

Dit jaar is voor de tweede keer de WWW-Alympiade gehouden. De opgave werd via Internet beschikbaar gesteld en alle scholen waren vrij om mee te doen. **Dédé de Haan** beschrijft hoe een en ander is verlopen.

WWW-Alympiade 1996 – De Groene Golf

Inleiding

In 1995 vond voor de eerste keer een klein experiment plaats met de Wiskunde A-lympiade op Internet: bij de voorronde-opgave van dat jaar ('Liften') was een simulatie gemaakt die draaide op Internet. Met behulp van die simulatie kon er een oplossing voor het probleem gevonden worden (zie *Nieuwe Wiskrant*, maart 1996).

Twee teams van het Prisma College te Utrecht deden mee aan dit experiment.

Beide teams gebruikten de extra mogelijkheden van de simulatie om hun op papier bedachte strategie te testen. Het medium Internet leek op deze manier een functioneel hulpmiddel, dat iets toevoegde aan de opgave en de manier waarop de leerlingen ermee bezig waren.

Reden genoeg om het op *iets* grotere schaal op te zetten in het jaar 1996. Met behulp van een subsidie toegekend vanwege het lustrum van de Universiteit Utrecht, is dit ook gelukt.

Losgekoppeld van de A-lympiade

Als eerste werd besloten de Wiskunde A-lympiade op Internet los te koppelen van de 'gewone' Wiskunde A-lympiade. Met de mogelijkheden van Internet ben je toch op een andere manier met een opgave bezig. Dit betekent dat je met een ander soort wedstrijd bezig bent en de scheiding tussen de twee verschillende wedstrijden krijg je het meest helder als je ze van elkaar loskoppelt: verschillende opgaven, verschillende wedstrijddata en dus de mogelijkheid voor scholen om aan beide wedstrijden mee te doen. Er werd besloten om voor 1996 een oude voorronde-opgave van de Wiskunde A-lympiade 'om te vormen' tot een bruikbare simulatie op Internet. Verder werd besloten de Wiskunde A-lympiade op Internet te houden op 4 oktober, in de Wetenschap- en Techniekweek. Tenslotte werd de Wiskunde A-lympiade op Internet omgedoopt in *www-Alympiade*.

Via het Iustrumbureau, de faculteit Wiskunde en Informatica van de Universiteit Utrecht, de Wiskunde A-lympiade-folder en het *www* natuurlijk, werd publiciteit gegeven aan deze nieuwe wedstrijd.

De Groene Golf

De moeilijkheid bij het verzinnen van een probleem voor de *www*-Alympiade is dat het probleem zich moet lenen voor 'iets interactiefs', bijvoorbeeld een simulatie.

Nu zijn er vrij veel oude Wiskunde A-lympiade-opgaven die in principe geschikt zouden zijn, ware het niet dat er ook nog aan bepaalde randvoorwaarden voldaan moet worden. Er moeten niet teveel zaken variabel zijn, omdat je dan oneindig veel invoerhokjes krijgt en het programma ontzettend lang moet rekenen voordat je je antwoord krijgt. Er mogen ook niet te weinig zaken variabel zijn, omdat het probleem z'n uitdaging dan verliest. Verder moet het probleem blijven uitdagen tot nadenken: op papier zouden de leerlingen een strategie moeten uitdenken, met behulp van de simulatie zouden ze moeten kijken wat het oplevert en die informatie zouden ze moeten gebruiken om hun strategie te verfijnen, waarna dat weer met de simulatie getest zou kunnen worden, enzovoort.

Bij bestudering van de oude opgaven werd uiteindelijk gekozen voor een bewerking van 'De Groene Golf' (voorronde-opgave 1990/1991).

Mark Hoek kreeg de opdracht deze opgave te bewerken voor interactief gebruik op het *www*.

De wedstrijd dag

Vrijdagochtend 4 oktober, 9.00 uur werd de opgave toegankelijk gemaakt.

Op het Freudenthal instituut werd via een log-file bijgehouden wie op welk tijdstip ingelogd was en wat voor variabelen ingevoerd werden. Een erg spannende gebeurtenis, want: je hebt geen flauw idee hoeveel teams er mee zullen gaan doen! Inschrijven was niet nodig, want de capaciteit van Internet is in principe onbepaald: er zit geen grens aan het aantal deelnemers en er hoeft ook niets toegestuurd te worden, want alle informatie kan van het *www* gehaald worden. De voordelen van Internet!

Om een uur of 10 belde de eerste school in en toen werd het druk op de server.

De opgave was: *Stel de verkeerslichten op vijf kruispunten in een wegennet zodanig in, dat de verkeersdoorstro-*

ming zo groot mogelijk is. Hierbij zijn er verschillende maximum snelheden op de wegen en er zijn bepaalde voorwaarden verbonden aan de tijden die je voor de rood-, oranje- en groenintervallen kunt kiezen. (Zie de opgave aan het eind van dit artikel).

Om de opgave op te lossen, mochten de teams gebruik maken van de simulator. Met behulp van de simulator moesten ze proberen zoveel mogelijk auto's in 1000 seconden door het wegennet te krijgen.

Hoewel het de bedoeling was dat de opgave zou uitnodigen tot nadenken, overleggen, op papier wat proberen en redeneren, bleek dat de simulator vooral uitnodigde tot 'trial and error'. Dit bleek uit de 'log-file' op het Freudenthal instituut, maar ook bij een bezoek aan het Niels Stensen College in Utrecht dat met twee teams meedeed. Veel teams probeerden maar wat, soms ging het beter, soms ging het minder. Niemand voelde de behoefte er eens rustig voor te gaan zitten. Volgens docenten werd dit mede in de hand gewerkt door de 'high-score-list', die onder het kopje *Resultaten* te zien was. Hierin werden de beste tien scores bijgehouden en deze lijst veranderde dus zo ongeveer om de vijf minuten. Leerlingen die doorkregen dat ze op deze manier echt tegen andere scholen aan het spelen waren, waren er extra op gebeten om de beste score te halen. Dit deden ze door steeds vaker de simulatie te laten draaien, waarbij wel systematisch bepaalde getalletjes veranderd werden, maar waarbij niet *beredeneerd* werd waarom juist die getallen op die manier veranderd werden.

Een verrassend resultaat en het stemde de bedenkers van de WWW-Alympiade zeker tot nadenken: is dit nu wel of niet de juiste formule? Wat zijn de plus-, wat zijn de minpunten?

De resultaten

Tijdens de wedstrijd werd een 'high-score-list' bijgehouden en de resultaten van die 'high-score-list' om 16.00 uur waren belangrijk voor de einduitslag.

Daarna was het nog wel mogelijk om de simulatie te draaien. (Die is, ook op dit moment, nog steeds toegankelijk.)

Een onderdeel van het eindresultaat van een team is de plaats in de 'high-score-list': het criterium daarvoor is hoeveel auto's in 1000 seconden door het wegennet gegaan zijn. Een ander, zeer essentieel, onderdeel van het eindresultaat is een werkstuk, waarin de manier van redeneren beschreven staat.

Acht teams, afkomstig van zes scholen, hebben een werkstuk opgestuurd.

Er waren teams die ook op papier schreven dat ze 'blindelings cijfers invoerden', maar er waren ook teams die

hun definitieve instelling van de stoplichten beredeneerd hadden:

Om ervoor te zorgen dat de auto's zo kort mogelijk voor een stoplicht hoeven te wachten, moeten de verschillende stoplichten op één weg op elkaar afgestemd zijn. Omdat één stoplicht gebruikt wordt voor twee verschillende wegen, is het het beste om de cycli voor alle stoplichten even lang te laten duren. Indien dit niet het geval zou zijn, zou een stoplicht slechts voor hoogstens één van de twee wegen goed afgesteid kunnen zijn op de andere stoplichten op die weg. De auto's op de andere weg zouden dan vaak onnodig lang voor dit stoplicht moeten wachten, omdat het stoplicht niet op het juiste moment groen wordt.

Een ander team ging nog veel verder in de uitleg van het hoe en waarom van hun resultaat:

Omdat weg A de meeste auto's moet verwerken, levert optimalisering van het verkeer op die weg het meeste rendement op. (...) Weg D is die met de hoogste snelheid. Een ongunstige afstelling van de stoplichten levert daar meer verlies op dan op de wegen B en C, omdat het afremmen en optrekken relatief meer tijd kost. Bovendien bevat weg D een stoplicht meer dan de wegen B en C. (...) Weg A verwerkt 1,5 keer zoveel auto's als de wegen B en C. Het is dus voordelig als de kruispunten 1 en 2 beide 1,5 keer zolang op horizontaal-groen staan dan op verticaal-groen.

Uit de werkstukken bleek dat er toch genoeg teams zijn geweest die eerst eens goed nagedacht hebben en de simulatie echt gebruikt hebben om hun vermoedens te testen en bij te stellen.

Bij de simulatie in de opgave op de volgende bladzijden kunt u de invoergegevens zien van een team dat erg hoog scoorde in de 'high-score-list'.

Conclusie

De WWW-Alympiade is nog steeds in ontwikkeling. Het is duidelijk dat de opzet van dit jaar niet voldoende uitnodigde om te modelleren.

Er zal dus nog goed nagedacht moeten worden over de vorm. Zo heeft een high-score-list zowel voor- als nadelen en biedt Internet misschien nog wel meer mogelijkheden dan een simulatie alleen. Verder moeten het probleem en de simulatie uitnodigen tot overdenken en modelleren en niet alleen tot proberen. Zo zijn er nog veel meer zaken die opgelost moeten worden.

We hopen volgend jaar natuurlijk wel weer een WWW-Alympiade te organiseren, waarbij in ieder geval het modelleer proces meer tot zijn recht komt.

D. L. de Haan

Freudenthal instituut, Universiteit Utrecht

<http://www.fi.ruu.nl/Alympiade/>

De Groene Golf

Opgave



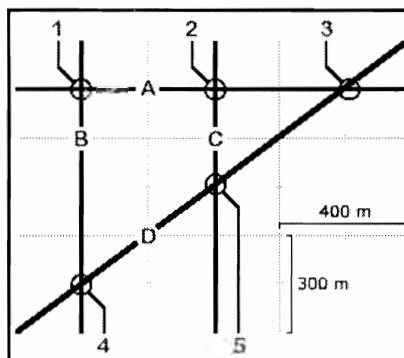
● Inleiding ● Opgave ● Simulatie ● Resultaten

De interactieve opgave is gebaseerd op de originele Groene Golf opgave.

De kaart hiernaast is een representatie van een wegennet ergens in Nederland. Er zijn vier wegen; de Appellaan, Bessenstraat, Citroenstraat en de Druivenweg. Deze wegen snijden elkaar op vijf kruispunten. Er is een groot verkeersaanbod op deze wegen, wat leidt tot verstopte wegen en grote irritatie bij de weggebruikers.

De gemeente heeft er voor gekozen om elk kruispunt te voorzien van stoplichten. Men wil deze stoplichten zodanig in stellen dat er een zo groot mogelijke doorstroming van verkeer is.

Jij bent in dienst genomen om te onderzoeken hoe de stoplichten ingesteld moeten worden.



De tabel hiernaast geeft de geldende maximum snelheden op de wegen aan. Tevens is het aanbod van auto's vermeld. Een aanbod van '1 auto/10 secs' betekent dat er gemiddeld elke 10 seconden zowel aan de ene als aan de andere kant één auto de weg oprijdt.

| Weg | Maximum snelheid | Aanbod auto's |
|-----|------------------|----------------|
| 1 | 50 km/u | 1 auto/10 secs |
| 2 | 50 km/u | 1 auto/15 secs |
| 3 | 50 km/u | 1 auto/15 secs |
| 4 | 80 km/u | 1 auto/15 secs |

De fabrikant van de stoplichten heeft een specificatie gestuurd waarin staat hoe ze ingesteld kunnen worden.

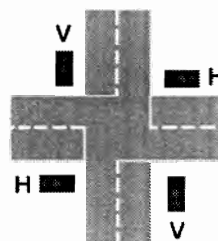
Hier volgt een gedeelte uit die specificatie:

Fabrieksspecificatie stoplichten

Op een kruispunt waar stoplichten zijn geïnstalleerd kennen we twee rijrichtingen, de Horizontale en de Verticale rijrichting. Slechts één van deze twee rijrichtingen kan op een bepaald moment een oranje dan wel groen licht hebben.

De stoplichten zijn eenvoudig in te stellen door voor beide rijrichtingen de gewenste lengte van het 'groen-interval' en het 'oranje-interval' in te voeren. De bijgeleverde software doet de rest. Die berekent dan automatisch voor ieder individueel stoplicht de benodigde groen-, oranje- en rood-tijden.

Elk kruispunt kent een cyclus voor zowel de horizontale als de verticale rijrichting. Zo'n cyclus bestaat uit zes fasen. Dit kan als volgt worden weergegeven:



| | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ | C ₆ |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Horizontaal | Rood | Groen | Oranje | Rood | Rood | Rood |
| Verticaal | Rood | Rood | Rood | Rood | Groen | Oranje |

De opdracht luidt dus om de stoplichten zo gunstig mogelijk af te stellen. Je kunt hierbij gebruik maken van de simulator. Verder moet je rekening houden met een paar eisen van de gemeente. Die eist dat de stoplichten niet langer dan 90 seconden op rood mogen staan. Tevens mogen ze niet korter dan 5 seconden groen licht geven. Hiermee moet voorkomen worden dat er alsnog irritatie ontstaat bij de weggebruiker.

De Groene Golf

Simulatie

● Inleiding ● Opgave ● **Simulatie** ● Resultaten

Je kunt de instellingen voor de stoplichten testen met behulp van een speciaal daarvoor ontwikkelde simulatie. Bij het begin van de simulatie zijn er geen auto's op de wegen aanwezig. De simulator zal auto's over het wegennet laten rijden op eenzelfde manier als in de werkelijkheid gebeurt. Dit houdt in dat auto's optrekken, afremmen, afslaan en zich zelfs niet altijd aan de maximum snelheid zullen houden.

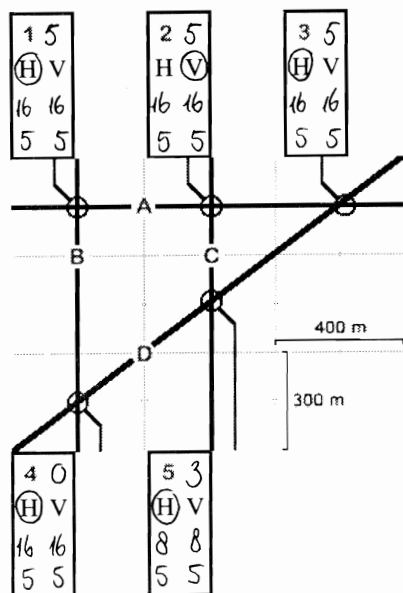
De simulator berekent per weg (in twee rijrichtingen) het aantal verwerkte auto's en de gemiddelde snelheid van die auto's. Een 'verwerkte auto' is een auto die de betreffende weg op *en* weer 's afgereden. Aan de hand van deze gegevens kun je bepalen of jouw instellingen een zo groot mogelijk doorstroming bevorderen.

De maatstaf aan de hand waarvan de efficiëntie van je instellingen wordt bepaald is het aantal auto's wat in **1000 seconden** verwerkt wordt. **Hoe hoger** dit aantal, hoe beter je instellingen. De meest efficiënte instellingen tot nu toe kun je vinden op de resultaten pagina.

Je kunt de simulatie gebruiken nadat je de volgende gegevens hebt ingevuld:

Naa school:

Naa team:



Gebruik van de simulatie

Je ziet voor ieder kruispunt een invoerblokje. Daar kun je de volgende gegevens invoeren:

- [A] Aantal seconden waarna de cyclus moet starten
- [B] Begin met de Horizontale of Verticale cyclus
- [C] 'Groen-interval' in seconden voor horizontale rijrichting
- [D] 'Groen-interval' in seconden voor verticale rijrichting
- [E] 'Oranje-interval' in seconden voor horizontale rijrichting
- [F] 'Oranje-interval' in seconden voor verticale rijrichting

Nadat je deze gegevens voor ieder kruispunt hebt ingevuld kun je op 'Start' drukken om een periode van **1000 seconden** te simuleren.

"De Groene Golf" is gemaakt door Mark Hoek.
Copyright (c) 1996 Freudenthal instituut. Alle rechten wereldwijd voorbehouden.

De *www-Alympiade-opgave* (de *Fabrieksspecificatie* op de vorige pagina is niet volledig afgedrukt).
Voor de volledige opgave zie: <http://www.fi.ruu.nl/Alympiade/>