

KLINTERNE VED HUNDESTED

STEEN SJØRRING

SJØRRING, S.: Klinterne ved Hundested. *Dansk geol. Foren., Arsskrift for 1973*, side 108–117. København, 15. januar 1974.

In the cliffs at Hundested the structural and stratigraphical evidence indicates two Weichselian ice-advances. The relations of these to the general accepted history of glaciations are discussed.

Steen Sjørring, Institut for almen Geologi, Østervoldgade 5, DK-1350 København K.

Klinterne mellem Kikhavn og Hundested viser skæringen af fire svagt kuplede bakker med en samlet længde på 1550 m. Retningen af profilet ændres i en jævn afrundet bue fra omkring 70° nærmest Kikhavn til omkring 30° nærmere Hundested. Inden for kortere afstande i profilet er der større afvigelser.

Profilen (fig. 1) er tegnet, som det ses fra kysten. Herved fremkommer der skæve billeder af strukturerne, og tegningen gengiver derfor ikke deformationernes størrelse og indbyrdes beliggenhed på en korrekt måde. Grunden til denne ukonventionelle afbildningsform er, at der mange steder i klinterne findes deformationer frembragt af isstrømme fra to forskellige retninger. Et samlet profil set i alle foldeaksernes retninger kan derfor ikke tegnes.

En repræsentativ mængde af de målte foldeakser er indsat på fig. 1. Målinger af lagplaners orientering er ikke medtaget, og mange detaljer er udeladt, for at hovedstrukturene skal fremtræde tydeligere. Flyvesandslagene, der dækker de nordøstligste 900 m af klinterne, er ikke tegnet, da de ikke spiller nogen rolle for forståelsen af klinternes opbygning.

Stratigrafisk opbygning

Nedre moræneler

Det ældste sediment i profilet er det af Rørdam (1893) beskrevne nedre moræneler, som er en inhomogen aflejring bestående af alle overgangsformer mellem hård kompakt og stenet moræneler til aflejringstyper, der med lige så stor ret kunne kaldes smeltevandsler.

I almindelighed er det nedre moræneler tydeligt bænket, kalkrigt og fat-

KIUNTERNE MELLEM KIKHAVN OG HUNDSTED



tig på sten og grus. Det indeholder mange spredte skalfragmenter, hvilket fik Rørdam til at drage sammenligning med det Ældre *Yoldia* Ler i Vendsyssel. På den baggrund undersøgte Anne-Lise Lykke Andersen (Aarhus Universitet) indholdet af foraminiferer i det nedre moræneler fra Hundested og kom til det resultat, at faunaen svarer til den, der kendes fra Skærumhedeseriens *Portlandia arctica* Zone (SjØrring, i trykken). Senere har Peter Konradi (Danmarks Geologiske Undersøgelse) undersøgt lignende materiale fra det nedre moræneler ved Hundested og har ved et møde i Dansk Geologisk Forening i 1973 fremført, at faunaselskabet var karakteristisk for det såkaldte »Græsted-ler«, der kendes fra et antal gravninger og borer i det nordligste Nordøstsjælland.

SjØrring (i trykken) har desuden vist, at det stenfattige nedre moræneler i klinterne ved Hundested (og Lynæs) indeholder mere flint (9,5–12 %) end det øvre moræneler (3–7 %), hvilket er det modsatte af den fremstilling V. Milthers (1922, 1935) har givet. In situ er der i det nedre moræneler fundet tre rhombeporfyrkonglomerater, fem kinnediabaser samt (fra stentællingerne) én larvikit og to dalaporfyrer. I den forbindelse skal det nævnes, at rhombeporfyrkonglomerater dominerer kraftigt over rhombeporfyrer i de store fraktioner på stranden. I mindre fraktioner (under 5–6 cm) er dominansen ikke udtalt.

Enkelte steder er det nedre moræneler opfattet og betegnet som smeltevandsler. Heri er lagdelingen tydelig, idet leret er opdelt i 12–15 cm tykke bænke, der adskilles af millimetertynde lag af silt og finsand. I smeltevandsleret er stenindholdet mindre end i det typiske nedre moræneler, der er kun fundet enkelte spredte blokke. Mængden og typerne af skalfragmenter er derimod den samme, som i det nedre moræneler, og fragmenterne er ikke fundet større eller bedre bevaret. Smeltevandsleret anses for at være enten store flager i det nedre moræneler, eller den aflejring, det nedre moræneler er dannet af. Den sidstnævnte mulighed støttes i nogen grad af de boreprofiler (fra Halsnæs kyster), som er vist i SØHUND-rapporten (1973). Heraf fremgår det, at det nedre moræneler og især smeltevandsleret fortsætter ubrudt ned til overfladen af Danienskalken i en dybde på omkring \div 40 m.

Grænsen mellem det nedre moræneler og det overliggende smeltevands-silt er ikke skarp. Smeltevandssiltet er opbygget af vekslende tynde lag af leret silt og finsand, og de lerholdige lag optræder hyppigst i bunden. Der er fundet få spredte skalfragmenter i smeltevandssiltet, men aldrig sten eller blokke. Det er nærliggende at antage, at smeltevandssiltet er dannet af det nedre moræneler ved fluvioglacial omlejring.

Smeltevandssandet

Det gullige smeltevandssand har en tykkelse på 5–8 m. Det er gennemgående godt sorteret inden for de enkelte smålag og i de enkelte aflejringer som helhed. Lag af smeltevandssilt og -ler kan optræde uregelmæssigt i lagserien. I disse finkornede dele mangler enhver form strukturer.

Det er sandsynligt, at smeltevandssandet er aflejret i tre forskellige tidsafsnit: En ældre del følger konkordant på smeltevandssilten og er deformeret sammen med denne. Herover optræder en yngre del, der alene er deformeret sammen med det øvre moræneler, og yngst er det smeltevandssand, der ligger uforstyrret oven over det øvre moræneler.

Som fremmedelement i smeltevandssandet træffes skalfragmenter af samme type, som i det nedre moræneler. Der er næppe tvivl om, at disse fragmenter er omlejret herfra, men om alt smeltevandssandet er omlejret fra det nedre moræneler, som formodet af Rørdam (1893), er tvivlsomt. Skalfragmenterne i smeltevandssandet er tit mere skrøbelige og optræder sjældnere end i det underliggende nedre moræneler og smeltevandssler. Karakteristisk for de finkornede dele af smeltevandssandet er forekomsten af ravpinde-lag. De enkelte træstumper er af størrelse som knappenålshoveder, men hvor ravpinde-lagene optræder i »revler«, kan træstykkerne findes i op til 7 cm store stykker. I revlerne er også ravstykker almindelige. Ravpindelagene har den særlige betydning, at de på en udmærket måde viser strukturelle forstyrrelser, der ellers ville være vanskelige at se i det homogene sand.

Kun sjældent har det været muligt at fastslå sandaflejringerenes stratigrafiske orientering, og hvor det lod sig gøre (strømribber med ravpinde i bunden, »ball- and pillow« strukturer og flammestrukturer), var sandlagene retvendte. Da de ensartede aflejringer af smeltevandssand let kan skjule for eksempel isoklinale folder og overskydninger, er få spredte bestemmelser ikke af større værdi. I smeltevandssaflejringerne har der været søgt efter fossile iskilestrukturer og lignende frostfænomener. Denne søgen har været resultatløs.

Smeltevandsgruset

Smeltevandsgruset indtager en særstilling i lagserien, da det åbenbart angiver grænsen mellem lag deformeret fra nord og lag deformeret fra øst-nord-øst. Gruset er ofte stærkt farvet, fra rødbrun til orange, og med indslag af sorte striber, der tyder på tilstedeværelsen af manganforbindelser. Stenene i gruslagets bund er velafrundede grundfjeldsbjergarter. Blandt stenene er der ikke observeret ledeblokke, som kunne fortælle om gruslagets udgangsmateriale. Gruslaget viser graderet kornstørrelse aftagende opad, og må være aflejret efter den ældste deformationsperiode.

Øvre moræneler

Det øvre moræneler findes i næsten hele klintens længde i et indtil tre meter tykt lag. Det er udpræget bænket, som følge af tynde lag af silt og sand, langs hvilke der er sket en udtørring og farveændring. Moræneleret er forvitret og gulbrunt med indslag af olivengrønne pletter, hvori indholdet af skalfragmenter er større end i omgivelserne. Pletterne kan derfor repræsentere iblandede partier af nedre moræneler.

Det øvre moræneler er stenfattigt (mindre end 2 vægtprocent partikler er større end 6 mm), og stenene er ofte stærkt forvitrede og smuldrende. Som et særligt »stenindhold« skal løssdukker nævnes. Flere steder optræder de så mange sammen, at det præger moræneleret, og de er fundet i alle stentællingerne fra det øvre moræneler ved Hundested og Lynæs. Løssdukkerne, der er indtil 8–9 cm lange, er omtalt af Rørdam (1893), der har set dem i smeltevandsleret. Heri er der dog fundet så få, i forhold til antallet i det øvre moræneler, at smeltevandsleret næppe har leveret løssdukkerne til det øvre moræneler, når antallet af skalfragmenter i de to aflejringer samtidig tages i betragtning. Løssdukkerne i det øvre moræneler antages at være dannet på stedet.

Det øvre moræneler optræder som »flow-till« og kan godt være aflejret således, da moræneleret mange steder er foldet sammen med det underliggende smeltevandssand. I den nordlige del af profilet mangler morænelersdækket. At det har været der, registreres i tilstedeværelsen af uregelmæssige sten- og grushorisonter på det øvre morænelers plads. Stenene i disse horisonter viser ingen tegn på vinderosion; dette er imidlertid observeret på sten (blandt andet en bredvadporfyr) siddende fast i det øvre moræneler. Ved stentællingerne er der fundet syv dalablokke i det øvre moræneler. Flintindholdet er som nævnt 3–7 %.

Brokket ler

Betegnelsen brokket ler må ikke forveksles med det af Rørdam (1893) beskrevne »brokler« eller med det af V. Milthers (1935) omtalte »brokkeler«, idet begge forfattere henviser til særlige dannelser, der ikke er fundet ved Hundested. Her er i klinterne blot fundet et enkelt lag af brokket ler, der – at dømme ud fra indholdet af skalfragmenter – er »knust« nedre moræneler. Det lag har tilsyneladende samme stratigrafiske betydning som laget af smeltevandsgrys, men det formodes at være dannet i forbindelse med det sidste isfremstød.

Flyvesandet

Flyvesandsdækket over den nordøstlige del af klinterne er af ret ung alder (V. Milthers, 1935). Også inden for de sidste 20–30 år er der blevet aflej-

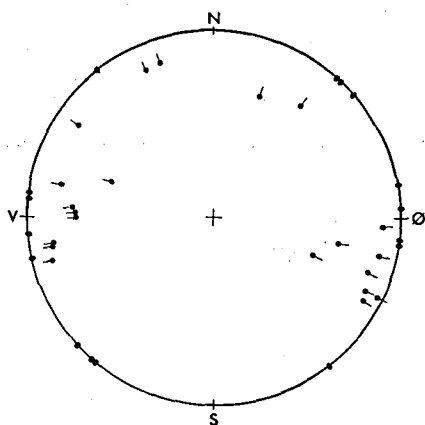


Fig. 2. Stereografisk projektion, nedre halvkugle. Foldeaksemålinger fra lagene under smeltevandsgruset og det brokkede ler.

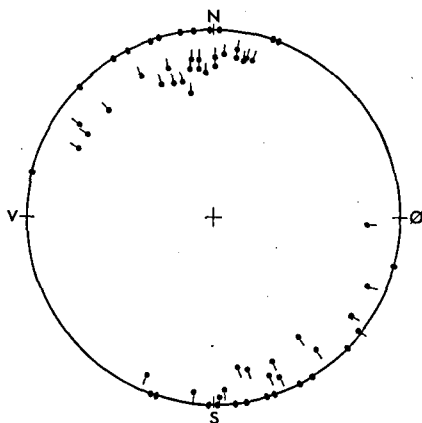


Fig. 3. Stereografisk projektion, nedre halvkugle. Foldeaksemålinger fra lagene over smeltevandsgruset og det brokkede ler.

ret flyvesand i dette område, idet der er fundet efterladenskaber i form af bl. a. konservesdåser i indtil 0,5 m dybde.

Strukturel opbygning

I modsætning til V. Milthers (1935) påstand er lagene i klinerne ved Hundested (Lynæs og Kregme) stærkt forstyrret, og det kan vises, at disse forstyrrelser er sket i to tidsafsnit. I strukturel henseende kan det nedre moræneler, smeltevandssiltten og -leret samt den nedre del af smeltevandssandet betragtes som én enhed, der er blevet oppresset af et istryk fra nord mod syd (10° mod 190°). Ved bortsmeltningen af denne is kan laget af smeltevandsgrus være aflejret.

Smeltevandssandet og det øvre moræneler (»flow-till«) er afsat foran en avancerende ismasse fra øst-nordøst og er senere foldet af denne is. Ved isens passage er lagseriens øvre dele blevet kraftigst deformeret, men også de ældre deformede dele, der ligger under smeltevandsgruset, er blevet præget. Det viser sig ved de dannede overskydningsplaner og vridningen af gamle folder. I forbindelse med denne påvirkning formodes det brokkede ler at være udformet. Ved bortsmeltning af isen er det øvre moræneler stedvis bortvasket, så kun en stenhorisont ligger tilbage, og samtidig er det yngste og uforstyrrede smeltevandssand blevet aflejret.

De repræsentative foldeaksemålinger, som er med på tegningen i fig. 1, er vist i diagrammerne fig. 2 og fig. 3. De målinger, der stammer fra delene under smeltevandsgruset og det brokkede ler er afbildet i fig. 2, og målinger

fra partier oven over smeltevandsgruaset og det brokkede ler findes i fig. 3. Enkelte foldeaksemålinger er vanskelige at placere i det rette diagram, især fra de steder, hvor smeltevandsgruaset eller det brokkede ler mangler. Fig. 4 viser tilsvarende en række målinger af gruslagets og det brokkede lers lagstillinger. Målingerne sandsynliggør, at lagene er aflejret så sent, at de ikke har deltaget i den ældste deformation.

De fleste steder i profilet er de strukturelle forhold så simple, at de lader sig forklare ved isoklinale folder og overskydninger, ofte i aksialplanerne. De nærmere detaljer i disse mønstre vil dog ikke blive behandlet her, da de ikke spiller nogen egentlig rolle for nedisningsforløbets geografiske forhold eller kronologi.

Diskussion

Undersøgelserne viser, at området har været nediset to gange. Indholdet af foraminiferer i det nedre moræneler henfører begge moræneaflejringer til Weichsel alder, forudsat Skærumhedeseriens nuværende placering (Feyling-Hanssen et al. 1971) i det stratigrafiske skema er korrekt.

I sin disputats har V. Milthers (1909) fremsat tvivl om Rørdams (1893) norske isfremstød, idet han omtaler fundet af norske blokke sammen med baltiske blokke i det nedre moræneler i det nordligste Nordøstsjælland. I følge V. Milthers (1909) egne referencer fremgår det imidlertid, at baltiske blokke ikke med sikkerhed er påvist (sammen med norske blokke) i det nedre moræneler: V. Milthers (1899) p. 60 »-Om de nærmere fundforhold vides intet bestemt, men i den angivne grusgrav . . .« (Freerslev Hegn, sydvest for Hillerød). Denne lokalitet ligger i øvrigt så langt mod syd, at grænsen for udbredelsen af det »norske« nedre moræneler (»Græsted-leret«) måske er passeret.

Det er interessant, af SØHUND-rapportens boreprofiler viser en ubrudt lag-

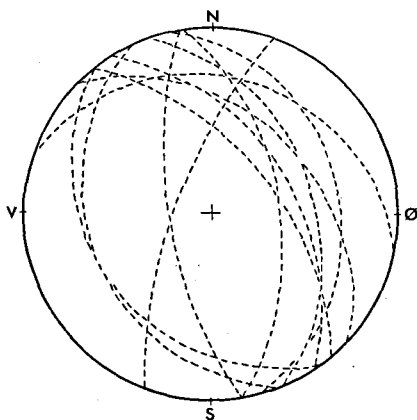


Fig. 4. Stereografisk projektion, nedre halvkugle. Lagplansorienteringer fra smeltevandsgruaset og det brokkede ler.

serie af nedre moræneler og smeltevandsler langs Halsnæs kyster. Manglen på ældre glaciale aflejringer, hvorfra ledeblokke i nævneværdig grad kan hentes til lokal opblanding, må betyde, at blokindholdet i det nedre moræneler repræsenterer en ret »ren« strøm.

K. Milthers (1942) nærer ingen betænkeligheder med hensyn til en ældre norsk is i de kystnære områder i Nordøstsjælland, bortset fra aldersspørgsmålet (Saale eller Weichsel), men det skulle nu være afgjort. Andersen (1950) har i »Rågeleje egnens geologi« benyttet Rørdams (1893) stentællinger, som fortrinsvis stammer fra de nordligste områder. I to tællinger fra det nedre moræneler (Kregme og Ramløse) er indholdet af Silure bjergarter på henholdsvis 20,96 % og 15,88 %. Derfor mener Andersen (1950), at der »med føje« må være tale om aflejringer fra den Gammelbaltiske is, da det nedre moræneler også er rigere på »Kridtformationens bjergarter« end det øvre moræneler er. De resterende syv tællinger fra det nedre moræneler indeholder mellem 1,61 % og 9,37 % Silure bjergarter, hvorfor Andersen (1950) henfører dem til Nordøstisens aflejringer (moræne C i følge Madsen og moræne D i følge Andersen). Indholdet af norske blokke og kinnediabaser tager Andersen (1950) til indtægt for den (p. 552): »... nordøstis, der aflejlrede nordøstmorænen – egnens nedre moræne«. Der bliver således ingen plads til aflejringer fra den Gammelbaltiske is, hvilket Andersen må have overset, og at nordøstmorænen yderligere skulle kendetegnes ved: »... røde østersøkvartsporfyre som regel er talrigere end de brune« (Andersen, 1950, p. 552), er helt uforståeligt. Kun én af 45 ledebloktællinger på kortene »Issefjord« og »Helsingør« (K. Milthers, 1942) viser det forhold, og den tælling stammer fra en grusgrav.

Andersen (1950) omtaler yderligere, at det øvre moræneler i klinten ved Tisvildeleje i følge Rørdam er baltisk. Dermed kan han vise (p. 555), »... at det yngre baltiske fremstød af isen er gået ud over Kattegatskysten«. Præmisserne for denne slutning er imidlertid ikke holdbare. Det baltiske indslag i Tisvildeklintens øvre moræneler er i følge Rørdam (1893) 8,12 % Silure bjergarter, men Andersen (1950) henregner selv moræner med 9,37 % Silure bjergarter til nordøstisens aflejringer; der er således intet grundlag for at henregne det øvre moræneler ved Tisvilde til en baltisk is. Det alene afviser næppe muligheden for et yngre baltisk fremstød ud over Kattegatskysten, men sammeholdt dels med Andersens (1950) fund af en iskilestruktur nord for, og dels med den israndslinie han trækker, synes argumenterne for et yngre baltisk fremstød ud over Kattegatskysten at forsvinde.

Berthelsen (i trykken) har i sin oversigt over Weichselstratigrafien gjort sig til fortaler for det nedisningsforløb, som Andersen (1950) har opstillet, nemlig et Gammelbaltisk fremstød i det sydlige Danmark, et fremstød fra nordøst, og endelig et Ungbaltisk fremstød til den Østjyske israndslinie i vest og den svenske Øresundskyst i øst.

Der er i klinerne ved Hundested intet, der viser passage af en Gammelbaltisk is, derimod har det ældste Weichselfremstød været fra nord mod syd. Om det eventuelt har været samtidigt med et Gammelbaltisk fremstød i mere syddanske områder, er en åben mulighed. I Hundestedklinerne er der endvidere registreret en ispassage fra øst-nordøst mod vest-sydvest. Sammenholdt med de hyppige ravpinde-lag i det underliggende smeltevandssand, og ravpinde-lagenes almindelige optræden i smeltevandsaflejringer under nordøstmorænen andre steder i landet, er det rimeligt også at regne det øvre moræneler ved Hundested til nordøstisens (Hovedstilstandsliniens is) aflejringer. Spor efter senere ispassager ved Hundested mangler, både i strukturerne og i stratigrafien.

Da eksistensen af den Østjyske israndslinie ikke skal betvivles, er det afgørende at vide, hvor langt Nordøstisen var smeltet bort, inden denne markante israndslinie blev dannet, forudsat den er dannet ved et Ungbaltisk fremstød. Man må være opmærksom på, at nordkysterne i Nordøstsjælland – i forhold til et Ungbaltisk fremstød – ligger på linie (højde) med de nordlige dele af Djursland, de dele, som ikke blev berørt af fremstødet. Endvidere synes der ikke at være tegn på, at den østligste del af den Østjyske israndslinie skulle være præget af en yngre baltisk is, men eventuelt af en (?regenereret) Nordøstis.

Det er i denne forbindelse også relevant at henlede opmærksomheden på den såkaldte »Midtsjællandske linie« (Andersen, 1933), som på et tidspunkt efter det Østjyske stadium har været østgrænsen for en aktiv baltisk is og vestgrænsen for en mindre aktiv (?Nordøst-) is mod øst. Det kunne tænkes, at disse aktivitetsforskelle også havde eksisteret under det Østjyske stadium. At en Ungbaltisk is skulle have passeret Halsnæs uden at efterlade ét spor, men samtidig være årsag til store forstyrrelser i det sydlige Djursland, forekommer ikke umiddelbart indlysende.

Til gengæld anser forfatteren det for rigtigt, at et ganske ungt baltisk fremstød har overskredet dele af Nordøstsjælland i slutningen af istiden, men det er ikke godtgjort, at isen herunder nåede frem til Kattegatskysten ved Hundested.

(Foredrag ved Dansk Geologisk Forenings årsmøde 3. november 1973)

Litteratur

- Andersen, S. A. 1933: *Det danske Landskabs Historie*. København, 275 pp.
 Andersen, S. A. 1950: Rågeleje egnens geologi. *Meddr dansk geol. Foren.* **11**, 543–557.
 Berthelsen, A. (in press): On Weichselian Ice Advances and Drift Succession in Denmark. *Bull. geol. Inst. Univ. Uppsala*.
 Feyling-Hanssen, R. W., Jørgensen, J. A., Knudsen, K. L. & Andersen A. L. 1971: Late Quaternary Foraminifera from Vendsyssel, Denmark and Sandnes, Norway. *Bull. geol. Soc. Denmark*, **21**, 67–317.

- Milthers, K. 1942: Ledeblokke og landskabsformer i Danmark. *Danm. geol. Unders., række 2, 69*, 137 pp.
- Milthers, V. 1899: Norske blokke på Sjælland. *Meddr dansk geol. Foren.* 1 (5), 49–64.
- Milthers, V. 1909: Scandinavian Indicator-Boulders. *Danm. geol. Unders., række 2, 23*, 153 pp.
- Milthers, V. 1922: Nordøstsjælland's geologi. *Danm. geol. Unders., række 5, 3*, 182 pp.
- Milthers, V. 1935: Nordøstsjælland's geologi. *Danm. geol. Unders., række 5, 3*, anden udgave, 192 pp.
- Rørdam, K. 1893: De geologiske forhold i det nordøstlige Sjælland. *Danm. geol. Unders., række 1, 1*, 110 pp.
- Sjørring, S. (in press): Some Problems in the Till Stratigraphy of the Northeastern Part of Sjælland. *Bull. geol. Inst. Univ. Uppsala*.
- Søhund-rapporten 1973: *Rapport over vandbehov og vandindvindingsmuligheder i Nordøstsjælland*. København, 39 pp.