

## Wereldbevolking

Op dit moment leven er op aarde ruim 7 miljard mensen. De groei van de wereldbevolking wordt regelmatig onderzocht.

In 1650 waren er ongeveer 500 miljoen mensen op aarde en in 1850 ongeveer 1,3 miljard. In de periode 1850-2000 steeg de wereldbevolking tot 6,4 miljard.

We nemen aan dat de wereldbevolking tussen 1650 en 1850 lineair gegroeid is. Als we veronderstellen dat deze lineaire groei zich voort had gezet tot het jaar 2000, dan zouden we voor dat jaar slechts op een klein percentage van het werkelijke aantal van 6,4 miljard mensen uitkomen.

- 3p 17 Bereken dit percentage.

De tabel geeft een overzicht van de wereldbevolking in miljoenen mensen.

### tabel

jaar	1650	1750	1804	1850	1900	1950	2000	2015
bevolking in miljoenen	500	795	1000	1265	1656	2516	6400	7300

Uit de gegevens van de tabel blijkt dat de wereldbevolking in de periode 1650-1850 niet lineair toegenomen is.

- 3p 18 Bereken de gemiddelde verandering per jaar in de perioden 1650-1750, 1750-1804 en 1804-1850 en toon hiermee aan, dat er geen sprake is van een lineaire groei.
- 3p 19 Onderzoek met behulp van de gegevens in de tabel, of de wereldbevolking gedurende de gehele periode 1850-2000 exponentieel gegroeid kan zijn.

Men veronderstelt dat in de toekomst de groei van de wereldbevolking zal afnemen. Iemand heeft een recursief model opgesteld voor de ontwikkeling van de wereldbevolking:

$$N(t+1) = 1,02 \cdot N(t) - 0,0015(N(t))^2 \text{ met } N(0) = 7,3$$

Hierin is  $t$  de tijd in jaren, waarbij  $t = 0$  overeenkomt met 31 december in het jaar 2015, en  $N$  de wereldbevolking in miljarden.

- 4p 20 Onderzoek in welk jaar de wereldbevolking volgens dit model voor het eerst meer dan 7,6 miljard zal zijn.

De ontwikkeling van de wereldbevolking kan ook met een directe formule worden gegeven. Een formule die in de buurt komt van het model dat beschreven is door het recursieve model, is:

$$D(t) = \frac{13,33}{1 + 0,826 \cdot 0,98^t}$$

Hierin is  $t$  de tijd in jaren, waarbij  $t = 0$  overeenkomt met het jaar 2015, en  $D$  de wereldbevolking in miljarden. Volgens dit model nadert de wereldbevolking op den duur een grenswaarde.

- 3p 21 Beredeneer aan de hand van de formule, hoe groot deze grenswaarde is.