

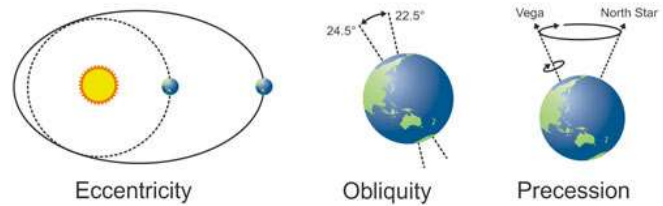
# Zonnestrallen die het klimaat bepalen?

## Lees: schommelingen

De Serviër Milutin Milanković ontdekte een eeuw geleden dat de hoeveelheid inkomende zonnestrallen die de aarde bereiken behoorlijk schommelt. Hoe zit dat precies?

- De aarde draait in een jaar tijd een ellipsvormige baan rondom de zon. Door de aantrekkingskracht van andere planeten varieert deze baan van de aarde. Hierdoor is de afstand tussen zon en aarde op bijvoorbeeld 1 juli elk jaar een beetje anders, met een terugkerend patroon van ongeveer 100.000 jaar. Dit noemen we **excentriciteit**.
- De noord-zuid-as van de aarde staat niet loodrecht op de ellipsbaan maar onder een hellingshoek die varieert tussen de 22,5 en 24,5 graden. Hierdoor staat het noordelijk halfrond van 20 maart tot 22 september meer op de zon gericht en kennen wij seizoenen. Deze hellingshoek varieert in een terugkerend patroon van ongeveer 41.000 jaar. De variatie in de hellingshoek noemen we **obliquiteit**.
- Onder de hellingshoek draait de aarde in een dag om zijn eigen as. Maar net zoals een tol die niet helemaal rechtop staat en daardoor wankelt, varieert de stand van de hellinghoek ten opzichte van de zon, met een periode van ongeveer 26.000 jaar. Dit noemen we **precessie**.

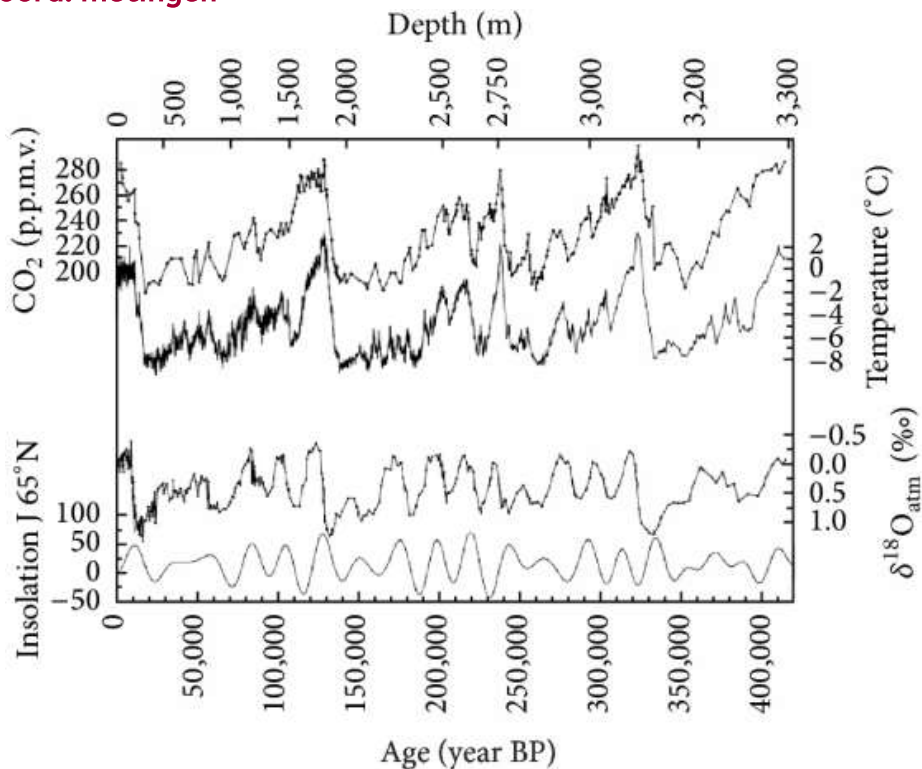
## Milankovitch Cycles



## Bekijk en beantwoord: metingen

Hiernaast staan resultaten van metingen aan een ijsboorkern in Vostok in Antarctica van 3,3 kilometer diep(!). Hiermee is tot 400.000 jaar terug in het verleden te kijken. Van boven naar beneden: CO<sub>2</sub>-concentratie in ppm, luchttemperatuur in °C, en isotopentelling O-18.

O-18 is een isotoop van zuurstof omdat het 2 neutronen extra bevat en daarmee zwaarder is. Een watermolecuul met dit isotoop verdampt vanwege de extra massa pas als het echt warm is.



Onderin de figuur staan resultaten van berekeningen aan bovengenoemde Milanković-cycli; inkomende zonnestraling op de poolcirkel in J/sec/m<sup>2</sup> gedurende de afgelopen 400.000 jaar.

Uit: Petit et al. 1999

- Vergelijk het patroon in de gevonden CO<sub>2</sub>-concentraties met het patroon in de temperatuur in Vostok, wat valt op? Noem hiervoor een verklaring.
- Vergelijk het patroon in de temperatuur in Vostok met het patroon in de zonnestraling (insolation), wat valt op? Noem hiervoor een verklaring.
- Vergelijk het patroon in de zonnestraling (insolation) met het patroon in de isotopentelling, wat valt op? Geef hiervoor een verklaring.

