

Nr. 4. 2007 Tre cykler, sommer og en istid

Fag: Fysik A/B/C, Naturgeografi B/C

Udarbejdet af: Philip Jakobsen, Silkeborg Gymnasium, November 2007

BOX 1 er revideret i september 2015.

Spørgsmål til artiklen

1. Hvad, mente Milutin Milankovitch, der var årsag til istiderne (se box s. 7 i artiklen)?
2. Hvorfor er Jordbanens form rundt om Solen af betydning for klimaet?
3. Skitsér de tre variationer i Jordens bane i forhold til Solen: a) Jordbanens form (excentriciteten), b) Jordaksens hældning (inklinationen) og c) ændringen i retningen af Jordaksen (præcessionen). Noter perioden for variationen under de tre tegninger.
4. Hvad er mest fremmede for opbygning af iskapper – en lille eller en stor aksehældning?
5. Hvilke andre ting end Milankovitch-cyklerne kan ifølge artiklen spille ind på udløsning af en istid?
6. Hvad hedder de to isotoper, som bruges til at bestemme fortidens temperatur ud fra iskerner?
7. Hvilken isotop skal man finde meget af i en iskerne i en varm periode?
8. Kan vi ifølge artiklen forvente en istid i den nærmeste fremtid?
9. I 1976 blev resultater offentliggjort, som underbyggede Milankovitchs postulerede cykler. Hvad gik disse resultater ud på og er Milankovitchs teori nu *bevist*?

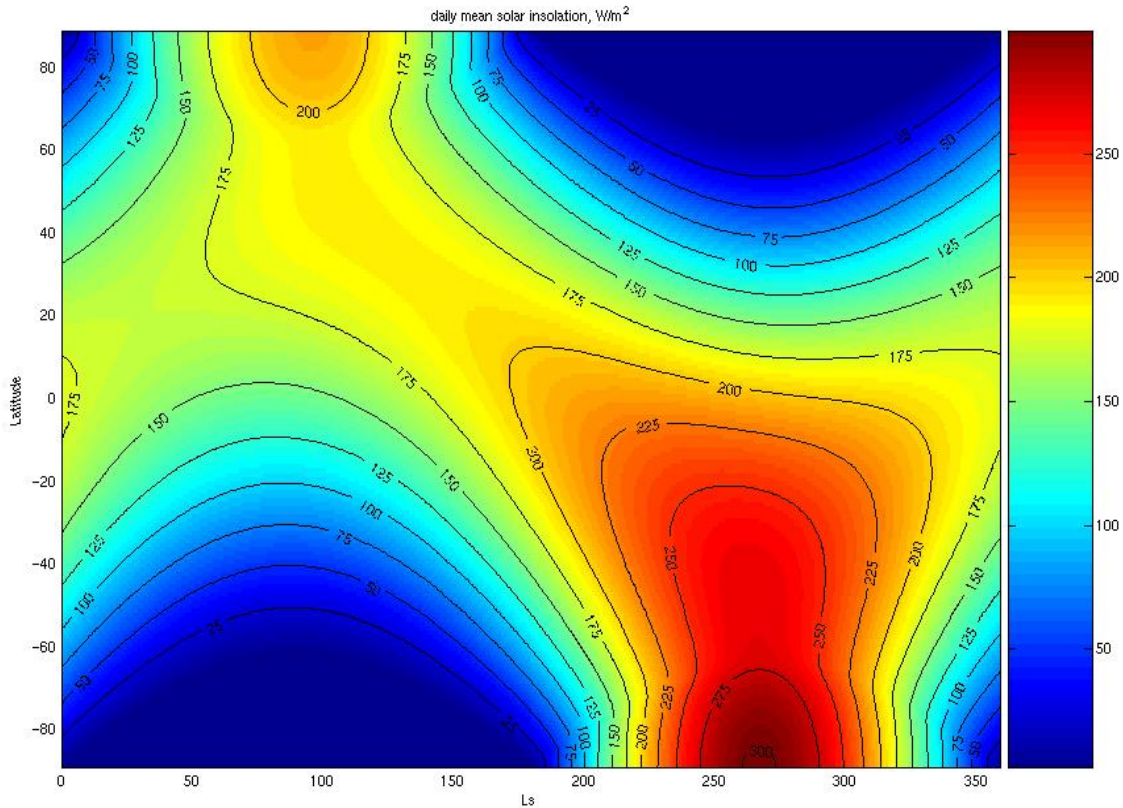
Uddybende opgaver og spørgsmål

10. Hvorfor vil der ikke være årstider på Jorden, hvis inklinationen er 0° ?
11. Er længden af sommer og vinter den samme? Hvorfor/hvorfor ikke? (Hint. Hvad siger Keplers 2. Lov?) Se følgende java applet: <http://csep10.phys.utk.edu/guidry/java/kepler/kepler.html>
12. Forklar Jordens bevægelse i forhold til Solen ved følgende fænomener (*Det kan være en hjælp at gøre i grupper og bruge en globus, appelsiner eller andet som kan repræsentere Solen og Jorden*):
 - a) Dag/nat
 - b) Polarnat
 - c) Jævndøgn
 - d) Årstider
13. Undersøg, hvilke beviser der findes for, at der tidligere har været istider?

14. Undersøg figur over daglig middel solindstråling (Figur 1, herunder). ”Daglig middel solindstråling” betyder, at det er gennemsnittet af indstrålingen i løbet af døgnets 24 timer, som er vist på figuren:

- Hvornår er der sommer og vinter på den nordlige henholdsvis sydlige halvkugle?
- Hvor på Jorden finder man den største middelsolindstråling? Hvordan kan dette være?

Daglig middel solindstråling for de forskellige breddegrader på Jorden.



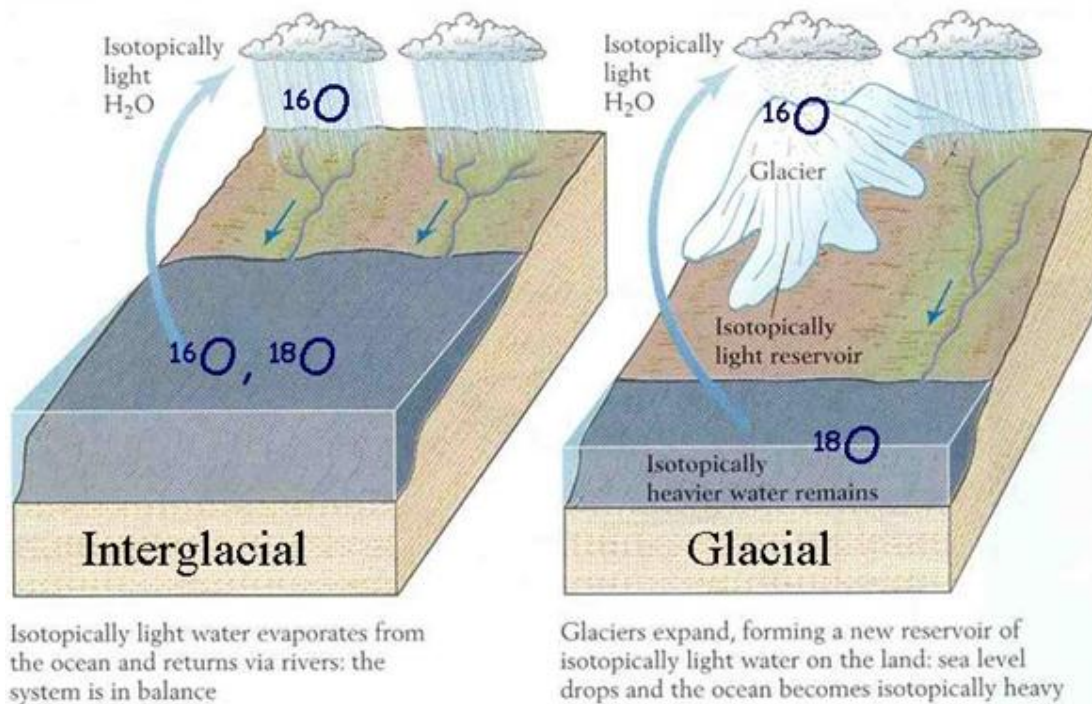
Figur 1: Årets variation i middelindstråling som funktion af breddegrad.

Sådan læses figuren: Farverne angiver størrelsen af den daglige middel solindstråling i W/m^2 . Y-aksen angiver breddegraden, med ækvator i midten ved 0 grader. I Danmark befinder vi os ved $+56^{\circ}N$ – altså oppe i den øverste del af figuren. X-aksen markerer tiden i dage og viser et helt års forløb fra nul til 365 dage. Bemærk 0 er ikke nødvendigvis 1. januar. Skal man følge middelindstrålingen i Danmark henover året skal man altså følge en vandret streg ud for $+56$ og aflæse farverne. Ved dag 100 vil der således være ca $200 W/m^2$ som indikeret med den orange farve. Tilsvarende er der blot ca $25W/m^2$ ved dag 275. Hvilken årstid mon det er?

BOX 1: bestemmelse af forhistorisk temperatur ud fra iskerner (delta ^{18}O -metoden)

Grundstoffet oxygen har to vigtige isotoper ^{16}O og ^{18}O , som har forskellig masse. Disse benyttes til indirekte at bestemme temperaturen i forhistorisk tid. Årsagen er den, at vand som indeholder ^{18}O har sværere ved at fordampe fra havet i forhold til vand, der indeholder den lettere isotop ^{16}O . I en kold periode vil den sne som falder på gletschere indeholde en mindre andel af ^{18}O i forhold til en varmeperiode (se figur 2). Hvis man således undersøger gletscherisens indhold af hhv. ^{16}O og ^{18}O til forskellige tider, kan man opbygge en indikator for temperaturen tilbage i tiden som vist på figur 3.

Når man skal se på ændringer over tid benytter man det såkaldte delta O-18. For at beregne dette skal man først bestemme indholdet af tunge isotoper i forhold til lette isotoper i prøven. Dette gøres ved at bruge et massespektrometer som kan sortere prøvens indhold i lette og tunge isotoper af O. Når dette er gjort kan man sammenligne dette forhold med en standardprøve som er taget fra havvand. Teknisk set beregnes den relative afvigelse af prøven i forhold til standardprøven med hensyn til forholdet mellem tunge og lette isotoper. Får man et negativt tal betyder det at indholdet af tunge isotoper i prøven er mindre hvilket indikerer et koldere klima på dette tidspunkt.

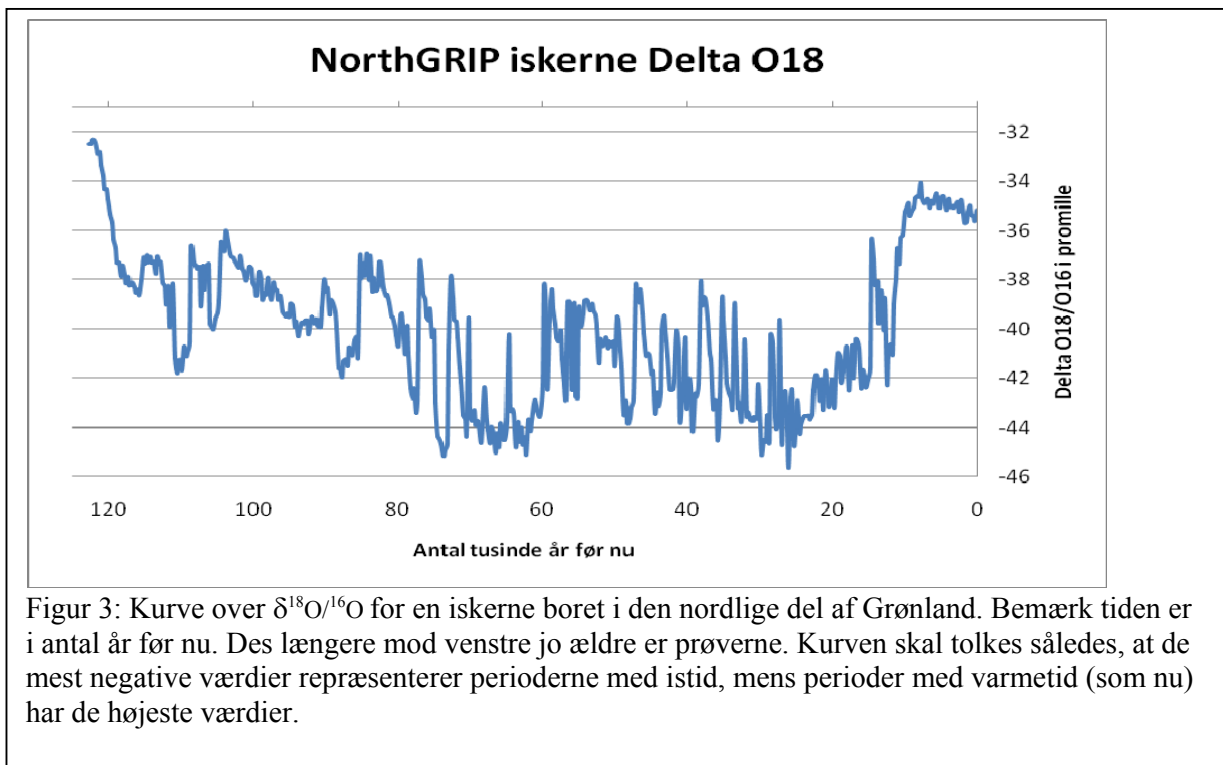


Figur 2: Sammenhæng mellem temperatur og koncentration af ^{16}O i forhold til ^{18}O . Bemærk at havet indeholder relativt mere ^{18}O i en kold periode med voksende gletschere, mens sneen som falder på gletscheren indeholder mindst ^{18}O i en kold periode. Figuren er hentet fra:

http://www.globalchange.umich.edu/gctext/Inquiries/Inquiries_by_Unit/Unit_8a.htm

Uddybende opgaver vedr. isotoper og bestemmelse af forhistorisk temperatur ud fra iskerner (box 1):

15. Grundstoffet oxygen har to vigtige isotoper ^{16}O og ^{18}O – men hvad er forskellen (prøv eventuelt at skitsere de to isotopers atomkerner)?
16. Brug eksempelvis ”Databogen” til at undersøge den naturlige forekomst (i %) af henholdsvis ^{16}O og ^{18}O .
17. Er isotopen ^{18}O radioaktiv?
18. Ud fra disse tal skal du beregne forholdet $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$. Hvor mange gange flere ^{16}O -atomer findes der i forhold til ^{18}O ? Kommenter dette tal med hensyn til hvor nøjagtig måleudstyr man skal have for at kunne benytte delta ^{18}O -metoden?



Figur 3: Kurve over $\delta^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ for en iskerne boret i den nordlige del af Grønland. Bemærk tiden er i antal år før nu. Des længere mod venstre jo ældre er prøverne. Kurven skal tolkes således, at de mest negative værdier repræsenterer perioderne med istid, mens perioder med varmetid (som nu) har de højeste værdier.

Til læreren

Forslag til øvelser:

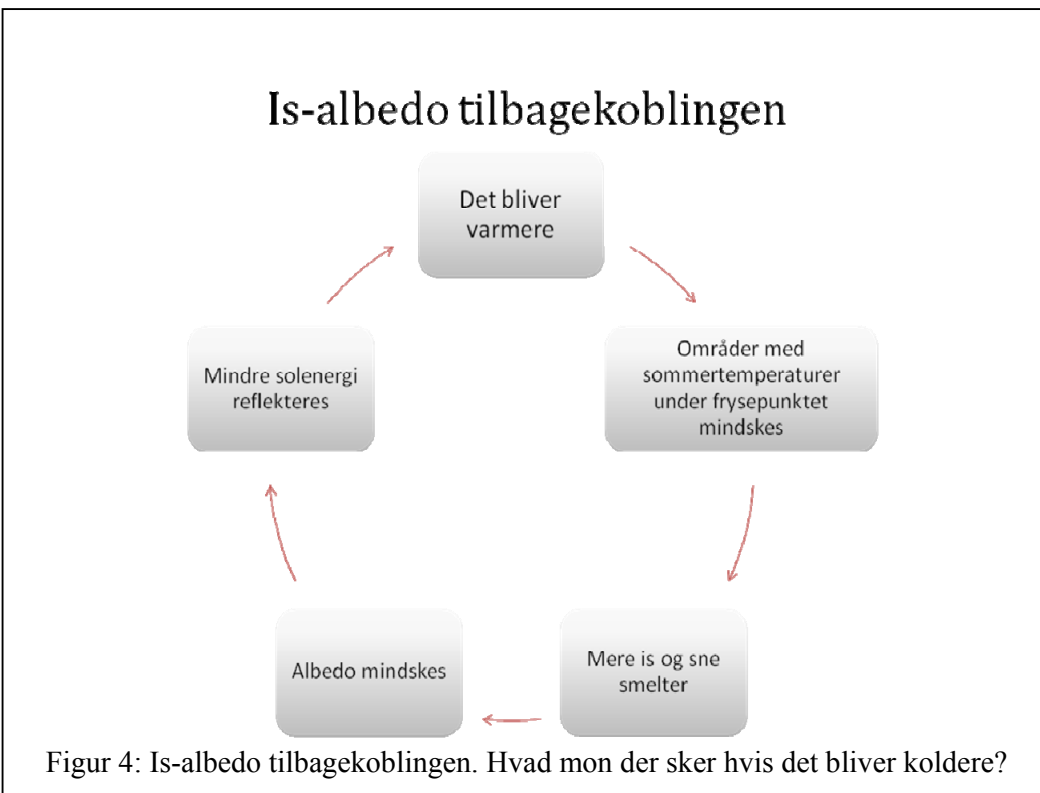
Plot iskernedata fra Grønland eller Antarktis i excel.
(se eks. <http://fc.silkeborg-gym.dk/~pj/iskerner/>)

Forslag til eksperimenter:

Undersøgelse af hvordan lysintensiteten fra en lyskilde afhænger af afstanden til lyskilden. Forklar hvilken betydning resultatet har for forståelsen af ændringerne i Jordens klima på lang tidsskala (Milankovitch-cyklerne).

Undersøg albedo for jord, is og vegetation. Her kan man eks. bruge en lysmåler, men det kan også gøres simpelt med et digitalkamera. Forklar hvilken betydning resultatet har for forståelsen af ændringerne i Jordens klima på lang tidsskala (Milankovitch-cyklerne).

Her er det væsentligt at diskutere *is-albedo tilbagekoblingen* (se figur 4)



- Undervisningsmateriale til udvalgte artikler fra tidsskriftet Aktuel Naturvidenskab •
 - Se mere på www.aktuelnaturvidenskab.dk •
-

Relateret materiale

”Milankovitch-teorien - istidernes astronomiske forklaring” af geolog Klaus Petersen, Geologisk Nyt nr. 2. 2003

[”Nyt om iskerneboringerne i Antarktis”](#) af Jørgen Peder Steffensen, Aktuel Naturvidenskab nr, 2, 2003

”Iskerner fra Grønland”, Fysik i perspektiv nr. 3, 1997
Hefte kan også findes på <http://fipnet.fys.dk/> sammen med tilhørende opgaver.

Hjemmesider:

Webside om iskerneboringerne på Grønland. www.iskerner.dk (herfra kan man bla. downloade data fra iskernerne)

Java appletter og levende illustrationer:

Webside med levende illustrationer af Keplers love: (*søgeord: kepler java applet*)
<http://www.kb.dk/udstillinger/astroweb/verdensbilleder/keplerlaws.html>

Interaktiv java applet som illustrerer Keplers 2 lov: (*søgeord: kepler law java applet*)
<http://csep10.phys.utk.edu/guidry/java/kepler/kepler.html>