

# Zon, smurfen en sommen

## VERSLAG VAN DE INTERNATIONALE WISKUNDE OLYMPIADE IN MADRID

[ Milan Lopuhaä ]

De Internationale Wiskunde Olympiade (IWO) vond afgelopen zomer plaats in Madrid. Het Nederlandse team kwam met maar liefst vier medailles weer thuis. Zilverenmedaillewinnaar Milan Lopuhaä, die zelf op school vijf keer aan de eerste ronde meedeed en sinds de vierde klas deelnam aan het speciale IWO-trainingsprogramma, doet verslag van het evenement, inclusief de aanloop naar dit succes, van de eerste ronde in januari 2007 tot de uiteindelijke internationale krachtmeting in juli 2008.

### De eerste en tweede ronde

De eerste ronde van de Nederlandse Wiskunde Olympiade (NWO), die het begin vormde van de weg naar Madrid, was in januari 2007. Ook op mijn school, het Felisenum te Velsen-Zuid, werd de wedstrijd weer georganiseerd. Het was al de vijfde keer dat ik meedeed, en de tweede keer dat ik er doorheen zou komen. Bij mij op school kon iedereen meedoen en mijn wiskundeleraar deed altijd zijn best zo veel mogelijk mensen hieraan mee te laten doen. De meeste deelnemers zaten in de vierde of vijfde klas (het hele traject duurde anderhalf jaar, dus als zesdeklusser had het geen zin om mee te doen), maar jongere leerlingen konden ook meedoen als ze wilden. Mijn wiskundeleraar had het indertijd ook aan mij voorgesteld en mij leek het wel leuk bezig te zijn met wiskunde die interessanter en uitdagender was dan de middelbare-schoolstof. De opgaven waren in twee groepen verdeeld: de A-opgaven, die meerkeuzevragen waren en relatief makkelijk, en de B-opgaven, die open vragen waren en wat lastiger. De vragen waren op zich niet zo moeilijk, omdat ik al twee jaar training achter de rug had; op wat rekenfoutjes na had ik ze dan ook allemaal goed. Al vrij snel daarna kregen we de uitslag en werd bekend wie er doorging naar de tweede ronde. In september 2007, ik was inmiddels zesdeklusser, was de tweede ronde. Hiervoor kwamen de beste 100 leerlingen van de eerste ronde en wat mensen die hoog eindigden in de Pythagoras Olympiade of de Kangoeroewedstrijd (waaronder ikzelf, twee jaar geleden) naar Eindhoven om daar de toets te maken. Omdat ik het jaar daarvoor ook in het team zat dat naar de IWO in Hanoi was gegaan, was het leuk om trainers, andere teamleden (die moesten surveilleren) en anderen die ook de training

volgden het jaar daarvoor, weer terug te zien. Na een lunch in de kantine van de TU Eindhoven gingen we de toets maken. We kregen drie uur de tijd voor vijf opgaven. Gelukkig bleken de opgaven voor mij niet al te moeilijk en ik was al na drie kwartier klaar. Daarna heb ik nog drie kwartier besteed aan het zorgvuldig uitschrijven en nakijken van mijn oplossingen (aangezien ik daar in het verleden nog wel eens wat punten heb laten lopen). Daarna vond ik het wel genoeg geweest en ben ik de zaal uitgegaan. In de kantine trof ik Bauke, een lid van het team van 2006 die nu ingeschakeld was om het entertainment te doen (dat wil zeggen, mensen vermaken met semiwiskundige spellen en puzzels). Met hem heb ik zo'n anderhalf uur Go gespeeld, terwijl langzamerhand meer mensen binnendruppelden. De teamleden van vorig jaar bleken het net zo goed gemaakt te hebben als ik, maar zij wilden liever in de zaal blijven en vijf verschillende oplossingen voor elk probleem vinden. Na afloop waren er Spaanse tapas en daarna gingen we met het team van vorig jaar uit eten.

### De training

Na de prijsuitreiking in november begon de training voor de IWO in de jeugdherberg van Valkenswaard. De trainingsgroep bestond uit de top tien van de tweede ronde, aangevuld met hoog geëindigde niet-zesdeklassers tot een totaal van ongeveer 25. Niet iedereen bleef tot het einde van het jaar; voor sommigen kostte het te veel tijd of was het te moeilijk, en anderen deden liever aan andere olympiades mee. Tijdens de training kregen we nieuwe theorie, aangezien wiskunde van de middelbare school niet genoeg is om succesvol te zijn tijdens een IWO, maar het was vooral erg veel oefenen. Hoewel we over het algemeen

meer wiskunde kregen dan slaap, was er nog voldoende vrije tijd en in de pauzes werd er veel gevolleybald en getafeltennist.

Na het trainingsweekend kwamen we elke maand weer samen, met in februari een tweede trainingsweekend om nieuwe theorie te behandelen. Voorbeelden hiervan zijn ongelijkheden, zoals  $x^2 + y^2 \geq 2xy$ , en meetkunde met complexe getallen. Dat trainen gebeurde in groepen, ingedeeld op ervaring (ik zat bij de drie anderen die vorig jaar ook naar Hanoi waren gegaan). Om tussendoor ook te oefenen kregen we elke week een stuk of vier opgaven als huiswerk die we moesten inleveren opdat ze becommentarieerd konden worden. Deze opgaven zijn een goede manier om natuurkundelessen door te komen. De samenkomsten waren altijd op een schooldag en dus moest ik daarvoor vrij vragen bij mijn leerjaar-coördinator. Meestal kreeg ik toestemming, behalve als ik op die dag een SE had, wat inhield dat ik een deel van de training moest missen.

Eind maart kregen we de eerste inleverset, oftewel, huiswerk dat 30% van de eindtoets bepaalde. De zes leerlingen die de meeste punten zouden halen op de eindtoets, mochten het team gaan vormen. Deze inleverset bestond steeds uit vier opgaven waar je twee weken de tijd voor kreeg. Eén opgave hoefde je niet mee te laten tellen, iets waar ik dan ook gretig gebruik van maakte. Het laatste setje hoefden zesdeklassers niet te maken, omdat die samenviel met het eindexamen.

De week direct na het eindexamen was de trainingsweek in Valkenswaard. Hier kregen we nog meer wiskunde, alhoewel het dit keer ook werd afgewisseld met kanovaren en pannenkoeken eten. Hier kregen we ook wat meer gelegenheid om elkaar te leren kennen. De laatste dag van de trainingsweek was de eindtoets, die 3,5 uur duurde, en waarin we vijf opgaven kregen. Eén van die opgaven staat *in figuur 1*. Na de toets gingen we zwemmen terwijl de opgaven door de trainers werden nagekeken. Die avond kregen we de uitslag en na een afsluitend potje volleybal ging iedereen naar huis.

Arne en Birgit spelen een spel met  $2n$  kaarten,  $n$  positief geheel. Op elke kaart staat een geheel getal geschreven. De kaarten liggen in een rij op tafel. Om de beurt mogen ze een kaart pakken, en wel aan het linker- of rechteruiteinde van de rij. Arne mag beginnen. Bewijs dat Arne ervoor kan zorgen dat de som van de getallen op de kaarten die hij pakt ten minste even groot is als de som van de getallen op de kaarten van Birgit.

figuur 1 Voorbeeldopgave eindtoets [1]

### Naar Madrid

In de weken tussen de trainingsweek en de daadwerkelijke reis kregen we natuurlijk ook nog huiswerkopgaven. Uiteindelijk vertrokken we op 7 juli naar Madrid. Daar kregen we, voor de wedstrijd, een week lang training met het Nieuw-Zeelandse team, onder leiding van Quintijn (onze teamleider, die na een paar dagen weg moest omdat hij ook in de jury zat), Birgit (vice-teamleider) en Heather (vice-teamleider van Nieuw-Zeeland). We zaten in een gebouw van één van de universiteiten van Madrid, wat betekende dat het eten niet al te geweldig was. Tijdens deze training kregen we oefen-IWO-dagen (dus 4,5 uur voor 3 opgaven) en ook weer nieuwe theorie. Het grootste gedeelte was in het Engels, wat op zich niet zo'n probleem was, al was het even wennen aan het Engels wiskundig taalgebruik. Deze extra training was erg nuttig want een paar gebruikte technieken kwamen ook terug op de IWO zelf. Bovendien was het erg leuk om alvast kennis te maken met een ander team. Naast het doen van een hele hoop wiskunde gingen we in onze vrije tijd (tafel)voetballen en tafeltennissen. Eén keer bezochten we het centrum van Madrid.

Na een week gingen we naar onze verblijfplaats tijdens de IWO zelf, oftewel, een andere universiteit, wat qua eten geen vooruitgang en qua accommodatie, bij gebrek aan airconditioning, achteruitgang betekende. Daar zaten ook verschillende andere teams, zoals Noorwegen, Vietnam, Duitsland en Nieuw-Zeeland. Ook ontmoetten we onze gids, die ons die week zou begeleiden. De rest van die dag hadden we vrij en de volgende dag was de officiële opening met toespraken van verschillende belangrijke personen en circusacts om ons een beetje te vermaken. Hiervoor kwam iedereen in tenue, in ons geval oranje overhemden. Die avond gingen we, na nog een laatste wiskundeopgave, vroeg naar bed.

### De wedstrijd

De volgende dag was de eerste wedstrijddag. Het begon om 9 uur, dus we moesten vroeg opstaan. Alle deelnemers zaten in één grote zaal; er was voor gezorgd dat deelnemers van hetzelfde land niet te dicht bij elkaar zaten om afkijken te voorkomen. We kregen 4,5 uur voor 3 opgaven, en dat was ook hard nodig. Ook was er eten en water aanwezig en surveillanten voor eventuele hulp. Het lukte me om opgave 1 op te lossen en daarna heb ik voornamelijk naar opgave 2 gekeken, maar daar kwam ik niet uit. Het was een ongelijkheid die je moest bewijzen; ik heb zo ongeveer alle ongelijkheden die ik ken (machtsgemiddeldes, Cauchy-Schwarz, Jensen, Muirhead, etc.) erop toegepast, maar niets werkte. Twee van de andere Nederlanders bleken uiteindelijk ook opgave 1 opgelost te hebben. Die dag gingen we nog naar een park om te ontspannen, maar ook weer vroeg naar bed; de wedstrijd ging de volgende dag door. De tweede wedstrijddag werkte ongeveer hetzelfde als de eerste. Dit keer lukte het me om opgave 4 en 5 op te lossen; twee van de Nederlanders dachten hetzelfde te hebben en de andere drie dachten opgave 4 te hebben. Birgit was die ochtend al weggegaan om samen met Quintijn onze opgaven na te kijken. Voor ons begonnen toen de excursies: een barbecue plus live muziek bij weer een andere universiteit; tochtjes naar Segovia (een oude stad), Toledo, El Escorial (een klooster) en het Prado museum. Helaas duurden de uitstapjes tot zo'n uur of één 's nachts, vaak vanwege het feit dat we overal schijnbaar op niets moesten wachten. Gedurende die dagen druppelden geleidelijk aan onze resultaten binnen: het bleek dat Floris en ik met 22 punten net zilver hadden gehaald, en Remy en Raymond met 16 punten brons. Alexander en Maarten hadden beiden helaas geen eervolle vermelding (die je krijgt als je een opgave compleet goed hebt), maar hadden toch nog respectievelijk 10 en 8 punten.

Na drie dagen excursies kregen we de officiële slotceremonie. Natuurlijk moest die eerst geoefend worden met alle medaillewinnaars, wat ons een hele ochtend kostte om niets. Tijdens de slotceremonie werden de medailles uitgedeeld. De helft van de deelnemers krijgt altijd een medaille, met de verhouding goud : zilver : brons gelijk aan 1 : 2 : 3; dus dat neemt altijd wel wat tijd in beslag, aangezien er dit jaar 535 deelnemers waren. Ook werden er weer

toespraken gehouden door belangrijke mensen, zoals de Spaanse minister van onderwijs en de Spaanse kroonprins. Tot slot werd de IWO-vlag gegeven aan het Duitse team, aangezien de Internationale Wiskunde Olympiade 2009 in Bremen gehouden gaat worden. Na de slotceremonie was er nog een borrel waarbij de teams elkaar souvenirs gaven (wij hadden 437 Albert-Hein-smurfen mee genomen, die we met de hele trainingsgroep hadden ingezameld). Nadat de groepsfoto gemaakt was, volgde het afsluitende diner met het enige goede eten die week. Daar won Quintijn, vanwege zijn verbale aanwezigheid in de juryvergaderingen, de 'gouden microfoon', wat het feest voor ons compleet maakte. Na middernacht keerden we terug naar onze residentie, waar het feest op minder officiële wijze nog even doorging. De volgende dag moesten we alweer naar huis.

Na een laatste lunch bij de McDonald's, die gezien de kwaliteit van het eten in onze residentie vaak door ons bezocht was, gingen we met de bus naar het vliegveld. Daar namen we afscheid van het Nieuw-Zeelandse team met wie ik gedurende de week goede vrienden was geworden. Op Schiphol werden we met bloemen en taart onthaald door onze familie. Uiteindelijk gingen we naar huis om uit te rusten van twee bijzonder intensieve weken.

### Verwijzing

[1] Zie pagina 75 voor de oplossing.

### Noot van de redactie

De eerstvolgende (nationale) eerste ronde vindt plaats op vrijdagmiddag 30 januari 2009 en staat open voor leerlingen uit alle klassen, behalve examenleerlingen. Elke havo/vwo-school kan hieraan meedoen en krijgt in oktober een informatiepakket van de SLO over alle bèta-olympiades. Meer informatie vindt u op de website van NWO ([www.wiskundeolympiade.nl](http://www.wiskundeolympiade.nl)).

### Over de auteur

Milan Lopuhaä is 18 jaar. Tijdens zijn middelbare schooltijd heeft hij aan drie internationale olympiades meegedaan. Hij won tijdens de IWO in 2007 in Hanoi een eervolle vermelding en won in 2008 zilver in Madrid. Tijdens de Internationale Taalkunde Olympiade 2008 in Bulgarije won hij goud (3e plaats) en zilver (3e plaats) bij de teamwedstrijd. Hij studeert nu wiskunde in Leiden. E-mailadres: [milan266@gmail.com](mailto:milan266@gmail.com)

## voorbeeldopgave

## eindtoets IWO

Kleur de kaarten beurtelings wit en zwart. We gaan laten zien dat Arne altijd alle kaarten van dezelfde kleur kan pakken. Als dat zo is, dan moet Birgit alle kaarten van de andere kleur krijgen (want er zijn evenveel van elke kleur). Als Arne dan de kleur kiest waarvan de som het hoogste is, dan kan hij ervoor zorgen dat zijn som altijd minstens gelijk is aan die van Birgit.

Rest ons nog te bewijzen dat hij alle kaarten van één kleur kan pakken. Stel dat de witte kaarten de hoogste som hebben. Hij kan in het begin kiezen tussen een witte en een zwarte, en hij pakt dus de witte. Naast die witte ligt een zwarte, en Birgit kan dus nu kiezen uit twee zwarten. Zij pakt dus een zwarte, en daarnaast ligt een witte, en nu kan Arne weer uit een witte en een zwarte kiezen, etc. Dus Arne pakt alle witte, en heeft dus zo altijd een minstens zo hoge som als Birgit.