

## Moet Curaçao uitgaan van het meest zwarte scenario?

## Wiskundige modellen

*De wereld is sinds het begin van dit jaar nog steeds in de ban van de coronapandemie. Regeringen nemen maatregelen om de verspreiding van het virus zo veel mogelijk te beheersen, waarbij er een wankel evenwicht bestaat tussen het voorzien in goede medische zorg en het benadelen van de economie. Ook Curaçao nam sinds de wereldwijde uitbraak strikte maatregelen, mede waardoor het aantal besmettingen tot nu toe laag is gebleven.*

door Rob Smit, Servaas Houben en Kees van Heugten

Deze maatregelen behelsden onder meer een lockdown, een avondklok en een 'shelter-in-place'-beleid. Er komen momenteel geen mensen uit de zogenoemde risicolanden binnen zonder dat zij na aankomst veertien dagen in quarantaine gaan en een negatieve coronatest is verplicht voor mensen uit 'medium risk'-landen, waaronder Nederland. Naast deze maatregelen is ook de ziekenhuiscapaciteit uitgebreid.

Maar is Curaçao daarmee veilig? Het eiland heeft net als Aruba relatief veel inwoners met een chronische aandoening. Dit in combinatie met een vergrijzende bevolking, maakt Curaçao kwetsbaar voor een uitbraak van Covid-19. Ook is er deze week toch weer een lokale besmetting aangetroffen. Reden voor drie Nederlandse actuarissen om er eens dieper in te duiken.

Sinds de start van het virus zijn zij bezig om kwantitatief meer grip te krijgen op dit complexe virus. Houben heeft een link met Curaçao omdat hij hier woonde en werkte. Dit was aanleiding voor de andere twee actuarissen om zich ook te verdiepen in de situatie op Curaçao. Is die situatie zoveel anders dan op andere eilanden of is deze vergelijkbaar met bijvoorbeeld de ontwikkelingen in Nederland? De vraag die zij zichzelf stelden is:

Kunnen wij met onze kennis van complexe modellen en het begrip van de waarde van data, helpen door met andere ogen te kijken naar dit schijnbaar ongreepbare virus? Hoogste tijd om de vakmansogen los te laten op deze complexe materie.

#### Wat is er al bekend?

Duidelijk is dat er al vele meters gemaakt zijn met betrekking tot hoe het virus technisch en medisch werkt, maar op gebied van wiskundige modellen is er doorgaans nog veel onontgonnen terrein. De meeste modellen voor virussen, waarvan er al best veel zijn, gaan uit van een zich 'braaf' gedragend virus. Met dit soort modellen bereken je slechts een gemiddelde. Maar de praktijk is wat weerbarstiger. Het werkt duidelijk anders dan bijvoorbeeld een griepvirus.

Het coronavirus gedraagt zich onvoorspelbaar en breekt vaak zeer snel uit in regio's in een land. De

'brave' modellen gaan helaas aan dit aspect voorbij, waardoor er een verkeerd beeld ontstaat. En dat kan leiden tot de verkeerde maatregelen.

#### De grilligheid van Covid-19

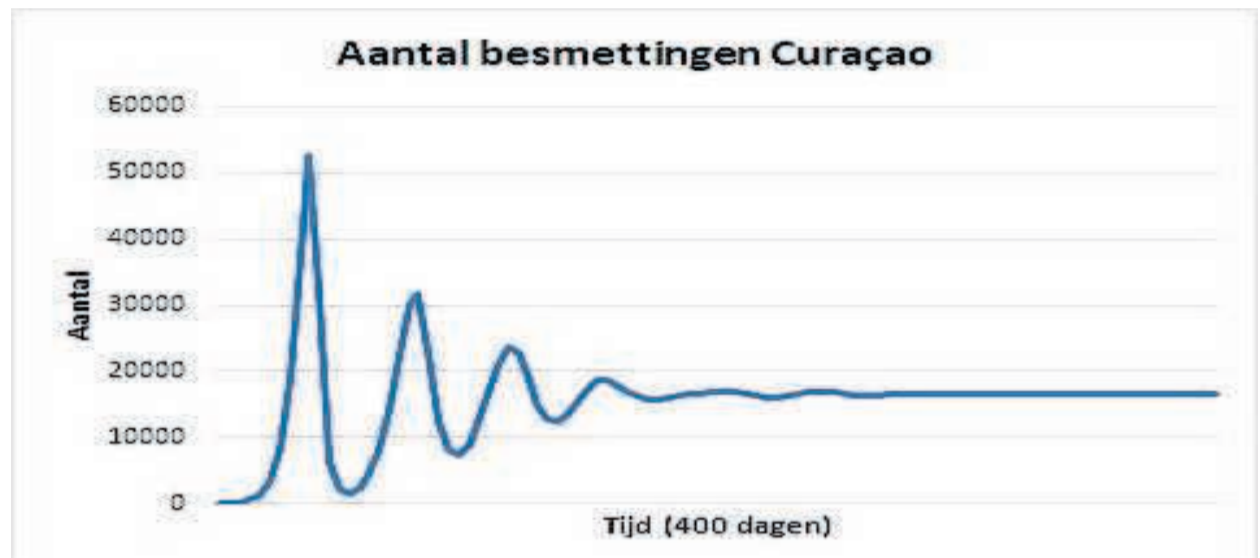
De bekende virusmodellen gaan uit van het verloop van het infecteren door het virus. Wij gaan uit van een zogenoemd 'Markov-model' en dat werkt als volgt:

Iemand is gezond en raakt eventueel besmet. Na

het model de kansen op ziek worden en in welke mate, zelf kiest uit een soort 'grabbelton'. Dit geldt ook voor overlijden. Dit doen we om de werkelijkheid zo veel mogelijk na te bootsen. Door telkens 're-runs' te draaien, krijg je een grote variëteit in uitkomsten te zien.

#### Het 'brave' model voor Curaçao

Uit het 'brave' model voor Curaçao wordt duidelijk dat het virus besmettingen laat zien die bewegen



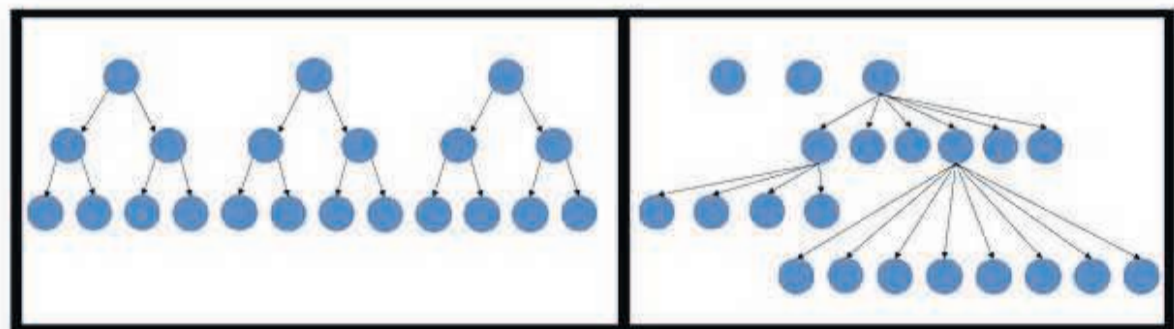
Afbeelding 2

de incubatietijd wordt de persoon ziek, soms nauwelijks met klachten, anderen blijven thuis en voelen zich echt beroerd en sommigen worden zelfs zo ziek dat ze in het ziekenhuis belanden en soms zelfs in kritieke toestand op de intensive care terecht komen. Voor vooral oudere mensen geldt dat een aantal van hen de kritieke toestand helaas niet overleven, daar waar een groot deel na de ziekteperiode weer herstelt en mogelijk een periode immuun is voor het virus. Na de periode van immuniteit ben je vervolgens weer gezond en kun je weer opnieuw besmet raken.

Tot zover niets nieuws. Nieuw is het toevoegen van de grilligheid van het virus. Wat we daarmee bedoelen laten we zien in **afbeelding 1**:

in golven (**afbeelding 2**). De hoogte van de golven zijn afhankelijk van wie er kunnen besmetten en de duur van ziek zijn en immuniteit. Als ook de zieken zonder klachten kunnen besmetten, verloopt de groei van het aantal besmettingen sneller dan als dit niet het geval is.

En als je de besmettingen niet afremt door in te grijpen, dan loopt dit aantal van 37 personen nu tot circa 52.000 personen ofwel éénderde van de bevolking van Curaçao. Dit resulteert in een fors aantal zieken, met circa 8000 ziekenhuispatiënten tot gevolg, ver boven het aantal dat de ziekenhuizen nu aankunnen. Na de eerste golf volgen er later nog meer, die minder hoog zijn. Uiteindelijk stop-



De afbeelding links illustreert een symmetrisch besmettingsproces. Elke besmette individu besmet na één periode twee anderen, die vervolgens weer elk twee anderen besmetten. De afbeelding rechts illustreert een asymmetrisch besmettingsproces, zoals Covid-19. Van de eerste drie besmet één individu zes anderen, de andere twee besmetten niet. Van de zes besmetten na één periode besmetten er maar twee, waarbij er één vier besmet en de andere er acht besmet. De overige vier besmetten niet.

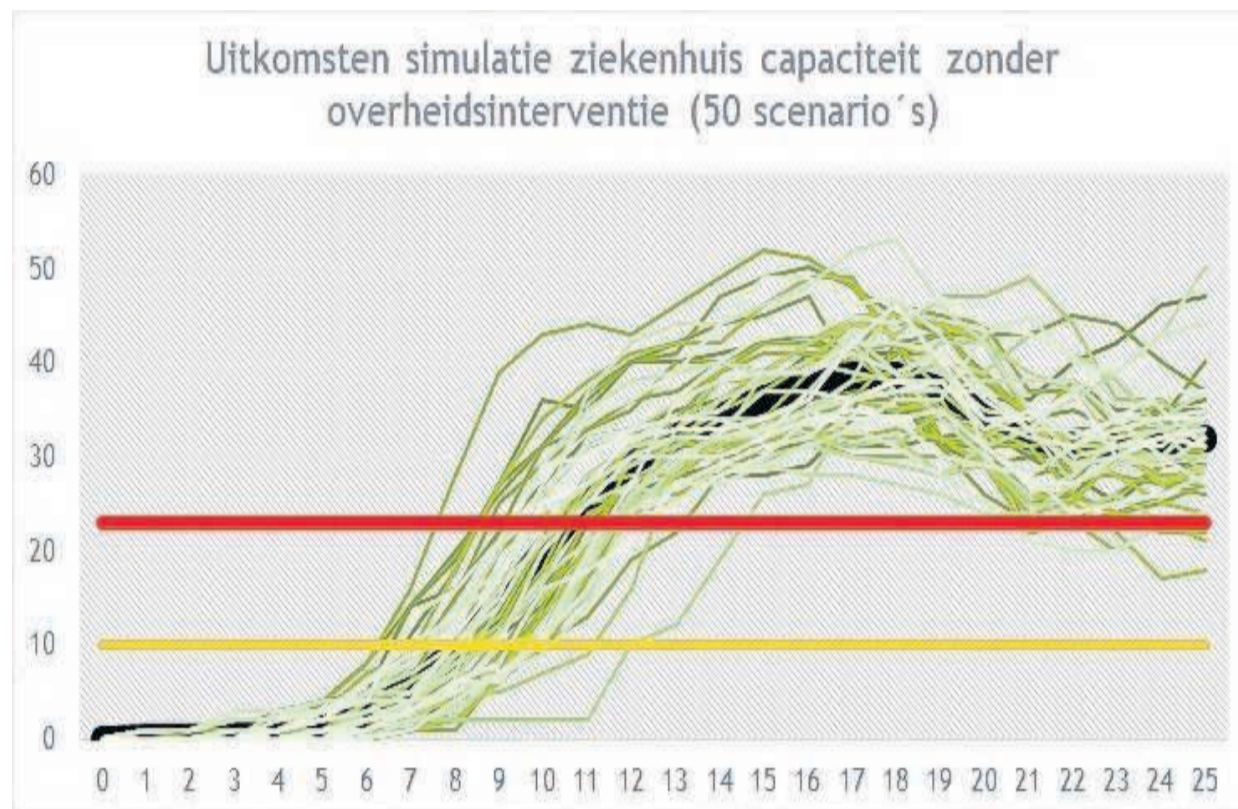
Afbeelding 1

Om de grilligheid van dit virus te modelleren moet de asymmetrie in besmettingen worden meegenomen, om aan te sluiten bij wat we zien in de praktijk. Dat is theoretisch heel ingewikkeld, maar oplosbaar door te simuleren. Telkens doorloopt een individuele fictieve persoon het model, waarbij

pen de golven en het wordt het aantal besmettingen stabiel. Het resultaat is dan dat er permanent zo'n 7500 ernstig zieken zijn op Curaçao.

Het 'brave' model laat dus zien dat coronagolven vanzelfsprekend zijn en dat er op de lange termijn stabilisatie optreedt. Dergelijke golven zien we ook

# bij aanpak Covid-19



Afbeelding 3

bij bijvoorbeeld griep. Maar de verwachte stabiliteit is niet iets is waarop je moet rekenen op de korte termijn.

Helaas zijn er tot nu toe onvoldoende data voorhanden om tot een goed 'stochastisch model', ofwel een variabel model voor Curaçao te komen.

Maar kunnen we dan helemaal niets zeggen? Ja, dat kunnen we wel. Daarvoor zijn wij actuarissen!

Om dat te laten zien maken we een vergelijking met de uitkomsten van het Nederlandse model. Ook daar heb je te maken met een vergrijzende bevolking en zijn er relatief veel kwetsbare groepen. Door het verloop van het virus te simuleren krijg je zicht op diverse scenario's voor de komende periode. De scheefheid van de besmettingen laat zien hoe lokale uitbraken kunnen ontstaan en hoe groot deze kunnen worden. Voor Curaçao geldt dat lokale uitbraken al snel kunnen leiden tot landelijke uitbraken. En dan is het effect nog groter dan wat je lokaal ziet in Nederland.

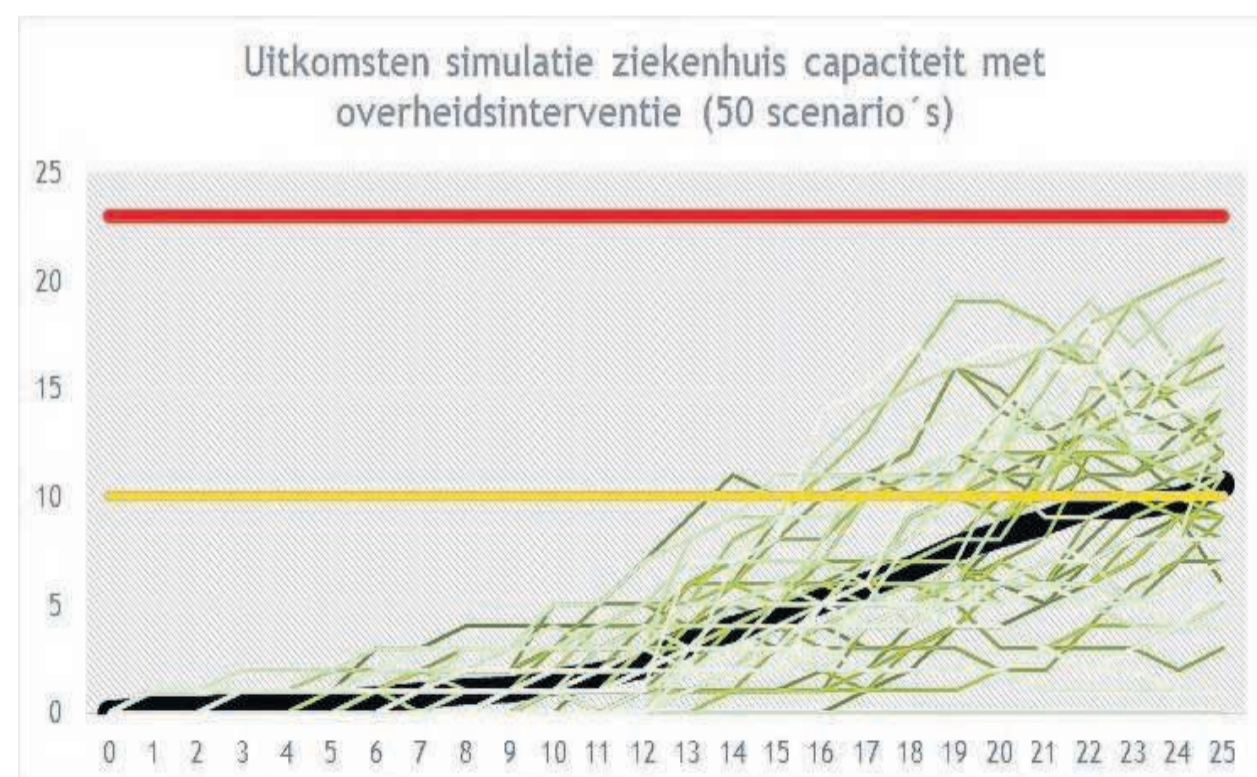
Gezien alle maatregelen lijkt een zwart scenario niet direct mogelijk, maar het kan wel! Onderstaand een analyse gebaseerd op een populatie van 10.000 personen met de Nederlandse parameters. Dit ter illustratie van wat in Curaçao ook kan gebeuren.

**Afbeelding 3** laat zien hoe het verloop van het aantal zwaar zieken is over 25 perioden van vier dagen, waarbij geen maatregelen worden genomen om de verspreiding van het virus te vertragen. De oranje lijn geeft aan waar ziekenhuizen nog bestaande zorg kunnen garanderen. Bij de rode lijn is er alleen nog maar plaats voor Covid-19-patiënten. Boven de rode lijn gaat een 'Lombardije-scenario' spelen. De dikke zwarte lijn geeft het gemiddelde van de 50 scenario's weer en laat zien dat deze topt op een waarde van 40 op 10.000, dus vier maal hoger dan de capaciteit die beschikbaar is voor coronapatiënten. Overheidsingrijpen is dus niet alleen gewenst, maar noodzakelijk.

Wat het toevoegen van de grilligheid van besmettingen laat zien, is dat het kijken naar het gemid-

delde onvoldoende is. De groene lijnen laten het verloop zien van het aantal ernstig zieken en die komen ook boven het gemiddelde uit, tot meer dan 50 op 10.000. Kortom: met deze grilligheid kun je als ziekenhuis ineens voor grote verrassingen komen te staan. En dat wil je toch te allen tijde voorkomen?

**Afbeelding 4** laat zien wat de impact is van overheidsinterventie. Als er meer dan twee ernstig zieken zijn op de 10.000 inwoners of als het aantal besmetten personen meer is dan tien, dan grijpt de overheid in om de groei van het virus af te remmen naar een groeifactor van 1. Kijkend naar gemiddelden kunnen ziekenhuizen dan de normale zorg blijven uitvoeren, maar gezien de grilligheid wordt



Afbeelding 4

in sommige gevallen de grens van het de volledige capaciteit bereikt (de rode lijn).

## Conclusie

De conclusie is dat het belangrijk is om niet de ogen te sluiten voor de zwarte scenario's. Dit om te komen tot de juiste overheidsinterventies om te voorkomen dat een zwart scenario zich voltrekt. Stochastiek ofwel kansrekening geeft dus inzicht voor het inplannen van de vereiste zorg, waarbij je ook rekening houdt met slechte scenario's.

Nu heeft Curaçao al de nodige maatregelen getroffen, maar is het genoeg?

Kijkend naar het Nederlandse scenario kan het toch misgaan. En dat met een vergrijzende bevolking en relatief veel kwetsbaren kan dat zomaar uit de hand lopen. Een versterkend effect is dat Curaçao een eiland is waar de lokale uitbraken snel landelijk kunnen worden.

Maar er gloort ook licht aan de horizon. Of we uiteindelijk in een zwart scenario terecht komen is nog maar de vraag. Daarvoor is nog te veel onduidelijk. Ons model maakt gebruik van aannames die zeer bepalend zijn voor hoe te handelen. Twee cruciale aannames zijn de mate van asymptomatisch besmetten en de mate van immuniteit na herstel. Als je ervan uitgaat dat asymptomatische zieken ook kunnen besmetten, dan groeit het aantal besmettingen veel sneller. Het is nog niet duidelijk of asymptomatisch zieken besmettelijk zijn of niet. Er zijn vele scenario's doorgerekend waarin de uitgangspunten voor immuniteit zijn gevarieerd om te beoordelen wat dat met de resultaten doet. Een van de belangrijkste conclusies is dat als je veronderstelt dat men levenslang immuun blijft voor Covid-19, dit niet betekent dat je niet hoeft in te grijpen als overheid. Je wordt immers pas immuun als je eerst ziek bent geweest.

Dus we weten dat er vele ernstig zieken zullen volgen als je het virus niet langzamer laat groeien, wat op de korte termijn toch tot problemen kan leiden voor de ziekenhuiscapaciteit. Pas op de lange termijn werpt een lange duur van immuniteit zijn vruchten af.