

## Dijkverhoging

Nederland heeft regelmatig te kampen met hoge waterstanden in de rivieren waarbij soms overstromingen optreden zoals in 1994 en 1995. Rijkswaterstaat heeft na deze overstromingen onderzocht of er langs de grote rivieren in Zuid-Holland een dijkverhoging nodig was.

Bij de bepaling van een veilige dijkhoogte spelen kansen een grote rol. Rijkswaterstaat stelt als veiligheidsnorm voor rivierdijken een dijkhoogte waarbij hoogstens 1 keer per 4000 jaar een overstroming wordt verwacht.

Neem bij de beantwoording van de volgende drie vragen aan dat de rivierdijken in Nederland precies aan de hierboven gestelde norm voldoen, dus een hoogte hebben waarbij de kans op een overstroming in een jaar gelijk is aan  $\frac{1}{4000}$ .

Het is erg onwaarschijnlijk dat in twee opeenvolgende jaren overstromingen optreden. Toch gebeurde dat in 1994 en 1995.

3p **18** Bereken de kans dat in twee opeenvolgende jaren overstromingen optreden.

De kans dat er in een periode van 100 jaar géén overstroming optreedt, is redelijk groot.

3p **19** Bereken deze kans. Geef je antwoord in 3 decimalen nauwkeurig.

3p **20** Bereken de kans dat in een periode van 100 jaar er precies twee jaren zijn met overstromingen. Geef je antwoord in 4 decimalen nauwkeurig.

De dijkhoogtes laat men niet alleen afhangen van de kans op een overstroming maar ook van de benodigde investeringskosten. Hoe hoger de dijk, hoe kleiner de kans op een overstroming maar hoe hoger de kosten. Vanwege de hoge kosten is men gedwongen om een bepaald risico te accepteren.

Voor de waterstanden in de grote rivieren in Zuid-Holland hanteert men de volgende formule:

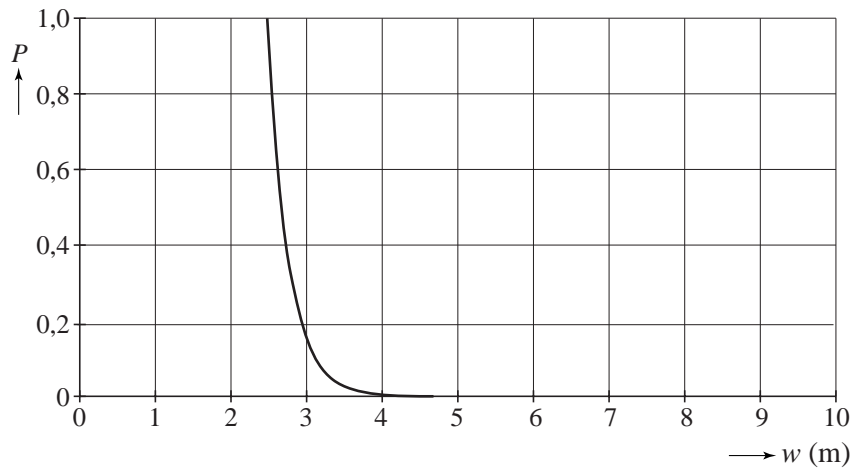
$$P = 10^{3,95-1,58w}$$

Hierin is  $P$  de kans dat in een jaar tijd het water minimaal de hoogte  $w$  bereikt. De hoogte  $w$  wordt uitgedrukt in meter boven NAP. Om aan de norm te voldoen, zal de gewenste dijkhoogte dus minstens gelijk moeten zijn aan de hoogte  $w$ . Het model kan alleen gebruikt worden als  $w \geq 2,5$ .

4p **21** Bereken op algebraïsche wijze hoe hoog de rivierdijken moeten zijn om precies aan de norm, 1 overstroming per 4000 jaar, te voldoen. Rond je antwoord af op hele cm.

In onderstaande figuur is de grafiek van  $P = 10^{3,95-1,58w}$  te zien.

**figuur**



Deze grafiek is zeker bij grote waterhoogtes (bijvoorbeeld vanaf 4 m) niet handig in het gebruik. Om deze reden kijkt men liever de grafiek die het verband weergeeft tussen  $\log P$  en  $w$ . Het verband tussen  $\log P$  en  $w$  is lineair.

- 6p **22** Leid uit bovenstaande formule voor  $P$  de formule af die het lineaire verband beschrijft tussen  $\log P$  en  $w$  **en** teken in de figuur op de uitwerkbijlage de grafiek die dit verband weergeeft voor  $w \geq 2,5$ .

**uitwerkbijlage**

22

