



Foto: iStockphoto.com

Verkorten van wachttijden in de ouderenzorg

Rebekka Arntzen en Rob van der Mei

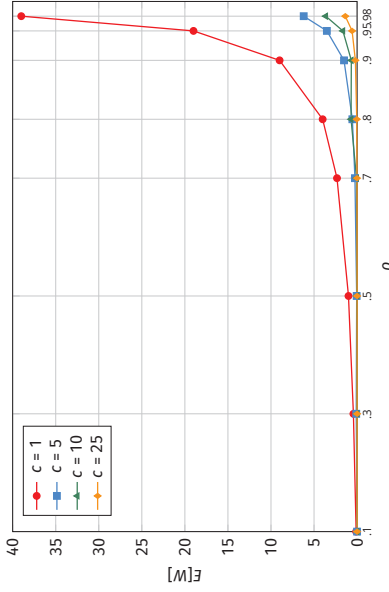
Het Nederlandse zorgsysteem staat onder druk door vergrijzing, financiële beperkingen en een oplopend personeelstekort. Dit tekort, momenteel circa 70.000 medewerkers, zal de komende tien jaar naar verwachting stijgen tot 270.000. De gevolgen zijn nu al zichtbaar: in de ouderenzorg ontstaan lange wachttijden voor het verpleeghuis. De plaatsingsproblematiek wordt verder versterkt door een gebrek aan regionale samenwerking en het ontbreken van betrouwbare, actuele informatie over wachttijden. In dit artikel bespreken we onderzoek naar hoe dit met behulp van wiskunde kan worden verbeterd met kortere wachttijden en betere doorstroom tot gevolg.

Lange wachttijden in de ouderenzorg

Het systeem van ouderenzorg in Nederland piept en kraakt. De bezoeken op de wijkverpleging, de sluiting van het verzorgingshuis en de reductie van het aantal verpleeghuisbedden hebben geleid tot overvolle Spoedeisende Hulp afdelingen (SEH's) met kwetsbare ouderen. En de vergrijzing van de bevolking en de krapte op de arbeidsmarkt maken de situatie nog nijpender. Tot overmaat van ramp komt daarbij ook nog eens het feit dat de gezondheid van ouderen die lang op de wachtlijst staan – en dus niet de zorg krijgen die ze nodig hebben – in veel gevallen sterk achteruit gaat, waardoor de zorgvraag alleen maar toeneemt. Kortom, een alarmerende situatie.

Een bijkomend probleem is dat de wachttijden voor zorgcentra – denk bijvoorbeeld aan verpleeghuizen – vaak centraal bestuurd worden en niet gecoördineerd zijn. Cliënten schrijven zich dan vaak in bij één of twee specifieke, en vaak populaire, verpleeghuizen van voorkeur. Het gevolg daarvan is

Gemiddelde wachttijden voor gegeven p en c



Figuur 1: Gemiddelde wachttijd $E[W]$ voor verschillende waarden van belasting per server (p) en c parallelle servers (bij gemiddelde bedieningsduur $\beta = 1$).

dat schaalvoordelen niet worden benut, en dat is een gemiste kans.

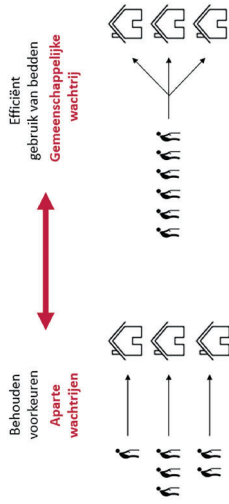
Ter illustratie van het principe van schaalvoordelen, beschouwen we het klassieke Erlang- c model, met Poisson aankomsten (met intensiteit λ), exponentieel verdeelde bedieningsduren (met gemiddelde β), en c parallelle servers, en waarbij de klanten in volgorde van aankomst worden behandeld. Voor dit systeem definiëren we $p := \lambda\beta/c$ als de *belasting per server*, merk op dat voor de stabiliteit van het systeem moet gelden dat $p < 1$. Figuur 1 plot de gemiddelde wachttijd $E[W]$ als functie van p , voor verschillende waarden van c , en voor $\beta = 1$. Het plaatje illustreert het feit dat hoe meer servers, hoe lager de gemiddelde wachttijd voor gegeven belasting *per server*.

In termen van verpleeghuizen betekent dit dat als meerdere verpleeghuizen een gezamenlijk wachttijstelsysteem hanteren, de gemiddelde wachttijd om laag gaat bij gegeven belasting per bed. Anders gezegd, voor een gegeven klantvraag $\lambda\beta$ en totaal aantal bedden in de regio c kan door middel van (regionale) samenwerking tussen verpleeghuizen tegelijkertijd een hoge bedbelasting (p) – nodig als inkomstenbron voor verpleeghuizen – én een lage wachttijd worden gerealiseerd. Dus de wachttijd in verpleeghuizen kan enorm worden gereduceerd door het hanteren van een gecentraliseerd en gecoördineerd aanmeldsysteem, gebruikmakend van schaalvoordelen.

Toewijzingsmodel voor ouderen aan verpleeghuizen

Met deze kennis over schaalvoordelen zijn we in het onderzoeksproject op zoek gegaan naar een manier om 'the best of both worlds' te vinden: zowel het zo goed mogelijk behouden van de voorkeuren van ouderen als een efficiënt gebruik van bedden. Hierbij hebben we een toewijzingsmodel ontwikkeld dat kan worden gebruikt voor regionale toewijzing (Arntzen, Bekker en Mei, 2024). Hierbij maken we gebruik van het economisch concept *utility*, waarbij een hogere utility aangeeft dat er een betere match is tussen de oudere en het verpleeghuis. Het model heeft vervolgens als doel functie om de totale utility in het systeem te maximaliseren.

Formeel beschrijven we dit als dat we een set hebben met de vraag van ouderen (patients) P en aanbod N (nursing homes). Hierbij includeren we alleen de set van ouderen die nog niet in hun voorkeursverpleeghuis verblijven; ze kunnen dus ofwel thuis wonen ofwel ergens tijdelijk zijn geplaatst. Daarbij hebben we utilityfunctie $u_{pm}(\cdot)$ gedefinieerd met als input de huidige plek waar de oudere verblijft j_p en de wachttijd w_p . Deze bepalen samen de utility voor de mogelijkheid tot plaatsing in een andere locatie in N . De toewijzing gebeurt middels de beslissingsvariabele x_{pm} , $p \in P$, $n \in N$. Tot slot hebben we de constraint dat de bedden capaciteit c_n niet mag worden overschreden in elk verpleeghuis $n \in N$. Het



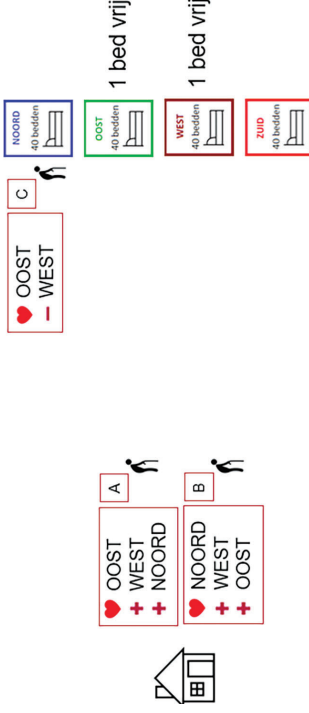
Figuur 2: Centralisatie van wachtlijsten: uiterste situaties.

toewijzingsmodel kan dan op de volgende manier worden geformuleerd:

$$\begin{aligned}
 & \max \sum_{p \in P} \sum_{n \in N} u_{pn} (l_p, w_p) x_{pn} & (1) \\
 & \text{s.t.} \sum_{p \in P} x_{pn} \leq c_n & \forall n \in N \\
 & \sum_{n \in N} x_{pn} = 1 & \forall p \in P \\
 & x_{pn} \in \{0, 1\} & \forall p \in P, n \in N.
 \end{aligned}$$

Interessant is hierbij dat we dus een simpel en generiek model hebben: het is *totally unimodular* geformuleerd zodat we dit niet met binair optimalisatie hoeven op te lossen, maar dat het mogelijk is om het lineair op te lossen waarbij je altijd in een 'hoekpunt' uitkomt; dit maakt het krachtig en schaalbaar. Daarnaast kunnen de utilites nog worden ingevuld en gespecificeerd voor zorgvorm en regio, of er kunnen zogenaamde 'voorkeursprofielen' kunnen worden opgesteld (Arntzen, Bekker, Smeekes e.a., 2022). Er kan dan bijvoorbeeld onderscheid worden gemaakt tussen ouderen die urgent willen worden geplaatst, of juist ouderen die liever langer wachten en uiteindelijk direct in het verpleeghuis van voorkeur worden geplaatst.

We laten graag een voorbeeld zien van de werking van het toewijzingsmodel. In Figuur 3 zien we personen A, B en C die aan het wachten zijn op een betere plek, en we zien vier verpleeghuizen Noord, Oost, Zuid en West waarbij bij in zowel Oost als West een bed vrij is. Daarbij heeft persoon A als voorkeursverpleeghuis Oost, en persoon A zou daarnaast ook plaats willen nemen in West en Noord. Verder zien we dat persoon C in Noord is geplaatst, als voorkeurslocatie Oost heeft, en in ieder geval niet in West wil worden geplaatst. We dagen jullie



Figuur 3: De puzzel: wat is een goede toewijzing?

Belangrijk hierbij is op te merken dat het toewijzingsmodel de juiste balans weet te vinden tussen enerzijds de schaalvoorwaarden die regionale samenwerking biedt, en anderzijds de individuele voorkeuren van de cliënten. Interessant is ook - en goed nieuws - dat de wachtlijden bij gebruik van het toewijzingsmodel nagenoeg gelijk zijn aan de wachtlijden die zouden worden gerealiseerd als de schaalvoorwaarden volledig zouden worden benut ten koste van de voorkeuren van de individuele cliënten. Anders gezegd: *het meenemen van individuele cliëntvoorkeuren gaat nauwelijks ten koste van een toename in wachttijd.*

Om deze veelbelovende resultaten verder uit te testen in de dagelijkse praktijk, zijn we recentelijk begonnen met het opzetten van een pilot in samenwerking met een groot aantal verpleeghuizen in de regio Amsterdam, en zullen ook pilots worden opgezet met zorgaanbieders in andere regio's. De eerste resultaten daarvan worden in de loop van 2026 verwacht.

Toepassing in andere zorgdomeinen

Hoewel het bovengenoemde toewijzingsmodel is ontwikkeld voor de regionale ouderenzorg, is het generiek van aard, en daarmee ook toepasbaar - mogelijk met wat domeinspecifieke aanpassingen - in andere zorgdomeinen waar de wachttijtsproblematiek ook urgent is, zoals de jeugdzorg, de geestelijke gezondheidszorg en de gehandicaptenzorg. Juist die generaliseerbaarheid van de modellen toont maar weer eens de kracht van de wiskunde aan.

Literatuur

- R. J. Arntzen, R. Bekker en R. D. van der Mei. "Preference-based allocation of patients to nursing homes". In: *Operations Research for Health Care* 100442.42 (2024).
- R. J. Arntzen, R. Bekker, O. S. Smeekes e.a. "Reduced waiting times by preference-based allocation of patients to nursing homes". In: *Journal of the American Medical Directors Association* 23.12 (2022), p. 2010-2014.
- Rebekka Arntzen is afgelopen februari gespromoveerd op het proefschrift "Optimizing Flow in the Healthcare System for Older Adults" dat zij heeft geschreven bij het Centrum Wiskunde & Informatica en de Vrije Universiteit. Met een achtergrond in economie en wetenschappelijke heeft zij zowel expertise in wiskundige modellering als de communicatie hiervan. Als onderdeel van het DOLCE VITA project heeft zij in haar proefschrift wiskundige modellen ontwikkeld om de wachtlijden, toewijzing en doorstroom in de ouderenzorg te verbeteren, waarbij zij gebruik heeft gemaakt van wachttijmodellen, Markov Decision Processes en optimalisatietechnieken. Rebekka werkt momenteel als Senior Business Developer bij TimeLab.
E-mail: rebekka.arntzen@time-lab.eu

Rob van der Mei is hoogleraar Toegepaste Wiskunde aan de Vrije Universiteit Amsterdam en Principal Researcher & Strategist aan het CWI. Hij richt zich met name op het modelleren en optimaliseren van logistieke processen in de praktijk. Hij is mede-oprichter van Stokhos Emergency Mathematics, inmiddels een internationaal bedrijf dat software aanbiedt aan ambulancediensten voor slimme dispatching en relocate van ambulances. Hij leidt een onderzoeksteam dat actief is op het gebied van ambulance- en brandweerplanning, het reduceren van wachtlijsten in de zorg, predictive policing, dynamische prijzen en het optimaliseren van personeelsmobiliteit en vrachtwagenlogistiek. Hij is mede-initiator en leider van DOLCE VITA, een groot onderzoekproject dat zich richt op het verbeteren van de doorstroom in de acute ouderenzorg.
E-mail: mel@cwi.nl