

De Graphic Calculator

Een zakcomputer voor iedere leerling?

M. van Reeuwijk

OW & OC, RU Utrecht

De afgelopen jaren introduceerden de firma's Hewlett Packard en Casio de grafische rekenmachine. Een krachtige rekenmachine waarmee je naast de 'standaardoperaties', die tegenwoordig met elke wetenschappelijke rekenmachine kunnen worden uitgevoerd, ook grafieken van allerlei functies kunt tekenen op een LCD-schermpje. Bovendien zijn beide machines programmeerbaar.

Deze zakcomputers vormen de eerste generatie grafische rekenmachines en zullen in de toekomst een grote invloed krijgen binnen het onderwijs.

Grafieken Teken en oplossen van vergelijkingen

Los op: $\sin(x) = \cos(x)$

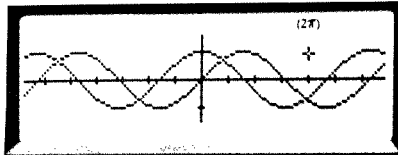
Met de HP-28S:

toets in:

'sin(x)=cos(x)'

DRAW

levert het plaatje:



door vervolgens met de cursor in de buurt te gaan staan van het snijpunt van de twee grafieken en SOLV in te toetsen krijg je de coördinaten van het snijpunt:

$x=0.7794118$

$\sin(x)=0.7853982$

- differentiëren (symbolisch met behulp van de differentieerregels en numeriek);
- integreren (symbolisch voor polynomen en numeriek voor alle nadere functies);
- rekenen met matrices.

Deze rekenmachine kan dus heel veel, maar de gebruikersvriendelijkheid laat nog wel het een en ander te wensen over. Er zijn zoveel toetsen, het schermje is vrij klein en de besturing is niet altijd even logisch. De Casio graphic calculator is al een stuk gebruikersvriendelijker en heeft een groter LCD-schermpje, maar kan weer minder dan de HP-28S.

Gevolgen voor het onderwijs?

Tien jaar geleden was de wetenschappelijke rekenmachine nog een curiositeit, maar tegenwoordig heeft iedere leerling zo'n rekenmachine en wordt er bij wiskunde A min of meer vanuit gegaan dat een leerling beschikt over een rekenmachine met statistische functies. Deze ontwikkeling is niet tegen te houden. Programmeerbare rekenmachines zijn nu al toegestaan op het eindexamen, alfanumerieke machines nog niet, maar waar leg je de grens?

Als je deze lijn doortrekt dan heeft binnen tien jaar (wellicht al eerder) iedere leerling een grafische rekenmachine en dat heeft gevolgen voor het onderwijs. Met name binnen het wiskundeonderwijs moet de discussie over de graphic calculator gestart worden.

De HP-28S kost nu nog 800 gulden, maar net als bij de wetenschappelijke rekenmachine zal die prijs wel snel dalen.

De HP-28S van Hewlett Packard kan behalve grafieken tekenen nog veel meer. Als je weet hoe het apparaat te bedienen, is het huidige eindexamen wiskunde B voor het vwo voor 85% met behulp van deze rekenmachine op te lossen. Ook het nieuwe eindexamen wiskunde voor het havo levert geen problemen op voor deze grafische rekenmachine.

Een greep uit de mogelijkheden die de HP-28S extra heeft vergeleken met 'gewone' rekenmachines levert het volgende lijstje:

Differentiëren

Wat is de afgeleide van $f(x) = x^x$ met behulp van de HP-28S gaat dat als volgt:

toets in:

'∂x(x^x)'

de eerste differentieerstep geeft:

'∂x(x)^x(x-1)+ln(x)*∂x(x)^x^x'

en de tweede stap:

'x^x(x-1)+ln(x)*x^x'

Op de WIT-conferentie (Wiskundeles en Informatie Technologie) die in september '89 gehouden is, werd de graphic calculator gepresenteerd. Dit was voor veel van de aanwezigen de eerste kennismaking met dit relatief nieuwe medium. Na een kort practicum met de HP-28S om een idee te krijgen van de graphic calculator, werd er gefilosofeerd over de gevolgen en mogelijkheden van dit apparaat voor de wiskundeles. Van deze gedachtenwisseling volgt hier een kort verslag.

De graphic calculator kan op minstens twee manieren binnen de wiskundeles ingezet worden.

Als hulpmiddel bij het oplossen van de wiskundige problemen is de graphic calculator heel bruikbaar. Het tekenen van grafieken, differentiëren, integreren, oplossen van vergelijkingen en rekenen met matrices zijn allemaal wiskundige activiteiten die door de graphic calculator kunnen worden uitgevoerd. Het eindeloze inoefenen van vaardigheden hoeft dus niet meer. Het rekenwerk en het manipuleren met formules kunnen aan de grafische rekenmachine worden overgelaten. Daardoor komt er wellicht wat tijd vrij die besteed kan worden aan het ontwikkelen van de begrippen die ten grondslag liggen aan het reken- en manipulerwerk.

Een tweede en wellicht interessantere manier om de graphic calculator binnen de wiskundeles te gebruiken is als bron en aanleiding voor nieuwe wiskundige begrippen. De machine is dan niet meer het gereedschap waarmee een bekend wiskundig probleem moet worden opgelost, maar vormt juist de aanleiding tot een nieuw wiskundig probleem. Door bijvoorbeeld te experimenteren met de graphic calculator kan gezocht worden naar een bepaalde regelmaat die vervolgens aanleiding geeft tot het formuleren van een algemene regel.

Oplossen van een stelsel lineaire vergelijkingen

Los x , y , z op uit:

$$3x + y + 2z = 13$$

$$x + y - 8z = -1$$

$$-x + 2y + 5z = 13$$

op de HP-28S toets je in:

[13,-1,13

[[3,1,2

[\1,1,-8

[-1,2,5

en door op $\boxed{\square}$ te drukken krijg je de oplossing

[2 2 1]

Aandachtsverschuiving

Dat de komst van de graphic calculator gevolgen heeft voor de wiskundeles is wel duidelijk. Als straks de apparaten goedkoper en gebruikersvriendelijker worden en elke leerling zo'n apparaat op zak heeft, hoeft er niet zoveel tijd meer aan het trainen van vaardigheden besteed te worden. Die tijdwinst kun je gebruiken voor het beter ontwikkelen van het begrip, maar die zul je ook nodig hebben om de nieuwe problemen die zich voordoen op te lossen. Kortom er zal in de les meer aandacht besteed moeten gaan worden aan het begrip. De volgende selectie van leerdoelen geeft een richting aan waarin het wiskundeonderwijs zich verder kan gaan ontwikkelen:

- het lezen en begrijpen van grafieken;
- het interpreteren van een oplossing en het weer terug kunnen vertalen naar het oorspronkelijke probleem;
- het kiezen van een geschikte oplossingsstrategie;
- het kritisch bekijken van een oplossing;
- een wiskundig model van een probleem maken, waarmee vervolgens de rekenmachine gevoed kan worden.

De graphic calculator geeft de mogelijkheid om aan de algemene doelen, de hogere vaardigheden, die in de wiskundeles nu maar al te vaak worden ondergesneeuwd door het repeteren van de basisvaardigheden, meer aandacht te besteden. Wellicht dat de graphic calculator de wiskundeleraar de gelegenheid biedt om z'n leerlingen naar een hoger denkniveau te brengen.

Om de technische ontwikkelingen van de graphic calculator bij te houden is onderzoek nodig. Het inventariseren van de mogelijkheden van deze rekenmachine en van wat de gevolgen voor het onderwijs zijn, is daarom dringend nodig. Het ontwikkelen en uitproberen van leerlingenmateriaal bij de graphic calculator, is een goede manier om de praktische bruikbaarheid van de graphic calculator verder te exploreren.

Het zou zonde zijn om pas over tien jaar te ontdekken dat het onderwijs aangepast moet worden, omdat elke leerling een graphic calculator heeft. Dan loop je achter de feiten aan.

N.B.: Voor de afbeeldingen en prijzen van de genoemde grafische rekenmachines verwijzen wij u naar pagina 33.