

## Contact

Dit document is samengesteld door onderwijsbureau Bijles en Training. Wij zijn DE expert op het gebied van bijlessen en trainingen in de exacte vakken, van VMBO tot universiteit. Zowel voor individuele lessen op maat als voor doelgerichte groepstrainingen die je voorbereiden op een toets of tentamen. Voor meer informatie kun je altijd contact met ons opnemen via onze website: <http://www.wiskundebijlessen.nl> of via e-mail: [marc\\_bremer@hotmail.com](mailto:marc_bremer@hotmail.com).

## Disclaimer

Alle informatie in dit document is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Toch is het niet uit te sluiten dat informatie niet juist, onvolledig en/of niet up-to-date is. Wij zijn hiervoor niet aansprakelijk. Op geen enkele wijze kunnen rechten worden ontleend aan de in dit document aangeboden informatie.

## Auteursrecht

Op dit document berust auteursrecht. Het is niet toegestaan om dit document zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur te kopiëren en/of te verspreiden in welke vorm dan ook.

Bij kansrekenproblemen zijn er in principe 2 verschillende manieren om iets te berekenen. De 'theoretische' en de 'empirische'. Bij de theoretische voor je in je hoofd een berekening uit, bij de empirische ga je kijken wat er in het echt gebeurt.

Eenvoudig voorbeeld: Welke waarde gooi je gemiddeld met een dobbelsteen ?

Theoretisch. Een dobbelsteen heeft 6 zijden. Dus de kans dat ik bijvoorbeeld een 1 gooi is  $1/6$ . De verwachtingswaarde van het aantal ogen wordt dan  $E(x) = 1/6 \cdot 1 + 1/6 \cdot 2 + 1/6 \cdot 3 + 1/6 \cdot 4 + 1/6 \cdot 5 + 1/6 \cdot 6 = 3,5$ .

Empirisch. We gooien 100 keer met een dobbelsteen. De uitkomsten hiervan zijn: 1, 1, 3, 6, 3, 1, 1, 2, 5, 2, 2, 2, 4, 6, 4, 3, 6, 6, 6, 1, 3, 5, 6, 1, 3, 4, 2, 1, 4, 4, 1, 1, 2, 5, 1, 5, 6, 4, 6, 5, 3, 2, 6, 5, 4, 6, 2, 5, 5, 1, 6, 5, 3, 1, 4, 6, 3, 5, 3, 1, 5, 5, 3, 4, 3, 2, 3, 6, 5, 4, 1, 5, 4, 4, 6, 6, 2, 5, 4, 2, 5, 3, 4, 2, 1, 2, 1, 2, 6, 6, 4, 3, 1, 2,

1, 6, 6, 6, 4, 6. We berekenen het gemiddelde van deze getallen en dat is 3,37.

Dit resultaat is behoorlijk goed ! Bij deze empirische methode kunnen we lui zijn; we werpen niet zelf 100 keer met een dobbelsteen, maar laten de uitkomsten door een computer genereren. Dit noemen we simulatie.

Nog een eenvoudig voorbeeld: Hoe groot is de kans dat een Nederlander langer is dan 187 cm, als we weten dat de lengte van mensen in Nederland normaal verdeeld is met  $\mu = 182,5$  en  $\sigma = 6,15$ .

Theoretisch.  $z = \frac{187-182,5}{6,15} = 0,73$ . Uit de tabel volgt dan  $p = 0,2327$ .

Empirisch. We vragen aan 100 willekeurige mannelijke Nederlanders of we hun lengte mogen opmeten. De resultaten hiervan zijn: 178.3, 175.6, 176.4, 176.0, 174.2, 179.0, 183.0, 186.9, 180.2, 187.8, 177.6, 182.5, 187.4, 186.1, 178.6, 182.6, 170.8, 177.3, 182.6, 185.6, 183.0, 188.1, 167.1, 184.3, 184.7, 179.5, 173.0, 186.7, 172.7, 180.1, 197.5, 187.7, 188.4, 182.0, 187.8, 192.8, 186.5, 177.2, 188.3, 169.7, 189.0, 181.5, 173.6, 183.0, 182.6, 184.9, 187.9, 185.3, 175.8, 178.1, 178.9, 180.7, 180.8, 184.0, 178.1, 184.8, 189.4, 180.0, 184.9, 192.8, 181.3, 186.1, 182.3, 179.9, 180.6, 189.5, 175.7, 179.2, 173.7, 194.0, 174.5, 173.1, 178.9, 188.5, 181.0, 182.9, 181.8, 190.7, 178.4, 196.7, 177.9, 185.0, 189.4, 180.7, 178.3, 179.0, 174.0, 182.2, 187.9, 187.0, 190.5, 190.0, 181.3, 180.3, 190.7, 178.7, 186.3, 174.7, 183.1, 184.3. We kijken hoeveel procent van deze getallen groter is dan 187, en dat blijkt 23 procent te zijn.

Dit resultaat is behoorlijk goed ! Bij deze empirische methode kunnen we lui zijn; we vragen niet zelf aan 100 mensen hoe lang ze zijn, maar laten de uitkomsten door een computer genereren. Dit noemen we simulatie.

Het belangrijkste probleem bij het laten genereren van worpen en lengtes is dat ze voldoen aan kansverdelingen. Hoe krijg je een computer zo gek om met evenveel kans een 1 als een 6 te genereren ? Hoe krijg je een computer zo gek om netjes volgens een normale verdeling lengtes te genereren ? Dat is het onderwerp van het hoofdstuk over simuleren.