

De langste dag

Een voorbeeld van GWA

F. J. van den Brink

OW & OC, RU Utrecht

Inleiding

De letters GWA staan voor Geïntegreerde Wiskundige Activiteiten. Binnen het team W12-16, dat werkt aan het ontwikkelen van een nieuw wiskundeprogramma voor alle leerlingen van 12 tot 16 jaar, wordt niet alleen gedacht aan onderwerpen uit algebra, meetkunde en rekenen. Onder de naam GWA proberen we in het nieuwe wiskundeprogramma tijd te reserveren waarin de leerlingen meer themagericht bezig kunnen zijn met wiskunde. Het gaat erom dat ze hun eerdere opgedane wiskundekennis geïntegreerd leren gebruiken. De manier waarop GWA ingevuld wordt, kan per school, per docent en zelfs per leerling verschillen. U kunt bijvoorbeeld denken aan gebruik van wiskundige kennis bij een zeilweek op het Veerse Meer of aan onderwerpen die voortkomen uit de actualiteit, zoals een zware storm of een maansverduistering. Allerlei zaken die nuttig of van belang zijn voor leerlingen van 12 tot 16 jaar kunnen bovendien een bron zijn voor GWA, variërend van een krantenwijkje van een individuele leerling tot een project over beroepskeuze binnen de school.

De bedoeling is om voor deze onderwerpen allerlei wiskundige activiteiten te ontwikkelen die steunen op de gangbare wiskunde uit de school of die daarvoor een motiverende inleiding zijn. 'De langste dag' is een voorbeeld van zo'n GWA-project.

Project De langste dag

Deze zonnebanenkaart (fig. 1, zie volgende pagina) die door het KNMI wordt uitgegeven, inspireerde op school tot allerlei wiskundige activiteiten tijdens de week waarin de langste dag viel:

- Activiteiten om bewust te worden op welk tijdstip en in welke richting de zon staat. (De zon dus als klok en/of als kompas.)
- Een nieuwtje om met de vertrouwde geodriehoek de zonshoogte of zonnehoek te meten. (Hoeken worden daardoor niet alleen in een horizontaal vlak, maar ook in verticale vlakken gemeten.)
- De zonnebanenkaart als bouwplaat om een zonnepanorama te ontwerpen of om met twee of meer kaarten één doorlopende golf te maken. (Periodieke functies in de zonnebanenkaart onderzoeken.)

- Denken over het verschijnsel dat de zon ten opzichte van de aarde beweegt, dan wel de aarde om de zon. (Een kwestie van blikwisselingen.)
- De tijdzones die ons als gebieden met gelijke tijd vertrouwd zijn, maar die ook als middel tot plaatsbepaling op aarde kunnen dienen (ooster- en westerlengte).

Met deze ideeën in het achterhoofd ontwierpen we een onderwijsleerpakket dat uit drie gedeelten bestaat:

1. Aansluiten bij de ervaringen van kinderen en experimenteren met de zon.
2. Modellen en grafieken ofwel knippen, buigen, plakken en denken.
3. En enige verwante onderwerpen.

Deze drie onderdelen zijn in onze ontwerpsscholen in Oldenzaal en Utrecht (leao-mavo-scholen) aan de orde geweest. Het artikel is gebaseerd op de ervaringen die we daarbij opdeden.

Ervaringen van kinderen en experimenteren met de zon

De zon als klok en als kompas

Het was een schitterende, wolkenloze dag.

'Waar staat de zon?', vroeg ik.

Karin keek naar buiten door het raam, knikte en zei: 'Ik weet niet waar de zon staat, want ik zie hem niet door het raam. Kijk maar'.

Inderdaad de zon stond te hoog, je kon hem niet zien.

Nu pas werd ik me bewust hoe gemakkelijk wij, onderwijsgeevenden, verbanden leggen tussen de plaats van de zon en schaduwen of lichte vlekken. Voor kinderen ligt dit lang niet zo voor de hand. Het is niet alleen waarnemen, maar vooral ruimtelijk redeneren.

In de klas ging de discussie voort: 'Maar je mag helemaal niet in de zon kijken. Daar word je blind van. Aan je schaduw kun je zien waar de zon staat. Als je met je rug in de zon gaat staan dan zie je je schaduw en dan zit de zon pal achter je', wist een ander te vertellen.

'In welk lokaal van de school zou je de zon nu wél kunnen zien?'

De kinderen noemden lokalen. Ze mochten niet ter plaatse vaststellen of het wel zo was, maar door vanuit

Zonshoogte (de zonnehoek) meten met je geodriehoek
 In de tweede les wordt het meten van de zonshoogte met behulp van de geodriehoek voorbereid. De kinderen beheersen al de standaardprocedure voor het meten van hoeken waarbij het nulpunt in het midden van de geodriehoek bij het hoekpunt van de hoek moet worden geplaatst.

Na een opdracht over de verschillende schaduwen die je met een geodriehoek kan maken, wordt op een werkblad een manier ingeleid om de zonnehoek met de geodriehoek te meten (fig. 4).

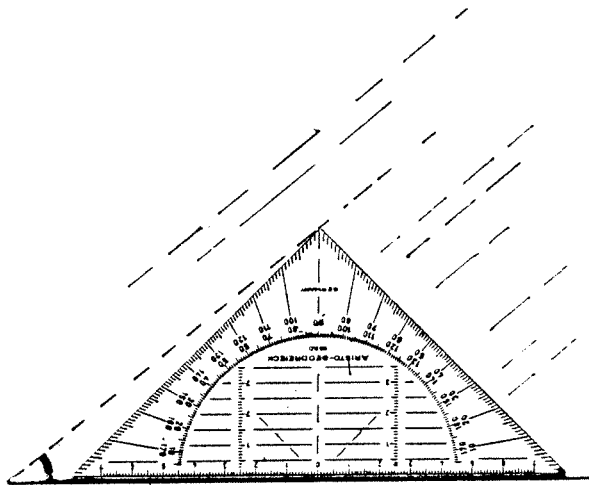


fig. 4

► Meet deze hoek met je geodriehoek. Let op waar je het nulpunt legt van je geodriehoek. Hoeveel graden is die hoek?

► Op de tekening kun je de zonnehoek ook direct van de getekende geodriehoek aflezen. Waar?

Helaas ziet niemand van de leerlingen deze mogelijkheid. Doch pratend over 'zonnestrallen' tekenen ze wél precies het bedoelde been van de hoek (fig. 5).

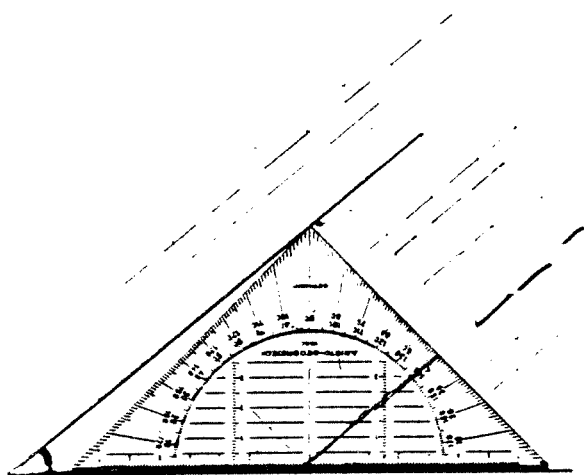


fig. 5

In een groepsopdracht wordt tenslotte de procedure bekeken om de zonshoogte te meten (fig. 6):

de schaduw van het potlood
 wijst de zonnehoek aan

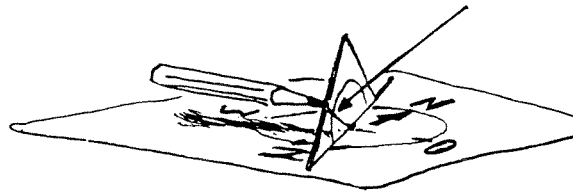


fig. 6

► Bekijk deze tekening eens.

Overleg in je groep en schrijf op hoe je stap voor stap een zonnehoek meet met je geodriehoek en een potlood.

Renate schrijft, nadat ze buiten op deze wijze de zonshoogte heeft gemeten (fig. 7):

- De geodriehoek moet naar de zon wijzen
- Met de potlood heen en weer
- en de schaduw van de potlood moet bij nul zijn.
- dan kijken hoeveel graden.

fig. 7

Modellen en grafieken ofwel knippen, buigen, plakken en denken

In de derde les wordt de zonnebanenkaart geïntroduceerd. Elke leerling krijgt er één en een groot exemplaar hangt voorin de klas. Met de kaart kunnen activiteiten van verschillend niveau worden ondernomen: van knip- en plakwerk tot de bestudering van grafieken, tabellen en formules die op de kaart zijn te zien (fig. 1). Hiermee is 'De langste dag' een project dat in dezelfde week in alle klassen van de school gedraaid kan worden.

Hier volgen voorbeelden van activiteiten die met de kaart zijn uitgevoerd.

De zonnebanenkaart als bouwplaat

Een knip- en plakopdracht om van een zonnebanenkaart een panorama te maken (fig. 8).



fig. 8

Het is niet eenvoudig om de geschikte straal van de kompasroos te vinden. Het probleem kan op verschillende wijzen worden opgelost, afhankelijk van wat de leerling al weet van cirkels.

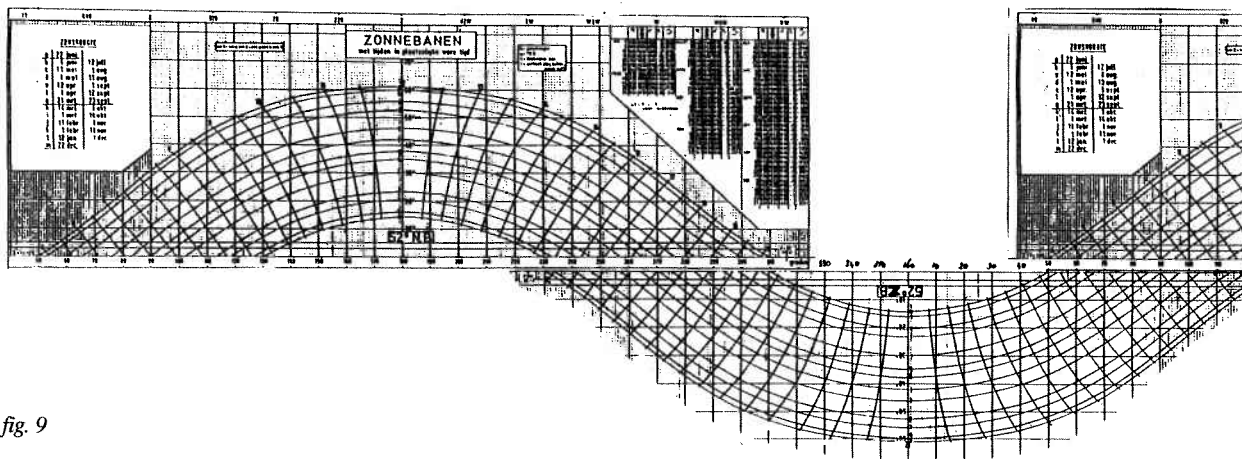


fig. 9

Golvende zonnebanen

Met deze knip- en plak oefening worden twee of meer zonnebanenkaarten aan elkaar gepast (fig. 9).

Er ontstond in klas 2 een discussie over de twee aan elkaar geplakte kaarten. De ene baan gaat over in een andere baan, maar niet alles blijft hetzelfde.

'De baan krijgt een andere letter.'

'Dat is juist goed, want aan de andere kant van de aarde is het nu winter.'

'Je kunt goed zien: als het bij ons zomer is, hebben ze aan de andere kant een kleiner baantje.'

De zonnebanenkaart bekijken

Na het plakken en knippen werd met behulp van een groot aantal vragen de zonnebanenkaart nader bestudeerd door de leerlingen. Het beste verliep dit als de vragen in de klas werden doorgenomen en daarna als huiswerk meegegeven.

Hier volgen enkele van die vragen.

- ▶ Wat betekenen de letters a, b, enzovoort bij de banen?
- ▶ Kleur de zonnebaan van vandaag in de kaart rood.
- ▶ De zon gaat in het oosten op en gaat in het westen onder. Geldt dat voor elke baan?
- ▶ Op welke dagen gaat de zon precies in het oosten op?
- ▶ Hoeveel uren duurt bij ons de langste dag?
- ▶ Streep door wat naar jouw idee fout is:

de hoogte van de zon hangt af van:

- het tijdstip van de dag
- de warmte van de zon
- of het bewolkt is
- of het zomer of winter is
- waar je op aarde bent
- de stand van de maan.

Opmerking:

Met behulp van een computerprogramma (Hypercard) dat de zonnebaan op het scherm kan tekenen op verschillende breedten en gedurende verschillende jaargetijden werd de juistheid van de antwoorden op sommige vragen nagegaan.

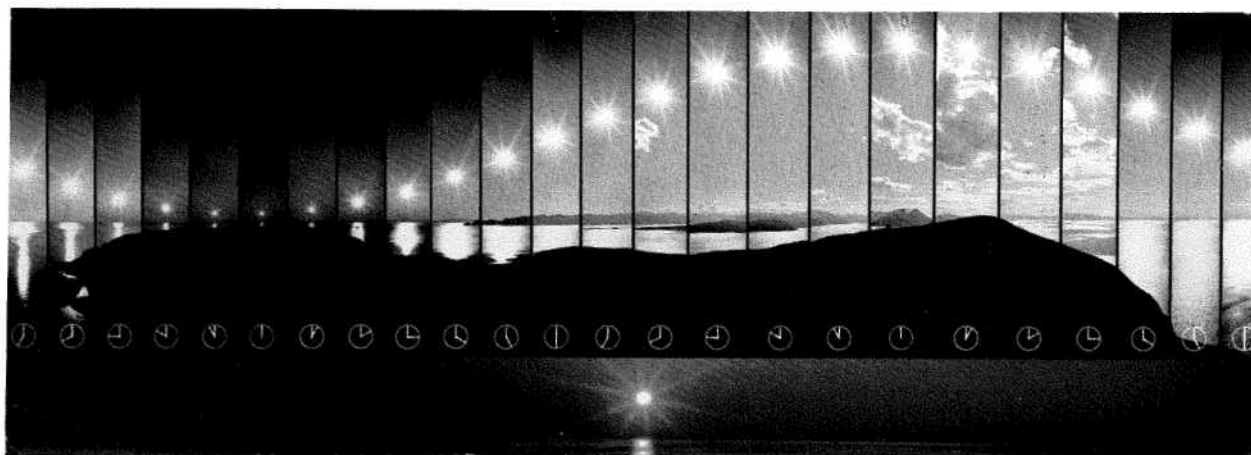
Enige verwante onderwerpen

Het project 'De langste dag' heeft ook geleid tot enkele aanverwante onderwerpen die goed op het voorgaande aansluiten: de midzomernachten en de tijdzonekaart.

Een in het kader van W12-16 ontwikkelde poster hierover was ver voordat met de les over de midzomernachtzon werd begonnen in de klas opgehangen (fig. 10). Daarmee werd de nieuwsgierigheid geprikkeld van op zijn minst enkele leerlingen:

'Wat betekent dat woord eigenlijk: mid-zomer-nacht-zon?'

'Nou, dat er midden in de zomernacht zon is ...'



Een fragment uit de poster Midzomernachtzon

fig. 10

Het was de bedoeling dat de leerlingen het verschijnsel met behulp van het draaimolen-model zouden begrijpen. Een werkblad:



fig. 11

- Kijk eens naar deze tekening (fig. 11) van de Aarde-zon-carroussel op de kermis. Jij zit in het bakje. Kun je steeds de 'zon' (de lamp, dus) blijven zien terwijl je ronddraait?



fig. 12

De bedoeling werd snel begrepen: de draaimolen zelf komt als een berg voor je langs. Alleen als je boven op het puntje van de draaimolen plaats neemt, blijf je de lamp altijd zien. Nou ja, altijd? Je moet regelmatig snel je hoofd omdraaien, vinden sommigen. Nu volgde, als denkoefening, de echte zon en de echte aarde (fig. 13).

- De echte zon staat stil als die vaste lamp. De echte aarde is als een rondtollende bolle draaimolen. Stel je voor dat je op één van de punten A, B of C staat en een dag lang naar de vaste zon kijkt. Wat zie je dan?

Veel kinderen zagen dat het in A dag bleef. Op B: 'De zon blijft op dezelfde hoogte.' In C 'wisselen dag en nacht elkaar af.' Deze goede uitkomsten waren te danken aan het veelvuldige verwijzen naar het draaimolenmodel dat de kinderen sterk aansprak. Ze konden ermee denken. Dat bleek bijvoorbeeld uit de serie foto's van de zon

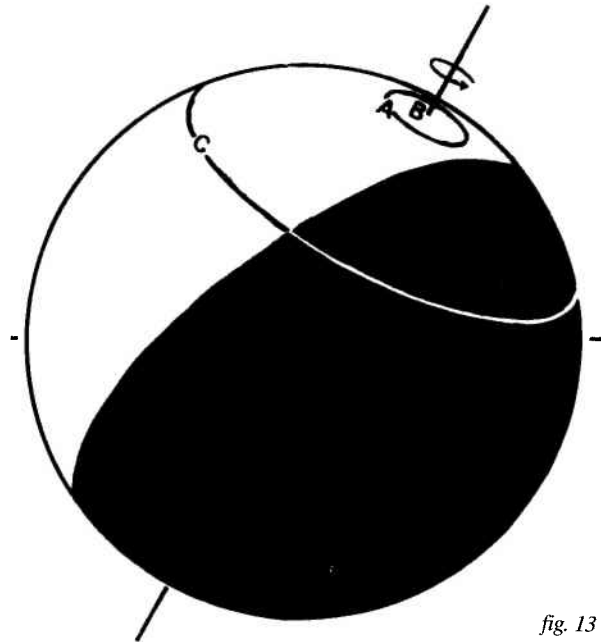


fig. 13

(fig. 14) die ik had samengesteld uit de bekende midzomernachtserie (zie fig. 10).

- Op welk punt (A, B of C) is deze fotoserie genomen? Waarom?

Er volgde een discussie.

Marina: 'Op punt A, omdat daar de zon haast niet verdwijnt.'

Kim meende echter: 'Punt B, omdat de zon in een rechte lijn is te zien.' Maar Elske legde haar uit dat, net als met de draaimolen, de rug van de aarde er voorlangs komt. 'Alleen bij punt B, dan kan de bult er niet meer voor.'

Enkele kinderen dachten overigens dat deze serie foto's een andere was dan op de poster. Bij nader inzien was hij de 'omgekeerde' van die op de poster. Nog een andere fotoserie van de midzomernachtzon werd getoond (fig. 15, zie volgende pagina):

- Welke fotoserie, die van de poster of deze (fig. 15) is dichterbij de noordpool genomen?

Velen kozen de fotoserie van fig. 15 met als voorname reden:

'Hier bewegen de zonnen minder in de hoogte' (Bob) of 'Hier gaat de zon op een rechte lijn' (Patricia).

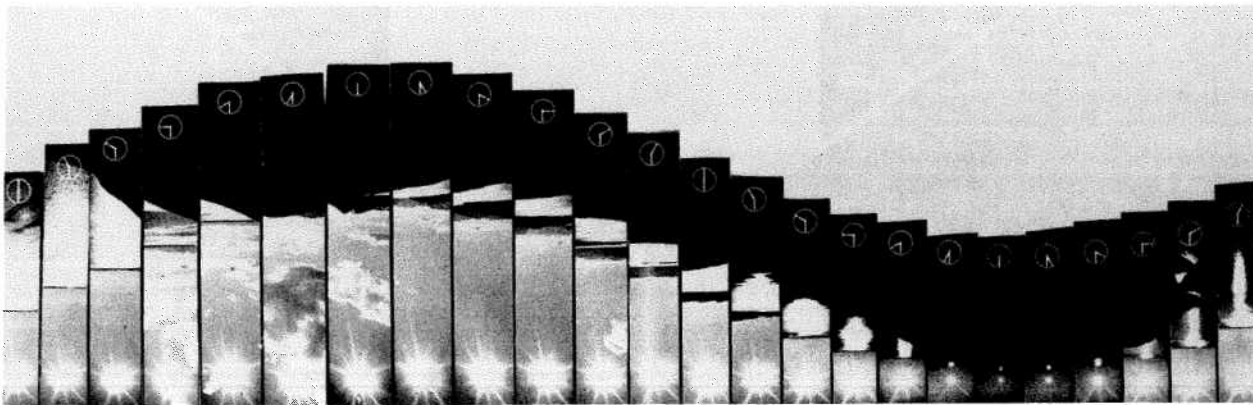


fig. 14



fig. 15

Zonnetje schieten, tijdzones en de schuivende klokkenrij

U moet zich bedenken dat met de bekende verdeling van de aarde in tijdzones (fig. 16) ook een systeem wordt aangegeven om de plaats in ooster- of westerlengte te beschrijven. Op dergelijke tijdzonekaarten staat de 12-uur-klok altijd bij de nulmeridiaan; ik betoog nu dat om verschillende tijdaspecten beter tot hun recht te laten komen de klok ook elders moet kunnen staan, met andere woorden dat de klokkenrij moet kunnen worden verschoven [1]. De kinderen kunnen dat zelf ontdekken. Geef het idee niet meteen prijs.

Barend, de oude zeeman

Tijdens de laatste les deelde ik een tekst uit en las het verhaal voor alsof ik de oude zeerob Barend zelf was. Deze manier van verhalend vertellen werd over het algemeen enthousiast door de kinderen gewaardeerd. Ze deden zelfs aardig mee.

Barend, de oude zeeman uit Veere, vertelt:
'Zat ik op mijn vlotje op een oceaan – ik weet echt niet meer welke. Overal haaien, dat wel. Met mijn geodriehoek meette ik steeds de hoogte van de zon. Ik moest toch iets doen. Dromerig dacht ik aan thuis en keek naar de klok waarop ik de Nederlandse tijd had laten staan. Het was in Holland bijna 12 uur in de nacht, dacht ik; mijn lieve Mien slaapt. Bij mij klom de zon tot de hoogste zonnestand, het was bij mij dus 12 uur in de middag.'

Na het verhaal volgden enkele vragen rondom opsporingssacties.

'Weet je in welke oceaan mijn broer Kobus mij moest zoeken? Hoe weet je dat?'

Het bleek dat velen, aangespoord door het verhaal, direct de plaats wisten.

'Als het in Nederland 12 uur 's nachts is, zit hij op de Grote Oceaan, want hij kon niet op de Noordelijke IJszee zitten, daar zwemmen geen haaien' (Bob).

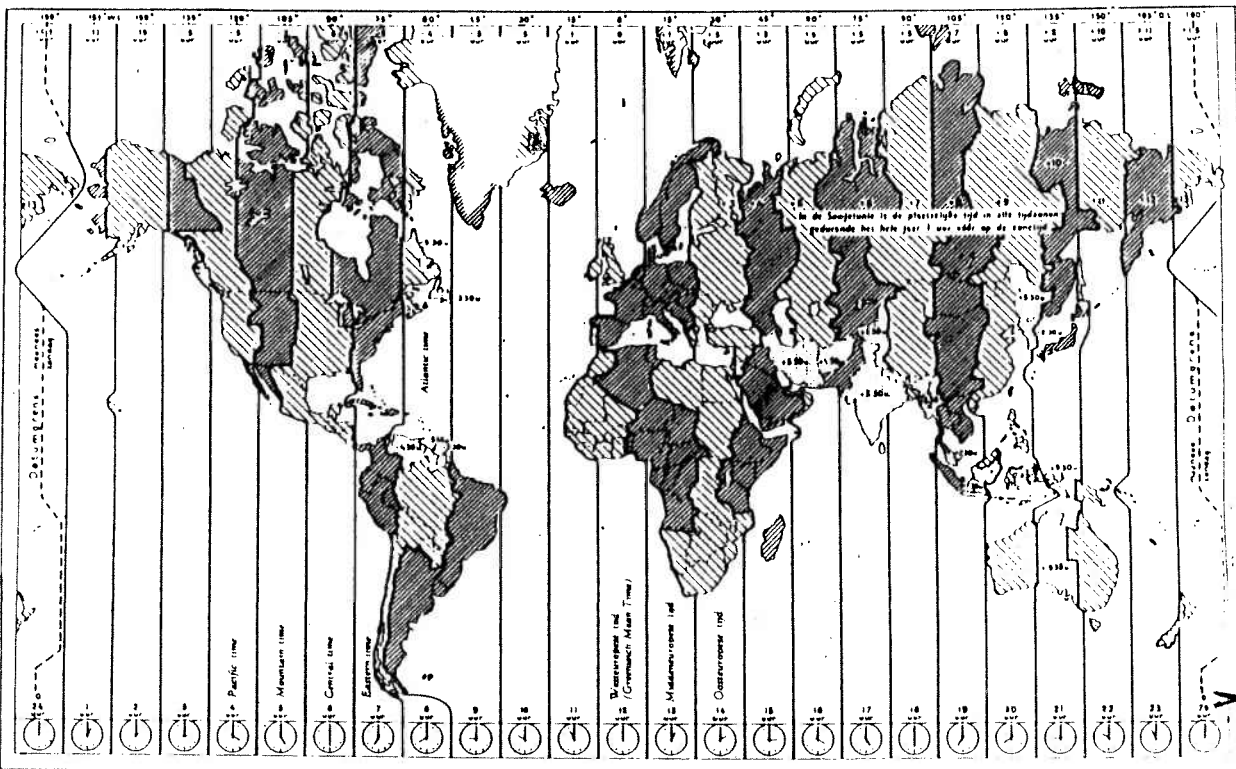


fig. 16

'Op de Grote Oceaan, omdat tussen 12 uur 's middags en 12 uur 's avonds 12 uur zit en dat kun je uittellen op de kaart' (Richard).

► *Bedenk ook zo'n opgave over neef Nelis die Barend te hulp komt onder de titel 'Barend kan me nog meer vertellen'.*

Hier enkele voorbeelden van verhalen die kinderen bedachten. Van elk verhaal is wel weer een opdracht te maken.

'Mijn neef Nelis zocht mij ook op zijn waterscooter. Het was 1 uur 's nachts bij hem en in Nederland was het 2 uur in de middag' (Richard).

'Neef Nelis ging er zwemmend achteraan. Het was toen 15 uur in de middag in Holland. Hij had nog een flink stuk voor de boeg' (Vincent).

'Ik verlang zo naar huis. De haaien liggen om mijn vlot heen en er komen er steeds meer bij. Help, de haaien vreten me op!' (Sylvia).

'Nelis stapte om 12 uur in Nederland in zijn vliegtuig. Waar kan hij 6 uur later staan?' (Ellen).

Tot slot

Eén van de bedoelingen van dit GWA-pakket was om gebruik te maken van leermiddelen, verschijnselen en

ideeën die kinderen vertrouwd zijn. We beoogden een integratie met wat ze al weten, een 'persoonlijke integratie'.

Anderzijds zorgde het pakket voor een uitbreiding van wiskundige onderwerpen die toch al in het wiskundeonderwijs moeten worden geleerd. Deze 'didactische integratie' maakt dat dergelijke GWA-projecten niet vrijblijvend zijn, maar een samenhangend geheel vormen met andere leerstoflijnen.

'De langste dag' is een voorbeeld van zulke 'geïntegreerde wiskundige activiteiten' in deze persoonlijke en didactische zin.

Noot

[1] Met het losknippen van de klokkenrij verschuift bijvoorbeeld de altijd zo mysterieuze 'datumgrens' van de 180° OL over de aarde. De 'datumgrens' krijgt daardoor een betekenis die voor de leerlingen veel begrijpelijker is dan in het statische model. Immers de datumgrens passeert dan onze woonplek op aarde na elke 24 uur en dat is een heel gewoon verschijnsel: het wordt dan een volgende dag.