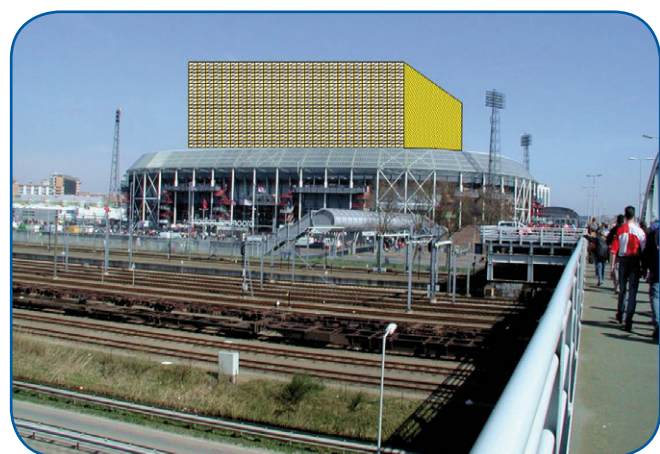


Normaalverdeling doet recht aan consument én fabrikant

Kijk eens in je koelkast of keukenkastje. Op de pindakaas, de hagelslag, de boter, de jam, op alle verpakkingen staat hetzelfde symbool bij de gewichts- of inhoudsaanduiding: 250g e, 1liter e, etc. Achter dat kleine e-teken gaat een wereld van wiskunde schuil. Peter van Bruggen, statisticus bij Unilever licht voor ons een tipje van de sluier op.



Gestart als chemisch analist raakte Peter van Bruggen in de ban van statistiek toen hij mee ging werken aan consumentenonderzoek. In zijn huidige functie als Lead Data Scientist Supply Chain in de groep Data Sciences van Unilever, krijgt hij vanuit het hele bedrijf vragen over de aanvoer, afvoer en verwerking van goederen. Eén van de vele onderwerpen waar hij aan werkt, is het vulgewicht van kuipjes margarine. In elk kuipje zit een afgemeten gewicht, bijvoorbeeld 250 gram. Consumenten moeten ervan op aankunnen dat een kuipje dan ook netjes 250 gram bevat.



De jaarproductie margarine van Unilever in Nederland fictief opgestapeld in De Kuip in Rotterdam

“Dat is niet eenvoudig te realiseren”, vertelt Van Bruggen. “De ene keer zit er net iets meer in en de andere keer misschien net iets minder. Per jaar maakt Unilever honderden miljoenen kuipjes margarine Dat is zoveel, dat je er een voetbalstadion tot over de nok mee kunt vullen. Als je ervoor kunt zorgen dat al die kuipjes net genoeg margarine bevatten, kun je veel besparen.”

Strengere wetgeving

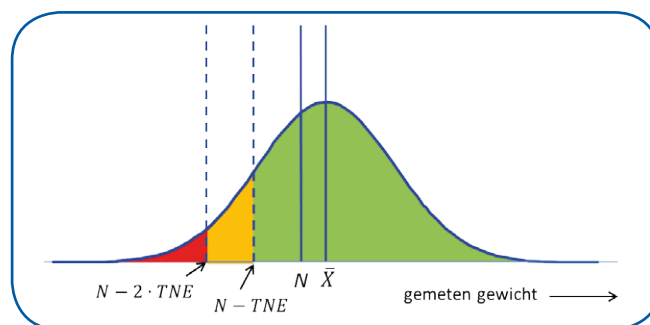
De wet geeft regels waar producten aan moeten voldoen zodat de consument het gewicht krijgt dat hij verwachten mag. “Als fabrikant kun je kiezen uit twee wetgevingen,” legt Van Bruggen uit. “Bij de wetgeving minimum niveau moet ieder kuipje minimaal het aangegeven gewicht bevatten. Dat kun je alleen

garanderen als je in elk kuipje wat teveel margarine doet. Een kuipje margarine wordt daardoor wel duurder, wat niet gunstig is voor de consument. Bij de wetgeving gemiddeld niveau is dat niet nodig. Dit kan door het gebruik van statistiek.”

De wetgeving gemiddeld niveau geeft drie duidelijke criteria waar de gewichtsverdeling in een steekproef aan moet voldoen:

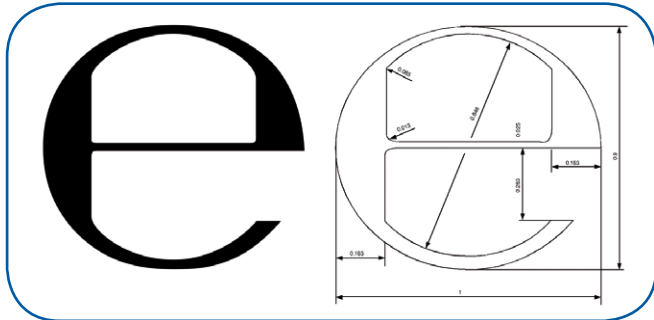
1. Het gemiddelde gewicht \bar{X} mag niet kleiner zijn dan het nominale gewicht N (het gewicht dat aangeduid staat op de verpakking)
2. Een beperkt, voorgeschreven aantal verpakkingen mag minder wegen dan het nominale gewicht min een toegestane fout TNE (tolerable negative error)
3. Geen enkele verpakking mag minder wegen dan het nominale gewicht min $2x$ de toegestane fout TNE .

Als je de gewichten van een hoeveelheid kuipjes meet, krijg je een normaalverdeling. De wetgeving gemiddeld niveau ziet er dan als volgt uit:



Grafische weergave van de wetgeving gemiddeld niveau: verpakkingen in het groene gebied bevatten voldoende gewicht (mits $\bar{X} \geq N$); in het gele gebied mag maar een beperkt aantal verpakkingen aangetroffen worden; als er verpakkingen in het rode gebied aangetroffen worden, voldoet de fabrikant niet aan de wet

Als je voor deze wetgeving kiest, moet je op je verpakkingen het e-teken voeren (de e staat voor estimated). Dit teken garandeert dat het geleverde gewicht een in de wet vastgelegde benadering is van de opgegeven waarde. Om verwarring of fraude te voorkomen moet het e-teken zelf ook aan strikte specificaties voldoen.



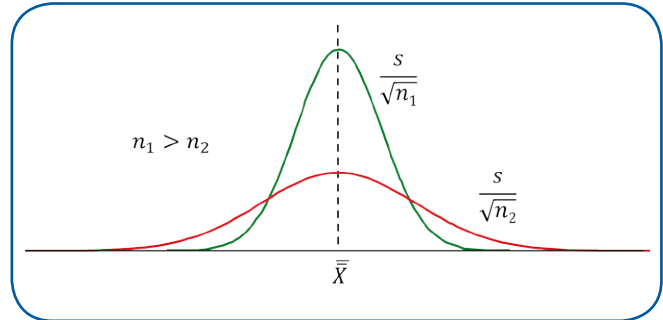
Links het e-teken of estimated symbol, rechts de specificaties waaraan het teken moet voldoen

“Natuurlijk wordt er streng gecontroleerd of je aan de voorwaarden voldoet”, vertelt Van Bruggen. “Controleurs komen onaangekondigd naar de fabriek en wijzen één of meer productielijnen aan waarvan ze steekproeven willen nemen. Ze nemen dan meteen twee sets monsters van bijvoorbeeld 50 tot 80 kuipjes, de wet schrijft voor hoeveel precies. Bij de eerste set meten ze de gewichten nauwkeurig na met hun eigen apparatuur. Als de steekproef niet aan de wettelijke criteria voldoet, meten ze ook de tweede set.”

Precies genoeg metingen

Het gemiddelde gewicht is een belangrijke parameter. “Hoe dichterbij het gemiddelde gewicht het nominale gewicht benadert, hoe minder overgewicht je hoeft te leveren”, aldus Van Bruggen. “Als fabrikant willen we consumenten natuurlijk waar voor hun geld geven, maar we willen ook niet meer gewicht leveren dan nodig is. Wat we ook niet willen, is dat onze producten bij de controles worden afgekeurd. We doen daarom zelf continue metingen in onze fabrieken. Omdat dat extra werk met zich meebrengt, houden we onze steekproeven zo klein mogelijk, maar wel groot genoeg om de resultaten bij de controles te kunnen voorspellen. We willen zo zeker mogelijk weten dat als wij de gewichten goedkeuren dat dat ook bij een controle gebeurt.”

Elke steekproef levert een normaalverdeling met een gemiddeld gewicht \bar{X} en een standaarddeviatie s . Als je voor alle steekproeven de gemiddelde gewichten \bar{X} op een curve uitzet, krijg je weer een normaalverdeling, nu met een gemiddelde $\bar{\bar{X}}$ en een standaarddeviatie $\frac{s}{\sqrt{n}}$. Hoe meer monsters n je per steekproef neemt, hoe nauwkeuriger je het gemiddelde vast kunt stellen.



De spreiding van het gemiddelde gewicht bij steekproeven van verschillende grootte. Groen stelt een steekproef bij een controle voor, rood een eigen steekproef in de fabriek.

Bij een normaalverdeling met een gemiddelde m en een standaarddeviatie s geldt dat ongeveer 95% van de metingen binnen het interval $[m - 2 \cdot s, m + 2 \cdot s]$ vallen. Binnen het interval $[m - 3 \cdot s, m + 3 \cdot s]$ is dat zelfs 99,7%. Met deze eigenschap als uitgangspunt ontwikkelde Van Bruggen een testprotocol voor de fabrieken. De details daarvan zijn bedrijfsgeheim, maar elke tiende gram die hij zo per kuipje bespaart draagt bij aan een beter bedrijfsresultaat.

Veilig op de weg

Het is werk op het scherpst van de snede. Van Bruggen vergelijkt het graag met een rit langs een ravijn. “Hoe dichterbij je langs de rand rijdt, hoe mooier het uitzicht. Het is de kunst om van zoveel mogelijk uitzicht te genieten zonder met je wielen over de rand te gaan. Statistiek helpt om nog net veilig op de weg te blijven.”