

## De formule van Riegel en kilometertijden

---

De marathonloper Pete Riegel ontwikkelde een eenvoudige formule om te voorspellen welke tijd een hardloper nodig zou hebben om een bepaalde afstand af te leggen, op basis van zijn tijden op eerder gelopen afstanden. Die formule luidt als volgt:

$$T_2 = T_1 \cdot \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^{1,07}$$

$T_1$  is de tijd, uitgedrukt in seconden, die gelopen is op de afstand  $d_1$  en  $T_2$  is de voorspelde tijd in seconden op de afstand  $d_2$ . De formule is geldig voor afstanden vanaf 1500 meter tot en met 42 195 meter, de marathon. De formule is onafhankelijk van de gebruikte eenheden, dus  $d_1$  en  $d_2$  mogen bijvoorbeeld allebei in km worden ingevuld of allebei in m.

Harald loopt de 1500 meter in 4 minuten en 52 seconden.

- 3p 1 Bereken in minuten en seconden Haralds te verwachten tijd op de 10 000 meter.

Het ligt voor de hand dat de gemiddelde snelheid lager wordt als de te lopen afstand groter wordt. Olaf loopt de 3000 meter in 8 minuten en 29 seconden. Dat is 509 seconden.

- 5p 2 Bereken met behulp van het bovenstaande en de formule van Riegel met hoeveel procent de gemiddelde snelheid van Olaf afneemt als de te lopen afstand verdubbelt.

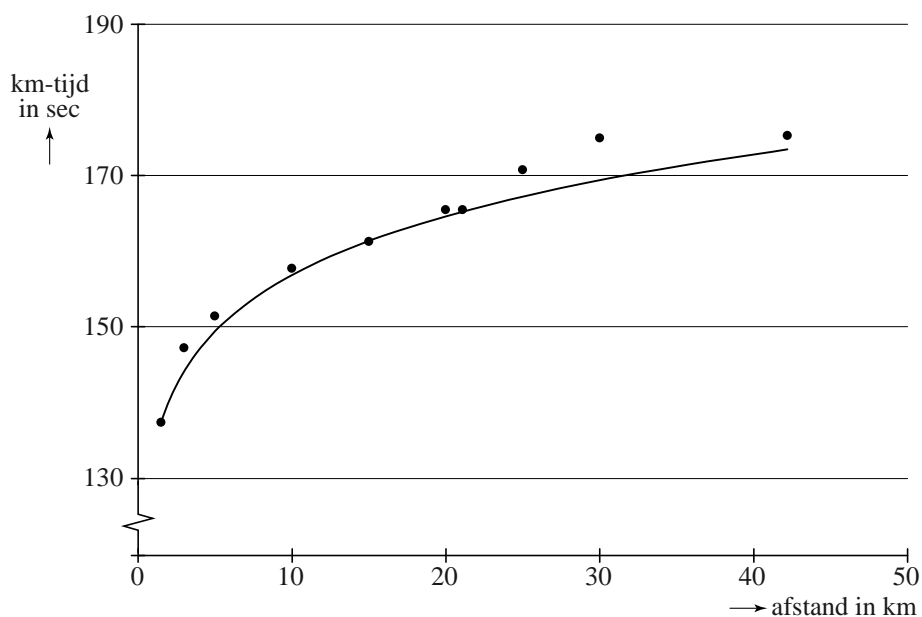
Een andere maat voor de snelheid is de **kilometertijd**  $K$ , het aantal seconden dat een loper gemiddeld per kilometer nodig heeft. In formulevorm:

$$K = \frac{T}{d}$$

Hierbij is  $T$  de totale tijd in seconden en  $d$  de afstand in kilometers.

In de figuur hieronder zijn de kilometertijden weergegeven van de wereldrecords hardlopen zoals ze waren in november 2013.

**figuur**



De formule van de hier getekende grafiek die zo goed mogelijk bij de verschillende punten past, is van de vorm  $K = a \cdot d^{0,07}$ . Hierbij is  $K$  de kilometertijd in seconden en  $d$  de afstand in kilometers.

Het wereldrecord op de 1,5 km (1500 meter) is precies 3 minuten en 26 seconden<sup>1)</sup>. Het bijbehorende punt ligt op de grafiek. Op basis hiervan kan berekend worden dat  $a$  ongeveer 133 is.

4p **3** Bereken de waarde van  $a$  in twee decimalen nauwkeurig.

4p **4** De kilometertijd van het wereldrecord op de 30 km ligt boven de kromme. Bereken hoeveel procent de kilometertijd op deze afstand hoger is dan de formule voorspelt.

noot 1 Dit record geldt sinds 1998. In deze opgave gaan we ervan uit dat dit record nog steeds geldt.