

Geertje Hek

Korteweg de Vries Instituut,
Universiteit van Amsterdam
Plantage Muidergracht 24, 1018 TV Amsterdam
ghek@wins.uva.nl

Mark Peletier

Centrum voor Wiskunde en Informatica
Postbus 94079, 1090 GB Amsterdam
Mark.Peletier@cwi.nl

Studiegroep Wiskunde in de industrie

Voorpret is een belangrijk ingrediënt van een geslaagde vakantie. Al is de 'Studiegroep Wiskunde met de Industrie 2002' niet echt een vakantie, de voorpret is er niet minder om. Lezers die de Studiegroep in het verleden meegemaakt hebben zullen bij deze woorden de kriebels al voelen opkomen — hun raden we aan niet verder te lezen. Vakantiehervindingen worden door jezelf immers ook beter verwoord dan door een ander. Voor degenen voor wie dit begrip nieuw is wordt hieronder geprobeerd een deel van de voorpret over te brengen.

'Toegepaste wiskunde' is *en vogue*. Daar zijn goede redenen voor te geven — dienstbaarheid aan de maatschappij, aantrekkingskracht op toekomstige studenten en meer van die dingen. Vaak ontbreekt in dit soort opsommingen een essentieel element — toegepaste wiskunde is gewoon, en hier komt 'ie, *leuk*. Wiskunde zelf is al leuk, dat zijn wij van harte met Hendrik Lenstra eens [5], maar goede toegepaste wiskunde is wat ons betreft *extra* leuk.

Temidden van de vele manieren om toegepaste wiskunde te bedrijven neemt die van de 'Studiegroep Wiskunde met de Industrie' een hele speciale plaats in. Onder normale omstandigheden zijn rust, contemplatie, een grondige bestudering van de literatuur en een uitgebreide toetsing aan experimentele data gewaardeerde en vaak zelfs onontbeerlijke elementen van succes. Bij de Studiegroep is dit alles anders.

Het recept

Hoe werkt het? Je brengt gedurende één week twee groepen samen:

- vijf tot zeven mensen uit de toepassingsgebieden, voornamelijk bedrijven, die 'problemen' hebben, en
- een groep wiskundige specialisten, die gaat proberen de eerste groep met hun 'problemen' te helpen.

We noemen de eerste groep voor het gemak 'industriëlen', en de tweede 'wiskundigen', hoewel het onderscheid in de praktijk vaak niet zo strikt is. De wiskundige specialisten hoeven overigens geen hoogleraren te zijn en evenmin toegepast wiskundigen. Ze kunnen evengoed aio of hogerejaars student zijn, en zich in het dagelijks leven met abstracte wiskunde bezighouden.

Een week is erg kort. De eerste dag, de maandag, is voor een groot deel gevuld met de presentaties van de industriëlen, die hun probleem uitleggen aan de wiskundigen (en hun collega-industriëlen, die overigens vaak een helder inzicht blijken te hebben in andermans problemen, en een enkele keer zelfs bijdragen aan de oplossing ervan). De laatste dag, de vrijdag, gaat ook op aan presentaties, waarbij de wiskundigen hun bevindingen presenteren.

In drie dagen moet het echte werk dus gebeuren! In de praktijk heb je iets meer dan drie dagen, omdat tijdens de presentaties op maandag en tussen de bedrijven door de discussies meteen al op gang komen. Hiermee komen we meteen op een belangrijk aspect

van de Studiegroepen: de combinatie van de korte tijd en de specifieke vraagstelling zorgt voor een bijzondere sfeer. Er is weinig tijd om lang en diep na te denken, of een uitgebreid literatuuronderzoek te doen, en experimenten uitvoeren is alleen mogelijk als je ze ter plekke kunt construeren (maar dat gebeurt in de praktijk wel! — zie figuur 1). En laten we eerlijk zijn, je kunt van zo'n week niet dezelfde diepgang en inzicht verwachten als bijvoorbeeld van een vierjarig promotieonderzoek.

Waarom blijkt desondanks al vele jaren (in Engeland hebben ze hier al dertig jaar erva



Figuur 1 Een experiment: zelfgemaakte verf laten drogen. 'Watching paint dry' is Engels idioom voor iets dat zinloos en saai is. Het feit dat wiskundigen zich daarmee bezig hielden heeft alle kranten gehaald.

ring mee) dat deze Studiegroepen nieuwe inzichten leveren, nieuwe onderzoekswegen inslaan, aanleiding geven tot nieuwe soorten wiskunde, en misschien het belangrijkste, dat in de meeste gevallen de industriële tevreden naar huis gaan, vol nieuwe ideeën en met vernieuwd élan? Het antwoord is simpel: alweer omdat het *leuk* is. Het is leuk om samen met andere geïnteresseerde wiskundigen een *ad hoc* team te vormen, samen de uitdaging aan te gaan, en samen er hard aan te trekken om het probleem zo goed mogelijk aan te pakken. En met de verenigde kennis en inzicht van je teamgenoten blij je in slechts enkele dagen een verbazingwekkend begrip te kunnen creëren van de situatie van je industrieel en het probleem helemaal als jouw probleem te gaan zien. De suggesties voor verbetering komen dan vanzelf.

Na deze wervende woorden is er ongetwijfeld één vraag die nog door het hoofd speelt: om wat voor problemen gaat het eigenlijk? We zouden met alle plezier alvast inzage geven in de problemen die in februari tijdens de Studiegroep 2002 in Amsterdam aan de orde komen. Die zijn op dit moment van schrijven nog niet bekend. In plaats daarvan beschrijven we als voorproefje twee problemen uit voorgaande studiegroepen.

Watching paint dry

We hadden de ‘mathematicians watching paint dry’ al genoemd. Dit probleem werd in Bath (UK) in 1997 aan de orde gesteld door de verfafdeling van het chemische concern ICI. De vraagstelling was simpel: de consument heeft een aantal eisen (snel klaar, geen organische oplosmiddelen, kleurvastheid) die blijken te leiden tot barsten in de verf. Er is een omvangrijke basis van experimentele kennis, maar een overtuigende theoretische beschrijving van het drogen van verf op waterbasis ontbreekt. Dit was de uitdaging aan de Studiegroep.

De groep heeft tijdens de week zelf een aantal mogelijkheden op een rij gezet voor het mechanisme, of de combinatie van mechanismen, die verantwoordelijk zou kunnen zijn voor het barsten [3]. Ook zijn er tijdens de week zelf experimenten gedaan: om een

gevoel te krijgen voor de relatie tussen de samenstelling van verf en het drogingsproces hebben de onderzoekers een aantal verschillende soorten nep-verf gemengd uit huishoudelijke ingrediënten, zoals talkpoeder (de vulter) en maïzena (de latex). De zelfgemaakte verf barstte in op verschillende manieren, al naar gelang de samenstelling, maar wat ze ook probeerden, de ICI-verf wilde maar niet barsten. De vragen die tijdens deze week gerezen zijn hebben inmiddels aanleiding gegeven tot nieuw lange-termijn onderzoek naar het drogen van verf [1–2].

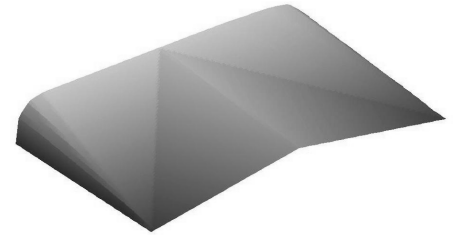
Tentdaken

Tijdens de meest recente Nederlandse Studiegroep, in 2000 in Twente, bracht de tentenfabrikant Gerjak uit Enschede het volgende probleem: voor een gegeven metalen frame en caravan, hoe moet de stof geknipt en genaaid worden om een voortent te krijgen die mooi strak staat? De fabrikant had voor de volledigheid een frame meegenomen, dat in de tuin werd opgesteld.



Figuur 2 De uitdaging: verwijder de kreukels uit het dak van deze tent.

In de aanpak van het probleem [4] maakte de groep gebruik van ontwikkelbare oppervlakken, waarvan de meest simpele definitie is ‘dat je ze kunt construeren uit een stuk papier’. Een kegel en een cylinder zijn ontwikkelbaar, een bol niet. Het verband met het tentprobleem is duidelijk: men maakt een tent door een stuk vlak doek uit te knippen en in een vorm te vouwen. Opvallend genoeg bleken er voor het Gerjak-frame meerdere keuzen te zijn voor een dergelijk ontwikkelbaar oppervlak, en na (theoretische én experimentele) vergelijking met andere vormen werd gekozen voor een criterium van kleinste opper-



Figuur 3 Een ontwikkelbaar oppervlak als oplossing van het tentprobleem.

vlak binnen de klasse van ontwikkelbare oppervlakken. Dit leverde een fraaie en kreukelloze tent.

De fabrikant had echter nog een tweede vraag. Veel van de tenten die zij verkopen moeten passen op verschillende frames (omdat een caravan een onderdeel van het frame vormt, en de caravans onderling verschillen). De uitdaging is dezelfde als voorheen, maar voor een gegeven klasse van frames, in plaats van voor één specifiek frame. Dit is een veel lastiger probleem, omdat kreukels niet uit te sluiten zijn. De wiskundige moet dus de vraag beantwoorden of een gegeven gekreukeld doek nog acceptabel is. Het antwoord hierop is sterk subjectief. Desondanks heeft de groep een aantal aanbevelingen kunnen doen wanneer de *excess area*, het hiaat tussen minimaal en werkelijk oppervlak, als maatstaf wordt genomen. Een aantal ideeën dat tijdens de Studiegroep gerezen is, heeft later geresulteerd in aanpassingen in de ontwerpen van de fabrikant.

Bij het verschijnen van dit artikel zijn enkele van de problemen van SWI2002 al bekend — kijk daarvoor op de website van SWI2002. Ook inschrijving is hier mogelijk. Toegepaste wiskunde: makkelijker kunnen we het niet maken, wél leuker!

Meer informatie

Studiegroep Wiskunde met de Industrie 2002, 18–22 februari 2002, Amsterdam.

De Studiegroep wordt georganiseerd door het CWI en de UvA, en wordt financieel gesteund door het programma ‘Wiskunde Toegepast’ van STW en NWO-EW.

Informatie en aanmelding:

<http://www.cwi.nl/conferences/swi2002>

Literatuur

- 1 B. W. van de Fliert and R. van der Hou, ‘Stress-driven diffusion in a drying liquid paint layer’, *Eur. J. Appl. Math.*, 9:447–462, 1998.
- 2 B. W. van de Fliert and R. van der Hou, ‘A generalized Stefan problem in a diffusion model with evaporation’, *SIAM J. Appl. Math.*, 60(4):1128–1136, 2000.
- 3 B. W. van de Fliert and C. P. Please. ‘Mud-cracking’ in a latex paint film’. In C. J. Budd, editor, *Proc. 30th Eur. Study Group with Industry*, 1997. <http://www.maths.bath.ac.uk/CONFERENCES/ESG197/ici.ps>
- 4 B. van ’t Hof, H. Margaretha, H. Susanto and F. P. H. van Beckum, ‘Caravan awnings: a geometrical problem’. In B. W. van de Fliert and G. Meinsma, editors, *Proc. 39th Eur. Study Group with Industry*, pages 45–55. Shaker Publishing BV, Maastricht, 2001.
- 5 H. W. Lenstra, ‘Aeternitatem cogita’. In *Nieuw Archief voor Wiskunde*, maart 2001, vijfde serie, deel 2, nummer 1.