

# De kerktoren van Budel

Een voorbeeld van G.W.A.

**F. den Ouden**

St. Oda Mavo, Budel

In het nieuwe leerplan wiskunde voor mavo/vbo en de onderbouw havo/vwo is ruimte gereserveerd voor Geïntegreerde Wiskundige Activiteiten (GWA). Het is de bedoeling dat leerlingen datgene wat ze tijdens de wiskundelessen geleerd hebben, leren gebruiken en toepassen in alledaagse situaties.

Omdat er weinig of geen concrete richtlijnen zijn, zal iedereen naar eigen inzicht aan GWA een invulling geven. In dit artikel geven we een beschrijving van het ontstaan en de uitvoering van een GWA-project voor een brugklas op de St. Oda Mavo te Budel, één van de experimenteer-scholen van het W12-16 project.

## Keuze van het onderwerp

Allereerst moet er een bepaald onderwerp gekozen worden. Een aantal onderwerpen passeren dan de revue:

- iets uit de GWA-klapper van het project W 12-16;
- iets met de computer (we beschikken over een compleet ingericht computerlokaal met 15 up to date pc's);
- inspelen op de actualiteit;
- geschiedenis van de wiskunde;
- grafieken verzamelen;
- oppervlakte schoolterrein;
- plattegrond van de route die je iedere dag fietst;
- hoogte van de Budelse kerktoren.

Omdat het de eerste keer is dat je zo'n project aanpakt, wil je het natuurlijk toch goed voorbereiden, de actualiteit valt dan af. Je wilt natuurlijk toch iets 'origineels' en daarmee vallen de onderwerpen uit de GWA-klapper af. Uiteindelijk maak je een keuze: de hoogte van de Budelse Kerktoren. Waarom dit onderwerp? Naar ons idee sloot het vrij goed aan bij een aantal zaken die reeds in de brugklas behandeld waren: hoeken, tekenen op schaal, kijklijnen, driehoeken, meten.

## Opzet van het project

Vervolgens ga je nadenken over de opzet van het project. Ga je heel open te werk en laat je alles aan de leerlingen over of neem je ze toch wat bij de hand en geef je de nodige richting. Zo'n eerste keer kies je dan toch maar voor het laatste. Zo maar in het wilde weg gaan meten en alles

aan de leerlingen over laten, leek ons niet zo geschikt: we vonden dat het project ook wat op moest leveren. Dit leidde uiteindelijk tot de volgende opzet:

- er zal gewerkt worden in groepjes;
- er wordt een kennen- en kunnenlijstje gemaakt zodat de leerlingen weten wat verwacht wordt;
- voor de leerlingen worden werbladen gemaakt;
- de leerlingen denken na over hoe de hoogte van de toren op te meten is en bedenken per groep 3 verschillende meetmethodes;
- het werkblad dat het meeste aansluit bij de ideeën van de groep wordt door het groepje uitgewerkt;
- de meetmethode wordt eerst op het werkblad 'theoretisch' voorbereid aan de hand van een voorbeeld;
- in de klas wordt met de verschillende meetinstrumenten geoefend;
- er wordt door de leerlingen een concreet werkplan gemaakt voor de echte meetles met taakverdeling en benodigd materiaal;
- berekeningen komen op de werbladen;
- iedereen maakt een verslag van het project.

De voorbereiding zou 2 lesuren in beslag nemen, het werkelijke meten 1 lesuur en voor de verwerking van de gegevens en het verslag was ook 1 lesuur uitgetrokken. Uiteindelijk bleken we voor de voorbereiding 3 lesuren nodig te hebben.

## Vier meetmethodes uitgewerkt

Omdat we een werkboekje wilden maken, moesten we een aantal meetmethodes nader uitwerken. Over mogelijke oplossingsmethoden moest dus eerst nagedacht worden:

- maak gebruik van een foto;
- vergelijk de lengte van de toren met de lengte van één persoon;
- meet de hoogte van een aantal steenlagen en gebruik dit als referentie;
- maak een tekening op schaal;
- maak gebruik van de schaduwlengte;
- gebruik een sheet met ruitjes;
- gebruik een rechthoekige gelijkbenige driehoek;
- of een driehoek met hoeken van 30, 60 en 90 graden;
- kijken door een buisje.

Het zou te ver voeren ieder idee in een werkboekje uit te werken. Ook om praktische redenen moest er een keus gemaakt worden: misschien zou op de bewuste dag de zon wel niet schijnen of valt de schaduw zodanig dat die erg moeilijk te meten is. Uiteindelijk bleven er vier meetmethodes over, waarvan we dachten dat die hetbeste in de praktijk uitvoerbaar waren.

### Tekenen op schaal

Vanaf een zekere afstand wordt gemeten onder welke hoek de spits van de toren gezien wordt. Dit kan o.a. met een z.g. clinometer (hoogtemeterpistool). Het instrument is te koop bij Stenvert in Apeldoorn. Prijs  $\pm f$  25,-. De afstand tot de voet van de toren kan worden opgemeten met een meetlint (te koop in iedere doe-het-zelf zaak voor  $\pm f$  50,-) of een meetwiel met klik (Stenvert, Apeldoorn,  $\pm f$  45,-). Van de hele situatie wordt een schaaltekening gemaakt en in die tekening kan de hoogte van de toren opgemeten worden en vervolgens via de schaal omgerekend naar de werkelijke hoogte.

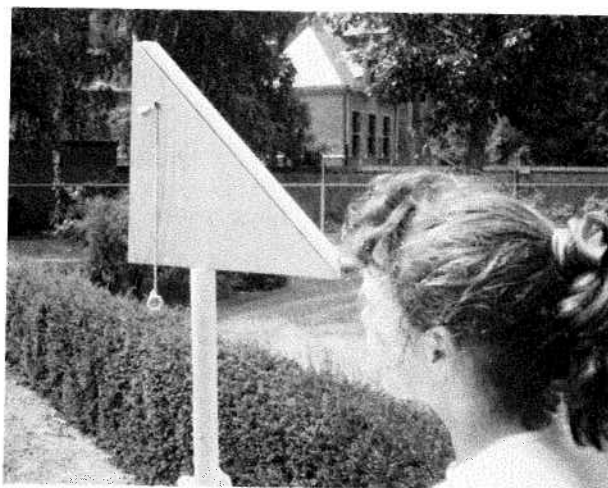


### 'Hoogtemeter'

Het achterliggende idee van de z.g. hoogtemeter is de rechthoekige gelijkbenige driehoek. Eén rechthoekszijde wordt horizontaal gehouden, er wordt gekeken over de schuine zijde. Men verplaatst zich totdat de top van de toren precies in één lijn ligt met de schuine zijde. De hoogte van de toren is dan gelijk aan de afstand tot de voet van de toren vermeerderd met de ooghoogte.

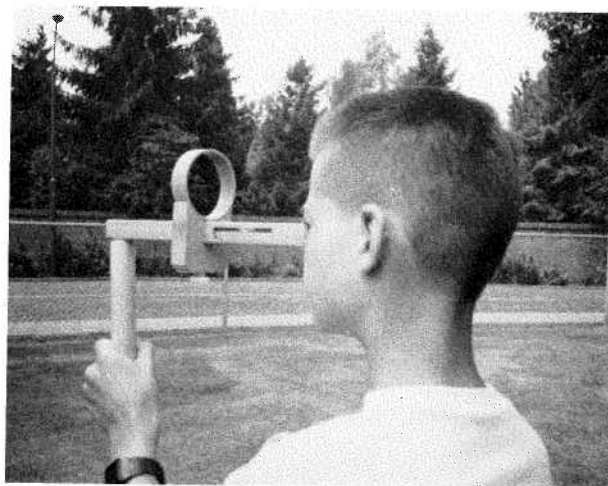
Het bijbehorende instrument is vrij eenvoudig zelf te maken: een houten rechthoekige gelijkbenige driehoek met rechthoekszijden van ongeveer 25 cm en op de schuine zijde een pvc-pijpje (electriciteitszaak) om doorheen te kijken. Om te zorgen dat de onderste rechthoekszijde precies horizontaal gehouden wordt, is aan de zijkant een eenvoudig schietlood gemaakt: een lijn loodrecht op de horizontale zijde met bovenaan een schroefje met daaraan een touwtje dat onderaan verzwaard is.

Om de afstand tot de voet van de toren te meten, dient men te beschikken over een meetlint of een meetwiel met klik.



### 'Kijkraam'

Het kijken door een sheet met een ruitjespatroon leidde tot het z.g. 'kijkraam'. Horizontaal een plankje met loodrecht daarop een stuk doorzichtig hard plastic geschroefd. Op het doorzichtige deel is een ruitjespatroon van 2 bij 2 aangebracht. De meetmethode werkt alleen goed als het 'ruitjesblad' precies verticaal gehouden wordt. Daartoe is op het plankje een lijnwaterpasje bevestigd ( $\pm f$  8,- bij een doe-het-zelf zaak) teneinde deze precies horizontaal te kunnen houden. Met een stiftpen kan op het doorzichtige ruitjesblad de hoogte worden afgezet en het aantal hokjes geteld. Tevens wordt gemeten wat de werkelijke hoogte is als één hokje op de toren geprojecteerd wordt. Hiervoor is een meetlint of een maatlat nodig. Een vermenigvuldiging leidt tot de werkelijke hoogte.



### 'Kijkronkje'

Bij het kijkronkje wordt gekeken over een horizontale lat waarop een verschuifbaar rondje is aangebracht. Het rondje wordt zodanig neergezet dat de torenspits vanuit het oogpunt precies in het rondje past. Er ontstaan twee rechthoekige driehoeken die gelijkvormig zijn: één gevormd door oog en rondje, de ander gevormd door oog en toren.

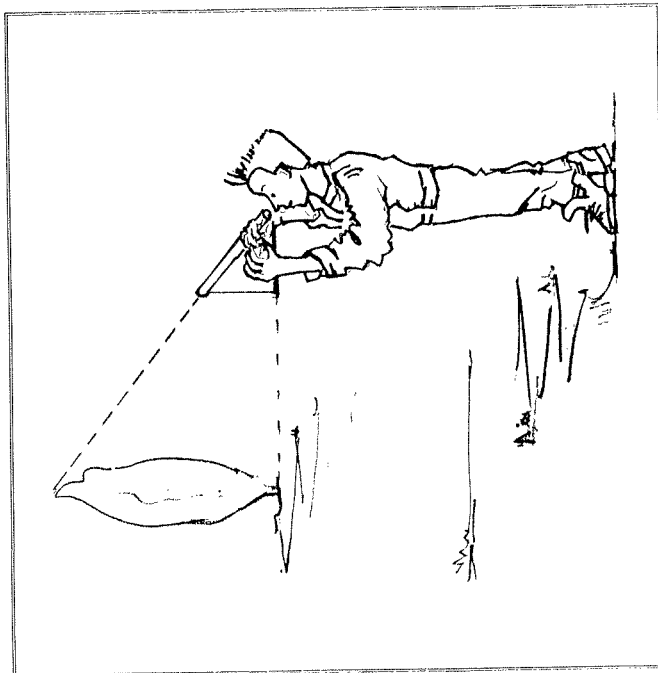
De verhouding van de zijden kan bepaald worden door

## Enkele pagina's uit het werkboekje voor de hoogtemeter

### HOE HOOG ? (2)

DE HOOGTE VAN EEN BOOM.

Bij Ans in de tuin staat een hoge boom. Ans zou wel eens willen weten hoe hoog die boom eigenlijk is. Zij zou er in kunnen klimmen, maar ze kan toch niet bij het topje. Ze moet dus iets anders bedenken!



Ans gaat de lengte van de boom bepalen met een hoogtemeter. Julie gaat haar daarbij helpen.

Om alles beter te kunnen begrijpen gaan we een tekening maken op het bijbehorende werkblad.

In de tekening, op werkblad 1, gaan we alles schematisch weergeven.

- Teken onderaan op werkblad 1 een horizontale lijn. Dit stelt de grond voor.
- Nu moet je de boom in het plaatje gaan tekenen. De boom tekenen is schematisch als een pijl. Weet je al hoe hoog de boom is? Weet je nu al hoe lang de pijl moet worden? Je tekent nu een pijl met een willekeurige lengte, d.w.z. je mag zelf weten hoe lang de pijl wordt. Kies in de tekening een plaats voor de boom en teken daar een pijl.

We gaan er nu van uit dat we de lengte van de pijl (is de hoogte van de boom) niet weten. Met behulp van andere maten, die we eerst nog moeten vinden, kunnen we de lengte van de pijl bepalen. We gebruiken daarbij ook een hoogtemeter.

- Bekijk de hoogtemeter en oefen er mee. Kijk ook naar het plaatje op de vorige bladzijde.
- Wat voor soort driehoek is het driehoekje dat bij de hoogtemeter onder het klikbuisje zit?
- Welke zijden van dat driehoekje zijn gelijk?

De hoogtemeter staat op een stok van 1,50 meter.

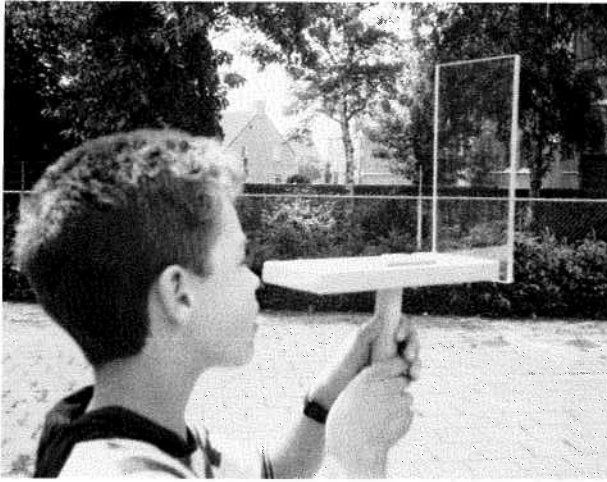
- Kies op het werkblad een plaats voor de hoogtemeter. Teken daar de hoogtemeter. Neem voor de stok 1,5 cm. (Teken het driehoekje van de hoogtemeter niet te klein.)
- Stippel de kijklijn als je door het buisje van de hoogte meter kijkt.
- Komt die kijklijn precies bij de top van de boom uit? Waarom niet, denk je?

Om de hoogte van de boom te kunnen meten moet de kijklijn wel bij de top van de boom uitkomen. We gaan de kijklijn met behulp van de goedriehoek evenwijdig opschuiven tot aan de top van de boom.

- Schuif de kijklijn op je werkblad op en schuif daarna de hoogtemeter op.
- Teken een horizontale stippellijn langs de onderkant van de hoogtemeter.
- Zie jij nu in je tekening nog een driehoek die precies dezelfde vorm heeft als de driehoek van je hoogtemeter? Geef die driehoek in kleur aan.

De onderste zijde van die grote driehoek kom je te weten door de afstand van de boom tot de hoogtemeter te meten.

- Meet de afstand van de hoogtemeter tot de boom. (1 cm, in de tekening is in werkelijkheid 1 meter)
- Antwoord: ....
- Hoe groot is nu de verticale zijde van die grote driehoek? Antwoord: ....
- Hoe groot is de boom dus? Antwoord: ....



van beide driehoeken de basis op te meten: van de kleine driehoek de afstand van het oog tot het rondje en van de grote driehoek de afstand van het oog tot de voet van de toren. Deze maten worden met de doorsnede van het kijk-rondje in een verhoudingstabel gezet en daaruit kan de hoogte van de toren berekend worden.

Het meetinstrument is gemaakt van een kruishout, een stuk timmermansgereedschap dat de laatste jaren niet meer zo veel gebruikt wordt. Tussen de onderling beweegbare maatlatten is ruimte gezaagd voor een lijnwaterpasje ( $\pm f 8,-$ ) teneinde het instrument horizontaal te kunnen houden. Van het verstelbare blok is een gedeelte met de figuurzaag weggezaagd zodat er een stuk van een pvc-pijp (2 cm) met een diameter van 75 mm in past. Zo'n stukje van een pvc-pijp is waarschijnlijk bij een loodgieter, als afval, gratis verkrijgbaar. In de praktijk bleek een diameter van 75 mm aan de kleine kant. Men moet te ver van de toren gaan staan om de hele toren in het rondje te 'vangen'. Het is aan te bevelen hiervoor een pijp met een diameter van 100 tot 125 mm te kiezen. Voor het meten van de afstanden is wederom een meetlint of een meetwiel nodig.

Om gemakkelijk te kunnen werken konden alle meetinstrumenten, uitgezonderd de clinometer, op een hoogte van 1,50 meter geplaatst worden. Hiervoor werd een bezemsteel van genoemde lengte gebruikt ( $\pm f 7,-$  bij de doe-het-zelf zaak). Om het schrijven buiten te vergemakkelijken, kan men gebruik maken van mappen.

De bekostiging van de verschillende meetinstrumenten die bij het GWA-project gebruikt werden, geschiedde uit de gelden die wij als proefschool ter beschikking gesteld kregen voor de inrichting van een Wiskundewerklokaal.

## De uitvoering

De leerlingen hebben zeer geanimeerd aan het project gewerkt. Ze zijn er over het algemeen vijf lessen redelijk intensief mee bezig geweest. Afhankelijk van de meetmethode die men onder handen had, werd het project van 'goed te doen' tot 'aan de moeilijke kant' beoordeeld. Ondanks het feit dat de meetmethoden nogal onnauwkeurig waren, kwamen de meesten toch redelijk in de buurt van de werkelijke hoogte. Mede ook omdat de meeste groepen meerdere metingen verricht hebben.

Ter illustratie volgt hierna een verslag geschreven door Lidy, die heel goed als een gemiddelde leerling kan doorgaan.

### Verslag meetles

Om 5 voor half 9 moesten we de klas binnen komen. We moesten per groep onze spullen pakken zoals de hoogtemeter, de stok, een blaadje, een pen en een meter.

Om half negen gingen we naar buiten. Iedere groep ging ergens anders staan.

Het eerste punt waar we gingen staan was op de hoek van de Gastelseweg en de Kerkstraat. Loes hield de stok vast, Inge keek door het buisje, Mariken schreef en Lidy meette. Na wat verschuiven had Inge het haantje van de toren in zicht door het buisje. Toen ging Lidy met de meter de afstand van de hoogtemeter naar de kerk meten. De afstand die we gemeten hadden was 74 meter.

Toen gingen we de kerk meten in de tuin van de pastoor. Toen Inge weer het haantje van de toren in zicht had door het buisje ging Lidy weer meten met de meter. Dat was wel een gedoe met dat ding.

Maar we hadden wel lol gehad.

Toen gingen we de kerk meten op het pleintje (Kloosterdreef).

Daar was de kerk 72 meter. Ik vond het wel een leuke les.

### Berekening:

Op het eerste punt hadden we 74 meter gemeten.

Op het tweede punt hadden we 70 meter gemeten.

Op het derde punt hadden we 72 meter gemeten.

$74 + 70 + 72 = 216$      $216 : 3 = 72$  meter.

De kerktoren is 72 meter.

### Bevindingen:

Ik vond het een leuke serie lessen omdat je heel veel moest samenwerken en dat we naar buiten gingen. Ik vond het wel gemakkelijk. We konden goed samenwerken. Iedereen deed ongeveer evenveel. We konden alles in de beschikbare tijd doen want toen we buiten de kerk gingen meten hadden we dat 3x gedaan. Ik zou van zulke wiskundelessen altijd wel willen doen.