

Windsnelheid en hoogte

Op een bepaalde dag is in Vlaardingen op verschillende hoogtes de windsnelheid gemeten. Uit de meetresultaten blijkt dat er bij benadering een lineair verband bestaat tussen de windsnelheid W in m/s en de hoogte h in meter voor hoogten tussen 10 en 80 meter (zie tabel 1). De formule $W = a \cdot h + b$ geeft dit lineaire verband.

tabel 1

h	10	20	30	40	50	60	70	80
W	1,2	1,6	2,1	2,5	3,0	3,4	3,9	4,3

- 4p **5** Bereken a en b met behulp van de gegevens in tabel 1. Rond a af op drie decimalen en b op twee decimalen.

Onderzoek door weerkundigen naar windsnelheden op verschillende hoogtes en onder verschillende omstandigheden heeft opgeleverd dat het verband tussen windsnelheid en hoogte in het algemeen niet lineair is. Een betere formule is:

$$W = 5,76 \cdot m \cdot \log\left(\frac{h}{r}\right)$$

Hierin is:

- W de windsnelheid (in m/s);
- h de hoogte in meter waarop de windsnelheid wordt gemeten;
- m een constante die afhangt van de wrijving tussen de luchtlagen;
- r een constante die afhangt van de ruwheid van het terrein (hoge bomen beïnvloeden de windsnelheid anders dan grasland)

De formule is geldig tot hoogtes van ongeveer 100 meter.

In de praktijk wordt de windsnelheid op een hoogte van 10 meter gemeten. De waarde van r op de meetplek is bekend zodat het getal m met behulp van de formule berekend kan worden. Vervolgens kan met de gegeven formule de windsnelheid op andere hoogtes berekend worden.

Boven open bouwland met $r = 0,12$ wordt de windsnelheid gemeten. Op 10 meter hoogte is deze windsnelheid 6,0 m/s.

- 5p **6** Bereken in deze situatie de windsnelheid op een hoogte van 60 meter.

Boven een bepaald terrein en met $m = 0,45$ geldt het volgende: de windsnelheid is op 60 meter hoogte 1,3 keer zo groot als op 20 meter hoogte.

- 4p **7** Bereken de waarde van r van dit terrein.

Op grotere hoogte geldt het volgende: bij toenemende hoogte neemt de windsnelheid vrijwel niet toe. Met behulp van de helling van de grafiek van W is deze eigenschap te controleren. Neem in de volgende vraag $r = 1$ en $m = 1$.

- 5p **8** Toon met behulp van differentiëren aan dat op hoogtes groter dan 90 m de helling van de grafiek van W kleiner is dan 0,028.

In de gegeven formule is de logaritme met grondtal 10 gebruikt. Soms wordt ook wel de natuurlijke logaritme \ln gebruikt.

De formule $W = 5,76 \cdot m \cdot \log\left(\frac{h}{r}\right)$ kan omgewerkt worden naar een formule van de vorm

$$W = a \cdot m \cdot \ln\left(\frac{h}{r}\right).$$

- 4p **9** Bereken de waarde van a in deze formule.