

'Met wiskunde kun je levens redden'

Er lopen in Nederland mensen rond die hun leven danken aan een wiskundige - ook al weten ze daar zelf niets van. **Rob van der Mei** is expert in het optimaliseren van processen die geplaagd worden door onzekerheden. Met wiskundige modellen maakt hij hulpdiensten efficiënter - van ambulancevoertuigen tot 113-telefoongesprekken.

Interview: Ans Hekkenberg en Jim Jansen
Fotografie: Bob Bronshoff

Een goede chatsessie kan het verschil betekenen tussen leven en dood. Dat klinkt misschien vreemd, maar de hulpverleners die werken bij 113 Zelfmoordpreventie weten maar al te goed dat het de bittere waarheid is. Als zij de juiste snaar weten te raken bij hun bellers en chatters, dan hebben ze een leven gered. Lukt dat niet, dan is de prijs torenhoog.

Het is dus letterlijk van levensbelang om zo'n gesprek zo goed mogelijk te voeren. Maar hoe doe je dat? Over welke onderwerpen moet je doorvragen, wanneer moet je het gesprek bijsturen, en bij welke sleutelwoorden moeten je alarmbellen gaan rinkelen? Binnenkort krijgt het 113-team hulp uit onverwachte hoek. Dankzij wiskundige Rob van der Mei krijgen de hulpverleners een virtuele assistent die hen op basis van statistiek ondersteunt om de slimste keuzes te maken.

Het is niet de eerste keer dat Van der Mei buiten de comfortzone van de academische wiskunde treedt om de zorg te verbeteren.

Eerder hielp hij ambulancediensten om sneller de plek des onheils te bereiken, wist hij coronavaccinaties beter te verdelen over GGD-locaties en zorgde hij ervoor dat de wachttijden in de ouderenzorg omlaag kunnen. Het lijkt een grote stap, van een stoffig krijtbord naar meldkamers en priklocaties, maar zo ziet Van der Mei dat niet. 'Ik zie regelmatig problemen waarvan ik denk: hier kan ik helpen.'

De rode draad in uw werk is dat u wiskunde gebruikt voor praktische, vaak levensreddende toepassingen. Hoe kwam u erbij om wiskunde zo in te zetten?

'Ik houd me bezig met optimalisatie. Dat wil zeggen dat ik wiskundige modellen maak waarmee je kunt uitpuzzelen wat de beste oplossing is voor een complex probleem. Denk bijvoorbeeld aan hoe je het snelst een wachtrij bedient en hoe je het snelst verschillende locaties kunt bereiken.

In 2007 werd ik benaderd door het hoofd van de regionale ambulancedienst van de GGD Amsterdam. Hij zei tegen me: 'Wij zien elke dag dat elke seconde telt. Jullie weten van alles over optimalisatie. Ik heb het gevoel dat hier wat te winnen valt.' Daarop zijn we een project gestart rond het slimmer

plannen van ambulanceritten, zodat de hulpverleners sneller ter plaatse zijn.'

Op welke manier viel de ambulanceplanning te optimaliseren?

'Samen met collega's van het Centrum Wiskunde & Informatica en de Technische Universiteit Delft heb ik een model gemaakt dat de locatie van incidenten voorspelt voordat ze gebeurd zijn. Dat doet het model op basis van historische data - dus een overzicht van waar eerder ongevallen zijn geweest - gecombineerd met informatie over de huidige weersomstandigheden, files op de weg, enzovoort. Aan de hand van die gegevens berekent het model waar de kans op incidenten het grootst is.

Met behulp van die informatie kun je je ambulances vervolgens proactief verdelen over de regio. In de klassieke situatie staat er een vast aantal ambulances op de standplaats. Als de bel gaat, rijdt een ambulance snel naar de locatie van het incident. Maar als je kunt voorspellen waar waarschijnlijk ongelukken gebeuren, kun je slim vooruitkijken en voertuigen alvast op plekken zetten waar wellicht hulpdiensten nodig zijn.

Ook kun je je ambulances zo verdelen dat er geen gaten in de dekking vallen. Dat doe

↙
interview





je door slim te kiezen welke wagen naar een ongeluk rijdt en vervolgens andere voertuigen alvast te verplaatsen.'

Is het niet gewoon een kwestie van altijd de dichtstbijzijnde wagen naar een ongeluk sturen?

'Nee, soms is dat juist niet handig. Een ambulance moet binnen vijftien minuten op de plek van het ongeval zijn. Soms kan een ambulance die net wat verder weg staat ook ruim binnen deze tijd arriveren. Je kunt dan wel met het dichtstbijzijnde voertuig naar het incident rijden, maar als er door dat voertuig te verplaatsen een gat in de dekking valt, is dat niet goed. Vindt er ergens een tweede ongeluk plaats, dan zou het kunnen dat daar niemand op tijd heen kan. Soms loont het om het verdere voertuig eerst in te zetten. Je verhoogt dan de kans dat er altijd een ambulance in de buurt is wanneer ergens iets gebeurt.

Het is eigenlijk net een schaakspel. Bij schaken kun je je tegenstander te slim af zijn door een paar zetten vooruit te denken en je stukken goed te positioneren. Met ambulances is dat net zo. De tegenstanders zijn in dit geval geen schakers, maar incidenten.'

Wordt uw werk in de praktijk gebruikt?

'Jazeker. Het project is nu alweer bijna veertien jaar geleden gestart, maar het draait nog

'We zoeken subtiele relaties in gesprekken - dingen die je met het blote oog niet kunt zien'

steeds in een aantal regio's. De resultaten zijn heel positief. Voordat ons algoritme werd ingevoerd, was de aanrijtijd van de regionale ambulancedienst in 93 procent van de gevallen binnen de marges. Of, anders gezegd, in 7 procent van de gevallen waren ze te laat. Toen wij een pilot uitvoerden, waren de ambulances in 96,8 procent van de gevallen op tijd. Dat is dus een halvering van het aantal keren dat ze te laat arriveerden.

Zo goed als dat ene meetmoment is het daarna niet meer geweest, moet ik toegeven. Maar de situatie is nog steeds wel aanzienlijk beter dan voorheen. Iemand van de ambulancevoorziening zei later nog eens tegen me: 'Het lijkt wel alsof we twee extra ambulances hebben.' Dat komt doordat je gewoon beter plant.'

Een recenter project is uw samenwerking met 113 Zelfmoordpreventie. Wat hoopt u hier te bereiken?

'Als je 113 belt, of het gratis nummer 0800 0113, dan krijg je een hulpverlener aan de lijn. Maar je kunt er ook voor kiezen om op de website 113.nl met iemand te chatten. bestaand inmiddels een groot archief aan chatsessies - natuurlijk allemaal anoniem op geen enkele wijze herleidbaar tot personen. Wat wij doen, is uit dat archief achterhalen hoe je iemand in zo'n chatsessie effectief kunt helpen. Daarvoor bekijken we welke onderwerpen in de chat worden besproken, en welke combinaties van woorden voorbijkomen. Vervolgens kijken we het gesprek heeft geholpen of niet. Zo kunnen we achterhalen welke reacties, of welke combinaties van sleutelwoorden, effectief werken. En welke combinaties van woorden juist explosief mengsel vormen.

Uiteindelijk willen we op basis van deze kennis een computerprogramma maken dat live met een gesprek meekijkt en de hulpverleners ondersteunt door suggesties te do-

Als het algoritme een belangrijk gespreks-onderwerp herkent, komt er dan een melding op het scherm van de hulpverlener. Bijvoorbeeld: vraag door over dit onderwerp. Of juist: vraag niet door.

Kijk, sommige dingen liggen voor de hand. Als je vraagt 'voel je je nu beter?' en iemand zegt 'nee', dan moet je als hulpverlener natuurlijk niet ophangen. Dat is logisch. Maar wij gaan juist op zoek naar veel subtielere relaties in de gespreksarchieven – naar dingen die je als mens met het blote oog niet kunt zien. Om die te kunnen herkennen, gebruiken we een vorm van kunstmatige intelligentie die *machine learning* heet.

Op welke manier kan kunstmatige intelligentie succesformules vinden die je als mens niet herkent?

'Bij machine learning geef je een computer een grote hoeveelheid data en laat je hem zélf relaties ontdekken. Je laat de machine bijvoorbeeld heel veel dierenplaatjes zien, die zijn gelabeld als 'hond' of 'kat'. De computer leert zichzelf om combinaties van kenmerken te herkennen – de oren, de snuit – die bij de verschillende diersoorten horen.

Zodra het programma genoeg plaatjes heeft gezien en verbanden heeft gelegd, kun je hem een onbekende afbeelding voorschieten. Zelfs als dat een plaatje is dat nog niet eerder is langsgeweest, kan het algoritme zeggen of het gaat om een hond of een kat.

Bij 113 laten wij machine learning dus los op hun chatarchief. We laten het aan de computer over om relaties te herkennen tussen de dingen die je als hulpverlener zegt en de kans op een succesvol gesprek.'

Nu zullen hulpverleners bij de zelfmoordlijn vaak keuzes op een onderbuikgevoel moeten maken. Zitten zij wel te wachten op een koude computer die ze vertelt hoe je dit empathische werk moet doen?

'Dat is een terechte vraag. Wat we bij het ambulance-onderzoek zagen, is dat je zo'n algoritme niet zomaar over de schutting moet gooien. Mensen zijn pas bereid om naar algoritmen te luisteren als ze begrijpen hoe ze werken en waarom ze bepaalde suggesties doen. Bij de ambulancedienst heeft

een collega die de software ontwikkelde, Martin van Buuren, tijd doorgebracht in de meldkamer. Als er een voorgestelde verplaatsing van een ambulance op het scherm verscheen, vonden de mensen dat nog wel eens onzin. Waarom zou je dáár een ambulance neerzetten? Martin legde dan uit waarom de verplaatsing geen onzin was, en wat je ermee bereikte. Zo kon hij de zorgen van het meldkamerpersoneel wegnemen.

Bij 113 Zelfmoordpreventie zal dat niet anders zijn. We zijn nu twee jaar met dat onderzoek bezig. We hebben een goede band met de organisatie en hebben mogen meekijken in de praktijk, bij de gesprekken. Maar ook hier zullen we eerst een pilot moeten doen. Iemand uit mijn onderzoeksgroep zal dan op de werkvloer aanwezig zijn om uit te leggen hoe de suggesties van het algoritme tot stand komen.'

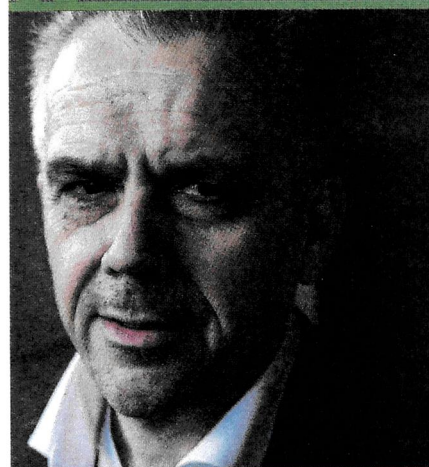
Moet het algoritme nog aan bijzondere voorwaarden voldoen om geaccepteerd te worden?

'Het moet vooral werkbaar zijn. Ter illustratie ga ik even terug naar het ambulance-onderzoek. Toen we ons algoritme voor het eerst in de praktijk testten, moesten de ambulances veel te vaak verplaatsen. Het algoritme zocht constant naar een optimale dekking van de wagens. Bij elke oproep die binnenkwam, kregen bijna alle ambulances de opdracht om te bewegen. Dat was voor de chauffeurs niet te doen. Daarop hebben we het model aangepast. We plaatsten een limiet op het aantal verplaatsingen per dag. Door een rem op het algoritme te zetten, hielden we het resultaat werkbaar.

Iets anders waar we tegenaan liepen, was dat het voor chauffeurs niet fijn was als zij net voor het eind van hun dienst nog van standplaats moesten veranderen. Daarom gingen we weer terug naar de tekentafel om de dienstroosters in het model mee te nemen. We stelden een extra parameter in waardoor chauffeurs bijvoorbeeld in het laatste uur van hun dienst niet meer op pad hoefden voor het optimaliseren van de dekking, maar alleen als er een incident was.

Al met al moesten we een balans vinden tussen wat wiskundig optimaal is en wat

CV



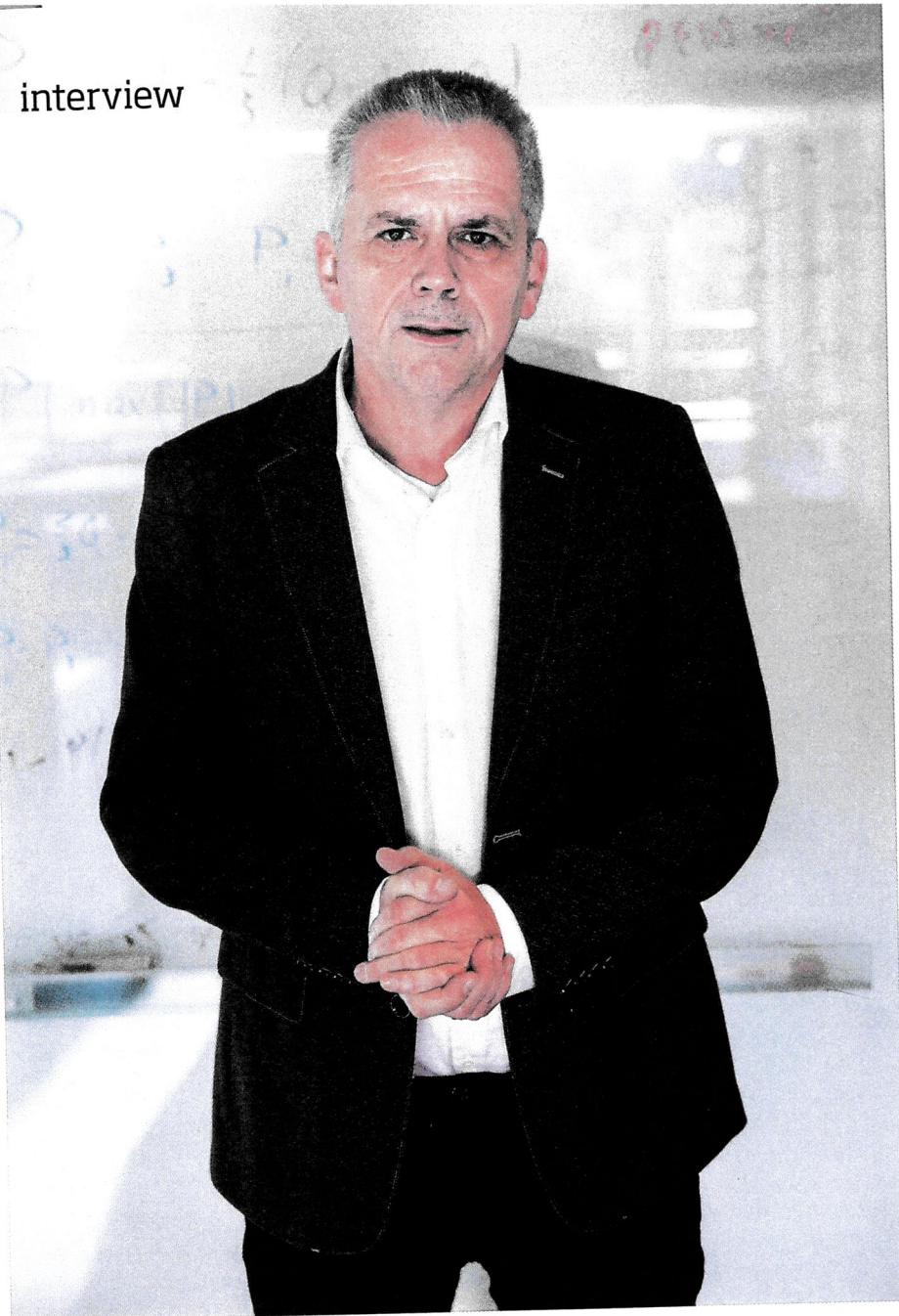
Rob van der Mei (Tilburg, 1966) is sinds 2003 hoogleraar toegepaste wiskunde aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Ook is hij verbonden aan het Amsterdamse Centrum Wiskunde & Informatica, waar hij behalve onderzoeksleider ook manager Research & Strategy is. Nadat Van der Mei in 1995 promoveerde, werkte hij meer dan tien jaar als consultant en onderzoeker voor onder meer het Amerikaanse telecommunicatiebedrijf AT&T en het Nederlandse KPN. In 2021 ontving Van der Mei de Huibregtsprijs, een onderscheiding voor onderzoek dat wetenschappelijke kwaliteit combineert met maatschappelijke meerwaarde.

werkbaar is. Dat laatste is natuurlijk cruciaal voor acceptatie op de werkvloer.'

Ook de coronatijd bracht optimalisatie-uitdagingen met zich mee. Hoe heeft uw onderzoeksgroep geholpen bij het efficiënt verdelen van coronavaccinaties?

'Dat was een project van studenten van me, van de Vrije Universiteit Amsterdam. Er komt heel wat kijken bij de logistieke kant van het vaccineren. Je wilt weten wat de wachttijden zijn voor de verschillende leeftijdscategorieën, hoe je mensen het beste kunt verdelen over de GGD-priklocaties, hoeveel locaties je nodig hebt en hoeveel mensen daar dan moeten werken aan hoeveel loketten. Mijn studenten hebben een dashboard gemaakt dat heel snel de wachttijden doorrekende.

We zijn daarna in contact gekomen met de GGD GHOR (de overkoepelende organisatie van GGD'en en de Geneeskundige



Hulpverleningsorganisaties in de Regio, red.). Samen met hen hebben we de tool doorontwikkeld. We hebben bijvoorbeeld gekeken hoe je de vaccinaties optimaal verdeelt over de locaties en dat ook in praktijk gebracht.'

Gebruikt u bij al die verschillende projecten steeds hetzelfde optimalisatietrucje?

'Je herkent op een gegeven moment dat bepaalde problemen overeenkomsten hebben met problemen die je eerder hebt opgelost. In sommige gevallen kun je dan inderdaad hetzelfde trucje gebruiken. Als je eenmaal de optimale spreiding van ambulances hebt gemodelleerd, kun je hetzelfde doen voor andere hulpdiensten zoals de

brandweer, de politie en de wegenwacht. Of je nou berekent waar ambulances moeten staan of waar je het beste een kazerne voor de brandweer kunt neerzetten, het gebruikte model is in wezen hetzelfde. Er gaan hoogstens andere getallen in. Een ambulance moet bijvoorbeeld in vijftien minuten ter plaatse zijn, de brandweer in acht minuten.

Er zijn natuurlijk ook wel verschillen waar je het model op moet aanpassen. De politie moet er bijvoorbeeld rekening mee houden dat als ergens een inbraak plaatsvindt de kans toeneemt dat het kort daarna in dezelfde buurt nog eens raak is. Dat heet het near-repeat-fenomeen. Voor ambulance-diensten is dit niet relevant: als je buurman een hartaanval krijgt, heb jij niet opeens ook

meer kans op hartproblemen. Er spelen dus andere factoren een rol in je model.'

Welke wiskunde gaat er schuil achter zo'n model?

'Op de eerste plaats: statistiek. We doen daarbinnen steeds meer met behulp van machine learning. In de klassieke statistiek heb je een beperkt aantal datapunten – een beperkte hoeveelheid informatie – waar je zoveel mogelijk uit wilt leren. Tegenwoordig heb je vaak juist een overvloed aan data die je wilt analyseren, zoals het chatarchief van 113. Daarbij komt machine learning van pas. Een machine kan daar zo veel mee 'oefenen', dat hij zelf verbanden gaat ontdekken.

Dit is echt een ontwikkeling van de laatste twintig jaar. We zitten nu in het tijdperk van 'big data': organisaties verzamelen constant gegevens, iedereen meet alles. En zodra er een grote bak data beschikbaar is, kun je daar nieuwe inzichten uit verkrijgen en er voorspellingen mee doen.

Het tweede stuk wiskunde dat in mijn werk belangrijk is, heet stochastische optimalisatie. Stochastiek betekent zo veel als 'onzekerheid'. En 'optimalisatie' betekent dat je in de context van allerlei onzekere factoren de juiste beslissing wilt nemen.

Neem als voorbeeld een balie in gedachten waar vier wachtrijen met klanten zich voor opstellen. Je wilt deze klanten zo snel mogelijk helpen. Maar hoe? Je hebt dan te maken met onzekerheid: je weet niet wanneer nieuwe klanten aansluiten en hoe lang de bediening van een specifieke klant duurt. Je weet eigenlijk niks zeker. Maar je kunt wel uitgaan van gemiddelden, spreiding en kansen. Ondanks de onzekerheden wil je slimme keuzes maken. Bijvoorbeeld over het aantal loketten dat je nodig hebt om klanten snel genoeg te kunnen helpen of over de volgorde waarin je de wachtrijen afhandelt – eerst eentje helemaal, of wissel je af?'

Moeten er ook weleens nieuwe wiskundige technieken worden ontwikkeld?

'Zeker. Een mooi voorbeeld daarvan komt uit onderzoek dat we deden op het gebied van dynamische prijzen. Neem vliegtickets:

de prijs daarvan hangt af van de beschikbaarheid. In het klassieke geval maak je de stoelen duurder naarmate er minder van zijn. Maar in de praktijk is er zoiets als *price sensitivity*. De bereidheid van mensen om een ticket te kopen verandert onvoorspelbaar met de kosten ervan. Een manier om de optimale prijs te bepalen, is ermee variëren en dan kijken wat wel en niet werkt.

Voor een vliegmaatschappij is experimenteren kostbaar: je wilt zoveel mogelijk geld verdienen, dus wil je je tickets niet te goedkoop of te duur maken. Maar als je je prijzen nooit varieert, leer je niks. Als ik je 5 euro vraag voor een product, zal ik nooit weten of je bereid was geweest om er 10 euro voor te betalen. Je moet dus investeren om te ontdekken hoe je het prijzenspel moet spelen.

Een toenmalig promovendus van me, Arnoud den Boer (nu universitair hoofd-docent aan de Universiteit van Amsterdam, red.) heeft dit onderzocht. Hij ontwikkelde een onderliggende theorie die laat zien hoe je simultaan kunt leren én optimaliseren. Dat was nuttig voor vliegmaatschappijen, maar zijn theorie werkt in het algemeen.'

Wat vindt u zelf het indrukwekkendste project waaraan u hebt gewerkt?

'Wat betreft toepassingen de ambulances natuurlijk. Maar wat betreft nieuwe wiskunde, dan is het de theorie die ik heb ontwikkeld om wachtrijen te beschrijven. Denk weer aan die meerdere wachtrijen die zich bij een loket met een bediende melden. Een jaar of vijftien geleden heb ik zogeheten expliciete uitdrukkingen gevonden, een soort abc-formules, waarmee je de kans kunt uitrekenen dat de wachttijd voor een klant groter is dan een bepaald aantal seconden.

Toen ik daaraan begon te werken, bestonden daar alleen modellen voor die specifieke gevallen beschreven. Die werkten bijvoorbeeld alleen bij drie wachtrijen. Ik zag een structuur in al die voorbeelden en wist een algemene beschrijving te maken die werkt in allerlei situaties: bij onder meer een willekeurig aantal wachtrijen, een willekeurig aantal mensen die op elk moment kunnen arriveren, en een willekeurige hoeveelheid tijd die het bedienen van een persoon kost.'



'In de ouderenzorg gaat het vaak mis bij de overgang van de ene organisatie naar de andere'

Is er een alledaags optimalisatieprobleem waarvan uw handen gaan jeuken?

'Ik zie regelmatig problemen voorbijkomen waarvan ik denk: hier kan ik helpen. Het belangrijkste? Ik wil naar nul wachtlijsten in de zorg. Ik denk dat dat haalbaar is.

Ik ben recent een project gestart dat DOLCE VITA heet. Samen met zorgaanbieders uit de regio willen we de wachttijden voor ouderen reduceren. Stel, een oude vrouw valt van de trap en breekt haar heup. Ze komt dan op een wachtlijst terecht voor thuiszorg en op een lijst voor een heupoperatie. En misschien kan ze niet meer thuis wonen. Er zijn dan verschillende partijen die haar moeten helpen. Vaak gaat het in de ouderenzorg fout op het overgangspunt van de ene organisatie naar de andere. Daardoor zitten mensen die geholpen moeten worden te lang thuis.

Wij willen met dit project inzicht krijgen in de gevolgen van beleidskeuzes. Stel dat een zorgaanbieder extra bedden beschikbaar maakt, wat de behandelcapaciteit vergroot. Wat is dan het volgende knelpunt? Ons model gaat dat voorspellen.

Ook hebben we een manier gevonden om de wachttijd direct al te verlagen. Momenteel

is het zo dat je, als je hulp nodig hebt, bij één zorgaanbieder op de wachtlijst komt te staan. Wij kijken juist naar meer zorgverleners tegelijkertijd. Als patiënt kun je aangeven op welke locatie je het liefst geholpen wordt, maar ook wat voor jou acceptabele alternatieven zijn. Ons algoritme bekijkt alle individuele voorkeuren en puzzelt uit hoe je de patiënten optimaal kunt verdelen. We hebben berekend dat de wachttijd in de regio Amsterdam zo met een factor drie of vier naar beneden kan.'

Ook deze toepassing lijkt me geschikt voor andere partijen.

'Zeker, mogelijk is dit ook interessant voor geestelijke gezondheidszorg en de jeugdzorg. Maar ook voor het plannen van verloskundige zorg zou het heel geschikt zijn.

Maar goed, de zorg, *pricing*, nooddiensten... ik doe nu eigenlijk al te veel. Ik zie gelukkig dat de studenten die ik opleid overal terechtkomen. Op die manier mag het zelf misschien niet allemaal doen, maar raakt de kennis wel verspreid. Je kunt met wiskunde allerlei maatschappelijke problemen oplossen – en levens redden – als je maar herkent hoe.' ■