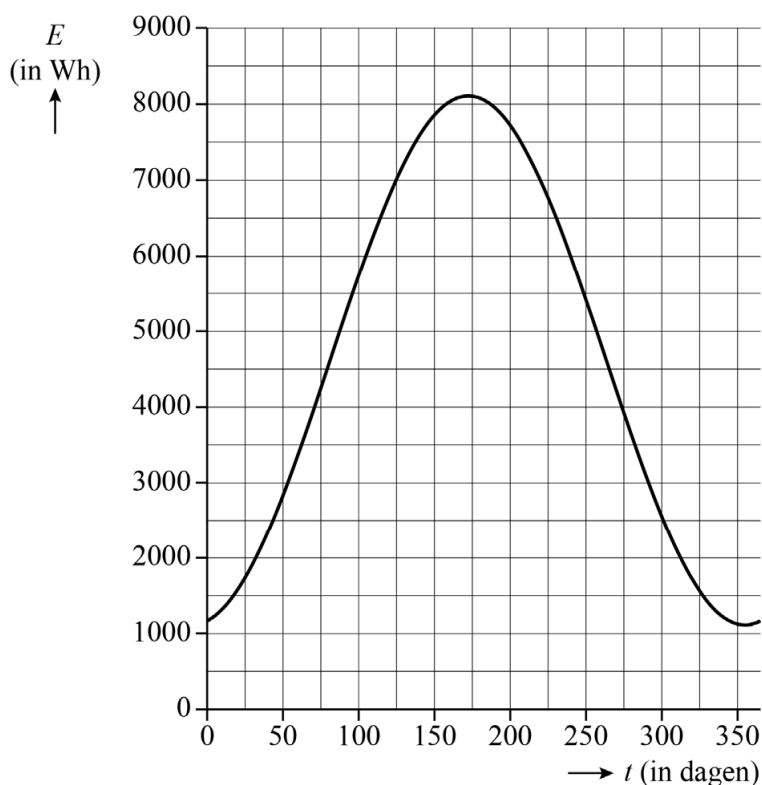


Zonnepanelen

De hoeveelheid energie die een zonnepaneel ontvangt, is afhankelijk van de dag in het jaar en de hellingshoek van het paneel.

Gedurende een jaar is door een weerstation elke dag de hoeveelheid ontvangen energie E (in Wh) gemeten. Bij deze metingen is een zo passend mogelijk model opgesteld. In figuur 1 is de bijbehorende grafiek getekend. Hierbij is E uitgezet tegen de tijd t in dagen met $t = 0$ op 1 januari.

figuur 1



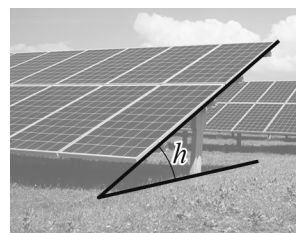
De formule die bij het model hoort heeft een periode van 365 dagen en ziet er als volgt uit:

$$E = p \cdot \sin(q \cdot (t - r)) + s \quad (\text{formule 1})$$

- 5p 11 Bepaal mogelijke waarden van p , q , r en s . Geef de waarde van q in vier decimalen en de waarden van p , r en s als geheel getal.

Zonnepanelen worden ten opzichte van de grond onder een bepaalde hellingshoek h geplaatst. Zie de foto.

foto

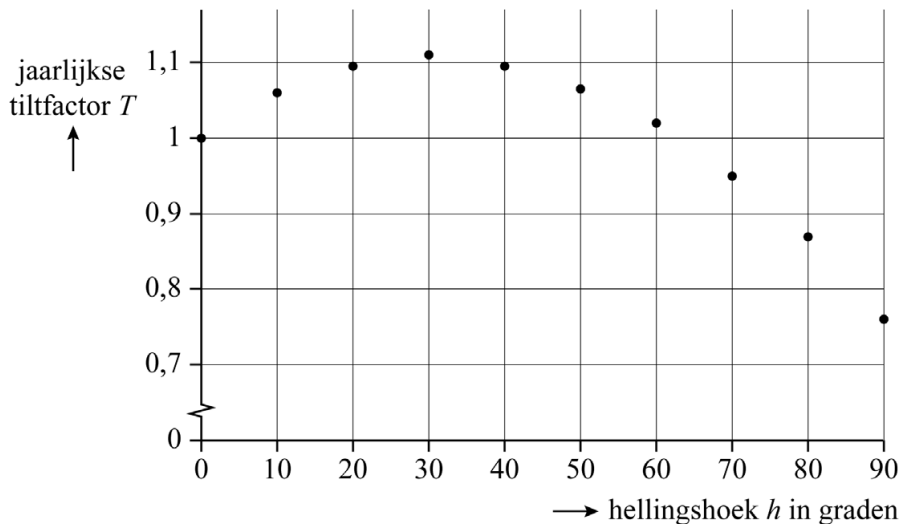


Om een verband te vinden tussen deze hellingshoek h en de hoeveelheid ontvangen energie, heeft een onderzoeker tien dezelfde zonnepanelen naast elkaar geplaatst, elk onder een verschillende hoek h .

Vervolgens heeft hij gemeten hoeveel energie elk zonnepaneel een jaar lang ontvangen heeft. Deze hoeveelheid per zonnepaneel heeft hij vergeleken met de hoeveelheid bij het zonnepaneel met $h = 0$.

De resultaten van zijn onderzoek zijn weergegeven in figuur 2.

figuur 2



In figuur 2 is af te lezen dat bij een hellingshoek van 30 graden de zogenaamde 'tiltfactor' 1,11 is. Dit betekent dat het zonnepaneel met $h = 30$ in een jaar tijd 11 procent meer energie heeft ontvangen dan het zonnepaneel met $h = 0$.

Het zonnepaneel met $h = 90$ heeft de minste energie ontvangen.

- 3p **12** Bereken met behulp van figuur 2 hoeveel procent minder energie dit zonnepaneel heeft ontvangen ten opzichte van de optimale situatie met $h = 30$. Geef je eindantwoord in één decimaal.

Het verband tussen de tiltfactor T en de hellingshoek h in graden kan voor hellingshoeken tussen 0 en 50 graden benaderd worden door een formule van de vorm:

$$T = a \cdot h^2 + b \cdot h + 1 \quad (\text{formule 2})$$

Hierin zijn a en b constanten.

We nemen aan dat de grafiek die bij formule 2 hoort de top (30; 1,11) heeft. Op basis van alleen deze top liggen de waarden van a en b in formule 2 vast. (Verder lezen we dus geen punten af.)

- 5p **13** Bereken op algebraïsche wijze deze waarden van a en b . Geef je eindantwoorden in vier decimalen.