

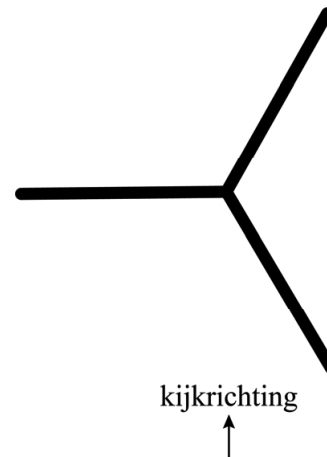
## Beweging

In Utrecht staat het kunstwerk *Beweging* van de kunstenaar Lolke van der Bij. Het is opgebouwd uit drie even grote golvende stalen balken die onder gelijke hoeken tegen elkaar staan. Zie de foto.

**foto**



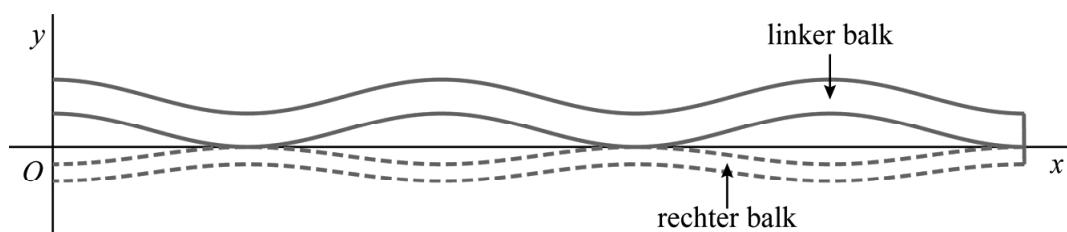
**bovenaanzicht**



Zoals je in het bovenaanzicht kunt zien, kijk je bij de foto recht naar de linker balk. Je ziet slechts twee balken, want de derde balk bevindt zich precies achter de rechter balk op de foto. Op de foto is de breedte van de rechter balk precies de helft van die van de linker balk.

In de figuur is in een assenstelsel een verkleind model van de situatie op de foto weergegeven. De randen van de linker en rechter balk zijn sinusoiden.

**figuur**



Door het midden van het kunstwerk loopt een denkbeeldige verticale lijn waarop de balken elkaar raken. Deze lijn is de  $x$ -as in het model. In het verkleinde model zijn de  $x$ - en  $y$ -waarden de afmetingen in mm. Een formule voor de bovenste sinusoiden in de figuur is:

$$y = 5,70 + 1,90 \sin\left(\frac{\pi}{22}(x - 33)\right)$$

Zoals eerder vermeld, is op de foto de breedte van de rechter balk precies de helft van die van de linker balk. De formule van de onderste sinusoïde in de figuur heeft de vorm  $y = a + b \sin(c(x - d))$ .

- 4p 10 Bereken mogelijke waarden voor  $a$ ,  $b$ ,  $c$  en  $d$  in deze formule. Geef  $a$ ,  $b$  en  $c$  in twee decimalen en  $d$  in gehelen.

De formule  $y = 5,70 + 1,90 \sin\left(\frac{\pi}{22}(x - 33)\right)$  hoort bij de bovenste

sinusoïde in de figuur, dus bij de buitenrand van de linker balk op de foto. De sinusoïde daaronder in de figuur hoort bij de binnenrand van de linker balk op de foto.

In werkelijkheid zijn de afmetingen van het kunstwerk 80 keer zo groot als die van het model.

- 5p 11 Stel een formule op voor de werkelijke afstand **in cm** tussen de binnenrand van de linker balk en de denkbeeldige verticale lijn door het midden van het kunstwerk uitgedrukt in  $x$ , de hoogte vanaf de grond **in cm**.

Op zonnige dagen werpt het kunstwerk een schaduw op het grasveld. De lengte van deze schaduw is afhankelijk van de hoogte van de zon op dat moment.

De maximale hoogte waarop de zon op een bepaalde dag in 2021 staat, wordt bij benadering gegeven door de formule:

$$H = 38,0 + 23,5 \sin(0,0172(t - 80))$$

Hierin is  $H$  de hoogte van de zon boven de horizon in graden en  $t$  de betreffende dag in het jaar met  $t = 0$  op 1 januari 2021.

Als de maximale hoogte van de zon op een dag 45 graden is, wordt de schaduw van het kunstwerk op dat moment even lang als het kunstwerk zelf. Dit gebeurt op twee dagen in 2021, op 8 april voor het eerst.

- 3p 12 Bereken op welke andere dag in 2021 dit voor de tweede keer gebeurt. Je kunt hierbij de tabel gebruiken.

**tabel**

datum	1 jan	1 feb	1 mrt	1 apr	1 mei	1 jun
$t$	0	31	59	90	120	151

datum	1 jul	1 aug	1 sep	1 okt	1 nov	1 dec
$t$	181	212	243	273	304	334