

# Hoe wiskunde bijdraagt aan goed schoolmeubilair

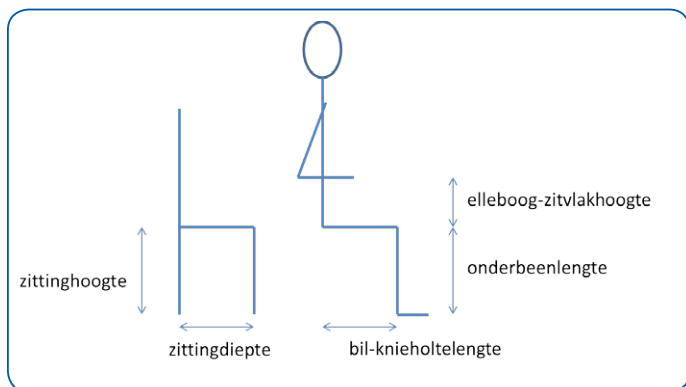


**Tijdens hun schoolloopbaan brengen kinderen veel tijd zittend door. In groep één van de basisschool doen ze dat op piepkleine stoeltjes, in hun eindexamenklas zijn dat stoelen van een volwassen maat. Hoe zorg je dat ze in elke klas goed en verantwoord zitten? Johan Molenbroek, universitair hoofddocent aan de Technische Universiteit in Delft, laat zien wat je met goede meetgegevens kunt doen.**

Johan Molenbroek is expert op het gebied van de antropometrie, het in kaart brengen van de afmetingen en verhoudingen van het menselijk lichaam. Die maten zijn essentieel bij het ontwerpen van de wereld om ons heen: auto's, kleding, stoelen, tafels, deuren, toiletten enzovoort. Maar welke maten heb je nodig bij welke beslissingen? Hoever moet je bijvoorbeeld een autostoel kunnen verstellen? Hangt dit alleen van iemands lengte af of spelen ook andere maten een rol? Het wordt helemaal lastig als lichaamsmaten ook nog voortdurend veranderen zoals bij kinderen. Tussen zes en achttien jaar groeien die gemiddeld zo'n 60 cm. Hoe speel je hier als fabrikant van schoolmeubilair op in?

## Een nieuwe sleutelmaat

“Tot de jaren tachtig van de vorig eeuw gold de leeftijd of de lengte van een kind als maat voor de stoelen en tafels in een klas”, vertelt Molenbroek. Als lid van de normcommissie voor schoolmeubilair was hij echter van mening dat andere maten een betere leidraad zouden zijn. “Soms zijn er grote verschillen in bouw. Kinderen van dezelfde lengte hoeven niet dezelfde beenlengte te hebben. Daarom heb ik voor het gebruik van andere sleutelmaten gepleit zoals de lengte van het onderbeen en de lengte van de bil tot de knieholte.” Dat dit belangrijke maten zijn is eenvoudig in de figuur hieronder te zien:



*Sleutelmaten voor het bepalen van de maten voor schoolmeubilair. De elleboog-zitvlakhoogte is belangrijk voor het bepalen van de maat voor een bijpassende tafel of voor de hoogte van eventuele armleningen.*

Aan de hand van de in kaart gebrachte maten is er een maatsysteem ontwikkeld met een eenvoudige kleurcodering. Scholen kunnen hiermee eenvoudig in kaart brengen welke kleur (=maat) tafels en stoelen in een klas nodig zijn. Met een

eenvoudig meethulpmiddel kan dit per kind worden bepaald. De lengte van het onderbeen is hierbij de belangrijkste maat. Aan de hand van de spreidingen op de maten in een bepaalde leeftijdscategorie zijn er bovendien richtlijnen ontwikkeld voor het meubilair dat een school per klas of voor de hele school beschikbaar zou moeten hebben. In groep één zal gemiddeld 40% van de stoelen maatcode oranje hebben, 55% code violet en 5% code geel. Voor groep acht is dat 15% rood, 30% groen, 50% blauw en 5% bruin.



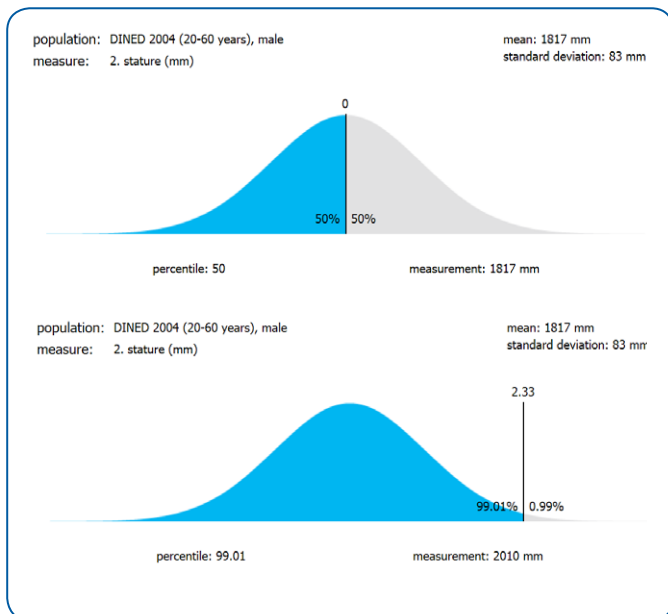
*Met behulp van een eenvoudige meethulp bepaalt een leerkracht de beste stoelmaat voor een leerling.*

“We gaan er hierbij overigens van uit dat leerlingen netjes rechtopzitten”, zegt Molenbroek. “De praktijk is natuurlijk anders. Ik heb studenten daar eens een opdracht over laten doen. Dat leverde een aantal opmerkelijke resultaten. Verstelbare stoelen zijn een goede optie, maar die zijn iets duurder en waarschijnlijk zijn de leerlingen dan regelmatig bezig met het verstellen van hun stoelen.”

## Nederlanders de maat genomen

Om gebruiksvoorwerpen te ontwerpen moet je weten welke maten je doelgroep heeft. Niet alleen de gemiddelde waarden zijn belangrijk, maar ook de standaarddeviatie, zodat je rekening kunt houden met een zo groot mogelijk deel van de groep.

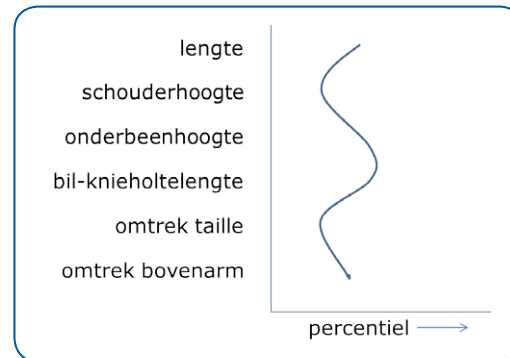
In Nederland werden hiervoor lang Duitse maattabellen gebruikt, maar Molenbroek stelde vast dat de Nederlandse maten zo'n 4% afweken van deze maattabellen. In eerste instantie zorgde hij voor omrekenfactoren van de Duitse tabellen naar de Nederlandse markt, maar gaandeweg bouwde hij een indrukwekkende dataset op met meetgegevens van meer dan 5000 mensen. Deze dataset is vrij beschikbaar en wordt door veel ontwerpers gebruikt. Je kunt de meetgegevens raadplegen op [www.dined.nl](http://www.dined.nl). Je kunt daar bovendien een aantal statistische bewerkingen op de data uitvoeren.



Deze meetgegevens uit [www.dined.nl](http://www.dined.nl) laten zien dat in Nederland mannen tussen 20 en 60 jaar gemiddeld 1,817 meter lang zijn. Door het verticale balkje te verslepen zie je dat 1% van deze groep langer is dan 2,01 meter. Dit punt ligt op een afstand van 2,33 maal de standaarddeviatie van het gemiddelde.

Op basis van de meetgegevens kun je een aantal ontwerpbeslissingen nemen. Als je bijvoorbeeld een deur ontwerpt, kun je eisen dat 99% van de mannen er door moet kunnen zonder te bukken. Dat betekent dat in Nederland een deur minstens 2,010 meter hoog moet zijn (plus een marge voor bijvoorbeeld de hoogte van zijn schoenen, plus de extra hoogte voor een eventuele helm, plus een extra hoogte voor de wijze van lopen, plus nog een psychologische marge zodat je niet het gevoel krijgt dat je je hoofd stoot. Je komt dan op een hoogte van 230 cm, wat overeenkomt met de laagste aanbevolen hoogte van een plafond in een huis op de eerste verdieping). Je kunt ook besluiten om juist producten voor kleine mensen te ontwerpen of een serie artikelen maken voor een aantal subgroepen.

In hoeverre heb je een gemiddeld postuur? Het is leuk om een keer een percentielprofiel van jezelf te maken. Meet bijvoorbeeld de sleutelmaten uit figuur 1 en kijk op [www.dined.nl](http://www.dined.nl) op welk percentielen je uitkomt. Of doe dit met je lengte, je reikhoogte, je schouderhoogte, je kniehoogte enzovoort. Bij iedereen levert dit een ander profiel.



Voorbeeld van een persoonlijk percentielprofiel

## Veiligheid en comfort

Molenbroek is betrokken bij een breed scala van onderwerpen. In de voorbereiding van de Olympische spelen was hij bijvoorbeeld betrokken bij het ontwikkelen van de pasvorm van de wedstrijdpakken voor de zwemsters. Specifieke doelgroepen zijn ook mensen met beperkte bewegingsmogelijkheden zoals mindervaliden en ouderen. Dit stelt extra eisen aan een keukeninrichting of een (openbare) toiletruimte. Door maten zoals reikwijdte en reikhoogte van deze groepen in kaart te brengen, kunnen ontwerpers op deze eisen inspelen. De afmetingen van de mens bepalen de maat van de voorwerpen om ons heen. Je kunt daarom Whatsappen op je mobiel, lekker zitten in een leunstoel, zonder hoofdpijn met je koptelefoon muziek luisteren en ga zo maar door, dankzij goede meetgegevens en statistiek.

In zijn artikel 'Menselijke maat voor industrieel ontwerpen' vertelt Molenbroek meer over zijn vakgebied. U vindt het artikel op <http://www.kennislink.nl/publicaties/menselijke-maat-voor-industrieel-ontwerpen#!>

Molenbroek werkte mee aan de schooltv-serie 'Wiskunde voor de brugklas'. In de uitzending over meetkundige figuren op [http://www.ntr.nl/player?id=NPS\\_1197691](http://www.ntr.nl/player?id=NPS_1197691) vertelt hij (bij 11:27) over de ergonomie van de Rietveldstoel en schoolmeubilair.