

## Periglaciale former på kyster opbygget af løse sedimenter - nogle iagttagelser fra Disko, Vestgrønland

NIELS NIELSEN

Nielsen, Niels: Periglaciale former på kyster opbygget af løse sedimenter - nogle iagttagelser fra Disko, Vestgrønland. *Geografisk Tidsskrift* 82: 67-73, København, November 12, 1982.

*The dynamics of ice-foot and sea ice and the resulting morphological effect on arctic coasts are described, focussing upon the ice as sediment-transporting factor and the thermokarst-like development of forms on the foreshore during the melt period.*

*Key words: coast morphology, arctic regions, ice-foot, ice melt.*

Niels Nielsen, cand. scient., senior lecturer, Department of Geography, University of Copenhagen, Haraldsgade 68, DK 2100 Copenhagen Ø, Denmark.

Når man om sommeren går i land på en sand- eller stenstrand beliggende i arktiske områder, er der ingen umiddelbar forskel at erkende fra udformningen af en almindelig dansk strand. Kystzonens erosions- og aflejringsformer kan relateres til bølge- og strømbedingede processer, hvor de enkelte elementer bl.a. er karakteristiske ved deres lange, kystparallelle mønstre i såvel mikro- som makromorfologien. Også overfladesedimenternes teksturvariation på tværs af strandbredden har bølgeopskyllets sorteringsevne som årsag.

Besøges tilsvarende et arktisk marsk-lagune miljø noterer man heller ikke her nogen større forskel fra samme kysttype udviklet under tempererede himmelstrøg. Selv vegetationen er den samme, omend lidt mere artsfattig.

Men »skindet bedrager«, thi vel er bølge- og strømprocesser og de resulterende overfladeformer identiske, hvor de end findes, men i periglaciale områder islægges havet en del af året. Bølgepåvirkningen afbrydes, men på trods heraf er den littorale zone absolut ikke inaktiv i morfodynamisk henseende.

Forfatteren har i de senere år besøgt øen Disko adskillige gange og i 1976 overvintret på Københavns Universitets Arktiske Station ved byen Godhavn, Fig. 1. Under disse ophold har en række kyststrækninger været genstand for observationer og målinger netop m.h.t. den »metamorfose«, som den arktiske sedimentkyst gennemløber fra vinter til sommer.

Havisens direkte og indirekte kystmorfologiske effekt er et vanskelig tilgængeligt studieobjekt. Om vinteren skjuler sneen ofte enhver form og i tøbrudsperioden kan det være forbundet med en vis risiko at nå frem til kystlokaliteterne

med hundeslæde, snescooter eller med båd gennem isfyldt farvand. Dette forhold er i nogen grad årsag til den relativt begrænsede litteratur om emnet, og da specielt hvad angår kysterne på Grønland.

### MILJØFAKTORER

På Disko findes der lange strækninger, hvor kysten er opbygget af løse sedimenter. Dette skyldes, at øen lithologisk består af tertiære basalter og i den østligste trediedel af kretasiske hvidgule sandsten. Begge bjergarter er let nedbrydelige.



Fig. 1. Disko med angivelse af de lokaliteter, der omtales i artiklen. Fig. 1. The island of Disko with indication of the localities mentioned in the article.

Tidevandet ved Disko er semidiurnalt og af typen »mixed tide«, og tidevandsstørrelsen ved springtid er ca. 2,9 m.

Normalt fryser havet til i december og isen forsvinder først i maj eller juni. Bølgepåvirkningen er således elimineret i ca. 6 måneder om året på nær nogle få kortvarige perioder af 1 til 2 dage, hvor isen kan bryde op som følge af kraftige føhnvinde eller på grund af storm i det isfrie Davis Stræde.

### ISFODEN

Mens isen hindrer eller dæmper bølgerne, kan den ikke stoppe tidevandsbevægelsen. Det betyder, at den isfod, der dannes, er af typen »tidal platform ice-foot« (Wright and Priestley 1922).

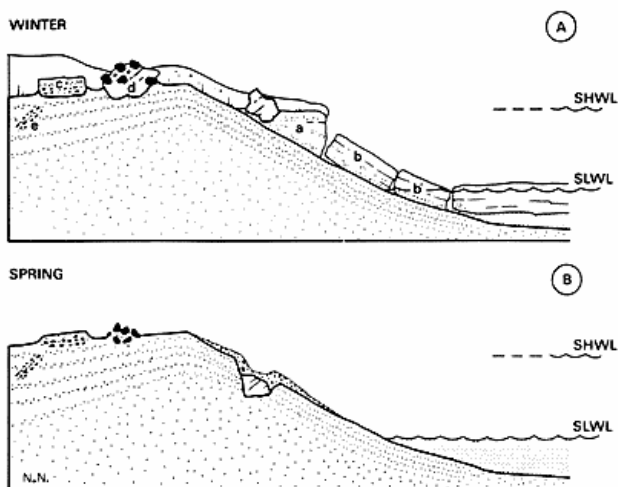


Fig. 2. Principskitse af sedimentkystens isfod.

A. Den karakteristiske opsprækning af havisen foran isfoden skyldes tidevandet og forstrandens lille gradient. Strandens materiale under isfoden (a) ligger uforstyrret hele vinteren. Isflager med sediment (b og b') kan flyde væk under storm eller blive presset eller kastet op på isfoden og bagstranden sammen med evt. isblokke (c og d). Sedimentstruktur (e) efter isflage aflejret tidligere vintre.

B. Forår. Næsten al is er smeltet bort, og relieffet på for- og bagstrand præges af former efter istransport. Isblokke, som er begravet af sediment over højvandniveau (SHWL), forsvinder først i sommermånederne.

Fig. 2. A. Ice-foot on a beach, winter. The characteristic cracking of the sea ice in front of the ice-foot is caused by the low angle of the foreshore. Under the ice-foot (a) the sediments lie solid packed during the whole winter, whereas sediments get embedded in the icefloes (b and b') which drift away in spring, or will be pressed or thrown up on the backshore (c). Ice boulders (d) with solid frozen sediment, and (e) icefloe-deposited sediment structure of an earlier date.

B. Springtime. Almost all ice has melted away and the surface of foreshore and backshore is very uneven. Ice boulders buried under sediment above high-water level will not disappear until the summer months.

I princippet er isfodsdannelsen ens på klippe- og sedimentkyster, idet isfoden opbygges successivt fra det tidspunkt, hvor den daglige max. temperatur samt bølgeopskyllet ikke formår at optø isdannelse på kysten (Short and Wiseman 1975). Når havet fryser til, fortsætter isfodens vækst, da vand under tidevandsperiodens højvande til stadighed trænger ind over isfoden fra tidevandssprækken mellem den faste isfod og den bevægelige havis. Isfodens karakteristiske horisontale overflade når sin maksimale højde, når vinterens højeste højvande indtræffer, og har samme niveau som dette.

Langs stejle klippekyster består isfoden af overvejende ren is, og den danner en vertikal, ofte konveks front, hvis højde svarer til tidevandets størrelse. Som regel findes der én tidevandssprække i begyndelsen, men 1 til 3 sekundære sprækker kan udvikles i løbet af vinteren (Nielsen 1979).



Fig. 3. Isfod på barriere øst for Godhavn. Øverst til højre ses en del af isfodens platform, hvorpå der ligger nogle isflager. Bemærk tidevandsprækkerne og de mellemliggende isflager, som hviler direkte på den jævnt hældende forstrand. Til venstre det isdækkede hav. (Foto: N. Nielsen).

Fig. 3. Ice-foot on a barrier E of Godhavn. Uppermost to the right, part of the ice-foot platform with some ice-floes on it. Notice the tidal cracks and the intermediate ice-floes resting directly on the gently sloping foreshore. To the left the ice-covered sea. (Photo: N. Nielsen).

På sedimentkyster med samme tidevandsforhold er isfodens udvikling og morfologi anderledes, men varierer iøvrigt fra den ene kyststrækning til den anden som følge af sedimentsammensætningen og gradientforholdene på strand og strandplan samt efter kystens eksponering m.h.t. bølgepåvirkningen.

#### Sedimenter i og omkring isfoden

Det er karakteristisk for sedimentkystens isfod, at isen indeholder store mængder sediment ofte arrangeret i bånd, Fig. 2. Dette skyldes, at der i isfodsdannelsens initiale faser føres sediment med bølgeopskyllet op på isfoden, mens havet endnu er isfrit eller i perioder, hvor storm har brudt isen op.

Det er mest finkornede sedimenter, der træffes i disse lag, men ind imellem ses også mere groft materiale afspejlende kraftig bølgeaktivitet, der formår at bringe havstokkens sedimenter i suspension.

I modsætning til klippekystens ene eller to tidevandsprækker udvikles der ved sedimentkyster ofte et større antal sekundære sprækker, Fig. 3. Forstrandens ringe gradient bevirker, at isflagerne mellem tidevandssprækkerne grundstøder ved faldende vande. Kontakten med strandens sediment betyder, at dette kan fryse fast, og når vandet atter stiger, følger en del af materialet med, når isflagen løftes. Forløber denne proces samtidig med en stadigt faldende vandtemperatur, kan lag på lag indlejres på isflagens underside. Det er ofte grove sedimentfraktioner, grus, ral og småsten, der her er tale om, idet grundstødningen finder sted netop på overgangen mellem forstrand og strandplan, dvs. i havstokken.

#### *Forskellige typer sedimenttransporterende is*

Ved eksponerede kyster er det sjældent, at isfodens platform er jævn. Selv under tyk snedækning brydes overfladen af meter-store isskoster, Fig. 8A. I perioder, hvor sneen er blæst væk, ses isfoden at være oversået med større eller mindre isstykker, der typisk kan inddeles i 3 kategorier. 1) Uregelmæssigt formede isskoster fra 0,1 til over 5 m i diameter, hidrørende fra isfjelde. Isskosterne kan bestå af ren is eller være dækket med fastfrosset sediment, ofte med store kornstørrelser, på en eller flere sider, Fig. 4. Disse isblokke har været strandet i områder med løst materiale. 2) Isflager, fra ½ til 3 m i diameter og 0,1 til 1 m tykke, med sand-, grus- og rallag, Fig. 5, eller isflager af samme størrelse, men som er helt uden sedimenter. Disse isflager kommer fra henholdsvis tidevandssprækkezonen eller fra den rene havis. 3) Isflager med lag af sediment i ler-siltfraktionen, og hvor der sågar er iagttaget siltlag med annelgræs (*Puccillia* sp.) »in situ«. Isflager med dette materialeindhold må være transporteret fra lagunoområder med tidevandsstrømme gennem lagunegab til havet. Endelig skal der nævnes en 4. flagetype, som vel at mærke kun er observeret én gang af forfatteren. Flagen, der var 40 cm tyk og over 1 m i diameter, bestod af rent sand med uforstyrret plan lamination, Fig. 6, sandsynligvis fra forstranden. Sedimentblokken lå i delvis kontakt med en større isskoste, som dog næppe var tilstrækkelig stor som transportmiddel. En anden mulighed er, at blokken var blevet presset op af isskruning, selv om skrueisformationer ikke forekom på lokaliteten.

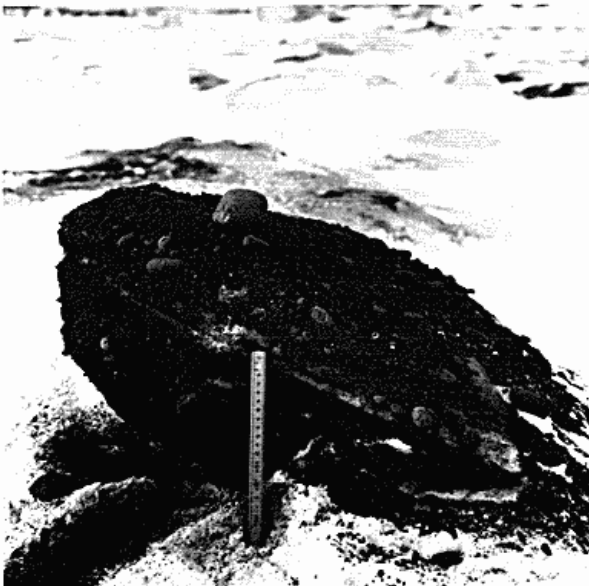


Fig. 4. Isblok på bagstranden øst for Godhavn. Det usorterede sediment stammer fra havstokzonen. (Foto: N. Nielsen).  
*Fig. 4. Ice-boulder on the backshore E of Godhavn. The unsorted sediment originates from the lower foreshore. (Photo: N. Nielsen).*



Fig. 5. Isflage på isfodens platform med flere lag af sand og grus på undersiden, typisk for barrierens strandbred ved Godhavn. Strukturen på isflagens overside skyldes vinderosion. (Foto: N. Nielsen).  
*Fig. 5. Ice-floe on the ice-foot platform; at the underside, layers of sand and gravel of the same type as found on the barrier beach at Godhavn can be distinguished. The structure of the surface is due to wind erosion. (Photo: N. Nielsen).*



Fig. 6. Frossen sedimentblok på toppen af barriere øst for Tuapait. Det er et åbent spørgsmål, hvordan transporten af blokken har fundet sted. (Foto: N. Nielsen).  
*Fig. 6. Block of frozen sediments on a barrier top E of Tuapait. The way it has been transported to this place, is an open question. (Photo: N. Nielsen).*



Fig. 7. Positive og negative periglaciale former bag toppen af barrieren ved Norujuk. Den forskellige formudvikling skyldes isflager med og uden sedimentindhold. (Foto: N. Nielsen).

*Fig. 7. Positive and negative periglacial forms behind the top of the barrier at Norujuk. The different development of the forms is due to ice-floes with and without sediment content (Photo: N. Nielsen).*

#### TRANSPORT OG AFLEJRING AF ISBLOKKE

Isskossernes og isflagernes tilstedeværelse oven på isfoden og inde på bagstranden, indtil 50-60 m bag tidevandssprækken, må primært være tilført af bølgeopskyl evt. kombineret med

Fig. 8. 4 faser i sedimentkystens morfologi fra vinter til sommer.

A. Tuapait, marts måned. Øverst til venstre ses havet med strandede isfjelde. På den snedækkede isfod og langt ind på bagstranden ses bølgetransporterede, meter-store isblokke og isflager. (Foto: N. Nielsen).

B. Godhavn sidst i maj. Thermokarst på bagstranden. Isfoden, den hvide kant mod havet, er endnu ikke smeltet helt bort. Bemærk det usorterede materiale. (Foto: N. Nielsen).

C. Kyststrækningen mellem Tuapait og Norujuk midt i juni. Den stejle kant markerer den bortsmeltede isfods grænse mod land. Ved gummibåden ses den bølgeudjævnede forstrand. (Foto: N. Nielsen).

D. Barriere ved Norujuk i juli måned. Alle spor efter vinterens is er forsvundet fra strandens overflade. (Foto: N. Nielsen).

*Fig. 8. Four phases in the morphology of the sediment coast from winter to summer.*

*A. Tuapait, March. Uppermost to the left, the sea with stranded icebergs. On the snow-covered ice-foot and far up on the backshore there are many huge ice-boulders and ice-floes, brought there by the waves. (Photo: N. Nielsen).*

*B. Godhavn, ultimo May. Thermokarst on the backshore. The ice-foot, the white brim towards the sea, has not yet melted quite away. Notice the poorly sorted material (Photo: N. Nielsen).*

*C. The coastline between Tuapait and Norujuk, mid-June. The sharp edge marks the border inland of the melted ice-foot. Where the boat lies, the foreshore has been smoothed by waves. (Photos: N. Nielsen).*

*D. Barrier at Norujuk in July. All traces after the winter's ice have disappeared from the beach surface. (Photo: N. Nielsen).*



ekstremt højvande, fig. 8B. Isen kan transporteres ind på stranden i tilfrysningsperioden, hvor der stadig er åbent vand og dermed mulighed for bølgedannelse. Isflagerne med sedimenter er dannet mellem tidevandssprækkerne, og derfor i perioder med havis. Når disse flager ses oppe på kysten, må de være kastet op, når havisen har været brudt under stærk storm.

Forfatteren har ikke observeret situationer, hvor meterstore isstykker er slynget ind på stranden, men sandsynligheden for at dette kan ske blev konstateret den 23. og 24. jan. 1976, hvor temperaturen ved Godhavn steg fra  $+25^{\circ}$  til  $+8^{\circ}\text{C}$  ledsaget af voldsom storm fra øst drejende mod syd og sydvest. Samme nat brød den 47 cm tykke is, og der var åbent vand foran isfoden med spredte isflager. Desværre var der kun mulighed for iagttagelse på kysten umiddelbart øst for den halvø, hvor Godhavn er placeret, og som derfor lå delvis i læ for de indkomne bølger. Alligevel formåede bølgerne, når de ramte den stejle isfodsfront, at kaste kaskader af vand ind over isfoden medførende mindre isstykker.

Ispres og skruedisdannelse blev kun observeret på få og korte kyststrækninger på Diskos syd- og sydøstkyst, og markante former, der kunne relateres til isoppresning så som kystparallelle volde, og som er beskrevet af Nichols (1961), (1968) fra Antarktis, Owens and McCann (1970) fra Devon Island, Canada, Hume and Schalk (1964), (1967) og Rex (1964) fra Alaska samt Mansikkaniemi (1970) fra Finland, er ikke noget dominerende element på denne kyst.

#### ISFODENS AFSMELTNING

Isfodens bortsmeltning er en langsom proces, og det er almindeligt på Disko, at netop isfoden er det sidste af vinterens is og sne, der forsvinder fra landskabet.



Fig. 9. »Texture-contamination« as a result of the capability of the ice to transport sediments. A. Heap of shingle on the sandy coast of eastern Disko. B. Sand on a shingle beach SW of Tuapait. (Photo: N. Nielsen).

Ofte »går« havisen på en enkelt dag, og isfodens afsmeltningssfase begynder derfor med termisk og mekanisk erosion i vandkanten.

I takt med at sneen smelter, bliver isfodens overfladetopografi stadig mere ujævn og får et »snævset« udseende, efterhånden som det indlejrede materiale smelter frem. Når sneen på bagstranden, landværts for selve isfoden, er forsvundet, ligger isolerede isflager og skosser tilbage, Fig. 7 og 8B.

I afsmeltningssperioden gennemløber strand-isfodsprofilen en række typiske stadier, Fig. 8. Kort tid efter at al sneen er smeltet bort, er hele isfodsoverfladen sedimentdækket, og der er en jævn overgang mellem bagstrand og isfodsplatformen. Under den fortsatte afsmeltning falder platformens niveau generelt, og overgangen til bagstranden markeres af en næsten lodret væg, der kan blive op til 1 m høj.

Den vertikale isfodsfront undermineres af bølgerne, og der opstår meterlange udhæng over den nu bølgeudjævnede forstrand. Dette udhæng kan bryde sammen, og is med sediment flyder bort og kan evt. senere aflejres på isfoden.

Isfodens overfladerelief antager nu et kaotisk udseende, Fig. 8B, både hvad angår sedimentmasse og -teksturforhold. Overfladen præges af sammenstyrtninger som følge af bortsmeltet ren is og toppe som enten består udelukkende af sediment eller af iskerner dækket af materiale – ikke ulig »dirt cones« på gletscheren. Afgørende faktorer for afsmeltningssforløbet og dermed formudviklingen, er sedimentdækkets isolerende evne, og i den forbindelse er ikke blot den varierende sedimentmængde af betydning, men også kornstørrelsessammensætningen i isblokkene. Strandens morfologi kan i denne fase karakteriseres som thermokarst, se Fig. 8B.



Fig. 9. »Tekstur-forurening« som følge af isen som sedimenttransporterende faktor. A. rullestensbunke på Østdiskos sandkyst. B. sand på rullestenskyst sydvest for Tuapait. (Foto: N. Nielsen).

En nøjere undersøgelse af det istransporterede materiale viser, at størstedelen af sedimenterne er af lokal oprindelse, dvs. fra havstokken og strandplanet umiddelbart foran isfoden. Men det er ikke ualmindeligt at finde sedimenter fra fjernere lokaliteter. F.eks. er der iagttaget hobe af lyst sand fra Diskos østkyst på Syddisko, hvor stranden består af sortgrå basaltsand og rullesten, ligesom der blev truffet rullestensbunker på Østdiskos homogene sandstrand, Fig. 9.

#### Afsmeltningens slutfase

Når isfoden er smeltet ned til et niveau, hvor den ofte overskylles af bølger og tidevand, er det kun et spørgsmål om få dage, før strandbreddens opskylszone atter er udglattet. På sandstrande er det dog almindeligt, at der i flere dage efter at isen er forsvundet fra forstrandens overflade sker sammenstyrtninger som følge af bortsmeltende begravet is, Fig. 10.

De højestliggende dele af isfoden forsvinder som regel først i begyndelsen af juli, ofte i forbindelse med et springtids højvande.

#### BLIVENDE FORMER EFTER VINTERENS IS

Der skal nu som tidligere nævnt et fagkyndigt øje til at erkende isens nylige tilstedeværelse, og den beskrevne kaotiske morfologi og sedimentfordeling på strandbredden.

Som blivende overfladeformer kan kun iagttages fordybninger på rullestenskysten efter helt eller delvist begravede isblokke, »pitted beach« (Nichols 1968), samt mere eller mindre af vinden udglattede bunker af materialer, der er fremmede for den lokale sedimentsammensætning. Indsynkninger på sandstrande forsvinder hurtigt som følge af æolisk aktivitet eller ekstreme bølgeopskyl.

Der er imidlertid andre fænomener, der kan betragtes som typificerende for den arktiske kyst, til trods for at strandens eller hele barrierens generelle profil om sommeren afspejler en »normal« bølgebetings dynamik. Observationer fra et vertikal-profil af en barriere under opbygning viste, at der flere steder forekom forstyrrelser i den bølgeopskyls- og overskylsbetingede, svagt hældende parallelstruktur. Endvidere optrådte der partier med kraftigt varierende og strukturløse teksturforhold. Da der i samme profilsektion ydermere fandtes større isflager, var tolkningen af de sedimentologiske uregelmæssigheder umiddelbar, Fig. 11.

Nærværende behandling af en arktisk kystudvikling fra vinter til sommer beskriver kun nogle hovedtræk i procesforløbet og i den formmæssige variation. Flere af de enkelte periglaciale former er naturligvis generelle for arktiske kyster som sådan, men mange er specifikke i deres fremtrædelsesmønstre, hvilket primært skyldes de hydrografiske og klimaologiske forhold, der er forskellige fra det ene arktiske område til det andet.

Der forestår endnu en række uløste problemer omkring isens effekt på den arktiske kyst. I foreliggende artikel er der f.eks. peget på isen som sedimenttransporterende faktor, men der mangler endnu svar på, hvor langt dette sediment



Fig. 10. Jordfaldshuller efter begravede isblokke i begyndelsen af juli måned på strandbredden ved Norujuk. (Foto: N. Nielsen).  
Fig. 10. Sink holes after buried ice-boulders observed first part of July on the beach at Norujuk. (Photo: N. Nielsen).

kan transporteres, eller hvilke mængder det drejer sig om. Og hvordan indvirker isen på kystprofilens langtidssudvikling?

Det er diskuteret, hvilke af den arktiske kysts særlige former, der kan benævnes som »periglaciale« (Jahn 1977). I den forbindelse er forfatteren her af den opfattelse, at en sondring mellem de forskellige former er vanskelig, fordi disse er mere eller mindre forbundet i dynamisk henseende.

For udforskningen af det periglaciale miljø, må det derfor være væsentlig at forstå hele morfogenesen i kystzonen, idet mange kystbetingede former, struktur- og teksturforhold indgår i hævdede, postglaciale lavlandsområder af marin oprindelse, og optræder således som integrerede elementer i indlandets periglaciale geomorfologi.

#### SAMMENDRAG

Om vinteren islægges havet omkring arktiske kyster, hvilket betyder en midlertidig afbrydelse af bølgenes påvirkning af kysterne. Men på trods heraf er den littorale zone ikke morfodynamisk inaktiv i denne periode.

Observationer foretaget på Disko, Grønland, viser, at såvel isfoden som havisen umiddelbart foran isfoden kan have en betydelig effekt på kyster udformet i klassiske sedimenter.

Tidevandsforskellen omkring Disko er 2,9 m ved springtid, og den karakteristiske isfods dannelse er af typen »tidal platform ice-foot«.



Fig. 11. Snit gennem barriere ved Enoks Havn på Vestdisko. Havet ligger til venstre for det 8 m lange og godt 2 m høje profiludsnit. Til højre ses forstyrrelser i barrierens karakteristiske bølgebetingede struktur og kornstørrelsesfordeling som følge af isens påvirkning. Bemærk isflagen ca. 1,5 m under barrierens overflade. (Foto: N. Nielsen).

Fig. 11. Transection of the barrier at Enoks Havn on western Disko. The sea is to the left of the 8 m long and well 2 m high section shown on the photo. To the right, disturbances caused by sea ice in the characteristic, wave-induced structure and grain size distribution. Notice the ice-floe in the right side, embedded in the barrier. (Photo: N. Nielsen).

Isfodsdannelse på sedimentkyster anses ofte som konserverende for kysten. Iagttagelser har dog vist, at bølgeopkastede isblokke og isflager, lastet med sediment, forårsager en thermokarst-lignende formudvikling på stranden. I samme forbindelse er der observeret struktur- og teksturfænomener i såvel sand- som rullestenkysters sedimenter, som kan henføres til isens påvirkning.

#### SUMMARY

In winter, the sea surrounding arctic coasts gets ice-bound which gives a temporary break in the influence of waves on the coasts; nevertheless, a morphodynamic activity can in fact be observed during this period.

Thus investigations made on Disko Island, Greenland, show that both ice-foot and the sea ice lying just in front of it may have a considerable effect on coasts developed in clastic sediments.

Around Disko the tidal difference is 2,9 m at spring-tide, and along the coasts the characteristic, tidal platform ice-foot formation is found. It is a general opinion that for sedimentary coasts ice-foot formation has a preserving effect. Observations have shown, however, that ice bouldes and -floes with embedded sediments may cause a thermokarst-like form development when they are pushed up by waves and left on the beach.

Moreover, ice-influenced phenomena in structure and texture have been observed in sediments on both sandy and shingle beaches.

Tak til prof. dr. Harald Svensson og lic.scient. Ole Humlum for forslag til rettelse i manuskriptet. Tak til Kirsten Winther for den engelske oversættelse.

#### REFERENCER:

- Barnes, P. W. (1982): Marine Ice-pushed Boulder Ridge, Beaufort Sea, Alaska. *Arctic*, vol. 35, no. 2, 312-316.
- Cailleux, A. and Hamelin, L. (1967): Périglaciaire actuel sur le littoral du Bic (Bas-Saint-Laurent). *Cahiers de Géographie de Québec*, no. 23, 361-378.
- Dionne, J. C. (1968): Morphologie et sédimentologie glacielles, littoral sud du Saint-Laurent. *Z. Geomorph. N. F.* 7: 56-84.
- Hume, J. D. and Schalk, M. (1964): The effects of Ice-push on Arctic beaches. *Amer. J. Sci.* 262, 2, 267-273.
- Hume, J. D. and Schalk, M. (1967): Shoreline Processes near Point Barrow, Alaska: A Comparison of the Normal and the Catastrophic. *Arctic* vol. 20, 2.
- Jahn, A. (1977): Periglacial Forms Produced By Shore Ice at Hornesund, Spitsbergen. *Acta Universitatis Wratislaviensis* No. 387.
- Mansikkaniemi, H. (1976): Ice action on seashore, southern Finland: observation and experiments. *Geogr. Soc. Finland* 1975, 11-17.
- Nichols, R. L. (1961): Characteristics of beaches formed in polar climates. *Am. J. Sci.* vol 259, no. 9, 694-708.
- Nichols, R. L. (1968): Coastal Geomorphology, McMurdo Sound, Antarctica. *J. of Glaciology*, Vol. 7, 51, 449-478.
- Nielsen, N. (1969): Morphological studies on the eastern coast of Disko, West Greenland. *Geogr. Tidsskrift* bd. 68, p. 1-35.
- Nielsen, N. (1979): Ice-foot processes. Observations of erosion on a rocky coast, Disko, West Greenland. *Z. Geomorph. N. F.* 23, 3, p. 321-331.
- Nielsen, N. (1981): Greenland. In *World Shorelines*. Ed. E. Bird & M. Schwartz. Wash. D.C. USA. (Under publicering).
- Moign, A. (1976): L'action des glaces flottantes sur le littoral et les fonds marins du Spitsberg Central et Nord-Occidental. *Rév. Géogr. Montr.*, 1976, vol. XXX, no. 1-2, 51-64.
- Owens, E. H. and S. B. McCann (1970): The role of ice in the arctic beach environment with special reference to Cape Rickett: Southwest Devon Island, Canada. *Amer. J. Sci.* 268, 397-414.
- Reimnitz, E. and D. K. Maurer (1979): Effects of Storm Surges on the Beaufort Sea Coast, Northern Alaska. *Arctic*, vol. 32, no. 4, 329-344.
- Rex, R. W. (1964): Arctic Beaches, Barrow, Alaska. In: R. L. Miller (Ed): *Papers in Marine Geology* p. 384-400. McMillan, New York.
- Short, A. D. and W.M. J. Wiesman, JR. (1973): Freezeup Processes on Arctic Beaches. *Louisiana State Univ. Coastal Studies Bull.* 7.
- Short, A. D. and W.M. J. Wiesman, JR. (1975): Coastal Breakup in the Alaskan Arctic. *Geol. Soc. Amer. Bull.* v. 86, 199-202.
- Wright, C. S. and R. E. Priestley (1922): *Glaciology* 581p. London, Harrison and Son, Ltd., British Antarctica (Terra Nova) Expedition, 1910-1913.



Fig. 11. Snit gennem barriere ved Enoks Havn på Vestdisko. Havet ligger til venstre for det 8 m lange og godt 2 m høje profiludsnit. Til højre ses forstyrrelser i barrierens karakteristiske bølgebetingede struktur og kornstørrelsesfordeling som følge af isens påvirkning. Bemærk isflagen ca. 1,5 m under barrierens overflade. (Foto: N. Nielsen).

Fig. 11. Transection of the barrier at Enoks Havn on western Disko. The sea is to the left of the 8 m long and well 2 m high section shown on the photo. To the right, disturbances caused by sea ice in the characteristic, wave-induced structure and grain size distribution. Notice the ice-floe in the right side, embedded in the barrier. (Photo: N. Nielsen).

Isfodsdannelse på sedimentkyster anses ofte som konserverende for kysten. Iagttagelser har dog vist, at bølgeopkastede isblokke og isflager, lastet med sediment, forårsager en thermokarst-lignende formudvikling på stranden. I samme forbindelse er der observeret struktur- og teksturfænomener i såvel sand- som rullestenkysters sedimenter, som kan henføres til isens påvirkning.

#### SUMMARY

In winter, the sea surrounding arctic coasts gets ice-bound which gives a temporary break in the influence of waves on the coasts; nevertheless, a morphodynamic activity can in fact be observed during this period.

Thus investigations made on Disko Island, Greenland, show that both ice-foot and the sea ice lying just in front of it may have a considerable effect on coasts developed in clastic sediments.

Around Disko the tidal difference is 2,9 m at spring-tide, and along the coasts the characteristic, tidal platform ice-foot formation is found. It is a general opinion that for sedimentary coasts ice-foot formation has a preserving effect. Observations have shown, however, that ice bouldes and -floes with embedded sediments may cause a thermokarst-like form development when they are pushed up by waves and left on the beach.

Moreover, ice-influenced phenomena in structure and texture have been observed in sediments on both sandy and shingle beaches.

Tak til prof. dr. Harald Svensson og lic.scient. Ole Humlum for forslag til rettelse i manuskriptet. Tak til Kirsten Winther for den engelske oversættelse.

#### REFERENCER:

- Barnes, P. W. (1982): Marine Ice-pushed Boulder Ridge. Beaufort Sea, Alaska. *Arctic*, vol. 35, no. 2, 312-316.
- Cailleux, A. and Hamelin, L. (1967): Périglaciaire actuel sur le littoral du Bic (Bas-Saint-Laurent). *Cahiers de Géographie de Québec*, no. 23, 361-378.
- Dionne, J. C. (1968): Morphologie et sédimentologie glacielles, littoral sud du Saint-Laurent. *Z. Geomorph. N. F.* 7: 56-84.
- Hume, J. D. and Schalk, M. (1964): The effects of Ice-push on Arctic beaches. *Amer. J. Sci.* 262, 2, 267-273.
- Hume, J. D. and Schalk, M. (1967): Shoreline Processes near Point Barrow, Alaska: A Comparison of the Normal and the Catastrophic. *Arctic* vol. 20, 2.
- Jahn, A. (1977): Periglacial Forms Produced By Shore Ice at Hornesund, Spitsbergen. *Acta Universitatis Wratislaviensis* No. 387.
- Mansikkaniemi, H. (1976): Ice action on seashore, southern Finland: observation and experiments. *Geogr. Soc. Finland* 1975, 11-17.
- Nichols, R. L. (1961): Characteristics of beaches formed in polar climates. *Am. J. Sci.* vol 259, no. 9, 694-708.
- Nichols, R. L. (1968): Coastal Geomorphology, McMurdo Sound, Antarctica. *J. of Glaciology*, Vol. 7, 51, 449-478.
- Nielsen, N. (1969): Morphological studies on the eastern coast of Disko, West Greenland. *Geogr. Tidsskrift* bd. 68, p. 1-35.
- Nielsen, N. (1979): Ice-foot processes. Observations of erosion on a rocky coast, Disko, West Greenland. *Z. Geomorph. N. F.* 23, 3, p. 321-331.
- Nielsen, N. (1981): Greenland. In *World Shorelines*. Ed. E. Bird & M. Schwartz. Wash. D.C. USA. (Under publicering).
- Moign, A. (1976): L'action des glaces flottantes sur le littoral et les fonds marins du Spitsberg Central et Nord-Occidental. *Rév. Géogr. Monr.*, 1976, vol. XXX, no. 1-2, 51-64.
- Owens, E. H. and S. B. McCann (1970): The role of ice in the arctic beach environment with special reference to Cape Rickett: Southwest Devon Island, Canada. *Amer. J. Sci.* 268, 397-414.
- Reimnitz, E. and D. K. Maurer (1979): Effects of Storm Surges on the Beaufort Sea Coast, Northern Alaska. *Arctic*, vol. 32, no. 4, 329-344.
- Rex, R. W. (1964): Arctic Beaches, Barrow, Alaska. In: R. L. Miller (Ed): *Papers in Marine Geology* p. 384-400. McMillan, New York.
- Short, A. D. and WM. J. Wiesman, JR. (1973): Freezeup Processes on Arctic Beaches. Louisiana State Univ. Coastal Studies Bull. 7.
- Short, A. D. and WM. J. Wiesman, JR. (1975): Coastal Breakup in the Alaskan Arctic. *Geol. Soc. Amer. Bull.* v. 86, 199-202.
- Wright, C. S. and R. E. Priestley (1922): *Glaciology* 581p. London, Harrison and Son, Ltd., British Antarctica (Terra Nova) Expedition, 1910-1913.