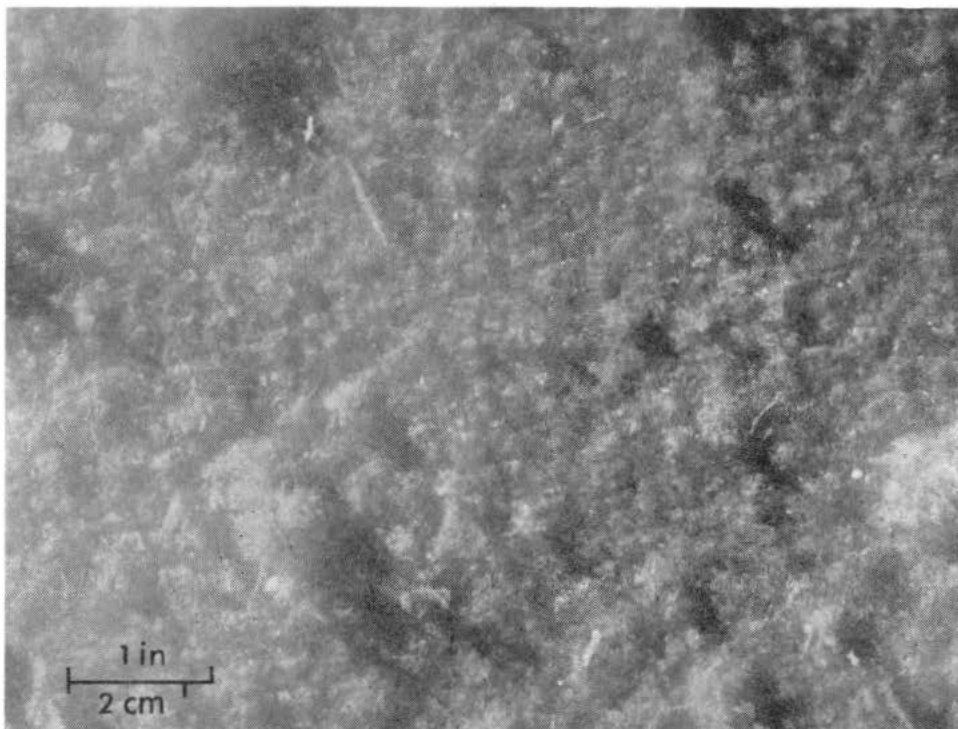


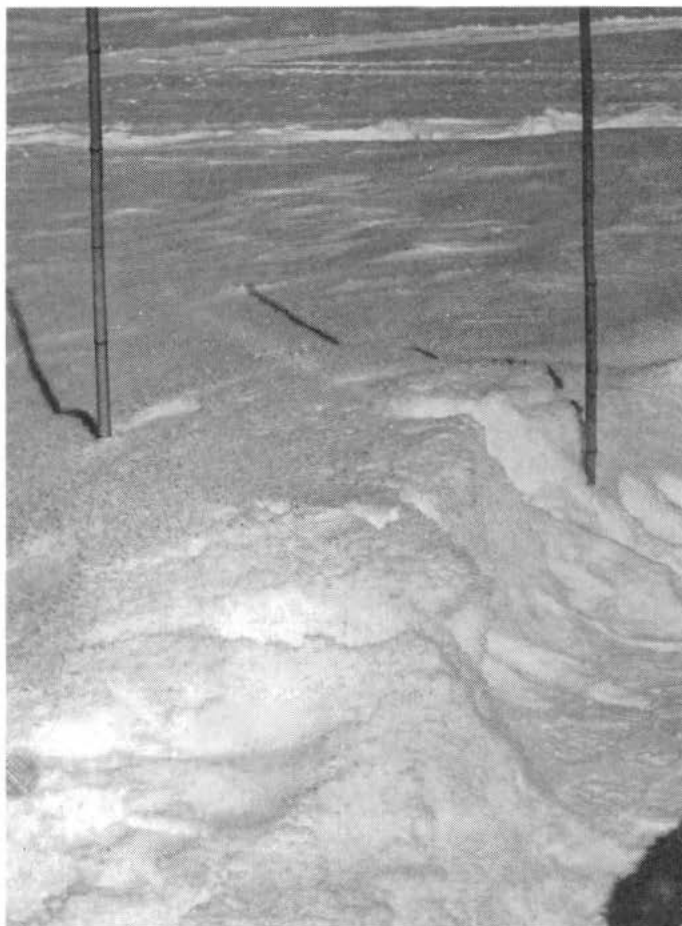
Fig. 3. One of the large sastrugi at Plateau Station that was measured during the summer. Photograph taken on Dec. 12, 1966.



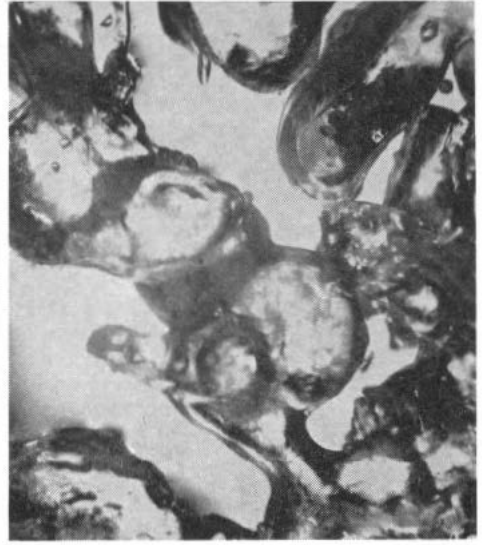
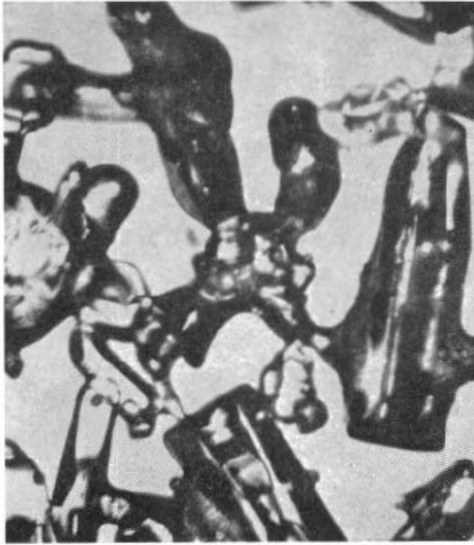
Fig. 4. The same sastruga, photographed on Dec. 18, 1966.



↑ Fig. 5. Close-up of the sublimation crystals. The scale is divided in centimeters and inches.



→ Fig. 6. Cuts have been made in the sastruga for shading experiments. Notice the complete cover of sublimation crystals. Photograph taken on Jan. 24, 1967.



1 mm

Fig. 7. Recently deposited snow showing already appreciable sintering.

PHOTO: R. M. KOERNER

Fig. 8. Snow from about 2 m depth (approximately 30 years old). Although the crystal bonds are more developed than in Fig. 7, it is apparent that the rate of sintering has decreased strongly with depth.

PHOTO: R. M. KOERNER

surface is a regular feature of Plateau Station snow stratigraphy, has been demonstrated by R. KOERNER (pers. comm.). It is interesting to contrast this with the observations at the South Pole where the whole surface, including the level parts, softens during the summer. Perhaps this indicates a larger positive radiation balance at the South Pole than at Plateau Station during the summer.

Table I
Surface hardness

Date	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4
Dec. 14, 1966	0.8	0.7	1.0	0.4
Jan. 9, 1967	1.8	4.5	3.9	1.3
24,	2.9	5.5	6.0	1.2
Increase				
Dec. 14, 1966-Jan. 24, 1967	× 4	× 8	× 6	× 3

Table II
Reduction in sastrugi heights

Date	Sastruga 1		Sastruga 2	
	Reduction (10^{-3} m)	Rate 10^{-3} m/day	Reduction (10^{-3} m)	Rate 10^{-3} m/day
Dec. 5-12, 1966	20	2.8	20	2.8
» 12-18, »	20	3.3	30	5.0
» 18-26, »	25	3.1	70	8.8
» 26, 1966-Jan. 9, 1967	53	3.8	115	8.2
Jan. 9-16, 1967	10	1.4	22	3.1
» 16-23, »	15	2.1	15	2.1
Total				
Dec. 5, 1966-Jan. 22, 1967	143		272	

References

- GOW, A. J. 1965: On the accumulation and seasonal stratification of snow at the South Pole. *Journal of Glaciology*. **5** (40), 467-477.
- BEHLING, R. E., KANE, H. S., ORHEIM, O., PICCIOTTO, E.: Glaciology on the Queen Maud Land Traverse, 1965-1966, Pole of Relative Inaccessibility - Plateau Station. (In press.)
- WELLER, G. 1967: Results of preliminary measurements of subsurface heat transfer processes Plateau Station, Antarctica. *Univ. of Melbourne, preliminary report*.

Ecological investigations on the polar bear in Svalbard

A progress report

BY

THOR LARSEN¹

Abstract

A long term program for polar bear studies has been organized by Universitetet i Oslo and Norsk Polarinstitut.

Field work started in 1966 and will continue till 1969. Co-operation has been established with other biologists, mainly in USA and Canada. Methods for live trapping of polar bears were worked out during field work in Svalbard in the summer 1966.

Air surveys in the Svalbard area may indicate a denser population in this part of the Arctic than observed in Alaska. Track observations from airplanes in the eastern parts of Svalbard indicate a connection between polar bears in Soviet Arctic and the Svalbard area.

Methods for age determination based on teeth segmentation are being elaborated.

Introduction

A Norwegian long term program of biology in Svalbard, mainly on the polar bear (*Thalarctos maritimus*), was initiated in early 1964. The program is arranged as an enterprise between Universitetet i Oslo and Norsk Polarinstitut, and consists of three major projects:

1. Ecological investigations of polar bears. Director: Cand. real. THOR LARSEN, Institutt for Marin Biologi avd. A, Universitetet i Oslo.
2. Physiological investigations of polar bears. Director: Cand. mag. NILS ARE ØRITSLAND, Zoofysiologisk Institutt, Universitetet i Oslo.
3. Ecological/ornithological investigations. Director: Cand. real. MAGNAR NOR- DERHAUG, Norsk Polarinstitut.

Two panels, one from Universitetet i Oslo and one from Norsk Polarinstitut, act as scientific and logistic advisors for the program. The author is program leader.

From the very beginning the Norwegian study has been co-ordinated with similar enterprises in USA (through Alaska Department of Fish and Game and the Arctic Institute of North America) and in Canada (through Canadian Wildlife

¹ Institutt for Marin biologi avd. A, Universitetet i Oslo.

Service). Scientists and agencies of the Soviet Union, Denmark, Finland, Poland, and the Netherlands have also been contacted for further co-operation.

The Norwegian biological program was presented at the *First International Scientific Meeting on the Polar Bear* at Fairbanks, Alaska, September 1965.

The field work in Svalbard was initiated last spring, with monthly aerial surveys in the eastern Svalbard waters. Later, a Norwegian/American team tried live trapping and tagging of polar bears from vessel. The aerial surveys are repeated in 1967, and plans call for another summer expedition to the eastern pack ice areas for more extensive live trapping, tagging and other investigations. In 1968 a small base will be raised in Kong Karls Land, where a small team plans to winter for ecological and physiological polar bear studies. The field work is expected to be finished in 1969/70.

Live trapping and handling of polar bears

Most of the objectives outlined in the polar bear study demand reliable methods for live trapping and safe handling of bears. Problems of population dynamics, population estimates, migratory patterns, etc. can only be solved through a large scale trapping and handling of polar bears. Today, wild animals are most commonly trapped by the use of syringe guns with immobilizing drugs, often combined with various trapping equipment. Thus, safe methods for the handling of black bears and brown bears have been developed. (CRAIGHEAD 1964, ERICKSON 1957). The first real attempt of live trapping of polar bears for scientific studies was done off the Alaska coast at Arctic Research Laboratory, Point Barrow, the spring 1965. The author was invited to participate in the study, which was conducted through the A.I.N.A. by Dr. M. W. SCHEIN of the George Washington University. Like the trophy hunters, we chased the bears with small ski-equipped aircrafts, which were capable to land in the pack when a bear was spotted. The bears were to be shot with syringe guns and succinylcholine chloride. Although no bears were trapped that spring, the experiment was repeated early 1966 with an American team. During these two attempts, ten polar bears were shot with syringe gun and succinylcholine-chloride. Four died from overdosage, two were partly immobilized, but not enough to be handled, three showed no effect, and only one was successfully tagged. This bear was, however, killed short afterwards by a trophy hunter (FLYGER 1966, personal communication).

This experience proved that succinylcholine-chloride is an undesirable drug under these conditions, although it has proved satisfactory on other species and under other circumstances. Succinylcholine chloride offers a small safety margin on dosage, and from a plane it is almost impossible to estimate the weight of the bear and other factors determining the dose. Besides, stalking polar bears in the pack offers considerable risk to the hunter, who has to fire his syringe gun on a short distance with a drug which takes several minutes to take effect.

Another live trapping experiment was done the summer 1966 with a Norwegian/American team, through Norsk Polarinstitut. The bears were chased with the SysseImann's ship "Nordsyssel" and shot with a morphine-like drug called

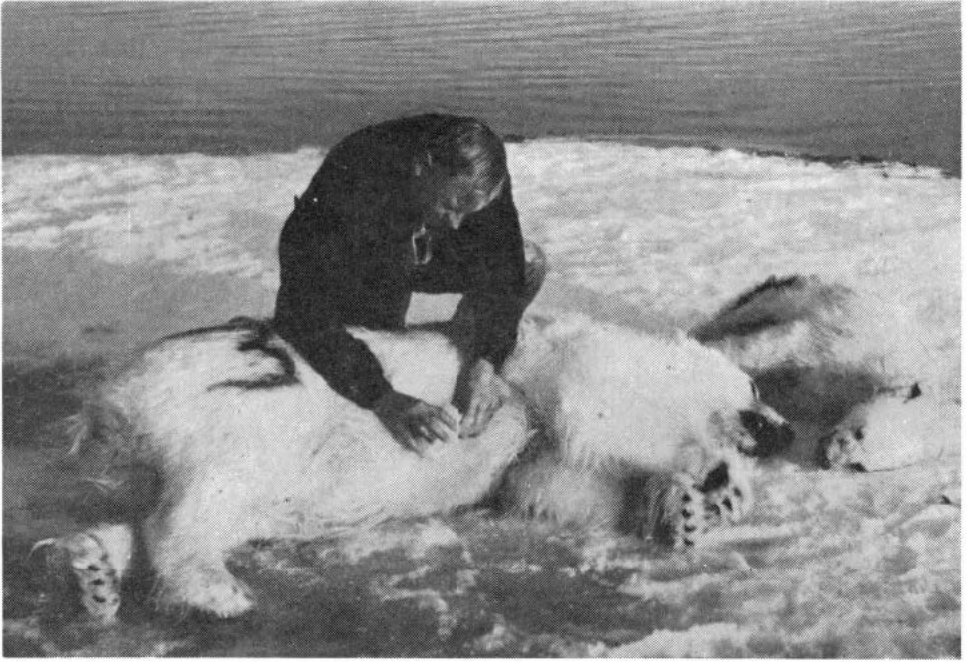


Fig. 1. A sow of approx. 250 kg and her cub is examined. The black number on the hip protects the bear from being shot and, besides, its movements may be followed.

En binne på ca. 250 kg og ungen hennes studeres. Tallet på låret beskytter bjørnen fra å bli skutt, og dessuten kan trekket følges.



Fig. 2. The new drug Etorphine (M 99) allows of a safe handling of the polar bears. Note the tongue hanging out of the mouth, which indicates full immobilization.

Etorphine (M 99) tillater en sikker undersøkelse av isbjørnene. Tungen som henger ut av munnen viser at dyret er fullstendig bedøvet.

Etorphine (M 99). The great advantage of this drug is its wide safety margin, with minor side effects, and that it may be reversed by a specific antagonist, Cyprophine (M 285), or the morphine antagonist Nalorphin. Etorphine and its antagonists have previously been used in African wildlife programs with great success (HARTHOORN 1965). In Svalbard, the "Nordsyssel" was available for four days effective work only. During this time nine bears were seen, of which four were shot with Etorphine and successfully tagged. (LARSEN 1966.)

The autumn 1966 four polar bears were trapped by steel snares and immobilized with another agent, Sernylan (Phencyclidine) in the Hudson Bay area through Canadian Wildlife Service (JONKEL 1967, personal communication). Sernylan has several desirable properties similar to Etorphine, but can not be reversed by an antagonist. The spring 1967, 31 polar bears were successfully trapped and tagged with syringe guns and Sernylan off the Alaska coast. This experiment was carried out by the Alaska Department of Fish and Game, and helicopters were used instead of aircrafts. (LENTFER 1967, personal communication.)

The experiences from Svalbard and Canada in 1966, and Alaska in 1967 give three different methods by which polar bears can be trapped and handled in large numbers, with minor risk for persons and bears.

Preliminary results of the ecological polar bear investigations

Although the Norwegian polar bear study in Svalbard has just started, a few results obtained should be mentioned. It should be emphasized, however, that a considerably bigger effort and more research are necessary in these fields. Thus, trappers, trophy hunters and meteorological stations have been contacted for data sampling. The original field plan has been changed, including another summer expedition in 1967 for further live trapping and data sampling.

Aerial surveys

In Alaska valuable informations on the polar bear biology have been obtained from numerous bush-flights during the polar bear trophy hunt each spring since 1957. Informations of population density in various areas, litter sizes, migratory patterns, etc., have proved valuable for the management of this animal (SCOTT *et al.* 1959). The spring 1966, monthly aerial surveys in Svalbard were conducted through the Norwegian Air Force, cruising the eastern pack ice areas from March to October. The program included ice and weather observations, polar bear countings, polar bear track observations, seal observations and ornithological observations. The flights, which were carried out with an Albatross, normally lasted for approximately 12 hrs. Two parallel lines were normally followed: From Norway to Hopen, Kong Karls Land, Barentsøya, Edgeøya, Bjørnøya and back. The optimal altitude during these flights was 300 feet or less, depending on the weather conditions. On each flight Kong Karls Land was closely surveyed. As already mentioned, a small team plans to winter on these small islands in 1968/69. Kong Karls Land is expected to be the main denning area for polar

bears in Svalbard, but the common assumption of a large number of bears on these islands seems highly over-estimated.

Population estimates from linear strip aerial surveys proves unusable. Serious errors are caused by the high cruising speed, limited visibility by the small windows, difficulties in observing the animals, weather and ice conditions, observers' experience etc. Population estimates by quadrat sampling method had been far better, but is excluded in this study because of the vast area to be covered, with no possibilities of landing and refueling. The estimates should if possible be compared with analogous ground counts in the same area by vessel, preferably repeated several times.

The numerous track observations indicate a strong migration of polar bears from Svalbard and eastwards in the spring. There is probably a connection between the polar bear populations of Svalbard and the western Soviet Arctic, although further informations are necessary to state if this is true or not.

The polar bear counts from aircrafts in Svalbard may indicate a bigger density of bears than in Alaska. During the American bush-flights the planes follow open leads and fresh polar bear tracks, which offer a high probability in spotting bears. Besides, the small planes have a low cruising speed, and the observers are extremely skilled from several years' bush-flying and polar bear hunting. In Svalbard, the observations are limited by several factors mentioned above, and the linear flights do not permit deviations to open leads, ice edges, and seal concentrations where the bears may be more numerous. Even so, two to four bears may be observed per hour of effective flying, which is more than in Alaska.

Age determination of polar bears

Until recently, craniometric characters have been used in age determinations of the polar bear. This method is, however, burdened with several errors, especially for the higher age classes (MANNING 1964). Sectioning of the teeth and reading of the zones in the cementum layer have proved to be a reliable method for age determination of various animals, including the brown bear and the black bear (MARKS & ERICKSON 1966, MUNDY & FULLER 1964). The author has tried various methods of sectioning, staining and reading polar bear teeth, and the previous results indicate a correlation between age and the number of zones in the cementum layer. It is, however, extremely difficult to obtain known age specimens of polar bears to check the method, and more research is necessary in this field. Preferably, the museum specimens used in developing the aging technique by craniometric characters should be studied again, and the teeth sectioned for age determination by this other method. The two methods should be compared, as field work call for morphological investigations of the skull rather than sectioning the teeth.

Population studies

ALWIN PEDERSEN states that there is but one single polar bear population in the Arctic, which wander counter-clockwise around the Pole. (PEDERSEN 1945). However, there are other observations which indicate several stocks with a more specific home range. This question is of major importance for the future management of

the polar bear, and an extensive international co-operation is necessary in this field. This problem has been given a high priority in the Norwegian polar bear program, applying methods as morphological investigations of museum skulls in North America and Europe, and serum electrophoresis. The last method, which definitely may give interesting results, is burdened with the difficulty in obtaining adequate samples. Until recently, only a few samples from Alaska and Svalbard had been studied, however indicating a difference between these two stocks (NÆVDAL 1967, personal communication). Serum samples have been collected in Svalbard the winter 1966/67 and in Alaska the spring 1967, but additional samples are required. In the future, promising samples may also be obtained from Canada, Greenland and the Soviet Arctic.

Final remarks

Based on the experiences from 1966, the flight program and the summer expedition to Svalbard is repeated in 1967, with a much bigger effort in live trapping and tagging, and data collecting. As in 1966, the field program is based on a Norwegian/American co-operation. It has turned out that professional trappers are extremely valuable sources for obtaining samples and data for the scientific study and for the management of the polar bear. Thus, wintering trapper teams, meteorological stations, and trophy hunters are contacted for obtaining data and samples.

In 1968/69 the study will be finished with an extensive field program in Svalbard, with scientific teams from several nations wintering in various areas.

Acknowledgements

I wish to thank NATO Scientific Division, Industridepartementet, Komitéen til bevarelsen av polarskipet "Fram", Roald Amundsens Minnefond, Nansenfondet, and Norges almenvitenskapelige forskningsråd for the economical support that made this study possible. I also wish to thank the Norwegian Air Force and the Norwegian Army for kind assistance with aerial surveys, air transport, and field equipment for our investigations. I am especially grateful to sysselmann T. LANDSVERK for his kind assistance in 1966 with his ship "Nordsyssel", and to RECKITT and SONS Ltd. who made the drugs Etorphine and Cyphrenophine available for this study. The following persons kindly assisted me and helped me during my investigations: Dr. M. BREWER, Arctic Research Laboratory; Dr. H. K. BUECHNER, the Smithsonian Institution; Dr. J. CRAIGHEAD, Montana State University; Dr. A. W. ERICKSON, University of Minnesota; Dr. V. FLYGER, University of Maryland; Dr. A. M. HARTHOORN, University of Nairobi; Dr. S. JOHNELS, Naturhistoriska Riksmuséet Stockholm; Dr. C. JONKEL, Canadian Wildlife Service; Dr. J. LENTFER, Alaska Department of Fish and Game; Mr. O. LØNØ, Oslo; Mr. G. NÆVDAL, Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitut; Mr. J. PEDERSEN, Zoologisk Museum, Oslo; Mr. E. REIMERS, Zoologisk Laboratorium, Oslo; Mr. S. RICHTER, Norsk Polarinstitut; Dr. M. W. SCHEIN, the George Washington University; Mr. C. VIBE, Københavns Universitets Zoologiske Museum; Mr. T. ØRITSLAND, Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitut.

Finally, my very best thanks to director T. GJELSVIK and deputy director K. Z. LUNDQUIST of Norsk Polarinstitut. Without their interest and enthusiasm for the study we would never have been able to carry out this program.

Sammendrag

Et langtidsprogram for isbjørnundersøkelser på Svalbard arrangeres ved Universitetet i Oslo og Norsk Polarinstitut. Feltarbeidet på Svalbard startet sommeren 1966 og ventes avsluttet med en overvintring 1968/69. Prosjektet bygger på et intimt samarbeid med forskere fra andre nasjoner, i første rekke U.S.A. og Canada.

Sommeren 1966 fant man frem til vel anvendelige metoder for levendefangst og merking av isbjørn. I Canada og Alaska fant man tilsvarende metoder samme høst og våren 1967. Tidligere forsøk i Alaska med bruk av injeksjonsgevær og succinylcholin klorid hadde vist seg lite anvendelig.

Flyrekognoseringene over Svalbard kan tyde på en større bestandstetthet av isbjørn i de østlige Svalbardfarvann enn utenfor Alaskakysten. Sporobservasjonene tyder på et trekk av isbjørn fra Svalbard og østover i vårmånedene, og en sammenheng mellom populasjonene i det vestlige Sovjetarktis og på Svalbard.

Utarbeidelsen av metoder for aldersbestemmelse på isbjørn tyder på at avlesning av soner i tenneses sementlag er langt å foretrekke fremfor kranimetrisk målinger. Flere undersøkelser er nødvendig.

Populasjonsstudier har fått en høy prioritet i det norske isbjørnprogrammet. Enkelte forskere hevder at det kun finnes en arktisk isbjørnstamme som beveger seg rundt polen mot urviserne. Andre hevder at det finnes flere stammer. Populasjonsstudier ved serumelektroforese tyder på at det siste er tilfelle, og at isbjørnen i Alaska og isbjørnen på Svalbard tilhører to forskjellige stammer. Her er det imidlertid nødvendig med langt flere prøver og undersøkelser.

References

- CRAIGHEAD, J. J., HORNOCKER, M., WOODGERD, W., CRAIGHEAD, F. C., 1960: Trapping, Immobilizing and Color Marking Grizzly Bears. *N. Am. Wildlife Conf. Transact.* **25**, 415–422.
- ERICKSON, A. W., 1957: Techniques for Live Trapping and Handling Black Bears. *N. Am. Wildlife Conf. Transact.* **22**, 520–543.
- HARTHOORN, A. M., BLYGH, J., 1965: The Use of a New Oripavine Derivate with Potent Morphine Life Activity for the Restraint of Hoofed Wild Animals. *Research in Veterinary Science.* **6**, (3), 290–299.
- LARSEN, T., 1966: Isbjørnundersøkelser og isbjørnmerking på Svalbard sommeren 1966. *Fauna.* **19**, (4), 173–182.
- MANNING, T. H., 1964: Age Determination in the Polar Bears. *Canadian Wildlife Service Occasional Papers.* **5**, 12 pp.
- MARKS, S. A., ERICKSON, A. W., 1966: Age Determination in the Black Bear. *J. Wildlife Mgmt.* **30**, (2), 389–410.
- MUNDY, K. R. D., FULLER, W. A., 1964: Age Determination in the Grizzly Bear. *J. Wildlife Mgmt.* **28**, (4), 863–866.
- PEDERSEN, A., 1957: *Der Eisbär*. A. Ziemsen Verl., Die Neue Brehm Bücherei. Wittenberg. 64 pp.
- SCOTT, R. F., KENYON, K. W., BUCKLEY, J. L., OLSON, S. T., 1959: Status and Management of the Polar Bear and the Pacific Walrus. *N. Am. Wildlife Conf. Transact.* **24**, 366–374.

Basal sediments of the Nordenskiöldbreen Formation (Middle Carboniferous) on the southwest coast of Brøggerhalvøya, Spitsbergen

BY

DOUGLAS W. HOLLIDAY¹

Abstract

The carbonate rocks of the Nordenskiöldbreen Formation indicate a marine transgression into the Brøggerhalvøya area during the Middle Carboniferous. Terrigenous clastics at the base of the formation on the southwest coast of the peninsula, which are locally bound by calcareous algae and contain lenses of algal limestone, are considered to represent an early intertidal phase in this transgression. As shallow open sea conditions were established a coral biostrome grew on the earlier clastic sediments. Similar deposits occur at the base of the Nordenskiöldbreen Formation elsewhere in the peninsula.

Introduction

On the coast west and southwest of Kiærfjellet (Brøggerhalvøya, Vestspitsbergen) low cliffs, only a few metres high, extend for several kilometres exposing the coal-bearing Orustdalen Formation (Lower Carboniferous) and the basal beds of the Nordenskiöldbreen Formation (Middle Carboniferous) (HOLTEDAHL 1913, ORVIN 1934, CUTBILL and CHALLINOR 1965). The beds form a broad anticline with minor anticlines, often accompanied by thrusts, and synclines on the flanks. The crest of the main anticline can be seen north of the hut and here the Orustdalen Formation rests with pronounced angular unconformity on pre-Devonian mica-schist (ORVIN 1934). The rocks described below occur on the southern limb of this anticline, starting about 400 metres south of the hut and continuing for nearly 300 metres to the southeast (Fig. 1). An earlier account of this coastal section was given by HOLTEDAHL (1913). The sequence of strata is shown in Fig. 2.

The Orustdalen Formation and the pre-Nordenskiöldbreen Formation surface

Rocks of the Orustdalen Formation outcrop in the northern part of the coastal section and in a small inlier in the core of a small anticline towards the middle part of the section. They are white siliceous sandstones, laminated to very thin

¹ Institute of Geological Sciences, Ring Road Halton, Leeds 15, England.

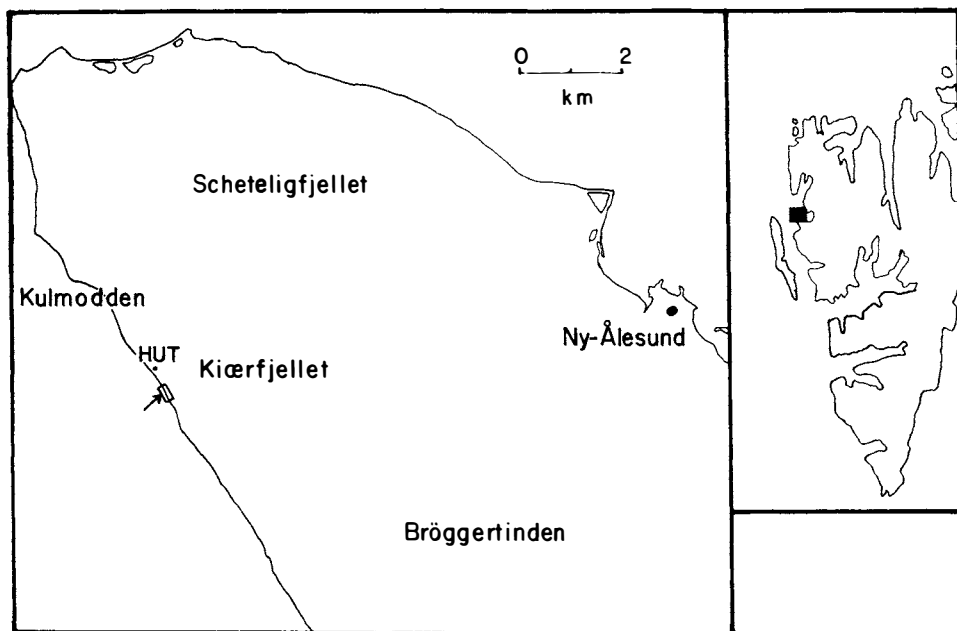


Fig. 1. Map of Brøggerhalvøya showing the position of place-names mentioned in the text and the location of the rocks described.

bedded and flaggy to massive, containing many conglomerate lenses with pebbles derived from pre-Devonian metamorphic rocks. The pebbles, which are mainly white, black and pink vein quartz, quartzite and chert, rarely exceed 2 cm in diameter. HOLTEDAHL (1913) regarded these conglomerates as part of the Middle Carboniferous sequence but, however, they are quite distinct from the basal conglomerate of the Nordenskiöldbreen Formation and pass down without a break into coal-bearing strata indisputably part of the Orustdalen Formation.

Close to the junction with the Nordenskiöldbreen Formation the sandstones and conglomerates are locally and patchily stained red, yellow, or green, due to the introduction of iron minerals, often limonite and hematite. Thin sections show that the iron minerals have replaced both quartz grains and silica cement. It is not clear whether this replacement preceded the deposition of the Nordenskiöldbreen Formation or occurred at the same time as the development of secondary reddening in the basal beds of that formation (see below). There is nothing to suggest any major relief in the pre-Nordenskiöldbreen Formation surface, though the variation in thickness of the basal conglomerate noted below suggests a surface that was not absolutely plane (Fig. 2). For instance at the northern end of the section, the conglomerate thins to zero and the lowest limestone bed (Bed a) rests directly on the Orustdalen Formation. Many of the lowest limestone beds contain sand grains and pebbles of metamorphic rocks, indicating erosion of nearby outcrops.

The basal conglomerate of the Nordenskiöldbreen Formation

The basal conglomerate of the Nordenskiöldbreen Formation is a variable deposit, both in thickness and composition. The thickness varies from zero to 7 or 8 m, but is usually much less than 5 m. Although conglomerate is the dominant lithology, there are frequent local gradations into limestone, or sandstone and shale. Stratification is frequently absent even where there is lithological variation, and distinct beds usually have little lateral continuity. Indications of channelling and reworking of material are abundant. As in the Orustdalen Formation most of the pebbles are derived from metamorphic rocks and, apart from a few schist fragments and reworked limestone blocks, are quartzose. The diameter of the pebbles is variable, reaching 5 to 6 cms, and thus is greater than in the conglomerates of the Orustdalen Formation. There is also a greater variety of quartzose pebble types in the younger deposit, e. g. a grey banded quartzite was seen on several occasions in the Nordenskiöldbreen Formation conglomerate, but was not observed in the older rocks.

The associated black limestone lenses frequently have a wavy lamination (Plate 1, fig. 1) due in part to variations in colour of the micrite (FOLK 1959) which is the dominant component of these rocks. Associated with the micrite are patches of drusy mosaic sparry calcite, i. e. void filling calcite (BATHURST 1958), which vary in width from 10 microns to more than a millimetre. They are frequently elongated in the direction of the micrite laminae and thus contribute to the lami-

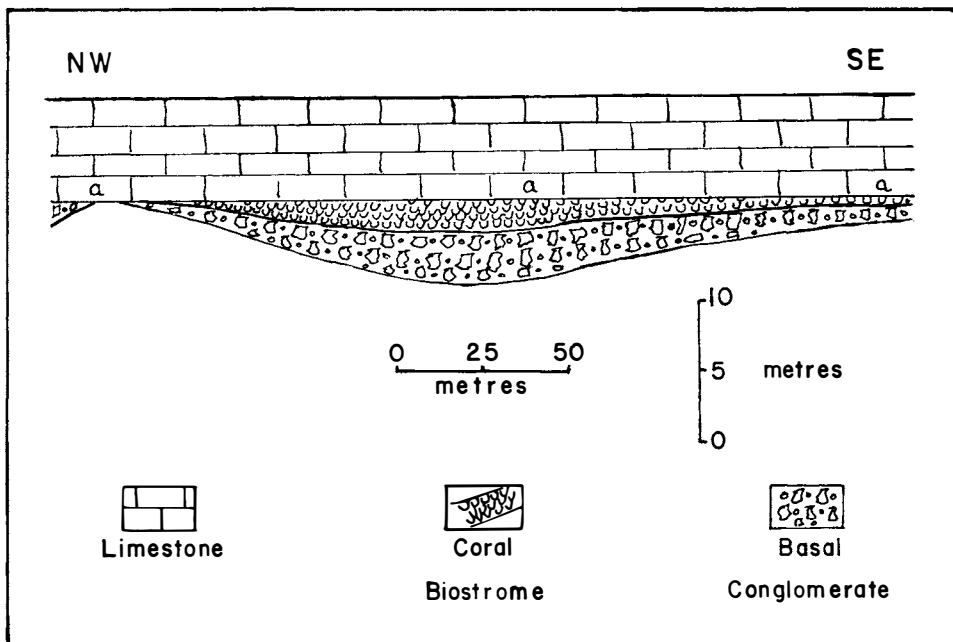


Fig. 2. Slightly diagrammatic cross-section through the basal beds of the Nordenskiöldbreen Formation west of Kiærfjellet with the effects of later folding and erosion removed. The underlying Orustdalen Formation is left unornamented.

nated appearance of the rock. The close association of micrite and small cavities or voids suggests the former presence of a frame building organism, while some of the sparry calcite patches resemble algal tubes. Thus an algal origin for the rock is probable. The calcareous matrix of the conglomerates is often composed of bulbous tubes with dark grey or black micrite walls infilled with void filling sparry calcite (Plate 1, fig. 2). The tubes are locally associated with, and grade into, wavy laminated limestone. The micrite of the tube walls frequently appears to form coatings around the quartz grains etc. of the conglomerate. The tubes closely resemble autochthonous structures in Upper Devonian red beds at Curra Creek, New South Wales, described by WOLF and CONOLLY (1965) which were ascribed to an algal origin. This view is supported by the association in the Spitsbergen rocks with probable algal limestones. This suggests that large patches of the conglomerate are bound by algal growth.

Usually the finer grained and less calcareous beds are red and less often green. The red material is probably hematite and seems to be largely confined to the clay and micaceous fraction, though some quartzose fragments appear to have been hematised before deposition. The red colouration is often patchy and local and may be a secondary feature acquired after deposition. Hematite impregnation of some of the associated carbonate material supports this. Nevertheless the reddening of these sediments would seem to have occurred early in their history since the drusy mosaic calcite is not affected.

The coral biostrome

Except in the north of the section a coral biostrome overlies the basal conglomerate. This is the coral limestone of HOLTEDAHL (1913), who identified the two most important coral forms as *Chaetetes radians* FISCHER and *Campophyllum kiaeri* HOLTEDAHL. These two species so completely dominate the biostrome that only at one locality was any other species noted, i. e. "*Syringopora*" sp. The corals are mostly in their position of growth, each colony building on the remains of its predecessors, and only in a few instances were dead colonies eroded and overturned before the next colonies grew on their remains. The initial colonies grew out of the basal conglomerate which may have formed a slight rise on the seafloor in this area. The maximum thickness of the bed is 2–3 m.

C. kiaeri is the more abundant of the two species and occurs ubiquitously throughout the biostrome. Some colonies of this species reach a metre in width and 15 cm in height. The comparatively rarer *C. radians* tends to occur in patches and is not distributed uniformly throughout the bed. The largest colonies of the species have a height of 30 cm and a width of 15 cm.

The lowest carbonates of the Nordenskiöldbreen Formation

The coral biostrome is overlain by limestone and dolomite of which only the lowest 4–5 metres have been examined in detail. These beds are frequently grey and blocky, though some horizons are fairly persistently shaley, while others have

a green or yellow colour. They are usually sandy and locally contain abundant pebbles of metamorphic rock. Local thin beds and lenses of sandstone are also to be found. Individual limestone beds can be traced laterally and retain their characteristics throughout the length of section examined. The base of each bed is irregular and there is sometimes channelling of the beds below with pebbles of metamorphic rock concentrated in the channels. Bed a (Fig. 2) overlies the coral biostrome and at some localities it contains abundant coral debris apparently derived from the bed below. Coral debris is also locally abundant in the succeeding limestones and occasionally some corals appear to be in position of growth.

Thin sections of these carbonate rocks show abundant evidence of recrystallisation and dolomitisation. Where original fabrics can still be observed most of the rocks fall into FOLK's (1959) sparite group, i. e. limestones in which the skeletal or other grains are cemented by clear sparry calcite, though some rocks with a lime mud matrix, micrites (FOLK 1959), have been noted. A large variety of skeletal fragments occur, including calcareous algae, echinoderms, molluscs, brachiopods, and a wide range of foraminifera.

The basal beds elsewhere in Brøggerhalvøya

Similar deposits occur at the base of the Nordenskiöldbreen Formation elsewhere in Brøggerhalvøya, though the coral biostrome has proved to be of only local occurrence. The conglomerate or breccia at the base of the formation on the coast near Scheteligfjellet, described and illustrated by ORVIN (1934), contains blocks and patches of sandstone in a matrix of laminated limestone in which the laminations are parallel to the edges of the blocks. This again suggests the action of calcareous algae, binding and encrusting the sandstone blocks. The deposit passes laterally into more normal black laminated limestone with less frequent clastic inclusions. At Kulmodden and on Brøggertinden coarse poorly sorted conglomerates are again closely associated with laminated limestone. These conglomerates are lithologically similar to those described previously.

Depositional environment

Although clastic sediment other than the basal conglomerate occurs in the Nordenskiöldbreen Formation, the dominant rock type is marine limestone or its dolomitised equivalent. Thus the early limestones of the formation, resting unconformably on non-marine strata, indicate a marine transgression into the Brøggerhalvøya area during the Middle Carboniferous. That these rocks were laid down in shallow agitated water is shown by the infrequent occurrence of lime mud, the abundant coral growth, and by the frequent signs of local erosion and reworking of the carbonate sediment. Sand grains and pebbles of earlier rocks in these limestones indicate that a landmass was not far distant.

The basal conglomerate is typified by rapid changes in grade and composition. It includes algal limestones, and algae also seem to have played an important part in the binding of the conglomerate. These features are probably best explained

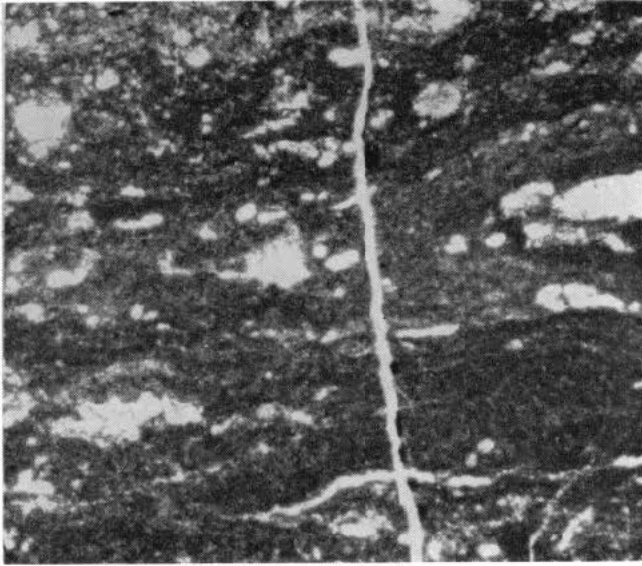
by deposition in an intertidal environment, perhaps a tidal estuary. Only in an environment in which there are such extreme changes in hydraulic conditions can the rapid changes in the conglomerate be explained. Sediment binding algae are frequently found in intertidal environments in areas of modern carbonate deposition. Some of the redder and less calcareous parts of the conglomerate could, however, be local terrestrial deposits. The presence of the binding algae may have provided a solid framework on which the colonial corals of the biostrome could grow as open sea conditions were established. Indeed the maximum thickness of the biostrome occurs where the basal conglomerate is also at its thickest (Fig. 2), which could indicate that the biostrome was localised by a former tidal shoal.

Acknowledgements

I would like to thank Mr. W. B. HARLAND, Director of the Cambridge Spitsbergen Expedition, who enabled me to visit Brøggerhalvøya (HARLAND and WALLIS, 1966). Useful discussion with Dr. J. L. CUTBILL on the Carboniferous rocks of the peninsula is acknowledged, as is the use of 1:25,000 geological maps prepared by Dr. A. CHALLINOR. Dr. M. MOODY-STUART translated the relevant parts of HOLTEDAHL's paper and Mr. P. HOLDER assisted in the field. Financial assistance was received from the Natural Environment Research Council and research facilities were made available in the Sedgwick Museum, Cambridge.

References

- BATHURST, R. G. C., 1958: Diagenetic fabrics in some British Dinantian limestones. *Lpool. Manchr. geol. J.*, **2**, 11-36. Liverpool.
- CUTBILL, J. L. and A. CHALLINOR, 1965: Revision of the Stratigraphical Scheme for the Carboniferous and Permian rocks of Spitsbergen and Bjørnøya. *Geol. Mag.*, **102**, 418-439. Hertford.
- FOLK, R. L., 1959: Practical petrographic classification of limestones. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **43**, 1-38. Tulsa.
- HARLAND, W. B. and R. H. WALLIS, 1966: Cambridge Spitsbergen Expedition 1965. *Polar Rec.*, **13**, 192-4. Cambridge.
- HOLTEDAHL, O., 1913: Zur Kenntnis der Karbonablagerungen des westlichen Spitzbergens. 2. Allgemeine stratigraphische und tektonische Beobachtungen. *Skr. Vidensk. Selsk., Christiania, Mat.-Nat. Kl.* (23), 1-91.
- ORVIN, A. K., 1934: Geology of the Kings Bay Region, Spitsbergen. *Skr. Svalb. og Ishavet*. Nr. 57. Oslo.
- WOLF, K. H. and J. R. CONOLLY, 1965: Petrogenesis and paleoenvironment of limestone lenses in Upper Devonian red beds of New South Wales. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **1**, 69-111. Amsterdam.



Black laminated limestone from the basal conglomerate of the Nordenskiöldbreen Formation. Notice that the lamination is due to variation in colour of the micrite and also to the elongation of the patches (colourless) of void-filling sparry calcite. Ordinary light, $\times 85$.



Calcareous conglomerate. Notice that the matrix is composed of
 a) *black laminated micrite "encrusting" the quartzose detrital grains, and*
 b) *large bulbous tubes or voids (colourless) now filled with sparry calcite. Crossed nicols, $\times 85$.*

Marine geology in the environs of Jan Mayen

BY

G. LEONARD JOHNSON¹

Abstract

Recent sounding data from the environs of Jan Mayen reveal that the island is situated along the junction of the Jan Mayen Fracture Zone and the Icelandic Plateau. The Jan Mayen Fracture Zone, which was originally thought to strike east-west, is now interpreted on the basis of more recent data to be a broad band of an echelon northwest-southeast striking escarpments and ridges which extend from the Greenland continental margin to the Vøring Plateau.

Introduction

JAN JACOBSZ. MAY in command of the Dutch vessels «De goude Cath» and «Den Orangienboom» made the first well documented sighting of Jan Mayen in July 1614. The exact discovery date is uncertain; however, it is quite likely that the existence of Jan Mayen was known in the fourteenth and fifteenth centuries to the early Norse explorers (WORDIE 1922, DUFFERIN 1859).

Recent interest in the geology of the island and its relationship to the Mid-Oceanic Ridge prompted a cooperative survey by the U. S. Coast Guard and the U. S. Naval Oceanographic Office. The USCGC «Spar» during the months of August-September 1966 conducted a reconnaissance magnetic and bathymetric survey of the region to the west and east of Jan Mayen.

Soundings were obtained with a Precision Echo Sounder Recorder (Alpine Model 465F) utilizing a GIFT ESRTR -48 Precision Sonar Transceiver and the echo distances, measured in units of 1/400 sec. travel time, are probably accurate to at least 1 part in 3000. No slope corrections have been made. Soundings are subject to the usual problems of side echoes and rolling of the sound cone associated with a widebeam echo sounder in moderate to rough waters. All soundings were plotted at a scale of 1:500,000 UTM, the contours were drawn at this scale and then converted to meters in accordance with MATTHEWS, 1939. Soundings were utilized from various other sources, notably «Atka» 1962, 1966; «Edisto» 1964, 1965; «Veslekari» 1937-38 (BOYD 1948); R. V. «Arctic Seal» 1966 and R. V. «Atlantic Seal» 1966 (participating in the Marine Geophysical Survey Program of the U. S. Naval Oceanographic Office); and Norwegian chart 512.

A nuclear resonance magnetometer (Varian 4931 DR) in conjunction with a

¹ U.S. Naval Oceanographic Office. Washington, D.C. 20390.

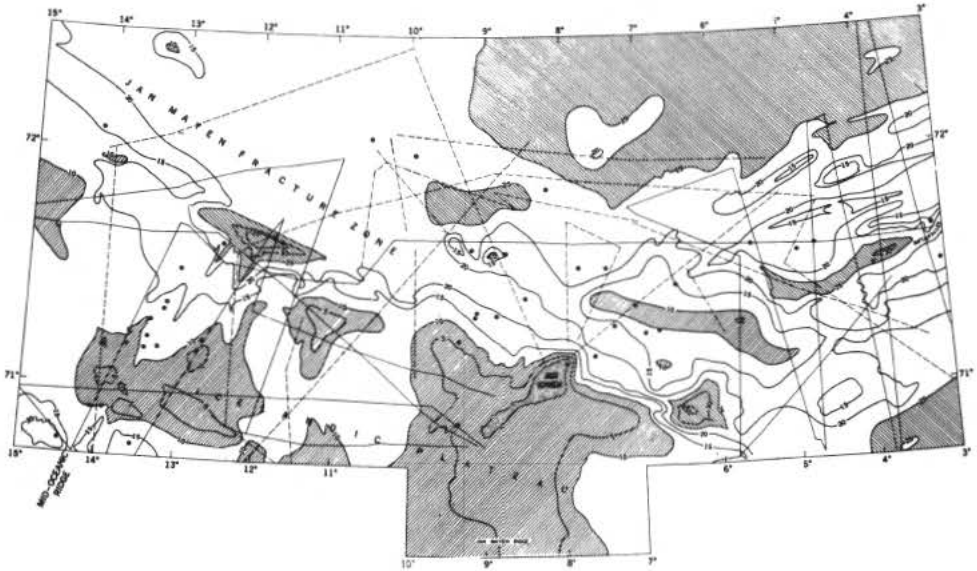


Fig. 1. Bathymetric sketch of the sea floor in the vicinity of Jan Mayen. Depths are in hundreds of meters. Black circles indicate earthquake epicenters (SYKES 1965). Cross-hatching to the left delineates regions shoaler than 1000 meters. Cross-hatching to the right indicates regions of the sea floor deeper than 2500 meters. "SPAR" control lines are shown by a solid line; other vessels by a dashed line.

digital recording system was employed to measure the absolute value of the earth's magnetic field with an accuracy of ± 2 gammas. Magnetic tapes were scaled at 50 gamma intervals and at all magnetic highs and lows.

Navigation by LORAN C was accurate to within 500 yards or better. Data agreement between crossing lines was excellent.

Geology

Jan Mayen lies about 550 km NNE from Iceland and 430 km from the east coast of Greenland. The island measures 54 km by 16 km with the long axis oriented in a northeast-southwest direction. Its location is at the junction of two major structural trends; the Jan Mayen Fracture Zone and the northeastern extremity of the Icelandic Plateau (Fig. 1), which may account for the recent volcanic activity. The island is wholly volcanic in origin with the spectacular mountain, Beerenberg, (2,277 m) occupying the northeastern section of Jan Mayen. WORDIE (1922) made the first extensive geologic survey of the island. Since then additional work has been done by CARSTENS (1961), FITCH (1964), and other investigators.

The rocks of Jan Mayen are predominantly alkali-basalt and picrite with subordinate amounts of trachybasalt, mugearite and trachyte (FITCH *et al.* 1965). The geological history of Jan Mayen began with the building of the Icelandic Plateau presumably by extensive basaltic eruptions. Jan Mayen itself was probably constructed during the Mid-Tertiary to Early Pleistocene times. The flat-topped seamounts and ridges near Jan Mayen most likely originated at this time and were

at one time emergent and wave cut, later to be drowned by isotatic movements and sea level changes (JOHNSON and HEEZEN 1967). The oldest rocks appear to have been erupted from a fissure swarm aligned close to N 50°E. This early phase of emergence was followed, in a southern Jan Mayen, by a period during which an extensive plateau of trachybasaltic and less basic lavas was erupted from a network of northeastward striking fissure swarms. Northern Jan Mayen and the proto-Beerenberg began to grow where the northeasterly fissures were intersected by a major cross-fault. This volcanism was probably restricted to the Pleistocene. The principal focus of activity thence moved northeastwards to Beerenberg and the high summit cone was completed at least 5 to 6 thousand years ago (FITCH *et al.* 1965).

Submarine topography

Jan Mayen is located on the northeastern extremity of the Icelandic Plateau (JOHNSON and HEEZEN 1967). Along the border of the Icelandic Plateau is usually found a flat-topped ridge or peak. Seismic reflection data across the Jan Mayen Ridge reveals a thin blanket of deposits overlying what are apparently truncated eastward dipping layers. This bevelled ridge appears to be continuous southward from Jan Mayen to approximately 68°30'N where it is replaced by occasional flat-topped peaks. The northern extent of the Icelandic Plateau is bounded by the Jan Mayen Fracture Zone. Again, except for the region of earthquake activity where apparently the Mid-Oceanic Ridge is splitting the Jan Mayen Ridge, the northern boundary of the plateau is characterized by similar flat-topped blocks which may be topographic highs related to the fracture zone (Fig. 2, profiles 1 and 2).

The Jan Mayen Fracture Zone, which was originally thought to strike east-west (SYKES 1965), is interpreted on the basis of more recent data as a broad band of en echelon NW-SE striking escarpments and ridges (Fig. 2). It apparently extends from the Greenland continental margin (OSTENSO 1967) to the northwesterly tip of the Vøring Plateau (Fig. 2). To the west of Jan Mayen the scarp and occasional deeps are well defined and are in line with the NW-SE elongation of the Jan Mayen Insular Shelf, and the faults, volcanic rift zones and dykes striking NW-SE on the northern part of Jan Mayen (ROBERTS and HAWKINS 1963, FITCH 1964). An aerial photograph (Fig. 3) shows a parallel fault scarp striking N 150°E, which has controlled the shape of the northeastern coast of Jan Mayen. Just to the northeast of Jan Mayen a trench, which is interpreted as part of the Jan Mayen Fracture Zone, is present and is flanked on the northeast by a blocky topographic high (Fig. 2, profile 3). The en echelon series of troughs and elongated highs strikes to the southeast bisecting the Norwegian Basin (Fig. 2, profiles 4 and 5). Based on LITVIN's (1964) contour chart it appears as if there is a vertical throw of over 400 m, assuming that the depositional sedimentary processes have been equal over time. The Jan Mayen Fracture Zone offsets the Mid-Oceanic Ridge from west of the island of Jan Mayen to approximately 5½° west longitude,

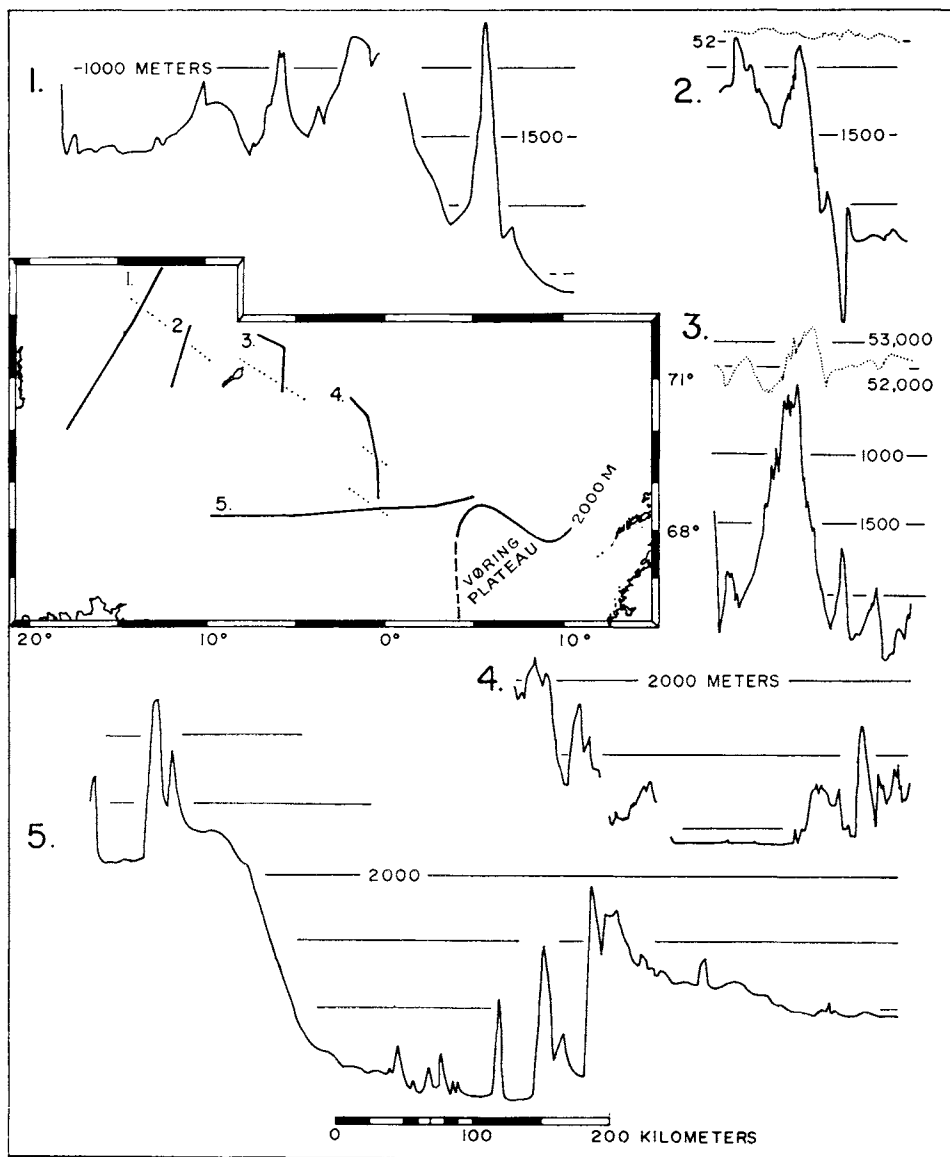


Fig. 2. Five profiles across the Jan Mayen Fracture Zone. Dotted lines are total magnetic intensity values. Vertical exaggeration 100:1.

a distance of over 200 km in a right lateral sense (Fig. 1). The fracture zone is parallel to the Greenland and Spitsbergen Fracture Zones (JOHNSON and ECKHOFF 1966) to the north and the Iceland-Faeroe Ridge to the south.

To the north and east of Jan Mayen a thick sedimentary sequence of up to 1.5 seconds (1500 meters) is present (Fig. 4). The thickness of sediment is more likely a result of the proximity of Greenland and nearby blocky highs, rather than a reflection of antiquity of the sea floor.

That portion of the world-encircling Mid-Oceanic Ridge which lies between

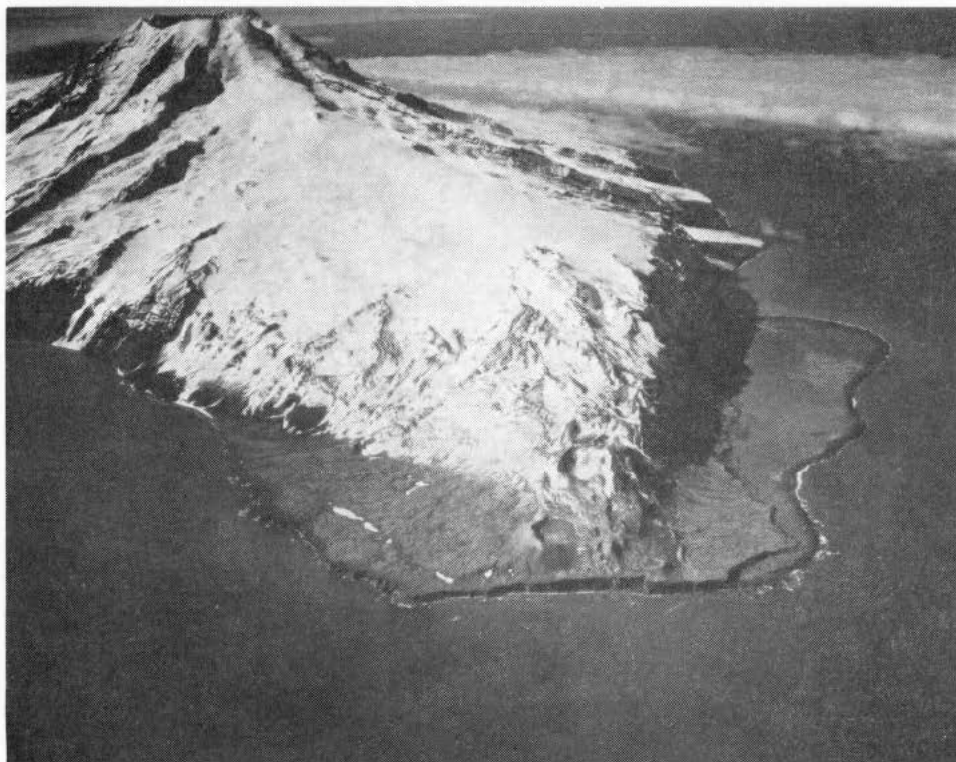


Fig. 3. Fault scarp striking N 150°E at the northern extremity of Jan Mayen. Beerenberg is seen in the distance. Photograph courtesy of Norsk Polarinstittutt.

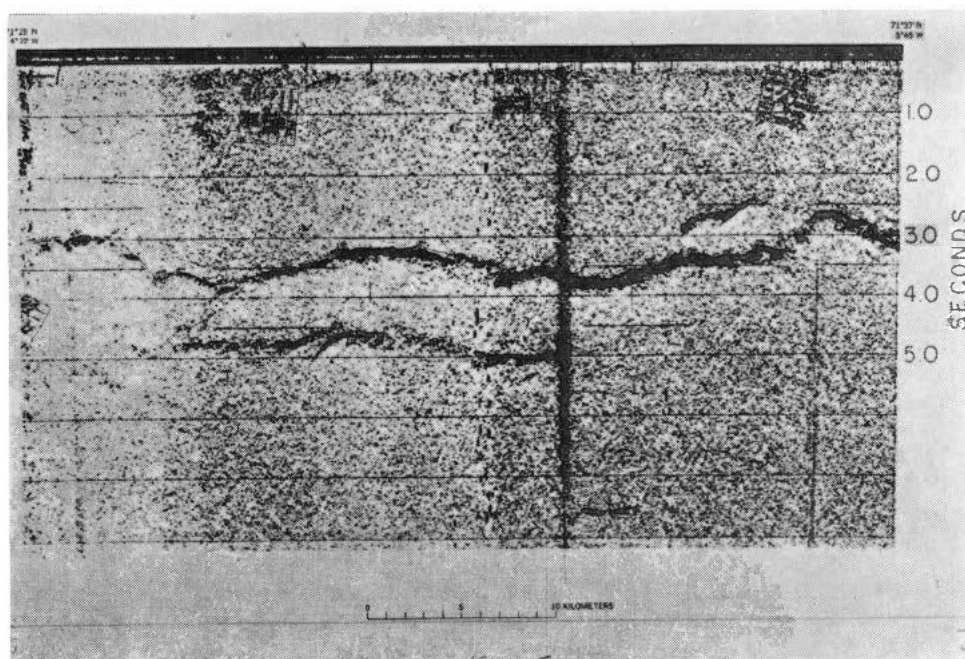


Fig. 4. Portion of seismic profiler record north of Jan Mayen. For computation of depths, see JOHNSON *et al*, this volume.

Iceland and Jan Mayen has the appearance of a jagged welt raised along the western portion of the Iceland Plateau. The intersection of the Mid-Oceanic Ridge and the Jan Mayen has created an area of intense tectonic activity. The complex deep region at 70°50'N, 14°–15°W (Fig. 1) is probably the result of the interaction of these two trends. The Jan Mayen Ridge is apparently being cleft along the axis of earthquake activity by the Mid-Oceanic Ridge (Fig. 1).

That portion of the Mid-Oceanic Ridge which is sandwiched between the continental block of Svalbard on the east and Jan Mayen Fracture Zone on the west is commonly called Mohns Ridge. At 5½°W, the Mid-Oceanic Ridge apparently is terminated where it abuts a large NW–SE elongated block which is less than 1000 m in depth (Fig. 1).

DEMENITSKAYA and DIBNER (1966) report that Russian investigators have dredged phyllitic and quartz-mica slates and granitic gneisses from Louise Boyd Bank on the crest of the Mid-Oceanic Ridge and at other locations to the south-west. If these fragments are not ice rafted, the discovery is most significant as a window to reveal the former history of this region.

It has been postulated that the supposed Mesozoic separation of Greenland and Norway (BULLARD 1965, and FITCH 1965) was caused by the emergence of the Mid-Oceanic Ridge in a narrow region between the two blocks as in the manner of the present Red Sea. The Jan Mayen Ridge appears to be a fragment of the Greenland block which was split off when the axis of the Mid-Oceanic Ridge shifted to the west and emplaced itself between the present Jan Mayen Ridge and the continental block of Greenland (JOHNSON and HEEZEN 1967).

Acknowledgements

The author was aided in the field work by the officers and crew of the USCGC "Spar", JOHN WAGEMAN, TERRY MALEY and the late ANDREW CREMER. JERRY WATSON, Texas Instruments provided preliminary Marine Geophysical Program data. I wish to thank Mr. WILLIAM GSELL for encouragement in the preparation of this study. Discussion with Dr. B. C. HEEZEN were most helpful. Acknowledgment is also due Dr. F. J. FITCH who reviewed the manuscript.

References

- BOYD, L. A., 1948: The Coast of Northeast Greenland. *Am. Geogr. Soc. Sp. Pub.*, 339 pp.
- BULLARD, E., EVERETT, J. E., and SMITH, A. G., 1965: The Fit of the Continents around the Atlantic: A Symposium on Continental Drift. *Phil. Trans. The Royal Society*. London, **258**, 41–51 pp.
- CARSTENS, H., 1961: Cristobalite-trachytes of Jan Mayen. *Norsk Polarinstittutt Skrifter*. Nr. 121. Oslo.
- DEMENITSKAYA, R. M. and DIBNER, V. D., 1966: Morphological Structure and the Earth's Crust of the North Atlantic Region. Continental Margins and Island Arcs. W. H. Poole ed., *Geol. Survey of Canada*. **66-15**, 62–79.
- DUFFERIN, L., 1859: *A Yatch Voyage of Six Thousand Miles*. Ticknor and Fields, Boston. 402 pp.

- FITCH, F. J., 1964: The Development of the Beerenberg Volcano, Jan Mayen. *Proc. of the Geologists Ass.* **75**, 133-165.
- 1965: The Structural Unity of the Reconstructed North Atlantic Continent: A Symposium on Continental drift. *Phil. Trans. The Royal Society*. London, **258**, 191-193 pp.
- GRASTY, R. L., and MILLER, J. A., 1965: Potassium-Argon Ages of Rocks from Jan Mayen and an Outline of Its Volcanic History. *Nature*, **207**, 1349-1351.
- JOHNSON, G. L. and ECKHOFF, O. B., 1966: Bathymetry of the North Greenland Sea. *Deep-Sea Res.* **13**, 1161-1173 pp.
- BALLARD, J. A., and WATSON, J., 1967: Seismic Studies of the Norwegian Continental Margin. This volume.
- JOHNSON, G. L. and HEEZEN, B. C., 1967: Morphology and Evolution of the Norwegian and Greenland Sea. *Deep-Sea Res.* In press.
- LITVIN, V. M., 1964: Bottom Relief of the Norwegian Seas. (In Russian.) Trudy polyar. nauchno-issled. Inst. morsk. ryb. Khoz. Okeanogr. (P.I.N.R.O.). **16**, 89-109.
- MATTHEWS, D. J., 1939: Tables of the velocity of sound in pure water and sea water for use in echo-sounding and sound-ranging. *Hydro. Depart. Admiralty*. London, H. D. 282, 52 pp.
- OSTENSO, N. A., 1967: Geophysical Studies in the Greenland Sea. *Geol. Soc. of America*. In press.
- ROBERTS, B. and HAWKINS, T. R. W., 1963: The Geology of the area around Nordkapp, Jan Mayen. *Norsk Polarinstitutt Årbok 1963*. 25-47.
- SYKES, L. R., 1965: The Seismicity of the Arctic. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **55**, 501-518.
- WORDIE, J. M., 1922: Jan Mayen Island. *Geogr. J.*, **59**, 180-185.

Seismic studies of the Norwegian continental margin

BY

G. LEONARD JOHNSON,¹ JAMES A. BALLARD,¹ JERRY A. WATSON²

Abstract

Seismic reflection data on the continental margin of Norway reveal that the continental slope and rise are blanketed by prograded sedimentary layers. A buried structural high, possibly related to ancient volcanism, is present on the Vøring Marginal Plateau.

Introduction

During the summer of 1966 the Marine Geophysical Survey Program of the U. S. Naval Oceanographic Office through its contractor, Texas Instruments of Dallas, Texas, conducted a reconnaissance survey of the continental slope and rise of Norway. The seismic reflection profiles were obtained with a 12,000 joule "sparker" sound source used in conjunction with a 9 second sweep graphic recorder. A 21 element hydrophone streamer, 61 meters long is used for pick-up of the reflected signals. The sparker produces acoustic energy by discharging a capacitor bank through an electrode trailing in the water, vaporizing the surrounding water and creating an acoustic pulse similar to that of a small explosion.

Seismic profiles are presented in Fig. 1-4. The vertical scale on each figure gives two way travel time in seconds and can be used to approximate both water depth and sub-bottom reflector depth. Fig. 5 is an adaptation of the empirical velocity formulas developed by HOUTZ and EWING (1963). The Houtz and Ewing formulas presupposes one-way travel times; thus to convert recorded reflection time to depth in kilometers, along the abscissa determine $\Delta t/2$ between the water-sediment interface and the selected reflector, choose the appropriate V_0 and read depth directly from the graph's ordinate.

Continental margins

The Norwegian continental margin presents, in many respects, a unique variation of the usual shelf, slope and rise divisions common along most land-ocean

¹ Marine Geophysical Survey, U.S. Naval Oceanographic Office. Washington, D.C. 20390.

² Texas Instruments, Inc. Dallas, Texas.

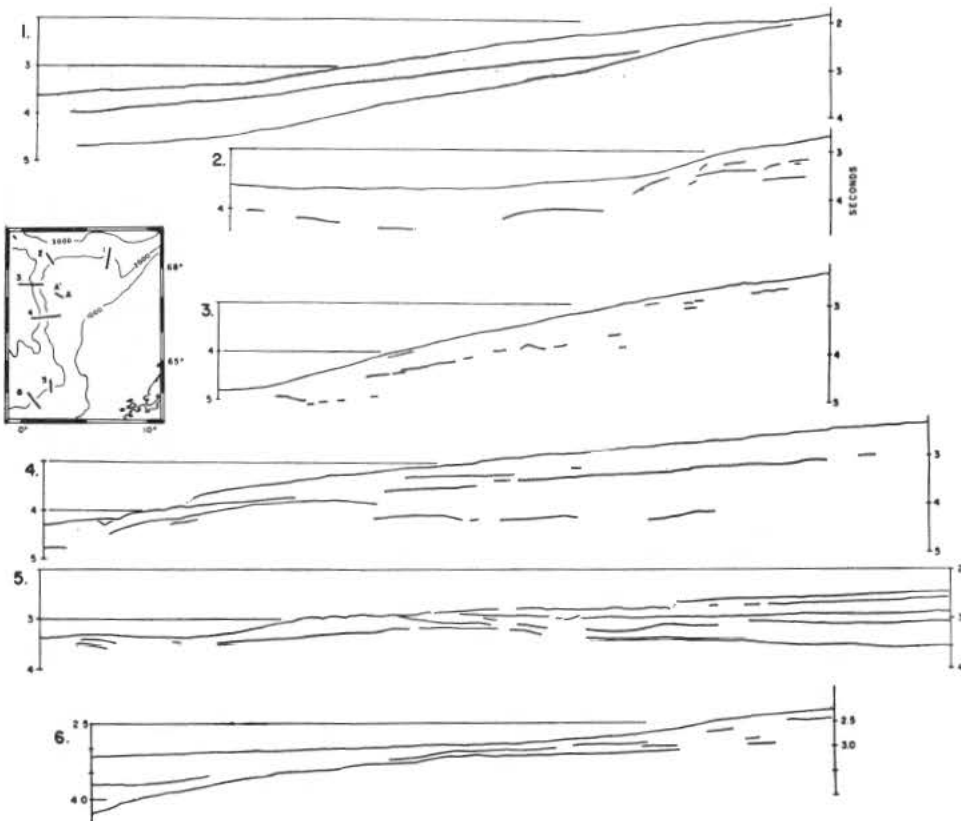


Fig. 1. Tracings of seismic profiles along the Norwegian continental margin. Contours on index chart are from LITVIN (1966). Travel time depths on profiles are two way travel times.
For computations see Fig. 5.

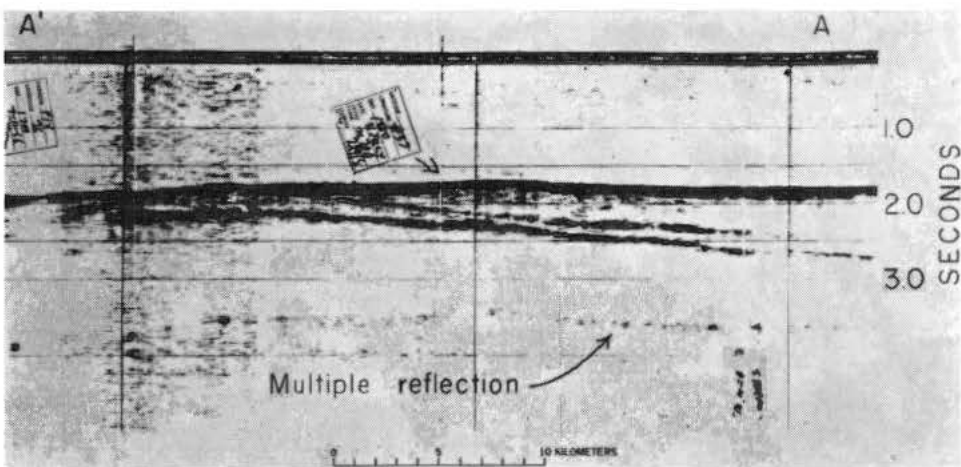


Fig. 2. Photograph of seismic profiler record on the surface of the Vøring Plateau. Profile indexed on Fig. 1. Travel time depths on profiles are two way travel times.
For computations see Fig. 5.

boundaries. Several long, deep depressions divide the shelf into inner and outer portions. In addition, transverse depressions help to break the shelf in a north-south direction, such that profiles across the shelf and slope show distinct blocks rising step-fashion to the shore line (HOLTEDAHL 1955). The shelf break off Norway ranges between 280 m and 410 m, but marginal depressions deeper than the outer shelf are common. HOLTEDAHL (1955) believes that the Norwegian shelf is of diastrophic origin and may be regarded as a relic surface formed primarily during the Tertiary period.

The most prominent feature along the continental margin of Norway is the Vøring Marginal Plateau. This plateau was first described by NANSEN (1904), who suggested that it be named after the research vessel «Vöringen», which first discovered the plateau during the Norwegian North Atlantic Expedition in 1876–78. STOCKS (1950) renamed the plateau the Helgeland Swell, whereas LITVIN (1966) refers to the feature as the Norway Plateau. It is suggested that NANSEN's original name be retained.

The generally smooth surface of the Vøring Marginal Plateau has an areal extent of over 21,000 square kilometers and lies within the 1200–1400 meter range (Fig. 6). A 10-meter sediment core from 67°05'N, 6°05'E on the plateau consists of a homogeneous grayish brown lutite with no evidence of layering.

Fig. 1, profile 1 on the northern flank of the Vøring Plateau shows progradation of the slope and a general thinning of beds toward the edge of the plateau. Profiles

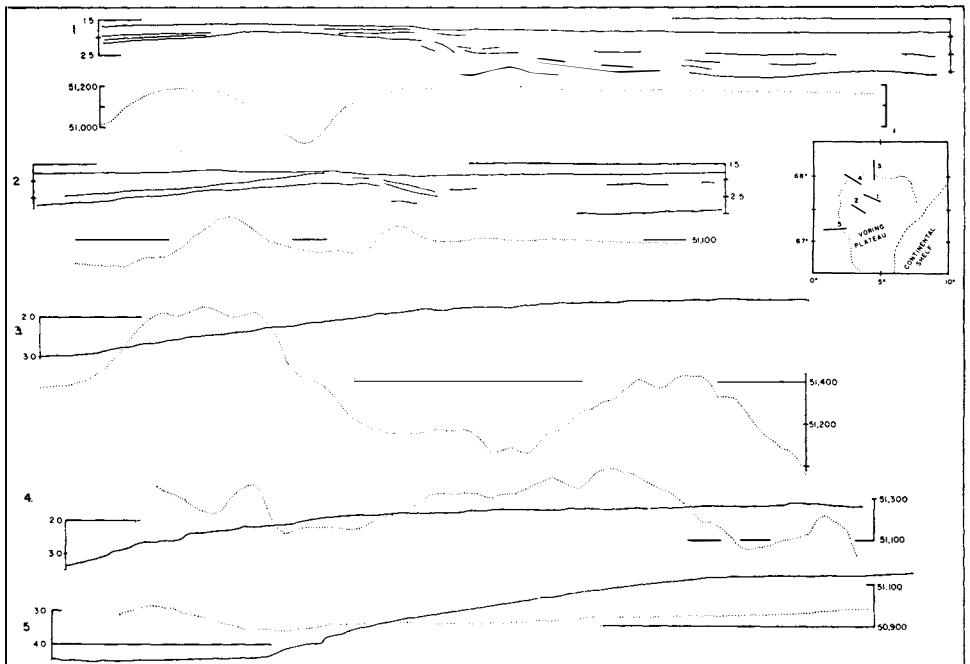


Fig. 3. Five tracings of echograms and sparker records along the continental margin of Norway. Travel time depths on profiles are two way travel times. For computations see Fig. 5.

2-4 on the western portion of the plateau contain distorted irregular reflectors indicative of local slumping. The uppermost reflecting layer of profile 4 is reminiscent of downslope creep. The sedimentary sequence beneath the plateau in profile 4 measures 1.875 km in thickness (assuming an average V_0 of 1.7 km/sec). It is doubtful if the deepest layer represents basement.

Fig. 2 and Fig. 3, profiles 1 and 2 illustrate a gentle northeast-southwest oriented sub-bottom rise which occurs on the central portion of the Vøring Plateau. The buried structure is approximately 18 km wide with the deepest reflecting horizon rising to within approximately 275 m of the uppermost layer of the stratigraphic sequence. The sedimentary sequence thickens away from the crest. Evidence of distorted bedding is present shoreward of the high and may reflect faulting and slumping during emplacement of the structure. Sediment progradation occurs across the structure. Upwarping of several prominent sub-bottom reflectors across the structural high is also seen in Fig. 3, profile 2. Subsequent sedimentation has reduced the topographic expression of the structure.

Corresponding magnetic anomalies are associated with the structural high (Fig. 3, profiles 1 and 2). The paucity of data precludes definite conclusions concerning this structural feature. Plotting of the distance to the deepest reflecting horizon, which of course may not be basement, does indicate a northeast-southwest trend, a width of 15-18 km, and a length of at least 60 km. The feature apparently plunges toward the southwest. Seismic studies and long sediment cores to the northeast might be a rewarding project. The orientation of the structural high suggests a genetic relationship with the Norwegian continental margin. The distortion of reflecting horizons and ponding of sediments shoreward of the feature implies a more recent age for this feature than the plateau itself.

To the north of the Vøring Plateau a broad lower continental rise is present (Fig. 4, profiles 1-3). Small irregularities are apparent and may be similar in form and origin lower continental rise hills described by BALLARD (1966) off the east coast of the United States. Sediment is apparently building up on the gently inclined surfaces of the rise with perhaps erosion by bottom currents preventing sedimentation on the one portion (Fig. 4, profile 2). The disturbed nature of the sediment would indicate both slumping and sliding have occurred along the slopes.

CURRAY *et al.* (1966) investigated by seismic profiling techniques the continental margin from the Faeroe Islands to Iberia. These investigators found that the Tertiary sedimentary layers paralleled the surface of the continental slope rather than cropping out on the slope. Structural benches, as predicted by HEEZEN *et al.* (1959), were only apparent where the slope had been cut by canyons. UCHUPI and EMERY (1967) have obtained similar data indicating that the continental margin off the east coast of the United States was also formed by upbuilding on the shelf and progradation on the slope. As is evident from Figs. 1 and 4 the continental margin of Norway also appears to consist primarily of prograded beds.

HEEZEN *et al.* (1966) proposed that contour-following bottom currents, which have apparently constructed the Blake-Bahama Outer Ridge, may be responsible for the shaping of continental rises. The configuration of wedge-shaped layers in Fig. 1, profile 1 and the apparent erosion in Fig. 4, profile 2 could be cited as

evidence in favor of this hypothesis. Further investigation of the dynamic characteristics of the Norwegian bottom water mass will be required, however, to prove this theory for the Norwegian Basin. One camera station near profile 1 (Fig. 1) did not reveal a current scoured bottom.

The origin of the Vøring Plateau is uncertain; however, several possibilities are tenable. Numerous investigators (BULLARD *et al.* 1965, and FITCH 1965) have fit Greenland and Norway together prior to the supposed Mesozoic rifting apart of

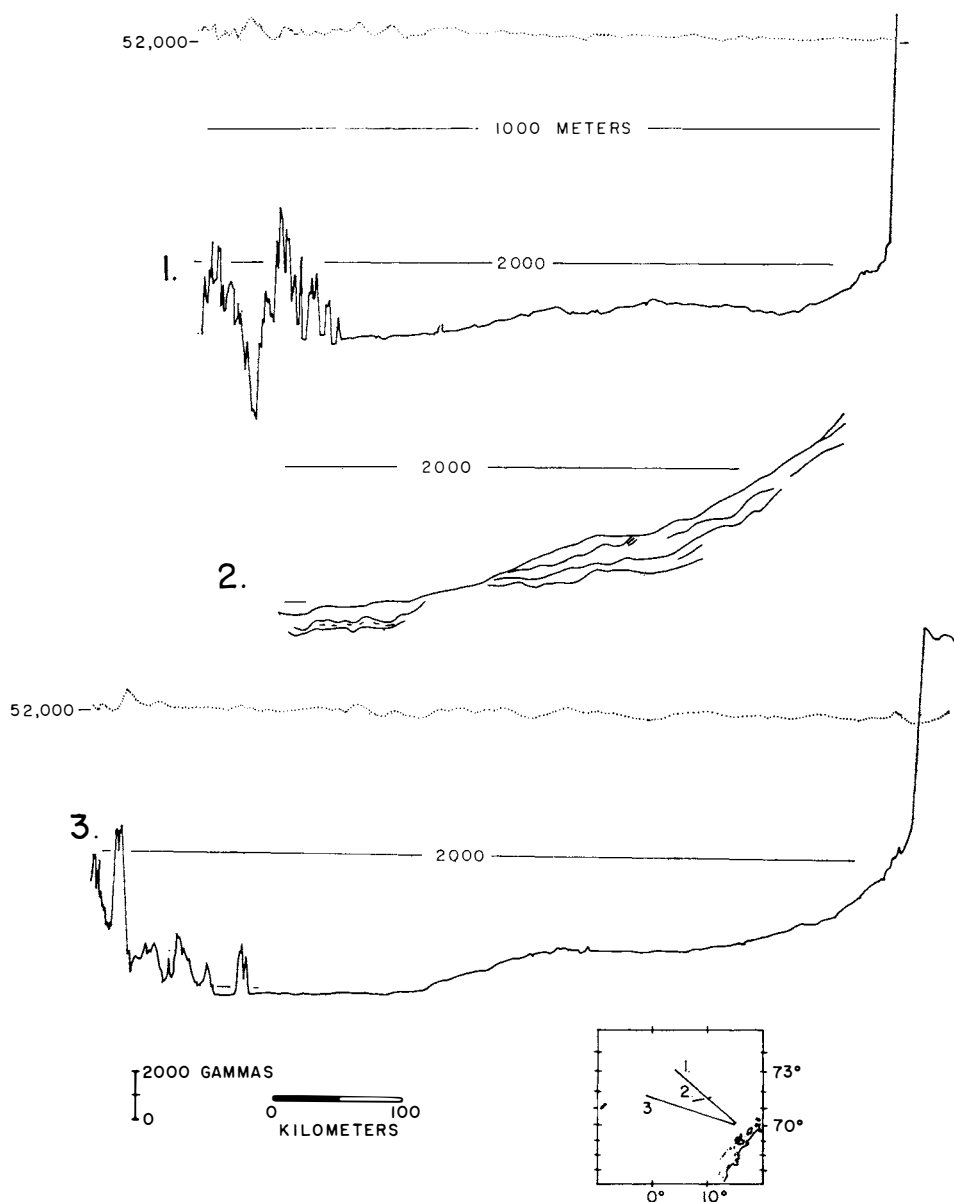


Fig. 4. Profiles across the lower continental rise. Vertical exaggeration is 100:1. The Mid-Oceanic Ridge is seen at the northern extremities of profiles 1 and 3 (JOHNSON and HEEZEN 1967). Dotted lines are total magnetic intensity values. All depths have been converted in accordance with MATTHEWS (1939).

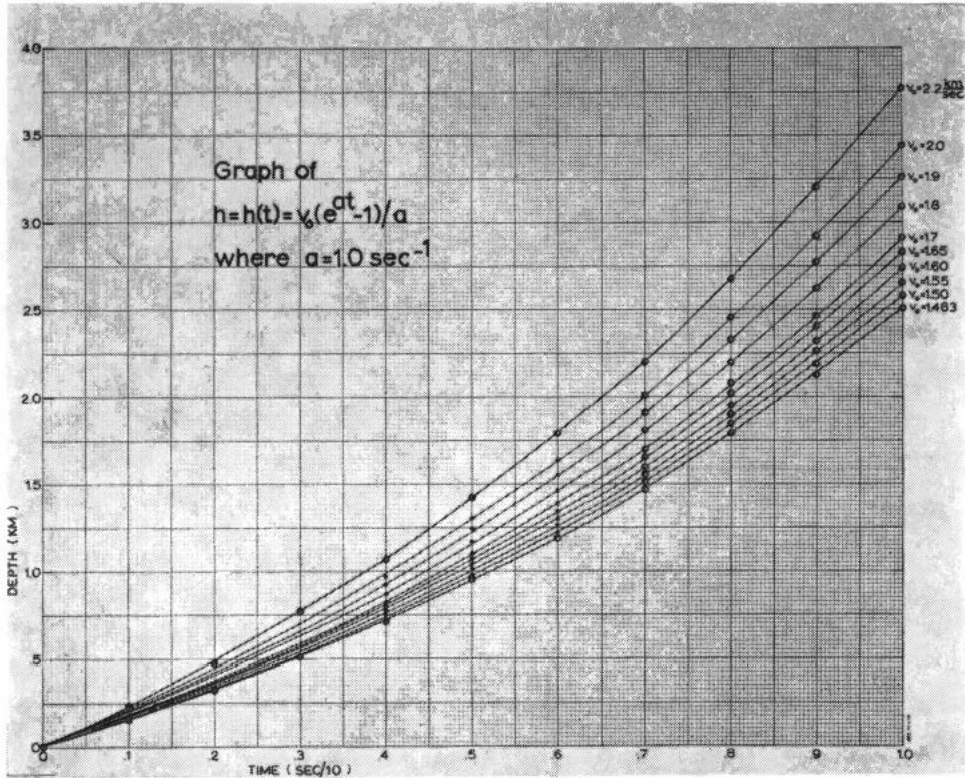


Fig. 5. Curves for correcting apparent depths to true depths. (Adapted from HOUTZ and EWING 1963.)

h = reflector depth below water-sediment interface

t = one way travel time

V_0 = assumed sediment velocity at water-sediment interface (km/sec.). Values of V_0 ($V_0=1.5$, 1.7, 1.9, etc.) represent velocities assumed by various investigators; $V_0=1.463$ km/sec. represents the velocity assumed by the recording equipment.

a = assumed velocity gradient in sediments.

To use: (1) select V_0 , (2) determine one way travel time, and (3) read h (depth) on appropriate V_0 curve at intersection of ordinate and abscissa.

the continents. The highly satisfactory fit of the Greenland and Norway shelves would seem to preclude the possibility that the Vøring Plateau could be considered a subsided continental block. The Vøring Plateau may, however, represent an unsubsided portion of the initial sea floor of the primitive Norwegian Sea. Since the Vøring Plateau lies at the south-eastern extremity of the Jan Mayen Fracture Zone, the existence of volcanism is probable. However, the NE-SW trend of the magnetic anomalies, both along the outer edges of the plateau (Fig. 3, profiles 3-5) and the orientation of the structural high, would seem to indicate that perhaps an ancient NE-SW trending zone of volcanic activity created a dam which filled and eventually overflowed to form the plateau. The generally very smooth magnetic pattern over the crest of the plateau, as contrasted with the sea floor to the west, tends to confirm at least that a thick sequence of overlying sediments has blanketed the magnetic anomaly.

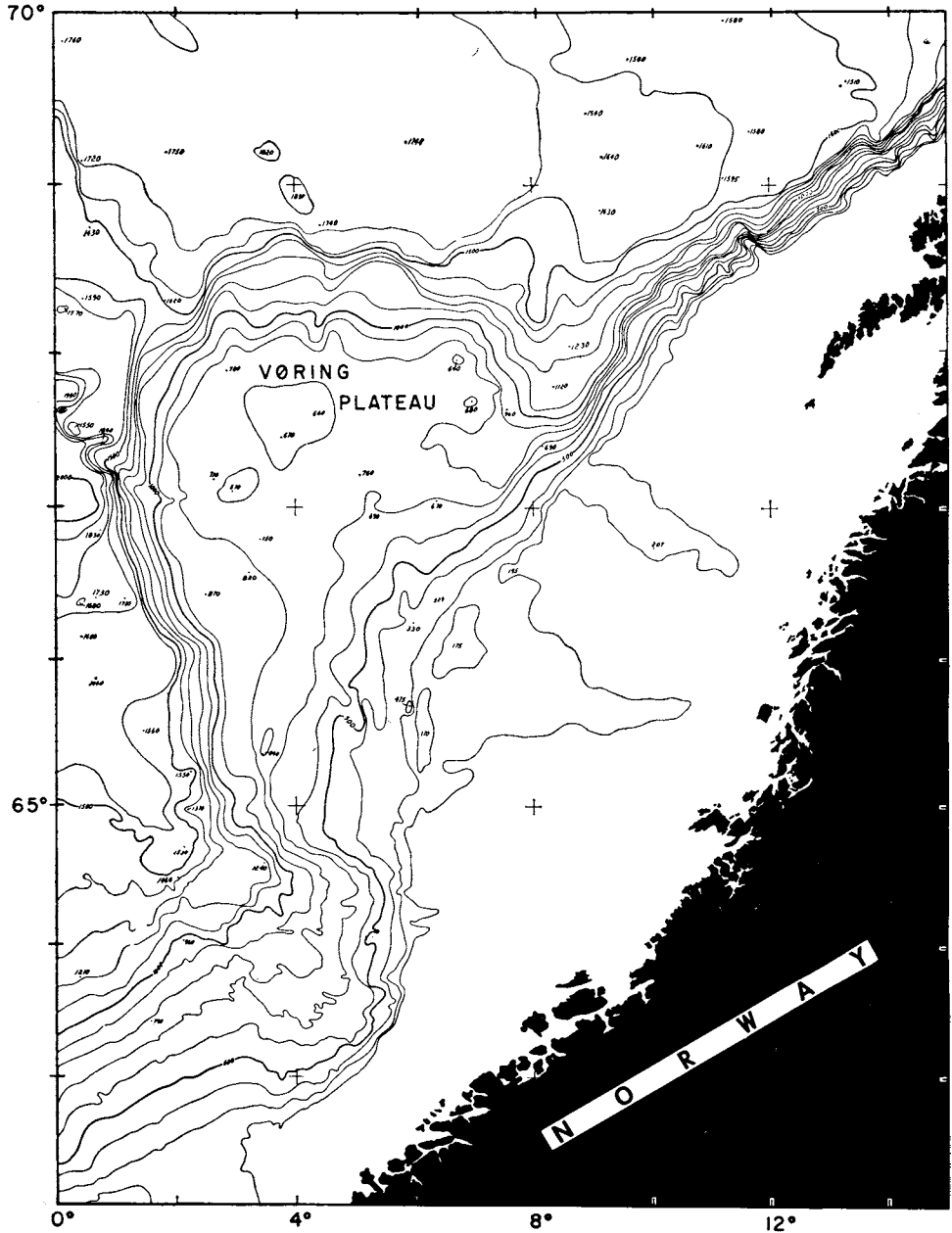


Fig. 6. Contour chart of central portion of the Norwegian Continental Margin. Depths are in standard echo-sounding units of $1/400$ sec. travel time. Contours based primarily on U. S. Naval Oceanographic Office data.

References

- BALLARD, J. A., 1966: Structure of the Lower Continental Rise Hills of the Western North Atlantic. *Geophysics*, **31**, 506-523.
- BULLARD, E., EVERETT, J. E., and SMITH, A. G., 1965: The Fit of the Continents Around the Atlantic. A Symposium in Continental Drift. *Phil. Trans. The Royal Society*. London, **258**, 41-51.
- CURRAY, J. R., MOORE, D. G., BELDERSON, R. H., and STRIDE, A. H., 1966: Continental Margin of Western Europe. *Science*, **154**, 265-266.
- FITCH, R. J., (1965): The Structural Unity of the Reconstructed North Atlantic Continent. A Symposium on Continental Drift. *Phil. Trans. Royal Society*. London, **258**, 191-193.
- HEEZEN, B. C., THARP, M., and EWING, M., 1959: The Floors of the Oceans. *Geological Society of America Special Paper*. **65**, 122 pp.
- HEEZEN, B. C., HOLLISTER, C. D., and RUDDIMAN, W. F., 1966: Shaping of the Continental Rise by Deep Geostrophic Contour Currents. *Science*, **152**, 502-508.
- HOLTEDAHL, H., 1955: On the Norwegian Continental Terrace, primarily outside Møre-Romsdal: Its Geomorphology and Sediments. *Univ. i Bergen Arb. Naturvit. rekke*, **14**, 209 pp.
- HOUTZ, R. E. and EWING, J. I., 1963: Detailed Sedimentary Velocities from Seismic Refraction Profiles in the Western North Atlantic. *Jour. Geophysical Res.*, **68**, 5233-5258.
- JOHNSON, G. L. and HEEZEN, B. C., 1967: Morphology and Evolution of the Norwegian-Greenland Sea. *Deep-Sea Res.*, in press.
- LITVIN, V. M., 1966: Origin of the bottom configuration of the Norwegian Sea. *Oceanology*, A.G.U., **5**, 90-96.
- MATTHEWS, D. J., 1939: Tables of the Velocity of Sound in Pure Water and Sea Water for Use in Echo-sounding and Sound-ranging. *Hydro. Depart. Admiralty*. London, H. D., **282**, 52 pp.
- NANSEN, F., 1904: The Bathymetrical Features of the North Polar Seas. *Norwegian North Polar Expedition, 1893-96*. **4**, 1-232.
- STOCKS, T., 1950: Die Tiefenverhältnisse des Europäischen Nordmeeres. *Dtsch. Hydro. Z.* **3**, 93-1000.
- UCHUPI, E. and EMERY, K. O., 1967: Structure of Continental Margin off Atlantic Coast of the United States. *Amer. Ass. of Pet. Geolog. Bull.* **51**, 223-234.

Karplanter fra Vestspitsbergen 1966

AV

HELGE IRGENS HØEG¹

Abstract

A survey of vascular plants in Vestspitsbergen on five localities on the west coast is given. The localities can be seen on the map, Fig. 1. In all 79 species were registered.

Sommeren 1966 var jeg på Svalbard som assistent for geolog BOYE FLOOD i Norsk Polarinstitutt. Vi var stasjonert på Isfjord Radio (Lok. 1) fra 12/7–26/7, i Van Muydenbukta i Bellsund (Lok. 2) fra 28/7–7/8, i Hornsund (Lok. 4 og 5) fra 7/8–20/8 og fra 23/8–30/8, og ved Kapp Borthen (Lok. 3) fra 20/8–23/8, se nøkkelkart Fig. 1.

Ved siden av det geologiske arbeidet fikk jeg anledning til å studere floraen i området.

Området ved Isfjord Radio strekker seg fra Festningen i nordøst til Kapp Linné i vest og Griegbekken i sør.

Bellsundområdet strekker seg fra nordsiden av Ytterdalssåta i nord til Van Muydenbukta i sør og fra Slettnesbukta og Vassauga i vest til Camp Millar i øst.

Området ved Kapp Borthen strekker seg fra Sørbukta og Slamøyra i syd til Turrsjødalen i nord.

Hornsundområdet strekker seg fra Gangpasset og Revdalen i nord til Isbjørnhamna i syd og fra vestenden av Gangpasset i vest til Dahlbreen i øst (Lok. 4), dessuten Andvika med Lisbetdalen på sydsiden av Hornsund (Lok. 5).

Jeg fant i alt ca. 80 karplanter i løpet av sommeren, som alle er plasert i tabell nedenunder.

Førstekonservator JOHANNES LID ved Botanisk Museum har gått igjennom plantesamlingen og gjort noen rettelser og ellers godkjent mine bestemmelser.

Nomenklaturen følger OLAF RØNNING's Svalbards flora 1964.

¹ Grøtting gård, Kaupangruten, Larvik.

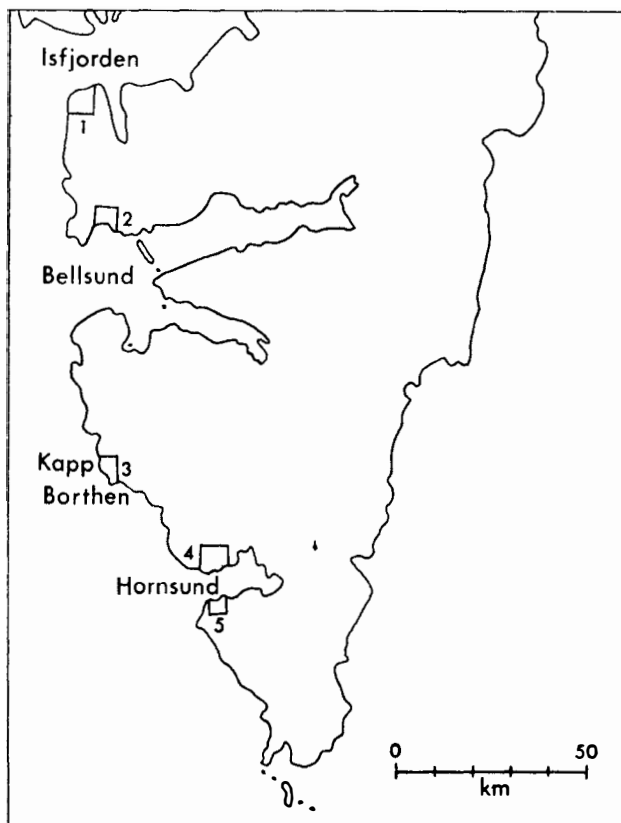


Fig. 1. Sydvestkysten av Vestspitsbergen. Lokalitetene 1-5 er inntegnet.
The southwest coast of Vestspitsbergen. The localities 1-5 are indicated.

<i>Artsnavn</i>	<i>Sted</i>
<i>Cystopteris fragilis</i> ssp. <i>dickieana</i>	Lok. 4 Nord for Revvatnet
<i>Equisetum arvense</i>	» 1 Linnévatnet, Griegbekken
<i>Equisetum arvense</i> var. <i>riparium</i>	» 1 Kapp Linné. Lok. 2 Camp Bell
<i>Equisetum variegatum</i>	» 1 Hele området. Lok. 2 Ytterdalen
<i>Lycopodium selago</i>	Lok. 1 Kapp Linné, Griegaksla. Lok. 3 Sørbukta. Lok. 4 Ved Revvatnet
<i>Salix herbacea</i>	» 3 Nord for Nebbvatnet
<i>Salix herbacea</i> x <i>S. polaris</i>	» 4 Ved Revvatnet
<i>Salix polaris</i>	» 1 Hele området. Lok. 2 Camp Bell, Ytterdalen. Lok. 4 Hele området. Lok. 5 Andvika
<i>Salix reticulata</i>	» 1 Griegdalen. Lok. 2 Ytterdalen
<i>Oxyria digyna</i>	» 1 Kapp Linné, Griegbekken. Lok. 2 Van Muydenbukta. Lok. 4 Revvatnet

<i>Artsnavn</i>	<i>Sted</i>
<i>Polygonum viviparum</i>	Lok. 1 Kapp Linné, Griegbekken. Lok. 2 Ytterdalen. Lok. 4 Revvatnet
<i>Sagina intermedia</i>	» 1 Hele området. Lok. 2 Camp Bell
<i>Minuartia rubella</i>	» 1 Ved Fyr sjøen, ved Linnévatnet. Lok. 2 Rundt Ytterdalssåta
<i>Minuartia biflora</i>	» 1 Fyr sjøen. Lok. 2 Ytterdalen
<i>Arenaria pseudofrigida</i>	» 2 Ved Ytterdalselva
<i>Stellaria crassipes</i>	» 1 Ved Linnévatnet. Lok. 2 Ved Ytterdalssåta, Camp Bell
<i>Stellaria humifusa</i>	» 1 Kapp Linné, Festningen
<i>Cerastium regelii</i>	» 1 Hele området
<i>Cerastium regelii</i> × <i>C. arcticum</i>	» 4 Sydvest av Thorbjørnsenfjellet
<i>Cerastium arcticum</i>	» 1 Hele området. Lok. 2 Ytterdalselva, Camp Bell. Lok. 3 Sørbukta. Lok. 4 Revdalen. Lok. 5 Andvika
<i>Melandrium apetalum</i> ssp. <i>arcticum</i>	Lok. 1 Ved Fyr sjøen. Lok. 2 Van Muydenbukta
<i>Silene acaulis</i>	» 1 Griegdalen. Lok. 2 Van Muydenbukta
<i>Ranunculus glacialis</i>	» 4 Vest for Thorbjørnsenfjellet
<i>Ranunculus spitsbergensis</i>	» 3 Øst for Marflyvatna
<i>Ranunculus hyperboreus</i>	» 1 Turrsjøbekken, Kapp Linné
<i>Ranunculus nivalis</i>	» 1 Griegbekken. Lok. 2 Camp Bell
<i>Ranunculus sulphureus</i>	» 1 Hele området. Lok. 4 Vest for Thorbjørnsenfjellet
<i>Ranunculus pygmaeus</i>	» 1 Hele området. Lok. 2 Vest for Ytterdalssåta. Lok. 3 Ved Marflyvatna. Lok. 4 Nordenden av Revvatnet
<i>Papaver dahlianum</i>	» 1 Kapp Linné, Griegdalen, Turrsjøen. Lok. 2 Van Muydenbukta. Lok. 4 Isbjørnhamna
<i>Cardamine nymani</i>	» 1 Linnébekken, Turrsjøbekken. Lok. 2 Van Muydenbukta
<i>Cardamine bellidifolia</i>	» 1 Spredt i hele området
<i>Cochlearia officinalis</i>	» 1 Randvikodden–Griegbekken. Lok. 2 Camp Bell. Lok. 4 Ved Revvatnet. Lok. 5 Andvika
<i>Braya purpurascens</i>	» 2 Ytterdalselva, Camp Bell
<i>Eutrema edwardsii</i>	» 2 Camp Bell
<i>Draba alpina</i>	» 1 Hele området. Lok. 2 Camp Bell, Ytterdalselva. Lok. 3 Ved Slam-bekken
<i>Draba oblongata</i>	» 1 Mellom Russekeila og Festningen
<i>Draba bellii</i>	» 2 Ytterdalselva

<i>Artsnavn</i>	<i>Sted</i>
<i>Draba lactea</i>	Lok. 1 Kapp Linné, Griegdalen
<i>Draba fladnizensis</i>	» 1 Fyrsjøen
<i>Draba norvegica</i>	» 4 Isbjørnhamna
<i>Draba subcapitata</i>	» 2 Ytterdalselva
<i>Draba cinerea</i>	» 4 Nord for Revvatnet
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	» 1 Kapp Linné, Griegbekken. Lok. 4 Ved Revelvoset. Lok. 5 Andvika
<i>Saxifraga hieracifolia</i>	» 1 Griegaksla, Fyrsjøen. Lok. 2 Ytter- dalselva. Lok. 4 Revdalen
<i>Saxifraga nivalis</i>	» 1 Kapp Linné, Griegdalen, Festningen
<i>Saxifraga tenuis</i>	» 1 Vest for Griegfjellet
<i>Saxifraga foliolosa</i>	» 1 Linnébekken, Turrsjøbekken, Griegaksla. Lok. 2 Van Muyden- bukta-Ytterdalssåta
<i>Saxifraga aizoides</i>	» 1 Linnébekken, Griegbekken. Lok. 2 Ytterdalen
<i>Saxifraga hirculus</i>	» 1 Turrsjøbekken, Fyrsjøen. Lok. 2 Ytterdalen, Van Muydenbukta. Lok. 5 Ved sydenden av Lisbetelva
<i>Saxifraga cernua</i>	» 1 Turrsjøen, Fyrsjøen. Lok. 2 Camp Bell. Lok. 4 Nord for Revvatnet
<i>Saxifraga rivularis</i>	» 1 Festningen, Kapp Linné, Randvik- odden. Lok. 2 Camp Bell. Lok. 4 Ved Revvatnet
<i>Saxifraga caespitosa</i>	» 1 Kapp Linné, Griegdalen, Turrsjøen, Festningen. Lok. 2 Camp Bell, Ytterdalselva
<i>Saxifraga caespitosa</i> var. <i>uniflora</i>	» 1 Festningen
<i>Saxifraga flagellaris</i>	» 1 Griegaksla. Lok. 2 Van Muydenbukta
<i>Chrysosplenium tetrandrum</i>	» 1 Fyrsjøen. Lok. 2 Ved Camp Bell
<i>Potentilla rubricaulis</i>	» 2 Van Muydenbukta
<i>Potentilla hyparctica</i>	» 1 Griegdalen. Lok. 2 Camp Bell, Van Muydenbukta
<i>Potentilla crantzii</i>	» 4 Nord for Revvatnet
<i>Dryas octopetala</i>	» 1 Griegdalen. Lok. 2 Ytterdalselva
<i>Pedicularis hirsuta</i>	» 1 Linnévatnet, Griegbekken
<i>Taraxacum arcticum</i>	» 4 Isbjørnhamna
<i>Taraxacum brachyceras</i>	» 4 Nord for Revvatnet
<i>Juncus biglumis</i>	» 1 Ved Fyrsjøen, Griegaksla. Lok. 2 Camp Bell, Van Muydenbukta
<i>Luzula confusa</i>	» 1 Kapp Linné, Turrsjøbekken, Festningen
<i>Luzula arctica</i>	» 1 Griegaksla
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	» 1 Ved Griegaksla

<i>Artsnavn</i>	<i>Sted</i>
<i>Carex ursina</i>	Lok. 1 Festningen
<i>Carex misandra</i>	» 2 Ytterdalselva
<i>Alopecurus alpinus</i>	» 1 Griegbekken, Griegaksla, Festningen. Lok. 2 Camp Bell. Lok. 4 Syd i Revdalen. Lok. 5 Syd i Lisbetdalen.
<i>Phippsia algida</i>	» 1 Fyrsjøen, Festningen. Lok. 2 Camp Bell, Ytterdalselva. Lok. 4 Ved Revvatnet
<i>Deschampsia alpina</i>	» 1 Festningen, Fyrsjøen. Lok. 2 Camp Bell, Ytterdalselva. Lok. 3 Sørbukta
<i>Poa alpigena</i> var. <i>vivipara</i>	» 1 Festningen, Fyrsjøen, Griegbekken. Lok. 2 Camp Bell. Lok. 4 Revdalen
<i>Poa arctica</i> var. <i>vivipara</i>	» 4 Vest for Thorbjørnsenfjellet, Revvatnet
<i>Poa alpina</i> var. <i>vivipara</i>	» 4 Kapp Linné, Turrsjøbekken, Griegdalen, Festningen. Lok. 2 Camp Bell. Lok. 5 Lisbetdalen
<i>Arctophila fulva</i>	» 1 Turrsjøbekken
<i>Colpodium vahlianum</i>	» 1 Kapp Linné–Griegbekken
<i>Dupontia fisheri</i>	» 1 Fyrsjøen. Lok. 2 Ytterdalselva. Lok. 4 Vest for Thorbjørnsenfjellet
<i>Puccinellia phryganodes</i>	» 1 Festningen, Kapp Linné
<i>Festuca rubra</i>	» 2 Camp Bell

Bemerkninger:

Salix herbacea ble funnet i Lok. 3, som er lenger nord enn angitt hos RØNNING. Det er også tilfelle med de to neste. *Salix polaris* x *S. herbacea* ble funnet i Lok. 4. *Ranunculus glacialis* ble funnet på ett sted i Lok. 4. *Papaver dahlianum* med gule blomster var meget sjelden å se. Drabaartene er vanskelige, og for en del av dem er utbredelsen usikker. *Saxifraga rivularis* og *S. hyperborea* har jeg slått sammen under *S. rivularis*. For *Potentilla rubricaulis* og *Potentilla crantzii* er utbredelsen lite kjent.

Lokalitetene 3 og 5 ble ikke så grundig undersøkt som de andre. Det er derfor få artsangivelser derfra.

Iakttagelser over dyrelivet på Svalbard 1966

(*Observations of the animal life in Svalbard 1966*)

AV

MAGNAR NORDERHAUG

Abstract

The present observations of animal life in Svalbard are based on records from Norsk Polar-institutt's field parties, the meteorological station Hopen, and informations received from expeditions visiting Svalbard during 1966.

Observations of reindeer (*Rangifer tarandus*) are given from Vestspitsbergen, Edgeøya, and Nordaustlandet. A total of 13 adults and 4 calves of musk-oxen (*Ovibos moschatus*) were seen in the area of Adventfjorden. There are 3 observations of walruses (*Odobenus rosmarus*) from the north-eastern part of Svalbard. Some observations of polar bear (*Thalarctos maritimus*) are also given.

Table 1 and 2 give observations of pinkfeet geese (*Anser fabalis brachyrhynchus*) and brent geese (*Branta bernicla hrota*) respectively. The first breeding record of barnacle geese (*Branta leucopsis*) from Nordaustlandet is reported. Observation of one bar-tailed godwit (*Limosa lapponica*) from Edgeøya is the first record reported of this species from Svalbard. Five breeding records of ivory gull (*Pagophila eburnea*) were reported from Nordaustlandet.

Between 50 and 100 individuals of guillemot (*Uria aalge*), some with nestlings, were found in a bird rock at Prins Karls Forland. Apart from Bjørnøya, this is the first breeding record from Svalbard, and the northernmost breeding locality known of this species (78°55'N).

Innledning

Det biologiske observasjonsmaterialet fra Svalbard i 1966 stammer fra en rekke kilder. Norsk Polarinstitut sender årlig ut observasjonsskjemaer med sine ekspedisjonsgrupper. Data blir dessuten innsamlet under instituttets biologiske undersøkelser. Videre inngår dette år materiale fra den meteorologiske stasjon, Hopen, og fra utenlandske ekspedisjonsgrupper.

Materialet blir i sin helhet arkivert ved Norsk Polarinstitut med henblikk på en sentralisering av faunistiske data fra Svalbard. Det foreliggende arbeid gir en kortfattet oversikt over de vesentlige observasjoner.

Med det materiale som årlig kommer til, øker vår viten om utbredelse og mengdeforhold hos Svalbards dyrearter betydelig. Det er ønskelig at flest mulig også i årene framover vil bidra med opplysninger, da disse er et viktig grunnlag for den faunistiske kartlegging av Svalbardområdet.

For bidragsyterne er følgende initialer brukt: B. FLOOD (BF), D. NORDBERG

(DN), S. INGEBRETSEN (SI), S. SKRESLET (SS), E. SOLVANG (ES), K. TORSVIK (KT), E. TVETEN (ET), A. WALLERS (AW), T. WINSNES (TW), H. ÖSTERHOLM (HÖ). Observasjoner fra instituttets ornitologparti (E. WRÅNES, ass., M. NORDERHAUG, leder) er angitt med PO.

Takk

Jeg vil gjerne få takke alle som har bidratt med observasjoner og opplysninger. Det gjelder såvel Norsk Polarinstituttets partiledere og assistenter, som enkeltpersoner og ekspedisjonsgrupper for øvrig.

S. INGEBRETSEN og K. TORSVIK har gitt helårsdata vedrørende fuglelivet på Hopen. H. ÖSTERHOLM leverte verdifulle data om dyrelivet på Nordaustlandet. A. WALLERS har oversendt observasjonsmaterialet fra en svensk biologgruppe, bestående av L. G. BRÅVANDER, J. HOFFMAN, P. ISAKSON, P. JACOBSSON, L. SÖDERMAN, A. WALLERS. De mange bidrag har alle vært til stor nytte.

Pattedyr

Rein (*Rangifer tarandus*). Ti dyr såes i Davisdalen, Van Keulenfjorden, 6/7, og 15 på Van Mijenfjordens sørside 21/8. – TW. Fra Kapp Lee til Negerpynten (Edgeøya) såes ca. 50 dyr under lavflyging 15/6. Observasjonene dekket bare kystområdene. – PO. I området Adventdalen–Helvetiadalen–Jansondalen såes ca. 50 individer 7/7. – AW. På Nordaustlandets nordvestre del fra Storsteinhalvøya til Finn Malmgrenfjorden såes 78 dyr i tidsrommet 11/7–25/8. Kjønnfordelingen var 32 ♂♂, 30 ♀♀ og 16 kalver. – HÖ.

Moskus (*Ovibos moschatus*). Elleve ad. og 4 kalver såes i Adventdalen 3/7, og 2 ad. i Bjørndalen 4/7. – AW.

Isbjørn (*Thalarctos maritimus*). Det foreligger enkeltobservasjoner fra Gråhuken (11/7), Wordiebukta (23/7), Sabineøyane (28/7), Wilhelmøya (8/8) og Kinnvika (24/8). – DN. HÖ angir følgende observasjoner, alle fra Nordaustlandet: Zorgdragerfjorden 13–19/8, 1 binne med 2 unger; Claravågen 24/8, 1 ad.; Finn Malmgrenfjorden 25/8, 2 ad.

Ringsel (snadd) (*Phoca hispida*). Van Keulenfjorden 5/7, antakelig over 1000 individer. – SS; Kongsfjorden 19–22/7, ca. 200 individer; Smeerenburgfjorden 15/7, ca. 50 individer. – AW. I Planciusbukta og Rijpfjorden på Nordaustlandet såes henholdsvis 350 og 320 individer 31/7–1/8. – HÖ.

Hvalross (*Odobenus rosmarus*). Det foreligger 2 observasjoner fra Nordaustlandet. To individer såes 3/8 ved Blaeuodden, Rijpfjorden (–HÖ) og 1 individ i Lady Franklinfjorden 25/8. – DN. Ifølge HÖ ble 1 hvalross dessuten observert ved Kong Karls Land (dato ikke kjent).

Fugl

Smålom (*Gavia stellata*). På Mitrahalvøya ble hekkende par funnet ved Kapp Mitra (2 unger, 9/8) og Diesetvatnet (2 unger, s. dato). – ET. På Aberdeenflya, Forlandet, hadde 2 par tilhold 29/7. – AW. Fra Nordaustlandet foreligger hekkefunn fra Kolkflya, Lindhagenbukta (reir med 1 egg) og Vindbukta (par med 2 unger). – HÖ.

Krikkand (*Anas crecca*). 1 ♀, Hopen, 17/7. – KT.

Praktærfugl (*Somateria spectabilis*). I området Fuglehuken–McVitiepynten sås ca. 300 (hvorav få hunner) 30/7. – AW. Det er grunn til å anta at det her dreier seg om en hittil ukjent myteplass for praktærfugl på Svalbard.

Blant mytende ærfugl ved Tjuvfjordens sørøstkyst utgjorde praktærfugl (hanner) 3–4% av flokkene, 11/8. – PO.

Kortnebbgås (*Anser fabalis brachyrhynchus*). Se Tabell I.

Ringgås (*Branta bernicla hrota*). Se Tabell II.

Hvitkinngås (*Branta leucopsis*). På Hopen sås 1 stk. 10/6 og 2 stk. 12/6. – SI. På Sinkholmen i Bellsund sås 8 ad. og 9 pull. 6/8. – BF. 15/8 sås 7–8 ad. ved Smeerenburgodden og 5 ad. ved Eholmen, Virgoamna. – ES. På den ytterste av de to holmene ved Harpunodden, Danskøya, sås 8 ad. og 6 pull. 13/8. – SS.

En ad. med 2 pull. ble sett ved en sjø 3 km fra stranden sør for Kapp Sparre, Nordaustlandet, 24/7 (Å. FLEETWOOD, pers. medd. – AW). Dette er det første kjente hekkefunn av hvitkinngås fra Nordaustlandet.

Spitsbergenrype (*Lagopus mutus*). Noen observasjoner av kull skal nevnes. På Ronden, Nathorst Land, sås 17–18/7 2 kull på henholdsvis 5 og 11 unger. – TW.

Fra Haakon VII Land foreligger 3 kull-observasjoner: Enjalbalstranda 30/7, 7 unger; Willeberget 4/8, 8 unger; Mitra 5/8, 3 ad. med 23 unger. – ET.

Kjell (*Haematopus ostralegus*). Ett individ, Hopen, 27/6. – KT.

Sandlo (*Charadrius hiaticula*). På Hopen sås 1 sandlo 30/5 og 1 2/7. – KT. Fra Adventfjorden foreligger 4 enkeltobservasjoner fra juli. – PO. Ved Ny-Ålesund sås 18/7 ca. 5 individer. Sannsynligvis hekket 1 par. På Brøggerhalvøya sås 3/8 ca. 5 individer. – AW.

Heilo (*Pluvialis apricaria*). Ett reir med 4 egg ble funnet i Adventdalen 8/7. – AW.

Småspove (*Numenius phaeopus*). Ett individ ved Adventelvas delta, 7/7. – AW.

Lappspove (*Limosa lapponica*). Ett individ i full sommerdrakt sås i Bjørnbukta, Andrétangen (Edgeøya) 15/8. – PO. Ut fra kjente data er dette det første funn av arten fra Svalbardområdet.

Polarsnipe (*Calidris canutus*). Ett individ sås på Halvmåneøya 20/8. – PO.



Fig. 1. Hekkende hvitkinngjess (*Branta leucopsis*) fra Hornsundområdet, Vestspitsbergen. Norsk Polarinstitutt arbeider for tiden med studier av artens nåværende utbredelse på Svalbard. I 1966 ble hvitkinngjess for første gang påvist hekkende på Nordaustlandet.

Barnacle geese (*Branta leucopsis*) from the Hornsund area, Vestspitsbergen. Norsk Polarinstitutt are p.t. studying the present distribution of this species in Svalbard. In 1966 barnacle geese were found breeding for the first time in Nordaustlandet.

Photo: M. NORDERHAUG

Fjæreplytt (*Calidris maritima*). På Hopen var førsteobservasjon under vårtrekket 29/5. – KT. Ett reir med 4 egg ble funnet ved Lindhagenbukta, Nordaustlandet, 26/7. – HÖ.

Sandløper (*Crocethia alba*). Ett individ såes på Halvmåneøya 20/8. – PO.

Tyvjo (*Stercorarius parasiticus*). På Hopen såes arten første gang 28/5. Reir med 2 egg ble funnet 22/6. De første unger ble funnet 12/7. – KT.

Polarjo (*Stercorarius pomarinus*). Fra det østlige Svalbard foreligger følgende enkeltobservasjoner: Halvmåneøya 19/8, Andrétangen 16/8, Ryke Ysøøyane 6/8, Svenskøya (8 naut. mil sør) 4/8. – PO.

Storjo (*Catharacta skua*). To individer såes ved Bjørnøya 1/7. – AW. Ved Sørgattet såes 1 12/7. – SS. På Halvmåneøya såes 1 20/8. – PO. Fra Nordaustlandet foreligger 1 observasjon fra Rjipfjorden 7/8. – HÖ.

I småke (*Pagophila eburnea*). Fra Nordaustlandets nordlige halvdel foreligger funn av 5 hekkelokaliteter fra 1966 (HÖ): Ismåsetoppen (5 hekkende par), Planciusbukta, ca. 1,5 km fra Irmingereset (ca. 10 hekkende par), Bengtsenbuktas

vestre strand (5 par), Thank God Bay (ca. 5 par i fuglefjell), Havsula, Kapp Platen (1 reir). HÖ meddeler videre observasjoner av ismåker ved Beverlysundet, Kapp Lovén og Kinnvika uten at hekking ble konstatert.

Svartbak (*Larus marinus*). Fra Hopen foreligger 5 observasjoner fra våren 1966. – KT. På Sinkholmen, Bellsund, såes 2 stk. (antagelig et hekkende par) 31/7. – BF. På Akseløya såes 1 individ 28/7. – PO. I tidsrommet 14/7–3/8 såes 3 (forskjellige) individer i Ny-Ålesund. – AW.

Sabinemåke (*Xema sabini*). Ett individ såes i Ny-Ålesund 16/7. – AW.

Krykkje (*Rissa tridactyla*). Førsteobservasjon på Hopen var 10/4. Egg ble funnet 9/6 og unger sett første gang 12/7. – KT.

Rødnebbterne (*Sterna macrura*). På Hopen ble arten første gang sett 18/6. – KT.

Alkekonge (*Plautus alle*). Tre individer såes på Hopen 22/12–65. Den 9/4–66 såes alkekonger i koloniene på Hopen. – KT.

Lomvi (*Uria aalge*). Under et opphold på Prins Karls Forland, 25/7–1/8, såes 50–100 individer av denne art på to hyller i den nordvestre del av Fuglehukfjellet. – AW. Lomviene såes i blandete grupper med polarlomvier. Se Fig. 2. Voksne individer passet små unger, og en må anta at adskillige par hekket. Utenom Bjørnøya er tidligere ingen hekkelokaliteter for lomvi kjent fra Svalbardområdet. Kolonien på Prins Karls Forland utgjør med sin beliggenhet (78°55'N) artens nordligste kjente hekkelokalitet.

Polarlomvi (*Uria lomvia*). Polarlomvier såes i koloniene på Hopen 25/2. – KT.

Teist (*Cephus grylle*). Førsteobservasjon fra Hopen var 10/3. – KT.

Snøugle (*Nyctea scandiaca*). På Hopen ble 1 individ sett 4/11–65 og ett 11/2–66. – KT.

Låvesvale (*Hirundo rustica*). Ett inntørket eksemplar ble funnet på Halvmåneøya 20/8. – PO.

Gråtrost (*Turdus pilaris*). Fra Hopen foreligger 2 observasjoner. Ett individ ble funnet 1/6 og ett 17/6. – KT.

Steinskvett (*Oenanthe oenanthe*). To stk. såes på Aberdeenflya, Prins Karls Forland, 29/7. – AW.

Stær (*Sturnus vulgaris*). På Hopen hadde 1 individ tilhold fra 14/5–29/6. – KT.

Gråsisik (*Carduelis flammea*). På Hopen ble 1 eksemplar funnet dødt 6/6. – KT. Individet var oppført som «polarsisik» uten nærmere detaljer.

Snøspurv (*Plectrophenax nivalis*). Førsteobservasjon fra Hopen var 3/4. Utfløyne unger såes samme sted 23/7. – KT. På Nordaustlandets nordkyst såes utfløyne unger 20/7. – HÖ.

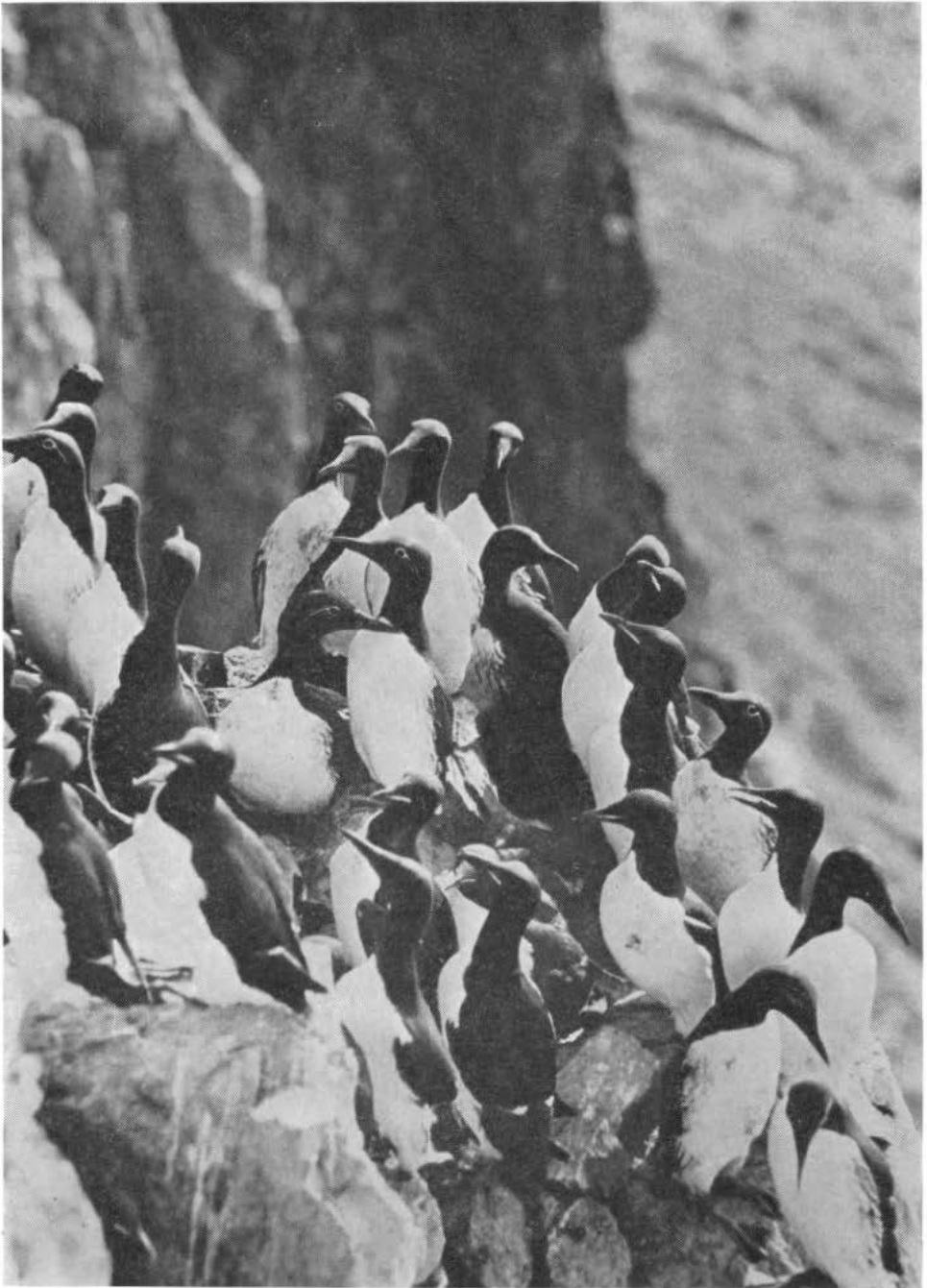


Fig. 2. Blandet koloni av lomvi (*Uria aalge*) og polarlomvi (*Uria lomvia*) i fugleffjell på nordspissen av Prins Karls Forland (78°55'N) juli 1966.

Mixed colony of guillemots (*Uria aalge*) and Brünnich's guillemots (*Uria lomvia*) in the northern part of Prins Karls Forland (78°55'N) July 1966.

Photo: P. JACOBSSON

Tabell I. Observasjoner av kortnebbgås (*Anser fabalis brachyrhynchus*) på Svalbard 1966

Lokalitet	Dato	Antall	Observert av
Hopen	27-31/5	5-7 daglig	SI
»	2-9/6	2-5	»
»	19-23/6	1-3	»
Revdalen, Hornsund	11/8	ca. 70 ad.	BF
Peder Kokkfjellet	22/8	5 »	»
Hermansenøya	29/7	25 »	ES
Fuglefjordneset	9/8	2 ad., 6 pull.	»
Ebeltoftamna	juli	1 reir - 4 egg	ET
Diesetvatnet	16/8	over 100 ad.	»
Vestvallafjellet	11/7	4 ad., 4 pull.	SS
»	»	2 ad., 1 reir (4 egg)	»
Horneflya, Forl.	29/7	ca. 79 ad., 52 pull.	AW
Stormneset, Forl.	»	» 100 » minst 27 pull.	AW
Fuglehuken, Forl.	30/7	4 ad., 4 pull.	»
Aberdeenflya, Forl.	»	ca. 30 ad.	»
Langflya, Forl.	»	ca. 100 ad. + pull.	»
Ytre Zieglerøya, Tjuvfjorden	7/8	8 ad.	PO
Tjuvfjordens sørstokst	11/8	1 (hørt)	»
Dalvågen, Nordaustlandet	22/7	2 ad.	HÖ

Tabell II. Observasjoner av ringgås (*Branta bernicla hrota*) på Svalbard 1966

Lokalitet	Dato	Antall	Observert av
Hopen	16/6	1 ad.	SI
Ronden, Nathorst hand	7/7	1 »	TW
»	10/7	2 »	»
Rokkbreen, r.1140, Nathorst Land	14/7	3 »	»
Rondens østside, Nathorst Land	17/7	2 ad., 2 ad. + 4 pull.	»
Danskøyas vestsida	20/8	2 ad.	ES
Ytre Zieglerøya, Tjuvfjorden	7/8	54 ad.	PO
Andréetangen, Tjuvfjorden	9/8	11 + 84 + 9 ad.	»
»	10/8	ca. 75 ad.	»
»	12/8	90-100 ad.	»
Halvmåneøya	19/8	3 + 7 ad.	»
»	20/8	8 + 11 ad.	»
Lindhagenbukta, Nordaustlandet	24/7	15 ad.	HÖ
Kinnvika, Nordaustlandet	31/7	2 reir (3 + 4 egg)	AW
Bengtsserbukta, Nordaustlandet	2/8	2 » (3 + 4 »)	»
Fosterøyane, Nordaustlandet	juli	2 ad.	PO

Litteratur

- HEINTZ, N. og M. NORDERHAUG, 1966: Iakttagelser over dyrelivet på Svalbard. *Norsk Polarinst. Årbok* 1965. 103-118.
- LØVENSKIOLD, H. L., 1964: Avifauna Svalbardensis. *Norsk Polarinst. Skr. Nr. 129.* 460 p.
- TUCK, L. M., 1960: The Murres. *Canadian Wildlife Ser. 1.* 1-260.

Bremålinger i Norge i 1966

AV

OLAV LIESTØL

Abstract

The mass balance measurements on Storbreen in the balance year 1965–66 show an accumulation of 125 gr/cm², an ablation of 186 gr/cm², and a resultant negative balance of 61 gr/cm². The same figures from Hardangerjøkulen are 160 gr/cm², 224 gr/cm², and –64 gr/cm². The accumulation was below normal and the ablation above normal.

The table on p. 136 gives the results of all the mass balance measurements carried out by Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen and Norsk Polarinstittutt. The results are also illustrated in Fig. 5. It can be seen that all the glaciers had a negative balance.

Ice front variations have been measured for 10 glaciers. All except Båndhusbreen, Briksdalsbreen, and Engabreen are in retreat.

Storbreen

På Storbreen ble akkumulasjonen målt i begynnelsen av mai. Vinternedbøren var under normal og den beregnede og målte tilleggsakkumulasjon i ablasjons-sesongen var også mindre enn de foregående år. Den totale akkumulasjon ble 125 gr/cm² eller ca. 15 gr/cm² mindre enn gjennomsnittet for de 17 år målingene har pågått. Sommertemperaturen var omtrent normal, men ablasjonen, 186 gr/cm², ble likevel litt over gjennomsnitt. Resultatet ble derfor et underskudd på 61 gr/cm². Se Fig. 1.

På samme måte som året før ble det i samarbeid med Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen foretatt spesielle undersøkelser av de glasiohydrologiske forhold ved breen.

Hardangerjøkulen

I 1966 ble breen besøkt første gang fra 19/2 til 23/2. Imidlertid var det storm og kuling hele tiden, så det var lite en kunne få gjort. Ved neste besøk, 5/5 til 10/5, ble akkumulasjonen målt. Smeltingen hadde da nettopp begynt på den nederste del av breen. Siste høsts overflate var ikke lett å finne ved sondering, men de fleste målestengene ble funnet og ga en god støtte til akkumulasjonsmålingen. Kartet Fig. 2 gir et bilde av akkumulasjonens fordeling inntil 10/5–66. Tilleggsakkumulasjonen etter denne tid er beregnet ut fra nedbørsmålinger på Slirå og ved daglige observasjoner på breen i tidsrommet 24/6 til 1/9. Akkumulasjonen inntil 10/5–66 var $22,8 \cdot 10^6$ tonn, svarende til 129 gr/cm². Tilleggsakkumulasjonen ble $5,5 \cdot 10^6$

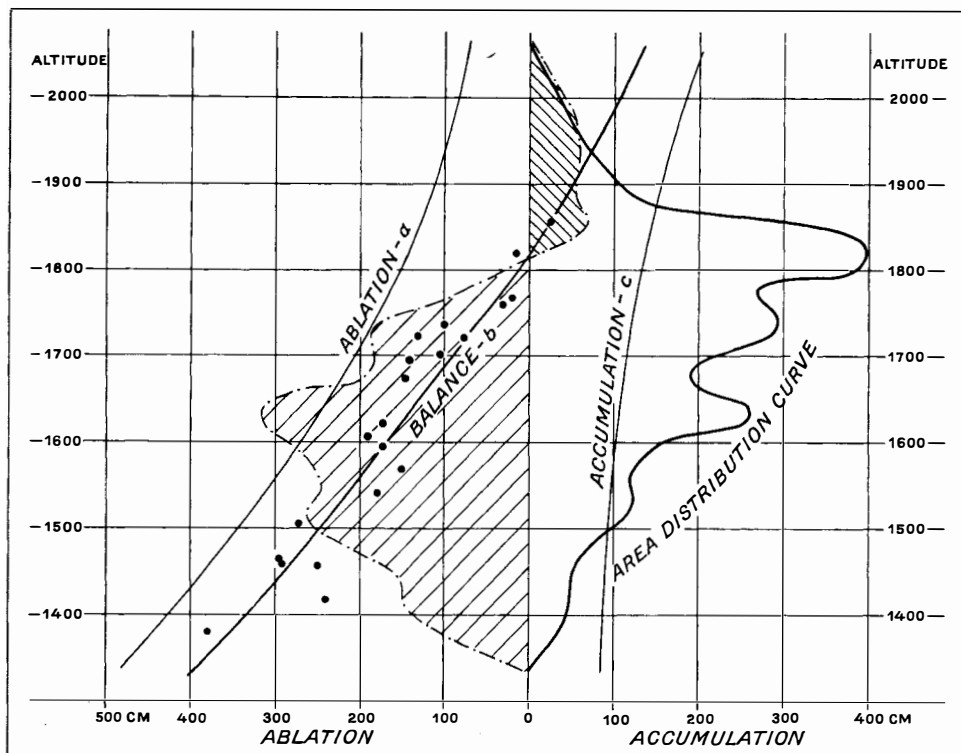


Fig. 1. Diagrammet viser ablasjonen, akkumulasjonen og nettobudsjettet på Storbreen i forhold til høyden over havet.

The diagram shows ablation, accumulation and the net budget on Storbreen in relation to the height above sea level.

tonn, svarende til 31 gr/cm^2 . Den totale akkumulasjon ble således $28,3 \cdot 10^6$ tonn, svarende til 160 gr/cm^2 .

Ablasjonen ble målt som vanlig på nedborede stålstenger. Over hele breen ble det foretatt ukentlige registreringer. I tillegg til dette ble det foretatt daglige observasjoner av 5 stenger plassert i en rekke fra ca. 1650 til 1800 m o. h. Disse siste målinger var en del av det glasiometeorologiske program som i likhet med forrige sommer ble foretatt på Hardangerjøkulen. Etter at de faste daglige observasjoner sluttet 1/9 ble breen igjen besøkt 11/10 til 14/10. All smelting var da opphørt, og det var kommet ca. 50 cm snø på de øvre deler av breen.

Resultatet av ablasjonsmålingene viser en avsmelting på $39,5 \cdot 10^6$ tonn, svarende til 224 gr/cm^2 . Dette gir da en negativ balanse på $11,2 \cdot 10^6$ tonn, svarende til 64 gr/cm^2 .

Diagrammet Fig. 4 gir en grafisk oversikt over breens materialbudsjett 1965–66.

Fig. 3 viser et kart over målestakenes plassering og den temporære likevektslinjen slik den ble krokert inn av observatørene til forskjellige tidspunkt. Grensen mellom snø og is er også tegnet inn. På grunn av de to foregående års overskudd vil denne siste grense ligge et godt stykke nedenfor likevektslinjen ved slutten av ablasjonsperioden. Høyden av likevektslinjen er beregnet til 1750 m o. h.

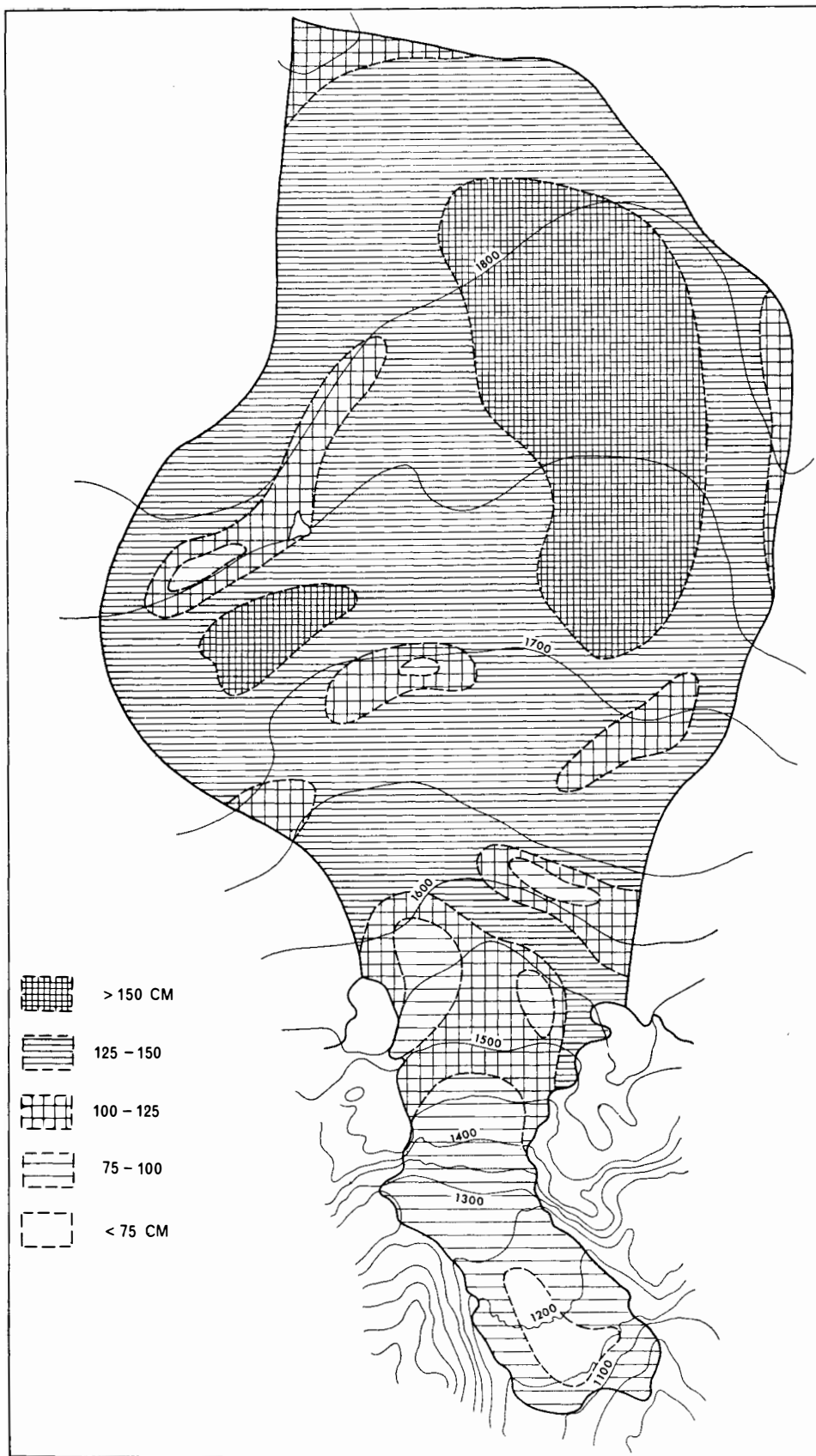


Fig. 2. Kartet viser akkumulasjonen inntil 10. mai på den del av Hardangerjøkulen som dreneres til Rembesdalskåki.

Map showing the accumulation until May 10 on the part of Hardangerjøkulen that flows to Rembesdalskåki.

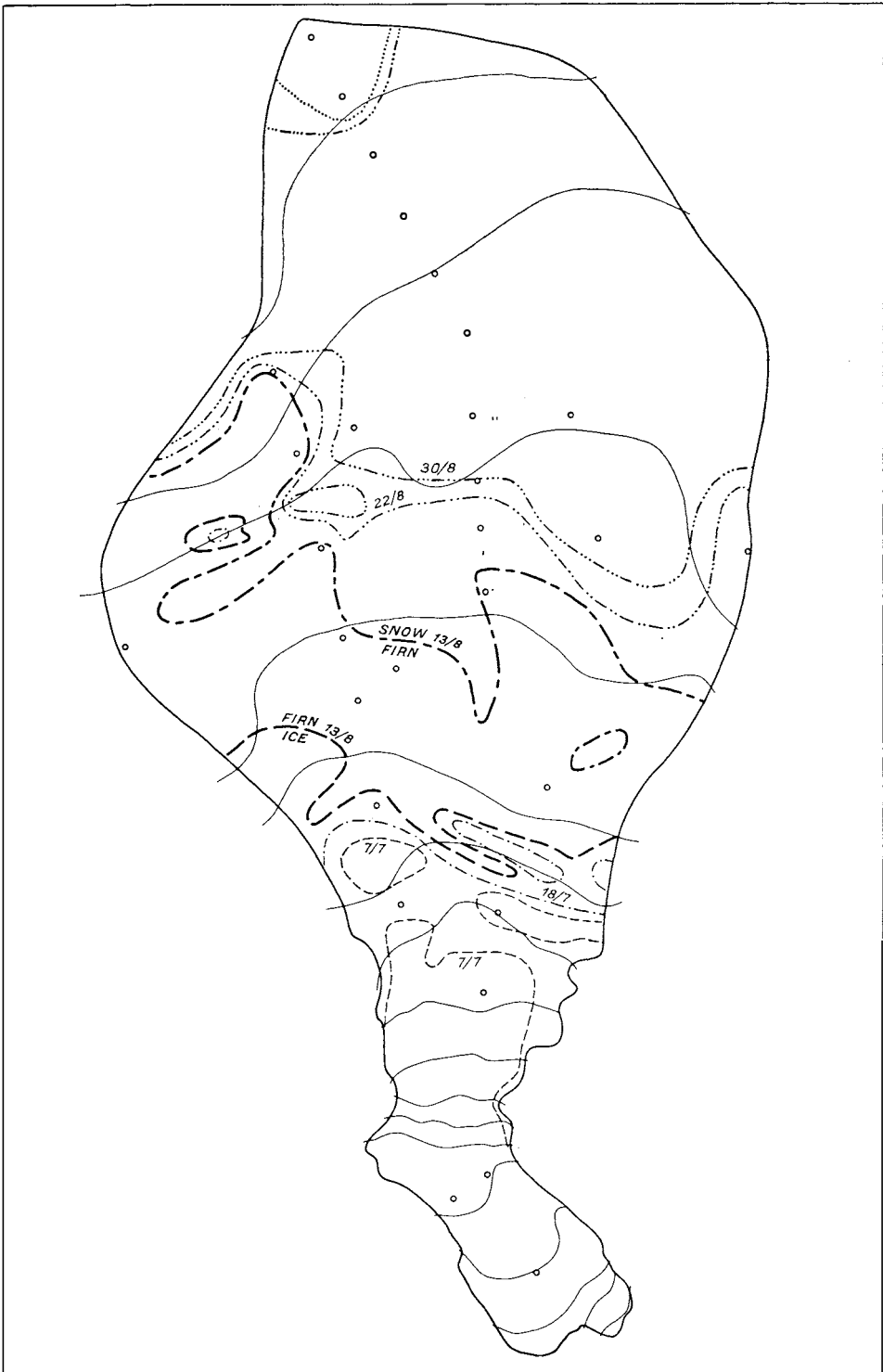


Fig. 3. Figuren viser målestakenes plassering og beliggenheten av den temporære likevektslinjen til forskjellige tidspunkt. For 13. august er grensen mellom firn og is også tegnet inn.

Map showing the position of stakes and the transient equilibrium line on different dates during the summer. For August 13, the firn edge is also indicated.

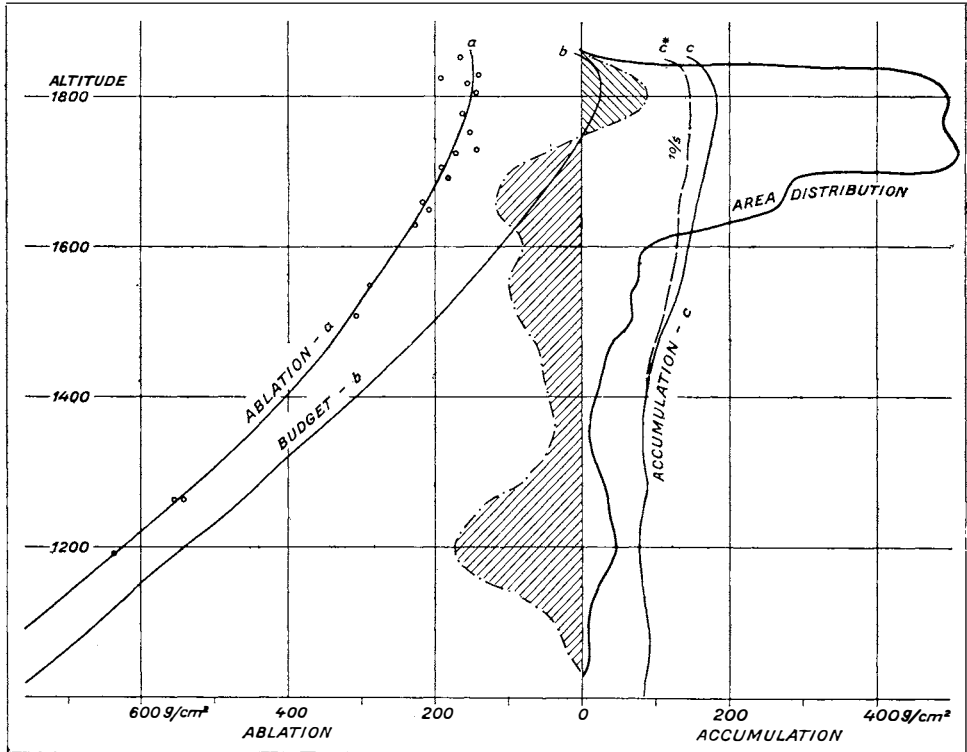


Fig. 4. Diagrammet viser variasjonen av akkumulasjonen, ablasjonen og budsjettet med høyden over havet. Diagram showing the variations in accumulation, ablation and budget in relation to the altitude.

Ved siden av undersøkelsene som Norsk Polarinstitutt har foretatt på Hardangerjøkulen og Storbreen har Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen foretatt målinger på 9 andre breer, 6 i Sør-Norge og 3 i Nord-Norge (Glasio-Hydrologiske Undersøkelser i Norge 1966, Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen, Hydrologisk Avdeling, Rapport nr. 2/67). Nedenfor er alle undersøkelsene i Norge satt opp i tabell I.

Tabell I

Bre	Akkumulasjon g/cm ²	Ablasjon g/cm ²	Balanse g/cm ²
Folgefonna	168	308	-140
Hardangerjøkulen	160	224	- 64
Ålftobreen	247	408	-161
Tunsbergdalsbreen	157	266	-109
Nigardsbreen	176	268	- 92
Storbreen	125	186	- 61
Hellstugubreen	95	162	- 67
Gråsubreen	72	101	- 29
Blåisen (Nordland)	112	239	-127
Storsteinfjellbreen »	105	188	- 83
Cainhavarre »	112	207	- 95

The weather in Svalbard in 1966

BY

VIDAR HISDAL

The following description of some salient features of the large scale atmospheric circulation over the Svalbard area is based on a study of the weather maps for 1966. The pressure systems most closely connected with these circulation patterns and the character of the resulting air flow are briefly indicated. Words like cold, cool, normal and mild characterize the temperature conditions in relation to the average conditions for the period 1947–65, the basis of these indications being mainly the temperature observations from Isfjord Radio.

1966

- 1–5 Jan.* A cold, easterly air stream between a high pressure ridge over the Polar Basin and Greenland, and depressions moving farther south.
- 6–12 Jan.* Well-developed cyclones from the south-west, followed by a high pressure ridge, pass the Svalbard area. Strong winds and considerably milder during the first part of the period, cooler towards the end.
- 13–15 Jan.* A cyclone coming from the west, over Greenland, gives southerly, milder winds again.
- 16 Jan.–9 Feb.* Easterly to northerly winds between a high pressure area over Greenland and, later, over the Polar Basin, and depressions to the east and south. Cold.
- 10–13 Feb.* The pressure field is weak. Light winds or calms. The temperature continues to be below normal.
- 14–19 Feb.* Cyclones approaching from the southwest reach the Svalbard area. About normal temperatures.
- 20–26 Feb.* An anticyclone over Greenland, and adjacent areas to the north, moves eastwards. Light easterly winds, and temperature conditions as during the preceding period.
- 27 Feb.–11 March* Easterly to northerly winds on the northern side of low pressure centres passing between Norway and Svalbard. Cold most of the time. The minimum temperature of the year at Isfjord Radio occurs during this period, on 2 March (-32.3°C).
- 12 March–3 Apr.* A northeasterly air stream between a high pressure area over northern Greenland and the Polar Basin, and cyclones travelling farther south. The temperature continues to be low during the first part of the period, about normal temperatures towards the end.
- 4–7 Apr.* The circulation is now dominated by the polar high, and the temperature decreases again.
- 8–14 Apr.* The large scale pressure pattern is characterized by a high pressure area north of Siberia, and low pressure systems in intermediate latitudes. The temperature varies about the normal for the season.

- 15-19 Apr.* At the start of the period a depression from the west passes. Later on the circulation is governed by a high pressure ridge to the east. Southerly winds and above normal temperatures.
- 20-22 Apr.* An anticyclonic area over Greenland and parts of the Polar Basin shifts eastwards. Weak, easterly winds and colder.
- 23-28 Apr.* A depression moves slowly over Greenland into the Polar Basin. Weak southerly winds, and appreciably milder.
- 29 Apr.-10 May* Cyclones from the southwest pass south of Svalbard. Northeasterly winds. During the later part of the period cyclonic systems north of the Taimyr Peninsula give more northerly winds. Cold during the whole period.
- 11-17 May* Cyclones approach from the southwest. Southerly winds and mild.
- 18-30 May* Mostly northerly winds, or light variable winds between depressions to the east, and, partly, to the south, and a high pressure area to the west. Temperatures somewhat below normal for the season.
- 31 May-22 July* Cyclones pass over or just south of the Svalbard area, with intermediate high pressure ridges. Light to moderate winds most of the period. Temperatures about or slightly below normal in June and the first days of July. Temperatures above normal during the rest of the period.
- 23 July-3 Aug.* An easterly to northeasterly air stream between high pressure areas over Greenland and the Polar Basin, and depressions passing to the south. Above normal temperatures. Especially high temperatures on the west coast of Vestspitsbergen. The highest temperature of the year at Isfjord Radio occurs on 27 July (17.0° C).
- 4-7 Aug.* An anticyclone over Svalbard and adjacent areas gives calms or weak, variable winds, and temperatures somewhat above normal.
- 8-11 Aug.* Easterly winds between a polar high and cyclones in lower latitudes. Temperatures about the normal for the season.
- 12-21 Aug.* During the start of the period a cyclonic system from the south passes the Svalbard area. Later on a cyclone passing farther east becomes quasi-stationary north of the Taimyr Peninsula. Northerly winds in the rear of the cyclone. The temperature continues to vary about the normal.
- 22-27 Aug.* Svalbard is situated between a high pressure area over the Polar Basin and one over the Norwegian Sea. Calms or weak winds, and temperatures about or slightly below normal.
- 28 Aug.- 7 Sept.* A cyclone passes from the southwest and becomes quasi-stationary north of the Taimyr Peninsula. Most of the time northerly to westerly winds. Cool.
- 8-17 Sept.* Northerly winds between a cyclonic system that becomes quasi-stationary east of Svalbard, and a high pressure ridge to the west. Below normal temperatures.
- 18-25 Sept.* A well-developed depression from the west passes the area, and becomes quasi-stationary over the Kara Sea region. Southeasterly to easterly winds in the front of the depression, northerly winds in the rear. The temperature continues to be below normal during most of the period.
- 26 Sept.- 4 Oct.* A northeasterly air stream between an anticyclone over Greenland and the Polar Basin, and cyclones to the southwest. Variable, but mostly below normal temperatures.
- 5-15 Oct.* The situation is dominated by the high pressure area over the Polar Basin and Greenland. Mostly weak winds and cold.
- 16-22 Oct.* During the start of the period a cyclone moving towards the northeast gives comparatively strong easterly to northerly winds. Later the circulation is again dominated by the polar high. Temperatures below normal during the whole period.
- 23 Oct.-17 Nov.* Several cyclonic centres move over or just south of the Svalbard area. Partly

	strong winds between east and northeast. Temperatures considerably below normal during practically the whole period.
18–25 Nov.	Advection of milder air in the front of cyclones approaching from the southwest. Most of the time temperatures about or above normal.
26 Nov.– 1 Dec.	An easterly air stream to the north of depressions moving over Scandinavia. Temperatures about the normal for the season.
2–21 Dec.	Southerly to easterly winds in connection with cyclones passing over or near the Svalbard area, and an anticyclone situated farther east. Mild.
22–26 Dec.	A strong northerly to northeasterly air stream in the rear of a trough that stretches northwards over Svalbard. Considerably colder.
27–31 Dec.	A system of cyclones approaching from the southwest gives strong advection of air from the south. Mild.

In the table are given the monthly mean temperatures for Isfjord Radio for 1966, as well as their deviation from the means of the period 1947–65.

Temperature data for Isfjord Radio (°C)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1966 means	-18.0	-15.3	-18.2	-8.3	-6.9	+0.5	+5.5	+4.3	-1.3	-8.0	-10.2	-4.7
Deviation of 1966 means from 1947–65 means	- 7.1	- 4.1	- 6.1	+0.5	-3.6	-1.2	+1.0	0.0	-2.4	-5.4	- 4.2	+4.5

On a whole, 1966 was “a cold year”. The most noteworthy exception from this characteristic is formed by the last month of the year. During most of this month there is a strong advection of mild air from lower latitudes. The unusually low mean temperatures during the other winter months may, to a great extent, be attributed to long spells of easterly to northerly winds between a polar high and cyclones moving south of the Svalbard area.

Norsk Polarinstituttets virksomhet i 1966

Av
TORE GJELSVIK

Organisasjon og administrasjon

Personale

Norsk Polarinstitutt fikk i 1966 opprettet to nye stillinger for henholdsvis materialforvalter og sekretær. Det var også tatt opp forslag om stillinger for henholdsvis biolog og fotograf, men disse forslag ble avslått. Pr. 31. desember hadde Norsk Polarinstitutt 31 faste stillinger.

I stillingen som materialforvalter tiltrådte 1. april radiotelegrafist KÅRE MONRAD BRATLIEN. I den ledige stilling som topograf I tiltrådte 13. april sivilingeniør DAG NORBERG. Innehaveren av geodet I-stillingen, jordskifte kandidat EINAR SKIRDAL, fratrådte 1. april etter å ha hatt permisjon fra 1. august 1965. Denne stilling stod ubesatt resten av året p. g. a. manglende søkere. Innehaveren av stillingen som konsulent I, cand. real. NATASCHA HEINTZ, fratrådte 31. desember.

Følgende personer var midlertidig ansatt ved instituttet:

Fullmektig ELI HOLMSEN, timelønnet.
Ingeniør THOR ASKHEIM, 11 mdr.
Cand. mag. OLAV ORHEIM, 8 mdr.
Cand. mag. BJØRN GEIRR HARSSON, 8 mdr.
Assistentbibliotekar VIBEKE EEG-HENRIKSEN, 7 mdr.
Meteorolog BEATRICE TAYLOR, 6 mdr.
Cand. mag. BIØRN WILMANN, 1 md.
Bibliotekar SIGRID RASMUSSEN, 1 md.

Stipendier og forskningsbidrag er ydet til:

Meteorolog BEATRICE TAYLOR, Canada, stipend til glasio-meteorologiske undersøkelser (av Hardangerjøkulen).

Cand. mag. MAGNAR NORDERHAUG, stipend til bearbeidelse av biologisk materiale fra Svalbard.

Dr. philos. SVEIN MANUM, bidrag til internasjonal palynologisk konferanse i Utrecht.

Professor HÅKON MOSBY, reisebidrag til SCAR's oseanografiske symposium i Santiago, Chile.

Lektor ODD LØNØ, stipend til bearbeidelse av innsamlet materiale vedrørende isbjørn.

Professor YOSHIHIDE OHTA, Japan, og dosent KRZYSZTOF BIRKENMAJER, Polen, bidrag til preparater og kjemiske analyser i forbindelse med bearbeidelse av materiale fra Polarinstituttets ekspedisjon til Svalbard sommeren 1966.

Følgende gjesteforskere har hatt arbeidsplass ved Norsk Polarinstitutt:

Dr. STANISLAW SIEDLECKI, Geologisk laboratorium, Det Polske Vitenskapsakademi, Kraków, stipend fra N.T.N.F.

Geolog ANNA SIEDLECKA.

Oppnevnelser:

Glasiolog OLAV LIESTØL er oppnevnt som medlem av Norsk Geografisk Kommissjon etter direktør TORE GJELSVIK, som ønsket å fratre.

REGNSKAPET FOR 1966

	<i>Bevilget</i>	<i>Medgått</i>
Kap. 950, Poster:		
1. Lønninger	kr. 1 033 400	kr. 1 071 484
9. Deltakelse i Antarktisekspedisjonen 1964/67	» 30 000	» 34 198
10. Kjøp av utstyr	» 20 000	» 25 654
15. Vedlikehold	» 26 000	» 34 521
20. Ekspedisjoner til Svalbard og Jan Mayen	» 840 000	» 773 253
21. Undersøkelser av statens kullfelter	» 50 000	» 47 553
22. Overvintringsekspedisjon Svalbard 1967/68	» 75 000	» 75 000
29. Andre driftsutgifter	» 274 000	» 262 329
70. Stipend	» 40 000	» 39 997
	<u>kr. 2 388 400</u>	<u>kr. 2 363 989</u>
Kap. 31. Fyr og radiofyr på Svalbard	kr. 25 000	kr. 22 160
	<i>Budsjettert</i>	<i>Innkomet</i>
Kap. 3950, Salgsinntekter	kr. 21 000	kr. 23 848
Kap. 4909, Tilfeldige inntekter	-	kr. 2 820

Kommentarer til regnskapet:

Kap. 950.

Post 1. Lønninger. – Merforbruket skyldes forhøyelse av lønningene.

Post 9. Deltakelse i Antarktisekspedisjonen 1964/67. – Merforbruket skyldes utgifter fra 1965, som først kom til utbetaling i 1966.

Post 10. Kjøp av utstyr og Post 15. Vedlikehold. – Merforbruket her skyldes forskyvning i refusjonene til Vassdragsvesenet, jfr. kommentar til post 29.

Post 20. Ekspedisjoner til Svalbard og Jan Mayen. – Mindreforbruket, ca.

kr. 67 000, skyldes at man fikk i stand samarbeid med en ekspedisjon fra Naturgeografiska Institutionen i Stockholm. Ved dette holdt svenskene helikoptre mens vi sørget for sjøtransport innen Svalbard. Ordningen førte til at vi av Departementet fikk anledning til å bruke inntil kr. 300 000 på flyfotografering for å få gjennomført denne i henhold til innkomne tilbud. Fakturaen for dette arbeid ble imidlertid redusert til kr. 268 000 etter forhandlinger med kontrahenden. Ordningen med svenskene førte på den annen side til at vi ikke hadde noen egen base, hvorved våre egne partier ble mer spredt enn opprinnelig forutsatt, og de alminnelige ekspedisjonsutgiftene ble dermed noe høyere enn beregnet, kr. 13 000 eller ca. 8%.

Post 29. Andre driftsutgifter. – Mindreforbruket skyldes forskyvninger i refusjonene nevnt under Post 10 og 15.

Kap. 31.

Fyr og radiofyr på Svalbard. – Mindreforbruket skyldes innspart fartøyleie.

Kap. 4909.

Tilfeldige inntekter. – Denne inntekt skyldes retur av et stipend fra 1965.

Ekspedisjonsvirksomheten

Svalbardekspedisjonen

Isforholdene var stort sett gunstige, bortsett fra at drivisen skaffet noen startvanskeligheter i området rundt nordlige munning av Hinlopenstretet i begynnelsen av juli. Forholdene i Storfjorden var bedre enn på mange år, og det ble mulig å starte den systematiske opploddingen her. Området Olgastretet, Kong Karls Land og Storøya til Nordkapp var stort sett fylt av drivis og fastis hele sommeren.

Ekspedisjonen, under ledelse av KAARE Z. LUNDQUIST, omfattet 61 deltakere fordelt på 21 partier, foruten besetningene på 2 fartøyer, selfangeren «Signalhorn» og det fra Sjøforsvaret leiete oppsynsskip «Andenes». Det ble samarbeidet med ekspedisjonen fra Naturgeografiska Institutionen i Stockholm, som hadde sin base i Kinnvika, Murchisonfjorden. Samarbeidet gikk ut på at Norsk Polarinstitut besørget all båttransport innen Svalbard for den svenske ekspedisjonen, mens denne sørget for helikoptertjeneste for et par av våre partier. Dette førte til mindre effektivitet for Polarinstituttet enn om det hadde leiet egne helikoptere, men ordningen betydde en såvidt stor besparelse at man fikk myndighetenes tillatelse til å gjennomføre en fortsettelse av vertikal-flyfotograferingen av Svalbard.

I alt 24 av deltakerne reiste nordover med ekspedisjonsfartøylene og resten med kullbåter. Hjemover reiste 39 med ekspedisjonsfartøylene, idet man foretrakk å reise med «Andenes» uten køyeplass fremfor å vente flere dager på leilighet med kullbåt.

Direktør TORE GJELSVIK fikk bare anledning til en kortere reise til Svalbard. Han besøkte Nordaustlandet for drøftelser med den svenske ekspedisjonsledelse, og hadde møter i Van Keulenfjorden med en del av geologene om utmålsproblemer.

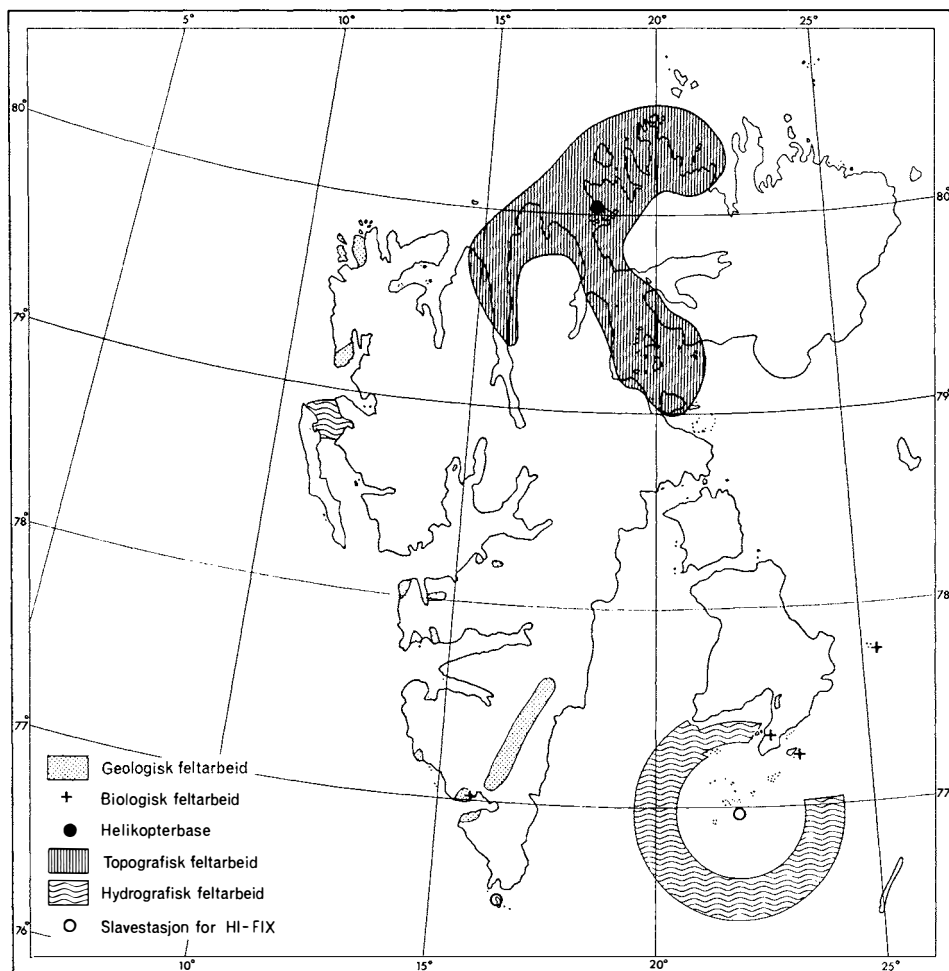


Fig. 1. Kartet viser hvor Norsk Polarinstitutt's feltpartier arbeidet sommeren 1966.

Ekspedisjonsfartøyene. – M/S «Signalhorn» med BJARTE BRANDAL som fører ble overtatt av HELGE HORNBÆK i Åndalsnes, med avgang 29. juni etter innlasting av utstyret fra jernbanevogn. På turen nordover ble de ombordværende partier landsatt på vestkysten av Vestspitsbergen før resten av deltakerne ble hentet i Longyearbyen for utsetting. Fartøyet ble i løpet av sommeren vesentlig beskjeftiget med transporter til helikopterbasen i Kinnvika og flytting av partier. Innimellom ble gassbeholdere skiftet på fyrlyktene. TORE GJELSVIK overtok «Signalhorn» fra begynnelsen til midten av august. HORNBÆK, som var gått fra borde 8. juli i Engelsbukta, kom ombord igjen 29. august i Longyearbyen da «Signalhorn» kom nordfra med de gjenværende deltakere der. Fartøyet var tilbake i Åndalsnes 4. september.

Oppsynsskipet, M/S «Andenes», med sjef kapteinløytnant Johan Pedersen og besetning på 31 mann, ble overtatt av KAARE Z. LUNDQUIST i Bodø 12. juli og ble

avlevert samme sted 1. september. Fartøyet var leiet for opplodding, men p.g.a. omstendighetene måtte det også benyttes til noe fyrarbeid og til innsamling av norske og svenske ekspedisjonsdeltakere. Tilbake til Norge hadde skipet med ombord 19 norske og 11 svenske deltakere.

Hydrografparti 1 og 2. – Leder KAARE Z. LUNDQUIST med løytnant KJELL OLAV PETTERSEN som assisterende hydrograf og EINAR NETELAND som teknisk leder. Assistenten var HARALD BENNECHE, DAG TORE FODSTAD, OLAV SOMMERIN og JOHAN H. WASSERFALL.

I begynnelsen av toktet ble radiofyrene overhaldt og batteriene skiftet, og før avslutningen ble gassbeholderne tilkoplede fyrlyktene.

Helt siden HI-FIX utstyret ble anskaffet i 1963 har det vært planlagt å lodde i området Storfjorden–Bjørnøya. Først i år ble isforholdene så gode at det lot seg gjøre å etablere en landstasjon på Tusenøyane samtidig med en på Sørkappøya. Loddingen pågikk med noen avbrytelser i tiden 24. juli–20. august, da storm med påfølgende tilførsel av drivis stoppet arbeidet noen dager tidligere enn forutsatt. Det ble opppadd ca. 3000 naut. mil loddelinjer med ekkogrammer over et område på omkring 1700 n. mil².

Hydrografparti 3. – Leder HELGE HORNBÆK med assistenter TORE ASLAKSEN, PETTER LÅNAN og SIVERT UTHEIM. Opploddingen foregikk i den nordlige del av Forlandssundet opp mot Fuglehuken og Kvadehuken i tilknytning til det tidligere nyloddete område ved Forlandsrevet i syd, og HI-FIX-opploddingen i nord. De lange kjøringer fra brukbar havn og dårlige værforhold i slutten av sesongen gjorde det vanskelig i området ved Fuglehuken.

Topografparti 1 og 2. – Leder DAG NORBERG med assisterende topograf TOM SOMA og assistentene RALPH O. ALLEN JR., LARS BERG og OLA DIESET, som alle var stasjonert i den svenske basen i Kinnvika. Arbeidet besto i triangulering og måling av tellurometerlinjer i området fra Andrée Land til Rjipfjorden og ned hele Hinlopenstretet. Det var avtalt helikopterstøtte fra den svenske ekspedisjonen, men da det viste seg at man ved denne ordningen ikke oppnådde samme effektivitet som ved egne helikoptere, greidde man ikke å fullføre arbeidet i området. I august vanskeliggjorde også været målingene. Forøvrig var man plaget av feil ved tellurometeret som er av en foreldet type. Det var bare takket være hjelp av de svenske radioeksperter at man fikk det til å funksjonere.

LARS BERG deltok først og fremst som telegrafist for å sende værrapporter til operasjonsledelsen i Norge for flyfotograferingen.

RALPH ALLEN fra University of Wisconsin skulle, ved siden av å assistere topografene, også foreta gravimetermålinger. Dessverre fikk han liten anledning til å være med helikoptrene, og han fulgte derfor med «Signalhorn» i tiden 4.–15. august, og fikk på den måten gjennomført en serie målinger langs nordkysten av Vestspitsbergen. Likeledes fikk han tatt en rekke bestemmelser under en snøscootertur på Vestfonna.

Geologparti 1. – Leder HARALD MAJOR med assistenter ARILD HEM og DAGFINN VALLE. Partiet foretok geologiske undersøkelser, blant annet i Grøndalen og Berzeliusdalen, ved Forlandsundet og Billefjorden.

For Bergverkskontoret ble forberedende åpningsarbeider ved Gruve VII befart, og likeledes for kullskapets Gruve VI, foruten at det ble foretatt en generell befaring av selskapets Gruve III.

Major deltok også som Instituttets representant ved utmålsforretninger hos Bergmesteren (avsluttet 21. august).

Geologparti 2. – Leder THORE WINSNES med assistenter ARNOLDUS S. BLIX og CHRISTIAN KELLER. Etter landsetning i Van Keulenfjorden ble partiet fløyet inn til Doktorbreen av svenske helikoptre. Et transportnett med blant annet ny snø-scooter og ny slede ble herunder mistet i sjøen og sank. Sysselmannen ordnet med ski og leie av scooter i Longyearbyen, og dette ble da fløyet direkte til leiren.

Geologisk kartlegging ble foretatt i et område på ca. 800 km², begrenset i sør og vest av Danzigdalen – Liestølbreen, i nord av Van Mijenfjorden – Paulabreen og østover til 17°30'Ø. Avsluttet 21. august.

Det ble daglig sendt 2 eller 3 værobservasjoner via Isfjord Radio av hensyn til flyfotograferingen. Værforholdene var stort sett dårlige med meget tåke i høyere-liggende strøk.

Geologparti 3. – Leder KRZYSZTOF BIRKENMAJER (polsk) med assistenter GUNNAR NIELSEN og HANS CHRISTIAN OLSEN. Også dette partiet ble satt ut med helikoptre fra Van Keulenfjorden. Arbeidet foregikk i tilslutning til Winsnes videre sørover i Torell Land mot Hornsund, og et område på ca. 400 km² ble geologisk kartlagt. Det ble også samlet en del prøver for radiokarbon datering og paleomagnetiske bestemmelser. En rekke funnpunkter ble avmerket.

Geologparti 4 og 5. – BOYE FLOOD med assistenter HENRIK HEUER og HELGE IRGENS HØEG, samt dr. BAHNGRELL W. BROWN (amerikansk geokjemiker) med assistenter WILLY INGEBRETSEN og ASBJØRN SÆBØE arbeidet sammen innen Hecla Hoek-formasjonen i forskjellige områder – ved Kapp Linné, nordsiden av Bellsund og videre et stykke nordover langs kysten, ved Kapp Borthen og begge sider av Hornsund. Hensikten var hovedsakelig å prøve kombinerte geologisk-geokjemiske undersøkelser under de spesielle forhold som hersker på Svalbard. Det ble også utført en del mindre kartleggingsarbeider.

Geologparti 6. – AUDUN HJELLE med assistentene SIGVART BJERKENES og KJELL ODD FOSS utførte geologisk kartlegging på Amsterdamøya og Danskøya, og sendte hver natt værobservasjoner til bruk ved flykartleggingen. Observasjoner for arkeologpartiet ble også foretatt.

Geologparti 7. – Dr. YOSHIHIDE OHTA (japansk) med assistentene AMUND FOUIGNER og TRULS ERIK JOHNSRUD utførte geologisk kartlegging av området øst for Smeerenburgfjorden. Som geologparti 6, gjorde også dette partiet observasjoner for arkeologene. De første 14 dagene arbeidet geologpartiene 6 og 7 sammen.

Geologparti 8. – EINAR TVETEN med assistentene OLA BRATTELI og BJARNE FOSSØY arbeidet på Mitrahalvøya med geologiske feltundersøkelser i forbindelse med sin hovedfagsoppgave. Det ble også samlet en del materiale for A. NEILSON's botanikerparti.

Geofysikerparti 1. – Glasiolog OLAV LIESTØL med assistenter JAN OTTO LARSEN og KNUT LIE HANSEN startet opp et helårsprogram for undersøkelse av material-husholdningen på Brøggerbreen ved Ny-Ålesund. De videre målinger vil bli foretatt av en av overvintrerne ved den midlertidige geofysiske stasjon i Ny-Ålesund. Forøvrig fortsatte partiet de rutinemessige målinger på Finsterwalderbreen i Van Keulenfjorden og foretok nymåling av Nathorstbrens front. Arbeidet ble avsluttet 13. august. LIESTØL reiste hjem via Svartisen for befarung av tappe-tunnellen ved Bresjøen.

Geofysikerparti 2. – Meteorolog VIDAR HISDAL foretok i Ny-Ålesund en videreføring av sine tidligere undersøkelser av den kortbølgete strålings spektralfor-deiling på høye breddegrader. Det ble til 13. august utført 90 måleserier med et forbedret utstyr, noe som betyr et verdifullt tillegg til det materiale som allerede foreligger. Isforsker TORGNY VINJE foretok samme sted blant annet undersøkelser av strålingsbalansen og av temperaturer i jordsmonnet. På grunn av spesielle om-stendigheter måtte han avslutte 31. juli, men ved at HISDAL påtok seg tilsyn av instrumentene ble det allikevel oppnådd en måneds registreringer, som ansees til-strekkelig for sammenlikninger med observasjoner fra andre steder.

Botanikerparti. – ALASDAIR H. NEILSON med assistentene MARTIN TAKSDAL og TROND HARSTAD foretok botaniske undersøkelser, vesentlig på Nordaustlandet mellom Hinlopenstretet og Rijpfjorden. Partiet var først stasjonert i den svenske basen og fikk en del helikopterstøtte til forflytninger innen arbeidsområdet. Senere tok det seg frem til Rijpfjorden med dory, men måtte ved avslutningen hentes tilbake med helikopter p.g.a. isforholdene.

Et kombinert *Arkeologisk/Marinbiologisk parti* var etablert i samarbeid med STIG SKRESLET, Oslo Undervannsklubb, og Norsk Polarinstitutt med direktør SVEIN MOLAUG, Norsk Sjøfartsmuseum, som rådgiver og deltager i felt.

SVEIN MOLAUG, samt froskemennene TERJE OLSEN og BJØRN HJORTH-JOHANSEN undersøkte minner fra hvalfangertiden i området ved Sørgattet. De to froskemenn lette særlig etter vrak som man ifølge gamle beretninger skulle vente å finne her, dog uten resultat. Derimot fikk man godt utbytte av arbeidet på land ved til dels nye funn av tranovner og gjenstander av kulturhistorisk interesse.

STIG SKRESLET med assistentene OLE KAARBY og FINN AAREFJORD samarbeidet til dels med arkeologpartiet ut fra samme leir i Bjørnehamna. Også dette partiet hadde froskemanssutstyr, og foretok ved hjelp av dette marinbiologiske under-søkelser i Sørgattet og spesielt Danskegattet, som er av særlig interesse fordi det er halvt lukket ved terskler i begge ender. I forbindelse med 149 dykninger ble

foretatt fysiologiske undersøkelser. Maksimumstemperaturen i vannet var 6,5°C (en dag), mens 96 av dykkingene ble foretatt i temperaturer under 3°C.

De to samarbeidende partier hadde p.g.a. sine spesielle behov også støtte fra firmaer og andre institusjoner.

Biologparti. – THOR LARSEN ledet et parti for merking og undersøkelser av isbjørn ved innfangning med bedøvende midler, samt utprøving av metodene i denne forbindelse. Sammen med dr. VAGN FLYGER, University of Maryland, ASBJØRN TEVIK; Veterinærinstituttet i Oslo, og assistent ELДАР WRÅNES arbeidet han først i nordporten av Hinlopenstretet fra «Nordsyssel» og senere «Signalhorn», men med negativt resultat tross speiding etter bjørn også av helikopterbesetningen fra basen i Kinnvika. Den 2. august dro partiet mot Kong Karls Land med «Nordsyssel», denne gang uten TEVIK, som måtte reise hjem, mens professor ALBERT W. ERICKSSON, University of Minnesota hadde sluttet seg til. Øygruppen ble ikke nådd p.g.a. dravis, men fire bjørn ble fanget, undersøkt og merket uten at noen ble skadet. Arbeidet ble avsluttet med et tolv dagers opphold i leir ved Zieglerøya i Tjuvfjorden uten spor av bjørn, og partiet ble hentet av «Signalhorn» 19. august.

Ornitologparti. – MAGNAR NORDERHAUG deltok med ovenstående parti i august, og med WRÅNES som assistent tok han seg av ornitologiske undersøkelser. Det ble foretatt observasjoner for sammenlikning med forholdene på Vestspitsbergen, herunder også tellinger. Bl. a. viste tellinger av ærfugl i området fra Zieglerøyane og innover til bunnen av Tjuvfjorden et antall på 4 600 individer. Det ble også utført endel botanisering.

Flyfotografering. – Etter oppdrag av Norsk Polarinstitutt ble det av Institut Géographique National, Paris, foretatt vertikalfotografering på Svalbard i tiden 17. juli–22. august fra base på Bardufoss flyplass. Polarinstituttet var representert ved, alternativt, HAAKON HILL og KÅRE BRATLIEN i basen, og endel av dets partier i felten på Svalbard sendte værrapporter via Isfjord Radio og Vervarslinga for Nord-Norge for supplering av den ordinære meldetjenesten.

Det ble fløyet fem turer, hvorav to ble mislykket p.g.a. værendringer utover dagen. Resultatet ble fotografering av et område på ca. 18 500 km² brutto. Sammen med tidligere vertikalfotografering dekker det omtrent hele Vestspitsbergen, eller ca. halvdel av Svalbards landområde.

Andre norske ekspedisjoner til Svalbard

Norsk Polar Navigasjon A/S fortsatte oljeundersøkelsen ved Grønfjorden ved boring med lett utstyr, og foretok ved hjelp av geologer fra Cambridge ekspedisjonen geologiske undersøkelser i Hornsundområdet og på sørøstkysten mot Storfjorden. Det var 12–15 deltakere med ingeniør IVAR YTRELAND og oberstløytnant GUNNAR SVERRE PEDERSEN som ledere.

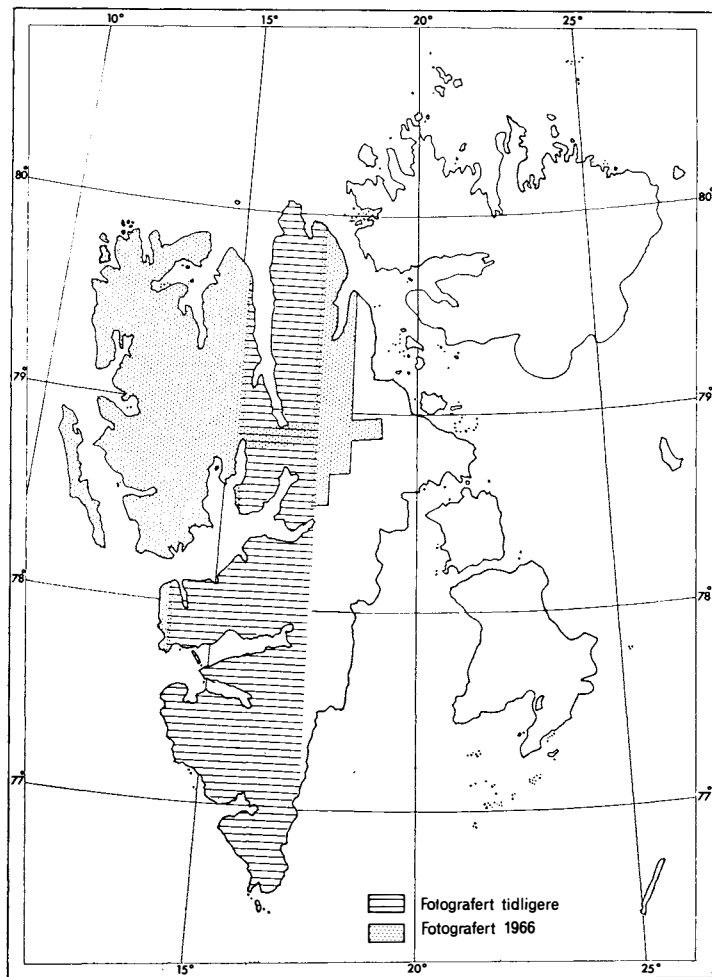


Fig. 2. Kartet viser det området som er vertikalfotografert.

Utenlandske ekspedisjoner til Svalbard

American Overseas Petroleum Ltd. fortsatte oljeboringen ved Blåhuken til mars med 31 mann. På dette tidspunkt sendte selskapet ut en meddelelse om at hullet kun hadde vist økonomisk uinteressante forekomster av gass, men ingen olje, og boringen ble stoppet. Hullet hadde da nådd et dyp på ca. 3 500 m. Folkene ble sendt hjem, og boreutstyret ble hentet senere.

Sovjetisk geologisk ekspedisjon med 16 deltakere arbeidet i områdene Woodfjorden, Wijdefjorden, Agardhdalen og Reindalen.

Sovjetisk glasiologisk ekspedisjon fra Geografisk Institutt, Moskva, arbeidet i to partier med tilsammen 5 deltakere. De arbeidet henholdsvis i områdene Van Keulenfjorden, Longyearbyen, Ny-Ålesund og Nordaustlandet samt Nörden-skiöldbreen, Isachsenfonna og Fjortende Julibreen.

Cambridge Spitsbergen Expedition 1966 omfattet 6 deltakere med KENNETH HOWELLS som leder. De foretok geologiske og geofysiske undersøkelser på vestkysten. Ut på sommeren kom en ny gruppe opp for å gjøre undersøkelser for Norsk Polar Navigasjon A/S.

Fransk ekspedisjon fra Centre National de la Recherche Scientifique, med professor JEAN CORBEL som leder hadde 36 deltakere. De arbeidet med kvartærgeologi, glasiologi og botanikk fra sin stasjon ved Ny-Ålesund.

Stockholms Universitets Svalbardexpedition 1966, utsendt fra Naturgeografiska Institutionen, med docent VALTER SCHYTT som leder, omfattet i alt 28 deltakere inklusive flybesetninger for tre helikoptre. Det ble foretatt kvartærgeologiske og glasiologiske undersøkelser, vesentlig på Nordaustlandet og Kong Karls Land ut fra hovedbasen i Kinnvika. Ekspedisjonen samarbeidet med Norsk Polarinstitutt ekspedisjon.

Svensk ekspedisjon med 6 deltakere og stud. fil. BJØRN EHRENROTH som leder gjorde undersøkelser i biologi, geologi og botanikk i områdene omkring Adventfjorden, Sassenfjorden og Agardhbukta.

Svensk ekspedisjon med 6 deltakere og teknolog PETER JACOBSEN som leder drev geologiske og biologiske undersøkelser i områdene rundt Adventfjorden og Ny-Ålesund.

Finsk ekspedisjon med 6 deltakere og professor BIRGER OHLSON som leder foretok botaniske undersøkelser ved Isfjord Radio og ved Ny-Ålesund.

Finsk ekspedisjon på 3 mann ledet av fil. lis. T. VARTIAINEN arbeidet med biologiske undersøkelser omkring Longyearbyen.

Hertil kommer en rekke større og mindre ekspedisjoner for film- og fjernsynsopptak, samt for fjellklatring. Ialt ble det registrert 33 ekspedisjoner.

Antarktis

Bouvetøya

THORE S. WINSNES var norsk representant ved sørafrikansk ekspedisjon med 11 vitenskapelige deltakere, og med marinekaptein B. HAGERTY som leder. Man hadde til disposisjon to fartøyer, jageren SAN «Natal» med utrustning for sjøkartlegging, og forskningsskipet «R. S. A.» med to Wasp turbinhelikoptre.

Ekspedisjonens hovedformål var å undersøke mulighetene for opprettelse av en permanent meteorologisk stasjon på øya. I tillegg ble det foretatt sjøkartlegging, topografiske målinger, endel luftfotografering, samt geologiske, glasiologiske og biologiske undersøkelser.

Dronning Maud Land

Sommersesongen 1965–66 deltok cand. mag. OLAV ØRHEIM i den amerikanske «South Pole – Queen Maud Land Traverse II» som startet på «Utilgjengelig-
hetens pol» og nådde frem til Plateau Station. ØRHEIM skulle først og fremst
studere skavlenes form og dannelse. Ekspedisjonen ble avsluttet 16. februar 1966,
og ØRHEIM var tilbake i Oslo mars 1966.

Sesongen 1966–67 deltar ØRHEIM i den amerikanske ekspedisjon til Plateau
Station. Han reiste fra Oslo 9. november 1966, og skal fortsette sine studier i
Antarktis.

Utenlandske overvintringsekspedisjoner

En ny stasjon – den amerikanske Plateau Station – ble åpnet i januar, og den
japanske stasjonen – Syowa – ble utvidet og gjenåpnet i februar etter å ha stått
ubemannet i fire år.

Følgende fem overvintringsstasjoner var i drift med til dels utvidet forsknings-
program om sommeren:

SANAE	70°19' S	2°22' V	15	Sør-Afrika
Novolazarevskaja	70°46' »	11°50' Ø	14	SSSR
Roi Baudouin.....	70°26' »	24°19' »	} 12	Belgia
				6
Syowa	69°00' »	39°35' »	18	Japan
Plateau Station	79°15' »	40°30' »		USA

Breundersøkelser i Norge

Se artikkel om «Bremålinger i Norge i 1966», s. 132.

Bearbeidelse av materiale fra Svalbard*Hydrografisk avdeling*

KAARE Z. LUNDQUIST foretok endel kartredaksjon, forberedende arbeider for
sommerens målinger med HI-FIX-systemet og bearbeidelse av materiale fra
tidligere opplodding.

HELGE HORNBÆK utførte montasjearbeider m. v. i forbindelse med ny utgave
av sjøkart 503; videre beregnet han og konstruerte måleoriginaler for sommerens
opplodding. Siste års middelvannstand i Longyearbyen ble beregnet på grunnlag
av de kontinuerlige registreringer der. Tidevannsobservasjoner fra Murchison-
fjorden ble gjennomgått.

Topografisk-geodetisk avdeling

Det ble konstruert på fire kartplater i målestokk 1:50 000 som utgitt i 1:100 000
vil danne kartbladene Braganzavågen og Kvalvågen. Arbeidet med kartet Svalbard

1:1 000 000 fortsatte. Diverse foreløpige navnekart i målestokk 1:100 000 ble gjort ferdige. Bearbeidelsen av sommerens målinger ble påbegynt.

Kartet Svalbard og Jan Mayen i 1:2 000 000 kom ut i nytt opplag, og seks kartblad i konstruksjonsmålestokken 1:50 000 kom i ny utgave.

Geologisk avdeling

HARALD MAJOR arbeidet spesielt for myndighetene og Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S, idet flere spørsmål vedrørende Longyear gruvene 3, 6 og 7 ble tatt opp igjen og revurdert etter de nyeste opplysninger. Forøvrig utførte han alminnelig geologisk kontorarbeid.

THORE S. WINSNES fortsatte bearbeidelsen av materiale samlet på Nordaustlandet, samt utarbeidelsen av kart og stratigrafi i denne forbindelse. I februar-mars deltok han i en Sør-Afrikansk ekspedisjon til Bouvetøya, og etter hjemkomsten laget han et kart over øya basert på radarbilder fra 1958, samt på målinger og fotografier fra siste ekspedisjon. Til Årbok 1965 skrev han artikkelen: Besøk på Bouvetøya i 1958 og 1966.

AUDUN HJELLE arbeidet før ekspedisjonen vesentlig med mikroskopering og andre undersøkelser av granittiske bergarter, bl. a. alkalianalyser med instituttets flammefotometer. I samarbeid med Matematisk Institutt ble utarbeidet program for beregning av kjemiske analyser ut fra modalanalyser. Under HJELLES ledelse utførte Ø. FÆSTØ 63 modalanalyser, vesentlig av gneiser, meta-supracrustale og granittiske bergarter, og disse viste god overensstemmelse med tidligere analyser. Etter ekspedisjonen arbeidet HJELLE med tilrettelegning av stoff til fellesarbeidet om den nordlige og sentrale delen av Nordaustlandet. Innsamlet materiale fra Vestspitsbergen ble bearbeidet med henblikk på gneisens forskjellige mineralparageneser. Forøvrig skrev han en artikkel som ble trykt i Årbok 1965.

BOYE FLOOD fortsatte bearbeidelsen av materialet fra Nordaustlandet ved litteraturstudier, mikroskopering, tegning av manuskriptkart, etc. Det ble gjort forarbeider til den kombinerte geologisk-geokjemiske undersøkelse i felten 1966. Arbeidet med en ny geologisk typesamling for Svalbard ble påbegynt.

JENÖ NAGY bearbeidet fossilmateriale av ammonittfauna fra lagrekken Albien i sørlige del av Vestspitsbergen, og utarbeidet en foreløpig beskrivelse og diskusjon av stratigrafiske forhold. I denne sammenheng hadde han en måneds opphold i London for å studere ammonittene fra Albien i England, bl. a. samlingene i British Museum (Natural History) og i Geological Survey and Museum. Videre har han deltatt i behandlingen av forskjellige spørsmål i forbindelse med utmål basert på geologiske indikasjoner på olje, og utarbeidet geologiske kart for dette formål.

THOR SIGGERUD arbeidet med materiale fra Nordaustlandet i forbindelse med trykningen av et geologisk oversiktskart i 1:250 000.

WILLY INGEBRETSEN har vesentlig fremstillet geologiske preparater og foretatt laboratorieeksperimenter i forbindelse med geokjemiske prøver.

NATASCHA HEINTZ skrev en artikkel om stratigrafien i Devonavleiringene på Svalbard for Årbok 1965 sammen med 2 andre forfattere.

Geofysisk avdeling

OLAV LIESTØL har fortsatt bearbeidelsen av innsamlet glasiologisk materiale fra Svalbard og Norge. Til hjelp ved bearbeidelsen, spesielt for Hardangerjøkulens vedkommende, har vært engasjert den kanadiske studenten BEATRICE TAYLOR i siste halvår. Man fikk inn måleresultater fra faste observatører ved 14 breer i Norge. Med unntagelse av Bondhusbreen viser alle breer tilbakegang. To artikler, en om bremåling i Norge i 1965 og en om permafrost i Gudbrandsdalen ble skrevet for Årbok 1965.

OLAV ORHEIM har med støtte fra Norsk Polarinstituttt arbeidet ved instituttet med sin hovedfagsoppgave, som består i en undersøkelse av Suphellebreen i Fjærland.

VIDAR HISDAL fullførte utarbeidelsen av en metode for analyse av tidevannsobservasjoner tatt med ulike tidsavstander, og anvendte metoden på to observasjonsserier fra Svalbard. Arbeidet vil bli publisert i International Hydrographic Review. Såvidt vites er det første gang en slik analyse med varierende tidsintervaller er gjennomført, og det har heller ikke vært praktisk gjennomførlig uten elektroniske maskiner. En beskrivelse av været på Svalbard i 1965 ble utarbeidet for Årbok 1965.

TORGNY VINJE har arbeidet med organisering av israpporteringstjenesten, som etter hvert har forandret karakter, idet den nu hovedsakelig er basert på observasjoner fra fly og fra de faste meteorologiske ishavsstasjonene. Spesielt må fremheves det utmerkete samarbeid med Det norske flyvåpen i forbindelse med isrekognosering (og isbjørnobservasjoner).

Biologisk arbeid

MAGNAR NORDERHAUG arbeidet som stipendiat ved instituttet. Han gjorde ferdig bearbeidelsen av alkekongematerialet, innsamlet på Svalbard 1962–65. I samarbeid med cand. mag. THOR LARSEN og cand. mag. NILS ARE ØRITSLAND ble planene for det biologiske helårsprosjekt på Svalbard 1968/69 bearbeidet. Arbeidet med en Polarhåndbok om «Svalbards fugler» ble påbegynt, og en oversikt over ringmerkingsvirksomheten på Svalbard 1962–65 ble utarbeidet for Årbok 1965. Sammen med NATASCHA HEINTZ publiserte han samme sted en artikkel om iakttagelser over dyrelivet på Svalbard i 1965.

Bearbeidelse av materiale fra Antarktis

Kartarbeider

Det ble foretatt konstruksjons- og korrekturarbeider på diverse kartblad i Dronning Maud Land. To kartblad – J5 Mühlig-Hofmannfjella Nord og K5 Filchnerfjella Nord – i kartserien Dronning Maud Land 1:250 000 ble trykt.

Meteorologi

VIDAR HISDAL fortsatte undersøkelsen av vindens daglige variasjon på is-shelfen i Antarktis. De meteorologiske stasjoner ombord på de norske hvalkokeriene ble som vanlig inspisert i løpet av høsten og utstyret ble komplettert.

TORGNY VINJE har påbegynt manuskriptet for bearbeidelsen av materialet fra tårnet på Norway Station etter at den elektroniske databehandlingen av dette er ferdig.

Cand. mag. BJØRN GEIRR HARSSON har på det nærmeste fullført sin hovedfagsoppgave bygget på radiosondematerialet fra Norway Station.

Biblioteket

I årets løp er innkjøpt bøker for kr. 2 000, mens 32 bøker er mottatt som gave eller bytte. Ca. 1250 bøker og hefter av skriftserier og tidsskrifter er kommet inn over regulære bytteforbindelser, og videre er mottatt ca. 350 småskrifter. Til innbinding og reparasjon av gamle bøker er brukt kr. 1 200.

Katalogiseringen etter UDC-systemet fortsatte. Kartsamlingen vokser raskt, men mangelen på bibliotekpersonale har ført til at man foreløpig bare har kunnet foreta grovsortering.

Biblioteket har hatt et jevnt besøk, også av utlendinger.

Konsulent- og informasjonstjeneste

Denne tjenesten har fortsatt på samme måte som før, spredt på forskjellige medarbeidere og til hinder for deres egne fagarbeider, og for instituttet var det derfor en meget utilfredsstillende ordning. Instituttet fikk i 1966 en ny stilling for en sekretær som blant annet skulle overta endel av denne virksomheten. Der meldte seg imidlertid ikke søkere som fylte alle de krav man satte til stillingen, og senere ble den inndratt til fordel for nyordning av administrasjonen fra 1967.

Angående de enkeltes virksomhet innen denne sektor henvises til rapporten for 1965.

NATASCHA HEINTZ arbeidet med Årbok 1965, gjennomgikk løpende russisk litteratur og foretok oversettelser fra og til russisk.

Forelesnings- og foredragsvirksomhet

TORE GJELSVIK holdt foredraget: «Et kontinent blir utforsket» på Geografisk Selskabs 2. høstmøte i Universitetets aula i anledning av 10-årsjubileet for det omfattende internasjonale samarbeidet i Antarktis. På samme møte holdt OLAV ORHEIM foredrag om sin deltakelse i USA's Queen Maud Land Traverse.

OLAV LIESTØL foreleste i glasiologi ved universitetene i Oslo og Bergen, holdt foredrag i Geografisk Selskab om «Breer og klima», samt i Kringkastingen om «Isen i Polhavet» og «Istidsteorier».

TORGNY VINJE deltok med et foredrag om varmetransport ved Symposium on Polar Meteorology i Genève 5.–9. september.

På det VII. nordiske geologiske vintermøte i Åbo, 7.–9. januar holdt fire av instituttets geologer foredrag, nemlig TORE GJELSVIK, HARALD MAJOR, THOR SIGGERUD og BOYE FLOOD; foredrag ble også holdt av konsulenten, cand. real. NATASCHA HEINTZ.

Videre holdt NATASCHA HEINTZ våren 1966 forelesninger i vertebratpaleontologi, og høsten 1966 i generell paleontologi for zoologer, begge serier ved Universitetet i Oslo.

Reiser, kongress-, møte- og kursvirksomhet

TORE GJELSVIK deltok 27. januar–4. februar i et symposium ved University of California Conference Center, Lake Arrowhead, invitert av National Science Foundation og Rand Corporation. Fra 12.–28. mai besøkte han de russiske polarinstitutter i Leningrad og Moskva etter invitasjon fra det sovjetiske vitenskapsakademi.

Ved SCAR's årsmøte i Santiago 20.–24. september var TORE GJELSVIK delegat og dr. BIRGER RASMUSSEN fra Fiskeridirektoratet rådgiver. GJELSVIK foretok deretter en ukes studiereise til malmforekomster i Chile og Peru. – Ved oseanografisk symposium for SCAR-møtet deltok professor HÅKON MOSBY, Bergen Universitet, og dr. B. RASMUSSEN. Prof. MOSBY fungerte som vitenskapelig sekretær for symposiet.

TORE GJELSVIK, HARALD MAJOR, THORE S. WINSNES, THOR SIGGERUD, AUDUN HJELLE og BOYE FLOOD deltok i VII. nordiske geologiske vintermøte i Åbo 7.–9. januar. GJELSVIK og SIGGERUD deltok deretter i det nordiske geofysiske møte i Stockholm 11.–13. januar.

VIDAR HISDAL og TORGNY VINJE deltok i Symposium on Polar Meteorology i Genève 5.–9. september. HISDAL deltok også i møte holdt av SCAR Working Group on Meteorology samme sted.

JENÖ NAGY hadde en måneds opphold i London for studier ved British Museum og Geological Survey and Museum.

Publikasjoner

Skrifter:

- Nr. 136 – ERIK WISHMAN: A comparison between the general circulation over the Svalbard area and the weather conditions at Isfjord Radio.
 Nr. 137 – R. A. GAYER, D. G. GEE, W. B. HARLAND, J. A. MILLER, H. R. SPALL, R. H. WALLIS, T. S. WINSNES: Radiometric age determinations on rocks from Spitsbergen.
 (Nr. 138 – under forberedelse.)
 Nr. 139 – HELGE KLEIVAN: The eskimos of northeast Labrador. A history of Eskimo – White relations 1771–1955.
 Nr. 140 – RODNEY A. GAYER and ROGER H. WALLIS: The petrology of the Harkerbreen group of the Lower Hecla Hoek of Ny Friesland and Olav V Land, Spitsbergen.

Årbok: Årbok 1964. Årbok 1965.

Kart: J5 Mühlig Hofmannfjella Nord, 1:250 000. K5 Filchnerfjella Nord, 1:250 000.

Instituttets medarbeidere har utenom instituttets serier publisert:

OLAV LIESTØL: Bidrag til arbeid om glasio-hydrologiske undersøkelser i Norge 1965. Årsrapport fra brekontoret, Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen.

NATASCHA HEINTZ i NATASCHA HEINTZ og ANATOL HEINTZ: Menneskets avstamning. J. W. Cappelens Forlag.

SØREN RICHTER: Geographical Exploration – The Norway Yearbook 1967. Peter Tessem – Norsk biografisk leksikon. 1967.

The activities of Norsk Polarinstitut in 1966

Extract of the annual report

BY
TORE GJELSVIK

Staff

The staff of the institute in 1966 increased from 29 to 31. In addition, 8 persons were employed on short-term contracts. During the year geodesist EINAR SKIRDAL and cand. real. NATASCHA HEINTZ resigned. Civil engineer DAG NORBERG was appointed topographer.

Visiting scientists: Professor Dr. S. SIEDLECKI, Polish Academy of Sciences, and Mrs. A. SIEDLECKA.

Field activity in Svalbard

The field activity in Svalbard, lasting from early July to the end of August, was one of the greatest in the history of the institute. Sixty-one men and two ships with a crew of 40 took part in the expedition. In addition, Institut Géographique National, Paris, was contracted for carrying out aerial photography of Vestspitsbergen. According to agreement, a field co-operation between an expedition from Naturgeografiska Institutionen, Stockholm University, and the expedition from Norsk Polarinstitut was established, whereby the former provided helicopter service in exchange for maritime transportation service.

Weather conditions in July were fairly good, but ice conditions delayed the work of the parties in the north-east. In August, the weather was very bad in the north-east, but fair in the south-west part. Ice conditions on the west coast and in the Storfjorden area were good during the season.

Hydrography

K.N.M.'s M/S «Andenes» with K. Z. LUNDQUIST, K. O. PETERSEN and E. NETELAND surveyed an area of 1,700 nautical sq. miles in the Storfjorden area from July 24 to August 20. Approx. 3,000 nautical miles of echograms were obtained.

H. HORNBEK, using the small hydrographical surveying-boat «Svalis», surveyed the northern part of Forlandsundet from Sarstangen to Kvadehuken.

Topography-Geodesy

D. NORBERG and T. SOMA carried out triangulation and tellurometer measurements in the northern and eastern parts of Ny Friesland and the western part of Nordaustlandet. The parties were based in the Swedish Station at Kinnvika, Murchisonfjorden, and were given helicopter service by the expedition of Naturgeografiske Institutionen, Stockholm. Unfortunately, this service was not offered to the anticipated extent in the clear weather period of July, and in August the weather to a great extent prevented topographical work. Accordingly the parties did not succeed in concluding the survey of the area.

Geology

H. MAJOR investigated coal deposits in Adventdalen and surveyed the Tertiary formation in the western part of Nordenskiöld Land.

TH. S. WINSNES, using snowscooter for transport, surveyed an area of 800 sq.km in the central parts of Nathorst Land.

K. BIRKENMAJER (Poland), also supplied with snowscooter, worked to the south of WINSNES in Torell Land. He carried out geological mapping and special investigations of an area of 400 sq. km.

B. FLOOD and B. W. BROWN (USA) carried out geological and geochemical investigations in Hecla Hoek rocks in the following areas: Kapp Linné, north side of Bellsund, and outer part of Hornsund.

A. HJELLE and Y. OHTA (Japan) made geological mapping and petrographical investigations in the north-western part of Albert I Land.

E. TVETEN took up a detailed study of the crystalline schists of the Kapp Mitra peninsula in the southern part of Albert I Land.

Geophysics

O. LIESTØL started glaciological investigations of Brøggerbreen near Ny-Ålesund, which is part of the programme of a permanent Norwegian scientific station planned in this old coalmining town. In addition, he continued the glaciological programme of Finsterwalderbreen in Van Keulenfjorden.

V. HISDAL continued an investigation started in 1964 of the spectral distribution of the short-wave radiation at Ny-Ålesund, using new improved equipment.

T. VINJE measured the different components of the radiation balance and the temperature of the soil.

R. O. ALLEN (University of Wisconsin, USA) carried out a series of gravity measurements on the north coast of Vestspitsbergen and of Nordaustlandet, in part using helicopter, in part ship transportation. He also carried out gravity measurements of the Vestfonna ice cap on a snowscooter round trip. The data he obtained agreed roughly with the Swedish seismic depths from 1957.

Biology

A. H. NEILSON (UK) undertook, with logistic support of the Swedish helicopters, a botanical survey of Nordaustlandet, mainly to the west of Murchisonfjorden and between Duvefjorden and Rijpfjorden.

TH. LARSEN accompanied by V. FLYGER (University of Maryland, USA) and A. TEVIK (State Veterinary Laboratory, Oslo) and using «Signalhorn», in part also helicopter, searched for polar bears north of Spitsbergen in order to try out new methods for live trapping. Unfortunately, no bears were found in this area. Later, in August, the group went to the waters east of Edgeøya in «Nordsyssel». In two days 4 bears were caught, investigated for various physiological purposes and tagged. During this trip, A. W. ERICKSSON (University of Minnesota, USA) took a very active part. At the end of the trip, the party stayed at Zieglerøya in Tjuvfjorden, however, without observing any polar bears. The experience gained during the season proved that an ice-going vessel was a daily necessity for operations of this kind.

M. NORDERHAUG, also taking part in the latter part of the polar bear project, carried out ornithological investigations, including counting of eider ducks (*Somateria mollissima*).

Aerial photography

On contract, Institut Géographique National, Paris, carried out vertical aerial photography of 18,500 sq. km in the northern part of Vestspitsbergen. Only 3 days of the operation time, from July 17 to August 22, were clear enough for photographic operations. The plane was based at the airfield of Bardufoss, North-Norway.

Other Norwegian expeditions to Svalbard

Norsk Polar Navigasjon A/S continued oil investigations in the Grønfjorden area by drilling with light equipment. On contract some geologists from the Cambridge Spitsbergen Expedition undertook geological investigations in the Hornsund area for the company.

Foreign expeditions

Thirty-one foreign expeditions visited Svalbard in 1966. The majority was climbing expeditions, film or TV expeditions. Scientific activity was carried out by the following ones:

American Overseas Petroleum Ltd. continued the drilling of a deep hole at Blåhuken until early March when the work was called off. The hole, bottoming at approx. 3,500 metres, was dry.

Stockholm University Svalbard Expedition 1966, 28 members, carried out Pleistocene geology and glaciological investigations in the northeastern and eastern parts of Spitsbergen.

Two smaller Swedish expeditions carried out biological and geological investigations in the central part of Vestspitsbergen.

Cambridge Spitsbergen Expedition, 6 members, carried out geological and geophysical investigations in the northern part of the west coast of Spitsbergen. Later in the summer another group came up to make geological investigations in the Hornsund area.

A French expedition from Centre National de la Recherche Scientifique, 36

members, stationed at Ny-Ålesund, worked in the fields of Pleistocene geology, glaciology and botany.

Two Finnish expedition, 6 and 3 members respectively, carried out biological, mainly botanical, investigations in central Vestspitsbergen.

Expeditions to Antarctica

TH. S. WINSNES took part in a South-African expedition to Bouvetøya, consisting of 11 scientific members. The purpose was to investigate the possibilities for erection of a permanent meteorological station on the island. WINSNES advised the South-African expedition on glaciological problems and made geological observations.

O. ORHEIM took part in the US South Pole Queen Maud Land Traverse II, which started from the "Pole of Inaccessibility" (82°07'S, 55°06'E) and stopped at 79°15'S, 40°30'E, at which place a provisional base, "Plateau Station", had been erected. ORHEIM made meteorological observations and studied the formations of sastrugi. He returned to Oslo in March, 1966, but went down again to the "Plateau Station" for glaciological studies in November.

Glaciological studies in Norway

O. LIESTØL continued mass balance measurements of Storbreen and Hardangerjøkulen, which in the balance year 1965/66 showed, respectively, a negative balance of 61 and 64 gr/cm².

B. TAYLOR participated in glaciological field work on Hardangerjøkulen.

Ice front variations of 10 glaciers have been measured. All except Båndhusbreen, Briksdalsbreen and Engabreen are in retreat.

Preparation of data from Svalbard

Hydrography

The work on a new chart covering the northwestern corner of Vestspitsbergen was finished and the manuscript sent to the printing office.

Topography

Construction of four plates in the scale of 1:50,000 for the maps Braganzavågen and Kvalvågen was started, and the work on the map Svalbard 1:1 mill. continued. Several preliminary maps for naming purposes (1:100,000) were completed. Calculations of the observations from the 1966 survey of northern Ny Friesland and the western part of Nordaustlandet were initiated.

Geology

H. MAJOR prepared reports on coal problems for the mines in the neighbourhood of Longyearbyen and continued his studies of coal petrology. At the Nordic geological winter meeting at Åbo, Finland, 1966, he gave a talk on the 1:100,000 geological map of Adventdalen.

TH. S. WINSNES, A. HJELLE, and B. FLOOD, with TH. SIGGERUD as co-ordinator, continued the preparations of the 1965 geological survey of Nordaustlandet. At the Nordic geological winter meeting at Åbo, Finland, SIGGERUD, FLOOD, and WINSNES reported on some of the results of the Nordaustlandet survey. WINSNES in addition prepared a new topographical map of Bouvetøya, based on radar pictures from 1958 and measurements and photographs from the 1966 expedition. He also reported on his visits to Bouvetøya in 1958 and 1966 in the Årbok 1965.

A. HJELLE continued his mineralogical and geochemical studies of the granites of Svalbard. For the Årbok 1965, he wrote a paper: The composition of some granitic rocks from Svalbard.

B. FLOOD made preparations for a combined geological geochemical investigation in Svalbard 1966.

J. NAGY prepared fossil samples of Cretaceous ammonites from the southern part of Vestspitsbergen and produced a preliminary description on the stratigraphy. He also prepared maps and reports in connection with oil claims in Vestspitsbergen.

N. HEINTZ was co-author of a paper on new unit terms for the Devonian of Spitsbergen, which appeared in the Årbok 1965.

Geophysics

O. LIESTØL prepared glaciological data from Finsterwalderbreen in Vestspitsbergen.

V. HISDAL finished his work on a new method for analysis of tide observations made at different times, and used this method for two observation series from Svalbard. Weather observations from Svalbard 1965 were published in the Årbok of the same year.

T. VINJE organized the sea ice observations which now are mostly dependent on observations from planes and the meteorological stations in the Svalbard area.

Biology

M. NORDERHAUG prepared his Little Auk (*Plautus alle*) material collected in Spitsbergen 1962–1965. In co-operation with TH. LARSEN and N. A. ØRITSLAND he also worked on the plans for the all-year biology project to take place in Svalbard 1968–1969. He published a survey on the bird tagging activity in Spitsbergen 1962–1965 in the Årbok 1965. Together with N. HEINTZ he also published a paper in the same issue on observations of fauna in Svalbard 1965.

Preparation of glaciological data from Norway

O. LIESTØL prepared data from the comprehensive studies of the glaciers Hardangerjøkulen and Storbreen, as well as the data from the ice front measurements of 14 other glaciers. In the Årbok 1965 he reported on the glaciological investigations and on observations from a local permafrost area in southern Norway.

O. ORHEIM continued to prepare observations from Suphellebreen in western Norway.

B. TAYLOR worked on glacio-meteorological data from Hardangerjøkulen for the summers 1965/66.

Preparation of data from Antarctica

Topography

Construction and proof-reading of maps from Dronning Maud Land continued. Two sheets: J5 Mühlig-Hofmannfjella north and K5 Filchnerfjella north (1:250,000) were printed.

Meteorology

V. HISDAL worked at the observations of diurnal variation of wind on the shelf ice, and T. VINJE prepared a paper on the data from the observation tower at Norway Station.

B. G. HARSSON just about completed his study of the secondary tropopause based on radiosonde data from Norway Station.

Notiser

FRA SVALBARDS DYREVERDEN 15

On the Svalbard fauna 15

Trekk av snøspurv (*Plectrophenax nivalis*) fra Svalbard til Kvitsjøen

*(Migration of snow buntings (*Plectrophenax nivalis*) from Svalbard to the White Sea)*

Abstract. During the summer seasons 1962–1965, 236 snow buntings were ringed in Svalbard. To the end of 1966, 3 recoveries, all from the Arkangelsk region of U.S.S.R. have been reported. Distance from the breeding ground is about 1700 kilometers. These recoveries, together with a previous one ringed in East Greenland and reported back from the eastern coast of the White Sea, may indicate that the White Sea area is one of the wintering grounds for snow buntings from the East Greenland/Svalbard area.

Recaptures at the breeding ground (Svalbard) of 11 snow buntings (out of 145 ringed) after one year, but none after two years, are mentioned.

Snøspurven hører til de fuglearter som i vinterhalvåret trekker bort fra Svalbardområdet.

Under høsttrekket forsvinner de fleste i løpet av september/oktober. I løpet av april ser det så ut til at hovedmengden vender tilbake sørfra. Hvor Svalbards snøspurvstamme holder til om vinteren har imidlertid ikke vært kjent.

I sommersesongene 1962–1965 ble 236 snøspurv merket av Norsk Polarinstitutt på Vestspitsbergen for Statens viltundersøkelser og Stavanger Museum. Merkingene ble dels utført på reirunger, dels på voksne individer som ble fanget i feller.

Ved utgangen av 1966 forelå det 3 gjenfunn og 11 kontroller fra disse snøspurvmerkingene.

De tre gjenfunnene stammer alle fra Arkhangelsk-regionen i Sovjet-samveldet.

1. Snøspurv, unge, merket i Isbjørnhamna, Hornsund, 11/7–62 (Stat. vilt).
Funnet død ved Nes, Arkhangelsk-regionen, U.S.S.R., 25/4–65.
2. Snøspurv, unge, merket i Longyearbyen, Adventfjorden, 4/7–62 (Stat. vilt.).
Funnet død nær Mezen, Arkhangelsk-regionen, U.S.S.R., 24/10–62.
3. Snøspurv, unge, merket i Isbjørnhamna, Hornsund, 14/7–63 (Stav. Mus.).
Funnet ved Koida, Mezen, Arkhangelsk-regionen, U.S.S.R., 16/5–64.

Som Fig. 1 viser ligger de tre gjenfunn innenfor et relativt begrenset område ved Kvitsjøens munning.

Avstanden fra merkestedet for de tre funnene er omkring 1700 kilometer i luftlinje. Rimeligvis foregår ikke trekket direkte, men går først sørøver (muligens via Bjørnøya eller Hopen) mot kysten av Nord-Norge og Murmansk. Derfra følges sannsynligvis kysten mot områdene ved Kvitsjøen.

Kontroller på merkestedene viser flere tilfeller av stedstrohet fra sesong til

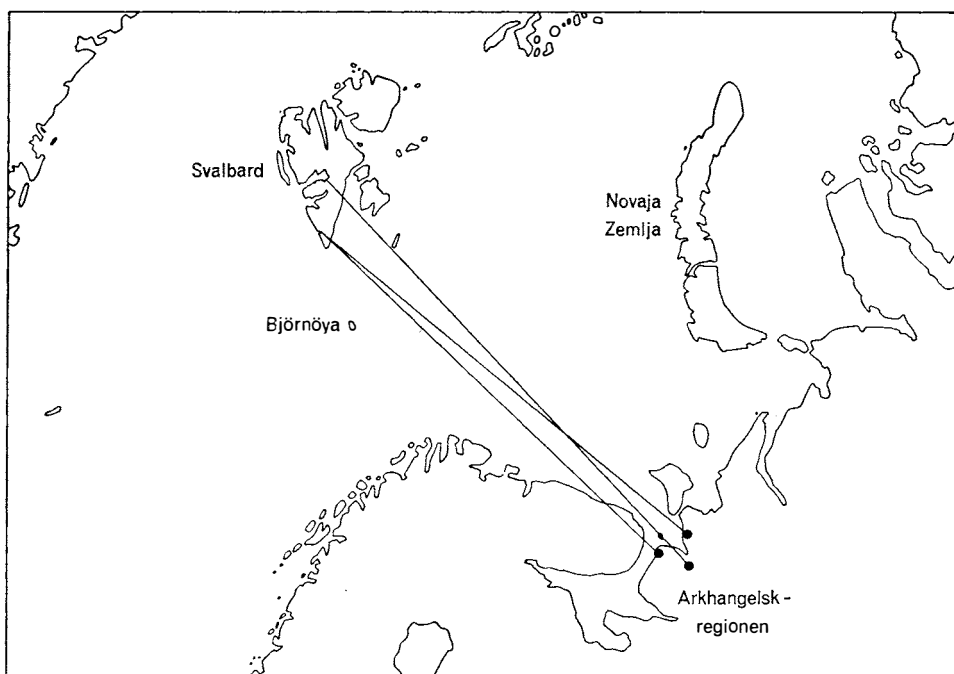


Fig. 1. Gjenfunn av snøspurv ringmerket på Svalbard.
Recoveries of snow buntings ringed in Svalbard.

sesong. Av 87 snøspurv merket i Hornsund i juli/august 1963 ble 8 kontrollert samme sted i juli/august 1964. Av 58 snøspurv merket i Hornsund sommeren 1964, ble 3 kontrollert på merkestedet sommeren 1965. Ingen kontroller ble da gjort av fugl fra 1963.

Den sørøstlige trekkendensen mot områdene ved Kvitsjøen som disse gjenfunnene viser, lar seg ikke direkte forklare ut fra det sparsomme gjenfunnsmaterialet som foreligger. Det er imidlertid verdt å merke seg at det fra Arkhangelsk-regionen også foreligger et gjenfunn av en snøspurv merket på Øst-Grønland (NØRREVANG & MEYER 1960). Dette gir visse holdepunkter for at Kvitsjø-området muligens utgjør deler av vinterkvarteret for den høyarktiske snøspurvbestand fra Øst-Grønland/Svalbard-området.

Derimot viser merkingen på Vest-Grønland (SALOMONSEN 1950) at snøspurv derfra trekker mot sørvest, inn på det Nordamerikanske kontinent.

Litteratur

- HOLGERSEN, H., 1965: Ringmerkingsoversikt 1964. *Sterna*, 6, (8), 353-394.
 LØVENSKIOLD, H. L., 1964: Avifauna Svalbardensis. *Norsk Polarinstitutt Skrifter* Nr. 129.
 NORDERHAUG, M., 1966: Ringmerking av fugl på Svalbard 1962-1965. *Norsk Polarinstitutt Årbok* 1965, 181-183.
 NØRREVANG, A., & MEYER, T. J. 1960: *Jeg ser på fugle*. København.
 SALOMONSEN, F., 1950: *Grønlands Fugle*. København.

Magnar Norderhaug

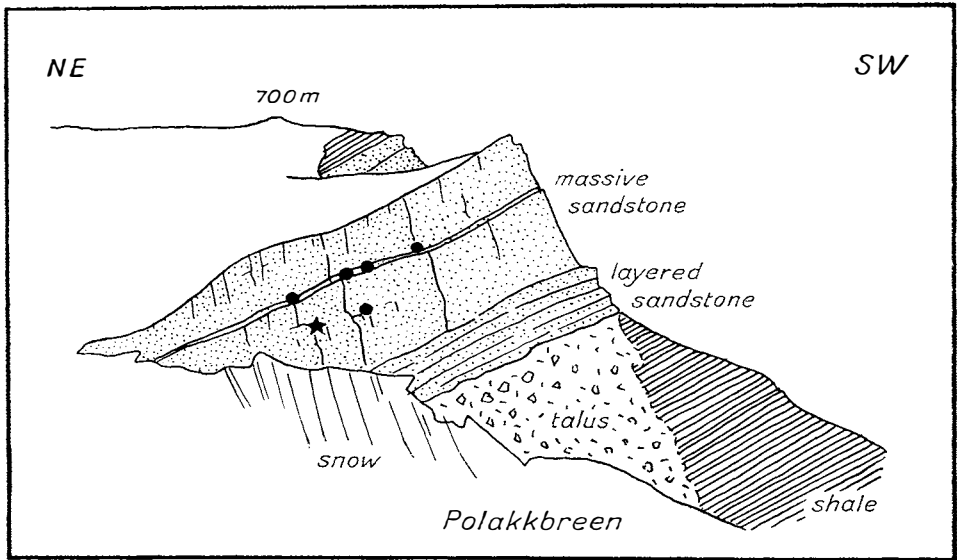


Fig. 1. Perspective view of the NW slope of Polakkfjellet (700 m peak) to show the situation of the nests of the Ivory Gull in 1966. Thick dots denote nests added to the colony after 1958. The asterisk denotes nest found in 1958.

FRA SVALBARDS DYREVERDEN 16

On the Svalbard fauna 16

Breeding place of Ivory Gull at Polakkfjellet revisited

On August 15, 1966, the author had an opportunity to revisit a breeding place of Ivory Gull, *Pagophila eburnea* (PHIPPS) at Polakkfjellet, Torell Land, Vestspitsbergen, found by him in 1958 (cf. BIRKENMAJER & SKRESLET 1963)¹. In 1958 it was only one nest of Ivory Gull situated on a small sandstone ledge about 15 m above the snow, and about 250 m a.s.l. Meanwhile the spot has proved to be a good breeding place for the gulls, as the number of nests had increased to six.

The situation of the nests on the steep sandstone cliff of the NW slope of the 700 m peak (eastern part of Polakkfjellet) is shown in Fig. 1. It may be seen that the gulls used sandstone ledges developed due to frost action parallel to the stratification of the sandstone. Two nests were situated on small rock ledges, 15 to 20 m above the snow, while the other four were placed along a well pronounced oblique ledge higher still, from 25 to 50 m above the snow.

It was difficult to examine the nests more closely as the cliff was precipitous. The lower two nests, as observed from a distance of a dozen metres or so, were 30 and 50 cm in diameter respectively and, as usual, were built very simply: some dead and growing moss mixed with feathers and bird's excrements.

Every nest was guarded by one of the parents, and two more ivories were watching higher still, as if an extra-guard. The 1958 nest, still in use, contained

¹ Detailed record of the breeding places of the Ivory Gull in Svalbard, since the first discoveries of the species, is given by LÖVENSKIOLD (1954, 1964). Supplementary data were presented by BIRKENMAJER & SKRESLET (*op. cit.*).

two quite big chicks, almost two third the size of the adult birds, their plumage being light grey, nearly white, with still darker spots.

Below the cliff, as is usually the case of bird cliffs, the snow was stained red of microscopic algae.

As pointed out in BIRKENMAJER & SKRESLET (*op. cit.*), the minimum distance from the sea (Van Keulenfjorden) to Polakkfjellet amounts to some 20 km. The increase of the colony in question must have been slow: on an average one new nest has been added every two years.

In addition to the above remarks the following sites shall be mentioned in Torell Land, where the Ivory Gull has been observed in the summer of 1966: Besshøbreen (1 to 2 birds seen on July 13, 14, 27, and 28, August 12–14, as camp scavengers. One of the birds became so tame as to be fed with margarine at a distance of barely two metres), Flatbreen near Stolovajafjellet (1 to 4 birds seen every day on July 20–25, as camp scavengers), Spelen (4 birds flying, August 5), ice front of Nathorstbreen, Van Keulenfjorden (6 birds apparently feeding on shrimps close to the shore, August 8).

References

- BIRKENMAJER, K. & S. SKRESLET, 1963: Breeding colony of ivory gulls in Torell Land, Vestspitsbergen. *Norsk Polarinstitutt Årbok* 1962. Oslo.
- LØVENSKIOLD, H. L., 1954: Studies on the Avifauna of Spitsbergen. *Norsk Polarinstitutt Skrifter*. Nr. 103. Oslo.
- 1964: Avifauna Svalbardensis. With a discussion on the geographical distribution of the birds in Spitsbergen and adjacent islands. *Norsk Polarinstitutt Skrifter*, Nr. 129. Oslo.

Krzysztof Birkenmajer

Polish Academy of Science
Laboratory of Geology in Krakow, ul. Senacka 3

