

Vrije Universiteit Amsterdam
Faculteit der Exacte Wetenschappen

Simulatiestudie voor een dagplanning probleem in de Operatieve Zorg.

Analyse van de OK- dagplanning op uitloop en
afzeggingen.

Natalia Skoraia

Begeleider: dr. Fetsje Bijma

BWI Werkstuk



09

Managementsamenvatting

Ik heb een simulatie gemaakt voor een operatie kamer (OK) om de optimale OK-dagplanning te onderzoeken. De optimale planning wordt gedefinieerd met de kostfunctie. Er worden twee kostenfactoren bekeken: de uitloop en het aantal afzeggingen. Drie experimenten met verschillende kostfuncties met verschillende kostfactorcombinaties zijn geanalyseerd. Ik bekijk een simpele OK-kamer waar 5 patiënten binnen 4 uur behandeld moeten worden met het minimaal mogelijke aan kosten. Hierbij wordt vooral de invloed onderzocht van een patiënt met een korte en een lange verwachtingswaarde voor de operatieduur. Door het kiezen van verschillende verwachtingswaarden voor de operatieduur wordt elke kostfunctie geanalyseerd en de aanbevelingen voor de OK-dagplanning gegeven. Belangrijke conclusie van deze studie is dat de behandelingen aflopend op operatieduur ingepland moeten worden als de uitloop de enige kostenfactor is, en behandelingen oplopend op operatieduur ingepland moeten worden als het aantal afzeggingen de enige kostenfactor is.

Management Summary

I created a simulation of an operation room (OR) to investigate what is the optimal OR day planning. The optimal planning is defined by the cost function. Two cost-driven factors are considered: delay and number of cancellations. Three experiments with cost functions that differ by the mix of the cost-driven factors are analyzed. I consider a simple OR room where 5 patients have to be treated within 4 hours with minimal possible costs. Especially, the investigation was towards the influence of the position of a patient in the waiting line with short and long expected operation duration. By choosing different expected operation duration, each cost function is analyzed and the recommendations towards the OR day planning are given. Important conclusion of this study is that the operations have to be planned descending in operation time if the delay the only cost-driven factor, and the operations have to be planned ascending in operation time if the number of the cancellations the only cost-driven factor.

Inhoudsopgave

Introductie	4
Doelstelling	4
De context	4
Recente studies	5
Simulatie	7
Definities	7
Model.....	7
Controle experiment	11
Resultaten.....	13
Experiment 1	13
Experiment 2	15
Experiment 3	17
Conclusie en discussie	20
Literatuurlijst.....	21

Introductie

Het proces in de Operatie Kamer (OK) is één van de belangrijke onderdelen van de zorgprocessen die zich in het ziekenhuis afspelen. Om de doorstroom van de patiënten goed te laten verlopen, is het van groot belang dat de planning voor de OK goed is opgesteld. Het verbeteren van de doorstroomtijd en het verminderen van het aantal afgezegde operaties heeft een positief effect op het OK-budget. Verkeerde schattingen van de operatieduur voor de patiënt samen met een verkeerde dagplanning kunnen leiden tot uitloop en afgezegde operaties, die op hun beurt weer hoge kosten met zich meebrengen. Mijn motivatie voor het onderzoek is om aan de hand van de analyse een aantal aanbevelingen op te stellen die zouden kunnen helpen bij het maken van de dagplanning.

De chirurgen kunnen vanuit hun ervaring de gemiddelde operatieduur per behandeling redelijk goed inschatten. De uitdaging is een patiëntenrooster te maken welke rekening houdt met de lengte van de operatieduur en de afwijking van de inschatting. Het onderzoek voor dit werkstuk is gericht op het achterhalen van de invloed van de positie in de wachtrij van patiënten met verschillende geschatte operatieduren. Vervolgens bekijk ik de geoptimaliseerde operatie planning vanuit economisch oogpunt.

Doelstelling

Doelstelling van dit werkstuk:

Het onderzoeken van het effect van de OK-dagplanning op de afzeggingen en de uitloop door middel van simulatie.

Deze doelstelling vraagt om het onderzoek naar het volgende:

1. Welke planning heeft de kortste uitloop?
2. Welke planning heeft het minst aantal afzeggingen?
3. Welke planning heeft de minimale kosten die als een combinatie van de uitloop en afzeggingen berekend worden?

Voor elke vraag is er een experiment gemaakt om de dagplanning te analyseren.

De context

De keten van het planningsproces (Figuur 1.1) begint met de jaarplanning op tactisch niveau en eindigt met de dagplanning op operationeel niveau. Wanneer de afspraken voor de tactische planningen vast liggen wordt er een weekplanning gemaakt met behulp van planningssoftware. Het secretariaat stelt per specialisme een operatieteam samen en geeft daarbij een OK-nummer uit. De hoofdchirurg bekijkt de ingediende weekplanning en in het overleg wordt er een dagplanning gemaakt. De verwachte

operatieduur wordt door de chirurg zelf aangegeven, ook kan het op basis van historische gegevens worden bepaald. In dit werkstuk wordt alleen naar een optimale *dagplanning* gezocht.



Figuur 1.1 | Overzicht planningsproces

In de praktijk wordt de operatiedag een sessie genoemd en begint om 7.45 uur en eindigt om 15.30 uur. De operatie wordt een zitting genoemd. Een sessie bestaat dus uit een aantal zittingen met wisseltijden tussen twee zittingen. Gedurende een wissel wordt de OK schoongemaakt en wordt er gekeken of alle benodigdheden voor de volgende zitting aanwezig zijn. Er kan sprake zijn van uitloop, voorloop, afzeggingen en late start. In mijn werkstuk bekijk ik de operatiedag zonder voorloop, wisseltijden en late start.

Recente studies

In de literatuur wordt er gesproken over ‘allocation scheduling’, waarmee het bepalen van de volgorde van de operaties op een bepaalde dag wordt bedoeld. Er wordt een beste OK-planning bepaald waarbij rekening wordt gehouden met de uitloop en de voorloop, de geopereerde tijd na en voor het einde van de operatiedag wordt geminimaliseerd. Ozkarahan (2000) heeft een ‘goal programming’ model opgesteld waarmee het ‘allocation scheduling’ probleem is behandeld. De conclusie van het artikel is dat de OK-planning van het ‘goal programming’ model zorgt voor een hogere bezettingsgraad van de OK-kamer en een lagere uitloop en voorloop.

Er zijn meerdere artikelen te vinden waar het onderzoek naar de optimale dagplanning vanuit verschillende oogpunten wordt gedaan. Bijvoorbeeld, Marcon and Dexter (2007) gebruiken discrete-event simulatie om te onderzoeken hoe de standaardregels, zoals *langste behandeling eerst* en *kortste behandeling eerst*, kunnen helpen in het verminderen van het aantal patiënten in de wachtkamer en in de postanesthesie zorgen afdeling. Zij gebruikten historische data uit verschillende ziekenhuizen om de methode te evalueren. Het resultaat laat zien dat de volgorde van de operaties verschilt per chirurg en niet wordt gecoördineerd. Met andere woorden het is een random sequencing. In de studie was de beste sequencing methode bepaald. De “langste behandeling eerst” sequencing presteert slecht als de OK-kamer na een bepaalde tijd moet sluiten. Andere studies laten zien dat de sequencing een minimaal effect heeft op de pieken van het aantal patiënten in de wachtkamers. De auteurs concluderen dat ongecoördineerde planning door meerdere chirurgen met behulp van onafhankelijke sequencing per OK-kamer van een chirurg, geen uitloop zou verminderen.

Kim and Horowitz hebben in het artikel “*Scheduling hospital services: The efficacy of elective-surgery quotas*” (2002) een onderzoek gedaan naar de kwaliteit van de planning of scheduling procedure door

de evaluatie van het aantal afgezegde patiënten. Ze hebben een studie gedaan naar hoe de toegang tot de OK-kamer gestroomlijnd kan worden. Ze hebben geprobeerd het aantal afgezegde operaties te verminderen die door het tekort aan bedden komen, zonder de wachttijden van de patiënten die op toegang wachten te verslechteren.

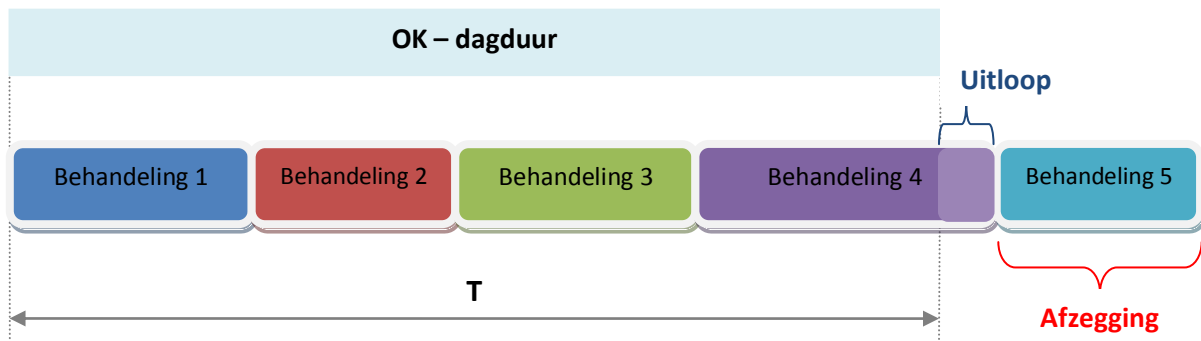
In de literatuur over de OK-planning is een brede range van de oplossingsmethoden te vinden. Cardoen, Demeulemeester en Belien (2009) geven een overzicht van deze methoden. Mathematische programmering wordt met succes toegepast in de literatuur over de OK-kamerplanning. Mulholland et al. tonen in "*Linear programming to optimize performance in a department of surgery*" (2005) dat met behulp van lineair programmeren een mix van patiënten bepaald kan worden die voor het optimale financiële resultaat zorgt, daarbij rekening houdend met de verschillende kamers in het OK-complex.

Simulatie

In dit hoofdstuk wordt het simulatiemodel besproken dat in Microsoft Excel is geïmplementeerd. Er wordt naar twee prestatemaatstaven gekeken: uitloop en afzeggingen. Eerst wordt er een aantal OK begrippen behandeld en daarna wordt de opzet van de Excel sheet uitgelegd.

Definities

In Figuur 2.1 staat schematisch een dag in een operatiekamer afgebeeld met verschillende behandelingstijden. Elk begrip wordt zowel afgebeeld als uitgelegd.



Figuur 2.1 | Grafische afbeelding van een dag in de operatiekamer.

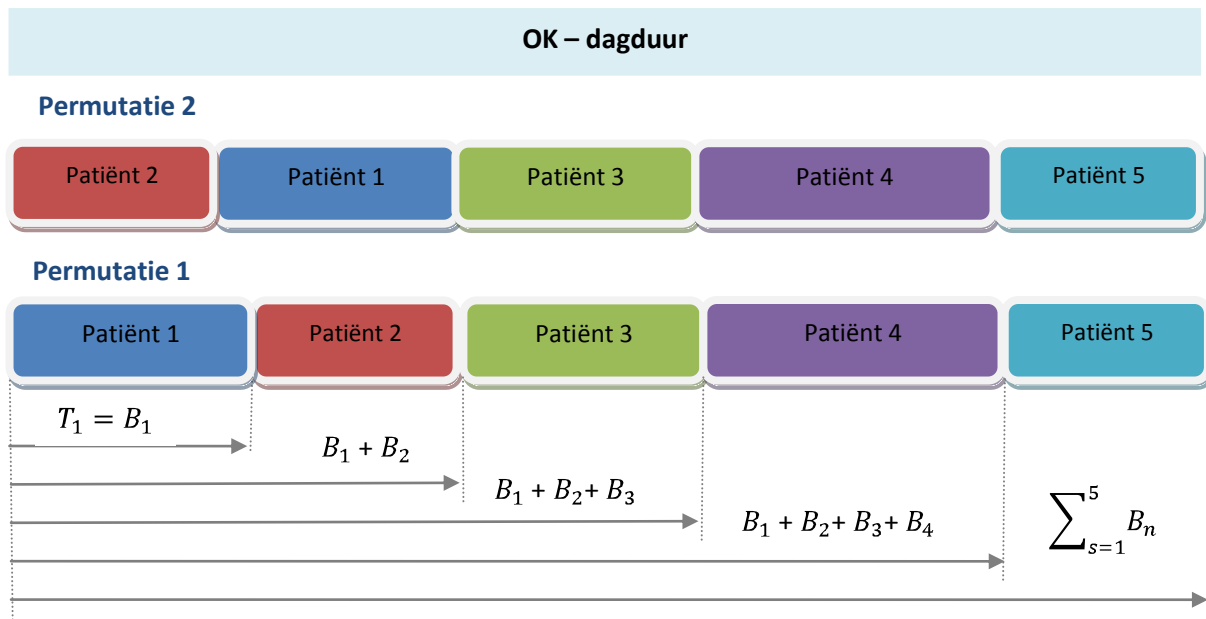
In dit werkstuk wordt een OK-dag bekeken waarbij vijf patiënten ingepland moeten worden binnen de *dagduur* T . De behandeling, of de operatieduur, is verschillend per patiënt en wordt als B_n genoteerd, waarbij n het patiëntnummer is. De operatie die op het moment van het bereiken van de dagduur T gaande is wordt afgemaakt. De extra tijd die hiervoor nodig is, heet uitloop (U). Eventuele operaties die daarna nog gepland staan, worden afgezegd. Het aantal operaties dat op deze manier wordt geannuleerd is het aantal afzeggingen (A).

Model

In het model worden de behandelingstijden per patiënt, de volgorde van de patiënten, eventuele uitloop en aantal afzeggingen opgenomen. Voor het model zijn er 120 scenario's samengesteld en er wordt 1000 keer gesimuleerd. Elk scenario is een unieke permutatie van de wachtrijnummers van de vijf patiënten. In dit werkstuk wordt aangenomen dat de behandelingsduur B_n een exponentiële verdeling volgt met parameter μ_n .

$B_n \sim \text{Exp}(\mu_n)$, waarbij $1/\mu_n$ de verwachting is van de behandelingsduur en n s het patiëntnummer.

Elke permutatie wordt gezien als een wachtrij van 5 patiënten, ofwel een mogelijke dagplanning. Elke patiënt n krijgt een bepaald positienummer in de wachtrij. Bij elk van de patiënten hoort een behandelingsduur. Vervolgens wordt de tijd bijgehouden die gebruikt is vanaf het begin van de dag tot aan de afronding van de behandeling. Dit wordt grafisch afgebeeld in Figuur 2.2.



Figuur 2.2 | Grafische afbeelding van twee mogelijke scenario's (permutaties) en de berekening van de behandelingstijden tot en met afronding.

De duur T_s van het begin van de dag tot en met afronding van de s^e behandeling is

$$T_s = \sum_{\substack{n=1 \\ p_n \leq s}}^5 B_n, \text{ waarbij } p_n \text{ de positie van de patiënt } n \text{ in de wachtrij is en}$$

en s het behandelingsnummer.

De uitloop U is het verschil tussen T_{s_0} en de OK-dagduur T waarbij de kleinste strict positieve waarde uit de verzameling wordt gekozen waarvoor geldt dat $T_s \geq T$, waarbij s_0 het aantal patiënten is dat behandeld wordt.

$$s_0 = \begin{cases} \arg \min_s \{T_s : T_s \geq T\}, & \text{als } \{T_s : T_s \geq T\} \neq \emptyset \\ 5, & \text{als } \{T_s : T_s \geq T\} = \emptyset \end{cases}$$

In formulevorm ziet de uitloop per OK-dag er als volgt uit

$$U_k = \begin{cases} \min_s \{T_s : T_s \geq T\} - T, & \text{als } \{T_s : T_s \geq T\} \neq \emptyset \\ 0, & \text{als } \{T_s : T_s \geq T\} = \emptyset \end{cases}$$

waarbij k het scenarionummer is met $k=1, \dots, 120$.

In de Excel sheet is het zodanig geïmplementeerd dat U_k alleen nul mag zijn als alle waarden in de verzameling nullen zijn.

Een afzegging is een geannuleerde operatie op een OK-dag. Het aantal afzeggingen wordt berekend als het verschil tussen het totaal aantal patiënten op de planning en aantal patiënten dat wordt behandeld.

$$A_k = 5 - s_0, \text{ waarbij } s_0 \text{ het aantal patiënten is dat wordt behandeld en}$$

k is het scenarionummer met $k=1, \dots, 120$.

Tijdens het onderzoek is voor 120 scenario's de uitloop en het aantal afzeggingen gemeten. Om te bepalen welke scenario het beste is, wordt er een kostfunctie gedefinieerd. Deze kostfunctie wordt samengesteld uit cost-driven factoren die sterke invloed hebben op een budget in de Operatieve Zorg (zoals de uitloop en het aantal afzeggingen). De *optimale OK-dagplanning* is het scenario met de patiëntenvolgorde waarbij de kosten minimaal zijn. Om het gevoel te krijgen in welke mate de factoren de dagplanning kunnen beïnvloeden worden er drie verschillende kostfuncties samengesteld: elke factor wordt afzonderlijk geanalyseerd en als derde de combinatie van de twee.

De *kostfunctie (KF)* in het eerste experiment wordt berekend als een planningsafwijking in de uitloop, een verhouding tussen de uitloop en de totale dagduur T . In het tweede experiment is het een planningsafwijking in het aantal afzeggingen, een verhouding tussen het aantal afzeggingen en het totaal aantal patiënten. In het derde experiment wordt de kostfunctie berekend als de som van de planningsafwijkingen in de uitloop en het aantal afzeggingen. Belangrijke aanname is dat de dagduur T per experiment niet veranderd of per voorbeeld in het experiment. Hierdoor kan met verhoudingen gerekend worden.

I. $KF_k = \frac{U_k}{T} \times 100\%$,

II. $KF_k = \frac{A_k}{5} \times 100\%$,

III. $KF_k = \frac{U_k}{T} \times 100\% + \frac{A_k}{5} \times 100\%$ voor $k = 1, \dots, 120$.

$$KF^* = \min(KF_k), \text{ voor } k = 1, \dots, 120$$

*Optimale OK dagplanning = Permutatie horende bij KF^**

In elk van de experimenten worden er verschillende varianten van de μ -waarden gekozen. Door het variëren met de verwachte operatieduur is het mogelijk het effect op de kostenfunctie te onderzoeken. In de optimale OK-planning wordt gekeken naar het positienummer s van een patiënt. Omdat er 1000 keer gesimuleerd wordt kijk ik naar het aantal van de meest voorkomende positie met behulp van het gemiddelde. Met andere woorden, hoe vaak wordt patiënt n gemiddeld in de positie 1 ingeroosterd en wat is de verwachte operatieduur van deze patiënt.

Voorbeeld

Het verloop van het experiment wordt in het volgende getallenvoorbeeld gegeven. Bekijk 5 patiënten die in de OK-kamer ingepland moeten worden met de volgende μ -waarden: (1, 1, 1, 1, $\frac{1}{2}$). Per scenario worden de uitloop en het aantal afzeggingen berekend. Door het minimaliseren van de kostenfunctie worden er scenario's gevonden met een optimale planning. Deze worden in Tabel 2.1 met 'x' aangegeven. In elk van deze beste scenario's wordt er naar een positienummer s van de patiënt 5 in de wachtrij gekeken.

Scenario nummer	Uitloop	Afzegging	min KF	Wachtrij-nummer patiënt n	Scenario nummer	Uitloop	Afzegging	Min KF	Wachtrij-nummer patiënt n
1	1.31	0	x	1	9	0.69	1		
2	1.31	0	x	2	10	1.31	0	x	5
3	0.69	1			11	0.69	1		
4	0.72	2			12	1.31	0	x	4
5	0.10	3			13	1.31	0	x	5
6	1.31	0	x	3	14	0.72	2		
7	1.31	0	x	4	15	1.31	0	x	5
8	0.69	1			16	0.59	2		

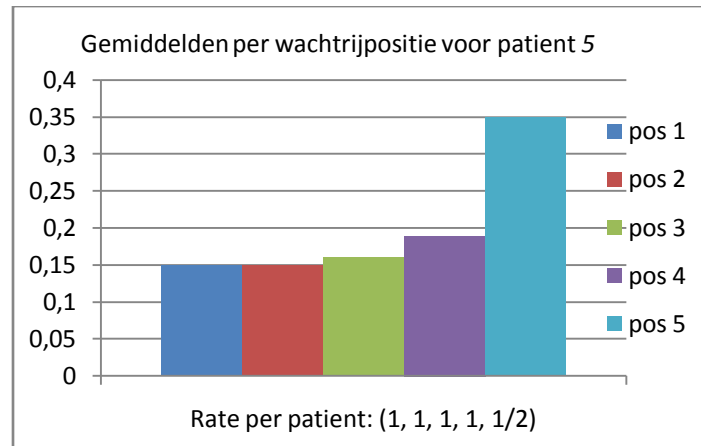
Tabel 2.1 | *Getallenvoorbeeld voor een trekking van het rekenmodel met 16 scenario's.*

In 16 scenario's zijn er meerdere beste scenario's waarin het patiënt op een verschillende positie ingepland is. Er wordt per trekking een verhouding berekend tussen het aantal voorkomende positie nummers en het totale aantal beste scenario's. (Tabel 2.2)

Positie nummer s	Aantal keer per trekking	Verhouding
1	1	1/8
2	1	1/8
3	1	1/8
4	2	2/8
5	3	3/8

Tabel 2.2 | *Voorbeeld van de berekening van de verhouding tussen het aantal voorkomende positie nummers en het totale aantal beste scenario's voor een patiënt 5.*

In 1000 simulaties wordt de verhouding van de positienummers in de beste scenario's bijgehouden en de gemiddelde waarde daarvan wordt in het histogram geplot. Resultaat van deze gemiddelden is afgebeeld in Figuur 2.3.

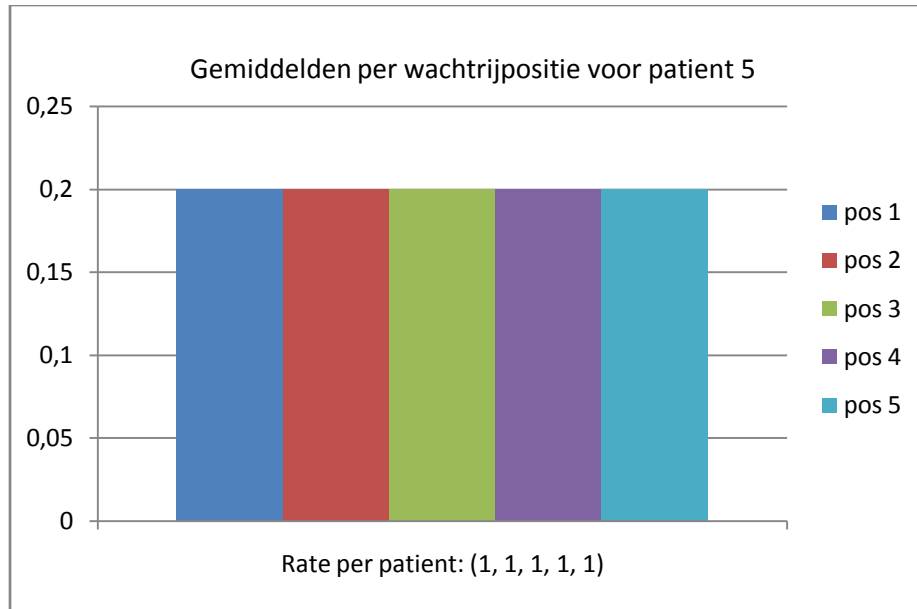


Figuur 2.3 | Gemiddelden van de verhoudingen over de 1000 simulaties voor een patiënt 5.

In het histogram kan worden afgelezen dat patiënt 5 met de langste operatieduur vaak aan het eind ingepland wordt. Dit is economisch voordelig volgens de gekozen kostfunctie.

Controle experiment

Startpunt van dit onderzoek is een OK kamer waarvoor 5 patiënten met dezelfde verwachtingswaarde van de operatieduur ingepland moeten worden. Door het minimaliseren van de kostenfunctie worden er scenario's gevonden met een optimale planning. In elk van deze scenario's wordt er naar een positinummer van patiënt 5 in de wachtrij gekeken. In 1000 simulaties wordt de verhouding van het aantal voorkomende positienummers in 120 scenario's bijgehouden waarvan de gemiddelde waarden in het histogram worden geplot. De gemiddelden per positie zijn gelijk, zoals verwacht. Het resultaat is afgebeeld in Figuur 2.4.



Figuur 2.4 | *Gemiddelde aantallen per positienummer voor de patiënt 5 in het experiment met gelijke verwachting voor de operatieduur.*

Het doel van het startexperiment was om het opgestelde model te testen. Het resultaat laat zien dat het model juist geïmplementeerd is.

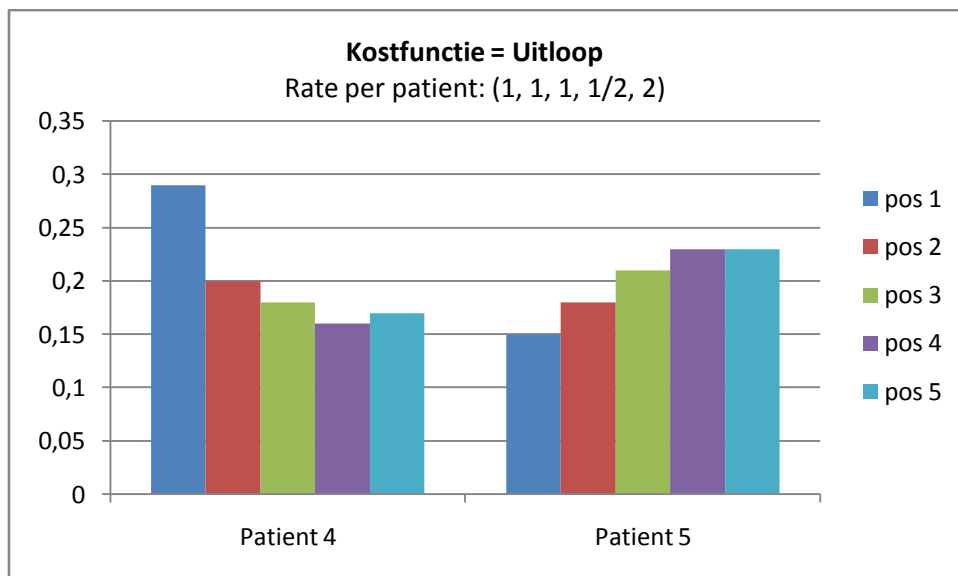
Resultaten

Bij het inplannen van de operaties maken de chirurgen de inschatting van de operatieduur. De vraag is hoe de patiënten met de langere en kortere verwachte operatieduur ingepland moeten worden waardoor de kosten minimaal zijn. In het onderzoek wordt er geëxperimenteerd met de verwachte operatieduur en wordt er met de verschillende kostfuncties gerekend. De OK-dagduur wordt als 4 uur genomen en verandert niet per experiment.

Experiment 1

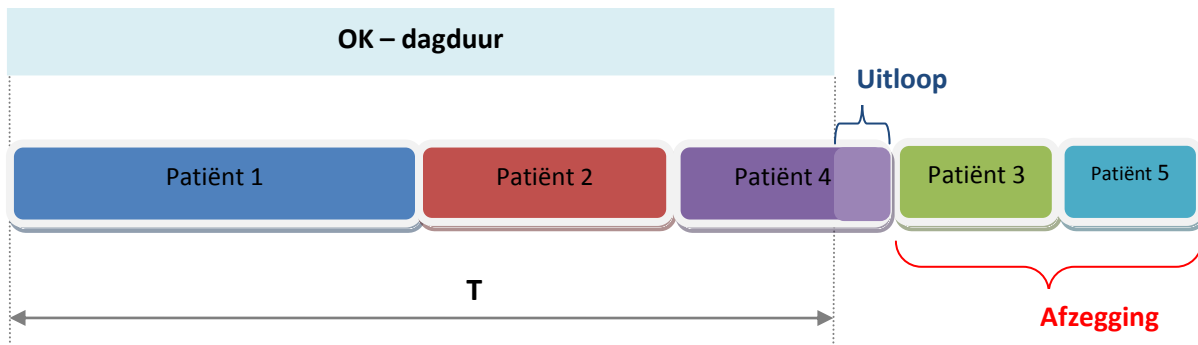
- *Aanname: Kostfunctie is een planningsafwijking in de uitloop.*

In het volgende voorbeeld bekijk ik twee patiënten, waarbij patiënt 4 een lange verwachte operatieduur heeft en patiënt 5 een korte.



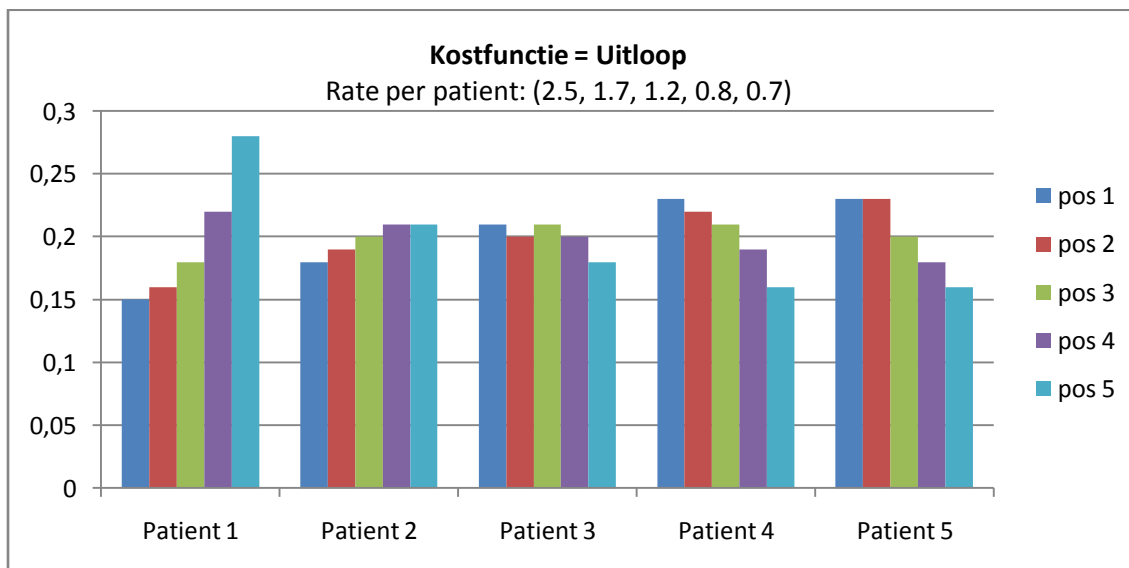
Figuur 3.1 | Gemiddelde aantallen per positienummer voor de patiënt 4 met de verwachting van 2 uur en patiënt 5 – half uur. (Experiment 1)

Dat de patiënt met de langste operatieduur aan het begin van de dag gepland wordt en de patiënt met de kortste duur aan het eind kan als volgt verklaard worden. Als de uitloop de enige kostenfactor is waarmee rekening moet worden gehouden, dan moeten korte operaties aan het eind gepland worden omdat de korte operaties een korte uitloop kunnen hebben. Deze situatie wordt grafisch afgebeeld in Figuur 3.2.



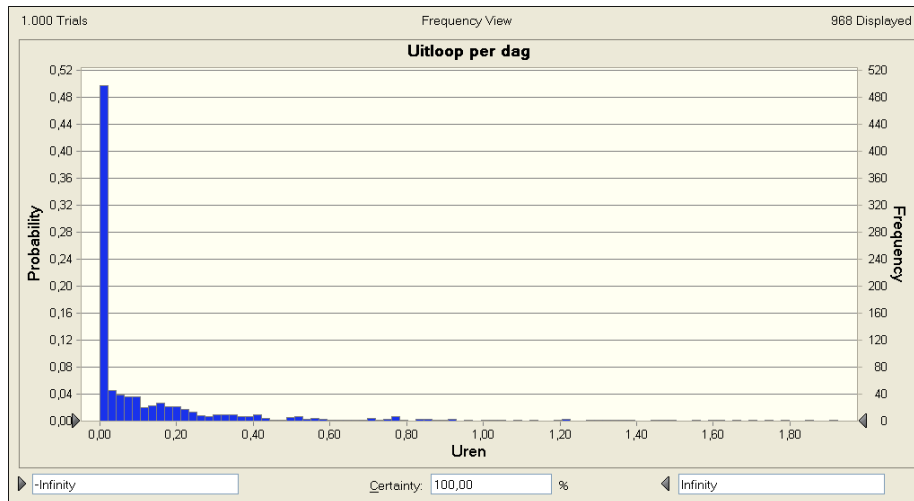
Figuur 3.2 | Grafische afbeelding van de OK-dagplanning voor de patiënten met korte en de lange operatieduur voor het experiment 1.

In het volgende voorbeeld heb ik met de verwachtingswaarden van de operatieduur geëxperimenteerd voor alle patiënten. De operatieduur per patiënt heb ik zodanig gekozen dat de som van alle gekozen waarden ongeveer 4 uur is. In de histogrammen ziet men steeds hetzelfde patroon: kortste operatie – achteraan, langste – vooraan, en voor patiënt 3 maakt het bijna niet uit op welke positie hij ingepland wordt, zijn histogram is bijna vlak. (Zie Figuur 3.3)



Figuur 3.3 | Gemiddelde aantallen per positienummer per patiënt in Experiment 1.

In Figuur 3.4 is de uitloop per dag in 1000 simulaties afgebeeld. Door de optimale planning komt de uitloop niet vaak voor waardoor het balkje rond nul extreem hoog is.

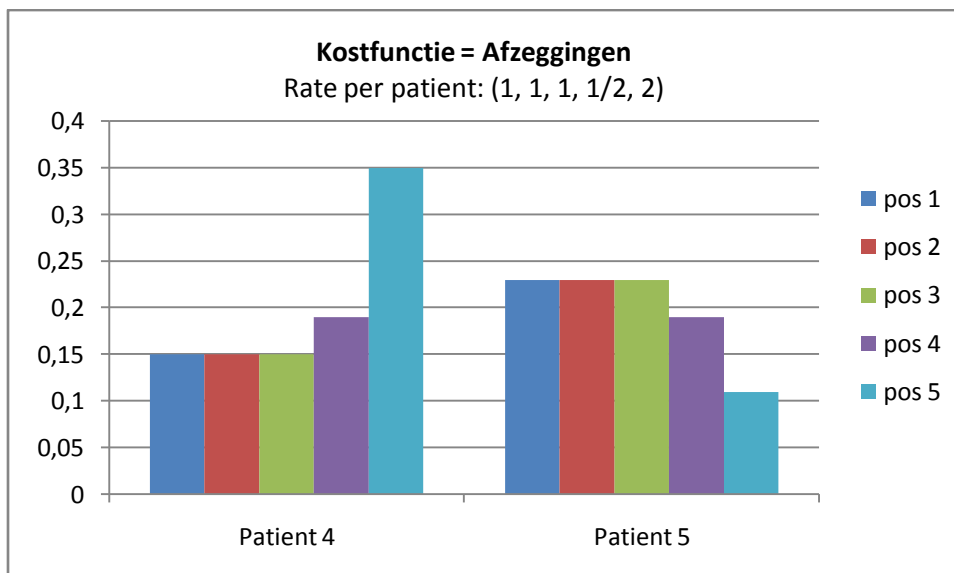


Figuur 3.4 | *Uitloop per dag in 1000 simulaties in Experiment 1.*

Experiment 2

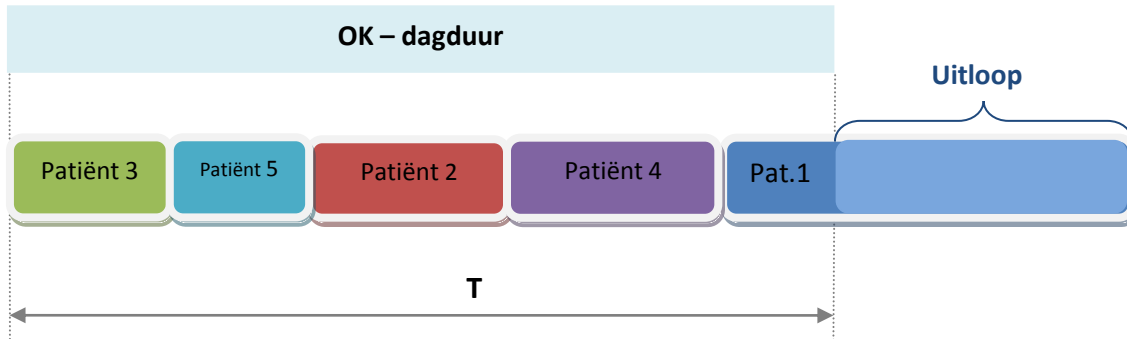
- *Aanname: Kostfunctie is een planningsafwijking in het aantal afzeggingen.*

Dit experiment begin ik met hetzelfde voorbeeld als in het Experiment 1: er worden twee patiënten vergeleken, één met de lange en andere met korte operatieduur. Bij deze kostfunctie worden de patiënten precies andersom ingepland.



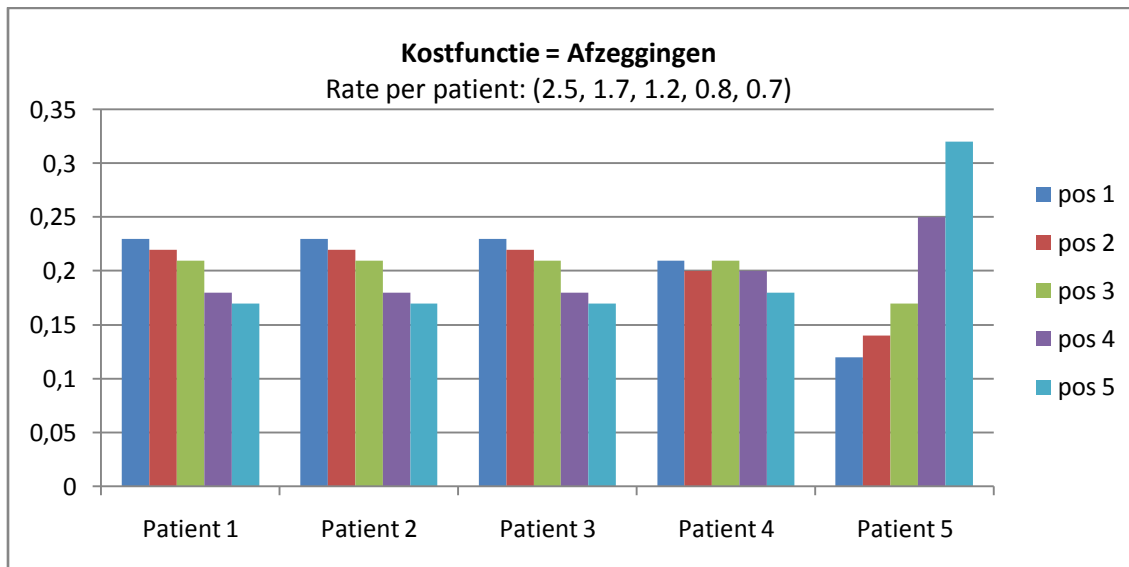
Figuur 3.5 | *Gemiddelde aantallen per positienummer voor de patiënt 4 met de verwachting van 2 uur en patiënt 5 – half uur. (Experiment 2)*

De patiënt met de langste operatieduur wordt nu vooral aan het eind van de dag gezet. Hierdoor wordt de mogelijke uitloop heel lang, maar er zijn geen afzeggingen. De kostenfunctie kijkt alleen naar afzeggingen en om de kosten te reduceren mogen de patiënten met de korte operatieduur in de eerste helft van de dag geopereerd worden. Deze situatie wordt grafisch afgebeeld in Figuur 3.6.



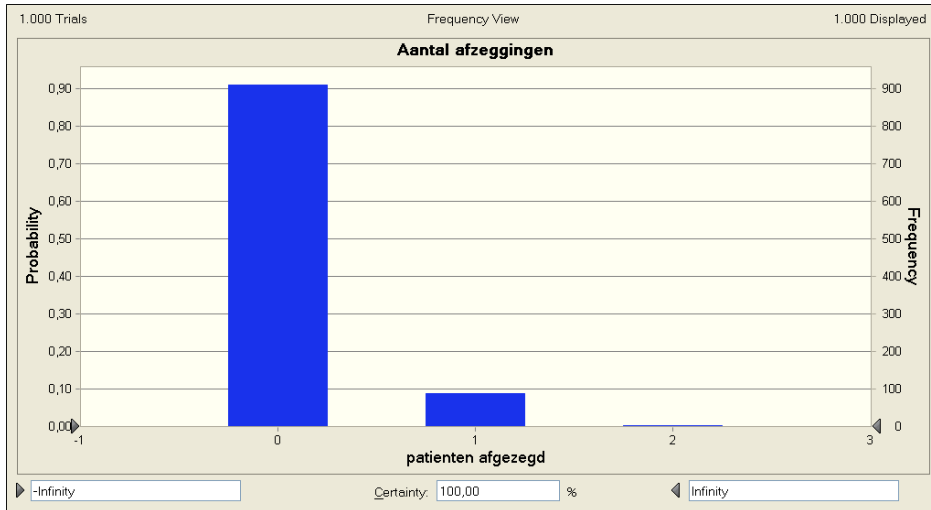
Figuur 3.6 | Grafische afbeelding van de OK-dagplanning voor de patiënten met korte en de lange operatieduur voor het experiment met kostenfunctie als het aantal afzeggingen.

Vergelijkbaar met het voorbeeld uit Experiment 1 heb ik voor dezelfde verwachtingen, maar voor andere kostenfunctie de optimale dagplanning berekend. Het valt op dat de histogrammen uit Experiment 1 en Experiment 2 elkaars gespiegelde lijken te zijn. (Zie Figuur 3.7 en Figuur 3.3) Het kan geïnterpreteerd worden als wanneer de uitloop het langst is, is het aantal afzeggingen minimaal.



Figuur 3.7 | Gemiddelde aantallen per positienummer per patiënt in Experiment 2.

In Figuur 3.8 is het aantal afzeggingen per dag in 1000 simulaties afgebeeld. Door de optimale planning komen de afzeggingen niet vaak voor waardoor het balkje bij nul veel hoger is dan bij 1 en 2.

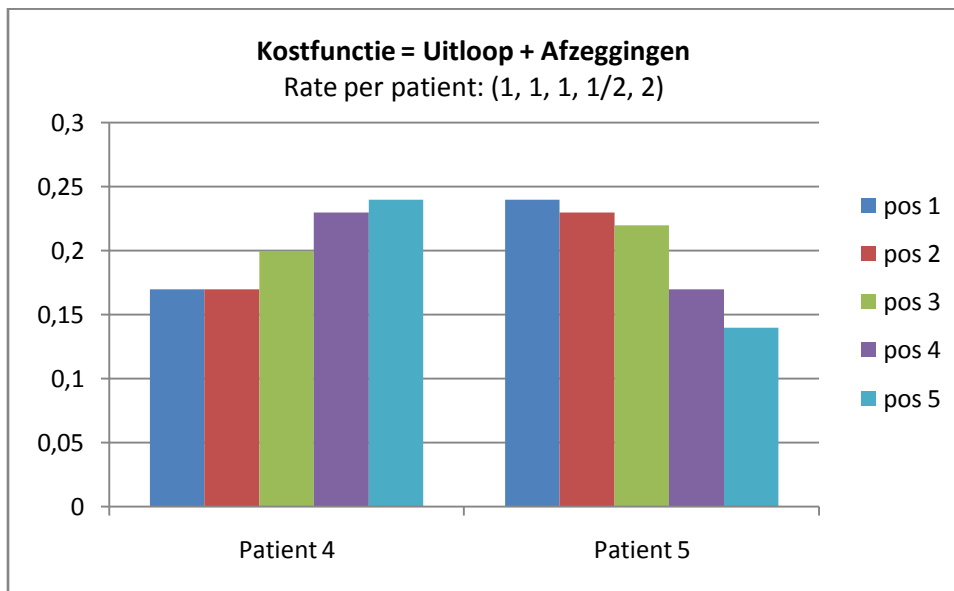


Figuur 3.8 | Het aantal afzeggingen per dag in 1000 simulaties in Experiment 2.

Experiment 3

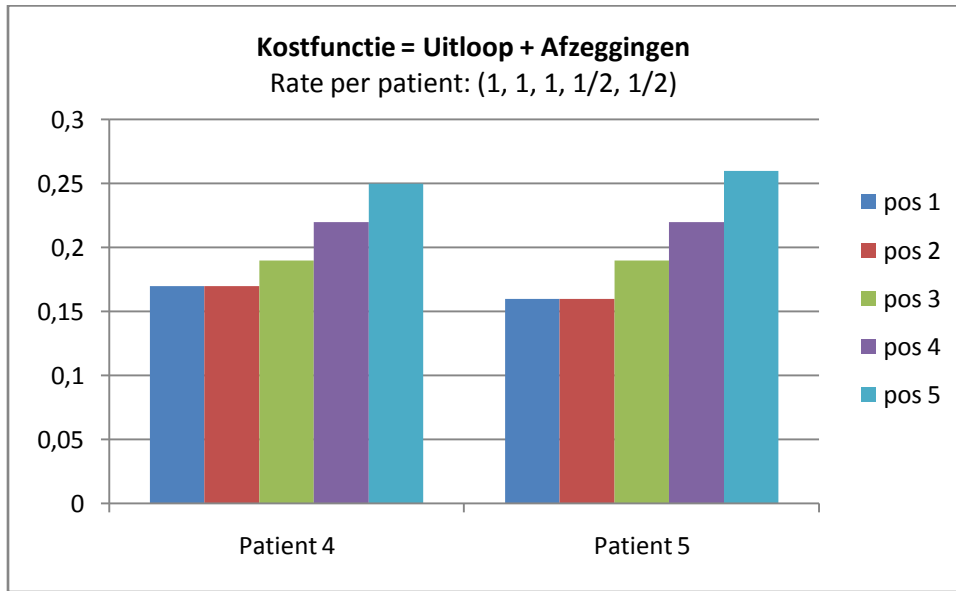
- *Aanname: Kostfunctie is de som van de planningsafwijkingen in de uitloop en het aantal afzeggingen.*

Ik bekijk twee patiënten, waarbij patiënt 4 een lange verwachte operatieduur heeft en het patiënt 5 een korte. Het histogram geeft dezelfde resultaat als in Experiment 2 waarin de kostfunctie alleen naar de afzeggingen kijkt. Patiënt met de kortste operatieduur wordt aan het begin van de dag ingepland en patiënt met de langste – in de tweede deel van de dag. (Zie Figuur 3.9)



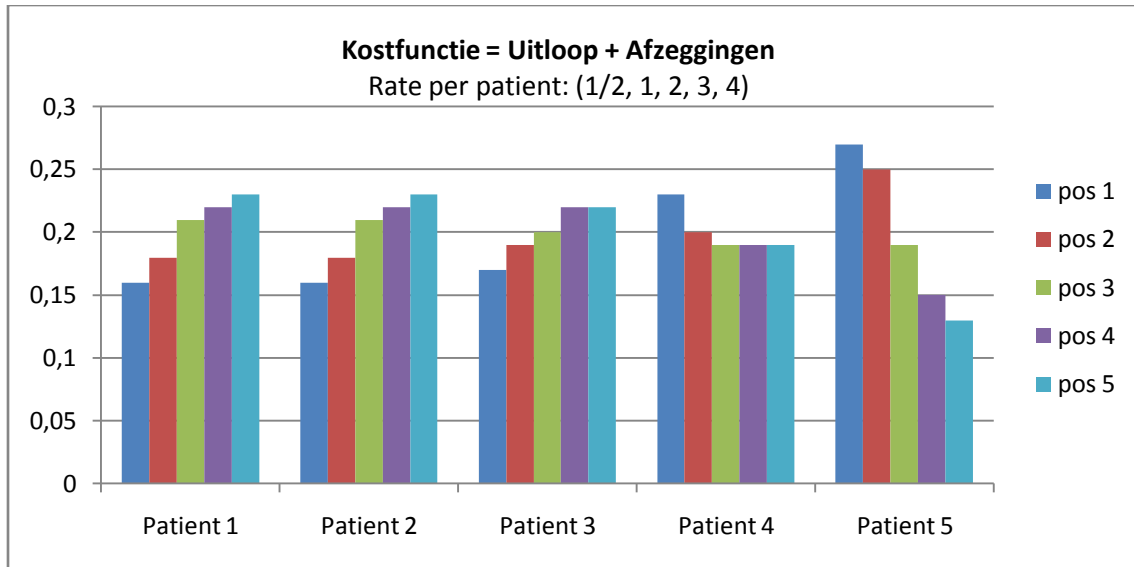
Figuur 3.9 | Gemiddelde aantallen per positienummer voor de patiënt 4 met de verwachting van 2 uur en patiënt 5 – half uur. (Experiment 3)

Ik experimenteer verder met de verwachtingen en bekijk het geval met dezelfde verwachtingen voor de twee patiënten. De histogrammen lijken precies op elkaar en dat is wat wij kunnen verwachten. (Zie Figuur 3.10) De gemiddelden per positie zijn gelijk, vergelijkbaar met de situatie in het controle experiment. Beide patiënten hebben nu een lange verwachte operatieduur en worden aan het eind van de dag ingepland.



Figuur 3.10 | Gemiddelde aantallen per positienummer voor de patiënten 4 en 5 met gelijke verwachting van 2 uur en patiënt 5 – half uur. (Experiment 3)

In het volgende voorbeeld bekijk ik alle 5 patiënten met extreme verwachtingswaarden voor de operatieduur. Net als in de voorgaande voorbeelden, de patiënten 1, 2, en 3 met de relatief langere operatieduur worden aan het eind ingepland en de patiënten met korte operatietijden - aan het begin. (Zie Figuur 3.33)



Figuur 3.33 | Gemiddelde aantallen per positienummer per patiënt in Experiment 3.

De uitkomsten van eerste twee experimenten laten zien dat wanneer de dagplanning uit Experiment 1 de patiënt aan het begin van de dag plaatst, dan plaatst de dagplanning van Experiment 2 de patiënt juist aan het einde van de dag en andersom. Het experimenteren met de wegingsfactoren voor verhouding tussen uitloop en afzeggingen in de gecombineerde kostfunctie levert geen significante resultaten.

Conclusie en discussie

Uit de drie experimenten is duidelijk geworden dat als de kostfunctie alleen naar de uitloop kijkt patiënten met een korte verwachte operatieduur aan het eind van de dag ingepland worden, terwijl een kostfunctie die alleen naar het aantal afzeggingen kijkt deze patiënten juist vooraan inplant. Als de kostfunctie de combinatie van uitloop en afzeggingen is dan gedraagt de functie zich alsof het alleen naar de afzeggingen kijkt.

Aanbevelingen met betrekking tot de dagplanning:

1. Behandelingen aflopend op operatieduur inplannen als de uitloop de enige kostenfactor is.
2. Behandelingen oplopend op operatieduur inplannen als het aantal afzeggingen de enige kostenfactor is.
3. Behandelingen met dezelfde operatieduur kunnen in willekeurige volgorde ingepland worden, onafhankelijk wat de kostfunctie is.
4. In de database van het ziekenhuis moeten de afzeggingen aan de operatieduur gekoppeld worden. Dit kan inzicht geven wanneer de optimale planning met behulp van historische data opgesteld wordt.

Discussies:

- De kostfunctie moet met de uitloop of met het aantal afzeggingen afzonderlijk gerekend worden. Het combineren van uitloop met afzeggingen in verschillende verhoudingen om de kostfunctie te berekenen geeft geen significante uitkomsten voor de optimale dagplanning. Met gecombineerde kostenfunctie uit meerdere factoren zou men waarschijnlijk meer grip op de optimale dagplanning kunnen krijgen.
- De verdeling van de operatietijden in dit werkstuk is exponentieel aangenomen. Strum et al. (2000) hebben een studie gedaan naar de meest passende verdeling van de operatieprocedure. Zij concluderen dat een lognormaal model voor de operatieduren voor een grote groep van de verschillende operaties het meest aannemelijk is.

Literatuurlijst

Cardoen, B., Demeulemeester, E., Beliën, J. *Operating room planning and scheduling: A literature review*. European Journal of Operational Research, 2009

Marcon E., Dexter F. *An observational study of surgeons' sequencing of cases and its impact on postanesthesia care unit and holding area staffing requirements at hospitals*. Anesthesia and Analgesia, 105:119-126, 2007.

Ozkarahan, I. *Allocation of surgeries to operating rooms by goal programming*. Journal of Medical Systems, 24:339-378, 2000.

Strum, D.P., May, J.H. & Vargas, L.G. *Modeling the uncertainty of surgical procedure times: comparison of log-normal and normal models*. Anesthesiology, 92:1160-1167, 2000.

Bekele, S., Hawinkels, K., Kanters, O., Schoonemann, J. *OK planning afdeling heelkunde VUmc*. Vrije Universiteit, 2007.

Said Ait Haddou Ou Ali, S., Andrioli, H., Jugal, S., Kanhai, P., Schaijik, van J., Singer, B., Sloog, D. *OK-planning afdeling Heelkunde VUmc. Een onderzoek in opdracht van het VU medisch centrum, Amsterdam*. Vrije Universiteit, 2006.