

De helft van de MTO scholen in Nederland werkt sinds kort met het TWIN materiaal. Eén van die scholen is het IJmond College in Beverwijk. Wiskundedocent **Chris Temme** doet verslag van de eerste bevindingen.

Zo raken jouw spaken behoorlijk in de war

Inleiding

In de *Nieuwe Wiskrant* van maart 1997 schreef Henk van der Kooij een artikel over het TWIN-project voor het MTO¹. Naast een korte schets over het ontstaan en de bedoeling van het project, gaf hij enkele voorbeelden uit het lesmateriaal voor wiskunde van het eerste semester. Daaruit bleek hoe een van de doelstellingen van het project, een echte ondersteuning bieden voor de praktijkvakken in het MTO, gestalte wordt gegeven. Over hoe de leerlingen van onze school werken met en reageren op het nieuwe lesmateriaal wil ik wat vertellen in dit artikel. Ik neem daarbij het hoofdstuk *Verbanden*² uit het TWIN-materiaal als uitgangspunt.

Maar eerst volgt enige informatie over mijn school en het ILS-project waar wij aan meedoen.

De school

De Wenckebach MTS in Beverwijk kende tot voor kort drie afdelingen: bouwkunde, werktuigbouwkunde en elektrotechniek. Na een fusie met de IJmond MTS in Santpoort tot het IJmond College is de school sinds 1 januari 1997 een onderdeel van het NOVA-college, een Regionaal Opleidings Centrum (ROC) in het gebied rond Haarlem. De noodzaak om de kosten van het onderwijs terug te dringen, het terugbrengen van de contacttijd per leerling, de veranderende uitstroomprofielen van de toeleverende scholen en een veranderende vraag vanuit het bedrijfsleven en de maatschappij waren voor de directieraad van het college de aanleiding om te komen tot beleidsvoornemens ten aanzien van vernieuwing van het onderwijs welke zijn vastgelegd in het Plan van Aanpak Onderwijs. In dit plan van aanpak werd onder meer uitgesproken dat de onderwijsvernieuwing in het IJmond College gestalte zou krijgen door middel van het ILS-project.

Het ILS-project

Vier opleidingsinstituten uit het middelbaar beroepsonderwijs hebben als projectscholen een begin gemaakt met het ILS-project. Naast het IJmond College zijn dat het

Zadkine College in Rotterdam, het Tinbergen Instituut in Den Haag en het Koning Willem I College in Den Bosch. De Rijks Universiteit Leiden verzorgt de wetenschappelijke begeleiding en het bureau Teaching & Schoolmanagement Consultants te Klimmen begeleidt de implementatie van de nieuwe leerdidactische vorm³.

Het doel van het Interactieve Leergroepen Systeem is kennisverwervingsprocessen vooral actief en in groepsverband te laten verlopen. Met het systeem wordt beoogd leerlingen ertoe te brengen de verwerving van kennis, het maken van taken, als een verantwoordelijkheid naar elkaar toe te gaan beschouwen. De leerling draagt bij aan de groep, maar wordt ook beschermd door de groep.

Het ILS beoogt:

- grotere zelfstandigheid van de leerlingen
- verhoogde motivatie bij de leerlingen
- betere integratie van allochtone leerlingen
- sterkere cohesie binnen de klas
- minder stress bij de docenten.

In het ILS wordt een combinatie van leerstijlen gebruikt, welke gericht is op het verwerken van informatie uit de leerstof en sturingsactiviteiten, die zorg dragen voor het coördineren en controleren van die informatieverwerking.

De docent blijft in het ILS een belangrijke rol vervullen. Het plannen van het onderwijsproces blijft van primair belang. Om tot verhoging van de effectiviteit van de les te komen, is het noodzakelijk dat de lessen goed zijn voorbereid. De docent dient er voor te zorgen dat de taakopdrachten goed aansluiten bij de instructie die hij geeft.

De leerlingen van onze school krijgen, ter bepaling van hun leerstijl, in het begin van het schooljaar, een vragenlijst voorgelegd en worden op grond van hun leerstijl in groepjes van drie of vier leerlingen ingedeeld.

We onderscheiden verschillende soorten leerstijlen:

- mensen die stap voor stap dingen onderzoeken en zo hun kennis van de grond af opbouwen: de zogenaamde serialisten
- mensen die de grote lijn zoeken en verband leggen met kennis en ervaringen die zij al eerder hebben opgedaan: de zogenaamde holisten

- mensen die hun leerstijl aanpassen aan de taak. Zij kunnen informatie op verschillende manieren verwerken: de zogenaamde versatilisten.

Bovendien zijn er mensen die heel goed zelfstandig kunnen leren, waar anderen een docent of lesmateriaal nodig hebben.

De groepjes zijn zodanig geformeerd, dat er in elke groep verschillende leerstijlen voorkomen. Als ze samen opdrachten maken, zal er een discussie ontstaan over de aanpak en de mogelijke oplossingen. Op deze manier leren ze van elkaar en zo ontstaat er een beter begrip en nieuwe kennis die langer blijft hangen.

Werkwijze(n)

In het begin van een doorsnee wiskundeles komt op het bord te staan wat er die les van de leerlingen verwacht wordt. In enkele minuten wordt de voorkennis in interactie met de leerlingen geactiveerd, waardoor zij ontvankelijk gemaakt worden voor opname van nieuwe kennis. Hierop volgt een korte instructie (5 - 10 minuten) over het onderwerp dat aan de orde is. De groepjes werken vervolgens aan de opgegeven taak. Er zijn weinig momenten waarop sommetjes worden voorgedaan of leerstof wordt uitgelegd, omdat de leerstof wordt aangeboden in de vorm van vragen en vraagstukjes, die de leerlingen uitdagen zelf actief te zijn in het zoeken van gegevens, het uitspellen van een weg naar een mogelijke oplossing, het uitspreken van een vermoeden over een bepaalde wetmatigheid en het verdedigen van een gevonden antwoord. Om een beetje in de gaten te krijgen wat de bedoeling is van verschillende soorten vragen, staan bij een aantal vragen pictogrammen.

Informatie: Bij deze vragen wordt verwacht dat je kranten, tijdschriften, techniekboeken of andere bronnen (bijvoorbeeld internet!) raadpleegt.



GRM: Het gebruik van GRM of software wordt hier sterk aanbevolen.



Aandacht: Het is belangrijk dat over deze vragen wordt gepraat met anderen, liefst met de hele groep, onder leiding van de docent. Vaak is daarbij de manier van oplossen of aanpakken belangrijker dan het uiteindelijke antwoord op de vraag.



Verrijksstof: Als je denkt aan doorstromen naar de HTS, kun je hier laten zien dat je dat vermoedelijk wel in je hebt. Ook niet-doorstromers mogen er best hun tanden inzetten, maar als je het gevoel hebt dat ze er op breken, bijt dan maar liever niet door!



Zo nu en dan wordt de zaak even stil gelegd om met elkaar de gevonden oplossingen te bespreken.

De fietscomputer

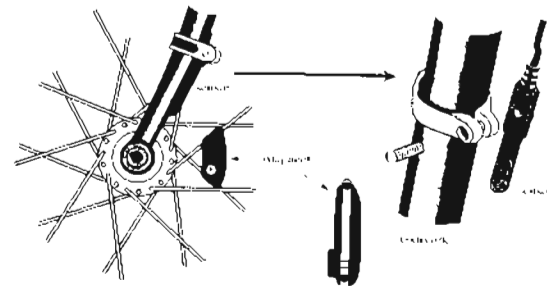
De fietscomputer blijkt een rijke context te zijn voor een aantal wiskundige zaken. Stevige discussies vinden plaats, bijvoorbeeld naar aanleiding van het volgende probleem:

De fietscomputer

[...]

In figuur 2.2 is te zien dat er aan de voorvork van de fiets een sensor wordt bevestigd. Aan een van de spaken van het voorwiel wordt een magneetje bevestigd, op dezelfde hoogte als de sensor.

Als het magneetje de sensor passeert, wordt een signaal doorgegeven aan de computer. Op deze manier kan het aantal omwentelingen van het voorwiel worden geregistreerd. Met de ingebouwde klok kan de tijdsduur tussen twee signaaltjes worden vastgelegd.



Figuur 2.2 Sensor met magneet

[...]

Jelle vraagt zich af of het uitmaakt waar hij de sensor en de magneet monteert. Hij zegt: 'Als ik ze dicht bij de as monteer, duurt een rondje korter en geeft de computer een hogere snelheid aan dan wanneer ik ze dicht bij de velg monteer.'

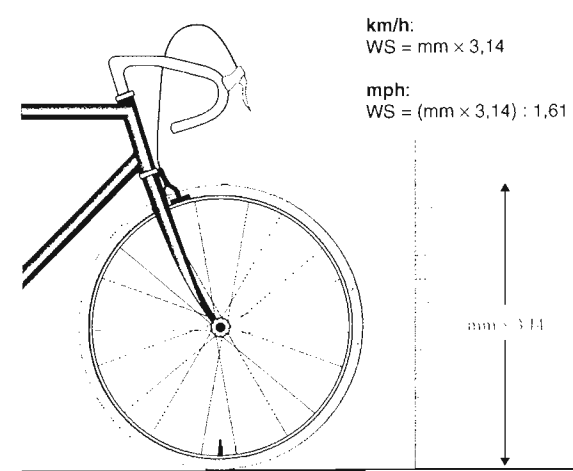
4. Geef commentaar bij de bewering van Jelle. Laat duidelijk zien waarom hij wel of geen gelijk heeft.

Antwoord van Jorrit: 'Als de magneet dicht bij de as is gemonteerd is er volgens de computer een grote afstand in korte tijd afgelegd waardoor er een grote snelheid is.'
Martin: 'Wanneer de magneet dicht bij de velg is gemonteerd is er in een lange tijd een korte afstand afgelegd waardoor de snelheid automatisch lager wordt.'

Stefan oppert voorzichtig: 'Ja maar, het rondje duurt toch net even lang als je aan de binnenkant of aan de buitenkant kijkt.'

Ben is het volledig met Jelle eens: 'Aan de buitenkant is de snelheid veel groter dan dicht bij de as.'

Als docent vraagt je je intussen af, hoe je de partijen straks tot elkaar kunt brengen, maar Erik neemt je dat werk uit handen met zijn opmerking tot Ben: 'Dan zullen jouw



km/h:
 $WS = mm \times 3,14$

mph:
 $WS = (mm \times 3,14) : 1,61$

mm = 314

WS is voor de computer de aanduiding van de wielomtrek. In de afbeelding zie je dat er twee berekeningen worden gegeven voor WS: één voor km/h (km per uur) en één voor mp/h (miles per hour).

5 a Met welke formule kun je de wielomtrek berekenen?
 b Vergelijk dit met de formule $WS = mm \times 3,14$. Wat stelt mm in deze formule voor?
 c In welke eenheid wordt WS uitgedrukt?

In de handleiding wordt het getal 2167 als voorbeeld voor WS getoond.

6 Wat is de hoogte van het voorwiel bij $WS = 2167$?

Het getal 2167 is berekend na meting van de wielhoogte bij een hard opgepompte band.

7 Jacob maakt een tocht van 10 km met een half-zachte voorband.
 a Zal zijn computer meer of juist minder dan 10 km aangeven?
 b Maak een schatting van het verschil tussen de afstand die de computer toont en de werkelijk gereden afstand.

spaken behoorlijk in de war raken!' Na enige aarzeling knikt Ben begrijpend en is het probleem volledig opgelost.

Ook opgave 7 biedt veel stof tot discussie.

Enkele ongekuiste uitspraken hierover:

- *Het maakt wel uit hoe groot het wiel is, een groter wiel heeft een grotere omtrek, dus per omwenteling legt hij een grotere afstand af dan een kleiner wiel. Dit geldt ook voor als de band hard of zacht is.*
- *Als je zachte banden hebt is de wielomtrek kleiner dus komt hij niet meer overeen met datgene dat je hebt ingevoerd met een harde band. De computer is dan niet nauwkeurig meer.*

- *Als je een groot wiel hebt, zal hij bij een bepaalde snelheid minder snel draaien dan een kleiner wiel, dus zal de computer een minder grote snelheid aangeven. Als de banden hard zijn wordt de wielomtrek groter, dus legt de fiets een grotere afstand af als bij een wiel met een zachtere band.*

Het probleem bij opgave 10 is weer van een heel andere orde:

10 Schat bij een normale fietssnelheid het aantal omwentelingen dat het voorwiel maakt in één minuut. Hoeveel omwentelingen zijn dat per uur?

De leerlingen kunnen maar moeilijk met elkaar besluiten wat een normale fietssnelheid is, vinden het maar vreemd dat je dat zelf moet bepalen en voelen zich zeer onzeker of de berekening die ze vervolgens gemaakt hebben wel goed is. Andere groepen krijgen een ander antwoord omdat ze van een andere snelheid zijn uitgegaan en achter in het boek vinden ze ook geen bevestiging, want daar staat geen antwoord op deze vraag.

Versnelling, overbrenging en verzet

In de tweede paragraaf komen bovengenoemde begrippen aan de orde en wordt gerekend met het aantal tandjes op het voorblad en op het achterblad, respectievelijk aangeduid met t_v en t_a .

Grote moeite hebben verschillende leerlingen met opgave 16a en d (zie volgende pagina).

Toch komen alle groepjes wel uit 16a, omdat er altijd nog wel een leerling is die weet waar 2,54 vandaan komt en waar :100 mee te maken heeft. 16d daarentegen wordt zonder hulp niet gevonden.

Ook opgave 17 levert onoverkomelijke problemen op, hoewel de leerlingen het verzet wel kunnen berekenen als t_v en t_a gegeven worden. De stap van berekening naar formule is echter te groot voor ze.

In de terugblik is een krantenartikel opgenomen over de wielrenner Moser. De lengte van het artikeltje en de hoeveelheid gegevens die er in staan, maken het voor de leerlingen bijzonder moeilijk om de bijbehorende opgave tot een goed einde te brengen. Een enkele groep slaagt er in en zo'n groep voelt zich dan ook zeer voldaan als ze daarvoor gecompimenteerd wordt.

Ten slotte

We werken nu (eind oktober) acht weken met het TWIN-materiaal. Een deel van de leerlingen voelt zich als een vis in het water. Een ander deel voelt zich zeer onzeker, komt veel vragen om hulp (die ze van mij dan in eerste instantie niet krijgen!) of om bevestiging als een berekening is gemaakt waarvan het antwoord niet achter in het

toerental

Gelukkig voor fietsers, en met name voor wielrenners, gaan de trappers wat minder snel rond dan de wielen. Dat heeft alles te maken met een groot tandwiel bij de trappers en een kleiner tandwiel op de achteras.

We bekijken eerst het eenvoudigste geval: een gewone fiets met één tandwiel voor (met 43 tandjes) en één tandwiel achter (met 19 tandjes) en een wielmaat van 28 inch.

Een paar vaktermen:

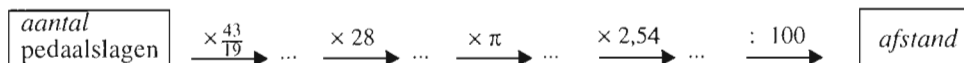
de *versnelling* van deze fiets is 43×19 ;

de *overbrenging* is 'aantal tandjes voor gedeeld door aantal tandjes achter', hier dus $43/19$;

het *verzet* is de afstand die een fiets aflegt bij één pedaalslag;

een *pedaalslag* is één volledige rondgang van de trappers.

- 16 Met de volgende keten van berekeningen kan de gereden *afstand* worden berekend als het *aantal* pedaalslagen bekend is:



- Verklaar elk van de rekenacties.
- Hoeveel meter legt een gewone fiets per minuut af bij een trapritme van 80 pedaalslagen per minuut?
- Wat is dan de snelheid in km/h?

De berekening van vraag a kan ook in één keer:

$\text{afstand} = \text{constante} \times \text{aantal pedaalslagen}$.

- Welke getalswaarde heeft die constante?

De genoemde constante is alleen maar geldig voor deze fiets, want in de constante zijn wielmaat, aantal tandjes voor en aantal tandjes achter verwerkt.

We bekijken nu een racefiets met:

- wielmaat 27 inch
- twee tandwielen voor: 42 en 50 tandjes
- vijf tandwielen achter: 14, 17, 20, 22 en 25 tandjes.

Deze fiets heeft tien verschillende versnellingen: ieder van de twee tandwielen voor kan worden gecombineerd met elk van de vijf achtertandwielen.

Noem het aantal tandjes voor tv en het aantal tandjes achter ta .

De wielomtrek is voor de racefiets 215,5 cm (afgerond op één decimaal).

- 17 Geef een formule, waarmee het verzet voor deze fiets wordt uitgedrukt in tv en ta .

boek staat. Het blijkt voor sommige leerlingen ook moeilijk te zijn om antwoorden of oplossingen van andere leerlingen uit hun groep kritisch te bekijken.

Ik ervaar deze manier van wiskunde bedrijven met deze leerlingen als zeer waardevol, waarbij ik me wel realiseer dat het groeiproces waarin we ons bevinden, het proces van zelf actief te zijn, kritisch kijken naar wat je zelf doet en wat anderen doen, een proces is dat de nodige tijd vraagt. Niet het verwerven van kennis is het eerste doel, maar het gaat er om hoe je de kennis die je hebt opgedaan kunt gebruiken en toepassen in allerlei situaties.

Chris Tenme, IJmond College
Gouwsingel 11
1566 XA Assendelft
075-6873546

Noten

- [1] Kooij, H. van der (1997). Wiskunde in het MTO: het TWIN-project. *Nieuwe Wiskrant* 16(3) pp. 23-27.
- [2] TWIN wiskunde 1 (1997), SMD Educatieve Uitgevers, Leiden.
- [3] Meer informatie over het ILS en de wetenschappelijke achtergronden daarvan is te vinden in de volgende boeken:
Boekaerts, M. & P.J. Simon (1995). *Leren en Instructie*. ISBN 90 232 2987 8
Witteman, H.P.J. (1997). *Styles of Learning and Regulations in an Interactive Learning Group System*. ISBN 90 237 1174 2
Studiehuisreeks, nr. 10. (1996). *Het Interactieve Leergroepen Systeem (ILS), een innovatieprogramma op het MBO*.