

# Netwerken

Dit themanummer van het *Nieuw Archief voor Wiskunde* staat in het teken van *netwerken* en wat wiskundigen daar zoal over te zeggen hebben. Informeel gesproken kan men zeggen dat een netwerk een geheel van met elkaar verbonden punten beschrijft. Het is duidelijk dat met zo'n brede 'definitie' een veelheid van fenomenen uit de wereld om ons heen onder de noemer van netwerken geschaard kan worden. Denk bijvoorbeeld aan netwerken in de natuur, zoals allerlei chemische structuren, neurale verbindingen in het brein of planeten in een sterrenstelsel. Maar ook in de context van de mens zijn er voorbeelden te over: auto's in verkeersnetwerken, vrienden in sociale netwerken, de overdracht van virussen binnen populaties, mobiele apparaten in draadloze netwerken. De lijst van relevante netwerken lijkt eindeloos en het is dan ook niet vreemd dat ze het object zijn van intensief wetenschappelijk onderzoek. Ook in de wiskunde zien we een veelheid aan netwerken, in allerlei soorten en maten: ze kunnen deterministisch zijn of stochastisch, statisch of dynamisch, klein of groot, ruimtelijk of virtueel.

Het Zwaartekrachtproject NETWORKS, dat vorig jaar gestart is, heeft als doel netwerken te beschrijven en te analyseren, om te komen tot goede, werkbare algoritmes die de *performance* van netwerken kunnen verbeteren of zelfs optimaliseren. In het eerste artikel van dit nummer geven we een meer gedetailleerd beeld van het project, waarin veel inspiratie wordt geput uit de 'echte' netwerken zoals we die elke dag tegenkomen. De maatschappelijke uitdagingen waarmee zulke netwerken ons confronteren gaan vaak hand in hand met prachtige wiskunde en in deze editie zien we daar een aantal voorbeelden van.

Zo staat in ons land het onderzoek naar optimale dienstroosters voor treinen op een ongekend hoog niveau, getuige ook de internationale erkenning voor de ontwikkelde expertise. Leo Kroon en Lex Schrijver geven een beeld van de, geavanceerde maar direct toepasbare, wiskundige technieken die hierin een rol

spelen. Leo van Iersel legt uit hoe we, gebruikmakend van concepten uit de grafentheorie, kunnen reconstrueren hoe organismen zijn ontstaan uit verre voorouders als gevolg van allerlei evolutionaire processen. Mark de Berg beschrijft hoe problemen uit de frequentietoekenning in draadloze communicatienetwerken aangepakt kunnen worden met combinatorische technieken. In een bijdrage die gecoördineerd werd door Karen Aardal komen toepassingen uit de gezondheidszorg aan bod, waarbij de focus ligt op het proactief plannen van ambulancediensten. Vergelijkbare technieken blijken ook gebruikt te kunnen worden bij het plaatsen van brandweercentrales.

Stochastische netwerken, waarin deeltjes zich volgens een bepaald probabilistisch mechanisme bewegen, zijn al meer dan honderd jaar een belangrijk onderzoeksthema. Onno Boxma, Stella Kapodistria en Michel Mandjes beschrijven een aantal klassen van zulke stochastische netwerken waarvoor nette gesloten oplossingen bestaan voor allerlei prestatie-maten, en laten tevens zien dat de analyse uitermate gecompliceerd kan worden zodra men die klasse van standaardnetwerken verlaat. Deeltjesmodellen staan ook in de laatste twee bijdragen centraal. Sem Borst, Johan van Leeuwen en Peter van de Ven bespreken modellen voor draadloze communicatie. Draadloze netwerken zijn groot en druk, waardoor signalen verstoord kunnen raken. De uitdaging is om zonder centrale coördinatie de capaciteit te verdelen naar tevredenheid van de netwerkgebruikers en tevens de interferentie binnen de perken te houden. De laatste bijdrage betreft deeltjesmodellen vanuit een natuurkundig perspectief. Zoals wordt uiteengezet door Diego Garlaschelli, Frank den Hollander en Andrea Roccaverde, zijn er tal van fysica-geïnspireerde complexe netwerken, waarvan de onderliggende structuur de nodige wiskundige uitdagingen biedt. ←

**Johan van Leeuwen en Michel Mandjes**, gastredacteuren  
*Faculteit Wiskunde en Informatica, TU/e, resp. Korteweg-de Vries Instituut voor Wiskunde, UvA*