



In de huidige situatie zorgt de sterk fluctuerende instroom van acute patiënten voor een on-evenredige verdeling van de werklust op verschillende afdelingen van het CWZ.

Onderzoek naar de logistieke inrichting van een Acute Opname Afdeling bij het CWZ:

Hoeveel bedden zijn er nodig?

Gillian Laheij

Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

Dennis Moeke, Richard Westerman

KennisDC Logistiek Gelderland

Freek Hertman, Antoine Migchielsen

CWZ

INLEIDING

In dit artikel worden de resultaten van een casestudy gepresenteerd die is uitgevoerd in het kader van een afstudeeropdracht bij het Canisius Wilhelmina Ziekenhuis (CWZ) in Nijmegen (Laheij, 2019). Het CWZ is een topklinisch opleidingsziekenhuis met 28 medisch specialismen, acht para-medische afdelingen en vijf specifieke afdelingen waaronder een spoed-eisende hulp en een Intensive Care (IC). Het ziekenhuis telt circa 650 bedden en er werken zo'n 4.000 medewerkers.

In de huidige situatie zorgt de sterk fluctuerende instroom van acute patiënten voor een onevenredige verdeling van de werklust op verschillende afdelingen van het Canisius Wilhelmina Ziekenhuis (CWZ). Tijdens piekmomenten in de instroom van acute patiënten komt het regelmatig voor dat patiënten doorgeschoven worden naar een 'gastafdeling'. Dit leidt niet alleen tot onrust onder zorgprofessionals en onduidelijkheid voor patiënten, maar heeft ook nadelige gevolgen voor de doorstroom van patiënten. Om de planbaarheid van de in- en doorstroom van acute patiënten te vergroten wil het CWZ de acute patiënten scheiden van de geplande, oftewel electieve patiënten. Hiertoe zal een Acute Opname Afdeling (AOA) worden ingericht. In deze gewenste situatie komen acute patiënten, vanuit de spoedeisende hulp of polikliniek eerst terecht op de AOA, waarna ze (in de meeste

gevallen) een gepland zorgtraject zullen doorlopen. De AOA zal in eerste instantie worden ingericht voor een drietal specialismen: interne geneeskunde, longgeneeskunde en maag, darm-leverziekten.

Een belangrijke uitdaging in het kader van het AOA-project is het bepalen van de benodigde beddenscapaciteit. Deze uitdaging vormde het vertrekpunt van het onderzoek dat in dit artikel wordt gepresenteerd. Bij het bepalen van de benodigde beddenscapaciteit moet een trade-off worden gemaakt tussen de weigeringskans en de bezettingsgraad. De weigeringskans is de kans dat een nieuwe patiënt aankomt op een moment dat alle bedden op de AOA bezet zijn en dus moet worden geweigerd. Met bezettingsgraad wordt hier de bedrijfsmatige bedbezetting bedoeld, ofwel het quotiënt van het gemiddeld aantal patiënten op de AOA en het aantal operationele bedden.

De opzet van de rest van dit artikel is als volgt: in paragraaf 2 wordt een beschrijving gegeven van theoretisch kader. Vervolgens wordt in paragraaf 3 aandacht besteed aan de empirische context. De belangrijkste resultaten van de kwantitatieve- en scenario analyse worden respectievelijk in paragraaf 4 en 5 gepresenteerd. Het artikel zal worden afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

48

Theoretisch kader

In deze paragraaf wordt het concept 'planbaarheid' geoperationaliseerd en gekoppeld aan de nieuw in te richten AOA. Tevens zal het gehanteerde Erlang-B wachtrijmodel nader worden toegelicht.

Planbaarheid

Van ziekenhuizen wordt verwacht dat ze hoogwaardige zorg leveren, zonder dat de toegangs- en doorlooptijden voor patiënten te veel oplopen. Om dit te realiseren moet de beschikbare capaciteit zo adequaat mogelijk worden ingezet. Een ingewikkelde uitdaging, mede omdat de zorgvraag altijd in zekere mate onzeker is. Het begrip 'onzekerheid' wordt in dit kader gedefinieerd als: *het verschil tussen de informatie die nodig is om een taak te kunnen uitvoeren en de informatie waarover de organisatie beschikt* (Galbraith, 1973, p. 5). Naarmate de onzekerheid minder wordt neemt volgens Galbraith (1974) de planbaarheid toe. Met planbaarheid wordt in deze context het volgende bedoeld: *het maken van geïnformeerde beslissingen over toekomstige zorg- en behandelactiviteiten, in termen van tijdstip, plaats, persoon en inhoud, met als doel het op een zo efficiënt mogelijke wijze voldoen aan de behoeften en voorkeuren van de patiënt* (Moeke, 2016, p. 33). Uit de literatuur blijkt dat de mate van planbaarheid van de zorgvraag in belangrijke mate wordt bepaald door de volgende drie aspecten: (1) variabiliteit, (2) voorspelbaarheid en (3) schaalgrootte (bijv., Joustra et al., 2010; De Bruin et al., 2007; Van Oostrum, 2009; Upshur et al., 2005).

Zonder *variabiliteit* in de zorgvraag zou de capaciteitsplanning een relatief eenvoudige exercitie zijn. Echter, de vraag naar zorg fluctueert over de tijd. In het kader van planbaarheid is het volgens Litvak & Long (2000) van belang om een onderscheid te maken tussen natuurlijke en kunstmatige variabiliteit. Ten eerste zijn er fluctuaties in de zorgvraag die vanzelfsprekend en logisch zijn. Dit wordt ook wel *natuurlijke variabiliteit* genoemd. Het is bijvoorbeeld logisch dat de vraag op de eerstehulpafdeling van een ziekenhuis toeneemt als het glad is op de weg door ijsel. Deze natuurlijke fluctuatie in de vraag is in principe niet te voorkomen. Je kunt dan ook niet meer doen dan er zo goed mogelijk rekening mee houden. Daarnaast is er fluctuatie die ontstaat door de wijze waarop het werk is georganiseerd. Dit type fluctuatie wordt ook wel *kunstmatige variabiliteit* genoemd. Zo wordt de instroom van cliënten naar het ziekenhuis die een heupoperatie moeten ondergaan in belangrijke mate bepaald door de openingstijden van de operatiekamers. Ook vakanties en pauzes van zorgprofessionals kunnen voor kunstmatige fluctuatie zorgen. In de meeste gevallen is het, in het kader van de effectiviteit en efficiëntie van het zorgsysteem, wenselijk om de kunstmatige variabiliteit zoveel mogelijk te reduceren.

In sommige gevallen is de variabiliteit in de zorgvraag (deels) *voorspelbaar*. Door het analyseren van historische vraagdata kunnen bijvoorbeeld reguliere patronen en trends in de zorgvraag worden geïdentificeerd. Hier kan in de planning rekening mee worden gehouden. Daarnaast is het zo dat de vraag naar acute zorg zich veelal stochastisch gedraagt en kan worden gekwantificeerd in de vorm van een theoretische kansverdeling (zie bijv. Van Eeden, 2016). Dus ondanks dat de acute zorgvraag op individueel niveau niet voorspelbaar is kan de variabiliteit in de totale vraag in veel gevallen wel worden gekwantificeerd.

De mate van variabiliteit in de vraag, en daarmee de planbaarheid, wordt ook beïnvloed door de *schaalgrootte*. Het concept 'schaal' is uitgebreid bestudeerd in de context van 'inventory pooling' (bijv., Yang & Schrage, 2009; Benjaafar et al., 2005; Kim & Benjaafar, 2002; Eppen, 1979), waarbij inventory pooling kan worden gedefinieerd als het samenvoegen van voorraadlocaties (Kim & Benjaafar, 2002). Wiskundig gezien kan de reductie van de variabiliteit in de vraag door pooling als volgt worden verklaard: de standaarddeviatie van de som van twee random variabelen is kleiner dan de som van de afzonderlijke standaarddeviaties (mits de correlatiecoëfficiënt kleiner dan 1 is). Op basis van het poolingprincipe kan worden verondersteld dat de variabiliteit wordt gereduceerd wanneer ziekenhuisafdelingen worden samengevoegd.

Schaalgrootte, variabiliteit en voorspelbaarheid zijn onderling samenhangende concepten: schaalvergroting (door pooling) leidt tot een relatieve reductie van de variabiliteit in de vraag en wanneer de variabiliteit vermindert, dan neemt de voorspelbaarheid toe.

Door het inrichten van een AOA worden patiëntstromen met veel natuurlijke variabiliteit (=acute patiënten) gescheiden van patiëntstromen met veel kunstmatige variabiliteit

(=electieve patiënten). Hierdoor wordt de in- en doorstroom van patiënten overzichtelijker. Bovendien worden de acute patiënten samengevoegd op één afdeling. Dit samenvoegen zorgt, naast extra overzichtelijkheid, ook voor schaalvoordelen.

Erlang-B wachtrijmodel

Voor het bepalen van het benodigde aantal bedden voor de nieuw in te richten AOA is gebruik gemaakt van een Erlang-B wachtrijmodel. Dat dit model bruikbaar is voor het bepalen van de benodigde beddenscapaciteit blijkt bijvoorbeeld uit de studies van De Bruin et al, 2010 en Van Zanten, 2007. Met behulp van het Erlang-B wachtrijmodel kan de weigeringskans worden berekend, oftewel de kans dat alle bedden in het systeem bezet zijn en dat een nieuwe patiënt dus geweigerd moet worden. De weigeringskans (P_c) voor een AOA, met een totale capaciteit van bedden, een vraagintensiteit (λ) (= de gemiddelde vraag naar bedden per tijdseenheid) en een gemiddelde ligduur (μ), kan als volgt worden gedefinieerd:

$$P_c = \frac{(\lambda\mu)^c / c!}{\sum_{k=0}^c (\lambda\mu)^k / k!}$$

50

De bedrijfsmatige bezettingsgraad (ρ) is volgens het Erlang-B wachtrijmodel gerelateerd aan λ en μ :

$$\rho = \frac{\text{Gemiddeld aantal bezette bedden}}{\text{Totaal aantal operationele bedden}} = \frac{(1-P_c)\lambda\mu}{c}$$

Een wachtrijmodel bestaat uit een aankomst- en bedieningsproces. Het aankomstproces wordt beschreven door een kansverdeling van het aantal arriverende patiënten per tijdseenheid. In het geval van een Erlang-B wachtrijmodel komen patiënten aan volgens een Poisson-proces. De tussenaankomsttijden, de tijd tussen de aankomst van twee opeenvolgende patiënten, zijn onafhankelijk en negatief exponentieel verdeeld. Wat betreft het bedieningsproces heeft een Erlang-B wachtrijmodel een handige eigenschap. Hoewel de aankomsten Poisson verdeeld dienen te zijn is het niet nodig om de verdeling van het bedieningsproces (oftewel de ligduur) te weten. Inzicht in de verwachte ligduur en het beschikbaar aantal bedden is voldoende.

Empirische context

In deze paragraaf wordt een beschrijving gegeven van de empirische context. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de huidige en de gewenste situatie.

Huidige situatie

In de huidige situatie komt een acute patiënt via de huisarts, per ambulance of via zelfverwijzing binnen op de Spoedeisende Hulp (SEH). Nadat er een diagnose is gesteld, verlaat de patiënt de SEH: de patiënt gaat naar huis, wordt doorverwezen naar de polikliniek, wordt opgenomen in het ziekenhuis of de patiënt is overleden. Van alle patiënten die binnenkomen op de SEH wordt zo'n 40% opgenomen in het ziekenhuis.

Wanneer een patiënt acute zorg nodig blijkt te hebben na een bezoek aan de polikliniek, wordt de patiënt door een medewerker van de polikliniek naar de gewenste verpleegafdeling gebracht. Wanneer de gezondheid van de patiënt het toelaat zal dit worden gedaan door een gastvrouw. Voordat de patiënt wordt overgebracht, wordt bij deze manier van opname ook eerst de afdeling opname benaderd om een beschikbaar bed te zoeken.

Als er wordt vastgesteld dat de patiënt moet blijven, dan wordt dit door de SEH-arts of arts van het betreffende specialisme ingevoerd in het ziekenhuisinformatiesysteem (HiX). In eerste instantie wordt een bed gezocht op de verpleegafdeling van het specialisme waar de patiënt onder behandeling is. Mocht er geen vrij bed zijn, dan wordt een andere afdeling gezocht waar de patiënt kan worden ondergebracht (=gastafdeling). Er wordt eerst geprobeerd om een beschouwende patiënt onder te brengen bij een ander beschouwend specialisme. In het CWZ geldt de afspraak: 'een bed is een bed', een patiënt weigeren vanwege geen plek op de eigen afdeling gebeurt niet. De patiënt wordt ondergebracht tenzij het echt niet anders kan, bijvoorbeeld door een opnamestop. Een opnamestop kan voorkomen wanneer er te veel patiënten van één bepaald specialisme binnenkomen, er op de eigen afdeling geen plaats is en er al te veel patiënten zijn ondergebracht op andere afdelingen. Een situatie als deze komt slechts incidenteel voor.

51

Indien de patiënt niet op de gewenste verpleegafdeling is geplaatst, blijft het specialisme waar de patiënt voor is opgenomen verantwoordelijk voor de patiënt. Dagelijks wordt er door de verantwoordelijk arts visite gelopen. Patiënten op een gastafdeling worden over het algemeen één keer per dag door de arts bezocht.

Patiënten dienen niet langer dan nodig in het ziekenhuis te liggen. Daarom wordt direct na opname een verwachte ontslagdatum (VOD) bepaald. De patiënt (en zijn familie) en de betrokken zorgprofessionals en afdelingen kunnen hier rekening mee houden in de planning en hierop 'sturen'.

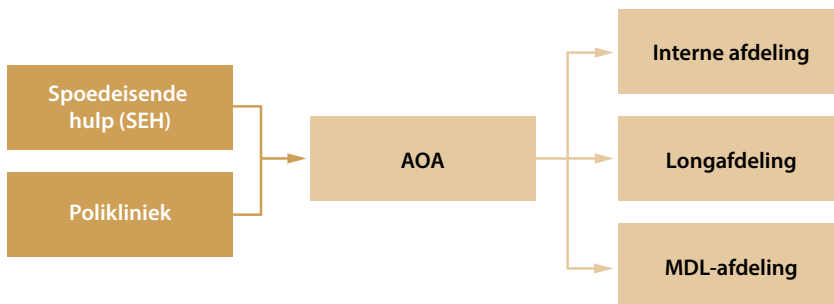
Gewenste situatie

In de gewenste situatie komen acute patiënten binnen op de SEH of via de polikliniek zoals in paragraaf 3.1 is beschreven. Wanneer de patiënt binnenkomt via de SEH wordt de patiënt getrieerd. Wanneer op basis van diagnose een patiënt een aandoening heeft die behandeld

moet worden op de long-, interne of MDL-afdeling, dan wordt deze acute patiënt in eerste instantie overgeplaatst naar de AOA. Ook wanneer er voorafgaand aan de diagnose moet worden gewacht op een uitslag, en het in de verwachting ligt dat de patiënt moet worden opgenomen, dan is het de bedoeling dat de patiënt direct wordt overgeplaatst naar de AOA. De doorstroom van patiënten van de SEH of polikliniek naar de AOA vindt plaats zonder voorafgaand overleg met de long-, interne of MDL-afdeling.

Na opname op de AOA wordt het behandelplan verder uitgewerkt. De betrokken specialismen zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor de patiënten. De patiënt verblijft maximaal 48 uur op de AOA. De artsen lopen visite volgens een vastgesteld tijdschema. Om te zorgen voor een vlotte doorstroming wordt, indien nodig, twee keer per dag visite gelopen. Bij de eerste visiteronde wordt vastgesteld of de patiënt later die dag nog een visite krijgt, om dan nogmaals te beoordelen of de patiënt uit kan stromen. Wanneer tijdens de visite wordt vastgesteld dat de patiënt waarschijnlijk langer dan 48 uur in het ziekenhuis zal verblijven gaat de patiënt versneld naar de reguliere verpleegafdeling. Het overplaatsen van patiënten van de AOA naar de reguliere verpleegafdeling vindt plaats op vaste momenten. Dit zorgt voor meer regelmaat op zowel de AOA als de reguliere verpleegafdelingen. Zie figuur 1 voor een visualisering van de logistieke grondvorm in de gewenste situatie.

52



Figuur 1 In- en doorstroom acute patiënten met AOA

Kwantitatieve analyse

In deze paragraaf zal allereerst inzicht worden verschaft in het opnamepatroon van acute patiënten van de bij dit onderzoek betrokken specialismen (interne geneeskunde, longgeneeskunde en maag, darm- leverziekten). Daarna zal in subparagraaf 4.2 een analyse van de tussenaankomsttijden worden gepresenteerd. Voor de analyses die in deze paragraaf gepresenteerd worden is gebruik gemaakt van HiX-data.

Aantal acute opnames

Tabel 1 biedt inzicht in het totale volume aan acute patiënten in 2018 voor de betrokken specialismen.

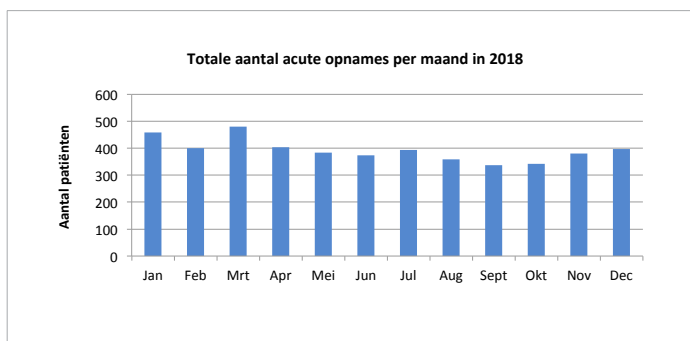
Tabel 1 Totale volume acute patiënten 2018

Aantal acute opnames in 2018

Afdeling	Aantal	Procentueel
Interne Geneeskunde	2.028	43%
Longgeneeskunde	1.611	34%
Maag-, darm-, leverziekten	1.071	23%
Totaal	4.710	100%

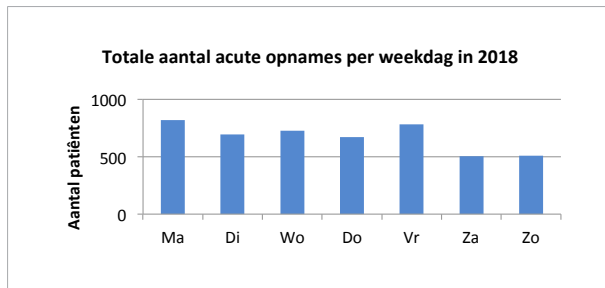
In 2018 bedroeg het gemiddeld aantal acute opnames 393 per maand met een piek in januari en maart (zie figuur 2). Deze piek valt te verklaren door een toename van het aantal longpatiënten en grieppatiënten tijdens de winterperioden. Op basis van dit inzicht is gekozen om, bij het berekenen van de benodigde bedden capaciteit, een splitsing te maken in januari t/m maart 2018 en april t/m december 2018. Verder kan uit figuur 2 worden opgemaakt dat het aantal opnames in de maanden augustus tot en met oktober onder het gemiddelde ligt. Met dit verschil zal in deze studie geen rekening worden gehouden.

53



Figuur 2 Totale aantal acute opnames per maand in 2018

Het totale volume aan acute opnames per dag van de week (voor 2018) is gevisualiseerd in figuur 3.



Figuur 3 Totale aantal acute opnames in 2018 per dag van de week

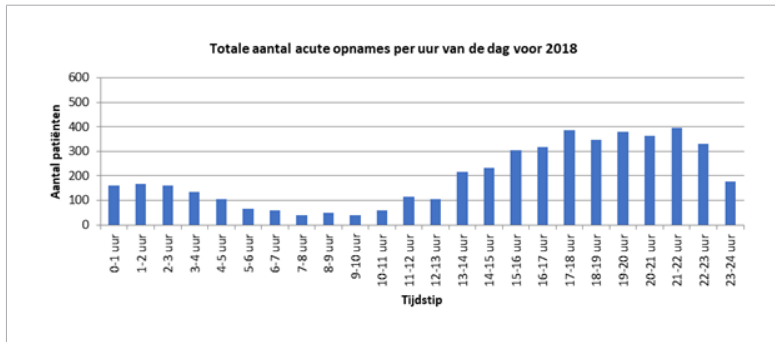
Er is een duidelijk verschil te zien tussen weekdays (maandag t/m vrijdag) en weekenddagen (zaterdag en zondag) (zie ook tabel 2). Op basis van dit inzicht is gekozen om, bij het berekenen van de benodigde bedden capaciteit, een onderscheid te maken tussen week- en weekenddagen. In 2018 bedroeg het gemiddeld aantal acute opnames op een doordeweekse dag 16,51 (jan t/m mrt) en 13,39 (apr t/m dec). Voor weekenddagen was dit 10,68 (jan t/m mrt) en 9,44 (apr t/m dec).

54

Tabel 2 Totale volume en gemiddeld aantal opnames per dag 2018: week- versus weekenddagen

	Totale aantal opnames per specialisme					Gem. aantal opnames per dag
	INT	LON	MDL	TOTAAL	%	
Weekdagen						
jan t/m mrt	423	487	163	1.073		16,51
apr t/m dec	1.191	773	660	2.624		13,39
Totaal				3.697	78%	
Weekenddagen						
jan t/m mrt	109	115	43	267		10,68
apr t/m dec	305	236	205	746		9,44
Totaal				1.013	22%	

Figuur 4 laat zien hoe in 2018 de instroom van acute patiënten was verdeeld over de uren van de dag.



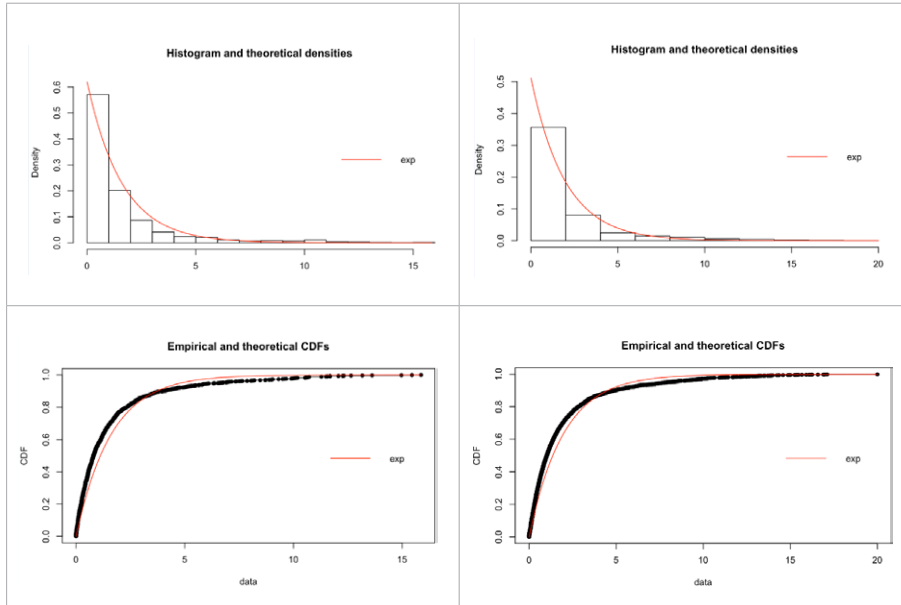
Figuur 4 Aantal acute opnames per uur van de dag in 2018

Uit de figuur valt op te maken dat met name tussen 13:00 en 23:00 uur er sprake is van een toename in het aantal opnames. Deze toename van het aantal opnames wordt, volgens het hoofd SEH, mogelijk veroorzaakt door patiënten die:

1. in de ochtend de huisarts bezoeken en vervolgens worden doorverwezen naar de SEH;
2. na een thuisvisite door de huisarts worden doorverwezen naar de SEH.

Tussenaankomsttijden

Uit de data blijkt dat er in 2018 gedurende de periode januari t/m maart gemiddeld om de 1,61 uur een nieuwe acute patiënt arriveerde (=tussenaankomsttijd). Voor de periode april t/m december bedroeg de tussenaankomsttijd gemiddeld 1,96 uur. Op basis van een visuele beoordeling van de relatieve frequentieverdeling (zie figuren 5a en 5b) en cumulatieve distributiefunctie (zie figuren 5c en 5d) kan worden geconcludeerd dat de tussenaankomsttijden redelijkerwijs kunnen worden benaderd door een negatief exponentiële verdeling. Deze conclusie wordt versterkt door de Kolmogorov-Smirnov (KS)-test die is uitgevoerd. Voor perioden januari t/m maart en april t/m maart bedraagt de p-waarde van de KS-test respectievelijk 0,114 en 0,100. Aangezien de p-waarde boven 0,05 ligt, kan de 0-hypothese niet worden verworpen. Er zijn dus geen sterke aanwijzingen dat de tussenaankomsttijden niet negatief exponentieel zouden zijn.



56

Figuren 5a t/m d

Benodigde beddenscapaciteit

In deze paragraaf wordt voor een aantal mogelijke scenario's de benodigde beddenscapaciteit gepresenteerd. In de subparagrafen 5.1 en 5.2 zullen allereerst een aantal belangrijke uitgangspunten worden besproken. Vervolgens worden in subparagraaf 5.3 de uitkomsten van de capaciteitsberekening gepresenteerd.

Gewenste weigeringskans en bezettingsgraad

Zoals in de inleiding van dit artikel al naar voren kwam moet er bij het bepalen van de benodigde beddenscapaciteit een trade-off worden gemaakt tussen de weigeringskans en de (operationele) bezettingsgraad. Immers, wanneer een AOA de beschikking heeft over veel bedden dan is de kans klein dat alle bedden bezet zijn op het moment dat een nieuwe patiënt zich aandient. Echter, de bezettingsgraad zal in dat geval relatief laag zijn. Omgekeerd geldt hetzelfde. Hoe beperkter de totale beddenscapaciteit, hoe groter de kans is dat een nieuwe patiënt zal moeten worden geweigerd. De bezettingsgraad zal bij afname van de totale beddenscapaciteit toenemen.

Vanuit een patiëntgerichte benadering is ervoor gekozen om de weigeringskans als vertrekpunt te nemen bij de berekeningen. In het kader van dit onderzoek is de norm voor maximale weigeringskans voor het eerste jaar (= opstartfase) op 15% gesteld. De langetermijndoelstelling is om de weigeringskans in 3 jaar te reduceren tot maximaal

5%. Wat betreft de bezettingsgraad is het streven om te komen tot een bedbezetting van minimaal 75%.

Gemiddelde vraag en gemiddelde ligduur

Voor het berekenen van de benodigde bedden capaciteit is inzicht nodig in de gemiddelde vraag per dag en de gemiddelde ligduur. Op basis van het gemiddeld aantal opnames per dag voor 2018 (zie tabel 2) wordt bij de capaciteitsberekeningen uitgegaan van een gemiddelde vraag per dag van: 16,51 (jan t/m mrt) en 13,39 (apr t/m dec) voor weekdays en 10,68 (jan t/m mrt) en 9,44 (apr t/m dec) voor weekenddagen.

De maximale ligduur op de AOA bedraagt 48 uur (zie subparagraaf 3.2). Om een inschatting te kunnen maken van de gemiddelde ligduur is gebruik gemaakt van de ligduurdata van 2018. Op basis van deze data is een onderscheid gemaakt tussen acute patiënten die binnen 48 uur zijn ontslagen uit het ziekenhuis en acute patiënten die een langere verblijfsduur hadden. Voor patiënten met een verblijfsduur langer dan 48 uur is er een fictief moment van versnelde doorplaatsing naar een reguliere verpleegafdeling bepaald. Hierbij is uitgegaan van drie mogelijke scenario's: doorplaatsing na 8, 12 of 15 uur. De gemiddelde ligduur in uren voor de drie scenario's bedraagt respectievelijk: 21,4, 23,0 en 23,5. Het verschil tussen de gemiddelde ligduren in de perioden jan t/m maart en april t/m december is minimaal.

57

Benodigde bedden capaciteit

Tabel 3 toont een overzicht van de benodigde bedden capaciteit voor verschillende scenario's. Voor het bepalen van de bedden capaciteit is gebruik gemaakt van een Erlang-B calculator van Koole & Bekker (2013) (www.mm-zorglogistiek.nl/erlang-b.php). De resultaten zoals gepresenteerd in tabel 3 zijn gevalideerd door ze te vergelijken met de uitkomsten van een simulatiestudie die is uitgevoerd door de Adviseur Integraal Capaciteitsmanagement van het CWZ.

Tabel 3 Benodigde beddenscapaciteit voor verschillende scenario's

	Gem. ligduur 21,4 uren			Gem. ligduur 23 uren			Gem. ligduur 23,5 uren		
	Aantal bedden	Weigeringskans	Bezetting	Aantal bedden	Weigeringskans	Bezetting	Aantal bedden	Weigeringskans	Bezetting
Weekdagen jan t/m mrt	24	1%	60,91%	25	1%	62,76%	26	1%	61,78%
	20	5%	70,60%	21	5%	72,04%	21	5%	73,16%
Gem. vraag: 16,51 per dag	18	10%	75,29%	19	10%	76,45%	19	10%	77,43%
	16	15%	79,48%	17	15%	80,37%	17	15%	81,17%
	15	20%	81,34%	16	20%	82,09%	16	20%	82,81%
Weekdagen apr t/m dec	20	1%	59,14%	21	1%	60,50%	22	1%	59,18%
	17	5%	67,44%	18	5%	68,46%	19	5%	69,58%
Gem. vraag: 13,39 per dag	15	10%	72,91%	16	10%	73,66%	16	10%	74,64%
	14	15%	75,46%	14	15%	78,33%	15	15%	76,98%
	12	20%	79,98%	13	20%	80,38%	13	20%	81,09%
Weekenden jan t/m mrt	17	1%	55,51%	18	1%	56,37%	19	1%	54,73%
	14	5%	64,96%	15	5%	65,42%	15	5%	66,51%
Gem. vraag: 10,68 per dag	13	10%	68,17%	13	10%	71,48%	13	10%	72,43%
	11	15%	74,21%	12	15%	74,31%	12	15%	75,17%
	10	20%	76,90%	11	20%	76,72%	11	20%	77,68%
Weekenden apr t/m dec	16	1%	52,25%	17	1%	52,89%	17	1%	53,98%
	13	5%	62,19%	14	5%	62,38%	14	5%	63,46%
Gem. vraag: 9,44 per dag	11	10%	69,08%	12	10%	69,00%	12	10%	69,97%
	10	15%	72,32%	11	15%	72,15%	11	15%	73,02%
	9	20%	75,32%	10	20%	75,07%	10	20%	75,85%

Uit de tabel valt op te maken dat het benodigde aantal bedden meer dan evenredig toeneemt bij een verkleining van de weigeringskans. Wanneer de maximale weigeringskans op 15% wordt gesteld en de bedbezetting op minimaal 75%, dan zijn er in het weekend tussen de 10 en 12 en gedurende de weekdagen tussen de 14 en 17 bedden nodig. Daarbij dient te worden opgemerkt dat gedurende de weekenddagen de bedbezetting onder de 75% uitkomt. Wanneer wordt uitgegaan van een weigeringskans van maximaal 5% dan zijn

er in het weekend tussen de 13 en 15 en gedurende de weekdays tussen de 17 en 21 bedden nodig. De bedbezetting komt in alle gevallen onder de 75% uit.

Om de langetermijndoelstelling te realiseren (maximale weigeringskans van 5% en bedbezetting van minimaal 75%) is schaalvergroting nodig, oftewel een grotere instroom van acute patiënten. In tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de hoeveelheid vraag (=instroom) die nodig is om de langetermijndoelstelling te realiseren.

Tabel 4 Benodigde vraag om de langetermijndoelstelling te realiseren

Gem. ligduur in uren	Aantal bedden	Bezetting	Weigering	Gem. vraag per dag
21,4	27	74,93%	3,86%	23,6
23,0	27	75,04%	3,91%	22
23,5	27	74,95%	3,87%	21,5

Conclusies en discussie

Het CWZ in Nijmegen wil de planbaarheid van de in- en doorstroom van acute patiënten vergroten door het inrichten van Acute Opname Afdeling (AOA). In deze gewenste situatie komen acute patiënten, vanuit de spoedeisende hulp of polikliniek, eerst terecht op de AOA, waarna ze een gepland zorgtraject doorlopen. De AOA wordt in eerste instantie ingericht voor een drietal specialismen: interne geneeskunde, longgeneeskunde en maag, darm- leverziekten. Het doel van het onderzoek dat in dit artikel is gepresenteerd is het bepalen van de benodigde bedden capaciteit voor deze nieuw in te richten AOA.

Voor het bepalen van de benodigde bedden capaciteit is gebruik gemaakt van het Erlang-B wachtrijmodel. Om gebruik te kunnen maken van dit model dienen de tussenaankomsttijden, de tijd tussen de aankomst van twee opeenvolgende patiënten, onafhankelijk en negatief exponentieel verdeeld te zijn. Daarnaast is inzicht nodig in: (1) de gemiddelde vraag naar bedden per tijdseenheid, (2) de gemiddelde ligduur, (3) de gewenste weigeringskans en (4) de gewenste operationele bezettingsgraad.

Op basis van een kwantitatieve analyse van de historische instroom- en ligduurdata van acute patiënten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De tussenaankomsttijden van acute patiënten zijn bij benadering negatief exponentieel verdeeld.
- Gedurende de weekenddagen is er minder vraag dan gedurende de weekdays.

- In de periode januari t/m maart is er meer vraag dan in de periode april t/m december.
- Voor de ligduur wordt uitgegaan van een drie mogelijke scenario's: 21,4, 23 en 23,5 uur.

Voor het eerste jaar (= opstartfase) is de norm voor de maximale weigeringskans op 15% gesteld. De langetermijndoelstelling is om de weigeringskans in 3 jaar te reduceren tot maximaal 5%. Wat betreft de bezettingsgraad is het streven om te komen minimale bedbezetting van 75%.

Uit de resultaten van de scenario analyse blijkt dat:

Wanneer de maximale weigeringskans op 15% wordt gesteld en de bedbezetting op minimaal 75% dan zijn er in het weekend tussen de 10 en 12 en gedurende de weekdays tussen de 14 en 17 bedden nodig. Daarbij dient te worden opgemerkt dat gedurende de weekenddagen de bedbezetting onder de 75% uitkomt. Wanneer wordt uitgegaan van een weigeringskans van maximaal 5% dan zijn er in het weekend tussen de 13 en 15 en gedurende de weekdays tussen de 17 en 21 bedden nodig. Echter, de bedbezetting komt in alle gevallen onder de 75% uit. Om de langetermijndoelstelling te kunnen realiseren is schaalvergroting nodig. Dit kan worden gerealiseerd door op termijn meer specialismen bij de AOA te betrekken en op die manier de instroom naar de AOA te vergroten.

60

Uiteraard kent dit onderzoek ook zijn beperkingen. Allereerst is er in deze studie vanuit gegaan dat de instroom van acute patiënten slechts in zeer beperkte mate tijdsafhankelijk is. Deze aannames zou ervoor kunnen zorgen dat op bepaalde momenten in de tijd de verwachte prestaties (in termen van weigeringskans en bedbezetting) niet zullen worden gerealiseerd. In dit kader is het ook van belang om benoemen dat er in deze studie is gekeken naar de *gemiddelde* weigeringskans en bedbezetting.

Tot slot zijn in deze studie keteneffecten buiten beschouwing gelaten. Zo heeft werken met een AOA heeft bijvoorbeeld consequenties voor logistieke inrichting van de SEH en Polikliniek en de afdelingen waar patiënten vanuit de AOA op terecht komen.

Literatuur

- Benjaafar, S., Cooper, W. L., & Kim, J. S. (2005). On the benefits of pooling in production-inventory systems. *Management Science*, 51(4), 548-565.
- De Bruin, A. M., Van Rossum, A. C., Visser, M. C., & Koole, G. M. (2007). Modeling the emergency cardiac in-patient flow: an application of queuing theory. *Health Care Management Science*, 10(2), 125-137.
- De Bruin, A. M., Bekker, R., Van Zanten, L., & Koole, G. M. (2010). Dimensioning hospital wards using the Erlang loss model. *Annals of Operations Research*, 178(1), 23-43.
- Eppen, G. D. (1979). Note—effects of centralization on expected costs in a multi-location newsboy problem. *Management science*, 25(5), 498-501.

- Galbraith, J. (1973). *Designing complex organizations*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Boston, MA.
- Galbraith, J. R. (1974). Organization design: An information processing view. *Interfaces*, 4(3), 28-36.
- Joustra, P., Van der Sluis, E., & Van Dijk, N. M. (2010). To pool or not to pool in hospitals: a theoretical and practical comparison for a radiotherapy outpatient department. *Annals of Operations Research*, 178(1), 77-89.
- Kim, J. S., & Benjaafar, S. (2002). On the benefits of inventory-pooling in production-inventory systems. *Manufacturing & Service Operations Management*, 4(1), 12-16.
- Koole, G., & Bekker, R. (2013). *Methoden en modellen voor zorglogistiek*. Lulu. com.
- Laheij, G. (2019). *Betere beheersing van de spoedpatiëntstroom: onderzoek het opzetten van een Acute Opname Afdeling* (Afstudeeronderzoek). Hogeschool van Arnhem en Nijmegen.
- Litvak, E., & Long, M. C. (2000). Cost and quality under managed care: Irreconcilable differences. *Am J Manag Care*, 6(3), 305-12.
- Moeke, D. (2016). *Towards High-Value(d) Nursing Home Care: Providing client-centred care in a more efficient manner* (Proefschrift). Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Schneider, T.A. J., Besselink, L.P., Zonderland, M. E., Boucherie, R. J., Van den Hout, W. B., Kievit, J., ... & Rabelink, T. J. (2018). Allocating Emergency Beds Improves the Emergency Admission Flow. *Interfaces*, 48(4), 384-394.
- Upshur, R. E., Moineddin, R., Crighton, E., Kiefer, L., & Mamdani, M. (2005). Simplicity within complexity: Seasonality and predictability of hospital admissions in the province of Ontario 1988–2001, a population-based analysis. *BMC Health Services Research*, 5(1), 13.
- Van Eeden, K., Moeke, D., & Bekker, R. (2016). Care on demand in nursing homes: a queueing theoretic approach. *Health care management science*, 19(3), 227-240.
- Van Oostrum, J. (2009). *Applying mathematica models to surgical patient planning* (Proefschrift). Erasmus University Rotterdam.
- Van Zanten, L. (2007). *Een wiskundige benadering voor het bepalen van de grootte van klinische afdelingen* (Afstudeeronderzoek). Geraadpleegd van: https://beta.vu.nl/nl/Images/stageverslag-zanten_tcm235-91052.pdf
- Vreelandgroep. (2011). *De acute opname afdeling*. Vreelandgroep organisatieadviseur. Geraadpleegd van: <https://www.vreelandgroep.nl/assets/files/aoa-boekje.pdf>
- Yang, H., & Schrage, L. (2009). Conditions that cause risk pooling to increase inventory. *European Journal of Operational Research*, 192(3), 837-851.