



**SOFIA RIBEIRO**

Professor i Afdeling for Glaciologi og Klima ved De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS). Tilknyttet Sektion for Geogenetik, Globe Institut, Københavns Universitet. Ph.d. i Biologi fra Københavns Universitet.



# FORHISTORISK DNA: EN GAMECHANGER FOR KLIMADETEKTIVERNE

TEKST: ANNE RINGGAARD • LAYOUT: LYKKE SANDAL

**Havbunden er fyldt med DNA, der kan give viden om fortidens klimaforandringer, og hvordan de har påvirket havets økosystemer.**

**H**avbunden er en gravplads. Gennem millioner af år er fisk, plankton, bakterier og andre organismer blevet begravet i muddret dybt under vandet. Organismerne har efterladt DNA, og takket være moderne genteknologi kan palæoklimatologer nu gå på opdagelse i det skatkammer af information, de genetiske spor fra fortiden indeholder.

”Nye genteknologiske metoder er en komplet gamechanger i palæoforskning,” siger Sofia Ribeiro, der er professor i afdeling for Glaciologi og Klima i GEUS – De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland.

Analysen af fortidig DNA i sedimentet kan give viden om, hvordan klimaforandringer før i tiden har påvirket havets

“Havisen forsvinder ekstremt hurtigt i øjeblikket. Vi har brug for at forstå, hvilke konsekvenser det har for økosystemet.”

**SOFIA RIBEIRO**  
PROFESSOR, GEUS



økosystemer. Dermed bliver forskerne klogere på, hvilke konsekvenser den nuværende globale opvarmning fremover kan få for havets liv.

Det er vigtigt, ikke kun fordi marine organismer indgår i menneskers og andre dyrs fødekæder. Men også fordi havets planter, dyr og mikrober optager og lagrer CO<sub>2</sub>, som ellers bliver frigivet til atmosfæren, hvor det bidrager til global opvarmning. Ændringer i havets økosystemer kan altså medvirke til at forstærke eller bremse klimaforandringerne.

”Havets økosystem er et komplekst netværk af arter. I øjeblikket uddør de hurtigere, end vi kan nå at beskrive dem. På verdensplan står vi midt i den sjette masseuddød. Når en art uddør, er den væk for evigt. Vi ved ikke, hvilke konsekvenser det får i det lange løb,” siger Sofia Ribeiro.

#### ET STØRRE VINDUE TIL FORTIDEN

Med de nye genteknologiske metoder er Sofia Ribeiro og >

#### DNA SOM PROXY FOR FORTIDSKLIMA

Sofia Ribeiro og hendes fagfæller sejler ud på store ekspeditioner, hvor de borer sedimentkerner op fra havbunden i Arktis.

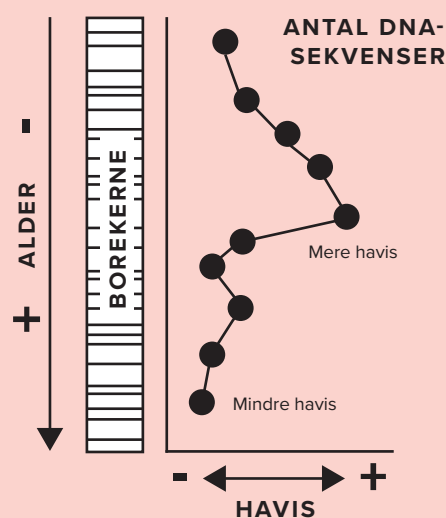
Sedimentkernerne sendes til forskernes laboratorier, hvor de bruger forskellige genteknologiske metoder til at udskille DNA-sekvenser fra organismer, der i tidens løb er begravet i havbunden.

Nogle gange analyserer forskerne al den DNA, der er i sedimentet. Det er gavnligt, hvis de vil kortlægge hele økosystemet.

Andre gange bruger de en metode, der kan udtrække DNA fra bestemte arter. Det er gavnligt, hvis de vil kortlægge fortidens klima:

Forestil dig, at forskerne vil undersøge, om der var havis i en bestemt periode, og at de ved, at en bestemt organisme kun kan leve i vandet, når der er havis på overfladen. Så kan de gå målrettet efter at udtrække DNA fra netop den organisme. Hvis der ikke findes DNA fra organismen i et lag i sedimentet, er det et tegn på, at der ikke var havis i den periode, hvor laget blev aflejret i havbunden.

Sofia Ribeiro og hendes kollegaer har fundet ud af, at en bestemt art plankton med det latinske navn *Polarella glacialis* kan bruges til netop det formål, fordi den kun findes i havet, når der er havis. Ved at opgøre, hvor mange sekvenser af *Polarella glacialis*' DNA der er i sedimentlagene, kan de estimere, hvor meget havis der har været i forskellige perioder.



Figuren her viser helt forsimplet, hvordan antallet af DNA-sekvenser i sedimentlag i en borekerne kan variere alt efter alderen på det pågældende lag – og hvordan det hænger sammen med mængden af havis.



### DNA FRA 234 METERS DYBDE

Sofia Ribeiro og hendes kollegaer forsøger at få fat i DNA fra sediment, der er blevet aflejret i havbunden for millioner af år siden. Så gammelt sediment ligger ofte meget dybt nede, og det kræver store skibe med særligt boreudstyr at nå ned til det.

Ekspeditionerne med dybhavsboringer er omkostningstunge og gennemføres af store internationale initiativer såsom det internationale havforskningsprogram IODP (International Ocean Discovery Programme).

I 2023 var flere forskere fra De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) med om bord på en af IODP's ekspedition til Nordvestgrønland. De hentede meget gamle sedimentprøver, som var begravet ned til 234 meter under havbundens overflade.



GEUS-forskerne analyserer nu de værdifulde sedimentprøver i samarbejde med forskere fra Københavns Universitet.

DNA-forsker Heike Zimmermann tager prøver fra en sedimentkerne ombord på den internationale IODP-ekspedition.

hendes fagfæller begyndt at kortlægge fortidens marine økosystemer i Arktis.

Hidtil har palæoklimatologernes værktøjskasse bestået af efterladenskaber fra ganske få marine arter, primært mikrofossiler med navne som foraminiferer, dinoflagellater og kokkolitter. (Se side 4-5.)

Fossilerne vidner om fortidens temperaturer og klimaforandringer. Men de giver ikke det fulde billede, og de fortæller ikke noget om, hvordan temperaturændringer har påvirket hele økosystemet, eller hvilke konsekvenser det har, når arter uddør på grund af klimaforandringer.

”DNA-analyser åbner et meget større vindue til fortiden. I havsedimenter omkring Grønland finder vi typisk omkring 20 til 50 arter af mikrofossiler. Dertil kan vi nu pludselig føje

DNA-sekvenser fra tusindvis af arter. En enkelt boreprøve fra bunden af havet er fyldt med fragmenter af DNA fra bakterier, plankton, fisk – alt, hvad der har levet i vandet,” siger Sofia Ribeiro.

### DNA GIVER INFO OM PALÆOKLIMAET

Den nye metode går i korte træk ud på, at Sofia Ribeiro og hendes fagfæller borer lange kerner af sediment op fra bunden af oceaner og fjorde. De trækker DNA-sekvenser ud af sedimentet, analyserer dem og tilføjer dem til en international database (se boksen på side 32). I øjeblikket finder Sofia Ribeiro og hendes fagfæller konstant DNA-sekvenser, der ikke er opført i databasen i forvejen.

”Det er ret fantastisk, at der er så meget nyt at udforske,” siger professoren.

Forskerne er også begyndt at bruge DNA fra havbunden til at rekonstruere fortidens klima. Det kan de gøre, hvis de opdager, at der i tidligere perioder er sket store ændringer i sammensætningen af genetisk materiale i sedimentet, samtidig med at mængden af havis, temperaturen og andre klimamarkører er forandret. I så fald er det et tegn på, at klimasvingninger kan aflæses i sammensætningen af DNA i sedimentet. (Se faktaboksen herunder.)

Sofia Ribeiro bruger selv de nye teknologier til at udtrække og analysere DNA-sekvenser fra sediment hentet i farvand med havis omkring Grønland. Målet er at kortlægge havisens udbredelse i løbet af Holocæn, som er den geologiske epoke, der strækker sig fra i dag og cirka 11.700 år tilbage i tiden.

”Hvis vi i et lag finder arter, som kun kan leve i is, har der sandsynligvis været havis i den periode, hvor de blev deponeret i sedimentet,” forklarer Sofia Ribeiro.

På sigt håber professoren, at hendes forskning giver viden om, hvor følsom havisen er over for klimaforandringer, og hvad der sker med de marine økosystemer, når havisen smelter, som det sker i øjeblikket.

Derudover tester hun og hendes kollegaer, hvor langt tilbage i tid de kan komme med metoden: Det er endnu usikkert, om de i sediment fra Arktis kan opsamle DNA, der er flere millioner af år gammelt. En af udfordringerne er, at varme fra Jordens indre – det kaldes geotermisk varme – nedbryder DNA. Jo dybere i sedimentet det er begravet, desto større risiko er der for, at det er nedbrudt.

”Forskningsfeltet er stadig relativt nyt, og vi ved endnu ikke, hvor langt tilbage i tid vi kan finde DNA fra fortidige organismer i marine sedimenter. Det bliver spændende at finde ud af,” afslutter Sofia Ribeiro. •