



# Variabiliteit: een typische component van statistiek

Prof. dr. Herman Callaert

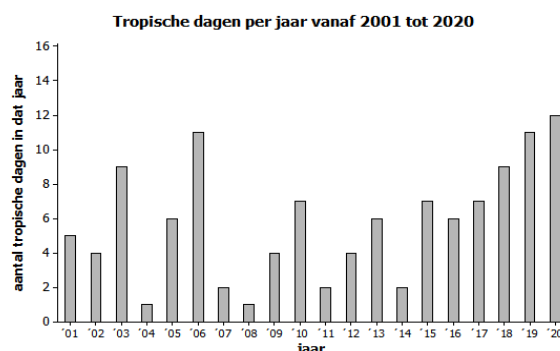
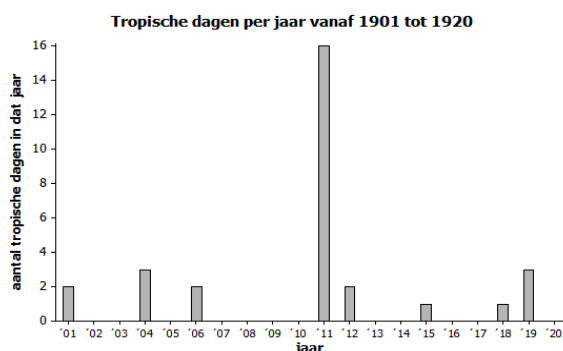
Statistiek is een wetenschap die methoden en technieken aanreikt om met variabiliteit om te gaan.

Variabiliteit kan veel verschillende oorzaken hebben. Hieronder bekijken we, vanuit voorbeelden, een viertal belangrijke bronnen van variabiliteit.

## 1 Natuurlijke variabiliteit

Natuurlijke variabiliteit ontdek je overal.

- Als je “het aantal uitgevallen melktanden” bij leerlingen van een eerste leerjaar wil beschrijven, dan zal “variabiliteit” daar een rol moeten bij spelen. Niet alle leerlingen hebben op het ogenblik van je opmetingen evenveel uitgevallen melktanden. Dat is nu eenmaal zo.
- Vlaamse meisjes van 13 jaar zijn gemiddeld 159 cm groot, maar als je de lengte van zo’n meisjes opmeet, dan zie je heel wat verschillen. Als je iets wil zeggen over de lengte van 13-jarige meisjes in je school, dan zal je moeten rekening houden met de natuurlijke variabiliteit van die lengten. Die meisjes zijn niet allemaal even groot, dat is nu eenmaal zo.
- Op <https://www.milieurapport.be/milieuthemas/klimaatverandering/> vind je heel wat informatie over het klimaat in Vlaanderen. Als je doorklikt op *Temperatuur* en dan op *Hittegolven en temperatuurextremen*, dan kom je te weten hoeveel tropische dagen er jaarlijks voorkwamen vanaf 1892 tot nu. Een *tropische dag* is een dag waarop de maximumtemperatuur 30 °C of meer bedraagt. In het staafdiagram hieronder links zie je de variabiliteit in “het aantal tropische dagen per jaar” voor de eerste 20 jaar van vorige eeuw. In het staafdiagram rechts zie je de variabiliteit in “het aantal tropische dagen per jaar” voor de eerste 20 jaar van deze eeuw. Je kan ook “globaal” de 2 perioden van 20 jaar vergelijken. Je merkt dat in de eerste 20 jaar van de vorige eeuw er 12 jaren waren met zelfs niet één tropische dag. In de eerste 20 jaar van deze eeuw was er zo geen enkel jaar.



Bij “echte” voorbeelden ontmoet je bijna overal variabiliteit. Als je er even over nadenkt dan lijkt het zelfs moeilijk om variabiliteit te vermijden.

## 2 Variabiliteit bij het opmeten

Bij wetenschappen zoals fysica, chemie of biologie heb je het al ervaren: geen enkel meettoestel is “perfect”. Meerdere opmetingen van eenzelfde fysische grootte geven verschillende resultaten. Misschien moet je wel heel veel decimalen optekenen vooraleer je die verschillen ziet, maar verschillen zijn er altijd. In de praktijk is elke meetprocedure onderhevig aan meetfouten.

Bij een goede meetprocedure onderstel je dat meetfouten “louter toevallig” zijn, waarbij

- meetfouten onafhankelijk van elkaar optreden (de fout bij een volgende meting heeft niets te maken met de fout bij een vorige meting)
  - meetfouten op een totaal willekeurige manier zowel te groot als te klein zijn en dus niet systematisch te groot of systematisch te klein
  - meetfouten meestal klein zijn zodat grote meetfouten zelden voorkomen.
- Door een internationaal verdrag werd in 1875 vastgelegd dat een bepaald stuk metaal, vervaardigd uit platina-iridium, de eenheid van massa is, uitgedrukt in kilogram. Die kilogram wordt bewaard in Sèvres (Frankrijk). Het “National Institute of Standards and Technology” in de Verenigde Staten heeft een “duplicaat” van die kilogram van Sèvres en op basis daarvan heeft men getracht een stuk metaal te maken in roestvrij staal met een massa van 10 gram. Dat stuk metaal heeft de naam NB10 gekregen.

In een speciale kamer waar druk en temperatuur zo constant mogelijk worden gehouden, weegt men dat stuk metaal elke week, al jarenlang, volgens dezelfde procedure en met dezelfde ultra precieze weegschaal. De resultaten lijken goed op elkaar en zien (in gram) eruit als 9.999997 of 10.000011 of 10.000002 of 9.999994 of 10.000007 of ... Vanaf de vijfde decimaal beginnen er verschillen op te treden.

Het “National Institute of Standards and Technology” heeft een goede reden om NB10 duizenden keren te wegen. Dat heeft niets te maken met de echte massa van NB10 (want die verandert niet). Het heeft alles te maken met een schatting van de meetfouten die optreden bij de meetprocedure die zij gebruiken.

**De variabiliteit zit in de meetprocedure en niet in wat er gemeten wordt.**

Door duizenden opmetingen van eenzelfde NB10 te maken heeft het “National Institute of Standards and Technology” een (zo goed als) perfect idee over de echte variabiliteit van de meetfouten bij de procedure die zij gebruiken.

In de statistiek leer je hoe je het gedrag van meetfouten kan beschrijven en hoe je daaruit iets te weten kan komen over de “echte waarde” van de grootte die je wil opmeten.

### 3 Variabiliteit van steekproeven

Er zijn zo goed als geen studies waarbij je de volledige populatie kan opmeten. De redenen daarvoor zijn dikwijls heel concreet zoals een gebrek aan tijd, geld, geschoolde medewerkers enz. Daarom verzamel je informatie over een deel van de populatie, namelijk over de elementen die je vindt in een steekproef.

- Informatie over alle kinderen die in 2003 in Vlaanderen geboren zijn heb je niet, maar toch wil je weten wat de proportie meisjes is die in dat jaar geboren zijn. Je beslist om met een steekproef van 100 kinderen te werken. Je gaat naar <https://www.uhasselt.be/lesmateriaal-statistiek>, je klikt op “Databank geboorten” en je vult in zoals hiernaast. Dan klik je op “Trek de steekproef” en je vindt 53 meisjes tussen die 100 kinderen. Wat ga je nu zeggen over de proportie meisjes bij alle kinderen die in Vlaanderen in 2003 geboren zijn?

#### DATA BANK GEBOORTEN IN VLAANDEREN

Kies de jaartallen waaruit je de steekproef wil trekken. Als je niets aangeeft dan worden alle jaartallen genomen.

<input type="checkbox"/> 1993	<input type="checkbox"/> 1994	<input type="checkbox"/> 1995	<input type="checkbox"/> 1996
<input type="checkbox"/> 1997	<input type="checkbox"/> 1998	<input type="checkbox"/> 1999	<input type="checkbox"/> 2000
<input type="checkbox"/> 2001	<input type="checkbox"/> 2002	<input checked="" type="checkbox"/> 2003	<input type="checkbox"/> 2004
<input type="checkbox"/> 2005	<input type="checkbox"/> 2006	<input type="checkbox"/> 2007	<input type="checkbox"/> 2008

Selecteer het geslacht (niets aangeven = alles):  Jongen  Meisje

Hoe groot moet de steekproef zijn (n=?)

Je medeleerling heeft identiek hetzelfde gedaan als jij en vond 48 meisjes in haar steekproef. Wat zal zij zeggen over de proportie meisjes? En wie heeft er dan “gelijk”?

- Als je aan elke leerling in de klas een zakje M&M-snoepjes geeft, dan kan je elk zakje beschouwen als een steekproef uit de totale populatie van alle M&M-snoepjes. De vraag naar het percent blauwe M&M-snoepjes dat er gemaakt wordt, kan elke leerling proberen te beantwoorden op basis van het gekregen zakje. Bij de ene zitten er 18 % blauwe in, bij een andere is dat 14 %, of 8 %, of... Wat moet je nu doen?

**Vaste** eigenschappen van een populatie bestudeer je vanuit **toevallige** steekproefresultaten.

In de statistiek leer je hoe je modellen kan opstellen voor de variabiliteit van steekproeven om van daaruit “betrouwbare” uitspraken te doen over de totale populatie.

## 4 Variabiliteit in het ontwerp van de studie

Specifieke factoren zoals

- behoren tot een verschillende groep (man of vrouw)
- een verschillend gedragspatroon hebben (roker of niet roker)
- een verschillende behandeling krijgen (medicijn of placebo)

leiden tot extra variabiliteit in een statistisch onderzoek.

- Bij dezelfde klimatologische omstandigheden en op vergelijkbare percelen strooi je telkens een verschillende hoeveelheid meststof. Je vindt verschillende opbrengsten. Je weet dat, zelfs als je overall dezelfde hoeveelheid meststof strooit, je ook verschillende opbrengsten kan verwachten (natuurlijke variabiliteit).  
Hoe moet je nu de geobserveerde variabiliteit bestuderen met die extra factor (verschillende hoeveelheid meststof) in het spel? Welke statistische methoden kan je gebruiken om studies aan te pakken die ontworpen zijn zoals hier beschreven?
- Een volledige zwangerschap duurt 40 weken. Hebben baby's bij wie de zwangerschap minder dan 38 weken duurde een kleiner geboortegewicht dan de andere? In elk van de twee groepen baby's heb je zeker al een natuurlijke variabiliteit bij al die geboortegewichten. Maar er is hier een extra factor in deze studie: de zwangerschapsduur. Welke statistische methoden ga je hier gebruiken?
- In 1916 werden de Verenigde Staten een eerste keer getroffen door een polio-epidemie. Polio (of kinderverlamming) wordt veroorzaakt door een virus, is zeer besmettelijk en treft vooral jonge kinderen. Sommigen geraakten besmet zonder het zelf te weten (zij hadden geen symptomen) maar anderen werden ziek, geraakten verlamd, moesten aan een beademingstoestel of stierven. Het duurde 40 jaar vooraleer een degelijk vaccin in laboratoria kon ontwikkeld worden. Dat vaccin (het Salk vaccin) moest daarna getest worden "in de praktijk". Dat gebeurde in 1954 op een groep van 2 miljoen kinderen. In deze klinische studie kwamen 3 verschillende groepen kinderen voor:
  - kinderen die geen vaccinatie kregen omdat hun ouders dat weigerden
  - kinderen die een vaccinatie kregen met het Salk vaccin
  - kinderen die een vaccinatie kregen met een placebo.
 Bij een klinische studie wil je verschillende groepen (die elk hun eigen natuurlijke variabiliteit hebben) met elkaar vergelijken. Hierbij gebruik je speciale methoden uit de biostatistiek.

"Natuurlijke variabiliteit" onderscheiden van "variabiliteit teweeggebracht door specifieke factoren" is een cruciale component in een statistisch onderzoek. Een zorgvuldig opgezette studie laat je toe om (een deel van) de variabiliteit onder controle te houden, op weg naar "betrouwbare" uitspraken.

Statistiek = de wetenschap van het "leren uit data"  
 in **aanwezigheid van variabiliteit en toeval**  
 en waarbij de context van een authentiek onderzoek cruciaal is.