

Je moet wel een hele grote cirkel zijn...

Wiskunde op werkweek

M. Abels / G. Schoemaker

Freudenthal instituut, RU Utrecht

De derde klassen mavo - 86 leerlingen - van de Ger. S.G. Greijdanus te Zwolle zijn de week voor de examens op werkweek in Eupen. Werkweek betekent ook werkweek. Voor diverse vakken zijn activiteiten gepland. Zo kregen de leerlingen met frans in hun pakket de opdracht om in de stad alle mogelijke borden met tekst op te zoeken en de vertaling erbij geven. En op donderdag wiskunde. Wij werden uitgenodigd om daar bij te zijn ...

Wat vooraf ging

Voor wiskunde is al het een en ander in de klas gedaan. Hier zijn drie typen van problemen uitgehaald:

- In de pakketten 'The Dongs' en 'Rekenen in de meetkunde' moeten de leerlingen plaatsbepalen via kijklijnen en hoeken tekenen. Bij een verkenningstocht een maand te voren heeft docent Wim Schaafsma op het stuwmeer zes bakentjes zien liggen. Op elk drijfbaken stond een vlag. Daarvoor bestaan eenvoudige peilkompassen, zoals wandelaars in onherbergzame gebieden gebruiken.



Het stuwmeer bij Eupen

Door te peilen vanaf een punt op de stuw en een punt op de wal kun je de plaats van de bakens op de kaart vaststellen.

- In het pakket 'Rekenen in de meetkunde' wordt ter introductie van de tangens met hellingen en hellingshoeken gewerkt.

Op school is een hellingmeter gemaakt, een lange lat met een waterpasje erop en een verticale paal met centimeterverdeling.

Op school is al nagedacht hoe je daar dan mee kunt rekenen. De leerlingen hebben een tabel gemaakt voor het hellingpercentage.

- De leerlingen hebben op school de tangens leren gebruiken bij berekeningen van hoeken en afstanden.

Bij een gemeten hoek en een afstand tot de voet van de toren hoort een hoogte van de toren.

Hoe hangt dat samen? Daarover is van te voren nagedacht in de klas. Er is daarna een strategie ontwikkeld hoe je met de hoogtekijker en een meetlint een aardige uitkomst kunt krijgen.

Een essentiële stap was hierbij het idee dat je een paar keer moest meten op verschillende afstanden van de toren. Dat leidde tot de vondst om een tabel te maken met twee ingangen: afstand en hoek.

De leerlingen verdeelden het werk aan de tabel. Allemaal kregen ze te maken met het nut van een korte no-

WISKUNDE-PROJECT EUPEN 13 MEI 1992

TABEL NODIG BIJ HOOGTE-STUWDAM OF HOOGTE UITRIJKTOREN

afstand hoek	10 m	12.5 m	15 m	17.5 m	20 m	22.5 m
45	10.00	12.50	15.00	17.50	20.00	22.50
47	10.72	13.40	16.09	18.77	21.45	24.13
49	11.50	14.38	17.26	20.13	23.01	25.88
51	12.35	15.44	18.52	21.61	24.70	27.79
53	13.27	16.59	19.91	23.22	26.54	29.86
55	14.28	17.85	21.42	24.99	28.56	32.13
57	15.40	19.25	23.10	26.95	30.80	34.65
59	16.64	20.80	24.96	29.12	33.29	37.45
61	18.04	22.55	27.06	31.57	36.08	40.59
63	19.63	24.53	29.44	34.35	39.25	44.16
65	21.45	26.81	32.17	37.53	42.89	48.25
67	23.56	29.45	35.34	41.23	47.12	53.01
69	26.05	32.56	39.08	45.59	52.10	58.61
71	29.04	36.30	43.56	50.82	58.08	65.34
73	32.71	40.89	49.06	57.24	65.42	73.59
75	37.32	46.65	55.98	65.31	74.64	83.97
77	43.31	54.14	64.97	75.80	86.63	97.46
79	51.45	64.31	77.17	90.03	102.89	115.75
81	63.14	78.92	94.71	110.49	126.28	142.06
83	81.44	101.80	122.17	142.53	162.89	183.25
85	114.30	142.88	171.45	200.03	228.60	257.18

tatie voor de berekening, een woordformule, zoiets als tangens hoek maal de afstand. Later moet je dan wel de hoogte van het kijkertje verdisconteren.



In de weer met de hoekmeter

Deze wiskundeopdrachten bestaan elk uit vier fasen.

- De wiskundelessen, waarin je werkt aan het meetkundeprogramma.
- Het voorwerk in de klas met een theoretische door-denking en uitvoering, zoals het maken van de hoogtetabel.
- Het meetwerk op locatie tijdens de werkweek.
- Het verslag dat je op school afmaakt.

Op locatie

De stuw bij Eupen. Dat heet in Eupen barrage of Wasser-sperre. Aan de ene kant het meer met de drijfbakens, in de omgeving voldoende torentjes om te meten en hellingen te over.

Aan de andere kant van de stuw kun je in het dal meten, maar je ziet ook nieuwe interessante dingen.



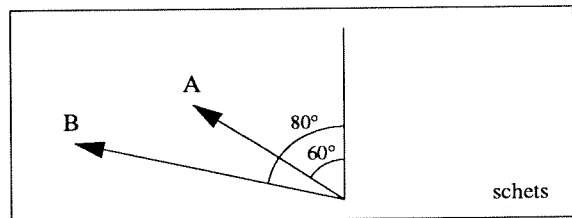
Grasmaaien

Werkplek 3, midden op de stuw.

De één hanteert het kompas, de ander tekent.

'Linkse bakken, 63 graden. Die daarnaast 80 graden.'

Toen verwarring, in de schets werd het niet zoals zij het voor zich zagen:



'Hé, nu ligt ie aan de linkerkant en ik zie 'm rechts liggen. Hoe kan dat nou?'

Er werd opnieuw gemeten.

Een kleine ingreep van mijn kant:

'Wat is dat lijntje naar boven (zie tekening)?'

'Het noorden.'

'Wat kun je met dat kompas allemaal doen?'

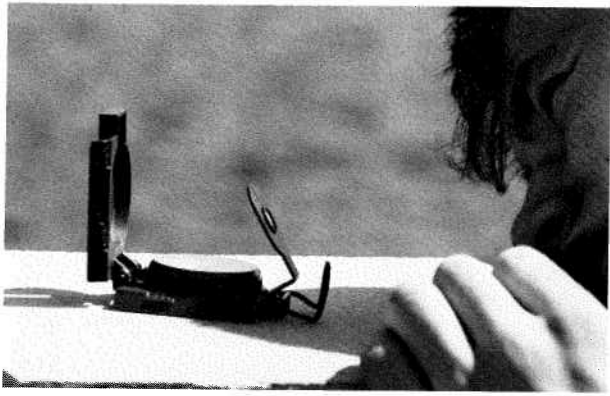
'Kijken waar het noorden ligt.'

'.....'

Als je met een peilkompassje op de stuw staat en de wind doet je blaadjes wapperen dan is een peiling maken in-eens anders dan op school. Het noorden is niet een pijltje



Peilen op de suw



Peilen op de stuw

naar boven op je blaadje, het noorden op de stuw is ook niet recht voor je. Dat geeft bij sommige leerlingen een groot denkconflict.

Het aflezen van de hoek is ook niet zo makkelijk. Bij welk streepje? En dan het probleem om al die richtingen op je blaadje goed te krijgen.

Peilen bleek het meest ongrijpbare van alle metingen en berekeningen.

Het is zeer warm.

Voor het vervoer per auto moest de lat voor hellingmeten van een weg doorgezaagd en met scharnieren weer vastgezet. Het doorhangen is er niet beter op geworden.

Per stukje gemeten helling zetten ze een bordje met de helling in de berm. Voor de veiligheid hebben ze echte pilons neergezet voor het achteropkomend verkeer.

Leerlingen rollen het meetlint uit bij de toren. Dan pas merken ze dat er in de gekozen richting geen ruimte is voor 20 meter. En de opdracht is om ook een meting te doen op 20 meter afstand van de voet.

Aarzelend. Fout van meneer Schaafsma, het kan niet....

We kunnen ook de andere kant uit meten, zitten we nog in de schaduw ook.



De lat voor het hellingmeten

De werkelijkheid is anders

Veel kun je vooraf bedenken zoals het meenemen van de pilons voor het hellingmeten. Veiligheid is een buitengewoon belangrijk punt. Daar mag je niet te licht over denken.

Bij de studiereis vooraf heeft Wim Schaafsma zich gerealiseerd dat hij de leerlingen een praktische hint moest geven om de vlaggen al bij de eerste peiling namen te geven. Voor de meesten wordt dat gewoon A, B, C... Bij de tweede peiling had je dan tenminste de mogelijkheid te zeggen welke vlag je met welk snijpunt te pakken had.

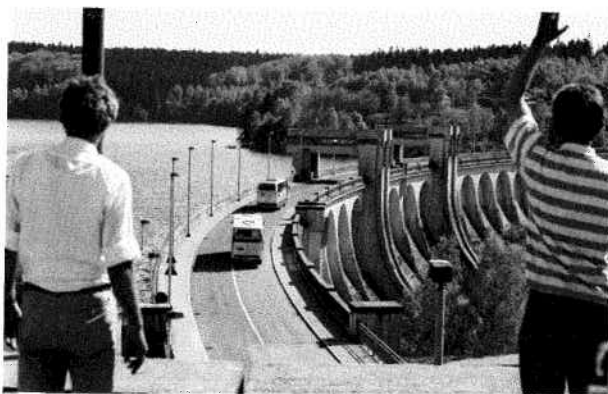
Maar je kunt niet alles voorzien. De vlaggen op de drijfbakens die er een maand geleden nog stonden, zijn weggehaald. 's Morgens bij de verkenning vooraf even irritatie: En ze hadden nog zo gezegd dat ze er altijd staan. 's Middags bij de metingen is er geen mens die er moeilijk over doet. Terwijl in de leerlingentekst overal het woord vlag staat.

Het water van het stuwmeer ziet er prachtig uit, blauwgroenig, kleine golfjes met zonneglimpjes. Voor de kinderen van 3 mavo overheerst een ander beeld. Twee dagen geleden tijdens een wandeling langs de oever zagen ze politie en duikers bezig. Het lijk van een vrouw werd uit het water gevist. Bijna alle kinderen beginnen hierover als ze over het grauwe water kijken naar de drijfbakens.

Waar ben je op de kaart?

Ja midden op de stuw. Maar nauwkeuriger aanduiding geeft de kaart niet. Bijvoorbeeld niet de bouwwerkjes op de stuw. Vanuit de oever worden de drijfbakens gepeild. De leraar bij deze 'werkplek' vangt een stukje dialoog op. Leerling: Als we hier staan, klopt het niet. Dan kun je die boei niet eens zien. Die zou achter het land daar moeten zitten.

Na uitvoering van de opdrachten lopen we terug naar de bus. Het laatste steile stukje sjokt iedereen moe en be-



Allemaal weer in de bus

zweet omhoog. Ik hoor een leerling zich zorgen maken over de beoordeling voor het werkstuk. Een medeleerling troost hem met de woorden: 'Je moet wel een hele grote cirkel zijn, wil je van Schaafsma hiervoor een onvoldoende krijgen.'

Achteraf

De hellingmeter is niet je dat. Zo'n lat gaat altijd doorhangen.

Vraag achteraf aan de leerlingen die dit ervaren hebben: Hoe doen ze dat bij de NS, die draden voor de stroom zo mooi horizontaal houden over grote lengtes?

Een volgende keer: Wellicht een hoogtemeting maken met de hoekmeter. Maar dan kun je je denkmodel van de toren niet meer gebruiken omdat je niet kunt meten naar de voet van de toren, wel over de weg naar het topje. En als je dan de hellingshoek meet kun je een tabel maken met behulp van de sinus.

Peilingen op zee gaan net andersom. Je wilt weten waar je bent op de kaart. De punten die je peilt staan al op de kaart. Peilingen van wandelaars in de woestijn hebben hetzelfde doel: waar ben ik?

Het lijkt in het stuwmeer. Daar moeten ze veel over kunnen praten die kinderen. Dit hebben ze allemaal meege maakt. Goed dat ze er over konden praten en goed dat het al weer zo ver weg zat dat ze in staat waren over datzelfde water te kijken en te meten met bakentjes.

In de gewone les? Wat is de ellende die straks één leerling zit te verstouwen? De lessen gaan gewoon door. De werkelijkheid is anders.

Integratie

Daar ging het allemaal om. Kun je je kennis integreren met bestaande kennis en toepassen in een complexe situatie, bijvoorbeeld op flapperend papier op de rand van de stuwdam?

Voor leerlingen een ervaring dat de werkelijkheid weer-



Er moeten fietsen mee met een mandje voorop met spullen bij een meetpost.

barstiger is dan die leek met je tabel die je op school maakte.

Voor leraren is er net zo'n ervaring. De aardrijkskundeleraar die zich realiseerde dat de meridiaanlijn op de kaart voor de leerlingen niet vanzelfsprekend de noordrichting aangaf. Wel als je in de klas zit, maar blijkbaar niet als je met een peilkompas aan de oever van het stuwmeer staat.

Organisatie

De voorbereiding was perfect. Van tevoren op locatie alles verkennen. Maar dan nog blijken de vlaggen ineens weg te zijn. Ergernis. Ze hadden nog zo gezegd. In de praktijk geen enkel probleem. Waarom niet? Omdat verder alles perfect in orde was.

De integratie wordt duur betaald. Voorbereiding, vooral organisatie, de groepsindeling, hoe komt iedereen op tijd op de goeie werkplek, een speciaal opdrachtenboekje enzovoort, enzovoort. Een enorme organisatie voor 86 leerlingen en 6 docenten op de meetposten.

Maar volgend jaar willen ze - de docenten - het opnieuw organiseren. Niet alleen de wiskundeleraars, ook de docenten Frans en aardrijkskunde die op een meetpost gestationeerd waren.