



De NVORWO is er voor u!

Nederlandse Vereniging tot Ontwikkeling van het Reken/Wiskunde Onderwijs

Welke reken-wiskundige bagage heb je nodig om volwaardig te kunnen participeren in de maatschappij?

Deze korte notitie is opgesteld vanuit de Werkgroep Wiskunde voor Morgen (WvM) op verzoek van de besturen van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren (NVvW) en de Nederlandse Vereniging voor de Ontwikkeling van Reken-WiskundeOnderwijs (NVORWO).

Vooraf

De maatschappij verandert en daarmee veranderen ook de eisen die aan het reken-wiskundeonderwijs worden gesteld. Dit is een perspectief dat naar ons idee in de huidige curriculum-discussie nog onderbelicht is gebleven.

Door globalisering en informatisering wordt de maatschappij dynamischer en complexer. Daarnaast verandert ook de rol van rekenen-wiskunde in de maatschappij onder invloed van de ruime beschikbaarheid van computers die over een toenemende rekenkracht beschikken. Steeds meer en steeds complexere problemen worden met computers aangepakt en reken-wiskundige bewerkingen worden in toenemende mate aan apparaten overgelaten. Computerisering leidt bovendien tot een accentverschuiving in de reken-wiskundige inhoud die voor de maatschappij van belang zijn. De groeiende rol van statistiek is hier een duidelijk voorbeeld van. Kwantitatieve en statistische informatie spelen een steeds grotere rol in politiek en media.

In deze notitie proberen we aan te geven welke implicaties deze ontwikkelingen hebben voor de doelen van toekomstgericht reken-wiskundeonderwijs.

1. Globalisering en informatisering maken de maatschappij dynamischer en complexer.

Het onderwijs zal leerlingen moeten voorbereiden op een continu veranderende, complexe, maatschappij. In dit verband wordt vaak verwezen naar de *21st century skills*, zoals probleem oplossen, kritisch denken en communiceren. Reken-wiskundeonderwijs lijkt bij uitstek geschikt om een bijdrage te leveren aan het ontwikkelen van dergelijke vaardigheden. Daarbij kan bovendien aandacht worden besteed aan vakspecifieke vormen van argumenteren en communiceren. Bijvoorbeeld door leerlingen te leren hun oplossingen voor een probleem aan

anderen uit te leggen in wiskundetaal, en door hen te leren om kritiek te geven en te krijgen, met respect voor elkaars denkwijze. En leren om, uitleggen, formuleren en noteren en het elkaar bekritisieren, te gebruiken als specifiek wiskundige werkwijze om alleen of samen met anderen het denken te ordenen, te onderbouwen en fouten te voorkomen.¹

2. Er komt steeds meer digitale rekenkracht beschikbaar.

Door de toegenomen rekenkracht van computers kunnen complexe problemen worden aangepakt. De ruime beschikbaarheid van rekenkracht leidt ertoe dat er steeds meer gebruik wordt gemaakt van wiskundig modellen, zowel in industrie als in dienstverlening. Het vertalen van problemen naar een reken-wiskundige modellen wordt daarmee een steeds belangrijkere vaardigheid, naast het bedenken van nieuwe mogelijkheden van modelgebruik. Daarbij is kritisch inzicht nodig in de relatie tussen de werkelijkheid en het gekozen model en besef van de beperkingen van wiskundige modellen. Dit geldt ook voor het gebruik van modellen die door anderen zijn ontwikkeld.

Wanneer er sprake is van steeds terugkerende berekeningen van eenzelfde type, zal er worden gezocht naar een algoritme waarmee deze berekeningen efficiënt en snel kunnen worden uitgevoerd. Dit vraagt vaardigheden op het gebied van algoritmiseren en 'computational thinking'.

Gebruikers moeten het reken-wiskundewerk dat apparaten uitvoeren op een globaal niveau begrijpen. Dit hebben ze nodig om output kritisch te kunnen interpreteren, om te kunnen doorzien hoe de output door de input wordt beïnvloed, en om met anderen te kunnen communiceren over de algoritmen en modellen waar apparaten en applicaties gebruik van maken. Het gaat hierbij meer om het begrijpen van de onderliggende principes en mechanismen, dan om het kennen van precieze formele procedures, afleidingen en definities. Gezien de grote rol van in apparaten en applicaties ingebouwde reken-wiskundige bewerkingen zal een grote groep leerlingen zich zulke globale inzichten eigen moeten maken.

¹ Vrij naar de preambule bij de kerndoelen basisonderwijs.

Dit laat onverlet dat er ook een groep leerlingen is die wel meer formele procedures, afleidingen en definities nodig heeft voor hun verdere technische en wiskundige ontwikkeling.

Voor het gebruik van IT-tools, zoals rekenmachines, spreadsheets, computeralgebra systemen, statistische programma's en dergelijke, is specifieke kennis nodig. Het kunnen gebruiken van deze tools kan niet los worden gezien van inzicht in de ingebouwde reken-wiskundige concepten en procedures, en vertrouwdheid met de wiskundige syntax en conventies van deze tools.

Een consequentie van het feit dat het rekenwerk steeds meer door apparaten wordt uitgevoerd, is dat het snel en routinematig kunnen uitvoeren van reken- en wiskundige standaardprocedures als onderwijsdoel aan betekenis inboet. Daarmee vervalt niet het belang van de basisvaardigheden, maar wat nu precies de relevante basisvaardigheden zijn in de 21e eeuw, is een nog onbeantwoorde vraag. Die basisvaardigheden omvatten overigens meer dan alleen de standaardprocedures, denk bijvoorbeeld aan het herkennen verschillende verschijningsvormen van een breuk: $\frac{3}{4}$; 0,75; 75% ; 3 van de 4. In ieder geval zou bij de vraag wat basisvaardigheden zijn ook moeten worden gekeken naar het gebruik van apparaten die reken-wiskundige taken uitvoeren, en naar het kunnen controleren van de uitkomsten ervan.

De invloed van de toenemende beschikbaarheid van digitale rekenkracht blijft niet beperkt tot de wereld van werk en beroep, maar dringt ook door in het dagelijks leven. Burgers krijgen steeds meer te maken met kwantitatieve informatie en digitale systemen. Het onderwijs moet een basis leggen voor de zelfredzaamheid en het vertrouwen in de eigen reken-wiskundige vaardigheden bij het omgaan met on-line instanties en winkels, bij applicaties, bij geldzaken, en bij het gebruik van sociale media. Ook politiek en (sociale) media gebruiken steeds vaker kwantitatieve informatie. Het huidige digitale tijdperk wordt bovendien gekenmerkt door informatiebubbels en fake news. De groeiende rol van statistiek in berichten in de media vraagt daarom van iedereen een mate van statistische geletterdheid. Dat betekent dat reken-wiskundige geletterdheid (gecijferdheid) en statistische geletterdheid nodig is om als burger kritisch te kunnen deelnemen aan maatschappelijke discussies en democratische besluitvorming. Gecijferdheid en statistische geletterdheid zijn daarmee belangrijke pijlers van burgerschap geworden.

3. Toenemende digitalisering en technologisering vergt kennis van specifieke wiskundige kennis(gebieden)

Door de toenemende digitalisering neemt ook het belang van sommige wiskundige deelgebieden toe.

- De groeiende rekenkracht en de toegenomen mogelijkheden om data te verzamelen zorgen ervoor dat statistiek een steeds grotere rol gaat spelen in onze maatschappij. Om de betekenis en betrouwbaarheid van statistische informatie te kunnen beoordelen en om deze informatie zinvol te kunnen gebruiken, is inzicht nodig in de statistische modellen en bewerkingen die zijn gebruikt. Naast specifieke concepten als verdeling – en de daarbij horende visualisaties en kengetallen – significantie en de relatie tussen correlatie en causaliteit, gaat het ook om inzicht in de afruil tussen statistische verheldering van structuur in data en verlies van details.
- De beschikbaarheid van informatietechnologie maakt dat we steeds meer kunnen meten en dat er steeds meer gemeten wordt. Het gaat niet alleen om het meten met standaardmaten, maar ook het meten op het gebied van economie, milieu, gezondheid en dergelijke. Hier ontstaat een overlap met statistiek, omdat zaken als meetfouten en steekproeven een belangrijke rol spelen in zulke metingen.
- De reken-wiskundige modellen waar computers en geavanceerde apparaten gebruik van maken, beschrijven in het algemeen samenhangen tussen variabelen. Dit betekent dat leerlingen – afhankelijk van hun uitstroomniveau – een elementair of meer fundamenteel begrip moeten hebben van functies en variabelen. Op een hoger niveau gaat het om globaal inzicht in integraal- en differentiaalrekening.
- Met de opkomst van 3D-printers en CAD/CAM programma's neemt ook de betekenis van 3D-meetkunde toe.

Andere deelonderwerpen die in belang toenemen zijn: discrete wiskunde, optimalisering, numerieke wiskunde, cryptografie, signal processing, machine learning, risicomanagement, approximatietheorie en heuristiek.

4. Wiskunde is een culturele verworvenheid

Naast allerlei pragmatische en praktische overwegingen dient ook in de toekomst recht te worden gedaan aan de waarde van rekenen-wiskunde als culturele verworvenheid. Dit betekent dat leerlingen kennis moeten nemen van concepten en begrippen die kenmerkend zijn voor wiskunde zoals formele reken-wiskundige regels en notaties, algoritmen, exacte afleidingen, definities, logica en bewijzen. Aandacht voor de historische rol van wiskunde in de ontwikkeling van de mensheid kan bijdragen aan de waardering voor het vak.