

Kantelpunten beter voorspellen

# Het complexe netwerk van planten en bestuivers in gevaar door stress

Tekst Bart Keijser

Ik ben geen grote spelletjesfan. Het spelen van Monopoly of Mens-Erger-Je-Niet ervaar ik als een kwelling. Er is een uitzondering, en dat is het spel Jenga. Voor wie het niet kent: het spel bestaat uit een groot aantal houten blokjes waarvan een toren wordt gebouwd. Drie blokjes per laag, wisselend georiënteerd. De twee spelers moeten vervolgens om de beurt een blokje uit de toren halen en dat bovenop plaatsen. Dit gaat net zo lang door totdat de toren dermate instabiel is geworden dat hij bij het wegtrekken van een laatste blokje omvalt. Vanwaar deze ontboezeming, zult u denken. Wat heeft dit nu met bijen te maken?

## Kwetsbaarheid van ecosystemen

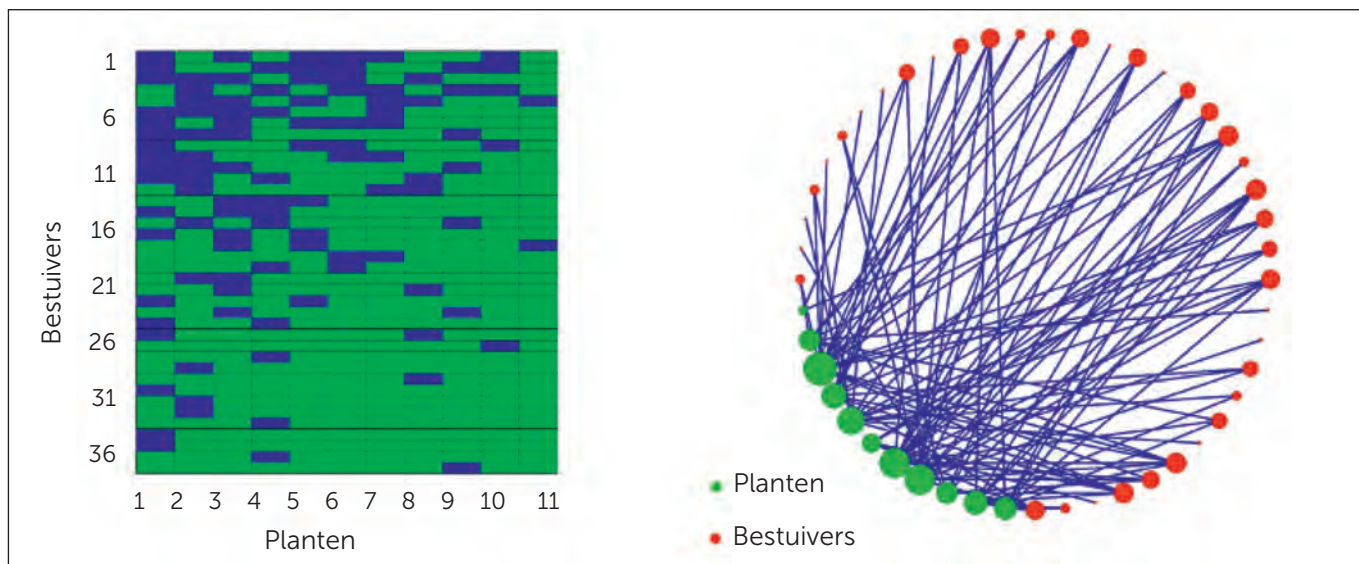
Het omvallen van de toren, instabiel geworden door de vele stenen die zijn weggehaald, bij het verwijderen van een laatste bouwsteen lijkt op het optreden van zogenaamde kantelpunten (*tipping points*) in de ecologie. Kantelpunten kunnen optreden bij geleidelijke verslechtingen van een ecosysteem en het wegvallen van soorten. In eerste instantie brengt dit weinig veranderingen teweeg. Wanneer echter een grenswaarde wordt overschreden, kan een kleine verstoring leiden tot een abrupte, grote verandering of zelfs de ineenstorting van het ecosysteem. Bekend is het voorbeeld van een meer dat van een heldere toestand vol biologisch leven in korte tijd vertroebelt door toestroom van water rijk aan voedingsstoffen. In helder water zijn er veel onderwaterplanten die mineralen uit het water halen. Hierdoor krijgen algen niet de kans krijgen om hard te groeien, want ze hebben weinig mineralen tot hun beschikking. Door de geringe algengroei blijft het water helder. Door de toestroom van nutriëntrijk water wordt de groei van algen gestimuleerd. Het water wordt hierdoor troebeler. Door deze vertroebeling krijgen waterplanten onvoldoende licht en groeien ze minder goed. Het gevolg is nu dat er meer mineralen beschikbaar komen voor algen waardoor die verder kunnen uitgroeien en het meer nog verder kunnen vertroebelen. Uiteindelijk sterven de waterplanten en wordt het water daardoor zuurstofarm. Hierdoor sterven ook (algenetende) vissen. Het oorspronkelijke evenwicht tussen algen, planten en vissen is volledig verstoord en de situatie is heel lastig terug te draaien. Zelfs wanneer de oorzaak van de verandering – de toevoer van nutriëntrijk water – wordt stopgezet zal het troebele meer niet meer helder worden.

## Bestuivingsrelatie insect-plant

Ook tussen planten en insecten is er duidelijk sprake van een afhankelijke relatie en verschillende interacties. Veel planten zijn voor hun bestuiving afhankelijk van insecten.



Jenga. Foto Atiwich Kaewchum.



De figuur links, met de groen-blaauwe vlakjes laat zien welke planten door welke insecten bestoven worden. Op de verticale as staan de verschillende bestuivers, genummerd 1 tot 36. Op de horizontale as de planten, genummerd 1 tot 11. Wanneer een bestuiver een plant bezoekt (en bestuift) krijgt het een blauw vlakje. Daarbij zie je dat er bepaalde planten zijn die door veel verschillende bestuivers worden bevoegen en andere planten door heel weinig bestuivers. Zo wordt plant 1 door een stuk of 17 verschillende bestuivers bevoegen en plant 11 door maar twee. Datzelfde zie je ook bij de bestuivers. In het 'netwerkplaatje' rechts wordt op een andere wijze de relatie tussen bepaalde planten (groene stippen) en bestuivers (rode stippen) weergegeven met een blauw lijntje. Het plaatje laat de netwerkinteracties zien voor een bepaald gebied. De grootte van de rode en groene stipjes geeft het aantal bestuivers weer.

Omgekeerd is stuifmeel een essentiële voedingsbron voor veel bestuivende insecten. Met veranderingen in het klimaat, onze leefomgeving en achteruitgang in zowel planten als insecten is het de vraag of er of ook in de netwerken van planten en bestuivers kantelpunten kunnen optreden. Dat is het punt waarbij het complexe netwerk van interacties tussen planten en bestuivers niet langer stand kan houden. Het probleem is dat dergelijke kantelpunten in ecosystemen zich lastig laten voorspellen. Dit heeft te maken met de complexiteit van dergelijke netwerken. In een recent artikel in het Amerikaanse tijdschrift PNAS (Jiang et al., 2018) hebben onderzoekers grote vooruitgang geboekt bij het opstellen van een wiskundig model dat interacties beschrijft tussen bestuivers en planten. Aan de basis stonden meetgegevens van planten en bestuivers, verzameld bij veldtellingen, wereldwijd in 59 verschillende studies. In het complexe wiskundige model konden onderzoekers de groei en competitie van planten en bestuivers en de introductie van nieuwe soorten modelleren. Daarnaast werd ook een factor opgenomen om de sterkte van mutualisme tussen planten en bestuivers te beschrijven. In de ecologie is dat een interactie tussen twee levensvormen waarbij beide voordeel hebben van die interactie (denk aan symbiose). Dit is een maat voor het wederzijdse voordeel dat beide soorten van elkaar hebben. Interactie bleek een heel belangrijke parameter in het gedrag van het bestuivers-plantennetwerk. Het knappe is dat onderzoekers de complexe werkelijkheid hebben weten terug te brengen naar twee dimensies, maar dat het model nog steeds heel precies de werkelijke tellingen kon voorspellen.

### Stresstest en impact aanwezigheid honingbijen

Het plant-bestuivernetwerkmodel is onderworpen aan een stresstest door enerzijds het aantal bestuivers te reduceren

(uitsterven van soorten) en anderzijds de levensduur van aanwezige bestuivers te verkorten. In beide gevallen bleek er inderdaad een kantelpunt op te treden. Terwijl het wegnemen van soorten bestuivers op een bepaald punt leidde tot een volledige ineenstorting van het netwerk ('als laatste blokje weggehaald wordt'), leidde een afnemende levensduur tot een instabiel ecosysteem dat leek te variëren tussen twee evenwichten. Met dit model lijkt het mogelijk om een veel beter begrip te krijgen van het functioneren van ecologische netwerken en het optreden van kantelpunten. Het kan mogelijk worden ingezet om te voorspellen welke maatregelen het beste bijdragen aan de ondersteuning van een ecosysteem om het optreden van dergelijke kantelpunten te voorkomen.

Een interessant punt is de mogelijke uitwerking van de aanwezigheid van honingbijen en de invloed op de natuurlijke insect-plantrelaties. Denk hierbij ook aan de discussie of het plaatsen van bijenvolken in natuurgebieden riskant is voor het natuurlijke evenwicht. Een scenario zou kunnen zijn dat door de inzet van honingbijen een natuurlijk netwerk tijdelijk onderhouden kan worden. Het model zou ook het omgekeerde kunnen tonen, namelijk dat bij het inzetten van honingbijen – en versterkte competitie met bepaalde typen bestuivers – het netwerk juist instabieler wordt. Ook kun je in het model aan de plantenkant veranderingen doorrekenen. Bijvoorbeeld, hebben bloemrijke stroken zin? En moeten we dan vooral planten inzetten die eigen bestuiverpopulaties hebben, of meer generalisten? ●

### Literatuur

Jiang, J., Huang, Z.-G., Seager, T.P., Lin, W., Grebogi, C., Hastings, A. en Lai, Y.-C., 2018. Predicting tipping points in ecological networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115(4):E639-E647, DOI: 10.1073.