En periglacial afblæsningsflade fra Hobro-egnen

MIKAEL JØRGENSEN



Jørgensen, M.: En periglacial afblæsningsflade fra Hobro-egnen. Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1985, side 47-57, København, 1. marts 1986.

A periglacial deflation surface is described from two gravel pits near Hobro, Northern Jutland, Denmark. At the same stratigraphical level as the deflation surface other periglacial phenomena, including frost splitting, exfoliation, cryoturbation and precipitation of calcrete crusts, can be detected. The deflation surface is overlain by laminated fine sand, which is supposed to have an aeolean origin.

At locality 1, the deflation surface was completely exposed as a part of an inclined fold, see fig. 3. Here, the wind direction has been analyzed. The result points to an easterly wind direction.

Grain size analysis of the fine sand, which overlies the deflation surface, has been carried out, and the result is discussed. A model of the periglacial environment is outlined, based on the above-mentioned analyses and general descriptions.

At both localities, the deflation surface is situated in series of glacial deposits. Based on the stratigraphy of these deposits it can be concluded, that the surface had been generated by the end of the Saalean or in the Weichselian, before the advance to the Main Stationary Line in Jutland.

Mikael Jørgensen, Geologisk Institut, Bygning 120, Aarhus Universitet, 8000 Aarhus C, 22. oktober 1985.

Indledning

I forbindelse med glacialstratigrafiske undersøgelser på Hobro-egnen blev der i efteråret 1984 fundet 2 fossile afblæsningsflader, se fig. 1.

I niveau med fladerne optræder der spor efter forskellige periglaciale fænomener, og fladerne overlejres af finsand, der kan være flyvesand. På lok. 1 var de feltmæssige forhold så gunstige, at der blev foretaget en vindretningsanalyse.

Afblæsningsfladen og det overliggende finsand befinder sig på begge lokaliteter midt i serier af glaciale aflejringer med stratigrafiske forhold, der viser, at fladerne må være dannet før Hovedfremstødet i Weichsel. Dette gælder også for to flader, der tidligere er beskrevet fra Sjælland af henholdsvis Jacobsen (1984) og Johnsson (1984), men så vidt vides har der ikke i Danmark været foretaget en vindretningsanalyse på en afblæsningsflade, der er beliggende dybt i en glacial lagserie. Fra Sverige foreligger derimod flere vindretningsanalyser fra afblæsningsflader af forskellig alder, se f.eks. Hillefors (1969), Johnsson (1962) og Svensson (1980).

Lokalitet 1, Hobro Hadsundvej

Lokaliteten er en grusgrav, hvori lagserien er opbygget som vist på fig. 2. Afblæsningsfladen, der



Fig. 1. Lokalitetskort med afmærkning af de to grusgrave, i hvilke afblæsningsfladen er fundet.

Locality map. The two gravel pits, in which the deflation surface was found, are marked.

er udviklet i toppen af en kalkholdig morænesandsenhed, var blottet som den stærkt hældende, sydvestlige flanke i en fold.

Folden er skematisk vist i blokdiagrammet, fig. 3. Afblæsningsfladen fremstod fuldstændigt blottet, med et udseende, der formentlig var omtrent som da fladedannelsen stod på.



Fig. 2. Lagfølgen på lokalitet 1.

The stratigraphy at locality 1.

I smeltevandsgruset, der overlejrer finsandet over afblæsningsfladen, findes en del vindslebne sten, der antages at ligge på sekundært leje. Også i den øverste del af smeltevandssandet under fladen indgår vindslebne sten. Disse sten kan ligge på primært leje, men det er også muligt, at de er endt i dette niveau som følge af kryoturbation.

Afblæsningsfladen

Den blottede del af afblæsningsfladen ses på fig. 4. Ud fra en stereografisk fotooptagelse blev der foretaget en fotogrammetrisk udtegning af fladen, og alle sten med en længste akse over ca. 5 cm blev tegnet ind. Udtegningen af stenenes placering på fladen ses på fig. 5. De prikkede områder, der er indtegnet på selve fladen, viser sandlinser, der af ikke klarlagte årsager indgår i morænen. Udsnit af fladen vises på fig. 6 og 7.

Stenene på afblæsningsfladen er gennemgående op til hovedstore, der er dog set en enkelt større blok (fig. 8). Der er tale om et petrografisk varieret selskab, indeholdende blandt andet flint, kvartsitter, vulkanitter og grovkrystallinske bjergarter. At stenene er vindslebne, viser sig først og fremmest ved, at de har et arret eller smågrubet udseende, samt ved, at overfladen virker poleret, se Hillefors (1961). Desuden har nogle af stenene en eller flere, tydeligt udviklede vindfacetter.

Mange af stenene lå på undersøgelsestidspunktet med kun et relativt lille volumen ragende op over moræneoverfladen, men på trods af dette viser de gennemgående tegn på vindslibning på alle sider. Heraf ses, at stenene under dannelsen af fladen har ligget i forskellige positioner. Ændrin-



Fig. 3. Blokdiagram fra lokalitet 1. Folden er set fra syd. Konstruktionen af foldeaksen er vist. I: Lokaliseringen af fotoet, fig. 8. II: Afblæsningsfladen, blottet som en hældende, SV-vergent flade.

Block diagram from locality 1. The fold is viewed from the south. The construction of the fold axis is shown. I: Localization of the picture, fig. 8. II: The deflation surface, exposed as an inclined, SV-vergent surface.



Fig. 4. Den blottede, hældende del af afblæsningsfladen (II på fig. 3). Den del af stadiet, der ses nederst i billedet, er 3,8 m lang. Foto Jørgen Dalsgaard.

gen af stenenes orientering kan skyldes to processer: dels kuldebetingede bevægelser i de overfladenære lag og dels en underminering med påfølgende kæntring, som følge af, at det finere materiale omkring stenene føres bort med vinden.

Fig. 5. Fotogrammetrisk udtegning af den blottede, hældende del af afblæsningsfladen. Priksignatur: Sorteret sand. Åben signatur: Sorteret grus. Udfyldt signatur: Sten på afblæsningsfladen. 1–7: Opdeling af fladen anvendt ved vindretningsanalysen.

Fotogrammetric drawing of the exposed, inclined part of the deflation surface. Stippled: sorted sand. Open circles: sorted gravel. Filled-in, irregularly shaped symbols: stones at the deflation surface. 1–7: the division of the deflation surface, used in connection with the wind direction analysis.

The exposed, inclined part of the deflation surface (II at fig. 3). The part of the levelling staff, which can be seen lowest in the picture, is 3.8 m long. Foto: Jørgen Dalsgaard.





Fig. 6. Udsnit af den blottede, hældende del af afblæsningsfladen. Dolkens skaft er 11 cm langt.

Section of the exposed, inclined part of the deflation surface. The handle of the knife is 11 cm long.

Flere af stenene er dog slebet, mens de har ligget med deres endelige orientering i forhold til morænens overflade; dette ses af, at der på disse sten er udviklet en kantfacet (se Svensson 1972), der begrænses af moræneoverfladen.

Andre periglaciale fænomener

Mange af stenene har kalkudfældninger på undersiden. Udfældningerne har enten karakter af en regulær skorpe med en ensartet tykkelse på under 1 mm, eller en mere irregulær skorpe med små søjler, der rager op til 2 mm ud fra undersiden af stenene.

Kalkudfældninger af tilsvarende udseende er beskrevet af Swett (1974) fra Østgrønland og Bunting og Christensen (1980) fra Canada. I begge tilfælde var der tale om udfældninger på undersiden af sten liggende på jordoverfladen. Swett anfører, at udenfor det periglaciale miljø er skorper af denne type kun kendt fra tropiske og subtropiske ørkenområder.



Fig. 7. Detaljeret udsnit af afblæsningsfladen. Den største sten har den polerede og smågrubede overflade, der er karakteristisk for vindslebne sten. Dolkens skaft er 11 cm langt.

Detailed section of the deflation surface. The largest stone has the polished and pitted surface, which is characteristic for wind eroded stones. The handle of the knife is 11 cm long.

Der er kun i forholdsvis få tilfælde observeret kalkudfældninger på den del af en sten, der var over moræneoverfladen, da afblæsningsfladen blev undersøgt. Dette viser, at der er sket reorientering af stenene efter kalkudfældningen var påbegyndt, men også at kun et fåtal af stenene er roteret i den allersidste tid, hvor fladen var blottet. Det kan indskydes, at opløsning af kalkskorperne efter at fladen blev tildækket er lidet sandsynlig, idet såvel finsandet over fladen som morænesandet er kalkholdigt.

Nogle af stenene på fladen er frostsprængte, se fig. 8. Endvidere er der fundet en exfolieret sten, der var udformet på den måde, at kun den del af stenen, der var over moræneoverfladen, var berørt af exfoliationen. Den exfolierede del af stenen var endvidere lettere vindpoleret, hvilket viser, at stenen har ligget længe nok med sin endelige orientering på fladen til, at den først er exfolieret og derefter poleret.

Endeligt skal det nævnes, at der i morænen un-



Fig. 8. En vindsleben og frostsprængt blok liggende på oversiden af till B ved I, fig. 3. Ved siden af og over blokken ses finsandet, der formodes at være flyvesand, og herover findes smeltevandsgrus. Den lille spand er 15 cm høj.

der afblæsningsfladen tydeligt ses kryoturbationer NV for den blottede del af fladen.

Finsandet over afblæsningsfladen

Finsandet over afblæsningsfladen er på lokaliteten set i mægtigheder op til 1 m. Som før nævnt er det kalkholdigt. I sandet ses en oprindelig horisontal eller svagt hældende lagdeling, se fig. 8, og et enkelt sted på lokaliteten indgik cm-tykke siltlag i lagserien. Sandets kornstørrelsesfordeling diskuteres side 54.

Vindretningsanalysen

Til trods for at stenene på fladen er ret små og kun slebet i temmeligt ringe omfang, er der tale om et brugbart grundlag for vindretningsanalysen, fordi et større udsnit af fladen var blottet, og der var således ikke fare for reorientering af stenene, hvilket ville være tilfældet, hvis fladen først skulle frigraves.

Som tidligere nævnt peger 3 forhold på, at nogle af stenene har ligget med deres endelige A wind-eroded and frost-split boulder, lying at the upper surface of till B at I, fig. 3. Adjacent to and covering the boulder the fine sand, presumably of acolean origin, can be seen. This sand is in turn overlain by meltwater gravel. The small bucket is 15 cm high.

orientering i forhold til moræneoverfladen i nogen tid:

- Der findes sten med en luvside, der er udviklet som en kantfacet, som tydeligvis er relateret til stenenes endelige position på fladen.
- Der er kun i forholdsvis få tilfælde set kalkudfældninger på oversiden af en sten.
- En sten er exfolieret og derefter vindpoleret, mens den har ligget med samme orientering på fladen.

Vindretningsanalyser kan foretages på vinderoderede mikroformer (se Hillefors 1961), men disse var ikke udviklet tydeligt nok hertil på lokaliteten. Palæovindretningen er derfor bestemt ud fra facetter, der har en relativ lille hældning mod vindretningen, samt kantfacetter, der er udviklet på en mere stejlthældende del af en sten, selvom de sidstnævnte giver en større usikkerhed på vindretningsbestemmelsen, op til 30–40° (Svensson, 1972). Vindretningsmålingerne er delt i to grupper, de »sikre« og de »usikre« målinger. De sikre målinger er foretaget på sten, der har tydeligt udviklede facetter, der uden tvivl er dannet ved vindslibning. De »usikre« målinger er foretaget på sten med flader, der ikke med sikkerhed kan siges at være vindfacetter. Disse målinger blev foretaget med den begrundelse, at en del af fladerne sandsynligvis er vindfacetter, der blot ikke er udviklet tilstrækkelig tydeligt til, at dette med sikkerhed kunne fastslås, og resultatet af analysen synes at bekræfte denne formodning.

Selve vindretningsanalysen er foretaget ved, at dels tydelige facetter og dels øyrige flader på stenene er søgt tilnærmet til et plan, hvis orientering er målt. Den blottede del af afblæsningsfladen er delt i 7 afsnit, og for hvert afsnit er afblæsningsfladens orientering målt. Da fladen er en del af en fold med horisontal foldeakse, roteres vindretningsmålingerne omkring aksen med det antal grader, der bringer afblæsningsfladen i tilnærmet horisontal position. Det er således antaget, at jordoverfladen oprindeligt har været horisontal. Hvis dette ikke har været tilfældet, angiver de oprettede målinger ikke den korrekte, oprindelige orientering. Hvis der har været tale om et mere kuperet landskab, kan topografien endvidere have virket styrende på vinden, se f.eks. Johnsson (1980). Den ukendte palæotopografi repræsenterer således en usikkerhedsfaktor for analyseresultatet.

Hældningsretningerne for de roterede vindretningsmålinger er vist i rosetdiagrammerne, fig. 9. Man ser, at der for alle afsnit af afblæsningsfladen undtagen område 6 fremkommer en foretrukken hældningsretning, der er mere eller mindre østlig, og dette gælder såvel sikre som usikre målinger. Det synes derfor rimeligt at slutte, at det hovedsageligt er vinde fra østlige retninger, der er ansvarlige for slibningen af stenene, men resultatet må dog betragtes som et groft skøn p.gr.a. de nævnte usikkerhedsfaktorer.

Lokalitet 2, Øster Doense

Efter fundet af afblæsningsfladen på lok. 1 blev fladen eftersøgt i samme stratigrafiske niveau på de omkringliggende daglokaliteter, der hovedsageligt er grusgrave. Herved blev fladen fundet i grusgraven ved Øster Doense, hvor gravningen nu er indstillet. Lagserien på lokaliteten er opbygget som vist i fig. 10.

Afblæsningsfladen er udviklet i toppen af till 2, der er en kalkholdig morænesandsenhed, som kan korreleres med till B på lok. 1 (Jørgensen 1985). Da udviklingen af lagserien i niveauet omkring afblæsningsfladerne er meget ensartet på de to lokaliteter, antages det, at også fladerne kan korreleres.

På lokalitet 2 ligger afblæsningsfladen omtrent horisontalt, og i profilet ses således et tværsnit gennem den, udformet som vist på fig. 11.



Fig. 9. Vindretningsmålingerne fra lokalitet 1, plottet i rosetdiagrammer i 10 graders intervaller. Der vises et diagram for hvert afsnit af afblæsningsfladen, se fig. 5, og et diagram for alle målinger. Med udfyldt signatur er vist de sikreste målinger.

Wind direction measurements from locality 1, plotted in roset diagrams at intervals of 10 degrees. A roset diagram is shown for each section of the deflation surface, see fig. 5, and an additional diagram showing all measurements is included. The filled-in segments of the diagrams represent the most reliable measurements.

Dansk Geologisk Forening, Årsskrift for 1985 [1986]



Fig. 10. Lagfølgen på lokalitet 2.

The stratigraphy at locality 2.

Afblæsningsfladen

Da afblæsningsfladen kun er blottet i et tværsnit, er der ikke undersøgt så stor en mængde af sten her som på lok. 1. Efter alt at dømme er forholdene dog indbyrdes meget ensartede på de to lokaliteter. Der er således også på lok. 2 tale om et petrografisk varieret selskab af op til lidt over hovedstore sten, der normalt er slebet på alle sider. Slibningen af stenene giver sig til kende på samme måde som beskrevet under lok. 1. En vindretningsanalyse har ikke været forsøgt, da en frigravning af fladen uden risiko for reorientering af stenene vil være meget tidskrævende.

Andre periglaciale fænomener

På undersiden af stenene på fladen findes kalkudfældninger ganske som beskrevet fra lok. 1. Desuden er der set enkelte frostsprængte sten.

I morænesandet findes strukturer, der tolkes som kryoturbationer, se fig. 11. Endvidere er der, hvor afblæsningsfladen underlejres af partier af velsorteret sand, set en 30 cm dyb og øverst 10 cm bred iskilestruktur. Endeligt findes en 5 cm høj og 3 cm bred, dråbeformet struktur, der formentligt er udviklet som drop soil (dråbejord), se f.eks. Johnsson (1962).



Fig. 11. Lagserien omkring afblæsningsfladen på lokalitet 2. Nederst ses till 2, der i toppen indeholder partier af velsorteret sand. Strukturerne i denne del af lagserien skyldes formentligt kryoturbation. Herover følger afblæsningsfladen markeret af et stenlag. Over stenlaget det formodede flyvesand. Øverst øjnes smeltevandssedimenterne. Sedimentskraberen er 21 cm lang. The outcrop of the sediments surrounding the deflation surface at locality 2. Lowest: till 2, which in the uppermost part contains bodies of well-sorted sand. The structures in this part of the section are presumably due to cryoturbation. Above this the deflation surface can be seen as a stone layer. Above this layer the fine sand, presumably of aeolean origin, is found. Uppermost some meltwater deposits can be seen. The sediment scraper is 21 cm long.

Finsandet over afblæsningsfladen

Finsandet over afblæsningsfladen er 1,5 m mægtigt og kalkholdigt. Det er lagdelt i let ondulerende, næsten horisontale lag. Der indgår siltlag, der normalt er cm-tykke, men et enkelt sted ses et 20 cm tykt lag. I flere niveauer i lagserien findes der uregelmæssigheder i lagdelingen. Der er formentligt tale om en udvikling af brodel-horisonter; sådanne horisonter med omtrent samme udseende beskrives af Johnsson (1962).

Finsandets kornstørrelsesfordeling

Flyvesand har vist sig at have en log-hyperbolsk kornstørrelsesfordeling (Barndorff-Nielsen et al. 1982). Det er derfor blevet undersøgt, om det også gælder for prøver af finsandet over afblæsningsfladen, selv om der ikke er tale om noget genese-diagnostisk kriterium, idet mange sedimenttypers kornstørrelsesfordeling kan være loghyperbolsk (Bagnold og Barndorff-Nielsen 1980).

Prøverne af finsandet indeholdt op til 6% kalk, der findes som sedimentære kalkkorn. Kalken blev fjernet med 4 N HCl før sigtningen; dette repræsenterer en usikkerhedsfaktor for analyseresultatet, men er alligevel gjort for at undgå sammenkitning af kornene. Sigtningen er foretaget i kvart-phi intervaller efter Dalsgaard og Jensen (1985) med anvendelse af et kalibreret sigtesæt (Dalsgaard og Sørensen 1985). Kornstørrelsesfordelingerne er vist i fig. 12.

For at undersøge, om der er tale om log-hyperbolske kornstørrelsesfordelinger, er sigte-resultaterne behandlet i et edb-program (Jensen 1983).

Resultatet er et plot af punkterne i det såkaldte log-histogram (Blæsild og Christiansen 1984) sammen med en udtegning af den log-hyperbolske tæthedsfunktion, se fig. 13.

Det ses, at prøverne med god tilnærmelse kan siges at have en log-hyperbolsk kornstørrelsesfordeling. For alle prøverne findes der i fordelingen en mere eller mindre udtalt grov »hale«, der kan henføres til forekomsten af porøs flint, som p.gr.a. ringere massefylde svarer til et relativt mindre kvartskorn i forbindelse med sedimenttransporten.

Der er foretaget en grov sammenligning mellem de fundne kornstørrelsesfordelinger og fordelingerne i prøver fra Sønderjylland af Ældre



Fig. 12. Kumulative kornkurver for prøver af finsandet over afblæsningsfladen. Punkteret og prikket linie: kurver for to prøver fra lokalitet 1. Optrukken linie: kurven for een prøve fra lokalitet 2.

Cumulative grain size plots for the fine sand above the deflation surface. With dotted and dashed line: plots of two samples from locality 1. With full-drawn line: plot of one sample from locality 2.

Dæksand (Older Coversand), der tolkes som flyvesand, afsat i tiden op til Bølling interstadialet (Kolstrup og Jørgensen 1982). Ved sammenligningen ses det, at der i Ældre Dæksand forekommer fordelinger, der omtrent svarer til de viste fra lokaliteterne på Hobro-egnen, dog er de sidstnævnte lidt bedre sorterede. Som på lokaliteterne ved Hobro indgår der også stærkt siltede lag i Ældre Dæksand.

Kornstørrelsesanalyserne viser således, at finsandet over afblæsningsfladen kan siges at være fordelt efter samme fordelingsfunktion som flyvesand, og endvidere ses det, at der i Danmark findes formodede flyvesandsforekomster med omtrent tilsvarende kornstørrelsesfordelinger. Disse forhold, sammen med sandets lejring direkte på afblæsningsfladen ved Hobro, sandsynliggør, at der er tale om flyvesand.

Det periglaciale miljø

Hvis det forudsættes, at stenene på afblæsningsfladen virkelig er slebet af sand som det, der ligger over fladen, kan der foretages et meget groft skøn over, hvor længe vindslibningen har stået på.





Fig. 13. Kornstørrelsesfordelingerne af finsandsprøverne vist med punkterne i log-histogrammer og udtegninger af de log-hyperbolske tæthedsfunktioner. Hver enkelt prøve har samme kurvesignatur i fig. 12 og 13.

Grain size distributions of the samples of the fine sand, shown as the points in the log-histograms. The log-hyperbolic frequency function is drawn. Same symbol for each sample in fig. 12 and 13.

Kuenen (1960) vurderer ud fra eksperimenter, at vindslebne kvartsitter på ca. 500 g, der ved slibningen har lidt et vægttab på 6%, kan være dannet på ca. 70 år i det indre af Holland. Om dette resultat skriver han (p. 447): »However rough this approximation may be, it does indicate that the ventifacts of inland localities and finesand areas are not formed in a matter of years, but in many dozens of years or even in several centuries«.

Lokaliteterne ved Hobro kan formentligt henføres til gruppen af »inland localities and finesand areas«. De fleste sten på afblæsningsfladen er imidlertid ikke kvartsitter, hvad der er tilfældet i Kuenens eksperimenter. Der er udtaget en enkelt kvartsit fra afblæsningsfladen på lok. 1. Kvartsitten vejer 939 gram, og det samlede vægttab som følge af vindslibningen skønnes at være mindst et par procenter. En størrelsesorden på 50 år synes derfor at være et rimeligt minimumsskøn over det tidsrum, i hvilket vindslibningen har stået på.

Slibningen af de facetter, der hører til stenenes endelige orientering på fladen, kan anslås at repræsentere $\frac{1}{2}-\frac{1}{10}$ af den samlede slibning af stenene. Det regnes derfor for sandsynligt, at vindretningsanalysen afspejler vindforholdene gennem flere år, og det synes således rimeligt at anvende resultatet i en palæoklimatisk vurdering.

Det har vist sig, at vindslibning fra østlige retninger har været dominerende i Senglacialtiden i Skåne (Johnsson 1984). Hillefors (1969) finder også, at afblæsningsflader fra hhv. en Tidlig- og en Midt-Weichsel interstadialtid i Göteborg-området viser vindslibning fra øst. De østlige vindretninger kan i nogle tilfælde forklares som forårsaget af faldvinde fra isen (se f.eks. Hillefors, 1969), men faldvindene har kun stor styrke op til få km fra gletscherfronten (Liljeqvist 1974).

En model, der kan forklare en mere regional østenvindssituation, skitseres af Liljeqvist: En indlandsis som den skandinavisk-britiske vil virke som en barriere for de vandrende lavtryk, såvel på grund af en morfologisk effekt som grundet forekomsten af kolde luftmasser over gletscheren. Lavtrykkene kan derfor dårligt passere henover og kan ventes at passere syd om en sådan landis, og det hedder (p. 297–298): »The cyclones along the tracks to the south of the British-Scandinavian ice must analogously have given rise to strong winds parallel with the ice margin. The icefree zone in front of the ice should thus have endured a high frequency of strong winds from easterly directions«.

Lamb og Woodroffe (1979) kommer frem til resultater som de ovenstående ud fra teoretiske studier af den atmosfæriske cirkulation under sidste istid, men de fremfører samtidig, at de vandrende lavtryk er nået nærmere isranden om sommeren og i de varmere, senglaciale perioder Bølling og Allerød. Johnsson (1983) mener, at sådanne mere nordlige lavtrykspassager kan forklare de meget skiftende vindretninger, som han henfører til vindslibning i sommerhalvåret i Bølling interstadialtiden.

Efter Johnsson (1980) vil vindslibning med flyvesand bedst kunne forekomme i sensommeren, forsåvidt miljøet ikke er ekstremt tørt, idet jorden normalt er bundet af is om vinteren og af vand først på sommeren. Hvis det i overensstemmelse hermed antages, at stenene på afblæsningsfladen ved Hobro er slebet af flyvesand i sommerhalvåret, så passer forholdene ind i billedet af en højarktisk klimasituation, hvor de vandrende lavtryk ikke engang om sommeren når langt nok mod nord til, at andre vinde end de østlige har sat sig tydelige spor i vindslibningen af stenene på fladen.

At de øverste jordlag har været relativt tørre i sommerhalvåret, så der har været mulighed for sandflugt, er i god overensstemmelse med det generelle billede af glacialtidernes periglaciale klima på danske breddegrader. I forhold til de recente, periglaciale klimater på højere breddegrader har solhøjden været større midt på dagen, hvilket har givet anledning til relativt højere temperatur og større fordampning, og sommertemperaturerne har været højere (Williams 1975). Fordampningen har kunnet medføre en stærk udtørring af de øverste jordlag (Johnsson 1962), og i dette billede passer forekomsten af kalkskorperne på undersiden af stenene godt ind, idet fordampningen kan være en væsentlig årsag til, at skorperne dannes (Swett 1974).

Det ses således, at de miljømæssige konklusioner, der fremkommer ved indgående tolkninger af det lidt spinkle materiale fra lokaliteterne ved Hobro, er i god overensstemmelse med et generelt billede af det tidligere periglaciale miljø på vore breddegrader.

Afblæsningsfladens alder

Vurderingen af afblæsningsfladens alder tager udgangspunkt i korrelationsmulighederne for de på lokaliteterne forekommende moræner. Dette er diskuteret indgående i min specialeopgave (Jørgensen, 1985).

For till A på lok. 1 angives ikke nogen sikker alder, men der er muligvis tale om den ældste af till-enhederne på de to lokaliteter. Till 1 på lok. 2 korreleres med Hinnerup till-member (Kronborg, 1983; Kronborg og Knudsen 1985). De tillbænke, hvorpå afblæsningsfladen er udviklet – till B på lok. 1 og till 2 på lok. 2 – korreleres med Asklev till-member, der af Kronborg (1983) henføres til det sidste isfremstød i Saale. Till C på lok. 1 regnes for at være dannet lokalt under fremrykningen af isen til Hovedopholdslinien, mens till D menes afsat under selve Hovedfremstødet i Weichsel. Till 3 på lok. 2 er formentligt afsat under et genfremstød i forbindelse med isens afsmeltning fra Hovedopholdslinien.

Ud fra de ovenstående korrelationer er der et bredt interval, hvori afblæsningsfladen kan være dannet: Mellem det sidste isfremstød i Saale og isens fremrykning til Hovedopholdslinien i Weichsel. De klare indikationer på, at miljøet har været periglacialt, giver to muligheder: Fladen er dannet i Weichsel, før fremrykningen til Hovedopholdslinien, eller fladen er dannet i »Senglacialtiden« i Saale.

Det har ikke været muligt at afgøre, hvilken af de ovenstående muligheder, der er den rigtige. Der er derfor udtaget prøver af finsandet over afblæsningsfladen, der søges dateret med termoluminescens-metoden med støtte fra Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd.

Konklusion

Afblæsningsfladen ved Hobro er dannet i et periglacialt miljø. Vindslibningen af stenene på fladen skyldes især vinde fra østlige retninger. Finsandet over fladen er sandsynligvis flyvesand, og hvis det antages, at dette sand repræsenterer vindens slibemiddel, kan vindslibningen bedst tænkes at have udspillet sig i sommerhalvåret.

Der er ud fra det foreliggende opstillet en model af et højarktisk klima, hvor de fremherskende vinde er østlige, og hvor den relativt store solhøjde midt på dagen giver stor fordampning og udtørring af de øverste jordlag i sommerhalvåret. Modellen er i overensstemmelse med, hvad der kan forventes i forbindelse med et højarktisk klima på vore breddegrader.

Afblæsningsfladen er dannet enten i »Senglacialtiden« i Saale eller i Weichsel, før isens fremrykning til Hovedopholdslinien.

Tak

Denne artikel repræsenterer et uddrag af en specialeopgave, der er udført under vejledning af professor Gunnar Larsen og lic. scient. Christian Kronborg. Begge takkes for hjælp under udarbejdelse af manuskriptet. Også tak til lektor Kristian Dalsgaard, kartograf Jørgen Dalsgaard, fotograf John Sommer, tegner Lis Olesen, sekretær Ulla Viskum, cand. scient. Peter Sandersen og stud. scient-erne Lars Øvig og Duncan Herfort, alle Geologisk Institut, Aarhus Universitet, samt til lektor Leif Christensen og tegner Asse Due.

Litteratur

- Bagnold, R. A. & Barndorff-Nielsen, O. 1980: The pattern of natural size distributions. Sedimentology, 27, 199-207.
- Barndorff-Nielsen, O., Dalsgaard, K., Halgreen, C., Kuhlman, H., Møller, J. T. & Schou, G. 1982: Variation in partikel size distributions over a small dune. Sedimentology, 29, 53-65.
- Blæsild, P. & Christiansen, C. 1984: Sand statistik. Statistiske interna nr. 40, 1-11. Afdelingen for Teoretisk Statistik, Matematisk Institut, Aarhus Universitet.
- Bunting, B. T. & Christensen, L. 1980: Micromorphology of calcareous crusts from the Canadian High Arctic. Geol. Fören. Stockholm Förh., 100, 361–367.
- Dalsgaard, K. & Jensen, J. L. 1985: A methodological study of the sieving of small sand samples. *Memoirs* No. 8, *Dept. Theor. Statist.* Aarhus University (i trykken).
- Dalsgaard, K. & Sørensen, M. 1985: A method of calibrating sieves. Memoirs No. 8, Dept. Theor. Statist. Aarhus University (i trykken).
- Hillefors, Å. 1961: Om vindslipade blockhorisonter i Dösebackagruppens bildningar. Gothia 9. Göteborg.
- Hillefors, Å. 1969: Västsveriges glaciala historia och morfologi. Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska Institution, Avhandlingar 60, 1-319.
- Jacobsen, E. M. 1984: Periglaciale famomener på Sjælland. Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1983, 81-88.
- Jensen, J. L. 1983: Maximum likelihood estimation of the hyperbolic parameters from grouped observations. Research Reports No 91, Dept. Theor. Statist. Aarhus University.
- Johnsson, G. 1962: Periglacial Phenomena in Southern Sweden. Geogr. Ann., 40, 378-404.
- Johnsson, G. 1980: Periglacial vindslipning i Dalby-Lund området. Svensk Geogr. Årsbok, 56, 13-22.
- Johnsson, G. 1983: Periglacial klimat- och vädermiljö i Skåne. Svensk Geogr. Årsbok, 59, 155–170.
- Johnsson, G. 1984: Fossila periglaciala fenomen i Skåne och på nordöstra Själland – en jämnförelse. Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1983, 55–63.
- Jørgensen, M. 1985: En kvartærgeologisk undersøgelse i et område omkring Hobro. Upubl. specialeopgave, Geol. Inst. Aarhus Universitet, 1-239.
- Kolstrup, E. & Jørgensen, J. B. 1982: Older and Younger Coversand in southern Jutland (Denmark). Bull. geol. Soc. Denmark, 30, 71-77.
- Kronborg, C. 1983: Glacialstratigrafien i Øst- og Midtjylland. Upubl. lic. opgave, Geol. Inst., Aarhus Universitet, 1– 259.
- Kronborg, C. & Knudsen, K. L. 1985: Om Kvartæret ved Rugård: En foreløbig undersøgelse. Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1984, 37-48.
- Kuenen, Ph. H. 1960: Experimental abrasion 4: Eolian action. Journal of Geology, 68, 427-449.
- Lamb, H. H. & Woodroffe, A. 1970: Atmospheric circulation during the last ice age. Quatern. Res., 1, 29-58.
- Liljeqvist, G. H. 1974: Notes on meteorological conditions in connection with continental land-ices in the Pleistocene. *Geol. Fören. Stockholm Förh.*, 96, 293-298.
- Svensson, H. 1972: Vindaktivitet på Laholmsslätten. Svensk Geogr. Årsbok., 48, 65-85.
- Svensson, H. 1980: En fossil deflationsyta på den Sydhalländska slätten. Svensk geogr. Årsbok, 56, 5–12.
- Swett, K. 1974: Calcrete crusts in an arctic permafrost environment. Am. J. Sci. 274 (9), 1059-1063.
- Williams, R. B. G. 1975: The British climate during the Last Glaciation; an interpretation based on periglacial phenomena. In: Wright, A. E. & Moseley, F. (ed.): Ice Ages: Ancient and Modern. Geological Journal Special Issue no. 6.