

Mindre meddelelser

The invisible Part of the Faroes

by

ARNE NOE-NYGAARD

Abstract

A gravimetric anomaly of about -7 mgal which is situated in the north-western part of the Faroe Islands is interpreted as a hidden mound, consisting of submarine palagonite tuffs and pillow breccias, which wedges out towards the east. The 3000 metres of plateau lavas now found in the islands were all formed on dry land, it is therefore inferred that the load of the lava pile which has a mean density of 2.86 has caused a significant later sinking of the plateau. The initial stages of the volcanism are therefore not longer visible.

The Faroe Islands are build up of a sequence of almost 3000 metres of plateau basaltic lavas. On geological grounds the lavas have been divided into a lower, a middle and an upper lava series (NOE-NYGAARD, 1962, RASMUSSEN, 1963). After the lava plateau had been formed it was gently folded (NOE-NYGAARD, 1962).

A map of the gravity anomalies has been published by SAXOV and ABRAHAMSEN (1964); the curves of the gravity map agree moderately well with the tectonic map. Figure 1 shows in simplified form the tectonic and gravity maps of the Faroes.

In their paper on some gravity and density measurements in the Faroe Islands SAXOV and ABRAHAMSEN (1964) discuss several possibilities for explaining a gravimetric anomaly situated in the north-western part of the islands of about -7 mgal, which seems to be superimposed on a rather regular gradient which increases towards the east (fig. 1). The shape of the anomaly is elliptical with its longest axis running NE-SW or almost perpendicular to the main direction of the present fjord system. It resembles however in shape and orientation the Faroe Bank off Suduroy (see also HARVEY, 1965). Its dimensions are about 32 by 18 kilometres, its area approximately 475 square kilometres.

If we look away from the possibility that the body of low density responsible for the mass deficiency could be made up of rocks which are at present quite unknown on the islands, and this I feel most inclined to do as no xenoliths of sedimentary rocks or of gneissose crystalline rocks have ever been met with in the explosive vents or in the lavas, and as not a single non-basaltic mineral has been found in the shore sands (THOMSEN, 1952), we have to face the following four possibilities, enumerated by SAXOV and ABRAHAMSEN (p. 256, 1964):

Under the anticlinal crest-area there could be situated:

1. A local accumulation of tuff more than 300 m thick and with a rather limited horizontal dimension, or
2. a body of lower density made up of basalt possessing a density corresponding to that of the average of "the middle lava series" (i.e. density 2.82) of a thickness of at least 2.5 km, or
3. a body made up of one of the lightest of the known basalts on the islands (density 2.63) forming a sort of laccolite, intruded into the hidden part, under sea-level and with an amplitude of about one kilometre.

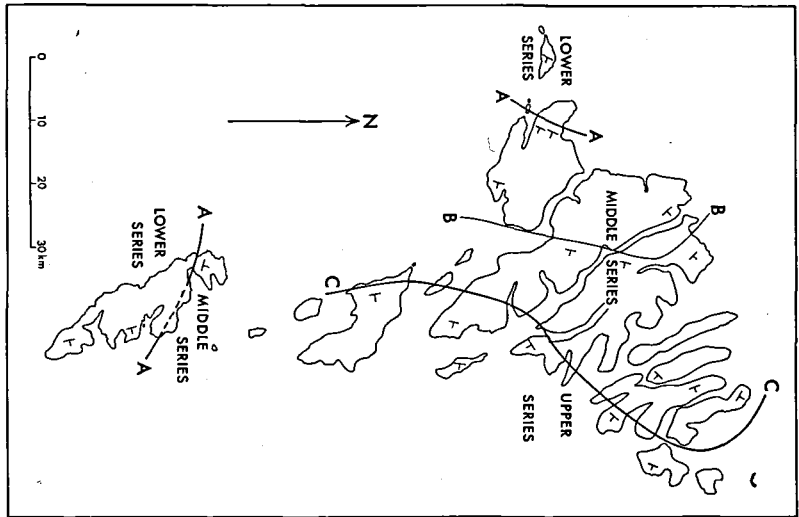


Fig. 1a. A simplified structural geological map of the Faroes. The lava pile consists of a lower, a middle and an upper series. The lines A, B and C show where three principal marker horizons cut sea-level. A: The coal seam used as division line between the lower and the middle series. B: A characteristic sequence of lavas used as an auxiliary level within the middle series. C: A weak unconformity between the middle and the upper series. (After NOE-NYGAARD, 1962).

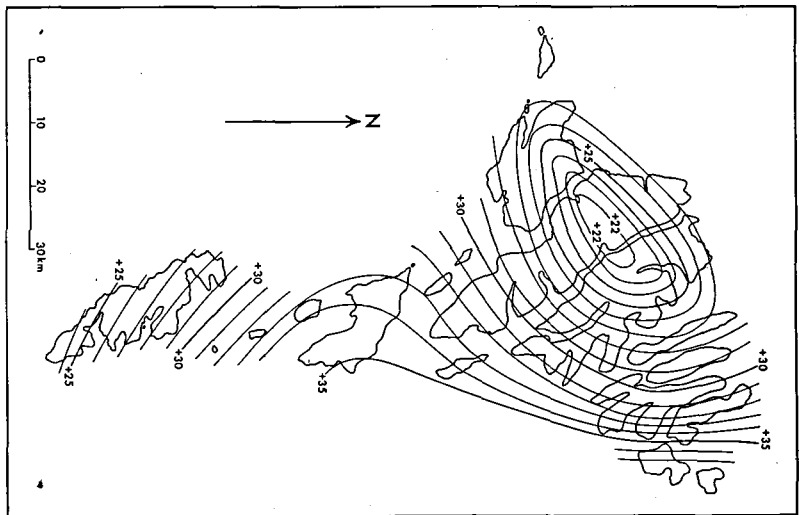


Fig. 1b. Gravity map of the Faroes. Bouguer gravity anomalies, including terrain correction. Equidistance: 1 mgal (After SAXOV and ABRAHAMSEN, 1964).

4. or the gravimetric minimum could be caused by a local depression in the crust-mantle boundary.

After discussing the above possibilities SAXOV and ABRAHAMSEN express themselves in favour of accepting possibility no 4, a local depression in the crust-mantle boundary, as the most likely explanation of the gravimetric minimum.

They may be right in doing so, only I feel much more in favour of possibility no 1 or a modification of it and shall try in the following to show why.

SAXOV and ABRAHAMSEN are perfectly right when they say (p. 257) "the rather big gravity gradient steeply descending to the west is not easy to correlate with the geologically known surface structure"; but there is no reason for restricting ourselves to look only at what we see to-day on the Faroes.

If the Faroe Islands originally formed as an isolated volcanic bank or island group on the Wyville-Thompson ridge in Cretaceous time (NOE-NYGAARD and RASMUSSEN, 1966) it would be natural to pay attention to what happens to-day where oceanic volcanism is, or was recently, in action.

In the north-eastern part of the Pacific Ocean a great number of flat-topped seamounts consisting of volcanic materials of basaltic composition occur. Several of these have been mapped during the last decades (MURRAY, 1941, MENARD and DIETZ, 1951). Other seamounts have been described from the northern Atlantic Ocean (TOLSTOY, 1951).

NAYUDU (1962) sets forth a new hypothesis for the origin of seamount terraces which he thinks are primary, volcanic features and not due to marine planation as has been generally thought (see f. inst. HESS, 1946). He states that a considerable part of the volcanic material which builds up the seamounts, as shown by rocks dredged from some of those in the northeast Pacific, indicates the presence of palagonite tuffs and breccias, which he (op. cit., p. 174) compares with similar palagonitic rocks, described from the Pleistocene of Iceland (PEACOCK, 1926, NOE-NYGAARD, 1940) and with the water chilled basalts of the Columbia River Plateau, described by FULLER (1931). He further suggests that "fluid basaltic lava erupting from fissures on the sea floor granulates like a molten slag and forms a mound of tuff and breccia consisting of sideromelane and rock fragments. The sideromelane alters to palagonite".

The described seamounts do not reach the water surface, but for instance the Cobb seamount which has a relief of approximately 1500 fathoms is only covered by 18 fathoms of water.

The Cobb seamount is 17 nautical miles wide at the base or a little over 30 kilometres, which corresponds very nearly to the longest dimension of the gravity minimum of the Faroes.

Although the depths of the Pacific Ocean are much greater than those of the Wyville-Thompson ridge in the North Atlantic the chilling effect produced by the cold seawater may have been much the same in the two areas. The size of the single volcanic outbursts may also have been almost the same.

The seamounts are to-day concealed by the waters of the ocean, but within the Brito-Arctic Basalt Region itself we have an area which is not, namely its West Greenland portion. If we look at the initial stages in the formation of the plateau basalt series here, we find that they begin with ash falls which are still preserved as thin seams in marine sedimentary strata of Danian and Paleocene age. Then follows, in Lower Eocene first a production of submarine palagonitic tuffs and pillow lava breccias (MUNCK, in ROSENKRANTZ, 1940 and in ROSENKRANTZ and others, 1942), which in turn are overlain by normal basalt flows, evidently formed on dry land. These make up the principal part of the plateau, which is now preserved in the two peninsulas Nūgssuaq and Svartenhuk and the island Disko.

From the early Tertiary we may go on to a quite modern happening, the birth of the new volcanic island Surtsey, on the Mid-Atlantic Ridge, off the Westmann Islands southwest of Iceland.

In November 1963 an initially explosive eruption began out at sea at a place where prior to the eruption there was 130 m, of water. In the course of the first four and a half months of the explosive eruption an amount of tephra was produced, which THORARINSSON (1964) estimates at 400-500 million cubic metres. The height of the island was then some 170 metres above sea-level, the tephra pile was in other

words about 300 m thick! At that stage the crater was evidently sealed off against the sea by a tight wall, which prevented the sea-water from getting into the magma in the vent.

Then followed an effusive period of volcanism which lasted for more than a year and resulted in the subaerial formation of an oblique shield volcano on top of the tephra foundation.

What then do the three cited cases show which may hold good for the Faroes? They make it reasonable to think that the oceanic volcanism which in Cretaceous time gave birth to the islands began under water cover in an explosive way probably producing sideromelane- (palagonite-) tuff breccias and fragmented pillow lavas, which may have been succeeded by more customary tephra products when sea-level was reached. After a seamount or a regular island had been formed normal lavas were successively produced by effusive volcanism. As time went on and volcanism continued the new lavas had a levelling effect on the landscape, giving rise eventually to an insular basalt plateau of which the present islets are only poor remnants left over by the greedy waves of the North Atlantic, which has made its attack on them for more than 80 million years.

The tectonic map shows a gentle folding (NOE-NYGAARD, 1962) which conforms with the main pattern from the gravity map (Fig. 1). This folding probably came into existence after the formation of the lava plateau through subsidence due to isostatic movements.

We may infer that the load of some 3 kilometres of lava with an average density of 2.86 (SAXOV and ABRAHAMSEN, 1964) must have caused a significant sinking of the whole lava plateau, so that its basal parts may well be covered by the sea, and what we see now at the lowest level are subaerial lavas emerging straight from the sea.

It seems to me reasonable to believe that the anticlinal crest-area on the north-western islands may have formed over a mound, which wedges out towards the east and which consists of palagonite tuffs and breccias. These would then be responsible for the gravimetric minimum. Another minimum, that is another similar mound, may be situated out at sea south-west of Suduroy.

The theory set forth by SAXOV and ABRAHAMSEN and the one advocated here have it in common that they are both speculative. There is nothing wrong in this, since submarine volcanism in its early stages "must be speculative rather than observational" (JAGGAR, 1930). My theory has advantage over that presented by SAXOV and ABRAHAMSEN that it will be easier to prove or disprove when the amount of dredged material from the vicinity of the islands increases in years to come. — It is further in keeping with observed geological and geophysical facts up to the present.

REFERENCES

- FULLER, R. E., 1931: The Aqueous Chilling of Basaltic Lava on the Columbia River Plateau. *Amer. J. Sci.*, 21 (p. 281–300).
- HARVEY, J., 1965: The Topography of the South-Western Faroe Channel. *Deep-Sea Research*, 12 (p. 121–127).
- HESS, H. H., 1946: Drowned Ancient Islands of the Pacific Basin. *Amer. J. Sci.*, 244 (p. 772–291).
- JAGGAR, A., 1930: *Volcano Letter* (p. 265).
- MENARD, H. W. and R. S. DIETZ, 1951: Submarine Geology of the Gulf of Alaska. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 62 (p. 1263–1286).
- MUNCK, S.: Vide No 14 and 15 in this list.
- MURRAY, H. W., 1941: Submarine Mountains in the Gulf of Alaska. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 52 (p. 333–362).
- NAYUDU, Y. R., 1962: A New Hypothesis for Origin of Guyots and Seamount Terraces. *Crust of the Pacific Ocean. Geophys. Monograph, Ser. No. 6* (p. 171–180).
- NOE-NYGAARD, A., 1940: Subglacial Volcanic Activity in Ancient and Recent Times. *Fol. Geogr. Dan.*, 1, No. 2. København (p. 1–67).
- NOE-NYGAARD, A., 1962: The Geology of the Faroes. *Quart. Journ. Geol. Soc. CXVIII, London* (p. 375–383).

- NOE-NYGAARD, A. and J. RASMUSSEN, 1957: The making of the Basalt Plateau of the Faroes. Rep. XX Internat. Geol. Congre. Sect. 1, No. 2, (p. 399-407).
- NOE-NYGAARD, A. and J. RASMUSSEN, 1966: New Data on the Geological Age of the Faroe Islands. (In press).
- PEACOCK, M. A., 1926: The Petrology of Iceland. Part 1. The Basic Tuffs. Roy. Soc. Edinb. Transact., 55 (p. 51-76).
- RASMUSSEN, J., 1963: Recent Studies in the Geology of the Faroes. North Atlantic Biota and their History. Oxford.
- ROSENKRANTZ, A., 1940: Den danske Nûgssuaq Expedition 1939. Medd. Dansk Geol. Foren., 9 (p. 653-663). København.
- ROSENKRANTZ, A. and others. 1954: A geological Reconnaissance of the Southern Part of the Svartehuk Peninsula West Greenland.
- S. MUNCK: The Basalt Breccia (p. 43-54). Medd. o. Grønland, 135, No. 3, København.
- SAXOV, S. and N. ABRAHAMSEN, 1964: A Note on some Gravity and Density Measurements in the Faroe Islands. Boll. di geofis. Teor. ed Appl., IV (p. 249-260).
- THOMSEN, B., 1952: En tungmineralanalyse af nogle sandprøver fra de nordlige Færøer. Medd. Dansk Geol. Foren., 12 (p. 205-210). København.
- THORARINSSON, S., 1965: Súrtsey. The new Island in the North Atlantic. Reykjavik.
- TOLSTOY, I., 1951: Submarine Topography in the North Atlantic Bull. Geol. Soc. Amer., 62 (p. 441-450).

Observations on Recent Sand Volcanoes

by

ERLING BONDESEN

Abstract

The occurrence and the activity of some small sand volcanoes are described. Their mechanism of formation as revealed from the observations is discussed and compared to reported similar structures experimentally produced. The morphological dependence of grain size and material is emphasized.

Introduction

Conic structures connected to sedimentary surfaces and interpreted as the result of extrusion of either water or gas have been described from recent deposits and in fossil form (SHROCK 1948, PETTJOHN and POTTER 1964). Such sedimentary structures have been termed "pit and mound structures", "gas pits", "spring pits" and "sand volcanoes". The last have been described from the Carboniferous of Ireland and experimentally reproduced, and their origin discussed by GILL and KUENEN (1958). The present paper describes an example of the recent formation and activity of similar sand volcanoes.

Location

In the summer of 1961 the author, as a member of the Geological Survey of Greenland, was mapping in the Grønland area approx. 40 km northeast of the cryolite mine at Ivigtut in southwest Greenland. The Grønland area is situated along the border of the Inland Ice at altitudes of 600 to 1000 meters; to the north it is bounded by the Sioralik glacier and to the south by the Arsuk glacier, both extending down to sea level.

The sand volcano structures were discovered in a glaciofluvial plain consisting mainly of coarse pebbles and cobbles, situated three kilometers south of the lake Vallen (about 660 meters above sea level). The plain opens in front of a large tongue



Fig. 1. Bird's-eye view of a group of sand volcanoes. The picture covers approximately one square meter. The largest volcano shows a small accessory pit on its right flank. The small erosion features leading from the pit to the floor are the result of a new outflow of water.

of the Inland Ice from which subglacial melt-water spreads out in broad shallow streams. In spring time the plain is possibly completely flooded over. In the peripheral parts of this glaciofluvial plain smaller closed basins controlled by cuestas formed by the bedding of Precambrian quartzites are filled by fine sand and silt. In one of these basins (approx. 50 meters across) small sand volcanoes occurred (fig. 1).

The structures and the activity

The volcanoes were most closely spaced in the central part of the basin and did not occur marginally. The structures were of varying diameter, from 10 to 50 centimeters, and their height was estimated to be up to 15 centimeters. The shapes seemed in most cases to be perfect cones flattening towards the top, where a central pit with steep walls showed the place of extrusion. Most volcanoes showed only one extrusion pit, but a few of the largest had small accessory pits on the flanks (fig. 1). From the pits small streams had eroded to the foot of the volcanoes and ended in small outwash fans. The flanks of the volcanoes showed fine bedding indicating that the structures were formed on the top of the basin floor as a result of many

successive eruptions. There was no sign of renewed sedimentation in the basin after eruptions had started.

At the time of observation the basin was dry and water was only seen in the pits and locally among the small volcanoes. At the margin of the basin the silt and fine sand deposit had a dry crust but towards the centre the crust was a wet and cohesive sediment. Below the crust of wet sediment the silt was apparently water-saturated, as when subject to the weight of a person it became mobile allowing a depression to form on the surface and a complementary swell to arise around the depression; the surface levelled slowly out as soon as the load was removed. This mobility was evidently of importance to the mechanism of volcano formation as the weight of two geologists plus equipment (approx. 160 kg) lead to violent eruptions of a grey suspension of silt which flowed down the sides of the volcanoes. The eruptions closed as relatively unloaded water was extruded and flowed down the sides producing the erosion features mentioned above. After eruptions had ceased even strong agitation of the basin floor did not result in renewed eruptions of any significance.

Conditions did not allow investigations of the internal structure of the volcanoes nor was it possible to search the basin sediments for the occurrence of slump structures or examine their detailed lithology. Collapse structures such as the small calderas observed by GILL and VAN STRAATEN (GILL and KUENEN 1958), did not occur in this case.

The mechanism

The possible mechanism of formation of the sand volcanoes in question is shown in fig. 2. It is suggested that the small closed and undrained basin dried so that the upper part of the silty material formed a cohesive crust which contrasted with the underlying mobile saturated silt. The basin is then sagged leaving a vaguely bowl-shaped surface. Capillary action will cause the level of the underlying saturated sediment to be higher in the marginal parts and thus the central part will be subject to an upward directed pressure from the mobile mass. In the central part of the basin, where the greatest thickness of sediment is probably found, the lowest sediment will be squeezed by compression. It is therefore likely that the extrusions occur as a result of a combination of squeezing and a sort of artesian activity. As far as could be judged the summits of the volcanoes are lower than the marginal dry crust.

The rhythmic nature of the activity expressed by the layering must be caused by variations in pressure in the mobile sediment. This could either be due to atmospheric temperature/pressure variations (warm foehn storms accompanied by very low barometric pressures occurred frequently) or slight oscillations in the water table in the sediment.

It is believed that the structures in question have been formed sub-aerially and not under water like the sand volcanoes experimentally produced by KUENEN (GILL and KUENEN 1958) and by THOMAS (in discussion on GILL and KUENEN, op. cit.). The experiments of KUENEN involved slumping which, according to the interpretation put forward in this paper, need not necessarily occur. In this respect the

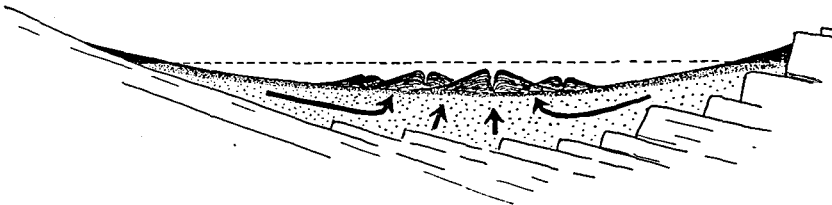


Fig. 2. Sketch to show the mechanism of eruption. The arrows indicate pressure gradients. Dashed line indicates the highest level of saturated sediment. For further explanation see text.

mechanism proposed is closer to the experiments by RETTGER (1935), who observed that sand volcanoes were formed in the sedimentation tank after tilting but before slumping. However movements in the mobile mass must take place on a small scale, which was shown by the extrusions made by movements artificially induced by jumping on the basin floor.

Penetrative conic structures described in the literature seem to be grouped into 1) rimmed or unrimmed bowls and domes, 2) cones analogous to volcanoes, and 3) rimmed funnels, according to the material in which they are formed but without any relation to the mode of eruption. Bowls and domes such as the pit and mound structures described by KINDLE (1916), TWENHOFEL (1932) and SHROCK (1948), and the gas pits of MAXSON (1940), are characteristic of mud of low viscosity and cohesion. Rimmed funnels such as the spring pits described by QUIRKE (1930) and THOMAS (1958), are characteristic of loose material in the sand fraction. The cone structures reported in this paper and dealt with by GILL and KUENEN seem to be characteristic of silt and its peculiar mechanical properties especially its ability to move as a viscous suspension (PETTIJOHN, 1957).

Mr. T. C. R. PULVERTAFT has kindly corrected the English language.

REFERENCES:

- GILL, W. D. & KUENEN, P. H., 1958: Sand volcanoes on slumps in the Carboniferous of County Clare, Ireland. *Quart. J. geol. Soc. Lond.*, vol. CXIII, pp. 441-456.
- KINDLE, E. M., 1916: Small pit and mound structures developed during sedimentation. *Geol. Mag.*, vol. 3, pp. 542-547.
- MAXSON, J. H., 1940: Gas pits in non-marine sediments. *J. sediment. Petrol.*, vol. 10, pp. 142-145.
- PETTIJOHN, F. J., 1957: *Sedimentary rocks*. Harper, New York.
- PETTIJOHN, F. J. & POTTER, P. E., 1964: *Atlas and glossary of primary sedimentary structures*. Springer, Berlin.
- QUIRKE, T. T., 1930: Spring pits; sedimentation phenomena. *J. Geol.*, vol. 38, pp. 88-91.
- RETTGER, R. E., 1935: Experiments on soft-rock deformation. *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, vol. 19, pp. 271-292.
- SHROCK, R. R., 1948: *Sequence in layered rocks*. McGraw-Hill, New York.
- THOMAS, G., 1958: In discussion on Gill and Kuenen (op. cit). *Quart. J. geol. Soc. Lond.*, vol. CXIII, pp. 457-458.
- TWENHOFEL, W. H., 1932: *Treatise on sedimentation*. Williams & Wilkins, Baltimore.

The Fishes of the Mo-clay Formation (Lower Eocene)

A short review

by

NIELS BONDE

In January 1965 the author finished a thesis (in Danish, unpublished, awarded The Gold Medal of The University of Copenhagen) called: "Systematic Description of the Teleostei from the Mo-clay Formation (Lowermost Eocene) of Northern Jutland, Denmark."

The Mo-clay Formation is found only in the Limfjorden area. All of it has been dislocated by Quarternary glaciers. The thickness as known from coast cliffs and quarries is about 50 m, and the formation consists of a laminated, diatomaceous, marine deposits with small clay content. There are also about 200 layers (more than $\frac{1}{2}$ cm thick) of volcanic ashes (BØGGILD, 1918), and some horizons in which limestone is concentrated as layers or boulders ("cement-stone"). The lower part of the mo-clay is possibly a little older than the London Clay.

The formation is very fossiliferous. Most material has been collected since 1930. The following fossils are known:

Plants (HARTZ, 1909): Many fragments of landplants, branches, leaves (e.g. *Macclintockia*), fruits, seeds, etc.

Protista (STOLLEY, 1899): Dictyochids (silicoflagellates, SCHULZ, 1928) are common; about 100 species of diatoms; Radiolaria, but no Foraminifera.

Invertebrates: ? Sponge spicules. Gastropoda: One specimen of a naticid, a ? *Cassidaria sp.* and *Valvatina raphistoma* are very common in a few horizons.

Pelecypoda: Three rare species, including *Teredo sp.* Ophiuroidea: One or two common species. Asteroidea: One or two very rare species. Crustacea: A decapod species from one horizon.

Insecta (HENRIKSEN, 1922, 1929): A dozen forms identified among 40 specimens, now more than 1000 specimens have been found.

Vertebrates: Selachii: Sharks are not very common, all but one dentition are isolated teeth among which could be identified: *Odontaspis (O.) rutoti* and *O. (Synodontaspis) macrota "premut. striata"* (see WHITE, 1931). Reptilia: Chelonia (NIELSEN, 1959, 1963): Chelonidae: *Glarichelys sp.* and gen. et sp. indet. Dermochelyidae: *Eosphargis breineri*. Aves: Feathers, 1 skull, 1 sternum, a dozen fragments of limbs, all unidentified.

Teleostei (here treated comprehensively for the first time) are very common as imprints in mo-clay and skeletons preserved in limestone ("common" means 10-25 specimens):

Or. Clupeiformes, subor. Elopoidei, fam. Elopidae:

1) Gen. et sp. indet. A few large body fragments, many isolated scales.

Subor. Clupeoidei, fam. Clupavidae:

2) Gen. et sp. nov. With typical clupavid skullroof and ventrals, without pelvic and ventral scutes. All growth stages. May be more than half of the fishes are of this species, the only Tertiary clupavid known.

Fam. Clupeidae, subfam. ? Clupeinae:

3) Gen. et sp. nov. May be without postpelvic scutes, but if not rather near *Sardinella*. Not common.

Subor. Salmonoidei, fam. Salmonidae, subfam. Coregoninae:

4) Gen. et sp. nov. The earliest salmonid known. Common, as are also salmonid scales.

Subor. Salmonoidei, fam., gen., et sp. indet.:

5) Two fragments of big fishes, length about 1 m.

Or. ? Osteoglossiformes, fam. nov. (Brychaetidae):

6) Gen. et sp. nov. Foremost part of a skull with both jaws. The only close relative of *Brychaetus* from London Clay and African Paleogene.

Or. Anguilliformes, subor. Anguilloidei, fam. ? Moringuidae:

7) Gen. et sp. nov. One complete small specimen.

Or. Syngnathiformes, subor. Aulostomoidei, fam. nov.:

8) Gen. et sp. nov. Shape nearly as Syngnathidae, skull somewhat like *Fistularia*, "naked" caudal region and body-scutes as Centriscidae. Probably close to ancestors of Centriscidae. Common.

Or. ?, subor. Ramphosoidei, fam. Ramphosidae, gen. *Ramphosus*:

9) *R. rosenkrantzi* NIELSEN 1960, the type only. The skull has been reconstructed in some details. It has small teeth in bands on the jaws in contrast to the toothless *R. rastrum* (VOLTA, 1796). In spite of the perciform mouth, *Ramphosus* is probably related to Syngnathiformes, as indicated by few vertebrae, fin-position, lack of fin-spines, and specially a peculiar basal skeleton of the caudal, resembling that of Centriscidae and Solenostomidae and having few principle rays too. *Ramphosus* is superficially rather similar to larvae of *Holocentrus*!

Or. Gadiformes, subor. Gadoidei, fam. Gadidae, subfam. Merlucciinae:

10) *Rhinocephalus* (CASIER in press) *sp. nov.* Three big skulls (10–14 cm). May be *Rhinocephalus* is synonyms for *Merluccius*, but postpectoral skeleton is unknown so far.

Fam. Gadidae, gen. et sp. indet.:

11) Among five rather badly preserved adult ones at least one is not a *Rhinocephalus*, it seems to have fins like *Merluccius*. Juvenile gadids less than 5 cm long are common.

Or. Beryciformes, subor. Polymixioidei, fam. Polymixiidae:

12) *Gen. et sp. nov.* Barbels on ceratohyal (reduced branchiostegals), and a high, but variable number of spines in the anal and dorsal. Common.

Or. Lampridiformes, the earliest members known, subor. Lampridoidei:

Typical polymixiid caudal base with two upturned uralia in this suborder.

13) Fam. Veliferidae (?), *gen. et sp. nov.* Typical veliferid jaw-mechanism, but should possibly be moved to Palaeocentrotidae owing to few rays in the caudal and a peculiar crista supraoccipitalis. Not common.

14) Fam. Palaeocentrotidae *nov.*, *Palaeocentrotus boeggildi* KÜHNE 1941: By re-examination of the type in 1964 in London, the author found that the six foremost long "spines" in the dorsal are segmented distally; *Palaeocentrotus* is the only teleost having spines only in the middle of the dorsal (see the "Paleocene Zeoid" in ROSEN, 1964, p. 251); a very long first ray in the ventral, not a spine. Referred by KÜHNE to Zeidae. Two specimens known.

Or. Zeiformes, subor. Zeoidei, fam. Zeidae:

15) *Gen. et sp. nov.* Two 9 mm specimens, not unlike the Oligocene *Zenopsis clarus* and *Cyttoides*, but without preanal scutes.

Or. Perciformes, subor. Percoidei:

16) Fam. *nov. ?*, *gen. et sp. nov.* Rather small mouth, one row of strong teeth in jaws, pre-, sub-, and interoperculum serrated, soft dorsal and anal of same length, 9 spines in the dorsal, 3 in the anal, large cycloid scales, 11 + 16 vertebrae. Two specimens.

17) Same fam. *?*, *gen. et sp. nov.* Differs in having stronger teeth, 12 spines in the dorsal, longer and weaker anal and dorsal, 13 + 19 vertebrae. Two specimens.

18) Fam. Carangidae, *gen. nov. (? = Archaeus) et sp. nov.* Two specimens. Typical spines in the anal, close to *Decapterus*, but no finlets.

19) Undetermined carangid different from 18). One specimen.

20) Fam. *?*, *gen. et sp. nov.* Scombrid mouth, serrated preoperculum, 37 vertebrae in rigid column, weak fins, no finlets, percoid caudal skeleton. Common.

Subor. Scombroidei, superfam. Scombroidea, fam. Scombridae:

Undeterminable fragments are common (ROSENKRANTZ, 1944).

21) *Sarda sp. nov.* One beautiful specimen.

22) *Gymnosarda sp. nov.* Two fine specimens.

23) *Gen. et sp. nov.* One small specimen, closely related to *Gymnosarda*.

24) *Gen. et sp. nov.* One big fragmentary skull with peculiar dentition, probably related to *Scobramphodon*.

Superfam. Trichiuroidea, fam. Euzaphlegidae (? or Gempylidae):

25) *Gen. et sp. nov.* (? two spp.). 47–49 vertebrae, long and weak anal and dorsal, no finlets, hypurals covered by caudal rays, ventrals subabdominal, only one small fang (on inside of premax.). Not common.

Subor. Stromateoidei (see HAEDRICH in press), the only fossil members known:

26) *Gen. et sp. nov.* Three beautiful specimens. High compressed body, weak fin-spines, small cycloid scales, and fragments of the diagnostic dentition from the oesophageal sacs. Having seen the species HAEDRICH is inclined to place it between his Centrolphidae and Stromateidae.

27) *Gen. et sp. nov.* One specimen, closely related to *Psenes*, HAEDRICH agrees in referring it to Nomeidae. Oesophageal teeth not visible.

Subor. Scorpaenoidei, fam. Scorpaenidae, the earliest members known:

28) *Gen. et sp. nov.* Common, but length less than 4 cm. Might be young *Ampheristii*, anyhow very close to *Sebastes*.

29) *Gen. et sp. nov.* Many primitive percoid features, shape somewhat as Cottidae, and specialized to some degree towards Platycephalidae. Not common.

Apart from the described forms, there are at least a dozen species represented by isolated scales and as yet undeterminable fragments.

The ecology of the mo-clay fishes, as indicated by their morphology and the habits of their nearest modern relatives, is as follows:

Climate tropic to subtropic. Moderately deep water (50–500 m) not very near the coast, as no fishes seem to be exclusively from fresh or brackish water, few are mostly littoral, most are pelagic, oceanic, and of these the two thirds are also neritic and one half also from moderately deep water, though none is a real deep-sea fish. Nearly all are fish-eaters, only the gadids may take "shelly" food. Undisturbed bedding-planes, well preserved fossils, rarity of bottom-living invertebrates, and lack of real bottom-fishes indicate stagnant, maybe even poisonous water at the bottom. Mass-mortality of fishes may occur in some horizons.

REFERENCES

- D.G.F.: Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening (Bulletin of the Geological Society of Denmark).
 D.G.U.: Danmarks Geologiske Undersøgelser (Geological Survey of Denmark).
 BØGGILD, O., 1918: Den vulkanske aske i moleret. D.G.U., ser. 2, no. 33.
 CASIER, E. in press: Faune ichthyologique du London Clay. Brit. Mus. Nat. Hist.
 HAEDRICH, R. in press: The Stromateoid Fishes: Systematics and a Classification. Bull. Mus. Comp. Zool.
 HARTZ, N., 1909: Bidrag til Danmarks tertiære og diluviale flora. D.G.U., ser. 2, no. 20.
 HENRIKSEN, K., 1922: Eocene Insects from Denmark. D.G.U., ser. 2, no. 37.
 — 1929: A new Eocene Grasshopper, *Tettigonia (Locusta) amoena* n. sp. from Denmark. D.G.F., vol. 7, p. 317.
 KÜHNE, W., 1941: A new Zeomorph Fish from the Paleocene Moler of Denmark. Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 11, vol. 7, p. 374.
 NIELSEN, E., 1959: Eocene Turtles from Denmark. D.G.F., vol. 14, p. 96.
 — 1960: A new Eocene Teleost from Denmark. D.G.F., vol. 14, p. 247.
 — 1963: On the Postcranial Skeleton of *Eosphargis breineri* NIELSEN. D.G.F., vol. 15, p. 281.
 ROSEN, D., 1964: The Relationships and Taxonomic Position of the Halfbeaks, Killifishes, Silversides, and their Relatives. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., vol. 127, no. 5, p. 219.

- ROSENKRANTZ, A., 1944: En scombride fra den eocæne cementsten. D.G.F., vol. 10, p. 458.
- SCHULZ, P., 1928: Beiträge zur Kenntnis fossiler und rezenter Silicoflagellaten. Botan. Archiv, Bd. 21, Heft 2, p. 225.
- STOLLEY, E., 1899: Über Diluvialgeschiebe des Londonthons in Schleswig-Holstein und das Alter der Molerformation Jütlands sowie das Baltische Eocæn überhaupt. Archiv Anthrop. Geol. Schleswig-Holstein, Bd. 3, Heft 2, p. 105.
- WHITE, E., 1931: The Vertebrate Faunas of the English Eocene, vol. 1. Brit. Mus. Nat. Hist.

De såkaldte »hatformige« bakker

af

S. A. ANDERSEN

Abstract

The so-called "hat-shaped" hills south of Lammefjord in Sealand are discussed. They consist of concordant layers of fine sand and gravel, apparently to a total of more than a hundred meters in thickness, but tilted, and the layers now stand more or less vertical. They consist of sand and gravel, deposited in shallow waters in the same sea as the fossiliferous arctic clay underneath the Lammefjord area. In the hills around Mørkemosebjerg to the southeast of the hills we apparently find the same layers almost undisturbed and lying horizontally, deposited by water running northward from an ice cap to the south of here, into the arctic sea. The supposition, that the layers are deposited by melt water in deep crevasses and holes in the ice does not agree with the stratification and structure of the layers, which is very uniform and regular, often also varved.

Med sine som det synes op til 200 m tykke serier af konkordante lag af sand med gruslag og underordnet ler, ofte rejst på højkant i lodrette eller stærkt hældede stilling som kærnen i landskabeligt fremtrædende kuplede bakker udgør de »hatformige« bakker, bedst kendt syd for Lammefjorden, en terrænform, der fylder een med berettiget undren og frister til at forsøge at give en forklaring på deres oprindelse. Det var i beskrivelsen til de geologiske Kortblade Sejrsø, Nykjøbing, Kalundborg og Holbæk, at K. RØRDAM og V. MILTHERS i 1900 gjorde opmærksom på disse bakkens optræden her syd for Lammefjorden og gav dem deres neutrale navn, som også jævnlige anvendes om mange andre fremtrædende bakker af en lignende opbygning i andre egne af landet. Her skal blot bakkerne i denne egn tages op til nærmere belysning.

K. RØRDAM og V. MILTHERS gengiver et profil i Lundebjerg ca. 2 km sv. f. Kundby. Her står gruslagene lodret, strygende NV-SØ med zig-zag forkastninger gående skråt gennem lagene med hældning mod SV. De øverste lagender bøjer om i nordøstlig retning i næsten vandret stilling, hvilket må skyldes et slæb over bakken i denne retning. Der opføres en række målinger af strygninger og hældninger af lagene, og ud fra de tilgængelige profiler oplyses det, at lagtykkelsen når op til 70 m, men formentlig er den fulde tykkelse af lagserierne indtil 200 m. "Naar man ser hen til de forøvrigt meget regelmæssige Terrænforhold, der er Særkendet for denne Del af Kortområdet, synes der kun at være meget ringe Sandsynlighed for, at Isen paa sin Vej skulde have brudt saa mægtige Lag op af Undergrunden og atter aflejret dem med nogenlunde parallel og kun forholdsvis lidt forstyrret Lagstilling, saaledes som det her er sket. Derimod maa man rimeligvis snarere antage, at de Lag, som her nu staa paa Kant, oprindelig ere dannede i Spalter eller Hulrum i Isen og have derved kunnet opnaa en meget anselig Mægtighed samtidig med, at den horisontale Udstrækning af Lagene kun er forholdsvis ubetydelig. Ved Isens Bortsmeltning maatte de saaledes aflejrede fluvio-glaciale Lag næsten nødvendigvis komme til at

hælde under større eller mindre Vinkler, ganske som Tilfældet er med de her forefundne Sand- og Gruslag" (1. c. s. 61–62). Denne fremstilling af bakkernes dannelse går næsten ordret igen i V. MILTHERS: Nordvestsjællands Geologi fra 1943, s. 40–41.

Den svenske geolog GUNNAR WENNERBERG har i 1940'erne foretaget en del undersøgelser over de hatformige bakker og meddelt sine iagttagelser herover i 1949, uden at det dog er helt let at få klarhed over de slutninger, han drager heraf angående dannelsesmåden. Her skal foreløbigt kun anføres, at vedk. forfatter mener, at bakkernes dannelse ikke står i direkte forbindelse med en tydelig isrand. De synes at være knyttet til overgangszonen mellem en stagnerende og en aktiv ismasse.

Et af de ældste arbejder, der har interesse i denne sammenhæng, er VICTOR MADSENS omtale af, hvad han har kaldt tværbakker. I beskrivelsen til det geologiske kortblad Hindsholm (1897) giver han en beskrivelse af disse bakker på Hindsholm og det sydlige Samsø. Han mener at selve bakkerne næppe ville kunne tåle at blive overskredet af isen, hvorfor de formodes at være blevet skudt op ved isens rand eller i kløfter i nærheden af den. De samsiske Bakker og tildels ogsaa de paa Hindsholm ligner i mange Henseender de af H. Schröder beskrevne »Durchragungs-züge«, idet der henvises til denne forfatters arbejde »Ueber Durchragungs-Züge und -Zonen in der Ueckermark u. in Ostpreussen« fra 1888.

Et andet er K. RØRDAMS beskrivelse til kortbladene Kjøbenhavn og Roskilde (1899). Heri omtales (s. 55f) de udstrakte lag af fint smeltevandssand i Nordsjælland liggende under den øvre, baltiske moræne, og som i Roskilde-Hedehusegnen går over til de op imod 20 m tykke lag af regelmæssigt lagdelt og omtrent vandret lejrede gruslag i veksellejring med finere sandlag. De ligger under den yngre moræne og er følgelig ældre end denne og sandsynligvis af interglacial alder. Disse grove lag findes langs den strækning, hvor den præglaciale undergrund går højere tilvejs, og grusets lagdeling og stenenes rullede form leder tanken hen på en kystdannelse, hvilket også vil forklare den store rigdom på kalksten, der skulle stamme fra den opragende kystklint af kalk.

Af nyere arbejder, der har interesse i denne forbindelse, er H. ØDUMS undersøgelse over marint interglacial på Sjælland, Hven, Møn og Rügen fra 1933. Heri omtales bl. a. en række boringer fra Holbæk, som når igennem et lag skalførende arktisk ler 20–40 m u. h. nuv. overflade og dækket af lagdelt grus og sand, samt eet eller to lag moræneler. De er påvist i boringer på en 3 km lang strækning gennem Holbæk og vestpå, adskilt ved et lag moræneler fra det underliggende Kerteminde-mergel. H. ØDUM jævnfører aflejringen med den fra Vendsyssel kendte Skærumhedeserie. Også ved Nordruplund 11 km n. f. Slagelse er der gennemboret et 17 m tykt lag ler med arktiske muslinger, 10–27 m u. nuv. h. o.

Det vil med andre ord sige, at forudsat jævnførelsen er rigtig, har Skærumhedehavet strakt sig ned over en stor del af Nordsjælland. I dette hav er der selvsagt ikke blot blevet aflejret stenfrit ler, men også strandsand og havsand, samt også strandgrus, og der er jo ikke nogen grund til at tro, at isen senere skulle have fjernet alt igen. Den gammelkendte forekomst af *Tellina calcarea*-ler ved Høve i Odsherred er utvivlsomt en flage af dette ler, som isen har skudt op sammen med Vejrhøj buerne.

Men nu tilbage til sandet i de hatformige bakker. Det er som regel meget fint og rent, ligger i konkordante hurtigt skiftende lag, nogle steder overvejende af sand, men kun ganske få fingrusede lag, andre steder med grovere gruslag ind imellem, og lejlighedsvis også store sten, der ligger i lagene. Der er ingen egentlige morænelag ind imellem, men der kan enkelte steder være lidt ler, der kan optræde som vinterlag i det da årsvarvige grus. Lagdelingen kan undertiden afsløre, at lagenes hældning er over 90°. Nogen udtalt strømlejrning findes ikke, så det kan ikke være smeltevandsoverflodaflejringer, og helhedsindtrykket er da også, at det drejer sig om brudstykker af en oprindelig sammenhørende aflejring, som ved isens pres, da den senere gled ud over den tidligere havbund, er presset op, så lagene er kommet til at stå mere eller mindre lodret. Lagenes regelmæssige struktur med konkordante renskyllede lag skulle udelukke, at det skulle dreje sig om materiale, der er skyllet sammen i mægtige 200 m dybe og lige så brede kløfter i eller under isranden. Bakkerne er således »Durchragungen«: lag fra morænen underlag, der er presset op, og selve sandet og gruset er da strandsand- og strandgrus fra et tidligere hav, der har strakt sig over egnen eller dele af den.

Mørkemosebjerg-partiet, som i Mørkemosebjerg når op til 105 m o. h., består

også af lagdelt sand og grus, men lagene ligger stort set uforstyrret. Også her skifter lagene ofte ret hurtigt, kan indeholde lerede lag med vinterler, men kun ganske underordnet. De steder, hvor det har været muligt at bestemme den aflejrede strøms retning, er den gået nordpå. Og selv om lagene ligger stort set uforstyrret vandret og har dannet en sammenhørende aflejring, er den dog skåret i store stykker. Bl. a. ligger overfladen af Maglesø kun 51 m o. h., kun 450 m fra Mørkemosebjerg, og i en stor grusgrav nord for vejen 700 m ØNØ f. bjerget kan man se moræneleret ud mod en kløft vest for den sænke sig lodret ned, afskærende de vandrette lagender af gruset. Øjensynligt står man her over for det samme grusstrøg, som findes under Hedehusene-Roskilde og strækkende sig vestpå under Tølløse og således videre vestpå til Mørkemosebjergpartiet. Det er disse vældige grusaflejringer, der har næret de store kilder med kildekalk i Roskilde, ved Vintremøller og ved Fristrup Mølle (Åstrup) nordøst for Tølløse. I en grav på sydvestenden af en bakke vesten for landevejen vest for Brorfelde er gruset kittet sammen af kalk til en fast klippe lige som i Grejsdalen ved Vejle og flere andre steder (bl. a. ved Tune og øst for Møllekrogen ved Selsø i Hornsherred).

I sydøstsiden af bakkepartiet findes et par store grusgrave, begge visende en vandstrøm mod nord. I Hyldebjerg sydvest for Sophienholm, findes en grav med 2–4 m moræneler over grus med skrålejrde banker, der viste en nordgående vandstrøm. Gruset, som i visse lag er groft og storstenet, danner nogle metertykke varv. Der sås kun indtil 4 m af det, da resten af væggen var skredet til, men graven er over 10 m dyb. I det dækkende moræneler er der målt skurestriber på en 1 × 1 m stor lys granit i retningen N–S, men den var skredet ud. Også her er stenene nærmest under morænen kittet sammen af kalk til et konglomerat.

Tæt sydvest for Sophienholm findes en lignende grav med 3–4 m moræneler oven på smeltevandsgrus, øverst meget groft og storstenet (residualgrus). I moræneleret er der målt skurestriber på oversiden af to flade 1 m² store sten. De gik på den ene mod N 45° V, mens den anden havde skurestriber dels mod N 30° V, dels enkelte mod S 55° V, alle misvisende.

Også vestligst i bakkepartiet ses i Jukkerup stenleje s. f. Mogenstrup en stor grav med ½–1 m moræneler oven på mindst 5 m groft smeltevandsgrus i konkordante lag, der hælder 10–20° mod nord, men skrålagene i bankerne viser en vandstrøm mod NV. Her sås en sten på 75 cm i diam., som på undersiden var isskuret fra N 80° Ø., mens der nordligere sad en 150 m lang og 50–60 cm tyk og bred diabas med plan over- og underside, begge isskuret i retningen fra N 16° Ø, misv. i stenens længderetning.

Følgen af disse iagttagelser bliver således den lidt uventede, at sandet og gruset i de hatformige bakker, som vi træffer dem syd for Lammefjord, er aflejret i – lad os sige: Datidens Kattegat, som strakte sig ind over det nordlige Sjælland. Materialet hertil er i alt væsentligt kommet fra syd og sydøst, og det går i Mørkemosebjergpartiet og østpå under Tølløse og til Roskilde-Hedehusene over til groft strandgrus stedvis med over hovedstore sten og mange kalksten. Det når i Roskilde-Hedehusene op til 40–50 m o. h., men i Mørkemosebjergpartiet til henved 100 m, hvor lagene er blevet stærkt opdelt i store blokke, men dog med lagene liggende nogenlunde uforstyrret vandret. At lagene her er blevet hævet op ved istryk er vel muligt, men ikke afgjort. Nordvest for Mørkemosebjergpartiet er lignende store blokke blevet presset op ved ismassernes uhyre vægt; de store blokke har raget op i isens bundlag og er tippet rundt, så deres lag som regel er kommet til at stå lodret. På større vanddybder er der blevet aflejret stenfrit ler, i hvilket man træffer skaller af arktiske muslinger, som viser, at havet her på de større dybder i hvert fald har været salt nok til, at de har kunnet leve her. Også noget af dette stenfrie ler har isen pløjet op, og det er øjensynligt sådanne opskudte lag, der danner grundlaget for den vældige bakkebue, Vejrhøj buen og Hønsinge buen, der hver svarer til henholdsvis Lammefjord og Sidinge Fjord. Årsagen hertil er øjensynligt, at lagene oven på de fede lerlag har givet efter for isens vægt. Og denne is, der er gledet frem over Mørkemosebjergpartiet, der når op til 105 m, har ikke haft nogen vanskelighed ved også at glide frem over de hatformige bakker, der højest når op til et halvt hundred meter, men som regel noget mindre. Toppene af disse hatformige bakker mangler nu ofte et dække af moræneler, men derfor er der ingen grund til at benægte, at isen ikke skulle have kunnet overskride bakkerne.

Et forhold, som jeg allerede er blevet opmærksom på i 1927, og som nævnes af G. WENBERG (1. c. pg. 75), er, at en linie på langs gennem Sejro rammer langs den stejle sydvestskråning af Vejrhøj-partiet og videre mod sydøst den lille Trønninge Ås og derefter Gyrstinge Sø, samt at Odsherred buerne stiger mod syd og når det højeste punkt netop oven for sydenden i Vejrhøj (121 m), hvorefter de fortsætter en halv snes km nordvestligere, hvor den sydlige flanke af Vejrhøj buen ligger som Nexelø, som da atter sydpå stiger opad mod sydsydøst til Bjerstedbakkerne ved Jyderup. Isen, der således er gledet i nordvestlig retning ud over enen, har da sydvest for Vejrhøj slæbt sit medbragte løse materiale fra havbunden videre en halv snes km nordvestpå under isen. Hvilken dybere årsag, der her har virket, kan ikke afgøres på det foreliggende grundlag.

Mens de hatformige bakkens ovale og til dels langt udtrukne sokkel giver den et drumlin-agtigt præg, som man ikke kan bortforklare, og viser, at isen har bevæget sig i vestlig og nordvestlig retning ind over de hatformige bakker, virker det nærmest chokerende, at slæbet, - ombøjningen af de øverste lagender, som allerede angivet af K. RØRDAM og V. MILTHERS i 1900 (1. c. s. 59) fra Lundebjerg og af G. WENBERG (1. c. fig. 18, s. 70, og s. 72 m. m.) fra Gedebjerg er bøjet mod NO, hvilket kun kan forklares ved en sidste isbevægelse over bakketoppene i nordøstlig retning. Det stemmer jo heller ikke med, hvad V. MILTHERS lige siden 1916 har villet hævde, at de mægtige bakker langs nordsiden af Åmosen, derimellem Mørkemosebjerg-partiet, var randmoræner for en fra nord eller nordøst kommende is. Sagen er noget mere kompliceret: Bakkernes materiale er strandgrus og strandsand fra et interstadialt hav - Skærumhede-havet -, aflejret foran en kyst eller isrand, der har ligget sønden for bakkepartierne bl. a. Mørkemosebjerg-partiet. De sikkert over 100 m tykke lagerier er senere brudt i store stykker, hvoraf flere, som formentlig har hvilet på lagdelt ler, er slæbt med af Isen, som senere gled frem over aflejringerne fra nordøstlig og senere sydøstlig retning, for til sidst som det synes fra slæbet øverst i nogle af bakkerne, er blevet nordøstlig. At materialet i disse bakker skulle være skyllet sammen af mindre eller større smeltevandsfloder og bække, modsiges på det bestemteste af den regelmæssige lagdeling, som ikke viser strømlejrning, men oftest en mere eller mindre tydelig varvighed, ligesom sandet og gruset som regel er stærkt udvasket og rent.

LITTERATUR

- MADSEN, VICTOR, 1897: Kortbladet Samsø. D.G.U. 1. rk. nr. 5.
 MILTHERS, V., 1943: Nordvestsjællands Geologi. D.G.U., V. rk., nr. 6.
 — 1948: Det danske Istidslandskabs Terrænformer og deres Opstaaen. D.G.U., 111 rk., nr. 28.
 RASMUSSEN, H. WIENBERG, 1965: Strukturer dannet ved jordflydning, udglidning og issø-tapning i kvartære smeltevandsaflejringer. Medd. D.G.F. bd. 15, h. 4, s. 470-485.
 RØRDAM, K., 1899: Kaartbladene Kjøbenhavn og Roskilde. D.G.U., 1. rk., nr. 6.
 RØRDAM, K. & MILTHERS, V., 1900: Kortbladene Sejro, Nykjøbing, Kalundborg og Holbæk. D.G.U., 1. rk., nr. 8.
 WENBERG, GUNNAR, 1949: Differentialrørelser i Inlandsisen. Medd. Lunds geol.-min. institution, nr. 114. Lund.
 ØDUM, HILMAR, 1933: Marint Interglacial paa Sjælland, Hven, Møn og Rügen. D.G.U., IV. rk., bd. 2, nr. 10.

Kemikeren professor S. P. L. Sørensen (1868–1939) og hans berøring med geologien

Et lille geologi-historisk tidsbillede

af

AXEL GARBOE

I tidsskriftet »Medicinsk Forum« (1) har overlæge dr. med. VAGN SCHMIDT fornylig givet en livsskildring af den internationalt kendte videnskabsmand, chef for Carlsberglaboratoriets kemiske afdeling, professor S. P. L. SØRENSEN i anledning af 25-året for hans død i 1939. Som det er naturligt og rigtigt, blev der i denne afhandling ligesom i tidligere biografier (2, 2a) særlig lagt vægt på en fremstilling af S. P. L. SØRENSEN's betydning som kemiker, et studieområde, hvortil han tidligt følte sig hendraget. I dette valg bestyrkedes SØRENSEN af sine studenterkammerater, deriblandt vennen og skolekammeraten fra soranertiden, den senere stadslæge i København POVL HEIBERG, som forstod, at på dette studiefelt lå SØRENSEN's fremtidsopgave (3). På SØRENSEN's kemiske arbejder skal der ikke gås nærmere ind her. Han er, som dr. VAGN SCHMIDT skriver, kendt overalt i verden blandt andet som pH-definitionens fader.

Her er det nu hensigten at standse lidt ved S. P. L. SØRENSEN's berøring med geologien i hans tidlige ungdom.

SØRENSEN, der blev student i 1886, 18 år gammel, tog så ivrigt fat på kemiske studier, at han allerede i 1888 kunne få Universitetets guldmedalje for en kemisk afhandling. På dette tidspunkt mødte SØRENSEN dansk geologisk forskning i en ny udviklingsfase: »Danmarks Geologiske Undersøgelse« i denne institutions allerførste begyndelse. Vel havde »den danske geologis fader« G. FORCHHAMMER og en række andre videnskabsmænd tilvejebragt et stort materiale af geologiske iagttagelser her i landet, et materiale, som forøgedes og bearbejdedes også i den lange årrække, da FORCHHAMMER's efterfølger i det geologiske professorat ved Københavns universitet, FR. JOHNSTRUP (1818–1894) var den ledende inden for dansk geologisk forskning. Men det blev efterhånden mere og mere klart, at der tiltrængtes en systematisk og detaljeret geologisk undersøgelse af vort land i lighed med, hvad der allerede var i gang i en række andre lande. Allerede FORCHHAMMER havde forstået dette og henledt bevillingsmyndighedernes opmærksomhed på nødvendigheden heraf, men nåede kun at foretage de indledende skridt til en sådan landsomfattende geologisk undersøgelse af Danmark. Der skulle gå en lang årrække efter FORCHHAMMER's død i 1865, før end noget afgørende skete (4).

Støttet af den geologisk meget interesserede politiker VICTORINUS PINGEL (1834–1919) lykkedes det professor JOHNSTRUP i 1888 at opnå en bevilling til »Forberedelse af en Plan til geologiske Undersøgelser i Landet«. Senere forøgedes bevillingen, og den landsomfattende geologiske undersøgelse, der som hovedopgave havde en geologisk kortlægning af Danmark, kunne begynde. Det måtte i begyndelsen især blive overfladedannelserne, der toges fat på, blandt andet også fordi et nærmere kendskab til disse måtte antages at have særlig interesse i et landbrugsland som Danmark, og det ville måske også være af betydning at pointere dette over for rigsdagen, når bevillingerne skulle fornyes. Alt for optimistisk udtalte man fra geologisk side, at kortlægningen antagelig ville kunne fuldføres i løbet af en snes år. »Den geologiske Undersøgelse« – som arbejdet i begyndelsen kaldtes –, var nøje knyttet til Universitetet i København, og »Undersøgelsens« chef var den geologiske professor, der dog ikke skulle deltage i arbejdets detaljer, men tilrettelægge hovedlinierne. Da det mineralogisk-geologiske museum, som dengang fandtes i Kommunitetsbygningen på Nørregade, led under en voldsom pladsmangel, kunne der ikke være tale om, at »Undersøgelsen« kunne få lokaler her; man lejede derfor en almindelig beboelseslejlighed i Sankt Pederstræde, nær ved museet, hvor JOHNSTRUP havde sin embedsbolig og derfor let kunne følge arbejdets gang i det nye geologiske foretagende. I lejlighedens køkken indrettedes der et primitivt laboratorium til brug ved de nødvendige kemiske undersøgelser af de indsamlede prøver af ler, mergel o.s.v.

Det, der i begyndelsen var en stor vanskelighed, var manglen på kvalificerede geologiske ledere af arbejdet i marken. Dansk geologi havde arbejdet under trange forhold. Der var ganske vist en voksende interesse for geologi, men at uddanne sig til faggeolog var en betænkelig sag, således som de økonomiske og andre muligheder for en dansk geolog dengang var. Inden for universitetet var der kun det ene professorat, når det eventuelt blev ledigt, og så nogle utilfredsstillende lønnede og uselvstændige assistentstillinger ved museet. Blandt de få, der kunne være tale om i blandt datidens geologer, valgte professor JOHNSTRUP til at lede arbejdet i den nye geologiske Danmarksundersøgelse to af museets folk. Den ene var kemikeren K. RØRDAM (1860–1939), som havde arbejdet en del med geologiske spørgsmål. Som den anden geolog ved »Undersøgelsen« valgte JOHNSTRUP sin førsteassistent i museet, K. J. V. STEENSTRUP (1842–1913), der på det tidspunkt allerede havde gjort sig fordelagtigt bekendt som en meget lovende Grønlandsgeolog, og som iøvrigt havde nogen formue, så at han uden betænkelighed kunne gå ind til den i økonomisk henseende usikre stilling ved »Undersøgelsen«.

Det var også professor JOHNSTRUP, der stod for antagelsen af de unge sommerassistenter, som var nødvendige til arbejdet i marken. Ved opslag i porten til museet på Nørregade blev det bekendtgjort, at der kunne antages sommerassistenter til de planlagte danske geologiske undersøgelser, og at stillingerne kunne søges af naturhistoriske eller polytekniske kandidater eller ældre studerende, fortæller den senere statsgeolog VILHELM MILTHERS (f. 1865) i sine livserindringer (5). En dag i foråret 1890 blev han som ung polyteknisk studerende gjort opmærksom på dette opslag. Han, der kun i to år havde studeret ved Polyteknisk Lærestanstalt og som iøvrigt under mange forhindringer var begyndt at læse i en lidt ældre alder, følte sig ganske ukvalificeret til at søge stillingen som sommerassistent ved »Undersøgelsen«, men tog dog mod til sig og henvendte sig til professor JOHNSTRUP – med det overraskende resultat, at han blev antaget. Der var oprindeligt flere ansøgere, som dog efterhånden gled ud, så at der tilsidst kun var 2 ansøgere tilbage – den kemiske student S. P. L. SØRENSEN (f. 1868) og den nævnte lidt ældre polytekniske student VILHELM MILTHERS. Begge havde de ikke noget forhåndskendskab til det praktiske arbejde, de påtog sig, hvorfor de i et par uger måtte have et instruktionskursus i Nordsjælland med standkvarter i Esrom kro. Derefter blev MILTHERS sommerassistent hos »geolog RØRDAM«, som dennes officielle titel var, med arbejdsområde Sjælland; SØRENSEN blev assistent hos K. J. V. STEENSTRUP, der havde fået Vendsyssel anvist som sit område.

Fra forskellig side har man vidnesbyrd om, at den unge kemistuderende SØRENSEN gik med stor iver og energi op i sit geologiske sommerarbejde. Professor NIELS BJERRUM berører i sin mindetale over professor SØRENSEN (2) dette og giver et eksempel på »den Iver og Interesse, med hvilken han dengang som senere kaster sig ind i ethvert Arbejde, som han påtager sig«. Han var deri på linie med sin chef, »geolog STEENSTRUP«, der var en mand, som ikke gav op over for vanskeligheder, når han havde sat sig for at løse en opgave. Dette havde STEENSTRUP blandt andet vist ved den stædige energi, hvormed han gennemførte beviset for, at de NORDENSKIÖLD'ske jernblokke fra Grønland ikke – som NORDENSKIÖLD og andre hævdede – var af meteorisk oprindelse, men var tellurisk jern trods nikkelinholdet (6). K. J. V. STEENSTRUP må have været en inspirerende chef for den unge S. P. L. SØRENSEN under det geologiske sommerarbejde i Vendsyssel – men vel ikke altid lige let at have med at gøre, således som STEENSTRUP's temperament var.

I det nordjyske område, hvor der arbejdedes, ligger den Lille Vildmose. I dennes nordlige randområde stødte man på grave fra den yngre jernalder – med »Trækul, brændte Ben, Lerkar og Glasperler«, hedder det i den nordjyske kortbladsbeskrivelse (7), der blev udgivet i 1899 af geologen AXEL JESSEN. Denne havde overtaget kortlægningen af Vendsyssel efter STEENSTRUP efter dennes højdramatiske sammenstød i vinteren 1897 (8) med den kommission, som efter professor JOHNSTRUP's død (1894) stod i spidsen for »Danmarks Geologiske Undersøgelse« således som virksomhedens navn nu efterhånden var blevet. STEENSTRUP var bleven stædig og ville ikke inden for det fastsatte tidspunkt aflevere manuskript til kortbladsbeskrivelsen over Vendsyssel, hvis geologiske forhold han fremfor nogen var inde i, således som det blandt andet fremgår af hans vendsysselske dagbøger i Mineralogisk Museums arkiv. Da det ikke kunne komme til en ordning med STEENSTRUP, blev han øjeblikkelig

afskediget – »smidt ud« plejede han senere at kalde det, når han på sin iltre måde omtalte denne begivenhed, der oplevedes på nært hold af MILTHERS, og som vel også har givet genklang i S. P. L. SØRENSEN's følsomme sind.

Om de arkæologiske fund i Vildmosen korresponderede den unge sommer-assistent S. P. L. SØRENSEN med selve direktøren for det Oldnordiske Museum, som det dengang kaldtes, SOPHUS MÜLLER. Denne henførte de fundne jernaldergrave til tiden omkring år 300–500 e. Kr. Brevvekslingen omtales af NIELS BJERRUM (2), men har ikke været mig tilgængelig. Måske ville en eftersøgning i Nationalmuseets arkiv kunne give værdifulde bidrag til belysning af den unge S. P. L. SØRENSEN's selvstændige virksomhed som geologisk sommerassistent i Vendsyssel. Om enkelthederne i dette arbejde vil man forgæves søge oplysninger i de udgivne kortblads-beskrivelser fra Vendsyssel, der – således som praksis er – altid publiceres i den ledende geologs navn. Man kan dog skimte lidt af SØRENSEN's arbejde i en bemærkning som denne (9): »SØRENSEN har anvendt megen Tid og Omhu på Undersøgelsen af Alluviet i den sydlige Del af Kortbladet Løkken og bl. a. gjort adskillige gode lagttagelser over det nedre Ferskvandsalluvium«. En enkelt gang finder man »cand. mag. S. P. L. SØRENSEN« (magister 1891) nævnt som den, der har foretaget en analyse af en lerprøve (Yoldialer) fra havnen på Læsø (10).

Om sin geologiske sommervirksomhed skriver SØRENSEN i sin korte doktorselvbiografi (11): »I Somrene 1890 og 91 og for et kortere Tidsrum i Sommerferien 1893 deltog jeg som Assistent i Danmarks geologiske Undersøgelse i Kortlægningen af Vendsyssel«, og dette nævnes også i BJERRUM's mindetale (2).

Det blev altså kun en kortvarig forbindelse med »Danmarks geologiske Undersøgelse« og med geologien i det hele taget, S. P. L. SØRENSEN havde, medens sommerarbejdet i D.G.U. for hans kollega VILHELM MILTHERS blev indledningen til en livslang geologisk virksomhed. Om de to mænd har haft nogen forbindelse med hinanden, efter at deres geologiske ungdomsveje var skiltes, får stå hen. Desværre forsømte jeg at tale med MILTHERS derom – i hans høje alder – da han fortalte beredvilligt imødekommende og med klar erindring om personer og begivenheder i dansk geologis historie, hvori han selv havde levet med, og som han kunne illustrere med personlige breve. Måske kan de have truffet hinanden i Dansk geologisk Forening, der stiftedes i 1893 som de unges reaktion imod professor JOHNSTRUP's ledelse, der føltes som indsnævrende bånd (12). Både MILTHERS og SØRENSEN var medlemmer af »Foreningen« lige fra dens første begyndelse, og SØRENSEN var – igen et lille træk i hans trofaste sindelag – medlem af denne forening lige til sin død (13), men ses ikke at have bidraget til de tit livlige diskussioner i foreningens møder. Da Dansk geologisk Forening i 1918 fejrede sit 25-års jubilæum, sendte SØRENSEN en lykønskning (14). At hans kemiske forskning også kom geologien og jordbundslæren til gode, er en anden sag, som ikke skal nærmere omtales her.

Betingelsen for en fortsat kontakt imellem MILTHERS og S. P. L. SØRENSEN skulle ellers synes at have været tilstede, både som naturvidenskabsmænd og på anden måde. Begge var de landmandssønner og havde under deres opvækst været fortrolige med og deltaget i det praktiske landbrugsarbejde, selv om livsforholdene var forskellige i SØRENSEN's hjemegn, det frugtbare midtsjælland, og under MILTHERS' opvækst i en vestjysk hedegård. Og begge mødte de i deres ungdom en kristen påvirkning, som de hver på sin måde blev præget af og personligt engageret i gennem hele livet. MILTHERS kom ind i det grundtvigske prægede milieu bl. a. gennem sit ophold på Askov Højskole og på anden måde, og han deltog i hele sit liv i den københavnske Valgmenigheds og den grundtvigske Højskoles liv og arbejde i København (15). Ved en smuk højtidelighed blev i 1962 VILHELM MILTHERS bisat fra Københavns Valgmenigheds kirke. For den på sit felt lige så ansete S. P. L. SØRENSEN formede denne side af livet sig en del anderledes. Som BJERRUM nævnte det i sin mindetale (2), blev SØRENSEN som dreng meget stærkt grebet af den konfirmationsforberedelse, han fik hos pastor MICHAEL BRØNDSTED, der var virkende i Slagelse og i Hejninge, et af nabosognene til SØRENSEN's hjemegn Havrebjerg ved Slagelse. I sin første studentertid i København deltog den unge kemistuderende i søndags-skolearbejde, til hans stærkt optagne tid ikke tillod dette mere. Men også i professor SØRENSEN's Carlsberg-Laboratorium-tid deltog han jævnlig i det kirkelige liv og var kirkegænger i Jesuskirken i Valby, den af brygger JACOBSEN opførte kirke, hvor dr. theol. HENRY USSING, broder til geologen professor N. V. USSING, var præst

fra 1891–1915. Pastor USSING var en nærmest indremissionsk præget foregangsmand, sammen med ægyptologen overbibliotekar ved det Kongelige Bibliotek i København H. O. LANGE og flere andre, i det banebrydende arbejde, der som regel kort betegnes som »Københavns Kirkesag«. Det her kort berørte siger noget om det kirkelige milieu, hvori professor SØRENSEN levede. Uden at tage det anførte i betragtning vil man ikke kunne tegne et sandt livsbillede af disse to mænd, som i deres ungdom en tid mødtes på geologiens område for siden at gå hver deres egne veje. Men at forfølge dette spørgsmål videre ville føre alt for langt uden for rammerne for denne lille geologi-historiske skildring.

VILHELM MILTHERS og S. P. L. SØRENSEN var kun to af de unge mænd, som på et vist tidspunkt i deres liv mødte geologien og hver på sin måde i kortere eller længere tid indfangedes af denne videnskab. Der var adskillige andre unge mænd – polyteknikere og andre – der som sommerassistenter kom i berøring med den i 1890'erne endnu unge, men hastigt voksende institution »Danmarks Geologiske Undersøgelse«. At gå ind på en skildring af denne side af geologiens udvikling her i Danmark og følge sommerassistenternes senere vidt forskellige livsveje ville være en tillukkende opgave.

Årene i forrige århundredes slutning var i det hele taget en skelsættende tid i dansk geologisk udviklingshistorie. »Danmarks Geologiske Undersøgelse« voksede. »Dansk Geologisk Forening« skabte kontakter og vakte nyt initiativ; en række unge selvstændige geologer fik udviklingsmuligheder og bragte på mange forskellige områder dansk geologi vidt frem. Skolen kom med ind i billedet. Og ikke mindst var det af afgørende betydning, at universitetets mineralogisk-geologiske museum i 1893 blev flyttet fra de håbløst snævre og forældede forhold i Nørregade-museet til det nye museum på Østervold, hvor professor JOHNSTRUP's efterfølger N. V. USSING energisk førte den videnskabelige geologiske forskning videre og knyttede en række unge begavede videnskabsmænd til museet og forskningen. Kort sagt: en ny tid begyndte, meget forskellig fra den tid og de forhold, hvorunder S. P. L. SØRENSEN og VILHELM MILTHERS i deres ungdom mødte dansk geologisk forskning.

HENVISNINGER

1. Medicinsk Forum 17. årg. nr. 4 (1964) 97–102.
2. BJERRUM, NIELS: SØREN PETER LAURITZ SØRENSEN (9. Januar 1868–12. Februar 1939). Tale i Videnskabernes Selskab's Møde den 20. Oktober 1939 (Oversigt over det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Virksomhed Juni 1939–Maj 1940) 51–87), med portræt.
- 2a. LINDERSTRØM-LANG, K.: S. P. L. SØRENSEN (1868–1939) (Comptes rendus des travaux du Laboratoire Carlsberg. Série chimique vol. 23 (1941) pg. I–XXI).
3. HEIBERG, POV: Spredte Erindringer fra en gammel læges lange Liv (1958) 29.
4. GARBOE, AXEL: Geologiens Historie i Danmark, bd. 2 (1961), 361f.
5. MILTHERS, VILHELM: Fra min Barndom og Ungdom (1954) 39f.
6. GARBOE, AXEL: Geologiens Historie i Danmark bd. 2 (1961) 296 f.
7. JESSEN, AXEL: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. (Danmarks Geologiske Undersøgelse I. Række Nr. 3). Kortbladene Skagen, Hirtshals, Frederikshavn, Hjørring og Løkken (1899) 320f.
8. GARBOE, AXEL: Geologiens Historie i Danmark bd. 2 (1961) 414 f.
9. JESSEN, AXEL: Kortbladene Skagen etc. (1899) side II.
10. JESSEN, AXEL: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark (Danmarks Geologiske Undersøgelse I. Række Nr. 4) Kortbladene Læsø og Anholt 1897), 7.
11. Københavns Universitets Festskrift, November, 1899.
12. GARBOE, AXEL: Geol. Hist. i Danm. II (1961) 399f.
13. Medlemsfortegnelserne i de af Dansk Geologisk Forening udgivne »Meddelelser«.
14. Generalregister til Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening bd. 1–5 (1957), 25.
15. Københavns Valgmenighed 1890–1965 (1965), 39. MILTHERS var medlem af menighedsrådet i 1912–1917 og 1919–1931.