

50 JAAR CITO, EEN HALVE EEUW WISKUNDE-EXAMENS?

Irene van Stiphout
Paul van der Molen
Melanie Steentjes

DEEL 3

In september 2018 bestond Cito 50 jaar. In het derde artikel over de rol van Cito bij de wiskunde-examens, bespreken Irene van Stiphout, Paul van der Molen en Melanie Steentjes de ontwikkelingen rondom digitale toetsen.



Inleiding

Lange tijd was de enige mogelijkheid om wiskunde te toetsen een toets met pen en papier. In de loop der jaren is daar verandering in gekomen. In dit artikel duiken we in de digitale geschiedenis van Cito. Paul van der Molen beschrijft zijn ervaringen met Compex-examens in het begin van deze eeuw, waar de computer wel werd gebruikt maar de toets nog op papier was. Daarna vertelt Melanie Steentjes over de digitale examens in het vmbo, waar leerlingen de antwoorden inclusief berekeningen intypen maar die nog wel door een docent worden nagekeken. Tot slot beschrijft Irene van Stiphout de Diagnostische Tussentijdse Toets die helemaal digitaal is, van vragen tot en met beoordeling door de computer.

Compex-examens

Begin deze eeuw was er een roep om binnen de examens meer te doen met de toegenomen mogelijkheden van de techniek. Bij wiskunde betekende dat meer dan alleen de grafische rekenmachine. Bij natuurkunde, biologie en wiskunde A wvo ging men de uitdaging aan. Er werd een examenvorm bedacht waarbij 2/3 van de examentijd aan reguliere opgaven werd besteed en 1/3 aan opgaven die met de computer gemaakt moesten worden. De leerlingen kregen de vragen op papier en schreven de antwoorden ook op papier. De informatie en tools werden via de computer aangeboden. Als een school minder computers dan leerlingen had, kon middels een roulatieschema het hele examen toch redelijk binnen de examentijd afgenomen worden. Het kunnen toepassen van wiskundig denken in praktische situaties leidde ertoe dat werd gekozen voor wiskunde A1 en wiskunde A1,2 en niet voor wiskunde B. In de jaren 2003 – 2005 werden de eerste opgaven ontwikkeld en op scholen uitgetoetst. De manier waarop de informatie op de computer werd getoond kon grofweg in twee categorieën worden ingedeeld: applicaties/simulaties en Excel-databestanden. De discussie over de platform-onafhankelijkheid dook meteen op.

Ook moest een lijst met Excel-vaardigheden duidelijk maken welke functies de leerlingen dienden te beheersen om de opgaven goed te kunnen maken. Maar in die tijd was het belangrijkste doel van de examenmakers bij Cito vooral om opgaven te bedenken die meerwaarde hadden: 'Welke vormen van wiskundig denken vinden wiskunde-docenten belangrijk, maar zijn op papier niet (zo goed) toetsbaar en met de computer erbij wel?'

In 2006 waren de eerste compex-examens een feit. Scholen konden zich vrij inschrijven voor dit examen en enkele honderden leerlingen maakten het. In de jaren daarna nam het aantal deelnemende leerlingen langzaam af. Na een evaluatie in 2008 met alle stakeholders (inclusief leerlingen) werd besloten om met de wiskunde compex-examens te stoppen. Er waren uiteenlopende redenen waarom. Leerlingen vonden het lastig om zich in de korte tijd de complexe contexten eigen te maken. Docenten vonden het zonde van de tijd om Excel-functies te behandelen in de les. Het Cevo (wat nu CvTE is) zat met de platform-onafhankelijkheid in de maag. En bij Cito ervaaarde men dat het ontwikkelen van deze opgaven veel tijd kostte. Toch heeft het project een paar juweeltjes opgeleverd. Een voorbeeld hiervan is de opgave over de presidentsverkiezingen in Amerika. Leerlingen kregen in een Excel-bestand een lijst met alle staten van de USA met daarbij het aantal stemgerechtigden en het aantal kiesmannen. Met een beetje hulp konden de leerlingen uitrekenen wat het minimale percentage van de stemmen was waarmee je tot president verkozen kon worden. De werkwijze was interessant en het antwoord bizar: 22%!

Digitale examens vmbo

In 2018 maakte 99% van de vmbo bb-leerlingen hun CE wiskunde digitaal. Bij kb was dat 93%. Dat zijn enorme aantallen. Bij deze digitale examens moeten leerlingen hun berekening en antwoord invoeren in de computer. De docent kijkt vervolgens de open vragen na. Het besluit om een pilot digitaal examineren op te zetten voor alle algemene vakken van vmbo bb is zo'n vijftien

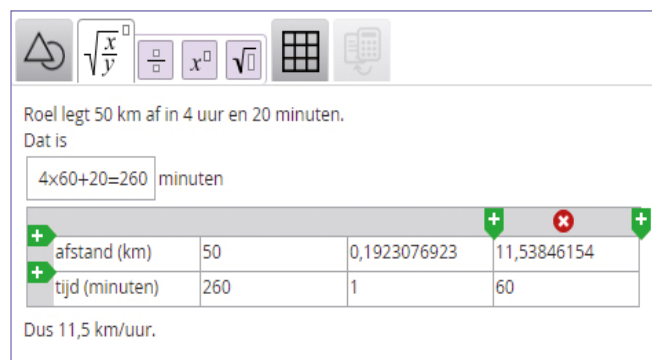
jaar geleden door het toenmalige Cevo genomen. Vooral bij wiskunde en nask1 bleek digitaal examineren niet eenvoudig. Al direct aan het begin werd in samenspraak met de vaststellingscommissie van het CvTE besloten zeker niet te veel gesloten vragen te stellen in het examen wiskunde. Dat stond zo ver af van de heersende praktijk binnen het vmbo, dat het geen valide examen zou opleveren. Dit gaf wel problemen, want hoe moesten leerlingen hun berekening kwijt? Zo konden leerlingen in de beginperiode de exponenten 2 en 3 alleen invoeren door een bepaalde Alt-toetscombinatie. Dit werd wel in de tekst uitgelegd, maar het behoeft weinig toelichting dat dit afbreuk doet aan de validiteit van het examen. We willen immers niet de computer- of leesvaardigheden van een leerling toetsen, maar zijn wiskundekennis en vaardigheden.^[1]

Computerrekenmachine

In 2010 werd er ook een pilot gestart bij kb met digitale examens. Omdat bij kb de berekeningen ingewikkelder zijn dan bij bb (denk aan de Stelling van Pythagoras en goniometrie) werd het probleem nijpender. Met een externe software ontwikkelaar ontwierp Cito voor het wiskunde kb-examen de zogenaamde computerrekenmachine. Leerlingen konden met deze computerrekenmachine berekeningen uitvoeren en zowel berekening als antwoord met één druk op de knop opslaan in het uitvoerenvenster, zodat ze niet hoefden te goochelen met kwadraattekens of worteltekens in een formule-editor. De computerrekenmachine maakte een hele natuurlijke manier van het opschrijven van hun berekening mogelijk die, vergeleken met papier, een stap voorwaarts was: leerlingen hoefden hun berekening van hun rekenmachine niet meer over te schrijven.

Toolbox

De computerrekenmachine bleek een stap in de goede richting, maar we waren er nog niet. Leerlingen willen bijvoorbeeld een verhoudingstabel of een Pythagorastabel maken of een goniometrische formule opschrijven of een schets van een driehoek maken. Deze dingen schreven leerlingen nu op kladpapier, maar dit kon niet meegenomen worden in de beoordeling en dus misten docenten soms cruciale informatie. Om hieraan tegemoet te komen is op initiatief van Cito de toolbox ontwikkeld die in 2012 in een pilot bij wiskunde kb is getest.^[2] In de toolbox hebben leerlingen verschillende mogelijkheden, zie figuur 1. Ze kunnen gewoon typen en tekens invoeren, zoals een kwadraatteken of een euroteken. Ze kunnen hun berekeningen (ingetoetst op de rekenmachine) plakken in de toolbox. Ze kunnen een tabel invoeren, kolommen of rijen toevoegen of verwijderen en tekst in de tabel zetten. Ze kunnen een schets van een driehoek maken en daar waarden bij zetten. Er is een formuleblad met meetkundige formules, die geplakt kunnen worden in de toolbox. Ook is er een kleine formule-editor beschikbaar.

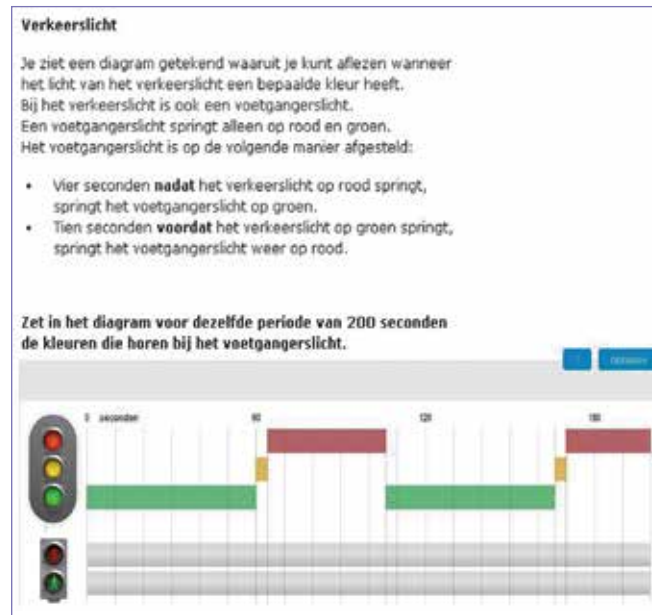


figuur 1 De toolbox

Vanaf 2013 is de toolbox ingezet bij de digitale examens wiskunde kb. Met ingang van dit jaar is er een nieuwe variant van de toolbox gebruikt: de toolbox is nagemaakt en geïntegreerd in Facet, de afnameomgeving die in opdracht van CvTE is ontwikkeld. Ook is een vereenvoudigde versie, na een succesvolle pilot in 2017, dit jaar ingezet bij wiskunde bb. Ook bij nask1 bb en kb wordt inmiddels gewerkt met de toolbox.

Andere applicaties

Veel vragen maken gebruik van de toolbox. Er worden ook andere applicaties binnen het digitale examen gebruikt, die worden gebouwd door de afdeling software-ontwikkeling van Cito. Zie bijvoorbeeld figuur 2.



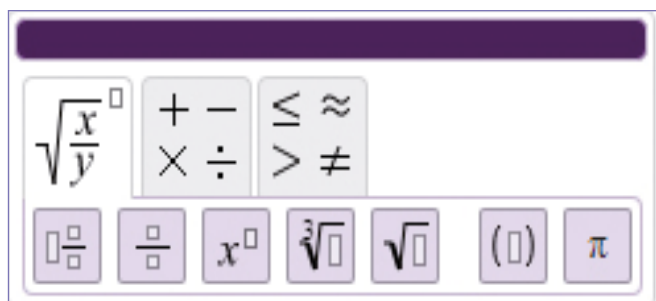
figuur 2 Applicatie binnen het digitale examen

Er is, in samenwerking met nask1, door dezelfde afdeling een grafiekentool ontwikkeld waarmee leerlingen punten in een assenstelsel kunnen zetten en een grafiek kunnen tekenen. Ook wordt er binnen Cito op dit moment gewerkt aan een meetkundetool, zodat het mogelijk wordt punten, lijnen en cirkels in afbeeldingen te tekenen. Als je een indruk wilt krijgen van het digitale examen wiskunde (of van andere digitale examens), raden wij je aan om

een kijkje te nemen op oefenen.facet.onl. Hier vind je de examens en kun je zelf uitproberen hoe de verschillende applicaties werken.

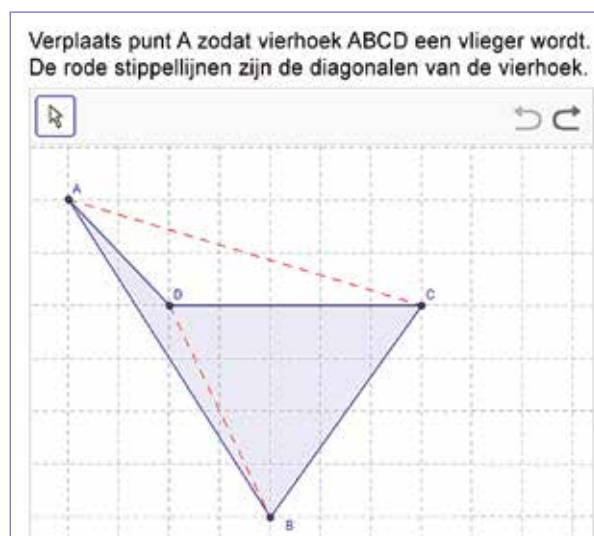
DDT

In de periode 2011–2017 heeft Cito gewerkt aan de ontwikkeling van de Diagnostische Tussentijdse Toets (DTT). Deze toets was helemaal digitaal: de opgaven werden op de computer getoond, leerlingen voerden een antwoord in, waarna de computer de antwoorden automatisch beoordeelde. De DTT was bedoeld voor de kernvakken Nederlands, Engels en wiskunde en werd aan het einde van de onderbouw afgenomen. Het idee was dat deze toets leerlingen, ouders, docenten en de school inzicht zou geven in hoeverre leerlingen op de goede weg zaten richting het eindexamen. Een verplichting van de toets is er niet van gekomen. In de loop van 2017 is de DTT overgedragen van Cito naar marktpartijen. In de DTT waren verschillende vraagtypen mogelijk. Bij vragen waar leerlingen als antwoord een formule moesten intypen, kwam er een keuzescherf tevoorschijn, zie figuur 3. In andere vraagtypen konden leerlingen slepen met formules of plaatjes om ze te categoriseren. Ook waren er vragen waarin leerlingen met de muis een bepaald gebied konden aanklikken. Al deze vraagtypen konden automatisch beoordeeld worden via correctieregels die in de software waren opgenomen.



figuur 3

In de loop van de tijd werd duidelijk dat bepaalde vragen niet gesteld konden worden. Dit gold bijvoorbeeld voor het tekenen van grafieken en meetkundige figuren. In de loop van 2016 kwamen er daarom items waarin een scherm met GeoGebra was opgenomen. Door bepaalde functionaliteiten van GeoGebra uit te zetten, kon een overzichtelijk scherm getoond worden aan leerlingen waarin ze een paar knoppen hadden om de vraag te kunnen beantwoorden. Dit ging bijvoorbeeld om het verslepen van punten of het tekenen van figuren met bepaalde eigenschappen, zie figuur 4. In deze vraag kunnen leerlingen alleen punt A verslepen. Als leerlingen dit doen, bewegen de lijnstukken AB, AC en AD mee. Voor de automatische beoordeling werd in GeoGebra een Booleaanse variabele gemaakt van het antwoord die 1 werd bij een juist antwoord en 0 bij een onjuist antwoord.



figuur 4 Aangepast GeoGebra-scherf

Een andere wens was om deelscores te kunnen toekennen. Dit bleek technisch heel ingewikkeld, maar bij sommige vragen toch mogelijk. Zo was er een vraag waarin vanuit de context een vergelijking moest worden opgesteld en die vergelijking vervolgens moest worden opgelost. Een leerling die beide stappen goed had, kreeg twee punten. Als een leerling een foute vergelijking bij de context had, maar die vergelijking wel juist had opgelost, of de juiste vergelijking had maar die verkeerd had opgelost, was dat een deelscore waard. Tijdens de ontwikkeling van de DTT zijn grote stappen gezet in het digitaal toetsen van wiskunde. We vertrouwen erop deze ervaringen in de toekomst te kunnen gebruiken.

Hoe verder?

De mogelijkheden van digitale toetsing nemen snel toe, ook al is nog niet alles mogelijk. Wiskundige redeneringen automatisch laten beoordelen bijvoorbeeld, hoort nog niet tot de mogelijkheden. De wereld verandert echter snel waardoor wat vandaag niet kan, morgen ineens een mogelijkheid kan zijn. Ondertussen moet het doel niet uit het oog worden verloren. Uiteindelijk gaat het erom dat leerlingen kunnen laten zien dat ze de juiste wiskundige ideeën en vaardigheden in huis hebben. Dit laatste blijft een uitdaging voor iedereen met hart voor het wiskundeonderwijs.

Noten

- [1] Zie ook *Euclides* 84/2, oktober 2008
- [2] Zie ook *Euclides* 88/1, september 2012

Over de auteurs

Paul van der Molen is manager onderzoek en normering bij Cito. Emailadres: Paul.vanderMolen@cito.nl
 Melanie Steentjes en Irene van Stiphout zijn toetsdeskundigen bij Cito. Emailadressen: Melanie.Steentjes@cito.nl en Irene.vanStiphout@cito.nl