

# skal vi have Istid igen?

af ~~Nanna Noe-Nygaard~~

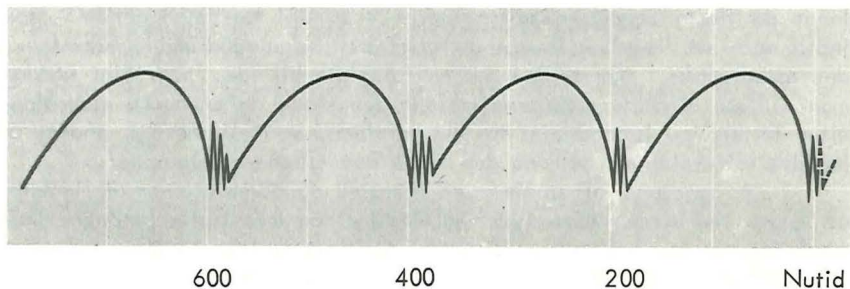
"Går vi en ny istid i møde" vil altid være et spørgsmål, der tiltrækker sig offentlighedens interesse. Det er et emne, der gentagne gange er dukket op i aviserne i aughtetiden.



Dr. Niels Nielsen har i *Geografisk Selskabs* udsått, at et gætt  
en ny istid i Norden.  
— Nov. 26, 1917 og 28. marts 1918 i November.

Kan vi svare på spørgsmålet?

Jorden har bestået i cirka  $4\frac{1}{2}$  milliard år. I denne tid har man sik-  
re vidnesbyrd om 4 større nedslagninger.



Den første fra slutningen af prækambrium, en palæozoisk særlig  
kendt fra Sydamerika, nummer 3 den permo-karbone og som nummer 4 den  
kvartære.

Imellem disse istider ligger lange perioder med konstant varmt klima. Hvis man forestiller sig dette kurvebillede fortsættende i det uendelige og Jorden bestående endnu i nogle milliarder år, kan man vist roligt forudsige, at der atter vil komme istider. Det der imidlertid interesserer os, er vel: Hvornår kommer der en istid, bliver det i vores levetid? Inden vi kan gøre os håb om at besvare det spørgsmål må vi se på hvad en istid egentlig er. En istid er i virkeligheden en samling af skiftende glaciale (kolde) og interglaciale (varmere) perioder. Den sidste istid omfatter 6 glacialtider hvoraf de 4 er konstateret herhjemme og 5 interglacialtider, de tre sidste er påvist i Danmark. Den samlede istid varede mindst 2 millioner år.

Alle disse svingninger gør det vanskeligt at afgøre i hvilken periode vi nu befinder os, og hvad vi går i møde. Befinder vi os i en interglacialtid hørende til sidste istid, den kvartære, eller er vi på vej ud af denne mod en helt ny istid der først vil indtræffe om et par hundrede millioner år?

Hvad har vi af fænomener, der registrerer de klimasvingninger der blandt andet er årsag til istidernes opståen.

En af de ting, man kan registrere idag er de få levende gletscheres fremstød og tilbagesmeltning sat i relation til klimatiske ændringer, som nedbør, temperatur, vindhastighed, fugtighed, længden af den periode, hvor gletscherens temperatur er over smeltepunktet (sommerens længde) og så videre.

De fleste gletschere i nutiden har vist en generel tilbagesmeltning, men målinger viser, at afsmeltningen ikke er foregået jævnt, den har været afbrudt af kortere perioder, hvor gletscheren har bredt sig igen. Gletscheren på Spitsbergen vokser for eksempel stærkt for tiden. Af særlig kraftige fremstød kan nævnes dem fra kuldeperioderne 1750-70 og fra 1850'erne. Disse kølige tidsrum er registreret over hele Jorden, og må således antages at have en ydre fælles årsag, som for eksempel svingninger i solenergien.

Fra den sidste istid kan vi hente mange oplysninger, selv om vi ikke direkte kan måle isens bevægelser. Ophobninger af materiale foran isranden (randmoræner), gamle smeltevandsflodløb og flodsletter kan give gode oplysninger om isens bevægelser, og dermed indirekte om det klima, der har hersket, dog kræver det undersøgelser over store områder og af mange gletscheres bevægelser for at kunne udtale sig om klimaet.

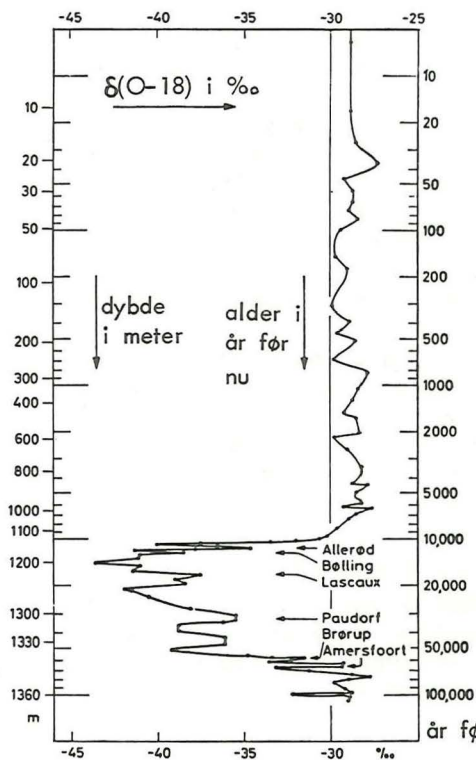
Gletschere har imidlertid ikke blot mulighed for at give oplysninger om klimaet gennem frem- og tilbagerykninger, men gemt i indlandsisen på Grønland ligger indefrosset oplysninger om længst svundne tiders snefald, der igen ved deres kemiske sammensætning røber noget om de klimatiske forhold på det tidspunkt, sneen blev aflejret.



Fra en borekerne gennem isen udtages prøver, der især undersøges for forholdet mellem den tunge iltisotop O-18 og den lettere iltisotop O-16. Forholdet mellem disse to slags ilt er blandt andet temperaturafhængig. I de øverste lag registreres de årlige temperatursvingninger, mens disse forsvinder nedefter, og kun større klimændringer kan erkendes.

O-18/O-16 "termometeret" er gennemgået i Varv 1966,1 og Varv 1968,2 - og vil kun blive kort omtalt her.

I naturen findes tre stabile iltisotoper, O-16, O-17, O-18; de forekommer blandt andet i vand ( $H_2O$ ) i et ganske bestemt forhold til hinanden, O-17 i så små mængder, at vi vil lade den ude af betragtning. Iltisotopforholdet i vand er temperaturafhængigt, således at ved  $0^{\circ}C$  vil forholdet O-18/O-16 være som 1,026/500. Ved fordampning af havvand vil der undvige forholdsvis mere af den lette O-16 end af O-18, der er tungere. Hvis det fordampede havvand, som det er tilfældet under istider bindes i is på kontinenterne, vil ilten her vise underskud på O-18 i forhold til en "havstandard", kaldet SMOW (standard mean ocean water). Det man måler i isborekernen er altså afvigelserne i O-18 indholdet, afvigelsen kaldes delta ( $\delta$ ). I isen har man underskud på O-18 og derfor bliver delta negativ.



Varv udkommer første gang

II verdenskrig



I verdenskrig



Franske revolution



Rundetårn, Børsen

Vikingetid



Alexander den Store

Pyramiderne



Franske hulemalerier



Cro Magnon

Neanderthal



I overfladen af havvandet, hvorfra der er fordampet mest af den lette O-16, vil der nu være forholdsvis mere af den tunge O-18, og der vil man altså få positive deltaværdier. På figuren ses istider som stærkt negative delta værdier, omkring 100000 år før Kristus er delta -30, for i perioden 70 - 12000 år før Kristus at synke helt ned til -43, for efter istiden at stige til -30 igen. Hvorledes har man nu kunnet sætte disse årstal på de målte klimasvingninger? - for O-18/O-16 undersøgelserne angiver kun klimasvingninger, ikke hvornår de har fundet sted.

Det har af fysisk vej været muligt, at opstille en model for den bane en ispartikel vil beskrive, når den år efter år bliver presset længere ned af de overlejrende snemasser, ved at gå ud fra en konstant nedbørsmængde faldende på en ensartet overflade. Under snemassernes tryk vil der ske en udflydning mod randen af indlandsisen. Når man desuden ved, hvor tykt et lag, der aflejres hvert år og hvor meget mindre det måler i tykkelse det næste år på grund af sammenpresning, er det muligt at angive alderen af de forskellige lag målt ned fra isoverfladen. Tager man sine O-18/O-16 prøver i forbindelse med således daterede lag, får man noget at vide om klimaet, netop på det pågældende tidspunkt. Både de ved deltaværdierne angivne klimasvingninger og den lange række af årstal er blevet bekræftet af andre undersøgelser. Det er altså en ny metode, der kan anvendes længere bagud i tid end mange andre kendte metoder, dog afhængig af isens tykkelse, der igen afhænger af hvor mange års aflejring, der findes i iskapen.

Man kunne tænke sig at vide, om der er nogen form for regelmæssighed i de registrerede klimasvingninger, som kunne fortsættes ud over den tid vi lever i, så vi kunne spå om fremtidens klimaændringer. Der er rytmer i klimakurven - en på 75 år, efter den skulle vi være i et kuldeminimum nu. Der er en anden på 13000 år, hvilket kunne svare til visse regelmæssige ændringer i solenergien (den halve periode for jordaksens rotation). Men om fremtiden er det stadig svært at spå.

Vi må prøve at få yderligere oplysninger ad anden vej.

Hvad kan havet give af oplysninger om svundne tiders klimasvingninger? Havene har spillet en stor rolle for istidens udvikling, dels har de leveret den fornødne vandmængde til isdækkernes dannelse, dels er de derved opståede vandstandssvingninger et udtryk for de klimatiske forhold, således at perioder med lav vandstand svarer til istider, hvor store vandmasser er bundet i isen - under den sidste nedisning (Würm nedisningen) var der bundet så store vandmængder i is, at verdenshavenes vandspejl lå 100 meter lavere end i dag. Særlig høj vandstand vil opnås i perioder, hvor der foregår stor afsmeltning af isen. Endelig er havet hjemsted for levende væsener, der på grund af deres afhængighed af omgivelserne kan fortælle om de klimatiske forhold på stedet, da de levede.



Graver man et profil gennem havaflejringerne fra en af interglacialtiderne i Danmark finder man ofte en typisk lagfølge: nederst strandandsaflejringer, så leraflejringer, så igen strandaflejringer som allerøverst går over i rene ferskvandslag. Profilet af spejler de begyndende havstigning på grund af afsmeltningen (sand), havet der bliver dybere ved yderligere tilførsel af smeltevand (ler). Denne havstigning sker ret hurtigt efter isens begyndende afsmeltning mens den landhævning, der finder sted som følge af trykafloadningen ved isens afsmeltning, sker meget langsomere. Den er skyld i den anden strandaflejring i profilet, idet landet langsomt hæver sig op af havet, således at de sidste lag i søjlen bliver ferskvandsaflejringer. Landhævningen efter sidste istid er endnu ikke afsluttet.

I områder, der ikke var isdækkede ved sidste istid kan man se bort fra landhævningen, og her viser det sig, at havstigningen som følge af afsmeltning ikke er foregået jævnt, men i ryk afbrudt af køligere perioder, hvor der ikke er sket tilførsel af smeltevand - ja, hvor havet endog er faldet igen som følge af isdækkernes vækst. Svingninger i havniveau kan nu ses som gamle kystlinier, visende havets udbredelse til forskellige tider.

De klimaændringer, der afspejles af de vekslende havniveauer, kan også påvises ved ændringer i havets dyreliv. I boreprøver fra dybhavsbunden har man undersøgt hyppigheden af visse varmekrævende mikroskopiske encellede organismer: foraminiferer. Selv en lille borekerne vil på grund af den ringe aflejrings hastighed på oceanbunden rumme lag fra en meget lang periode. Så det er muligt at lave en relativ klimakurve spændende over lang tid, hvor varme perioder vil angives af store mængder af varmekrævende dyr og kolde tider markeres ved stort antal koldtandsdyr og næsten ingen af de varmekrævende. Ved radioaktive aldersbestemmelser er det muligt at datere disse varme- og kuldeperioder, og det viser sig, at tidspunkterne for klimaændringerne falder nøje sammen med dem, man af anden vej har konstateret. Det vil sige, dyr kan bruges som indikatorer for klimaet på et givet sted og tidspunkt - men det kan planter også.

Ser man på den botaniske udvikling gennem en hel interglacialtid, får man et billede af, hvorledes de forskellige planter afløser hinanden efter et ganske bestemt mønster. Først har man lige efter isens afsmeltning et højarktisk klima, der næsten ikke tillader nogen plantevækst. Ved lidt højere temperatur begynder de kuldetolerante, men lyskrævende træer som birk og fyr at brede sig. Ved yderligere temperaturstigning får også andre træer en chance, for eksempel hassel, eg og lind, som kan tåle skygge i modsætning til birk og fyr. Disse løvtræer opnår også en højere alder, hvorfor de hurtigt konkurrerer de lyskrævende kortlevende træer ud, man får nu en meget frodig skov, en ege-linde skov, der kan afløses af en bøgeskov. Så begynder det at blive koldere igen, jorden er udpint af den

megen vækst, den store skov afløses af en birke-fyrre skov, der til sidst bukker under for kulden - vi har atter højarktisk klima - istid. Tager man aflejringer efter sidste istid og ser på indholdet af planterester, finder man spor af en arktisk flora lige efter isens afsmeltning, så en birke-fyrre periode, en ege-linde periode og en bøge periode. Vi skulle da efter det opstillede mønster være på vej mod en istid, men hvornår den kommer, ved vi stadig ikke. Vi må søge flere oplysninger.

Nu har vi set, at aflejringerne, havet, dyrene og planterne kan fortælle om klimasvingninger - men hvad er årsagen? Her er mange teorier, hvoraf en af de berømteste er Milankowich's teorier om ændringer af den energi Jorden modtager fra Solen.

Milankowich søger at forklare istiders opståen ved ændringer i Jordens position i forhold til Solen. Nogle af ændringerne foregår med en periode på 26000 år andre med en periode på 40000 år og så videre. Disse svingninger forårsager ændringer i den solenergi, der når frem til de enkelte dele af Jordoverfladen. I perioder, hvor Jorden modtager en ringe mængde solenergi, kunne man tænke sig muligheden for en istids opståen, eventuelt sat i gang af en eller anden større begivenhed på Jorden som for eksempel en bjergkædefoldning. Den lavere solenergi er ikke nok i sig selv, da vi jo ikke har haft istider med for eksempel 40000 års mellemrum, men ofte må regne med uhyre lange varme tidsrum på 200 millioner år imellem istiderne.

Astronomiske årsager til forklaring af istider er måske de eneste, der gør det muligt for os at spå om fremtiden, under forudsætning af, at disse fænomener har været så længe Jorden har bestået og vil vare ud i fremtiden, blot har man heller ikke her fundet den endelige og helt tilfredsstillende forklaring endnu.

Men gælder rytmen på de 40000 år, kan vi vente, at næste istid skal begynde om 10000 år og nå sit største maksimum om 20000 år.

Går vi en ny istid i møde?

Som det er fremgået, er det ikke muligt at give noget endeligt svar herpå.

Imidlertid har spørgsmålet rejst en lang række inspirerende problemer, der medfører en værdifuld tværfaglig kombination af fysik, botanik, zoologi, hvorved det i virkeligheden bliver mindre væsentligt om vi kan besvare det oprindelige spørgsmål.

Nanna Nae-Nygaard

