

Det holocæne sedimentationsmiljø ved Igpik samt en model for den relative landhævning i Disko Bugt området, Vestgrønland

POVL FRICH & OLAFUR INGÓLFSSON



Frich, P. & Ingólfsson, O.: Det holocæne sedimentationsmiljø ved Igpik samt en model for den relative landhævning i Disko Bugt området, Vestgrønland. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1987-89*, side 1-10, København, 15. januar 1990.

This paper describes the lithology and fossil fauna of an early Holocene marine sequence in the coastal cliff at Igpik, Disko, Central West Greenland. Subfossil marine molluscs and barnacles were found *in situ*, situated in the cliff appr. 69 m a.s.l., which is the highest known occurrence of *in situ* shells in West Greenland between 68 and 70 degrees North. The shells have been radiocarbon dated, giving ages of 8620 ± 120 BP and 9030 ± 120 BP. A compilation of published datasets, comprising radiocarbon dates and altitude of sampling site, has taken place, and a model of the relative uplift of land areas bordering the Disko Bugt has been established. The model can be used to estimate the age of former sea levels in the region. Finally some geomorphological results are presented.

Povl Frich, Danmarks Meteorologiske Institut, Lyngbyvej 100, DK-2100 København Ø. Olafur Ingólfsson, Kvartärgeologiska Avd., Lunds Universitet, Sölvegatan 13, S-223 62 Lund. 8. oktober 1987.

Indledning

I Grønland er der tradition for at afbilde tidligere marine niveauer som funktion af alderen på skaller fundet i samme højde. Det klassiske arbejde er fra Mestersvig i Østgrønland (Washburn & Stuiver, 1962). Kurver for den relative landhævning gælder kun for et afgrænset geografisk område, og matematiske modeller er først udviklet efter C-14 dateringsmetodernes fremkomst. Funder (1978) har sammenstillet landhævningskurver for Østgrønland, mens kurver fra forskellige områder i Vestgrønland er publiceret af Ten Brink (1975) og Kelly (1985).

I Disko bugt området har Donner & Jungner (1975) indsamlet og C-14 dateret 28 skalprøver, hvoraf 9 har kunnet relateres til et samtidigt marint niveau. Lokaliteterne er afmærket på figur 1. Derudover har Donner (1978) foretaget enkelte dateringer af marine niveauer på Vestdisko (figur 1).

I 1983 opdagedes en ny lokalitet på sydkysten af Disko ca. 11 km øst for Godhavn. Stednavnet Igpik betyder på grønlandsk: klint, og her fandtes subfossile marine skaller i et niveau ca. 69 m over nuværende havniveau (m o.h.) (Frich & Brandt, 1985). Der blev i 1985 udtaget tre prøver til C-14 datering fra denne klint, og lokaliteten blev igen

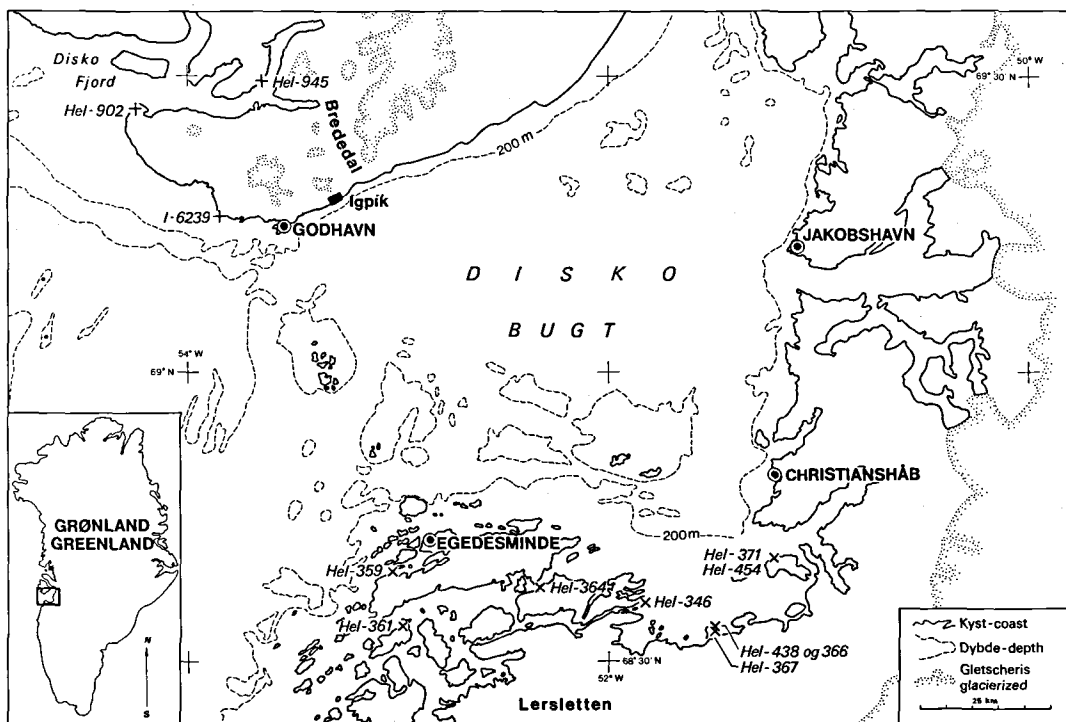
besøgt i sommeren 1987 for kompletterende feltstudier.

Tidligere beskrivelser af området

Aflejringerne ved Igpik er første gang beskrevet af Steenstrup (1900:259): »Et kort stykke øst for Per Dams Skib findes en karakteristisk skrænt, Igpik kaldet, der efter hvad man kan se, for en stor del består af stærkt rullede sten og derfor væsentlig har et havstokagtigt præg. Oprindelig er det vistnok en morænerest fra den tid, da en isbræ fyldte Disko Bugt«.

Per Dams skib er en ca. 25 m høj strandpille, som er landfast ved lavvande. Dens karakteristiske profil er blevet anvendt af søfarende som kendingsmærke, idet den er synlig på stor afstand langs sydkysten af Disko.

Ved Igpik består området under højeste marine grænse af en sammenhængende strandvoldsslette mod sydøst (figur 2,F), mens strandvolde-nes forløb omkring den lille sø i figurens centrale del (figur 2,E) kan tolkes som resterne af en fossil tombolodannelse. Denne dobbeltsidede tombolo, har dels haft sit ophængspunkt syd for den nuværende kystlinje, dels i det lille forbjerg mærket 75 m. Mod vest dækkes strandvoldene af en



Figur 1. Kort over Disko Bugt området med stednavne nævnt i teksten. Endvidere er lokaliteter med tidligere publicerede C-14 dateringer markeret (x fra Donner & Jungner, 1975 og + efter Donner, 1978).

The Disko Bugt area with localities mentioned in the text. Lab. numbers refer to C-14 datings which have already been published (x from Donner & Jungner, 1975, and + from Donner, 1978).

fossil tungeformet blokgletscher (figur 2,B), (Frich & Brandt, 1985).

Beskrivelse af klinten

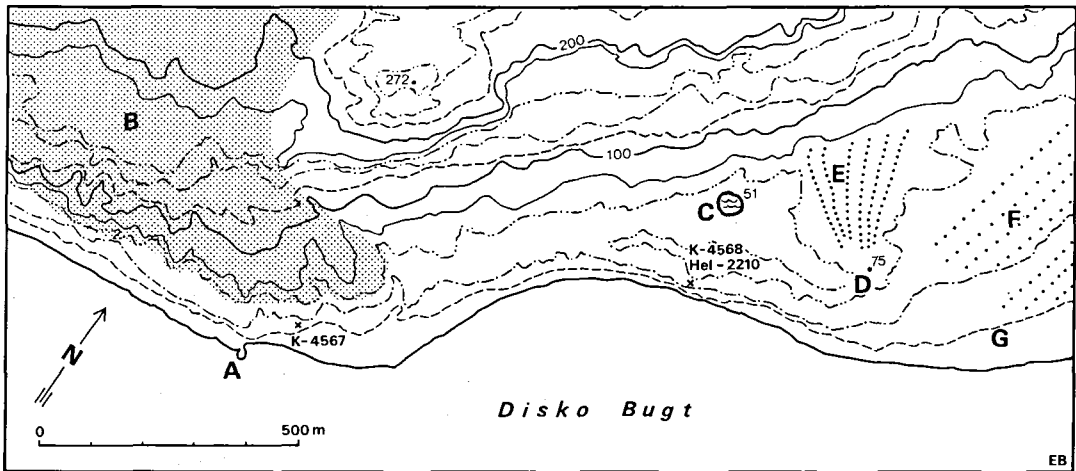
Højdebestemmelser er foretaget med håndniveau med en nøjagtighed på $\pm 0,5$ m, målt fra »Balan-grænsen« i.e. overgrænsen for forekomst af *Balanus balanoides*. Vi fandt Balan-grænsen på Per Dams Skib og anvendte denne som 0-niveau. Til den generelle opmåling af klintprofilen anvendtes Paulin altimeter, mens skalindsamlingsstederne blev fastlagt med håndniveau. Gentagne punktmålinger med altimeteret viste, at højden for disse målinger ikke bør angives med en nøjagtighed $< \pm 2$ m.

Klintprofilen er ca. 1800 m langt i øst-vestlig retning og klintens højde varierer mellem 55 og 120 m (se figur 3). Fra den recente rullestensstrandvold rejser klinten sig lodret og kun i toppen, hvor de løse aflejringer findes, er det muligt at arbejde på selve klinten.

Klintens kerne består af en Tertiær basalt-, breccie- og tufenhed. Mest prominent er en op til 40–50 m tyk tufbreccie med isolerede puder af basalt eller klynger af disse. Desuden findes basaltbreccie i en matrix af palagonitiseret glasrig tuf. Større legemer af søjlebasalt gennemskærer tufbreccien 4–5 steder.

I den centrale og østlige del af klinten findes flere sedimentære indslag i formationen: 1) Linsedeformede tunger af gulligt sand, som er 1–3 m tykke og med en lateral udstrækning fra nogle få til 15–20 m. Disse må være aflejret under ophold i den vulkanske aktivitet. Tilsvarende findes 2) en ca. 5 m tyk serie af tæt lamineret til skifret leretsilt. Farverne er mørkegrå til sorte. Disse lag kan følges uafbrudt over en strækning af 50–60 m i klintens østlige del. Vi prøvede at antænde sedimentet for at undersøge om det indeholdt organisk materiale, men uden succes. Steenstrup (1900) anfører, at der skulle findes en fossiltførende skifer lidt øst for Per Dams Skib, men det lykkedes ikke at finde denne.

I den østlige del af profilen overlejres tufbrec-



Figur 2. Topografisk kort, som viser området ved Igpiq, samt steder hvorfra skalprøver er udtaget til datering. Ækvidistance = 20 m. Publiceret med tilladelse af E. Brandt. Legende: A: Per Dams skib, B: Fossil blokglaciers, C: Lille Sø, D: Basalt-ryg, E: Tombolodannelse, F: Strandvoldsslette og G: Forladt bolplads.

Topographical map of the Igpiq area. Lab. numbers indicate where shell samples have been taken. Equidistance = 20 m. Published with permission from E. Brandt. Legend: A: Per Dams Skib, B: Fossil rock glacier, C: Small pond, D: Basalt ridge, E: Fossil tombolo, F: Beach ridge plain, G: Former dwelling place.

cien af en 5–20 m tyk basaltbænk. Basaltbænken er kraftigt opsprækket og stedvis knust. Kontakten til den underliggende tufbreccie er for det meste diffus, dog stedvis skarp. Basaltbænken fremtræder i klinten som store kantede, rektangulære hexagonale blokke, og kan stedvis give indtryk af at være en blokhorizont (se figur 4). Dette indtryk forstærkes af, at materiale ovenfra falder ned og udfylder hulrum imellem blokkene. Blokooverfladerne er imidlertid ikke forvitrede og de skarpe kanter vidner om frisk opsprækning, sandsynligvis forårsaget af frost-tø processer.

Basaltbænken stiger opad fra vest mod øst i profilet og øst for søen står den som en lav ryg, hvis topkote ligger omkring 75 m. På toppen af basalttryggen findes strandvolde, og ryggen står mod øst som en fossil kystklint med en akkumulation af store blokke ved foden ca. 55 m o.h.

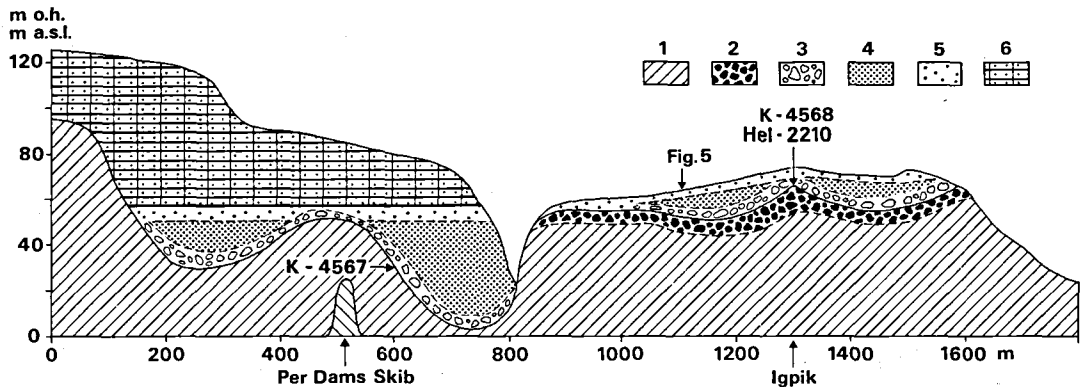
De vulkanske bjergarter overlejres visse steder langs klinten af et residual af krystalline blokke. Disse lyse gnejs- og granitblokke, der ikke er faststående på Disko øst for lokaliteten, men er kendt i Jakobshavn området, hviler direkte ovenpå basaltbænken i den østlige del af klinten og ovenpå tufbreccien i den vestlige halvdel. Blokkene er op til 1 m i diameter, men de fleste er mellem 0,2 og 0,6 m (se figur 4). Blokresidualet er sandsynligvis resterne af en glacial aflej-

ring, – en till eller et smeltevandssediment afsat i tilknytning til en isoverskridelse af Disko Bugt fra Indlandsisen. Denne istunge benævnes i det følgende »Disko Bugt Gletscheren«.

Blokresidualet er begravet under en op til 5 m tyk massiv til svagt lagdelt siltet-sandet diamikton med enkelte sten og blokke. De overvejende krystallinske bjergartsfragmenter giver sedimentet en karakteristisk lys farve (se figur 4).

Diamiktonen kan følges næsten uafbrudt langs hele klinten fra vest til øst. Sædvanligvis er den < 3 m tyk. Diamiktonen har *in situ* mollusker og balaner i den nedre del. Den svagt udviklede lagdeling kan tilskrives grus og sandlag. Disse kan være et resultat af skred i det ukonsoliderede sediment, eller være opstået som følge af bølge- eller tidevandsstrømme under afsætningen.

Diamiktonen tolkes som et glaciomarint sediment, og vi foreslår følgende hændelsesforløb: Området blev overskredet af Disko Bugt Gletscheren, der medbragte krystalline blokke, som blev aflejret sub- eller proglacialt på den faste klippe. Da gletscherfronten rykkede tilbage, fandt en transgression sted over det nedtrykkede område, og bølgeaktivitet og strømme udvaskede de krystalline blokke af de glaciale aflejringer. Dette residual af gnejs og granitblokke på den faste klippe findes kun i de øverste dele af pro-



Figur 3. Lodret tværprofil af kystklinten ved Igpik. Konstrueret på grundlag af feltskitser og fotos. Højdemålinger v.h.a. Paulin altimeter (± 2 m). Steder hvorfra skalmateriale er udtaget til datering er afmærket med laboratorienumre. Signaturforklaring: 1 = Tertiær tuffbreccie, 2 = Basaltbænk, 3 = Glaciomarin diamikton, 4 = Skrålejrede strand foresets, 5 = Strandvoldsmateriale, 6 = Fossil blokglacier.

Vertical section from the Igpik cliff. Drawn from field sketches and photographs. Altitude determined with a Paulin altimeter (± 2 m). Lab. numbers indicate where dating material was collected. Legend: 1 = Tertiary tuff breccia, 2 = Basaltic sill, 3 = Glacio-marine diamicton, 4 = Cross-statified foreset beds, 5 = Beach gravel, 6 = Fossil rock glacier.

filet, hvilket indikerer, at den eustatiske havspejlsstigning var begyndt, da Disko Bugt Gletscheren forsvandt fra området. Da havspejlet steg yderligere, akkumuleredes den glaciomarine diamikton, samtidig med at mollusker og balaner levede i og på sedimentets overflade. Isskurede blokke i diamiktonen tyder på transport til området med drivende isbjerger og efterfølgende aflejring fra disse. Havniveauet var > 70 m, som er det højeste niveau, hvor diamiktont materiale med *in situ* skaller forekommer i klinten. Muligvis afsattes diamiktonen i forbindelse med et mindre isfremstød, som dog ikke overskred lokaliteten.

Miljøet var kystnært, -lavt vand/stærk strøm, og successivt udbyggedes en op til 30 m mægtig sekvens af planare strand foresets ovenpå den glaciomarine diamikton. Kontakten mellem denne og foreset lagene er konform og interfingerer (se figur 5).

De skrålejrede strand foresets består af sandet grus ($2,0 \text{ cm} < d < 6,4 \text{ cm}$), med graderet lagdeling af ral og sten, som findes i en sandet-gruset matrix med spredte større sten (se figur 4 og 5).

Det littorale grus er overvejende af lokal basaltisk oprindelse, og partiklerne er kantede-velaf-rundede. Enkelte blokke forekommer, hvilket kunne indicere et meget højt energiniveau evt. forårsaget af kælvningsbølger. Den skrålejrede sekvens har en strygning omtrent parallel med den nuværende kystlinje og hælder væk fra ky-

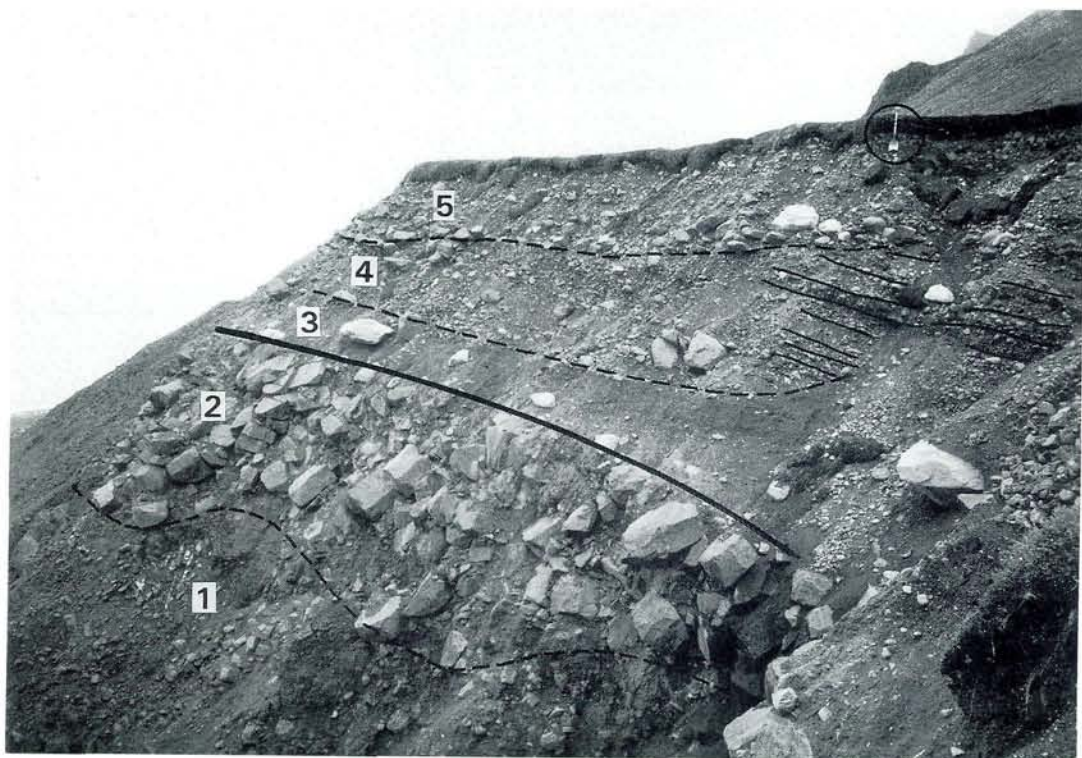
sten ind imod baglandet og søen. Den samlede tykkelse varierer fra < 2 m til over 30 m, og den højstliggende forekomst ligger i ca. 72 m (± 2 m).

De skrålejrede strand foresets overlejres af et 2–5 m tykt klastunderstøttet konglomerat. Partiklerne i dette grove strandvoldsmateriale er afrundede-velafrundede, overvejende i stenfraktionen. Matrix består af groft sand og grus. Kontakten til foreset-lagene er diffus. Den højeste forekomst af strandvoldssedimenter i profilet er ca. 74 m o.h. En markant strandlinje på vestsiden af den tidligere omtalte ryg skæres af klinten i $70 \pm 0,5$ m o.h.

Bløddyr, fundforhold og dateringer

På figur 3 er skalfindestederne afmærket med en stjerne. Prøve K-4567 er fremgravet ca. 100 m nordøst for Per Dams Skib. I en højde af 27,5 m o.h. fandtes adskillige arter repræsenteret i en grålig sandet silt. Skallerne fandtes parvis og formodes at udgøre en »death assemblage«. Arterne samt deres relative hyppighed fremgår af tabel 1. Der blev udtaget 56 gram *Chlamys* til datering. C-14-alder: 9220 ± 130 BP. (Tauber, personlig meddelelse, 1986).

Prøve Hel-2210 bestod af *Balanus balanus* skaller, som fandtes i livsposition, fastsiddende



Figur 4. Foto som viser lithologiske enheder i klinten ved Igpik. Bemærk den indrammede spade som målestok. Numrene svarer til signaturforklaringen i figur 3.

Photograph showing lithological units in the Igpik cliff. Note encircled spade for scale. Numbers refer to legend in figure 3.

på siderne af gnejs- og basaltblokke i bunden af den marine lagserie. Højden blev målt til $69,2 \pm 0,5$ m o.h. (se figur 3 for placering i klinten). Tabel 1 viser hvilke andre arter der fandtes i det omliggende sediment og på blokkene. Der blev udtaget 150 gram *Balanus* til datering. Alder: 9030 ± 120 BP (Jungner, personlig meddelelse, 1986).

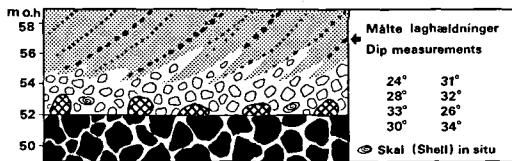
Blokkene med *Balanus balanus* var dækket af sandet grus, hvori prøve K-4568 er udtaget (se figur 3). Prøven domineres af *Hiatella arctica*, der lå parvise, sammen med balanplader fra de omkringliggende blokke. Lejringsforholdene tyder på, at gruset har begravet balaner og blokke, hvorefter *Hiatella* er indvandret sammen med *Mya truncata* (se tabel 1). Til datering blev der udtaget 63 gram *Hiatella arctica*. Prøven havde en alder på 8620 ± 120 BP (Tauber, personlig meddelelse, 1986).

Faunasammensætningerne (tabel 1) er i overensstemmelse med tidligere rapporterede fra Disko Bugt området (Harder et al., 1949; Laur-

sen, 1950; Donner & Jungner, 1975 og Donner, 1978). I området syd for Disko Bugt er den højstliggende datering af *in situ* skaller fra Lersletten ca. 50 m o.h. Dyrene antages at have levet på 10–15 m vand. Den højstliggende strandlinjedatering findes 43 m o.h. Lokaliteten er mærket Hel-346 på figur 1 og har en alder af 7160 ± 170 BP. Endelig kan det nævnes, at det hidtil ældste skalmateriale (*Hiatella arctica*, alder: 8970 ± 170 BP) var fra strandvolde nær Egedesminde, beliggende ca. 18,5 m o.h. og derfor antages at være omløjret (Donner og Jungner, 1975).

Mytilus edulis er den eneste musling, der lever nær havniveauet (tidevandszonen). Andre arter lever på vekslende og større vanddybde, hvorfor deres værdi som havspejlsindikatorer er begrænset. Af Donner og Jungners 9 prøver (se figur 1) bestod kun to (Hel-366 og Hel-367) af *Mytilus edulis*. Resten var omløjrede skalfragmenter af *Balanus spp.* samt to prøver med *Hiatella arctica*.

Högne Jungner, C-14 Dateringslaboratoriet i Helsingfors, foretog også aldersbestemmelsen på



Figur 5. Skitse som viser grænsen mellem glaciomarint diamiktom og skrålejrrede strand foresets. Det fremgår, hvorledes kontakten er konform og interfingerer. Signaturer som i figur 3.

Sketch map showing the contact between glacio-marine diamicton and the cross-stratified foresets. The contact is conformable and interfingering. Legend as in figure 3.

skalprøverne fra Vestdisko (Donner, 1978). En af de nye prøver i dette arbejde (mærket Hel-2210) er ligeledes dateret i Helsingfors, mens to dateringer er foretaget i København (K-4567 og K-4568).

Deglaciation og marin sedimentation

Dateringerne af disse, de hidtil højstliggende skalfund i Disko bugt området, har suppleret vor viden om den hidtil ældste havaflejrning, der er dateret på Disko. En marin gytje-prøve fra en sø umiddelbart øst for Godhavn er dateret til 10180 ± 155 BP (K-3665) (Funder, personlig meddelelse, 1985). Dette viser at ihvertfald området omkring Godhavn var isfrit o. 10000 BP, mens Igpik muligvis ikke var. Skallernes lejringsforhold viser, at havniveauet har været mindst 75 m over det nuværende, og de fundne arter taler ikke imod, at aflejringerne kan være afsat, da havspejlet var nær den Marine Grænse. Denne findes langs sydkysten af Disko mellem 80 og 100 m o.h.

Ifølge Funder og Simonarsson (1984:845) har sydkysten af Disko kun været overskredet af et isfremstød under Sisimiutglaciationen. De tre dateringer kan, selvom de ligger relativt tæt aldersmæssigt, bruges til at udrede, – om ikke deglaciationsforløbet, – så dog den tidligste marine sedimentation mellem 8600 og 9200 BP. Dateringerne viser sammen med lejringsforholdene, at Igpik har været isfrit mindst siden 9220 ± 120 BP.

Den lavestliggende prøve, der også giver den højeste alder, repræsenterer en blødbundsfauna fra relativt dybt vand (40–80 m?). Skaldyrene har levet i det siltrige sediment umiddelbart ovenpå

den faste klippe. Den subarktiske fauna (tabel 1) og det relativt sandede sediment tyder ikke på, at isranden har stået i umiddelbar nærhed. Der har dog efter al sandsynlighed været drivende isbjerge i området, idet tabte sten og gnejsblokke findes indlejret i sedimentet.

Den næstældste prøve (Hel-2210) er ca. 200 år yngre, hvilket indicerer en statistisk signifikant aldersforskel. Da dateringerne imidlertid er foretaget ved to forskellige laboratorier og på to forskellige arter, anser vi disse to prøver for omtrent samtidige. Artssammensætningen kan dog give et fingerpeg om det datidige miljø, idet *Balanus* ynder levesteder med stærk strøm. Dette miljø svarer til det nutidige, idet strømhvirvler og drivende isbjerge ofte forekommer udfor Igpik. Selvom prøve Hel-2210 er fundet ca. 40 m højere i profilet, er det godt gjort, at den lyse skalførende diamiktom kan betragtes som en ledehorizont og at den har en alder på lidt over 9000 C-14 år.

Daterede *Balanus balanus* (Hel-2210, alder: 9030 BP) fandtes som nævnt i livsposition. De store og kraftige individer tyder på optimale livsbetingelser. En vanddybde større end 10–15 m forhindrer bølgeerosion og dykkende fugle i at nå de unge individer. Bliver vanddybden større, reduceres mængden af sollys og dermed planktonproduktionen, hvorved fødemangel kan hæmme balanernes vækst. Prøve Hel-2210 antages derfor at modsvare et havniveau omkring 85 ± 5 m.

Prøven, der giver den yngste alder er fundet i det sediment, der dækker balanerne og er ca. 400 år yngre end disse. Ifølge Donner og Jungner, (1975:31) er det ikke usædvanligt at finde mindst lige så stor aldersspredning på skalprøver fra det samme sediment i Vestgrønlandske aflejringer. De dominerende arter, *Hiatella arctica* og *Mya truncata* repræsenterer en infauna, som har levet nedgravet i det sandede og grusede sediment, ifølge Funder (1978:20) ikke over 20 cm nede i sedimentet. Prøven formodes at repræsentere et marint niveau på mindst 80 ± 5 m.

Vi formoder, at havet på et relativt tidligt tidspunkt efter 9000 BP er blevet tilstrækkeligt isfrit, til at bølgeaktivitet har kunnet fremme en kystparallel materialetransport af grus og ral. En begyndende opfyldning af de to vestligste trug (se figur 3) har fundet sted. Sedimentationsraten har måske oversteget dyrenes miljøkrav, idet fossiler tilsyneladende mangler i de skrålejrrede strand

Tabel 1. Liste over indsamlede skalprøver.

List of collected shell samples.

Lokalitet (locality) Prøve nr. (sample no.)	Per Dams skib K-4567	Igpik 1 K-4568	Igpik 2 Hel-2210
Algea			
<i>Lithothamnion</i> sp.		++	++
Bivalvia			
* <i>Chlamys islandica</i>	++++		
<i>Macoma calcarea</i>	+++	+	
* <i>Hiatella arctica</i>	++	++++	+++
<i>Mya truncata</i>	+++	++	++
Gastropoda			
<i>Lepeta caeca</i>		+	
<i>Acmea rubella</i>			+
<i>Velutina velutina</i>		+	
<i>Trophon truncatus</i>		+	
Echinodermata sp. indet.		++	
Bryozoa sp. indet.		++	++
Polychaeta <i>Spirorbis</i> sp.		++	++
Cirripedia			
* <i>Balanus balanus</i>	+++	+++	++++

Fossiler i 3 prøver fra Igpik, Disko, Vestgrønland. Artsbestemmelsen foretaget af Svend Funder, december 1985. +: 1 skal, ++ - ++++: Stigende hyppighed. *: I hyppighederne er ikke medregnet skaller udtaget til datering.

Fossils in 3 samples from Igpik, Disko, West Greenland. Species have been determined by Svend Funder, December 1985. +: 1 shell. ++ - ++++: Increasing frequency. *: The frequency count does not include shell material removed for dating purposes.

foresets. Måske har energiniveauet været for højt til, at spor efter biologisk aktivitet findes bevaret.

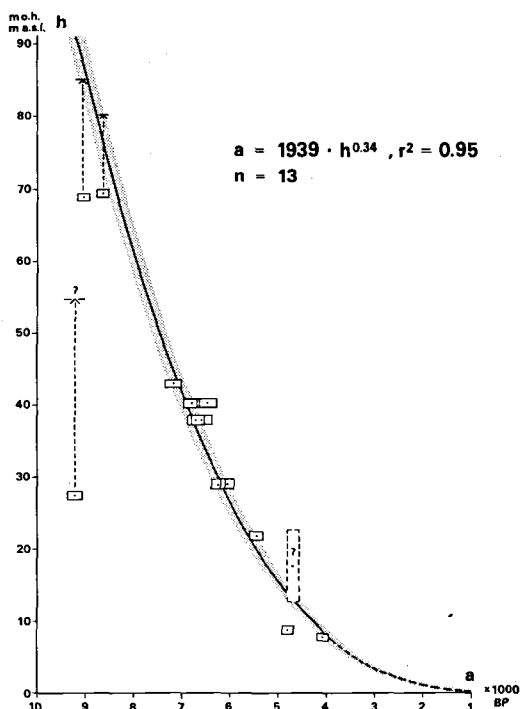
Da den isostatisk landhævning tog fart, muliggjordes dannelsen af strandvoldskomplekset omkring den lille sø. Muligvis har der ligget en klump af dødis, således af søen kan betragtes som et dødishul. En anden mulighed er, at søen tidligere har udgjort en lagune, da havspejlet lå lidt under 70 m o.h.

Successivt er der opbygget en strandvoldsslette fra ca. 70 m faldende til ca. 20 m o.h. mod sydøst. Siden er der ved den forladte boplads, lidt øst for Igpik (figur 2,G) dannet et marint erosionshak i strandvoldssletten. Bagkanten af denne erosionsterrasse ligger ca. 19 m o.h. En svagere udviklet strandvolds-/erosionsterrasse ligger parallelt med denne og når højst 12 m o.h. i vestenden. Fælles for alle strandvoldene øst for Igpik er, at de hælder svagt mod øst-nordøst. Dette svarer til udformningen af de recente stormstrandvolde, og er et resultat af de dominerende stormbølger fra vest-sydvest.

Opbygningen af strandvoldssletten øst for Ig-

pik er hovedsagelig foregået mellem et havniveau omkring 55 m o.h. og ca. 20 m. Dette kunne være foregået i den periode, hvor den tungeformede blokgletscher ovenfor Per Dams skib har været aktiv og stået med fronten i havet og leveret materiale til de littorale processer. Bemærkelsesværdigt er det, at den skarpe grænse mellem strandgruset og blokgletschersålen ligger $54,5 \pm 0,5$ m o.h. Grænsen er horisontal i hele blokgletscherens bredde.

Om samme blokgletscher er blevet inaktiv/fossil da havspejlet var ca. 20 m højere end i dag, kan vi kun gisne. En anden mulighed er, at klimaet og dermed vindforholdene har ændret sig omkring det tidspunkt. Det er bemærkesværdigt at erosionsterrassen skærer strandvoldssletten næsten vinkelret på strandvoldenes orientering. Desuden findes i munden af Brededal ca. 6 km øst for Igpik en markant serie strandvolde fra ca. 20 m niveauet og nedefter (Binderup, 1986). Dette kunne være et resultat af ændrede vindforhold før eller efter det Holocæne klimatiske optimum (Fredskild, 1984).



Figur 6. Kurve over den relative landhævning i Disko Bugt området. Data er plottet med de i tabel 2 anførte standardafvigelse på C-14 dateringerne og den estimerede usikkerhed på højdeangivelsen. Standardafvigelsen på den beregnede kurve er vist med prikket signatur.

The relative uplift in the Disko Bugt area. Data from tabel 2 are plotted with standard deviations from radiocarbon datings and with estimated errors on altitudes. The dotted lines indicates ± 1 standard deviation from the calculated model.

Datagrundlag og model

Dette arbejde fortsætter Donners og Jungners (1975) modelleringer af den isostatiske landhævning i Disko Bugt området. Donner (1978) anfører, at landhævningsraten sandsynligvis har været ensartet i øst-vestlig retning i regionen, hvilket er i overensstemmelse med Weidicks (1976) isobasekort for Vestgrønland. Et velfafrænset område er af kritisk betydning for landhævningskurvens anvendelighed (Kelly, 1985:462 og figur 4). Under alle omstændigheder befinder samtlige nævnte lokaliteter sig indenfor en cirkel med radius ca. 60 km (jvf. figur 1).

Donner & Jungner (1975) har publiceret en række sammenhørende værdier af formodede marine niveauer og deres respektive C-14 aldre. Derudover fandt Donner (1978) en lokalitet i Disko Fjord (se figur 1), hvor *Mytilus edulis* blev

udtaget til datering. De nævnte datasæt udgør hovedparten af datagrundlaget. Dertil kommer to af de nye dateringer (Hel-2210 og K-4568) med sammenhørende marine niveauer på h.h.v. 85 og 80 m o.h. (jvf. afsnit om deglaciation og marin sedimentation).

For en tidligere publiceret datering (Weidick, 1973), ligeledes på *Mytilus*, fra en lokalitet umiddelbart vest for Godhavn, hersker der usikkerhed om indsamlingshøjden (Weidick, personlig meddelelse, 1987), hvorfor denne prøve (I-6239) ikke indgår i de videre beregninger. Prøve K-4567 er indsamlet under næsten 30 m marint sediment (se figur 3), hvorfor denne heller ikke indgår i de videre beregninger. De nævnte datasæt findes i tabel 2. En grafisk fremstilling findes i figur 6.

Data er forsøgt tilpasset en potensfunktion ved hjælp af »mindste kvadraters« metode. Højeste determinationskoefficient ($r^2 = 0,95$) fås med en funktion, der har regressionskoefficienterne:

$$h = 2,71 \times 10^{10} \times a^{2.91}$$

hvor h angiver højden over havet i m og a alderen i C-14 år BP. Da det normalt er alderen, der er interessant for en given højde, kan efter omregning følgende matematiske sammenhæng udtrykkes for en given højde h og alder a:

$$a = 1939 \times h^{0.34} \pm 150 \text{ år } (r^2 = 0.95)$$

Kurven for denne ligning er ligeledes afbildet i figur 6.

Over halvdelen af C-14 dateringerne angiver imidlertid kun en minimumshøjde på det samtidige havniveau, idet der er brugt omljrede dybvandsskaller (Hel-359, -361, -364, -346, -438, -371, og -454). Udover skaldateringerne har Donner (1978) også publiceret alderen på en tørveaflejring, fundet i Disko Fjord 0,3 m over det nuværende havniveau. Den angives at have en alder på 970 ± 110 BP (jvf. tabel 2), hvilket viser, at havspejlet har været lavere eller ihvertfald tæt ved det nuværende i en længere periode. Ikke desto mindre bør der ikke fæstnes for meget lid til kurven efter ca. 4000 BP, idet der ingen C-14 dateringer foreligger af strandskaller fra denne periode. Følgelig er kurven stipleet på dette stykke. At daterbare marine aflejringer fra denne periode ikke er fundet i Vestgrønland, tolkes af Kelly (1985) som en begyndende transgression, benævnt Vesterbygd Stadiet.

Modellens begrænsninger

Det fremgår af figur 6, at ikke alle punkterne på kurven falder indenfor den beregnede standardafvigelse, hvilket først og fremmest kan skyldes usikkerhed ved højdebestemmelsen. Med forbehold kan modellen anvendes til at datere tidligere marine niveauer omkring den sydlige del af Disko Bugt (figur 1). Det understreges, at modellen kun gælder tilnærmelsesvis for hele området, idet datagrundlaget ikke har tilladt en analyse af evt. lokale forskelle. Et mål for denne usikkerhed findes i højden af den Marine Grænse. Fra vest til øst angives den som 85-70 m i Disko Fjord (Donner, 1978), sydkysten af Disko: 80-100 m (Funder, personlig meddelelse, 1985), Egedesminde-Christianshåb: 130-110 m (Donner og Jungner, 1975) og endelig Igpiq, Orpigsoq: 62 m (Weidick, 1972). Variationen skyldes dels forskelle i målemetode og definition, dels reelle forskelle betinget af, at Indlandsisen, lokalglættschere, isfjelde og havis har haft forskellig udbredelse under den ubrudte isostatisk betingede regression, der har fundet sted i området ihvertfald frem til ca. 4000 BP. Således formodes deglaciationen af det nuværende Disko Bugt-område at have fundet sted mellem ca. 11000 BP for de vestlige deles vedkommende og ca. 8000 BP for de østliges. Det fremgår af figur 6, at kurvens stejleste del netop findes i dette tidsinterval.

Måske kan en anden matematisk funktion, f.eks. af formen:

$$H = aT^2 + bT + c, \text{ bT} + c, \text{ Donner \& Jungner (1975)}$$

hvor H = højden over havet og T = alderen i C-14 år, bedre udtrykke korrelationen i datamaterialet, men med den nævnte usikkerhed *in mente* må en grundigere matematisk analyse afvente forbedringer i datagrundlaget.

Diskussion

Der er i de forudgående afsnit redegjort for tre nye fund af subfossile marine skaller *in situ* ved Igpiq på sydkysten af Disko. C-14 dateringen af disse prøver har vist, at området ca. 11 km øst for Godhavn var isfrit for mere end 9200 år siden. Dateringerne giver således de hidtil ældste aldre

Tabel 2.

Liste over sammenhørende aldre og indsamlingshøjder.

List of related datings and collection altitudes.

Lab. nr. Lab. no.	Alder (C-14 år BP) Age (C-14 years BP)	Højde (m o.h.) Altitude m a.s.l.	Kilde Ref.
Hel-945	970 ±110	0,3±?	D
Hel-359	4070±130	7,8±0,5	DJ
I-6239	4685±120	17,7±5?	W
Hel-902	4780±120	8,7±0,5	D
Hel-361	5440±130	21,8±0,5	DJ
Hel-367	6040±150	29,0±0,5	DJ
Hel-364	6220±160	28,9±0,5	DJ
Hel-438	6460±210	40,3±0,5	DJ
Hel-454	6560±210	37,9±0,5	DJ
Hel-371	6690±160	37,9±0,5	DJ
Hel-366	6790±160	40,3±0,5	DJ
Hel-346	7160±170	43,0±0,5	DJ
K-4568	8620±120	69,4±0,5	-
Hel-2210	9030±120	69,2±0,5	-
K-4567	9220±130	27,5±0,5	-

DJ = Donner & Jungner (1975)

D = Donner (1978)

W = Weidick (1973)

- = Se teksten (see text).

fra isfrie områder i Vestgrønland mellem 68 og 70°N (Kelly, 1985: figur 3).

To af de nye dateringer kan relateres til et samtidigt havniveau. Således formodes en alder på 9030 ±130 BP at repræsentere et havniveau fra dengang Diskos sydkyst stadig var trykket ca. 85 m længere ned end i dag som følge af belastningen fra Disko Bugt Gletscheren. Godt 400 år senere formodes landet at have hævet sig ca. 5 m.

Sammen med tidligere foretagne dateringer i Disko Bugt området (Donner og Jungner, 1975; og Donner, 1978) er data samlet, og en model for den relative landhævning er konstrueret. Ved kurvetilpasning efter mindste kvadraters metode udviser flg. potensfunktion den bedste korrelation med de tilgængelige data: $a = 1939 \times h^{0.34} \pm 150 \text{ BP}$ ($r^2 = 0.95$), hvor a udtrykker alderen i C-14 år BP, og h angiver højden over det nuværende havniveau i m. Modellen kan anvendes til datering af marine strandaflejringer rundt om den sydlige del af Disko Bugten og på Sydvest-Disko. Det bør bemærkes at toppen af marine strandvolde i området som regel ligger 1-4 m over middelvandstanden afhængigt af eksposeringen for stormbølger. Desuden bør det nævnes at dateringerne er minimumsaldre, og da høj-

1-2 2210

derne også er minimumshøjder, giver modellen et forsigtigt skøn.

Tidligere geomorfologiske undersøgelser ved Igpik resulterede i beregning af akkumulationshastigheder for taluskegler på hævede marine strandvolde. Den nykonstruerede landhævningskurve viser, at de af Frich & Brandt (1985) anvendte aldre for strandlinjeniveauerne 56 og 26 m o.h. var h.h.v. 150 år for lav og 150 år for høj. Med den anvendte præcision ændrer disse korrektioner ikke de tidligere opnåede resultater, som viste, at de lodrette klippevægge over strandvoldssletten havde en forvittringshastighed på mellem 0,5 og 1,5 m / 1000 år.

Desuden formodes det, at en fossil blokletscher for ca. 7700 år siden nåede det datidige strandplan (~ 55 m o.h.). Omtrent samtidigt begyndte opbygningen af en strandvoldsslette umiddelbart øst for Igpik. De enkelte strandvolde hælder svagt mod øst-nordøst og afrundingsgraden af det overvejende basaltiske strandvoldsmateriale tiltager mod øst ganske som i dag. Omkring 5500 BP flyttedes aflejringen af strandvoldsmaterialet til Brededalens munding længere mod øst. Dette kunne være et resultat af ændrede vindforhold i forbindelse med det Holocæne klimatiske optimum. En sådan ændring for sommervindenes vedkommende er tidligere foreslået af Fredskild (1984).

Tak

Der bør først og fremmest rettes en tak til deltaerne i, samt arrangører af Nordisk forskerkursus i arktisk Geomorfologi, Godhavn 1985, for den hjælp og støtte, de udviste ved indsamlingen af skalmaterialet. Endvidere tak til Svend T. Andersen, D.G.U; H. Tauber, Nationalmuseet, samt H. Jungner, Helsingfors, for assistance med dateringerne. S. Funder og O. Humlum gennemlæste og fremkom med værdifulde forslag til forbedringer af et tidligere udkast til dette manuskript. S. Funder indsats med at artsbestemme skalmaterialet påskønnes tilligemed O. Humlums og W. Dalgaard's velvillige indstilling i forbindelse med feltarbejdet på Disko, sommeren 1987. Tak til J. Jønsson for rentegning af figurer.

Litteratur

- Binderup, M. 1986: Geomorphology during Holocene in Brededal, West Greenland – particularly concerning the marine impact. *Geografisk Tidsskrift*, 86, 17–27.
- Donner, J. 1978: Holocene history of the west coast of Disko, Central West Greenland. *Geografiska Annaler*, 60 A, 63–72.
- Donner, J. & Jungner, H. 1975: Radiocarbon dating of shells from marine Holocene deposits in the Disko Bugt area, West Greenland. *Boreas*, 4, 25–45.
- Fredskild, B. 1984: Holocene palaeo-winds and climatic changes in West Greenland as indicated by long-distance transported and local pollen in lake sediments. P. 163–171. I: N. A. Mörner & W. Karlén (Eds.) *Climatic changes on a yearly to millennial basis*. D. Reidel, Stuttgart.
- Funder, S. 1978: Holocene stratigraphy and vegetation history in the Scoresbysund area, East Greenland. *Bulletin Grønlands Geologiske Undersøgelse*, 129, 66 pp.
- Funder, S. & Simonarsson, L. A. 1984: Bio- and aminostratigraphy of some Quaternary marine deposits in West Greenland. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 21, 843–52.
- Frich, P. & Brandt, E. 1985: Holocene talus accumulation rates, – and their influence on rock glacier growth. A case study from Igpik, Disko, West Greenland. *Geografisk Tidsskrift*, 85, 32–43.
- Harder, P., Jensen, A. & Laursen, D. 1949: The marine Quaternary sediments in Disko Bugt. *Meddelelser om Grønland*, 149:1, 85 pp.
- Laursen, D. 1950: The stratigraphy of the marine Quaternary deposits in West Greenland. *Meddelelser om Grønland*, 151:1, 142 pp.
- Kelly, M. 1985: A review of the Quaternary geology of Western Greenland. I: Andrews, J. T. (Ed.) *Quaternary environments: Eastern Canadian Arctic, Baffin Bay and West Greenland*. Allen and Unwin, Boston, 461–501.
- Porsild, M. P. 1901: Bidrag til en skildring af vegetationen på øen Disko, tillige med spredte topografiske og zoologiske iagttagelser. *Meddelelser om Grønland*, 25, 91–239.
- Steenstrup, K. J. V. 1900: Beretning om en undersøgelsesrejse til øen Disko i sommeren 1898. *Meddelelser om Grønland*, 24 (3), 249–306.
- Ten Brink, N. W. 1975: Holocene history of the Greenland icesheet based on radiocarbon-dated moraines in West Greenland. *Meddelelser om Grønland*, 201 (4), 1–43.
- Washburn, A. L. & Stuiver, M. 1962: Radiocarbon-dated post-glacial delevelling in North-East Greenland. *Arctic*, 15, 66–74.
- Weidick, A. 1968: Observations on some Holocene glacier fluctuations in West Greenland. *Bulletin – Grønlands Geologiske Undersøgelse*, 73, 202 pp.
- Weidick, A. 1972: Holocene shorelines and glacial stages in Greenland, – an attempt at correlation. *Rapport – Grønlands Geologiske Undersøgelse*, 41, 39 pp.
- Weidick, A. 1973: C-14 dating of survey material performed in 1972: *Rapport – Grønlands Geologiske Undersøgelse*, 55, 66–75.
- Weidick, A. 1976: Glaciation and the Quaternary. I: Escher A. & Watt E. A. (Eds.): *Geology of Greenland*. Grønlands Geologiske Undersøgelse, København.