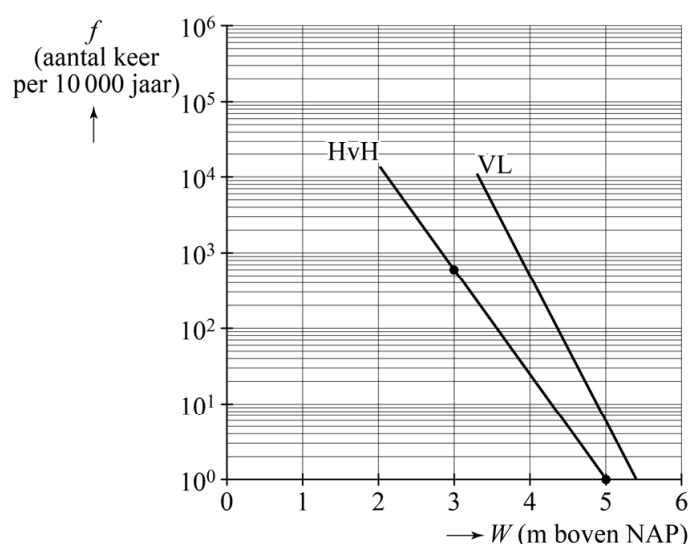


## Extreem hoogwater

Langs de Nederlandse kust wordt dagelijks op verschillende plaatsen en op verschillende momenten de waterstand gemeten. Op het moment dat de waterstand op een bepaalde plaats niet verder meer toeneemt, is er op die plaats sprake van **hoogwater**. De waterstand die op dat moment gemeten wordt, noemen we de **hoogwaterstand**. Extreme hoogwaterstanden zijn een gevolg van bijvoorbeeld een zware storm. Men heeft gedurende een lange periode de hoogwaterstanden geregistreerd en daarbij onder andere gekeken naar het aantal keer dat de hoogwaterstand hoger is dan een bepaalde waterhoogte  $W$  (in meter boven NAP<sup>1</sup>). Dit wordt de **overschrijdingsfrequentie**  $f$  genoemd; deze frequentie wordt uitgedrukt in aantal keer per 10 000 jaar. Er blijkt een exponentieel verband te bestaan tussen de overschrijdingsfrequentie  $f$  en de waterhoogte  $W$ .

figuur



In de figuur is voor de plaatsen Hoek van Holland (HvH) en Vlissingen (VL) de zogenaamde **overschrijdingsfrequentielijn** getekend. De overschrijdingsfrequentie  $f$  is uitgezet tegen de waterhoogte  $W$ . De verticale as heeft een logaritmische schaalverdeling. De figuur staat vergroot op de uitwerkbijlage.

Je kunt in de figuur aflezen dat in Hoek van Holland de hoogwaterstand gemiddeld 600 keer per 10 000 jaar hoger is dan 3 meter boven NAP en gemiddeld 1 keer per 10 000 jaar hoger is dan 5 meter boven NAP.

Met behulp van de overschrijdingsfrequentie kun je schatten hoeveel keer een bepaalde hoogwaterstand in de toekomst zal worden overschreden.

- 2p 6 Geef op deze wijze een schatting van het aantal keer per 100 jaar dat de hoogwaterstand in Vlissingen hoger zal zijn dan 4 meter boven NAP. Licht je antwoord toe.

noot 1 NAP = Normaal Amsterdams Peil

Bij de rechte lijnen in de figuur horen formules van de vorm  $f = b \cdot g^W$ .  
De grafiek van Hoek van Holland gaat door de punten (3, 600) en (5, 1).  
Hieruit volgt voor Hoek van Holland het volgende verband tussen de  
waterhoogte  $W$  en de overschrijdingsfrequentie  $f$ :

$$f = 8,8 \cdot 10^6 \cdot 0,041^W$$

Hierin is de groeifactor in drie decimalen gegeven.

- 3p 7 Bereken met behulp van beide gegeven punten de groeifactor in vier decimalen.

In de figuur kun je zien: hoe hoger de waterhoogte  $W$ , hoe lager de overschrijdingsfrequentie  $f$ . Om de overschrijdingsfrequentie te halveren, moet de waterhoogte dus hoger worden.

- 4p 8 Onderzoek voor Hoek van Holland hoeveel hoger de waterhoogte moet worden om de overschrijdingsfrequentie te halveren. Geef je antwoord in meter en in één decimaal.

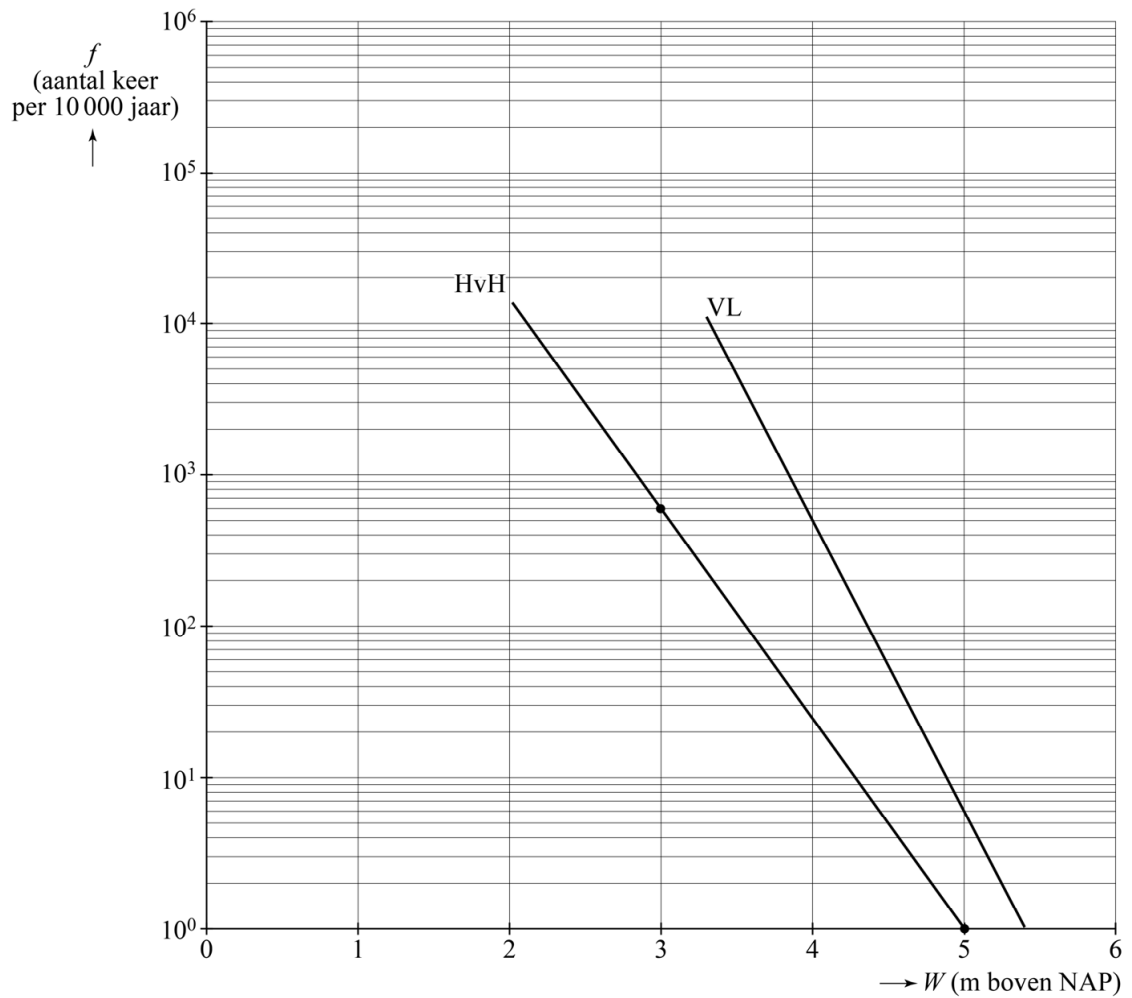
In de figuur is de overschrijdingsfrequentie van Vlissingen bij elke waterhoogte groter dan die van Hoek van Holland.

Er is een waterhoogte waarbij de overschrijdingsfrequentie in Vlissingen 10 keer zo groot is als die in Hoek van Holland.

- 3p 9 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage bij welke waterhoogte dit het geval is. Licht je werkwijze toe en geef je antwoord in meter en in één decimaal.

## uitwerkbijlage

6, 8, 9



VL = Vlissingen  
HvH = Hoek van Holland