

# Optimalisatie van medicatiebeschikbaarheid met behulp van een risicoanalyse en een simulatiestudie



Jedidja Visser  
4 juli 2019



**UMC Utrecht**

UNIVERSITY OF TWENTE.

Dit rapport is bestemd voor het UMC Utrecht en de examinatoren de Universiteit Twente.

**Universiteit Twente**

BSc Technische Bedrijfskunde  
Postbus 217  
7500 AE Enschede  
Tel. 0534 89 91 11

**Universitair Medisch Centrum Utrecht**

UMC Utrecht Cancer Center  
Postbus 85500  
3508 GA Utrecht

## Optimalisatie van medicatiebeschikbaarheid met behulp van een risicoanalyse en een simulatiestudie

*Een onderzoek naar het opnameproces van feochromocytoom patiënten binnen het UMC Utrecht Cancer Center.*

**Auteur:**

Jedidja Visser

**Begeleiders vanuit UMC Utrecht:**

Prof. dr. G. D. Valk  
A. M. Abelman-Franken  
J. B. H. Vos MSc

**Begeleiders vanuit Universiteit Twente:**

Dr. ir. A. G. Maan-Leeftink  
Prof. dr. ir. E. W. Hans

Datum publicatie: 4 juli 2019

Aantal pagina's zonder bijlagen: 59

Aantal pagina's met bijlagen: 68

Aantal bijlagen: 6

Dit rapport is geschreven in het kader van de bachelor scriptie voor het bachelor programma van de opleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente.

## VOORWOORD

---

Beste lezer,

Voor u ligt mijn scriptie waarvoor ik met veel plezier onderzoek heb gedaan in het UMC Utrecht. Elke week ging ik op en neer naar Utrecht, waar ik steeds meer leerde over het ziekenhuisleven. Ik vond het erg interessant om deze grote, complexe organisatie beter te leren kennen. Daarnaast was ik blij dat ik alle kennis die ik afgelopen drie jaar mocht leren nu in de praktijk kon brengen en hiermee ook echt iets voor anderen kon betekenen. Ik hoop dat ik met dit met onderzoek rust kan aanbrengen tijdens de opname van patiënten waarbij kanker al voor veel onrust zorgt in hun leven. Ik hoop dat dit onderzoek de zorg tijdens de opname voor deze patiënten zal verbeteren waar nodig.

Ik wil Bernard Vos bedanken voor alle hulp deze weken. Dank voor het geven van de juiste informatie over het ziekenhuis, je brede ervaring in de zorg en de tijd die je nam om mee te denken. Daarnaast wil ik ook professor Gerlof Valk en Martine Abelmann bedanken voor de mogelijkheid die zij mij gaven om dit onderzoek uit te voeren en hoe zij tijdens het onderzoek ook zelf betrokken waren en meedachten.

Verder wil ik ook Gréanne Leeftink en Erwin Hans hartelijk bedanken. Erwin, bedankt dat jij mij enthousiast hebt gemaakt voor dit vakgebied door colleges en gesprekken en uiteindelijk ook dit onderzoek. Gréanne, heel erg bedankt voor alle tijd die jij voor mij maakte, hoe je altijd met mij meedacht en na elk gesprek mijn onderzoek naar een steeds hoger niveau bracht.

Tenslotte wil ik ook mijn vriend, huisgenoten, familie en vrienden bedanken voor de ondersteuning en stimulans.

Jedidja Visser

# MANAGEMENTSAMENVATTING

---

Naar aanleiding van een klacht van een feochromocytoompatiënt over de opnameperiode rond de operatie, besloot het UMC Utrecht Cancer Center het gehele opnameproces te onderzoeken. De patiënt benoemt problemen over de medicatielogistiek, de kennis van endocriene aandoeningen bij het personeel op de afdeling waar zij opgenomen was, over de organisatie en de regievoering en over verantwoordelijkheden en de manier van communiceren van het UMC Utrecht. De medewerkers van het UMC Utrecht Cancer Center krijgen door deze klacht het vermoeden dat deze problemen bij meer patiënten spelen. Er zijn echter geen verdere meldingen over incidenten bij feochromocytoompatiënten en er is ook nog geen data-analyse gedaan.

Het doel van dit onderzoek is om het opnameproces van feochromocytoompatiënten te verbeteren, door het identificeren van de potentiële faalwijzen binnen het opnameproces, deze zowel kwalitatief als kwantitatief te beoordelen en hiervoor oplossingen te formuleren.

Dit onderzoeksdoel bereiken wij door middel van een Safer-analyse en een simulatiestudie, wat een veelbelovende combinatie is die nooit in de literatuur is beschreven.

## SAFER-METHODE

De Safer-methode is een prospectieve risicoanalyse, waarbij een multidisciplinair team alle potentiële faalwijzen van een zorgproces identificeert. Vervolgens geeft het team deze faalwijzen een risicoscore op basis van de ernst en de kans van het optreden van de faalwijze. Wij hebben 30 processtappen met 69 potentiële faalwijzen geïdentificeerd die gerelateerd zijn aan het ontvangen van medicatie door feochromocytoompatiënten. Veertien van deze faalwijzen hebben een hoog risico, deze zijn weergegeven in Tabel 1.

## SIMULATIESTUDIE

Om de faalwijzen met een hoge risicoscore vervolgens kwantitatief te beoordelen op hun invloed op de totale prestatie van het proces, voeren wij een Monte-Carlosimulatiestudie uit met de faalwijzen uit Tabel 1 als variabele input. Het simulatiemodel is geverifieerd en gevalideerd en in dit model voeren wij een 'one-factor-at-a-time' experimentenontwerp uit waarbij wij voor de huidige situatie, het best-case-scenario en het worst-case-scenario van elke faalwijze de prestatie van het proces berekenen.

De prestatie van het proces definiëren wij als het percentage juiste geneesmiddelen dat de patiënten ontvangen op het juiste tijdstip in de juiste dosering van het totaal aantal geneesmiddelen dat zij nodig hebben tijdens en direct na de opnameperiode.

Uit de Monte Carlo simulatie van de huidige situatie blijkt dat de prestatie nu ligt in een 95%-betrouwbaarheidsinterval van 88 tot 91%. Vanuit de andere experimenten gecombineerd met gesprekken met medewerkers van het UMC Utrecht adviseren wij of de faalwijzen geaccepteerd, gecontroleerd of geëlimineerd moeten worden, zoals beschreven in Tabel 1.

Tabel 1 - Advies faalwijzen

	Faalwijze omschrijving	Advies
1	De patiënt heeft zijn/haar eigen medicatie van thuis niet meegenomen.	Elimineren
2	De zaalarts van de interne geneeskunde schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de medicatie pas de volgende ochtend wordt geleverd.	Accepteren
3	Op de interne geneeskunde wordt de medicatie geheel gestopt in plaats van tijdelijk, waardoor de patiënt het op de chirurgische afdeling niet ontvangt.	Accepteren

4	Medicatie wordt onterecht preoperatief gestopt op de interne geneeskunde.	Controleren
5	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de interne geneeskunde, wat voor de patiënt niet werkt.	Elimineren
6	Er zijn leveringsproblemen vanuit de apotheek.	Controleren
7	De zaalarts verwerkt het medicatievoorstel van de apotheek niet op de juiste manier aan het begin van de opname.	Controleren
8	Medicatie wordt niet meegegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer.	Elimineren
9	Medicatie wordt niet meegegeven van de recovery naar de chirurgische afdeling.	Accepteren
10	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de chirurgische afdeling, wat voor de patiënt niet werkt.	Elimineren
11	Zaalarts van de chirurgische afdeling schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de patiënt de medicatie te laat ontvangt.	Accepteren
12	De zaalarts schrijft het noodzakelijke 'stressschema' met specifieke geneesmiddelen niet voor op de chirurgische afdeling.	Accepteren
13	De thuismedicatie wordt niet juist gereactiveerd bij ontslag.	Elimineren
14	Bewust gestopte medicatie wordt onterecht herstart bij ontslag.	Controleren

Het simulatiemodel laat zien dat door het elimineren van deze faalwijzen patiënten in 99% van de gevallen de juiste medicatie op de juiste tijd en de juiste dosering ontvangen. Dit is een significant verschil ten opzichte van de prestatie van de huidige situatie.

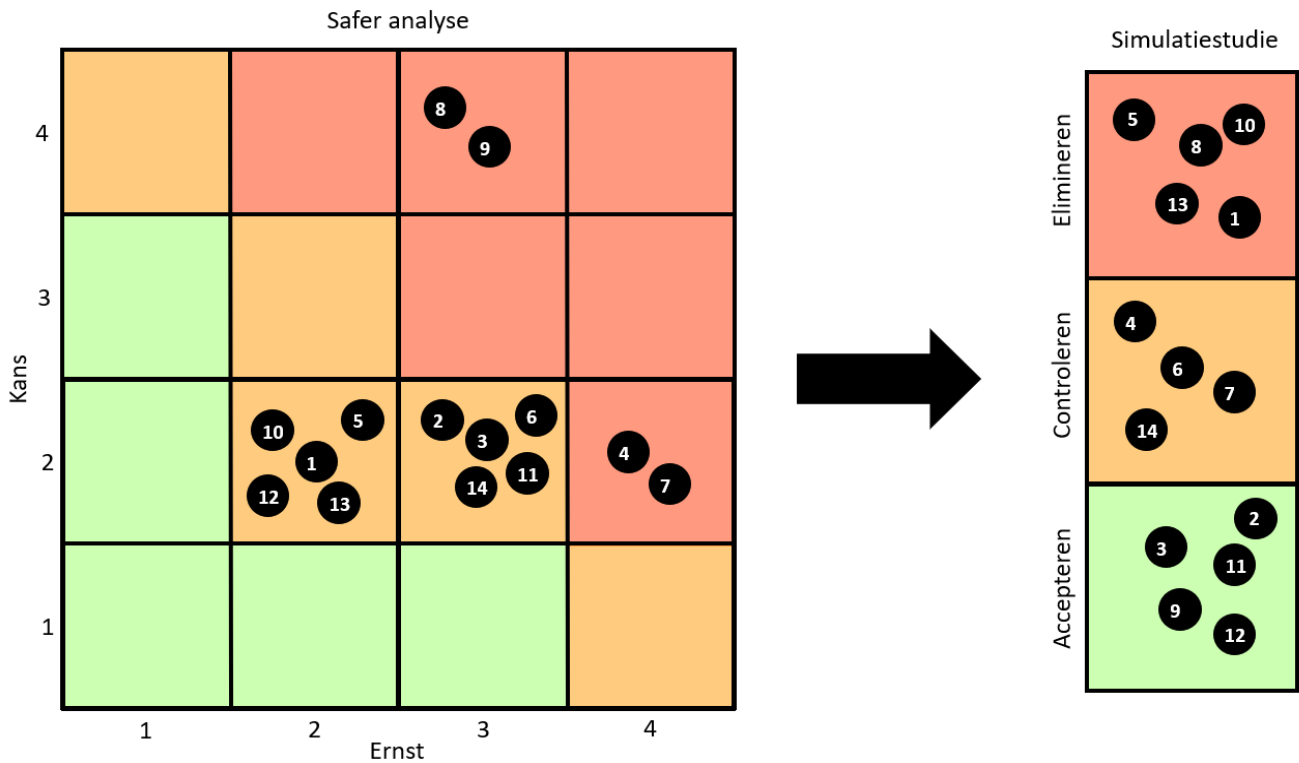
## CONCLUSIE

Wij adviseren het UMC Utrecht Cancer Center het volgende:

1. Geef patiënten altijd al hun geneesmiddelen mee naar de operatiekamer vanaf de interne geneeskunde.
2. Overleg het reactiveren van thuismedicatie altijd met de patiënt en endocrinoloog om te zorgen dat dit altijd juist gereactiveerd wordt.
3. Combineer in de toekomst het uitvoeren van een Safer-analyse met een simulatiestudie, om de betrouwbaarheid van de resultaten te verhogen.

Figuur 1 laat voor alle veertien faalwijze de resultaten van de Safer-analyse en de simulatiestudie zien. Hoewel deze twee methodes niet direct te vergelijken zijn, laten de volgende punten zien dat de combinatie de betrouwbaarheid van de resultaten verhoogt:

1. De simulatiestudie neemt de invloed van de faalwijze op het hele opnameproces mee, waardoor faalwijze 3 geaccepteerd wordt en faalwijze 6 gecontroleerd, terwijl deze faalwijzen hetzelfde zijn gescoord in de Safer-analyse. Vanuit de simulatie blijkt namelijk dat het worst-case-scenario van faalwijze 6 een veel grotere invloed heeft op het proces dan het worst-case-scenario van faalwijze 3.
2. Het construeren van het simulatiemodel geeft inzichten over de relaties tussen faalwijzen. Zo blijkt vanuit het simulatiemodel dat als faalwijze 1 opgelost wordt, faalwijze 2 geen rol meer speelt binnen dit proces. Dit had in de Safer-analyse gemakkelijk vergeten kunnen worden.
3. De simulatiestudie heeft kwantitatieve inputgegevens nodig, waardoor het proces meer in detail onderzocht wordt. Hierdoor bleek dat faalwijze 12, die een kans en ernst score van 2 had, nooit voor is gekomen afgelopen jaren door allerlei controlemaatregelen.



Figuur 1 – Vergelijking tussen resultaten Safer-analyse en resultaten simulatiestudie

### HOE NU VERDER?

Wij adviseren het UMC Utrecht Cancer Center om de komende jaren het proces rondom deze feochromocytoom patiënten in de gaten te houden en te zien of de voorgestelde wijzigingen ook het juiste effect behalen. Daarnaast adviseren wij om in de toekomst een Safer-analyse van een complex zorgproces altijd te combineren met een simulatiestudie.

# INHOUDSOPGAVE

---

1	Probleemidentificatie en probleemaanpak.....	9
1.1	Achtergrondinformatie probleem.....	9
1.2	Onderzoeksdoel.....	10
1.3	Probleemaanpak .....	11
1.4	Kennisproblemen .....	15
1.5	Conclusie .....	16
2	Resultaten vanuit de Safer-methode .....	17
2.1	Safer-resultaten.....	17
2.2	Uitwerking faalwijzen .....	19
2.3	Kritieke prestatie indicator.....	21
2.4	Voorwaarden simulatiestudie .....	22
2.5	Conclusie .....	25
3	Simulatiestudie.....	26
3.1	Inputgegevens .....	26
3.2	Aannames en simplificaties.....	30
3.3	Conceptueel model .....	33
3.4	Verificatie & validatie model.....	35
3.5	Toelichting simulatiemodel .....	35
3.6	Conclusie .....	36
4	Experimenten .....	38
4.1	Huidige situatie.....	38
4.2	Experimenten .....	39
4.3	Aantal replicaties.....	41
4.4	Conclusie .....	41
5	Resultaten en interventies .....	42
5.1	Resultaten huidige situatie.....	42
5.2	Resultaten experimenten.....	43
5.3	Accepteren, controleren of elimineren.....	44
5.4	Interventies .....	47
5.5	Patiëntperspectief .....	49
5.6	Conclusie .....	49
6	Conclusie .....	51
7	Discussie .....	54
7.1	Verkenkend onderzoek.....	54

7.2	Verder onderzoek.....	55
7.3	Wetenschappelijke relevantie.....	55
	Bijlagen.....	57
	A. Stappen methode Safer .....	57
	B. Medewerkers Safer-bijeenkomsten.....	58
	C. Faalwijzen met betrekking tot medicatie met hoge risicoscore .....	58
	D. Handleiding simulatiemodel .....	58
	E. Resultaten experimenten .....	61
	F. FaseKPI's per faalwijze.....	62
	Referentielijst .....	63



# 1 PROBLEEMIDENTIFICATIE EN PROBLEEMAANPAK

---

Dit is een onderzoek in het Universitair Medisch Centrum Utrecht bij het UMC Utrecht Cancer Center. In dit onderzoek kijken wij naar het opnameproces van patiënten die geopereerd worden aan een feochromocytoom, een gezwel in de bijnieren. Sectie 1.1 bespreekt de achtergrondinformatie van het probleem; Sectie 1.2 bespreekt het onderzoeksdoel; Sectie 1.3 de probleemaanpak en Sectie 1.4 de kennisproblemen die deze scriptie beantwoordt.

## 1.1 ACHTERGRONDINFORMATIE PROBLEEM

Om de context van het probleem duidelijk te maken, bespreken wij in deze sectie de aanleiding van het probleem, in welke organisatie dit probleem zich afspeelt en bij welke patiëntengroep dit probleem speelt.

### 1.1.1 Aanleiding

Na een opname van een patiënt in het Universitair Medisch Centrum Utrecht, bleek in een gesprek met hoogleraar endocriene oncologie G. Valk dat de opname niet soepel was verlopen. Naar aanleiding van dit gesprek schrijft deze patiënt een brief waarin zij gedetailleerd problemen beschrijft in de medicatielogistiek, de kennis van endocriene aandoeningen bij het personeel op de afdeling waar zij opgenomen was en over de organisatie en de regievoering. Ook schrijft zij over verantwoordelijkheden en de manier van communiceren van het UMC Utrecht. Bij deze patiënt is een feochromocytoom gediagnostiseerd en zij is hiervoor geopereerd. Voor de operatie is zij ongeveer een week van tevoren opgenomen en ook na de operatie heeft de patiënt een periode in het ziekenhuis gelegen.

**De brief is vanwege privacy redenen niet openbaar gemaakt.**

Vanuit deze klacht hebben prof. G. Valk (medisch afdelingshoofd endocriene oncologie) en mw. M. Abelman-Franken (clusterhoofd zorg heekundige oncologische disciplines) de opdracht om een prospectieve analyse uit te voeren op de opnameperiode neergelegd bij Bernard Vos (Projectleider Kwaliteit en Veiligheid UMC Utrecht Cancer Center). Via dr. ir. Gréanne Leeftink (assistent professor zorglogistiek Universiteit Twente) is er een student Technische Bedrijfskunde gevraagd om in dit proces te assisteren.

Voordat wij het onderzoeksdoel concluderen, bespreekt Sectie 1.1.2 de organisatie en Sectie 1.1.3 de patiëntengroep.

### 1.1.2 Organisatie

Deze opdracht vindt plaats in het UMC Utrecht. Dit Universitair Medisch Centrum geeft naast zorg ook onderwijs in haar eigen faculteit Geneeskunde en doet veel onderzoek. Het UMC Utrecht richt zich op verschillende thema's, waarvoor ook patiënten vanuit andere ziekenhuizen speciaal naar het UMC Utrecht komen voor specialistische zorg. Het UMC Utrecht heeft zes specialisaties, respectievelijk het Hersencentrum, Centrum voor infectie en immunologie, Hart- en vaatcentrum, Cancer Center,

## LEESWIJZER

In deze scriptie wordt de term 'de patiënten' gebruikt voor de patiënten die opgenomen zijn met een feochromocytoom om hieraan geopereerd te worden.

*C2West* is de naam van de interne afdeling waar de patiënten voor de operatie worden opgenomen en *C4Oost* is de naam van de chirurgische oncologische afdeling waar de patiënten na de operatie postoperatieve zorg ontvangen.

*EPD* staat voor het elektronisch patiëntendossier.

Met *UMC Utrecht* bedoelen wij het Universitair Medisch Centrum Utrecht.

Regeneratieve geneeskunde & stamcellen en het Wilhelmina Kinderziekenhuis. Deze opdracht valt onder het UMC Utrecht Cancer Center.

Daarnaast heeft het UMC Utrecht drie thema's waar zij zich vooral op focust, namelijk kwaliteit en patiëntveiligheid, samenwerking en duurzaamheid. De eerste twee thema's komen duidelijk terug in deze opdracht; dit hele proces is namelijk het leven roepen in het kader van kwaliteit en patiëntveiligheid. Daarnaast trekken het UMC Utrecht en de Universiteit Twente samen op in dit project, wat wijst op samenwerking (UMC Utrecht, z.d.-b).

### 1.1.3 Uitleg aandoening patiënten

De patiënt die de klacht heeft opgesteld, behoort tot een zeer kleine patiëntengroep van MEN2 patiënten, wat staat voor Multipole Endocriene Neoplasie Syndroom type 2. Dit is een syndroom waarbij tumoren ontstaan in meerdere hormoonproducerende organen. In 2015 is het UMC Utrecht erkend als nationaal expertisecentrum voor patiënten met MEN2 door de minister van Volksgezondheid (UMC Utrecht, z.d.-a).

Bij ongeveer de helft van deze MEN2 patiënten ontstaat deze tumor in de bijnier. De tumor komt voor in het bijniermerg en heet een feochromocytoom. Het bijniermerg produceert verschillende hormonen, namelijk catecholamines. Een voorbeeld van deze hormonen is adrenaline, wat een sterke werking heeft op hart en bloedvaten. Deze hormonen zorgen ervoor dat een mens zich kan aanpassen aan psychische en lichamelijke stress. Op het moment dat een feochromocytoom zich ontwikkelt in de bijnieren, kunnen verschillende symptomen optreden. De tumor zorgt er namelijk voor dat teveel adrenaline en/of noradrenaline wordt aangemaakt. Klachten als een hoge bloeddruk, hartkloppingen, hoofdpijn en angst kunnen voorkomen. Vaak komen deze klachten aanvalsgewijs voor, wanneer er opeens veel hormonen in de bloedbaan worden uitgestort.

De feochromocytoom kan goed behandeld worden door een operatieve verwijdering, genaamd een adrenalectomie. Voor de operatie krijgt de patiënt speciale bloeddrukverlagende medicijnen. Deze bloeddrukverlagende medicijnen, de zogenoemde alfablokkers, zorgen dat de bloeddruk verlaagd wordt en de doorbloeding verbetert. Tijdens de operatie komen er namelijk heel veel extra hormonen vrij die de bloeddruk juist zouden verhogen. Mocht alfablokkade niet het gewenste effect geven, dan wordt dit gecombineerd met bètablokkers. Voor deze twee blokkades wordt de patiënt een aantal dagen opgenomen op de afdeling van de interne geneeskunde, zodat de endocrinoloog goed toezicht kan houden, onder andere op de juiste dosering (Boron, Boulpaep, & Barrett, 2012; Maastricht UMC+, z.d.; UMC Utrecht, z.d.-c).

Een feochromocytoom kan zowel goed- als kwaadaardig zijn en bij 70% van de patiënten komt een feochromocytoom in beide bijnieren voor, waarbij de tumor dan op een later moment terugkomt in de andere bijnier. Indien dit het geval is, zal bij de tweede operatie vaak geprobeerd worden om een cortexsparende operatie uit te voeren, zodat de bijnierschors intact blijft. Deze operaties slagen niet altijd, maar als dit lukt, zal de patiënt de rest van zijn of haar leven niet afhankelijk hoeven zijn van medicatie. Anders is de patiënt bijnierinsufficiënt.

## 1.2 ONDERZOEKSDOEL

Vanuit de brief (Sectie 1.1.1) blijkt dat er veel verschillende risico's zijn binnen het opnameproces van feochromocytoompatiënten en het is duidelijk dat bij deze patiënt op verschillende vlakken dingen zijn misgegaan. Hierdoor bestaat een vermoeden dat dit bij andere feochromocytoompatiënten eveneens fout is gegaan, maar dit is niet duidelijk. Er zijn namelijk zowel in 2017 als in 2018 geen MIP-meldingen gedaan (Melding Incidenten Patiënten) over deze patiëntengroep. Daarnaast hebben zowel de

opdrachtgevers als de medewerkers die bij deze patiënten betrokken zijn geen duidelijk beeld over wat de precieze risico's zijn binnen dit opnameproces en is er nog geen data-analyse gedaan over dit onderwerp.

Om het opnameproces te verbeteren, is het essentieel dat de faalwijzen eerst geïdentificeerd worden en wij de invloed van deze faalwijzen onderzoeken, zowel kwantitatief als kwalitatief. Daarom formuleren wij het volgende onderzoeksdoel:

*De potentiële faalwijzen binnen het opnameproces van feochromocytoompatiënten identificeren en deze zowel kwalitatief als kwantitatief beoordelen en hiervoor oplossingen formuleren om het opnameproces te verbeteren.*

Om dit onderzoeksdoel te bereiken, zijn de volgende middelen beschikbaar en zijn de volgende randvoorwaarden van dit onderzoek bekend.

### 1.2.1 Middelen en randvoorwaarden van dit onderzoek

Binnen dit onderzoek zijn diverse middelen en randvoorwaarden waarmee wij rekening houden.

#### *Middelen*

Allereerst zijn binnen het UMC Utrecht de opdrachtgevers van dit onderzoek en een aantal medewerkers van het UMC Utrecht (beschreven in Bijlage B) bereid om tijdens dit onderzoek medewerking te verlenen, indien dit past binnen hun werkschema. Daarnaast zijn er patiënten die wij kunnen vragen om binnen het onderzoek mee te denken.

Naast deze personen zijn er veel secundaire bronnen beschikbaar, zoals protocollen en folders van de werkwijzen binnen het UMC Utrecht en gepseudonimiseerde patiëntengegevens. Tenslotte is er via de Universiteit Twente toegang tot veel academische bronnen, die voor dit onderzoek veel worden gebruikt.

#### *Randvoorwaarden*

Binnen dit onderzoek is er aantal beperkingen waarmee wij rekening moeten houden.

Allereerst richten wij ons binnen dit onderzoek alleen op patiënten die opgenomen zijn met een feochromocytoom en hiervoor een operatie hebben ondergaan, genaamd een adrenalectomie. Binnen dit onderzoek wordt dus niet gekeken naar andere MEN2 patiënten of patiënten die een feochromocytoom hebben, maar om een andere reden zijn opgenomen. Daarnaast is dit onderzoek gericht op deze patiëntengroep binnen het UMC Utrecht en voeren wij alleen vanuit dit medisch centrum ons onderzoek uit. In grote lijnen kan dit echter ook toegepast worden binnen andere ziekenhuizen, zowel binnen als buiten Nederland. In dit onderzoek hebben wij ons alleen gericht op patiënten die preoperatief zijn opgenomen op de interne geneeskunde en niet op patiënten met een adrenalectomie die preoperatief thuis medicatie gebruikten.

Vanuit de wet Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) beschrijven wij alle vertrouwelijke informatie, zowel van medewerkers van het UMC Utrecht als van patiënten in een vertrouwelijke bijlage. Deze vertrouwelijke bijlage is alleen beschikbaar voor de opdrachtgevers vanuit het UMC Utrecht en de begeleiders vanuit de Universiteit Twente. De patiëntengegevens die wij gebruiken, zijn versleuteld en ontvangen wij via beveiligde kanalen.

## 1.3 PROBLEEMAANPAK

Om het onderzoeksdoel vanuit hoofdstuk 1 te bereiken, zijn er twee methodes nodig waarbij de ene methode de faalwijzen identificeert en kwalitatief beoordeelt en de andere deze faalwijzen

kwantitatief beoordeelt. Sectie 1.3.1 bespreekt de Safer-methode, Sectie 1.3.2 een simulatiestudie en Sectie 1.3.3 hoe deze gecombineerd worden.

### 1.3.1 Safer-methode

Deze sectie beschrijft hoe de Safer methode volgt uit de literatuur en hoe wij deze methode uitvoeren.

#### *Literatuuronderzoek*

In de zorg is de Safer-methode een veelgebruikte methode om de zorg tijdens opname op een systematische manier in kaart te brengen en de faalwijzen te identificeren.

Deze methode is in de Verenigde Staten ontwikkeld in 2001 met de methode 'Failure Mode and Effects Analysis' als basis. Die methode werd veel gebruikt in de petrochemische industrie en is omgevormd tot de 'Health Failure Mode and Effects Analysis' (HFMEA), een methode die bruikbaar is in de zorg (DeRosier, Stalhandske, Bagian, & Nudell, 2002). In het Nederlands is HFMEA vertaald naar Safer, Scenario Analyse van Faalwijzen, Effecten en Risico's (Leistikow, Kessels-Habraken, & De Bruijn, 2009). Met deze Safer-methode gaat een multidisciplinair team zorgprocessen stapsgewijs benoemen, beoordelen en zo nodig verbeteren voordat er daadwerkelijk incidenten plaatsvinden. De methode verloopt volgens de stappen die beschreven zijn in Bijlage A.

Een systematisch literatuuronderzoek beschrijft de volgende voor- en nadelen van deze methode. De voordelen van deze methode zijn onder andere het multidisciplinaire karakter; de geïmplementeerde veranderingen die vaak voor verbetering zorgen; het is proactief en betrokkenen bij het proces ervaren dat het nieuwe inzichten geeft over het proces en de risico's daarvan. De veelgenoemde nadelen van deze methode zijn de mogelijke subjectiviteit, de kans menselijke fouten te missen, het niet identificeren van oplossingsactiviteiten, geen continue verbetering; de intensiteit van de capaciteit en het niet identificeren van alle risico's (Faiella e.a., 2018; Potts e.a., 2014; Rah, Manger, Yock, & Kim, 2016; Shaqdan, Aran, Daftari Besheli, & Abujudeh, 2014).

Ondanks een aantal kritische kanttekeningen bij deze Safer-methode, hebben wij gekozen voor deze methode om de faalwijzen te identificeren. Juist door het multidisciplinaire karakter wordt voorkomen dat er iets over het hoofd wordt gezien binnen verschillende afdelingen. Daarnaast heeft het UMC Utrecht in samenwerking met TU Eindhoven en de Maastrou Clinic in 2005 en 2006 negen Safer-analyses gehouden en heeft zij hier goede ervaring mee (Habraken, Van der Schaaf, Leistikow, & Reijnders-Thijssen, 2009). Volgens Leistikow (2009) vond 90% (80% *reponse rate*) van de betrokken medewerkers en patiënten de Safer zinvol en blijken drie tot vier jaar later 65 van de 82 geïmplementeerde aanbevelingen nog steeds in werking te zijn (Leistikow e.a., 2009).

#### *Safer-proces*

In dit proces zijn verschillende mensen betrokken, die in Bijlage B zijn beschreven. Er zijn in totaal vijf bijeenkomsten van een uur tot anderhalf uur gehouden waarin een deel van de betrokken medewerkers van het UMC Utrecht aanwezig is. De stappen van de Safer-methode nemen wij hierin gezamenlijk door. Als het vanwege capaciteitsredenen niet mogelijk is om de gehele analyse met dit multidisciplinaire team uit te voeren, voeren de Projectleider Kwaliteit en Veiligheid en de student een deel van de analyse uit. Dit checken zij dan vervolgens met de betrokkenen. In de Safer-methode ontbreekt patiëntparticipatie en uit onderzoek blijkt dat hier ook geen eenduidig advies over gegeven kan worden (Habraken e.a., 2009). Aangezien de aanleiding van deze risicoanalyse een brief van een patiënt is, hebben wij ook patiënten betrokken binnen de analyse.

### 1.3.2 Simulatiestudie

Om de faalwijzen geïdentificeerd vanuit de Safer-methode te kwantificeren, gebruiken wij een simulatiestudie. Deze Sectie beschrijft hoe dit volgt vanuit de literatuur, welke stappen wij hiervoor uitvoeren en welk type simulatie bij dit proces past.

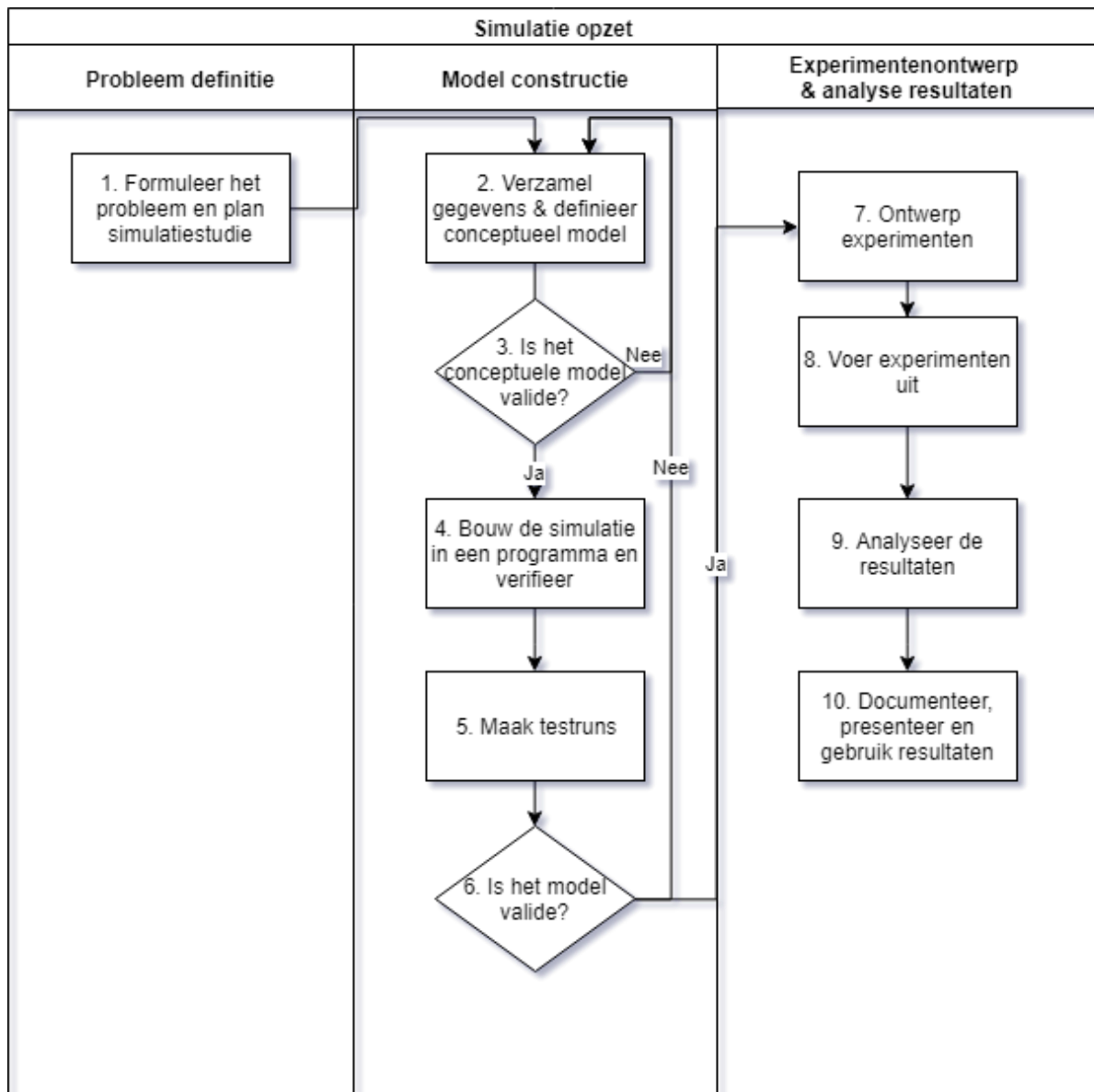
#### *Gebruik simulatie volgens literatuur*

In de zorg verandert er veel en daarom is het belangrijk is om alles goed aan te passen aan deze veranderingen. Daarbij heeft de zorg vaak weinig middelen tot haar beschikking. Simulatie blijkt een goed middel te zijn om in te zetten voor zorgorganisaties om processen te verbeteren. Dit is de afgelopen dertig jaar veel gedaan. Er zijn voornamelijk veel simulatiestudies uitgevoerd om de relatie tussen verschillende soorten input in een zorgproces en de output daarvan te begrijpen (Barnes, Quiason, Benson, & McGuiness, 1997; Jacobson, Hall, & Swisher, 2006). Een aantal van dit soort simulatiestudies richt zich specifiek op de rol van de apotheek, vaak om de wachttijd voor de patiënt te verminderen of om de middelen (vaak medewerkers) effectiever in te zetten (Lu e.a., 2012).

Vanuit de literatuur is het dus een logische keuze om een simulatiestudie te gebruiken om een proces met betrekking tot medicatielogistiek te verbeteren. Zowel Law (2015) als Robinson (2014) geven een uitgebreide toelichting op de verschillende simulatiestudie-aspecten, vandaar dat wij beide boeken binnen dit onderzoek als naslagwerk gebruiken.

#### *Stappen voor simulatiestudie*

Law (2015) bespreekt tien stappen die men dient te volgen binnen een simulatiestudie (zie Figuur 2).



Figuur 2 - Stappen simulatie (Law, 2015)

Deze scriptie bespreekt de stappen als volgt. Sectie 1.2 formuleerde het probleem en ook het doel van de simulatiestudie en deze sectie beschrijft het type simulatie. Sectie 2.4 benoemt de voorwaarden waar de simulatie aan moet voldoen zoals volgt vanuit de Safer methode en op welke manier de simulatie de prestatie van het proces dient te berekenen. Hoofdstuk 3 bespreekt de inputgegevens, de aannames en simplificaties en het conceptuele model. Hierbij geven wij ook aan hoe het simulatiemodel geverifieerd en gevalideerd wordt en geven wij een korte toelichting bij het model. Hoofdstuk 4 geeft het experimentenontwerp en Hoofdstuk 5 bespreekt de resultaten hiervan. In hoofdstuk 5 analyseren wij deze resultaten ook en geven wij een advies over relevante interventies. Tenslotte vormen Hoofdstuk 6 en 7 een conclusie en discussie over deze resultaten en interventies.

#### Type simulatie

Er bestaan verschillende soorten simulaties en een vaak gebruikte soort is de discrete-event simulatie. Dit gebruikt men voornamelijk om processen te simuleren waarin wachtrijen voorkomen en de verschillende entiteiten elkaar beïnvloeden, bijvoorbeeld omdat de wachtrij steeds langer wordt. In dit proces zijn de entiteiten echter onafhankelijk van elkaar. In 2017 en 2018 waren er per jaar negen

patiënten, waarbij er maximaal drie patiënten tegelijk werden opgenomen. Aangezien het UMC Utrecht de mogelijkheid heeft om al deze patiënten goed op te vangen, beïnvloedt de aanwezigheid van een patiënt in een bepaald proces een andere patiënt in ditzelfde proces niet. Daarom is een Monte-Carlosimulatie hier op zijn plaats, waarbij een aantal kansverdelingen als input wordt gebruikt om een bepaalde output te berekenen. Hierbij hoeft niet steeds gekeken te worden naar de volgende activiteit, zoals in een discrete-event simulatie gebeurt, maar wordt met behulp van het genereren van random getallen en kansverdelingen als input direct de output berekent (Law, 2015).

Aangezien het binnen dit opnameproces belangrijk is om niet alleen naar de uiteindelijke prestatie van het proces te kijken, maar ook naar de verschillende tussenstappen en verschillende afdelingen binnen dit proces, is het belangrijk dat een simulatiemodel dit opnameproces visualiseert. Daarom kiezen wij voor de simulatiesoftware Plant Simulation versie 13. Dit programma is gemaakt voor discrete-event simulaties, maar door een volgende patiënt pas toe te laten als de vorige patiënt met ontslag gaat, bouwen wij een Monte-Carlosimulatie in deze software. Elke patiënt is hierin dan een replicatie. Hoofdstuk 4 berekent hoeveel replicaties er nodig zijn voor een statistisch betrouwbaar resultaat.

De Safer-methode zal de scope van de simulatie bepalen, want wanneer vanuit de Safer-methode blijkt dat een aantal details belangrijk zijn binnen het proces, dan dient de simulatie zo gebouwd te worden dat het mogelijk is om deze details ook mee te nemen.

### 1.3.3 Combinatie Safer-methode en simulatiestudie

Deze scriptie baseert de simulatiestudie op de Safer-methode. Deze combinatie is, voor zover ons bekend, nog niet op deze manier uitgevoerd en beschreven in de literatuur. Er bestaan wel simulatiestudies die gebaseerd zijn op de 'FMEA' methode, de prospectieve risicoanalyse waarvan de Safer-methode is afgeleid. Pazireh (2017) simuleert het invoeren van de FMEA methode, waarbij er vaker inspectie plaatsvindt op de productiepunten waar de risicoscores hoog zijn, om te zien of het invoeren van de FMEA methode het aantal slechte producten vermindert, wat inderdaad het geval blijkt te zijn. Hierin wordt simulatie dus gebruikt om te zien of het invoeren van de prospectieve risicoanalyse nuttig is. Daarop richt dit onderzoek zich niet (Pazireh, Sadeghi, & Shokohyar, 2017). Tsu-Ming Yeh (2011) gebruikt de FMEA methode om met behulp van de risicoscores van apparatuur binnen een halfgeleiderfabriek de bottleneck te identificeren en vervolgens met Monte-Carlosimulatie het optimale moment te berekenen voor preventief onderhoud (Tsu-Ming Yeh, 2011).

Ons onderzoek gebruikt deels dezelfde methode als Tsu-Ming Yeh, waarnaast wij de Safer-methode gebruiken om de faalwijzen met de hoogste risicoscores te identificeren. Deze risicoscores bestaan echter uit een ernst- en kansscore en zijn kwalitatief en daarnaast geven de risicoscores niet de invloed aan van de faalwijzen op het hele proces. Daarom gebruiken wij vervolgens een Monte-Carlosimulatie om de prestatie van het gehele proces kwantitatief te berekenen en te kijken welke faalwijzen opgelost dienen te worden, in plaats van ons focussen op één processtap en deze zo veel mogelijk op te lossen. Op basis hiervan besluiten wij de faalwijzen te accepteren, te controleren of te elimineren (zie Bijlage A). Dit uiteindelijke advies bespreken wij met de patiënt die de brief heeft geschreven die de aanleiding vormt voor dit onderzoek.

## 1.4 KENNISPROBLEMEN

Om het onderzoeksdoel te behalen, beantwoordt deze scriptie een aantal kennisproblemen. Deze kennisproblemen geven de structuur van deze scriptie aan. Hoe wij deze kennisproblemen beantwoorden, beschrijven wij direct onder de kennisproblemen.

### 1. Wat zijn de resultaten van de Safer-analyse?

Om de verschillende faalwijzen binnen dit onderzoek te identificeren, voeren wij de Safer-methode uit en wij beschrijven de resultaten in hoofdstuk 2. Hierbij leggen we ook uit waar de simulatie aan moet voldoen volgens deze resultaten.

2. **Hoe implementeren wij een simulatiestudie met als basis de Safer-analyse?**

Hoofdstuk 3 beschrijft hoe wij de simulatiestudie implementeren in dit onderzoek en hoe wij het simulatiemodel valideren en verifiëren, zodat dit onderzoek uiteindelijk betrouwbare resultaten geeft.

3. **Welke experimenten moeten wij uitvoeren om de invloed op de prestatie van het proces van de faalwijzen te berekenen?**

Hoofdstuk 4 benoemt de verschillende experimenten die wij uitvoeren in het simulatiemodel om te berekenen welke faalwijzen de grootste invloed hebben op het proces en om te zien welke faalwijzen opgelost dienen te worden.

4. **Welke Safer-faalwijzen hebben volgens de simulatie de grootste invloed op de prestatie van het opnameproces van de patiënten?**

De resultaten van de experimenten bespreken wij in hoofdstuk 5, waarbij wij uitleggen welke Safer-faalwijzen de grootste invloed hebben op de prestatie van het opnameproces.

5. **Welke strategie moet het UMC Utrecht hanteren om de prestatie van het opnameproces van de patiënten te verhogen?**

Semigestructureerde interviews met medewerkers van het UMC Utrecht geven mogelijke interventies, die wij gebruiken om een advies te geven hoe de faalwijzen met de grootste invloed opgelost kunnen worden. Dit wordt ook in hoofdstuk 5 beschreven.

Hoofdstuk 6 en 7, de conclusie en discussie, benoemen de praktische en wetenschappelijke relevantie van het combineren van de Safer-analyse en een simulatiestudie.

## 1.5 CONCLUSIE

Dit onderzoek is gestart naar aanleiding van een klacht van een feochromocytoompatiënt over het opnameproces in het UMC Utrecht. Hieruit volgt het volgende onderzoeksdoel:

*De potentiële faalwijzen binnen het opnameproces van feochromocytoompatiënten identificeren en deze zowel kwalitatief als kwantitatief beoordelen en hiervoor oplossingen formuleren om het opnameproces te verbeteren.*

Vanuit de literatuur volgt de Safer-analyse als een juiste methode om de faalwijzen kwalitatief te identificeren en een simulatiestudie om deze faalwijzen kwantitatief te beoordelen.



## 2 RESULTATEN VANUIT DE SAFER-METHODE

Dit hoofdstuk bespreekt de resultaten vanuit de Safer-methode (Sectie 2.1); welke twee soorten problemen hieruit volgen (Sectie 2.2); welke kritische prestatie factor hieruit volgt (Sectie 2.3) en waar de simulatie volgens de Safer-methode aan moet voldoen (Sectie 2.4).

### 2.1 SAFER-RESULTATEN

Na de eerste bijeenkomsten zijn 71 losse processtappen geïdentificeerd, waarbij wij in totaal 144 faalwijzen identificeren. Artsen en verpleegkundigen noemen medicatiefouten als belangrijke potentiële faalwijzen. Uit de inbreng van de apothekersassistenten blijkt dat de faalwijzen met betrekking tot medicatielogistiek hier een negatief aandeel in hebben. Daarnaast is het voor deze scriptie belangrijk dat de oplossingsrichting van het kernprobleem binnen technisch bedrijfskundig gebied valt. Daarom is besloten om de processtappen en faalwijzen met betrekking tot communicatie- en kennisproblemen over te laten aan de Projectleider Kwaliteit en Veiligheid en de vervolgstappen van de Safer-analyse uit te voeren op alle processtappen en faalwijzen met betrekking tot medicatielogistiek in de breedste zin van het woord.

Het onderdeel van de Safer-analyse gericht op medicatie bestaat uit 30 processtappen, met 69 geïdentificeerde potentiële faalwijzen. Al deze faalwijzen zijn gescoord op hun ernst en kans door het multidisciplinaire team. Dit leidde tot de faalwijzen in Bijlage C en deze zijn verduidelijkt in Tabel 2. Deze faalwijzen hebben een hoge kritieke score, staan niet onder controle van een bestaande maatregel of zijn niet tijdig te detecteren bij een daadwerkelijke fout. Daarom heeft het team besloten om hiermee door te gaan. De faalwijzen met betrekking tot medicatie die in de kern gingen om de communicatie- en kennisproblemen zijn ook buiten beschouwing gelaten in dit onderdeel.

Tabel 2 - Omschrijving faalwijzen

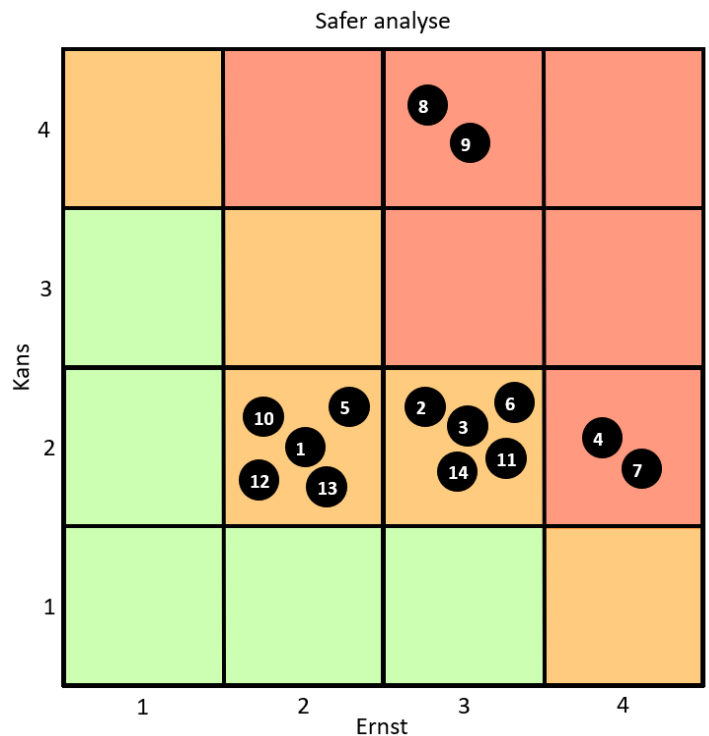
Faalwijze	Omschrijving	Type fout
1	De patiënt heeft zijn/haar eigen medicatie van thuis niet meegenomen.	Leveringsfout
2	De zaalarts van de interne geneeskunde schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de medicatie pas de volgende ochtend wordt geleverd.	Leveringsfout
3	Op de interne geneeskunde wordt de medicatie geheel gestopt in plaats van tijdelijk, waardoor de patiënt het op de chirurgische afdeling niet ontvangt.	Systeemfout
4	Medicatie wordt onterecht preoperatief gestopt op de interne geneeskunde.	Systeemfout
5	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de interne geneeskunde, wat voor de patiënt niet werkt.	Systeemfout
6	Er zijn leveringsproblemen vanuit de apotheek, zowel bij de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling en zowel voor de medicijnen die de afdeling standaard op voorraad heeft als de medicijnen die door de apotheek specifiek 'op naam' worden geleverd aan de patiënten.	Leveringsfout
7	De zaalarts verwerkt het medicatievoorstel van de apotheek niet op de juiste manier aan het begin van de opname.	Systeemfout
8	Medicatie wordt niet meegegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer.	Leveringsfout

9	Medicatie wordt niet meegegeven van de recovery naar de chirurgische afdeling.	Leveringsfout
10	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de chirurgische afdeling, wat voor de patiënt niet werkt.	Systeemfout
11	Zaalarts van de chirurgische afdeling schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de patiënt de medicatie te laat ontvangt.	Leveringsfout
12	De zaalarts schrijft het noodzakelijke 'stressschema' met specifieke geneesmiddelen niet voor op de chirurgische afdeling.	Systeemfout
13	De thuismedicatie wordt niet juist gereactiveerd bij ontslag.	Systeemfout
14	Bewust gestopte medicatie wordt onterecht herstart bij ontslag.	Systeemfout

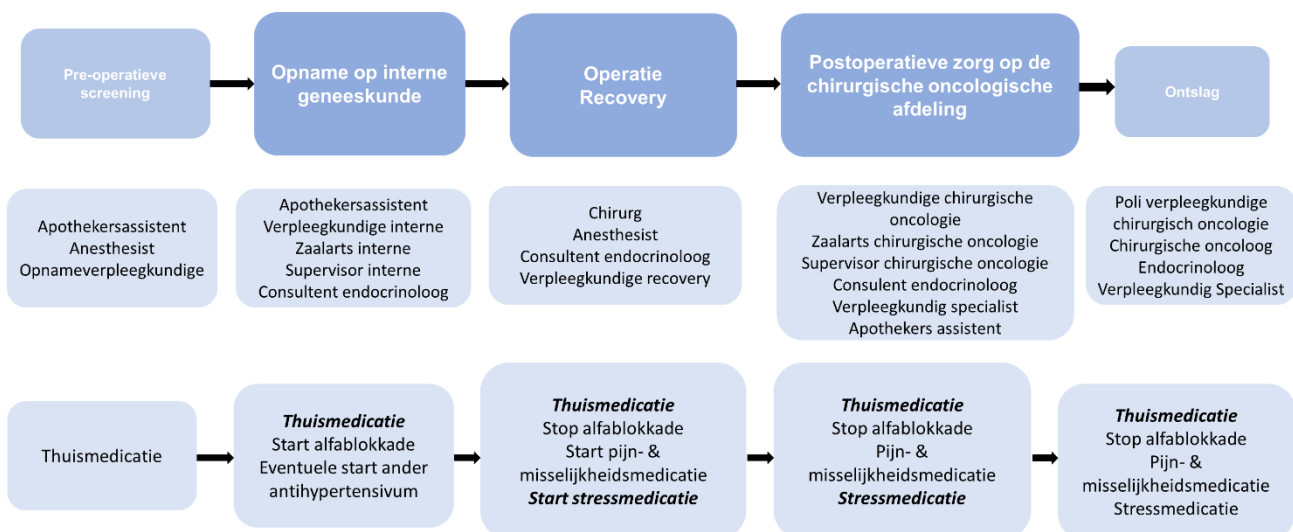
Figuur 3 geeft voor de verschillende faalwijzen aan welke kans- en ernstscore deze faalwijzen hebben (zie Bijlage A).

Om deze faalwijzen binnen het proces beter te begrijpen, is het diagram uit Figuur 4 gemaakt. In dit figuur zijn de grote lijnen van de processtappen en de betrokken medewerkers horizontaal weergegeven. Op de onderste rij van het schema wordt weergegeven welke soort medicatie de patiënt per afdeling dient te gebruiken.

In dit diagram is de thuismedicatie dikgedrukt, om aan te geven dat er een risico is dat deze tijdens de opnameperiode niet in het ziekenhuis te verkrijgen is, onterecht vervangen wordt door een ander middel of onterecht gestopt wordt. Daarnaast is er een risico dat de medicatie niet wordt meegegeven naar verschillende afdelingen, waardoor de patiënt de medicatie van thuis niet kan blijven



Figuur 3 - Resultaten Safer analyse



Figuur 4 - Medicatie levering- en overdracht schema

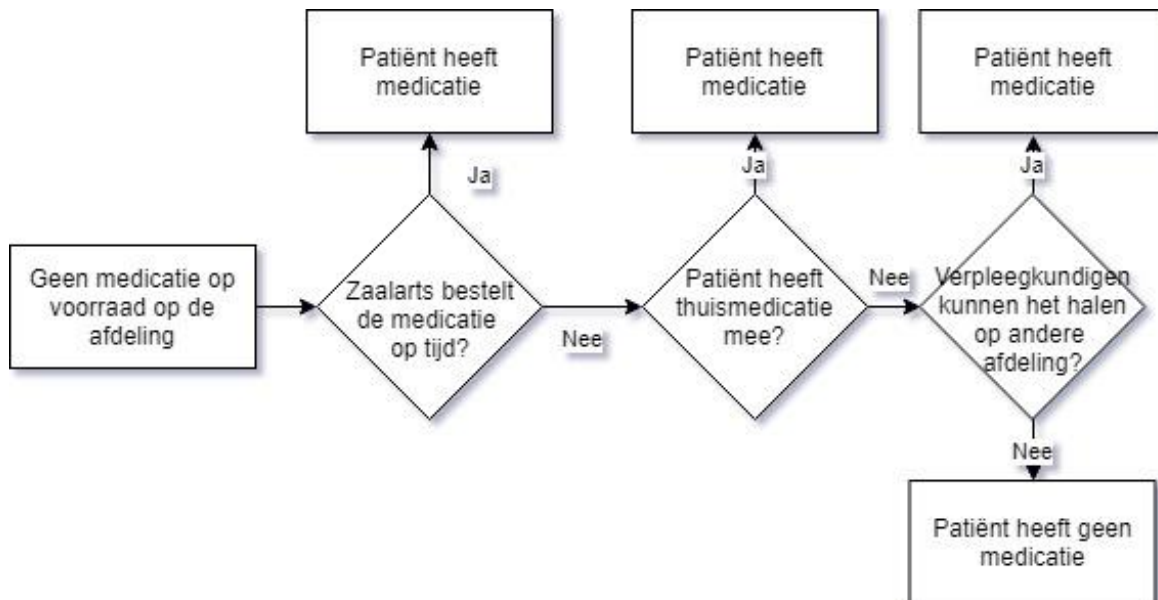
gebruiken. De stressmedicatie is dikgedrukt omdat er een risico is dat deze medicatie niet gestart wordt.

## 2.2 UITWERKING FAALWIJZEN

Vanuit **Error! Reference source not found.** en Figuur 4 zijn twee losse processen te extraheren waarbinnen verschillende problemen te ontdekken zijn en die de tabel ook als twee verschillende soorten fouten benoemt. Aan de ene kant kan het gebeuren dat de medicatie niet goed in het systeem staat, waardoor de medicatie niet goed bij de patiënt aankomt, wat wij een systeemfout noemen. Aan de andere kant gebeurt het soms dat de juiste medicatie vanuit het systeem niet aan de patiënt gegeven wordt, door bijvoorbeeld een landelijk leveringsprobleem of omdat de geneesmiddelen niet doorgegeven worden van de ene afdeling naar de andere. De faalwijzen die dit veroorzaken noemen wij een leveringsfout. Deze sectie bespreekt beide problemen.

### 2.2.1 Leveringsfouten

De procesbeschrijving in Figuur 5 laat zien hoe de medewerkers van de interne geneeskunde op dit moment handelen als er geen medicatie op voorraad is op hun afdeling. Een aantal van de processtappen in dit diagram is ook besproken in de Safer-bijeenkomsten.



*Figuur 5 - Procesbeschrijving huidige handelswijze bij niet voorradige medicatie*

Vanwege bedrijfseconomische redenen liggen niet alle soorten medicatie standaard op voorraad op de afdeling. Als dit het geval is voor een deel van de thuismedicatie die de patiënt gebruikt, dan zijn er verschillende opties. Zo schrijft de zaalarts het in ieder geval voor, maar als dit na 16.00 gebeurt, komt de medicatie pas de volgende ochtend. De patiënt gebruikt dan de meegebrachte medicatie van thuis. Als de patiënt de thuismedicatie is vergeten, dan heeft de patiënt geen medicatie. Het kernprobleem lijkt te liggen bij de niet-voorradige medicatie op de afdeling, maar als dit vanuit bedrijfseconomische redenen niet opgelost kan worden, is het belangrijk om te kijken naar andere stappen. De procesbeschrijving uit Figuur 5 zou ook wel het 'vangnet' genoemd kunnen worden, waardoor het ziekenhuis ervoor zorgt dat de patiënt toch zijn/haar medicatie ontvangt.

In de Safer-bijeenkomsten werd ook de oplossingsrichting besproken waarin de apotheek weet dat bepaalde medicatie niet op voorraad is in het ziekenhuis en dit bewust bespreekt met de patiënt. Aangezien dit een oplossingsrichting is, maar geen faalwijze, hebben wij ervoor gekozen dit niet toe te

voegen in de procesbeschrijving. Hierbij merken wij op dat er vanuit het Zorginstituut Nederland onderscheid gemaakt wordt tussen intramurale (in het ziekenhuis) en extramurale zorg. Deze worden beide op een andere manier vergoed en het is dus niet de bedoeling dat medicijnen van thuis (in dit geval dus extramurale zorg) waarvoor de zorgverzekeraar al betaald heeft, gebruikt wordt in het ziekenhuis waar medicatiekosten inbegrepen zijn in de ligprijs. (Zorginstituut Nederland, z.d.). Wel staat er in het beleid van het UMC Utrecht dat de patiënt geneesmiddelen van thuis mag blijven gebruiken totdat de apotheek het kan leveren (Elberse-van Beek, 2018). Patiënten gedurende de opname medicijnen van thuis laten gebruiken, is dus niet volgens de regels, tenzij het niet anders kan.

Naast de procesbeschrijving vanuit Figuur 5 volgt er vanuit de faalwijzen nog een aantal processen, zoals geneesmiddelen die (eventueel de volgende ochtend) niet worden geleverd vanwege leveringsproblemen, of medicatie die niet meer standaard op voorraad is vanwege leveringsproblemen. Daarnaast geven de verpleegkundigen van de interne geneeskunde de medicatie door naar de operatiekamer en dan weer door naar de chirurgische afdeling, waarbinnen wij ook leveringsfouten signaleren.

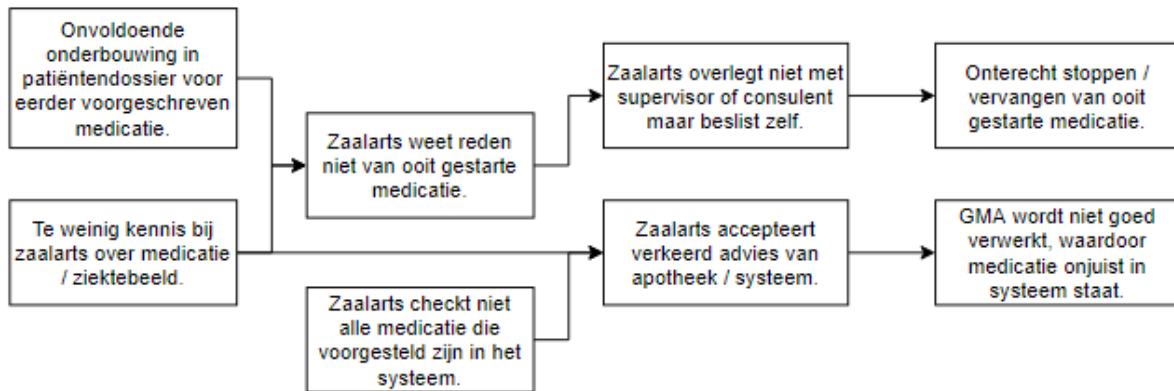
### 2.2.2 Systeemfouten

Naast het risico dat medicatie niet voorradig is, blijkt uit de faalwijzenanalyse dat medicatie soms verkeerd is voorgeschreven door een arts in het EPD. Hierin worden verschillende fouten gemaakt en deze spelen zich af op de interne geneeskunde, de chirurgische afdeling en direct na ontslag (Tabel 3).

Tabel 3 - Systeemfouten

Faalwijze	Plaats
De zaalarts verwerkt het medicatievoorstel van de apotheek niet op de juiste manier aan het begin van de opname.	De interne geneeskunde
Medicatie wordt onterecht preoperatief gestopt.	De interne geneeskunde
Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel, wat voor de patiënt niet werkt.	De interne geneeskunde
Medicatie wordt preoperatief helemaal gestopt, in plaats van tijdelijk.	Op de interne geneeskunde, dit heeft pas invloed op de chirurgische afdeling
Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel, wat voor de patiënt niet werkt.	De chirurgische afdeling
De zaalarts schrijft het noodzakelijke 'stressschema' met specifieke geneesmiddelen niet voor op de chirurgische afdeling.	De chirurgische afdeling
De thuismedicatie wordt niet juist gereactiveerd bij ontslag.	Direct na ontslag
Bewust gestopte medicatie wordt onterecht herstart bij ontslag.	Direct na ontslag

Een aantal van de faalwijzen heeft dezelfde oorzaken, die Figuur 6 duidelijk laat zien.



Figuur 6 - Probleemkluwen onterechte medicatie

Uit deze probleemkluwen blijkt dat er drie oorzaken te herkennen zijn: dat de reden voor gestarte medicatie niet in het patiëntendossier staat; dat er te weinig kennis is bij zaalartsen over medicatie of het ziektebeeld en dat de zaalarts niet altijd het voorstel in het systeem checkt. Het is echter nog niet duidelijk hoeveel impact deze systeemfouten op de patiënten hebben.

### 2.3 KRITIEKE PRESTATIE INDICATOR

In een gesprek met hoogleraar G. Valk, een van onze opdrachtgevers, zijn wij tot een kritieke prestatie indicator (KPI) gekomen. Wij kijken per patiënt naar het percentage geneesmiddelen dat de patiënten daadwerkelijk krijgt ten opzichte van het totaal aan geneesmiddelen dat zij zouden moeten krijgen gedurende de hele opnameperiode. Daarbij wordt gekeken naar medicatiefaalwijzen die tijdens de opnameperiode ontstaan, maar gevolgen hebben voor de periode direct na ontslag, bijvoorbeeld als de thuismedicatie niet juist gereactiveerd is.

Het UMC Utrecht Cancer Center belooft in haar Zorgconcept gepersonaliseerde zorg en specificeert dit als volgt: *'gepersonaliseerde zorg is bijvoorbeeld specifieke medicatie die past bij de eigenschappen van de tumor'* (UMC Utrecht Cancer Center, 2016). Daarnaast wordt binnen de literatuur over medicatieveiligheid vaak gekeken naar de zogenaamde vijf J's: de juiste patiënt, die de juiste medicatie ontvangt op het juiste tijdstip, in de juiste dosering en met de juiste toediening (Wesselink, 2005). Tijdens de Safer-bijeenkomsten hebben wij geen faalwijzen ontdekt wat betreft de toediening van medicatie en verwisseling van patiënten en dit laten wij dus buiten beschouwing binnen deze scriptie. Wij beoordelen de situatie daarom op de volgende drie aspecten:

1. De juiste medicatie

*Hierbij kijken wij voornamelijk naar het voorschrijven van de juiste medicatie in het elektronisch patiëntendossier (EPD), zodat de patiënten dit volgens het systeem mogen gebruiken.*

2. Het juiste tijdstip

*Dit aspect hangt deels af van de mogelijkheid van de verpleegkundigen om de medicatie op het juiste tijdstip uit te delen aan de patiënten, maar ook van de beschikbaarheid van deze geneesmiddelen. Binnen dit onderzoek focussen wij ons op het laatste deel, namelijk het op tijd beschikbaar zijn van de geneesmiddelen, zowel op naam besteld als vanuit de voorraad op de afdeling.*

### 3. De juiste dosering

*De faalwijzen vanuit de Safer-bijeenkomsten spreken niet over faalwijzen waarin de patiënten de verkeerde dosering ontvingen, maar wel over leveringsproblemen. Binnen dit onderzoek kijken wij naar voldoende beschikbaarheid van deze geneesmiddelen.*

Aangezien deze drie aspecten veel overlap hebben en uiteindelijk samenvallen tot een algemene KPI, gebruiken wij de volgende bewoording:

*Het percentage juiste geneesmiddelen dat de patiënten ontvangt op het juiste tijdstip in de juiste dosering van het totaal aantal geneesmiddelen dat zij nodig heeft tijdens en direct na de opnameperiode.*

Deze KPI berekenen wij met de volgende formule:

$$KPI = 1 - \frac{\text{Aantal gemiste geneesmiddelen door faalwijzen tijdens opnameperiode}}{\text{Aantal medicijnen die patiënt dient te ontvangen tijdens opnameperiode}}$$

Hierin is binnen de opnameperiode ook de periode direct na de opname meegenomen. Als dit verslag spreekt over *de prestatie van het proces*, gaat dit over hoe het proces presteert op deze KPI.

## 2.4 VOORWAARDEN SIMULATIESTUDIE

Vanuit de faalwijzen die besproken zijn in sectie 2.1 en 2.2 en de berekening van de KPI uit sectie 2.3 volgen een aantal voorwaarden voor de simulatiestudie. Wij bouwen de simulatie op in een aantal fasen (Sectie 2.4.1), zorgen ervoor dat na elke fase de prestatie berekend wordt (Sectie 2.4.2) en bepalen de scope van de simulatie (Sectie 2.4.3).

### 2.4.1 Fasen

Uit de Safer-resultaten blijkt dat de patiënten op drie verschillende afdelingen liggen, de interne geneeskunde, de recovery en de chirurgische afdeling. Op de interne geneeskunde en de chirurgische afdeling is onderscheid tussen de geneesmiddelen die de patiënten ontvangen vanuit de standaardvoorraad op de afdeling en de geneesmiddelen die de apotheek voor deze patiënten 'op naam' bezorgt, omdat deze niet standaard op voorraad zijn. Zodra het medicatiegebruik van de patiënt juist in het systeem staat, krijgen de patiënten de geneesmiddelen vanuit de standaardvoorraad direct, terwijl zij voor de andere geneesmiddelen afhankelijk zijn van de apotheek en de zaalarts die het op tijd elektronisch voorschrijft in het EPD. Daarom maken wij binnen deze afdelingen onderscheid tussen de periode op de afdeling waarin de medicatie 'op naam' nog niet is geleverd en de periode waarbij dit wel voldoende is geleverd. Tenslotte identificeren wij twee faalwijzen die ontstaan tijdens de opnameperiode, maar direct na ontslag invloed hebben op de geneesmiddelen, zoals het onjuist reacteren van medicatie die de patiënt thuis gebruikt. Hiervoor gebruiken wij de fase 'Thuis', deze periode begint vanaf ontslag en eindigt zodra de patiënt een contactmoment heeft met een arts of verpleegkundig specialist. Hieruit volgen zes fasen die een gesimuleerde patiënt doorloopt (Figuur 7).

In elke fase spelen verschillende faalwijzen een rol, Tabel 4 geeft hiervan een overzicht.



Figuur 7 - Fasen in de simulatie

Tabel 4 - Fasen per faalwijze

	Faalwijze omschrijving	Fase
1	De patiënt heeft zijn/haar eigen medicatie van thuis niet meegenomen.	C2West1
2	De zaalarts van de interne geneeskunde schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de medicatie pas de volgende ochtend wordt geleverd.	C2West1, C2West2
3	Op de interne geneeskunde wordt de medicatie geheel gestopt in plaats van tijdelijk, waardoor de patiënt het op de chirurgische afdeling niet ontvangt.	C4Oost1
4	Medicatie wordt onterecht preoperatief gestopt op de interne geneeskunde.	C2West1, C2West2
5	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de interne geneeskunde, wat voor de patiënt niet werkt.	C2West1, C2West2
6	Er zijn leveringsproblemen vanuit de apotheek, zowel bij de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling en zowel voor de medicijnen die de afdeling standaard op voorraad heeft als de medicijnen die door de apotheek specifiek 'op naam' worden geleverd aan de patiënten.	C2West1, C2West2, OK_Recovery, C4Oost1, C4Oost2
7	De zaalarts verwerkt het medicatievoorstel van de apotheek niet op de juiste manier aan het begin van de opname.	C2West1, C2West2
8	Medicatie wordt niet meegegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer.	OK_Recovery, C4Oost1
9	Medicatie wordt niet meegegeven van de recovery naar de chirurgische afdeling.	C4Oost1
10	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de chirurgische afdeling, wat voor de patiënt niet werkt.	C4Oost1
11	Zaalarts van de chirurgische afdeling schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de patiënt de medicatie te laat ontvangt.	C4Oost1
12	De zaalarts schrijft het noodzakelijke 'stressschema' met specifieke geneesmiddelen niet voor op de chirurgische afdeling.	C4Oost1
13	De thuismedicatie wordt niet juist gereactiveerd bij ontslag.	Thuis
14	Bewust gestopte medicatie wordt onterecht herstart bij ontslag.	Thuis

#### 2.4.2 Prestatie berekenen in de simulatie

Om voor verschillende scenario's de prestatie van het opnameproces van de patiënten te berekenen en om te zien hoe de verschillende fasen presteren, berekent de simulatie na elke fase de KPI zoals beschreven in sectie 2.3. Hierdoor heeft de simulatie zowel de KPI per afdeling als de totale KPI, die na elke fase bijgewerkt wordt.

Hiervoor gebruiken wij de volgende standaard formule:

$$KPI_i = \frac{k_i \times t_i + KPI_{i-1} \times tijd_{i-1}}{tijd_i}$$

$$\text{met } k_i = 1 - \frac{\text{Aantal gemiste medicijnen door faalwijzen tijdens } i}{\text{Totaal aantal medicijnen die patiënt dient te ontvangen tijdens } i}$$

Hierin staat  $i$  voor de fase,  $k_i$  voor de KPI tijdens fase  $i$  en  $KPI_i$  voor de KPI van het begin tot en met fase  $i$ .  $t_i$  staat voor de tijd van fase  $i$  en  $tijd_i$  voor de tijd vanaf het begin tot en met fase  $i$ .



Voor elke fase worden andere faalwijzen meegenomen (Tabel 4). Indien er een tekort plaatsvindt, of een of meerdere van de systeemfouten, dan speelt dit vaak maar een deel van de verblijftijd in een bepaalde fase. Daarom gebruiken wij een formule van de volgende vorm:

$$k_i = Deelzonder \times \left( Procenttekort \times \frac{1-s+1}{m} + (1 - Procenttekort) \times \frac{1-s}{m} \right) \\ + (1 - Deelzonder) \times \left( Procenttekort \times \frac{m-1}{m} + (1 - Procenttekort) \times 1,00 \right).$$

Hierin staat  $s$  voor het aantal geneesmiddelen dat de patiënt niet ontvangt door systeemfouten en  $m$  voor het aantal geneesmiddelen dat de patiënt dient te ontvangen in fase  $i$ . 'Deelzonder' is het percentage van de verblijftijd in fase  $i$  waarbij de patiënt geen geneesmiddelen ontvangt door systeemfouten en 'procenttekort' is het percentage van de verblijftijd in fase  $i$  waarin het tekort speelt.

Voor deze berekening moet de simulatie aan de volgende voorwaarden voldoen:

- De verblijftijd van de patiënt op een bepaalde afdeling bijhouden.
- Per patiënt een aantal geneesmiddelen genereren dat de patiënt dient te ontvangen voor respectievelijk de interne geneeskunde, de chirurgische afdeling en de recovery.
- Per fase het aantal faalwijzen genereren die zorgen dat de patiënt een aantal geneesmiddelen mist en uitrekenen hoeveel de patiënt hierdoor in totaal mist.
- Indien nodig per fase het deel van de verblijftijd uitrekenen waarbij de systeemfouten nog niet zijn opgelost en waarbij het tekort speelt.

De KPI wordt berekend over zowel de opnameperiode als de periode direct na ontslag. De twee laatste faalwijzen uit Tabel 4, die direct na ontslag spelen, worden opgelost in het eerstvolgende contactmoment. Aangezien dit voor de meeste patiënten na tien dagen is, wordt de weging van deze twee faalwijzen relatief groot. Daarom kiezen wij ervoor om na fase 'C4Oost2' de KPI op te slaan als 'KPIopname' en vervolgens de KPI opnieuw te berekenen met de fase 'Thuis' erbij. Op deze manier is het mogelijk om zowel naar alleen de opnameperiode als de gehele periode te kijken.

Op beide afdelingen spelen drie systeemfouten een rol, zoals blijkt uit Tabel 4. Vanuit de aanname dat deze drie systeemfouten geen betrekking hebben op dezelfde geneesmiddelen, dient de simulatie in initialisatie een simultane kansverdeling van deze systeemfouten te berekenen met de volgende formule:

$$Kansopdriefouten = P_1 \times P_2 \times P_3 \\ Kansoptweefouten = P_1 \times P_2 \times (1 - P_3) + P_1 \times (1 - P_2) \times P_3 + (1 - P_1) \times P_2 \times P_3 \\ Kansopeenfout = P_1 \times (1 - P_2) \times (1 - P_3) + (1 - P_1) \times P_2 \times (1 - P_3) \\ + (1 - P_1) \times (1 - P_2) \times P_3 \\ Kansopnulfouten = (1 - P_1) \times (1 - P_3) \times (1 - P_3)$$

Hierin staat  $P_1$  voor de kans dat de eerste systeemfout voorkomt,  $P_2$  voor kans op de tweede en  $P_3$  voor de kans op de derde. Deze initialisatie moet als extra check een foutmelding geven indien deze vier kansen bij elkaar opgeteld niet gelijk zijn aan 1.

Tenslotte kan het ook voorkomen dat er een geneesmiddel onterecht wordt herstart. Dit betekent dat de patiënt een geneesmiddel teveel ontvangt, in plaats van een geneesmiddel te weinig. Wij kiezen ervoor om dit op dezelfde manier te behandelen als bij een tekort, zoals de volgende formule laat zien:



$$k_i = \frac{\text{Aantal geneesmiddelen thuis} - 1}{\text{Aantal geneesmiddelen thuis}}$$

Wij kiezen er bewust voor om **niet** de volgende formule te gebruiken, omdat die een relatief hogere KPI geeft:

$$k_i = \frac{\text{Aantal geneesmiddelen thuis}}{\text{Aantal geneesmiddelen thuis} + 1}$$

### 2.4.3 Scope van de simulatie

De scope van de simulatie bevat de opnameperiode van de patiënt, van binnenkomst op de afdeling tot en met ontslag en daarbij de periode thuis tot en met het eerste contactmoment met het UMC Utrecht. Bij binnenkomst op de afdeling wordt het eerste geneesmiddeldeelmoment van 12.00 uur niet meegerekend, omdat het UMC Utrecht qua medicatie op dit moment nog niets voor de patiënt kan betekenen.

Sectie 2.3 noemt als KPI:

*Het percentage juiste geneesmiddelen dat de patiënten ontvangen op het juiste tijdstip in de juiste dosering van het totaal aantal geneesmiddelen dat zij nodig hebben tijdens en direct na de opnameperiode.*

Hieruit blijkt duidelijk dat wij ons in dit onderzoek richten op het verstrekken van de juiste hoeveelheid geneesmiddelen aan de patiënten, daarom vallen de andere faalwijzen en aspecten van het proces buiten de scope van dit onderzoek. Verder hebben wij in de Safer-bijeenkomsten geen faalwijzen met een hoge risicoscore geïdentificeerd wat betreft de verpleegkundigen die de medicatie niet op tijd of niet in de juiste dosering aan de patiënt hebben gegeven. De simulatie richt zich dus op de beschikbaarheid van de geneesmiddelen, waarbij deze op tijd en voldoende geleverd worden en hiervoor dus juist in het EPD staan.

Wat betreft detailniveau kijken wij niet naar het precieze startmoment van geneesmiddelen, maar nemen wij aan dat patiënten per afdeling steeds dezelfde geneesmiddelen gebruiken. Dit zou het model onnodig gecompliceerd maken, terwijl de strekking hetzelfde is. Sectie 3.2 werkt deze en andere aannames en simplificaties verder uit.

## 2.5 CONCLUSIE

De Safer-methode benoemt veertien faalwijzen met een hoge risicoscore die te verdelen zijn in systeem- en leveringsfouten. Wij beoordelen de prestatie van het opnameproces met de volgende KPI:

*Het percentage juiste geneesmiddelen dat de patiënten ontvangen op het juiste tijdstip in de juiste dosering van het totaal aantal geneesmiddelen dat zij nodig hebben tijdens en direct na de opnameperiode.*

Om deze te berekenen dient de simulatiemethode zes verschillende fasen te hebben, waar de gesimuleerde patiënt een bepaalde tijd verblijft en waarbij vervolgens voor elke fase een KPI wordt berekend en de totale KPI wordt bijgewerkt.

### 3 SIMULATIESTUDIE

Dit hoofdstuk bespreekt de essentiële onderdelen van het simulatiemodel en op welke manier wij dit valideren. Sectie 3.1 bespreekt de inputgegevens, Sectie 3.2 de aannames en simplificaties, Sectie 3.3 geeft het conceptuele model en Sectie 3.4 vat samen hoe dit conceptuele model alsmede het hele geprogrammeerde model gevalideerd is. Tenslotte geeft Sectie 3.5 een toelichting bij het simulatiemodel.

#### 3.1 INPUTGEGEVENS

De input van het simulatiemodel bevat data van alle achttien patiënten in 2017 en 2018 (negen per jaar). De data bevat de verblijflengte op de interne geneeskunde en de chirurgische afdeling, het medicatiegebruik op beide afdelingen en of al deze medicatie standaard op voorraad ligt op de twee afdelingen. Alle gegevens die niet direct vanuit deze gegevens afgeleid kunnen worden, ontvangen wij van de medewerkers van het UMC Utrecht.

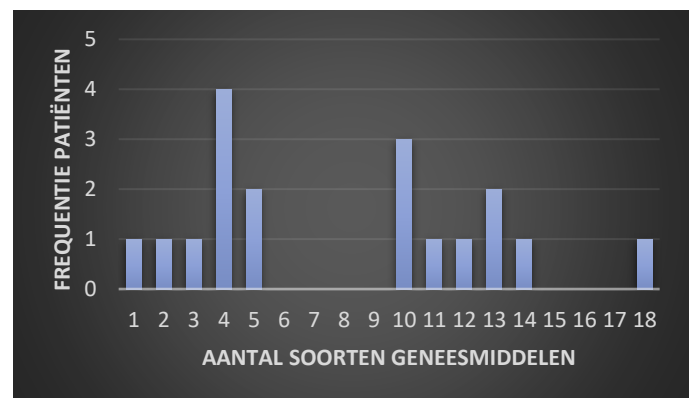
Deze scriptie maakt onderscheid tussen de inputgegevens die gelijk blijven gedurende de experimenten en de inputgegevens die variabel zijn.

##### 3.1.1 Gelijkblijvende input

De gelijkblijvende input bestaat uit het medicatiegebruik, verblijftijd, aantal geneesmiddelen op voorraad op de afdeling en de tijd van ontslag tot het eerste contactmoment.

##### **Medicatiegebruik**

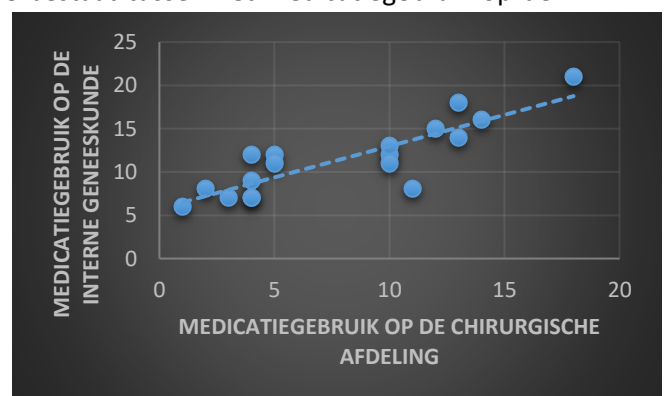
Figuur 8 geeft de frequenties van het aantal verschillende soorten medicatie die een patiënt gebruikt op de interne geneeskunde. Vanwege de kleine patiëntengroep is zowel de uitschieter van 4 patiënten die 4 verschillende soorten gebruiken als het dal waarbij geen enkele patiënt 6 tot 9 soorten gebruiken, waarschijnlijk niet terecht. Daarom is gekozen voor een uniforme verdeling met de grenzen van 1 tot 18. Het medicatiegebruik op de chirurgische afdeling had gelijkvormige frequenties en deze hebben wij dus ook benaderd met een discrete uniforme verdeling, met grenzen van 5 en 22.



Figuur 8 – Aantal geneesmiddelen per patiënt op de interne geneeskunde (n=18, 2017-2018, bron: UMC Utrecht)

Echter blijkt uit Figuur 9 dat er een positieve correlatie bestaat tussen het medicatiegebruik op de interne geneeskunde en de chirurgische afdeling, met een correlatiecoëfficiënt van 0,85. Dit is ook te verklaren, aangezien een patiënt die extra medicatie gebruikt op de interne geneeskunde dit vaak ook nog op de chirurgische afdeling gebruikt.

Om in de simulatie twee waarden te genereren voor een patiënt die zowel voldoen aan de uniforme verdelingen als aan de correlatiecoëfficiënt, gebruiken wij de simultane kansverdeling van de twee verdelingen.



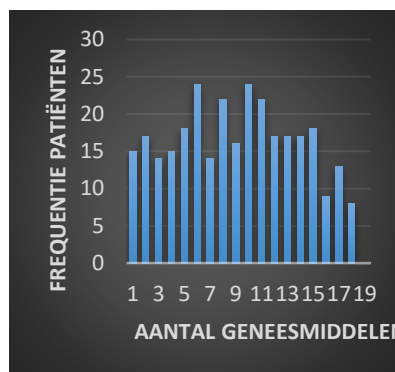
Figuur 9 - Correlatie medicatiegebruik op de interne geneeskunde en de chirurgische afdeling (n=18, 2017-2018, bron: UMC Utrecht)

Zo wordt eerst een medicatiegebruik voor de interne geneeskunde gegenereerd, waarna dit getal wordt gecorrigeerd als een getal tussen nul en een. Vervolgens genereren wij een random getal tussen nul en een, dat zal dienen als een getal vanuit de simultane kansverdeling. Hierbij nemen wij aan dat de simultane kansverdeling van de twee uniforme verdelingen ook uniform is. Wij gebruiken de volgende formule om een gecorrigeerde waarde voor het medicatiegebruik op de chirurgische afdeling te berekenen:

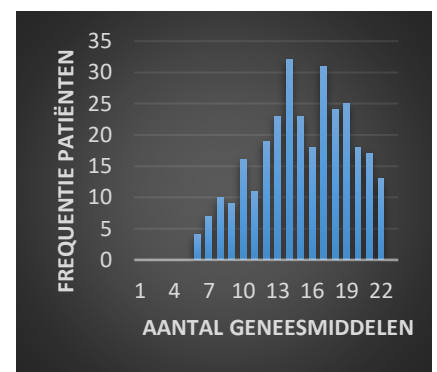
$$Y = \rho \times X + \sqrt{1 - \rho^2} \times Z,$$

hierbij is  $X$  de random variabele vanuit de uniforme verdeling op de interne geneeskunde en  $Y$  de random variabele vanuit de uniforme verdeling op de chirurgische afdeling.  $Z$  is de gezamenlijke verdeling van  $X$  en  $Y$ , waarbij  $X$  en  $Y$  gecorreleerd zijn met correlatiecoëfficiënt  $\rho$ . Dit medicatiegebruik wordt vervolgens teruggerekend tot getal vanuit de besproken uniforme verdeling (Allred, 2018).

Met deze rekenmethode wordt niet direct rekening gehouden met de grenzen van de uniforme verdeling van het medicatiegebruik van de chirurgische afdeling. Wij programmeren daarom dat de twee getallen opnieuw gegenereerd worden als een getal buiten de grenzen valt. Bij een pilot run van 300 patiënten ontstaat hierdoor het medicatiegebruik wat Figuren 8 en 9 aangeven. Het laat zien dat beide verdelingen niet direct uniform worden gegenereerd.



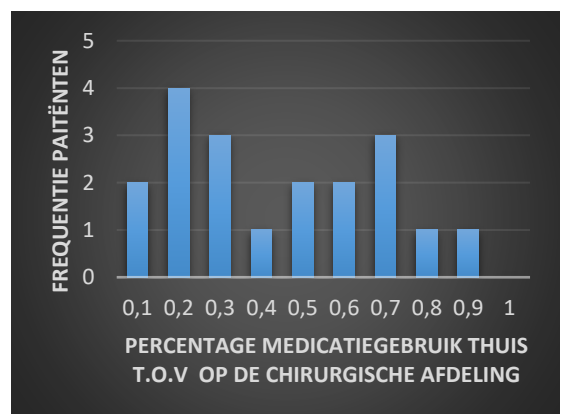
Figuur 10 - Medicatiegebruik op de interne geneeskunde (300 patiënten in simulatie)



Figuur 11 - Medicatiegebruik op de chirurgische afdeling (300 patiënten in simulatie)

Wij hebben hiervoor gekozen, want wij weten vanuit de kennis van de afdelingen dat de medicatieaantallen vanuit het midden van de twee grafieken iets vaker terugkomen dan de grenzen. Deze pilot run had een correlatiecoëfficiënt van 0,81, wat de werkelijkheid voldoende benadert in onze ogen.

Voor het medicatiegebruik direct na ontslag en op de recovery tellen wij de geneesmiddelen mee die de patiënten zowel op de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling gebruiken. Dit leggen wij uit bij de aannames (Sectie 3.2). Dit nemen wij mee als een percentage van het medicatiegebruik op de chirurgische afdeling. Figuur 12 duidt op een bimodale verdeling, waarin wij verschil maken tussen twee groepen patiënten waarvan hun medicatiegebruik beide een andere verdeling volgt. Het is echter niet duidelijk welk verschil dit is, daarom benaderen wij dit met een continue empirische verdeling.

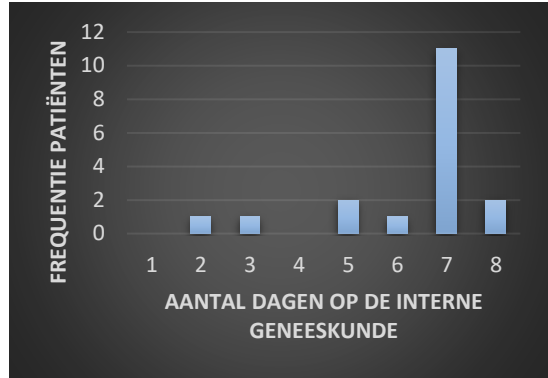


Figuur 12 - Medicatiegebruik thuis & recovery in percentages (n=18, 2017-2018, bron: UMC Utrecht)

### Verblijftijd

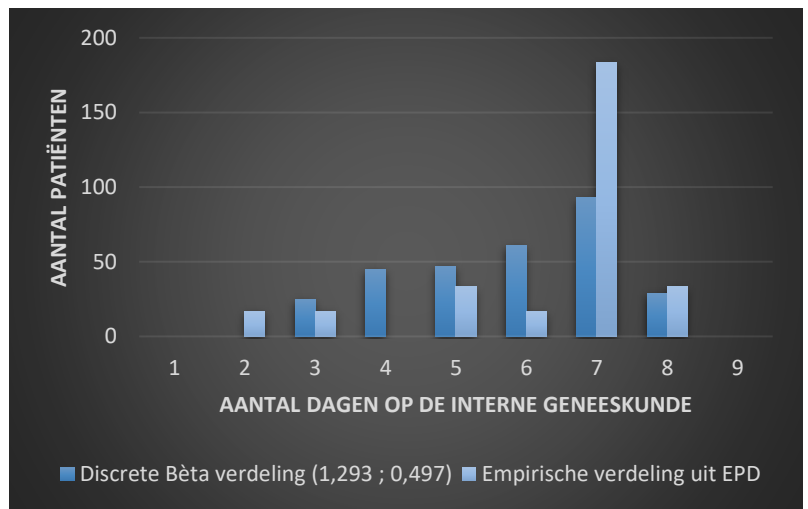
Uit een steekproef bij ongeveer de helft van de patiënten bleek dat zij allemaal precies een dag op de operatiekamer/recovery lagen, waardoor dit gegeven is aangenomen voor alle patiënten.

Vanwege het kleine aantal beschikbare patiëntgegevens kon er geen verdeling gevonden worden voor de lengte van het verblijf op de interne geneeskunde met behulp van de Chi-kwadraattoets. Figuur 13 laat echter zien dat ook een empirische verdeling niet voldoet, omdat dat zou betekenen dat geen enkele patiënt vier dagen op de interne geneeskunde zou verblijven, terwijl dit wel mogelijk is. Gezien de vorm van de verdeling, hebben wij een bètaverdeling aangenomen, waarbij SPSS de parameters berekend heeft (Law, 2015). Doordat we van een continue bètaverdeling naar een discrete verblijfsduur gaan, hebben wij besloten om alle getallen naar boven af te ronden en een grens van 7,2 te geven, zodat er niet vooral acht en negen dagen gegeneerd worden.



Figuur 13 - Frequentie aantal dagen op de interne geneeskunde (n=18, 2017-2018, bron: UMC Utrecht)

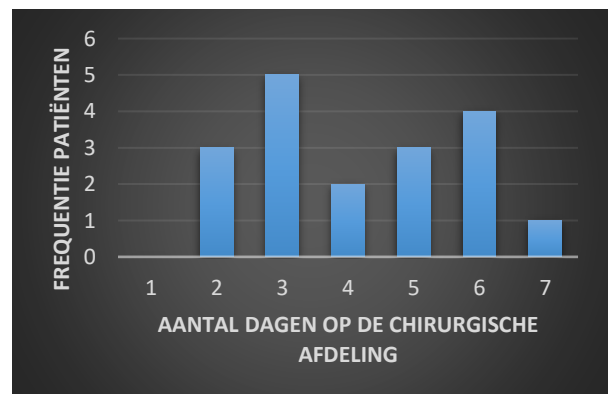
Bij een pilot run van 300 patiënten, die Figuur 14 laat zien, is samen met de opdrachtgevers besloten om voor de bètaverdeling te kiezen, ondanks dat de piek bij 7 dagen iets lager ligt. De bètaverdeling zorgt er ook voor dat er relatief weinig patiënten slechts twee of drie dagen op de afdeling liggen, maar dit is vanuit medisch oogpunt goed uit te leggen. Het UMC Utrecht kiest er namelijk voor om patiënten klinisch voor te bereiden en daarvoor is twee of drie dagen meestal te kort.



Figuur 14 - Bèta verdeling (parameters 1,293 & 0,497) en discrete gegevens (n=18, 2017-2018, bron: UMC Utrecht) als inputgegevens in simulatie met 300 replicaties

De verblijfdagen op de interne geneeskunde en de chirurgische afdeling zijn niet gecorreleerd, daarom zijn in de simulatie deze inputgegevens onafhankelijk van elkaar.

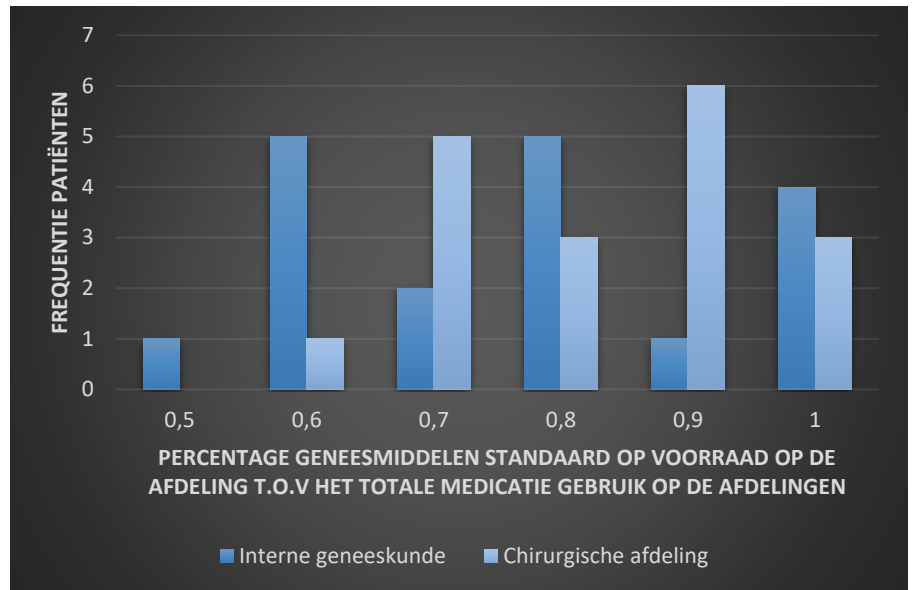
Wat betreft de verblijftijd op de chirurgische afdeling duidt Figuur 15 op een bepaalde bimodale verdeling, bijvoorbeeld in patiënten die veel pijn en/of misselijkheid ervaren na de operatie en de patiënten die hier geen last van hebben. Dit is bij ons echter niet bekend. Het zou ook kunnen dat er een aantal uitschieters is en dat de verdeling uniform is. Aangezien dit zeer onduidelijk is, kiezen wij voor een discrete empirische verdeling.



Figuur 15 – Frequentie aantal dagen op de chirurgische afdeling (n=18, 2017-2018, bron: UMC Utrecht)

### **Aantal medicatie op voorraad op de afdeling**

Voor alle patiënten ligt een deel van de medicatie die zij gebruiken standaard op voorraad op de afdeling, waardoor de patiënten dit direct kunnen krijgen. De andere medicatie bezorgt de apotheek in het ziekenhuis op naam. De simulatie genereert dit als een percentage van de totale medicatie die zij gebruiken, aangezien dit aantal afhankelijk is van het aantal medicatie dat de patiënten gebruikt. Hoewel een theoretische verdeling voorkeur heeft, is voor beide soorten gegevens geen verdeling die goed past (Figuur 16). Daarom gebruikt de simulatie twee continue empirische verdelingen.



Figuur 16 - Medicatie op voorraad op de afdelingen uitgedrukt in percentages van het totale medicatiegebruik per afdeling (n=18, 2017-2018, bron: UMC Utrecht)

### **Tijd vanaf ontslag tot eerste contactmoment**

Sectie 1.1.3 benoemt het verschil tussen patiënten die bijnierinsufficiënt zijn na de operatie en de patiënten die dit niet zijn. Voor de eerste groep patiënten is medicatie van levensbelang om het aanmaken van stresshormonen op peil te houden. Daarom heeft deze groep patiënten snel na het ontslag al een contactmoment met een verpleegkundig specialist. Alle patiënten hebben na ongeveer een of twee weken een contactmoment met de chirurg. Vanuit de gegevens uit het EPD en de informatie van de verpleegkundig specialist gebruiken wij als input voor de simulatie vijf dagen voor bijnierinsufficiënte patiënten en tien dagen voor de andere groep patiënten voor de tijd vanaf ontslag tot het eerste contactmoment. Hierbij gebruiken wij de informatie dat in 2017 en 2018 in totaal drie van de achttien patiënten na de operatie bijnierinsufficiënt zijn.

### **3.1.2 Variabele input**

Het doel van deze simulatiestudie is om te zien welke faalwijzen de grootste invloed hebben op de prestatie van het proces. Daarom programmeren wij voor elke faalwijze een variabele, die per experiment kan verschillen. Tabel 5 benoemt per faalwijze wat voor soort input de simulatie invult.

Uit gesprekken bleek dat de medicatie soms niet wordt meegegeven naar de operatiekamer, maar wel wordt doorgegeven naar de chirurgische afdeling, rechtstreeks vanaf de interne geneeskunde. Sectie 5.1 gaat hierop in en wij gebruiken daarvoor de extra variabele op de laatste rij van Tabel 5. Zo is het mogelijk om de huidige situatie weer te geven.

Tabel 5 - Variabele input

	<b>Omschrijving faalwijze</b>	<b>Variabele</b>
1	De patiënt heeft zijn/haar eigen medicatie van thuis niet meegenomen.	Percentage patiënten dat medicatie van thuis niet heeft meegenomen.
2	De zaalarts van de interne geneeskunde schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de medicatie pas de volgende ochtend wordt geleverd.	Percentage patiënten waarbij de zaalarts de medicatie te laat voorschrijft in het EPD op de interne geneeskunde.

3	Op de interne geneeskunde wordt de medicatie geheel gestopt in plaats van tijdelijk, waardoor de patiënt het op de chirurgische afdeling niet ontvangt.	Percentage patiënten waarbij de medicatie geheel gestopt wordt in plaats van tijdelijk op de interne geneeskunde.
4	Medicatie wordt onterecht preoperatief gestopt op de interne geneeskunde.	Percentage patiënten waarbij de medicatie onterecht preoperatief wordt gestopt op de interne geneeskunde.
5	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de interne geneeskunde, wat voor de patiënt niet werkt.	Percentage patiënten waarbij de medicatie onterecht vervangen wordt op de interne geneeskunde.
6	Er zijn leveringsproblemen vanuit de apotheek, zowel bij de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling en zowel voor de medicijnen die de afdeling standaard op voorraad heeft als de medicijnen die door de apotheek specifiek 'op naam' worden geleverd aan de patiënten.	Aantal dagen tussen het begin van twee tekorten die plaatsvinden.
7	De zaalarts verwerkt het medicatievoorstel van de apotheek niet op de juiste manier aan het begin van de opname.	Percentage patiënten voor wie het medicatievoorstel niet goed verwerkt wordt aan het begin van de opname.
8	Medicatie wordt niet meegegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer.	Percentage patiënten waarbij medicatie niet wordt meegegeven naar de operatiekamer.
9	Medicatie wordt niet meegegeven van de recovery naar de chirurgische afdeling.	Percentage patiënten waarbij medicatie niet wordt meegegeven naar de chirurgische afdeling vanaf de recovery.
10	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de chirurgische afdeling, wat voor de patiënt niet werkt.	Percentage patiënten waarbij de medicatie onterecht vervangen wordt op de chirurgische afdeling.
11	Zaalarts van de chirurgische afdeling schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de patiënt de medicatie te laat ontvangt.	Percentage patiënten waarbij de zaalarts de medicatie te laat voorschrijft in het EPD op de chirurgische afdeling.
12	De zaalarts schrijft het noodzakelijke 'stressschema' met specifieke geneesmiddelen niet voor op de chirurgische afdeling.	Percentage patiënten waarbij de zaalarts geen stressschema voorschrijft.
13	De thuismedicatie wordt niet juist gereactiveerd bij ontslag.	Percentage patiënten waarbij de thuismedicatie onjuist gereactiveerd wordt bij ontslag.
14	Bewust gestopte medicatie wordt onterecht herstart bij ontslag.	Percentage patiënten waarbij de thuismedicatie onterecht herstart wordt.
	-	Percentage patiënten waarbij de medicatie wordt doorgegeven van de interne geneeskunde naar de chirurgische afdeling.

### 3.2 AANNAMES EN SIMPLIFICATIES

Robinson (2014) beschrijft dat er zowel aannames als simplificaties nodig zijn voor het conceptuele model van de simulatie. Hierin zijn aannames nodig om gaten in de kennis op te vullen, terwijl simplificaties zorgen voor een snellere modelontwikkeling. Daarnaast verbeteren de simplificaties de transparantie van het model. Sectie 3.2.1 benoemt de aannames die nodig waren voor het model, aangezien hier geen gegevens over zijn en/of medewerkers van het UMC Utrecht hierover kennis over

missen. Sectie 3.2.2 bespreekt de simplificaties van het model, waarbij wij de werkelijkheid wel kennen, maar deze het model onnodig complex maakt.

### 3.2.1 Aannames

Tabel 6 beschrijft de aannames die wij maken voor deze simulatie.

Tabel 6 – Aannames ten behoeve van het simulatiemodel

Aannames
Als er een landelijk tekort plaatsvindt, heeft de patiënt op dat moment een medicijn minder dan hij/zij zou moeten gebruiken. Dit is op beide afdelingen gelijk en het maakt niet uit of dit medicijn uit de standaardvoorraad komt of op naam geleverd is. Dit tekort duurt twee dagen.
Als verpleegkundigen medicatie meegeven voor de recovery, geven zij alle medicatie die de patiënt nodig heeft, dus zowel de medicatie op naam als de medicatie uit de standaardvoorraad. Deze medicatie kan ook nog gebruikt worden aan het begin van de chirurgische afdeling.
Onjuist reactiveren van thuismedicatie bij ontslag geldt voor alle medicatie.
De faalwijzen die direct na ontslag spelen, worden ontdekt in het eerstvolgende contactmoment met een verpleegkundig specialist of een arts.

Bij de medewerkers van de apotheek in het UMC Utrecht is zeer weinig bekend over de invloed van landelijke tekorten op de beschikbaarheid van geneesmiddelen voor patiënten. Zo is ook niet bekend of deze tekorten verschillen per afdeling. Ook bij het onjuist reactiveren van thuismedicatie is niet bekend op welke manier dit voorkomt en wanneer dit weer wordt opgelost. Wij hebben ontdekt dat er op dit moment geen enkele medicatie wordt meegegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer en recovery. Daarom is een aanname nodig. In overleg met onze opdrachtgevers besluiten wij dat deze aannames voor nu de werkelijkheid het beste benaderen.

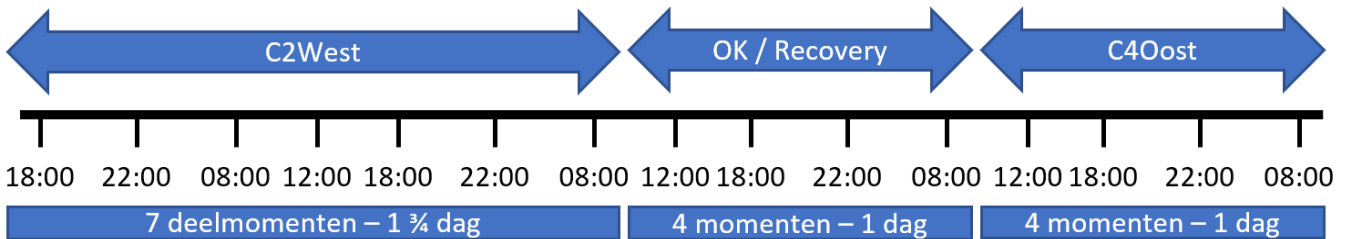
### 3.2.2 Simplificaties

Tabel 7 beschrijft de simplificaties die wij meenemen bij het construeren van de simulatie, zodat het simulatiemodel niet onnodig veel tijd en moeite kost, terwijl het model de werkelijkheid nog steeds voldoende nabootst.

Tabel 7 – Simplificaties ten behoeve van het simulatiemodel

Simplificatie
Op de C2West1 en de C4Oost1 kunnen de meegegeven medicatie de tekorten opvangen, maar op de C2West2 en C4Oost2 niet, aangezien daar in de praktijk nieuwe medicatie gestart zou kunnen worden.
De patiënt gebruikt een aantal medicijnen gedurende de gehele verblijftijd op de interne geneeskunde of de chirurgische afdeling, niet voor slechts een of twee dagen. De apotheek bezorgt de geneesmiddelen op naam ook in een keer voor de gehele verblijftijd op de afdeling.
De medicatie die gebruikt wordt op de recovery is het aantal geneesmiddelen dat de patiënt zowel op de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling gebruikt, dit betekent namelijk dat de medicatie niet pre- of postoperatief was, maar voor deze patiënt specifiek. Na ontslag gebruiken de patiënten ditzelfde aantal geneesmiddelen.
De operatie gaat relatief snel, waardoor er geen deelmomenten gemist worden door de patiënt.
De zes verschillende systeemfouten treden alleen op aan het begin van de opname op een afdeling, als de zaalarts alle medicatie doorvoert. Een dergelijke fout wordt bij het eerstvolgende deelmoment ontdekt en het deelmoment daarna is dit weer opgelost.
Indien er een systeemfout plaatsvindt, betekent dit dat de patiënt één bepaald geneesmiddel niet kan gebruiken. Als er meerdere systeemfouten plaatsvinden tegelijkertijd, gaan deze altijd over verschillende soorten geneesmiddelen en dit zijn andere geneesmiddelen dan degene waarbij er een tekort plaatsvindt. Het aantal geneesmiddelen waarbij iets fout gaat, kan nooit meer zijn dan het aantal geneesmiddelen die de patiënt gebruikt.

De patiënten ontvangen alle medicijnen tijdens alle vier de deelmomenten, namelijk om 8.00, 12.00, 18.00 en 22.00 uur. Figuur 17 laat zien hoeveel deelmomenten een patiënt heeft als hij/zij twee verblijfdagen op de interne geneeskunde en een verblijfdag op de chirurgische afdeling heeft. Alle patiënten komen gedurende de dag binnen, maar zullen het deelmoment van 12.00 uur in ieder geval niet juist ontvangen vanuit het ziekenhuis, daarom is deze buiten beschouwing gelaten. Aangezien de simulatie de KPI per dag uitrekent, worden alle deelmomenten gezien als kwart dagen.



Figuur 17 - Deelmomenten (deelmomenten is hierin afgekort tot momenten)

Voor de bovenstaande simplificaties geldt dat de werkelijkheid complexer is dan deze weergave hiervan, maar dat deze simplificaties de werkelijkheid wel voldoende nabootsen om een valide resultaat te geven. Onze begeleider en onze opdrachtgevers keuren deze simplificaties goed, wat een belangrijk onderdeel is binnen het valideren van aannames en simplificaties. Daarnaast gebruiken wij deze simplificaties voor het model, omdat het complex is om per deelmoment het medicatieschema voor de patiënt aan te passen. Dit zou ook betekenen dat medicatie die minder vaak op een dag gebruikt wordt, een zwaardere weging krijgt binnen de KPI, wat niet onze bedoeling is. Deze simplificaties hebben geen gekoppelde faalwijzen die niet meer juist aan te tonen zijn door de simplificaties, waardoor de Safer-methode nog steeds juist gebruikt kan worden in de simulatie. Tenslotte stemmen de verpleegkundigen in met de simplificaties die op hen betrekking hebben.



### 3.3 CONCEPTUEEL MODEL

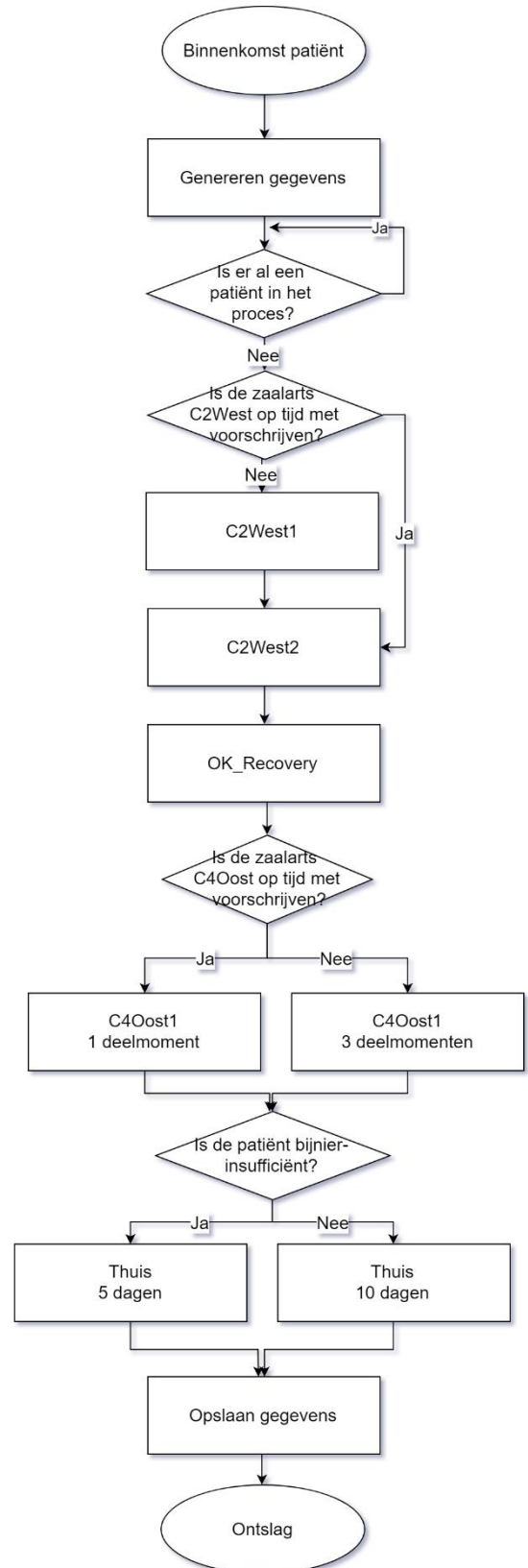
Vanuit de processtappen die wij identificeren met de Safermethode, de beschreven fasen in hoofdstuk 2 en de aannames en simplificaties komen wij tot het conceptuele model uit Figuur 18. Binnen de simulatie genereren wij de volgende gegevens voor de patiënten:

- Medicatiegebruik op de interne geneeskunde
- Medicatiegebruik op de chirurgische afdeling
- Aantal systeemfouten op de interne geneeskunde
- Aantal systeemfouten op de chirurgische afdeling
- Percentage medicatie van het medicatiegebruik op de interne geneeskunde die standaard op voorraad is
- Percentage medicatie van het medicatiegebruik op de chirurgische afdeling die standaard op voorraad is
- Verblijftijd op de interne geneeskunde
- Verblijftijd op de chirurgische afdeling
- Meenemen van thuismedicatie
- Bijnierinsufficiëntie
- Medicatiegebruik op de recovery en thuis.

Verder hangt binnen het conceptuele model de verblijftijd in 'C2West1' en 'C4Oost1' af van het tijdstip waarop de zaalarts de medicatie voorschrijft in het EPD. Als de zaalarts dit tijdig doet, ontvangen de patiënten op de interne geneeskunde de medicatie op naam direct voor het eerste deelmoment, op de chirurgische afdeling is dit bij het tweede deelmoment geteld vanaf de operatie.

Uiteindelijk slaat de simulatie de volgende gegevens per patiënt op:

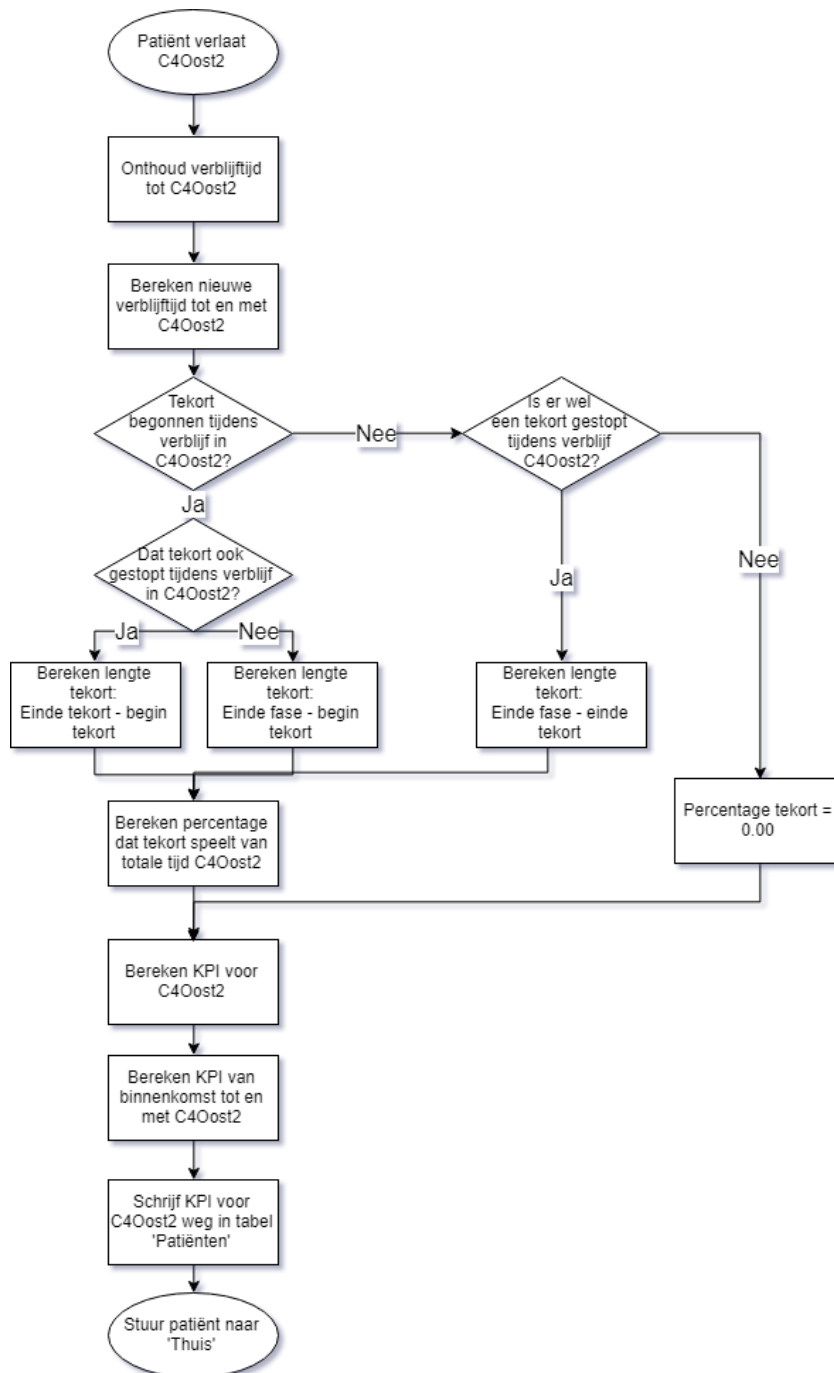
- Patiëntnummer in de simulatie
- KPI van de interne geneeskunde zonder medicatie op naam
- KPI van de interne geneeskunde met medicatie op naam
- KPI van de recovery
- KPI van de chirurgische afdeling zonder medicatie op naam
- KPI van de chirurgische afdeling met medicatie op naam
- KPI van de periode van ontslag tot het eerste contactmoment
- Gemiddelde KPI van binnenkomst tot en met ontslag
- Gemiddelde KPI van binnenkomst tot en met het eerste contactmoment na ontslag



Figuur 18 - Conceptueel model

- Binnenkomst- en ontslagmoment en het verschil in tijd tussen de vorige patiënt (zodat het model kan controleren of er niet twee patiënten tegelijk in het proces zitten).

Tabel 4 (Sectie 2.4.1) beschrijft in welke fasen er risico op welke faalwijzen is en het simulatieprogramma dient daarom bij het verlaten van fase direct te kijken of er fouten zijn gemaakt in die fasen. Sectie 2.4.2 beschrijft ook dat het programma dan zowel de prestatie van die fase als de totale prestatie van binnenkomst tot en met die fase dient te berekenen. Figuur 19 laat in de 'logic flow' zien waarmee de prestatie berekend wordt direct na de laatste fase uit de chirurgische afdeling (C4Oost2). Voor de andere fasen gebruiken wij hierop lijkende berekeningen, waarbij wij alle faalwijzen per fase vanuit Tabel 4 meenemen. Deze berekeningen leggen wij in de desbetreffende code uit.



Figuur 19 - Logic flow chirurgische afdeling

### 3.4 VERIFICATIE & VALIDATIE MODEL

Er is een belangrijk verschil tussen verificatie van een model en validatie van een model. Het verifiëren van een model houdt in dat het model geen onjuistheden bevat in de code en dat het model het papieren model juist nabouwt (Robinson, 2014). Dit hebben wij onder andere gedaan door alle faalwijzen uit te zetten en te zien of bij de output de KPI uit kwam op 100%, maar ook door zowel met de hand als in het model een fase KPI te berekenen en te zien of dit overeenkwam. Verder hebben wij ook geprogrammeerd dat het model bijhoudt of er geen twee patiënten tegelijk in het proces komen en worden de minimale en maximale KPI bijgehouden, om te zien of deze nooit boven of onder 0 en 1 komen. Tenslotte hebben wij het model geverifieerd door aandachtig te kijken naar de resultaten en te zien of deze juist konden zijn en anders hebben wij de code verbeterd.

Het valideren van een simulatiemodel houdt in dat het model de realiteit op een juiste manier benadert. Zoals Sectie 3.2 bespreekt op welke manier de aannames en de simplificaties zijn gevalideerd, is ook het gehele model gevalideerd. Het valideren begint bij white-box validatie, waarbij een programmeerexpert gewenst is die van het proces op de hoogte is. In het UMC Utrecht was dit niet het geval, daarom hebben wij de programmeercode stap voor stap uitgelegd aan de begeleider en onze opdrachtgevers, om te controleren of zij hierachter staan. Daarnaast hebben wij het model meerdere malen aan onze begeleider laten zien en zijn we hier stap voor stap doorheen gegaan, zodat wij dit visueel konden checken. Een onderdeel van deze visuele check is het analyseren van de reactie van het model op extreme omstandigheden en ook dit gebeurde conform de werkelijkheid. Tenslotte hebben wij de resultaten geanalyseerd en opmerkelijke zaken besproken met onze begeleider en/of andere medewerkers en zijn we in werkelijkheid nagegaan of dit logischerwijs klopte (Robinson, 2014).

Daarnaast is er ook black-box validatie, waarbij men kijkt naar het hele model. Robinson (2013) benoemt hierbinnen twee opties, het vergelijken van de output van het model met historische gegevens en met een wiskundig model. In dit onderzoek waren geen historische gegevens bekend en er was niet voldoende tijd om een wiskundig model te construeren. Law (2015) beschrijft naast deze twee methoden nog een derde methode, namelijk het vergelijken van de output van het model met de mening van experts binnen dit vakgebied. Wij hebben daarvoor gekozen en samen met de begeleider bekeken of dit model inderdaad de huidige situatie nabootst. Hiermee creëren wij 'face validity'.

Tenslotte hebben wij input gegevens verzameld door in gesprek te gaan met experts binnen dit opnameproces, hebben wij regelmatig met de opdrachtgevers het onderzoeksproces en de aannames besproken en zijn samen door het hele simulatiemodel gegaan (Law, 2015). Dit bevordert niet alleen de validatie, maar ook de geloofwaardigheid van het model in de ogen van de opdrachtgevers.

### 3.5 TOELICHTING SIMULATIEMODEL

Figuur 20 laat een screenshot zien van het simulatiemodel. In dit model zijn met verschillende kleuren de verschillende fasen duidelijk gemaakt. Alle verschillende faalwijzen zijn aanpasbaar in de onderste rij van de simulatie, waarbij Tabel 8 de namen van de variabelen in de faalwijzen koppelt aan de al besproken faalwijzen. Bijlage D geeft een handleiding van het simulatiemodel.

Tabel 8 - Variabelen model en besproken faalwijzen

	Variabele in model	Besproken faalwijze
1	Thuismedvergeten	Percentage patiënten dat medicatie van thuis niet heeft meegenomen.
2	ZaalartstelaatC2	Percentage patiënten waarbij de zaalarts de medicatie te laat voorschrijft in het EPD op de interne geneeskunde.

3	Medtelanggestopt	Percentage patiënten waarbij de medicatie geheel gestopt wordt in plaats van tijdelijk op de interne geneeskunde.
4	Medgestopt	Percentage patiënten waarbij de medicatie onterecht preoperatief wordt gestopt op de interne geneeskunde.
5	Medvervangen	Percentage patiënten waarbij de medicatie onterecht vervangen wordt op de interne geneeskunde.
6	Intervalprobleem	Aantal dagen tussen het begin van twee tekorten die plaatsvinden.
7	Systeemkloptniet	Percentage patiënten voor wie het medicatievoorstel niet goed verwerkt wordt aan het begin van de opname.
8	KansnietmeenaarOK	Percentage patiënten waarbij medicatie niet wordt meegegeven naar de operatiekamer.
9	KansnietmeenaarC4	Percentage patiënten waarbij medicatie niet wordt meegegeven naar de chirurgische afdeling vanaf de recovery.
10	Medvervangen2	Percentage patiënten waarbij de medicatie onterecht vervangen wordt op de chirurgische afdeling.
11	ZaalartstelaatC4	Percentage patiënten waarbij de zaalarts de medicatie te laat voorschrijft in het EPD op de chirurgische afdeling.
12	Geenstressschema	Percentage patiënten waarbij de zaalarts geen stressschema voorschrijft.
13	Nietactiveren	Percentage patiënten waarbij de thuismedicatie onjuist gereactiveerd wordt bij ontslag.
14	Herstarten	Percentage patiënten waarbij de thuismedicatie onterecht herstart wordt.
-	(KansvanC2naarC4)	Percentage patiënten waarbij de medicatie wordt doorgegeven van de interne geneeskunde naar de chirurgische afdeling.

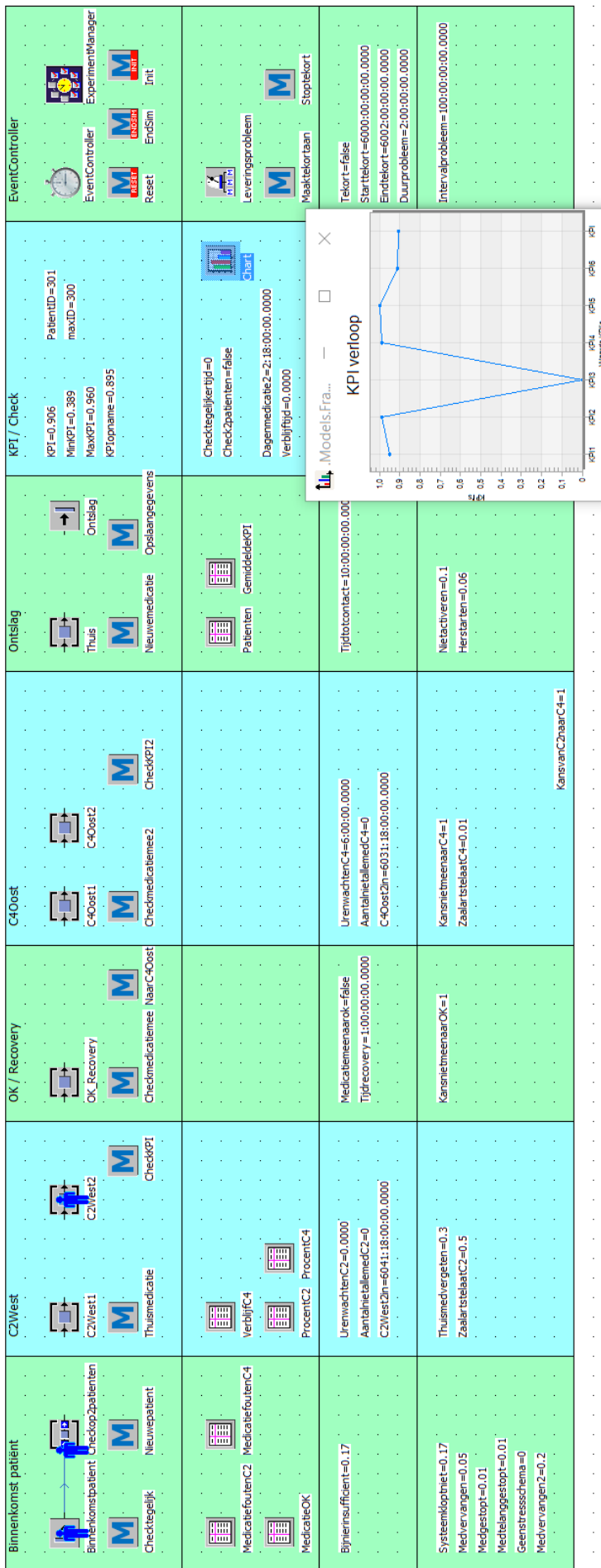
Verder geeft een grafiek het verloop tussen de verschillende KPI's per fasen aan. Tabel 9 licht toe welke KPI over welke fase berekend is.

Tabel 9 - Toelichting KPI

KPI in model	Fase waarin deze KPI over berekend wordt
KPI1	Patiënt ligt op de interne geneeskunde maar ontvangt nog geen medicatie op naam (C2West1)
KPI2	Patiënt ligt op de interne geneeskunde met medicatie op naam (C2West2)
KPI3	Patiënt ligt op de recovery (OK_Recovery)
KPI4	Patiënt ligt op de chirurgische afdeling maar ontvangt nog geen medicatie op naam (C4Oost1)
KPI5	Patiënt ligt op de chirurgische afdeling met medicatie op naam (C4Oost2)
KPI6	Patiënt is thuis tot het eerste contactmoment (Thuis)
KPI	Gemiddelde KPI.

### 3.6 CONCLUSIE

Als input van het simulatiemodel gebruiken wij de gegevens van achttien patiënten vanuit 2017 en 2018, waarbij gekeken wordt naar hun medicatiegebruik, hun verblijftijd op de afdelingen, het aantal geneesmiddelen dat standaard op voorraad ligt en de tijd van ontslag tot het eerste contactmoment. De variabele input van het model bestaat uit de veertien faalwijzen. Met een aantal gevalideerde aannames en simplificaties licht dit hoofdstuk het conceptuele model toe, dat de basis vormt van het simulatiemodel. Dit simulatiemodel is op verschillende manieren gevalideerd en geverifieerd.



Figuur 20 - Screenshot huidige situatie (300 replicaties)

## 4 EXPERIMENTEN

Met behulp van het simulatiemodel prioriteren wij de faalwijzen om duidelijk te maken welke opgelost moeten worden. Hierom worden alle faalwijzen apart van elkaar aangepast, terwijl de andere faalwijzen gelijk blijven op de waarde vanuit de huidige situatie. Hiervoor gebruiken wij de waarden vanuit de huidige situatie die Sectie 4.1 bespreekt. Sectie 4.2 benoemt de experimenten die het model uitvoert en Sectie 4.3 berekent hoeveel replicaties er nodig zijn per experiment.

### 4.1 HUIDIGE SITUATIE

Deze sectie bespreekt het eerste experiment, waarbij wij kijken naar de huidige situatie. Wij zoeken voor de veertien faalwijzen die Sectie 2.2.2 beschrijft als de faalwijzen waarmee wij doorgaan, uit hoe vaak deze faalwijzen in de huidige situatie plaatsvinden. Tabel 10 beschrijft per faalwijze de ernst, kans en risicoscore vanuit de Safer-methode alsmede het percentage patiënten waarbij deze faalwijze voorkomt. Wij baseren deze percentages **niet** op de kansscores die al gegeven zijn, omdat deze veel minder concreet zijn.

Tabel 10 - Faalwijzen Safer en huidige situatie

	Variabele	Ernst	Kans	Risico	Percentage
1	Percentage patiënten dat medicatie van thuis niet heeft meegenomen.	2	2	4	30%
2	Percentage patiënten waarbij de zaalarts de medicatie te laat voorschrijft in het EPD op de interne geneeskunde.	3	2	6	50%
3	Percentage patiënten waarbij de medicatie geheel gestopt wordt in plaats van tijdelijk op de interne geneeskunde.	3	2	6	1%
4	Percentage patiënten waarbij de medicatie onterecht preoperatief wordt gestopt op de interne geneeskunde.	4	2	8	1%
5	Percentage patiënten waarbij de medicatie onterecht vervangen wordt op de interne geneeskunde.	2	2	4	5%
6	Aantal dagen tussen het begin van twee tekorten die plaatsvinden.	3	2	6	Onduidelijk
7	Percentage patiënten voor wie het medicatievoorstel niet goed verwerkt wordt aan het begin van de opname.	4	2	8	17%
8	Percentage patiënten waarbij medicatie niet wordt meegegeven naar de operatiekamer.	3	4	12	100%
9	Percentage patiënten waarbij medicatie niet wordt meegegeven naar de chirurgische afdeling vanaf de recovery.	3	4	12	100%
10	Percentage patiënten waarbij de medicatie onterecht vervangen wordt op de chirurgische afdeling.	2	2	4	20%
11	Percentage patiënten waarbij de zaalarts de medicatie te laat voorschrijft in het EPD op de chirurgische afdeling.	3	2	6	1%
12	Percentage patiënten waarbij de zaalarts geen stressschema voorschrijft.	2	2	4	0%
13	Percentage patiënten waarbij de thuismedicatie onjuist gereactiveerd wordt bij ontslag.	2	2	4	Onduidelijk

14	Percentage patiënten waarbij de thuismedicatie onterecht herstart wordt.	3	2	6	6%
	Percentage patiënten waarbij de medicatie wordt doorgegeven van de interne geneeskunde naar de chirurgische afdeling.	-	-	-	100%

Voor de ernst, kans en risicoscores inclusief de kleurcodes gebruiken wij Bijlage A.

Deze percentages zijn gebaseerd op onderbouwde inschattingen ('educated guesses') vanuit de afdelingen zelf, aangezien hier geen gegevens over beschikbaar zijn. Zowel de verpleegkundigen van beide afdelingen, de verpleegkundig specialist als de apotheek vertelden vanuit hun ervaring bij hoeveel van de feochromocytopatiënten (of in ieder geval de patiënten op de afdeling) dit voorkomt. Opmerkelijk is dat uit de Safer-bijeenkomsten blijkt dat de medicatie van de interne geneeskunde doorgegeven zou moeten worden naar de operatiekamer en hier een faalwijze ontstond, terwijl uit het navragen bij de verpleegkundigen blijkt dat de medicatie rechtstreeks doorgegeven wordt naar de chirurgische afdeling en de patiënt dus een dag zonder medicatie verblijft op de recovery. Daarom hebben faalwijzen 8 en 9 een hoge risicoscore, terwijl faalwijze negen niet impliceert dat de medicatie niet op de chirurgische afdeling terecht komt, daarom is de laatste rij aan de tabel toegevoegd.

Voor faalwijze 7 zijn de gegevens vanuit het EPD gebruikt. Verder zijn faalwijzen 6 en 13 onduidelijk. De gegevens uit het EPD zijn niet duidelijk en medewerkers vinden het lastig om hier een inschatting over te maken. Daarom vullen wij hiervoor de volgende waarden in om met een betrouwbaarheidsinterval toch iets te kunnen zeggen over de prestatie van de huidige situatie:

- Tekorten: elke 75, 100 en 125 dagen.
- Niet juist activeren: bij 5, 10 of 15% van de patiënten.

Een tekort elke 100 dagen betekent dat gemiddeld gezien een op de tien patiënten een keer te maken krijgt met een tekort van twee dagen, wat een verpleegkundige met jarenlange ervaring in het UMC Utrecht bevestigt als waarschijnlijk correct. Daarnaast geeft de verpleegkundig specialist aan dat niemand tegenwoordig zicht heeft op het onjuist activeren van thuismedicatie, maar dat dit vroeger zeer vaak mis ging. Daarom nemen wij aan dat het plausibel is om te zeggen dat het in tien procent van de gevallen nog steeds misgaat. Deze twee waarden gebruiken wij ook om het aantal replicaties dat nodig is voor een statistisch significant resultaat te berekenen, dit legt Sectie 4.3 verder uit.

Wij merken tenslotte bij de tabel op dat de percentages alleen iets zeggen over de kans dat het daadwerkelijk voor komt, niet over de ernst ervan. Dit wordt besproken in de discussie.

## 4.2 EXPERIMENTEN

Wij gaan ervan uit dat elke faalwijze volledig opgelost kan worden, daarom nemen de faalwijzen apart van elkaar hun best-case-scenario aan, dit wordt ook wel een 'one-factor-at-a-time ontwerp' genoemd. Onze opdrachtgevers gaven aan om alleen hiernaar te kijken en niet naar bepaalde faalwijzen gecombineerd, aangezien dit onderzoek de losse faalwijzen met elkaar vergelijkt. Wij willen dit niet alleen vergelijken met de huidige situatie, maar ook met de worst-case-scenario's van de faalwijzen. Tabel 11 laat zien wat de best- en worst-case-scenario's zijn van alle faalwijzen ten opzichte van de huidige situatie.

Tabel 11 - Best- & worst-case-scenario's van faalwijzen

	Faalwijze	Huidige waarde	Best-case-scenario	Worst-case-scenario
1	Thuismedvergeten	30%	0%	100%
2	ZaalartstelaatC2	50%	0%	100%
3	Medtelanggestopt	1%	0%	100%
4	Medgestopt	1%	0%	100%
5	Medvervangen	5%	0%	100%
6	Intervalprobleem	100 dagen	10.000 dagen (komt niet voor)	2 dagen
7	Systeemkloptniet	17%	0%	100%
8	KansnietmeenaarOK	100%	0%	100%
9	KansnietmeenaarC4	100%	0%	100%
10	Medvervangen2	20%	0%	100%
11	ZaalartstelaatC4	1%	0%	100%
12	Geenstressschema	0%	0%	100%
13	Nietactiveren	10%	0%	100%
14	Herstarten	6%	0%	100%

Daarnaast voeren wij ook een experiment uit met de huidige situatie om het goed te kunnen vergelijken, een best-case-scenario voor alle faalwijzen en een worst-case-scenario voor alle faalwijzen. In totaal leidt dit tot 31 experimenten. Tabel 12 geeft een voorbeeld van de eerste drie experimenten, de huidige situatie van alle experimenten en het best- en worst-case-scenario van de eerste faalwijze 'Thuismedicatie vergeten'.

Tabel 12 - Voorbeeld drie experimenten

	Faalwijze	Experiment 1	Experiment 2 (best)	Experiment 3 (worst)
1	Thuismedvergeten	30%	0%	100%
2	ZaalartstelaatC2	50%	50%	50%
3	Medtelanggestopt	1%	1%	1%
4	Medgestopt	1%	1%	1%
5	Medvervangen	5%	5%	5%
6	Intervalprobleem	100 dagen	100 dagen	100 dagen
7	Systeemkloptniet	17%	17%	17%
8	KansnietmeenaarOK	100%	100%	100%
9	KansnietmeenaarC4	100%	100%	100%
10	Medvervangen2	20%	20%	20%
11	ZaalartstelaatC4	1%	1%	1%
12	Geenstressschema	0%	0%	0%
13	Nietactiveren	10%	10%	10%
14	Herstarten	6%	6%	6%
-	KansvanC2naarC4	100%	100%	100%

Bij deze experimenten geeft het simulatiemodel de volgende output:

- KPI
- KPI tijdens opname
- KPI1 tot en met KPI6, zoals gespecificeerd in Tabel 9.



### 4.3 AANTAL REPLICATIES

Elke patiënt is een losse replicatie, die onderling onafhankelijk is van de andere patiënten en dus replicaties. Dit is een ‘terminating’ simulatie, omdat een replicatie natuurlijk gestopt wordt zodra de patiënt met ontslag gaat. Binnen een replicatie is de output ‘transient’, want het verandert in de loop van tijd, dit komt onder andere door de verschillende fasen (Mes, 2018).

Bij deze replicaties hoeven wij geen rekening te houden met een opwarmperiode, aangezien er maar een patiënt tegelijk in het gehele systeem zit en het proces niet tot een uiteindelijke ‘steady state’ komt. Het maakt voor de output niet uit of de simulatie tien maal tien patiënten door het systeem laat gaan, of in een keer honderd. Figuur 21 laat zien dat dit inderdaad niet verschilt. Vanuit het oogpunt van efficiëntie van het runnen van

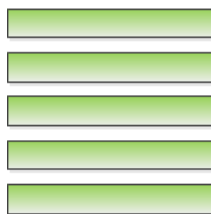
het model kiezen wij voor de onderste methode van het figuur. Hiermee berekenen wij het aantal replicaties waarbij de output statistisch significant is, met een alfa van 2,5%.

Wij zien de output als statistisch significant indien de error kleiner is dan 2,5%. De error berekenen wij als volgt:

$$\frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{S_n^2/i}}{|\bar{X}_n|}$$

#### Terminating simulation

Replications



One long run \ batch-means



Figuur 21 - Terminating simulatie (Mes, 2018)

Door 300 replicaties te maken en hiervoor steeds de variantie, het gemiddelde en het aantal vrijheidsgraden tot en met de replicatie te berekenen, identificeren wij vanaf welk aantal replicaties de output statistisch betrouwbaar is (Mes, 2018). Figuur 20 aan het eind van hoofdstuk 3 laat zien met welke inputwaarden dit aantal replicaties wordt berekend. De berekening geeft aan dat vanaf 141 replicaties de output statistisch significant is, daarom kiezen wij voor een rond aantal replicaties van 150. Zo verkleinen wij ook de eventuele invloed van de random nummerstromen. Dit houdt dus in dat voor elk experiment 150 onafhankelijke patiënten door het proces zullen gaan.

### 4.4 CONCLUSIE

Als eerste experiment kijken wij naar de huidige situatie van het proces, waarin met behulp van medewerkers van het UMC Utrecht bepaald wordt hoe groot het risico is dat de faalwijzen op dit moment optreden. In totaal voeren wij 31 experimenten uit, waarbij we voor elke faalwijze apart de huidige situatie, het best-case-scenario en het worst-case-scenario met elkaar vergelijken in een ‘one-factor-at-a-time’ ontwerp. Om te zorgen dat de resultaten statistisch significant zijn, voeren wij 150 replicaties uit per experiment.

## 5 RESULTATEN EN INTERVENTIES

In dit hoofdstuk bespreken wij de resultaten van de experimenten, te beginnen bij de huidige situatie (Sectie 5.1) en vervolgens de andere experimenten (Sectie 5.2). Vervolgens adviseren wij per faalwijze of deze geaccepteerd, gecontroleerd of geëlimineerd moet worden (Sectie 5.3) en op welke manier dit het beste zou kunnen (Sectie 5.4). Sectie 5.5 benoemt kort op welke manier het patiëntperspectief is meegenomen.

### 5.1 RESULTATEN HUIDIGE SITUATIE

Figuur 20 aan het eind van hoofdstuk 3 laat zien hoe de simulatie eruitziet als wij de huidige situatie invullen, ditmaal met 100 dagen en 10% voor de variabelen ‘tekorten’ en ‘onjuist activeren’. Vervolgens hebben wij met 150 replicaties de experimenten in Tabel 13 uitgevoerd.

Tabel 13 - Experimenten huidige situatie

Experiment	Interval tekort (dagen)	Onjuist activeren (percentage)	KPI (percentage)
1	75	5	91%
2	100	5	91%
3	150	5	91%
4	75	10	90%
5	100	10	90%
6	150	10	90%
7	75	15	86%
8	100	15	87%
9	150	15	87%

In deze tabel zijn alle mogelijke combinaties van de drie waarden per variabele beschreven inclusief de KPI die deze combinatie geeft. Dit geeft vervolgens een 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de prestatie van de huidige situatie van [88 - 91] %, berekend met de formule:

$$\bar{x}_n \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \times \sqrt{\frac{S_n^2}{n}}$$

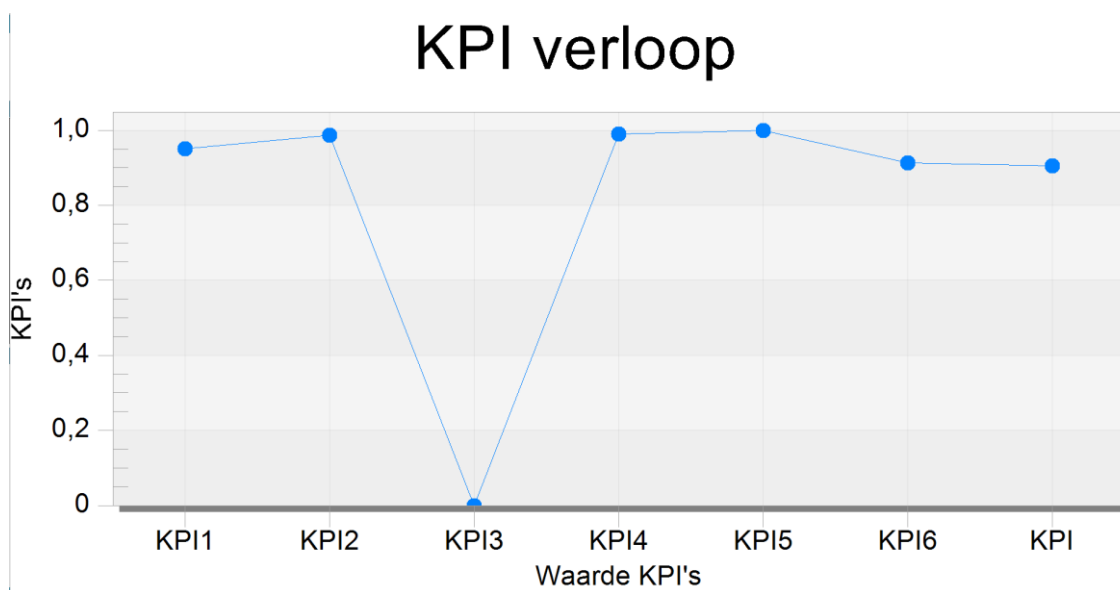
Aangezien hieruit blijkt dat een verschil in het interval van twee tekorten weinig invloed heeft op de prestatie van het proces, is een nieuw experiment gestart en alleen gekeken naar de opnameKPI, waarop de tekorten invloed uitoefenen. Tabel 14 laat het verschil zien tussen deze experimenten.

Tabel 14 - Experimenten interval tekort

Experiment	Interval tekort (dagen)	OpnameKPI (percentage)
1	75	90%
2	100	89%
3	125	90%

Dit geeft vervolgens een betrouwbaarheidsintervallebreedte van 1%, waarbij een lager aantal tekorten zorgt voor een iets hogere KPI, waarschijnlijk door de verschillende random nummerstromen. Dit geeft aan dat het verschil in tekorten weinig invloed heeft op de opnameKPI, waardoor in de andere experimenten de ‘huidige situatie waarde’ van het intervaltekort op 100 dagen blijft staan.

Het onjuist activeren heeft echter wel een relatief grote invloed op de prestatie van het proces. Aangezien de experimenten in hoofdstuk 4 kijken naar de invloed van de verschillende faalwijzen op de prestatie, is het niet nodig om alle experimenten uit te voeren met deze drie waarden. Wij kijken ook naar het verschil in KPI als de simulatie een enkele faalwijze aanpast en daarvoor dienen de andere faalwijzen constant te zijn. Daarom is gekozen om in de andere experimenten (Sectie 4.2) als huidige waarde voor het percentage 'Thuismedicatie onjuist geactiveerd' 10% te nemen. Hier komen wij in de discussie op terug. Figuur 22 laat zien wat het KPI verloop is in de huidige situatie die ook gebruikt wordt in de andere experimenten. Dit figuur laat al duidelijk zien dat er een groot verschil zit bij KPI3, waar de medicatie overgegeven wordt van de interne geneeskunde naar de operatiekamer en de recovery. Hier gaat Sectie 5.2 verder op in.



Figuur 22 – KPI verloop

## 5.2 RESULTATEN EXPERIMENTEN

De simulatie voert de experimenten uit die Sectie 4.2 beschrijft en hiermee berekenen wij vervolgens het procentuele verschil tussen de huidige situatie en het best-case-scenario per faalwijze. Daarnaast berekenen wij ook het procentuele verschil tussen het worst- en best-case-scenario per faalwijze. Hieruit blijkt dat in totaal het best-case-scenario van alle faalwijzen samen een procentueel verschil van 12% heeft ten opzichte van de huidige situatie. Bijlage E geeft voor alle experimenten de KPI en de opnameKPI waarin de tijd na ontslag niet meegenomen wordt. Tabel 15 laat deze procentuele verschillen zien en geeft met donkerrood (grote verbetering), lichtrood (verbetering) en oranje (kleine verbetering) aan bij welke faalwijzen de grootste verbeterpunten liggen.

Tabel 15 - Resultaten experimenten

	Faalwijze	Huidige situatie/ best-case	Best-case/ worst-case
1	Thuismedvergeten	0%	0%
2	ZaalartstelaatC2	0%	0%
3	Medtelanggestopt	0%	0%
4	Medgestopt	0%	1%
5	Medvervangen	0%	1%
6	Intervalprobleem	0%	3%

7	Systeemkloptniet	0%	1%
8	KansnietmeenaarOK	5%	5%
9	KansnietmeenaarC4	0%	0%
10	Medvervangen2	0%	0%
11	ZaalartstelaatC4	0%	0%
12	Geenstressschema	0%	0%
13	Nietactiveren	5%	94%
14	Herstarten	1%	11%
-	Totaal	12%	132%

Hieruit blijkt dat de grootste verbeterpunt bij de huidige situatie ligt bij het meegeven van medicatie naar de operatiekamer. Direct daarna is een grote verbetering mogelijk bij het juist reactiveren van de thuismedicatie en een kleine verbetering bij het onterecht herstarten van de preoperatieve medicatie.

Daarnaast blijkt ook uit Tabel 15 dat het belangrijk is dat het UMC Utrecht de twee faalwijzen na ontslag (thuismedicatie onjuist reactiveren of medicatie onterecht herstarten) goed controleert, zodat deze in ieder geval niet verslechteren. Dit blijkt in kleinere mate ook bij de leveringsproblemen (intervalprobleem). De huidige situatie van de medicatie die wordt meegegeven naar de operatiekamer is tegelijk ook het worst-case-scenario, daarom zijn deze twee waarden uit de tweede en derde kolom gelijk.

Voor de drie faalwijzen die een roodgekleurde waarde hebben in de tweede kolom, voeren wij een gepaarde t-toets uit, om te zien of hun waarden ook statistisch significant verschillen van de prestatie van de huidige situatie. Hiervoor gebruiken wij 150 replicaties per experiment en berekenen wij een betrouwbaarheidsinterval met de volgende formules, waarbij alfa = 5%.

$$\text{Betrouwbaarheidsinterval} = \bar{D} \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{S_D}{\sqrt{n}}$$

$$\bar{D} = \frac{\sum_{j=1}^n (X_j - Y_j)}{n} \text{ en } S_D = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - Y_j - \bar{D})^2}{n-1}}$$

Indien deze betrouwbaarheidsintervallen het getal nul niet bevatten, dan is het verschil statistisch significant. Uit de berekeningen hiervan blijkt dat zowel het best-case-scenario van het medicatie doorgeven naar de operatiekamer (BI=4.4 – 4.9, n=150,  $\alpha=0,05$ ), als het best-case-scenario van het juist reactiveren van medicatie (BI=2.0 – 6.2, n=150,  $\alpha=0.05$ ) een significant verschil laten zien ten opzichte van de huidige situatie. Het best-case-scenario waarin medicatie niet onterecht herstart wordt, blijkt geen significant verschil te hebben ten opzichte van de huidige situatie (BI=-0.1 – 1.2, n=150,  $\alpha=0.05$ ).

Sectie 4.1 beschrijft dat het percentage patiënten waarbij de medicatie onjuist gereactiveerd wordt niet helemaal bekend is. Daarom hebben wij het best-case-scenario waarin geen enkele patiënt onjuist gereactiveerde medicatie heeft vergeleken met drie huidige situatie scenario's, met de percentages van respectievelijk 5 (BI=1.1 – 4.6, n=150,  $\alpha=0.05$ ), 10 (zie hierboven) en 15% (BI=4.7 – 10.1, n=150,  $\alpha=0.05$ ). In alle drie de gevallen was er een significant verschil ten opzichte van het best-case-scenario.

### 5.3 ACCEPTEREN, CONTROLEREN OF ELIMINEREN

Het team van de Safer-bijeenkomsten bepaalt of de faalwijzen waar zij mee doorgaan geaccepteerd, gecontroleerd of geëlimineerd moeten worden (zie Bijlage A). Hierin betekent *accepteren van een faalwijze* dat het team de huidige situatie accepteert, omdat de faalwijze nooit optreedt of omdat het niet erg is als dit af en toe optreedt, waardoor geen maatregelen ingezet hoeven worden. *Controleren*

betekent dat het team een controlemaatregel bedenkt om deze faalwijzen te identificeren en dan alsnog op te lossen en bij *eliminieren* zorgt het team ervoor om dat deze faalwijze niet meer kan optreden. Voor alle veertien faalwijzen die in dit onderzoek geïdentificeerd zijn, geven wij aan of deze gecontroleerd, geëlimineerd of geaccepteerd worden en vervolgens geven wij een advies op welke manier dit mogelijk is (zie Sectie 5.4). Deze beslissingen baseren wij voornamelijk op de resultaten van de simulatiestudie, maar hierin gebruiken wij ook informatie die in de Safer-methode naar voren kwam.

Daarbij merken wij op dat een aantal faalwijzen een kleine invloed heeft op de prestatie van het proces, omdat die faalwijzen zich maar voor korte tijd afspelen ten opzichte van de gehele opnameperiode. Vervolgens tellen wij bij de opnameperiode ook de tijd tot het eerste contactmoment op, wat ervoor zorgt dat de invloed op de prestatie miniem wordt. Aangezien onze opdrachtgevers graag zien dat wij de ongemakken voor patiënten identificeren en oplossen, ook al is dit voor korte duur, onderzoeken wij niet alleen de algemene KPI, maar ook de KPI's per fase. Deze waarden zijn weergegeven in Bijlage F en worden meegenomen in de bespreking van de veertien faalwijzen.

**1. De patiënt heeft zijn/haar eigen medicatie van thuis niet meegenomen.**

Hoewel dit heel weinig invloed heeft op de gehele prestatie, kan dit wel voor ongemakken zorgen aan het begin van het proces. Daarnaast geven de verpleegkundigen aan dat gedurende het proces meegenomen thuismedicatie soms een aantal faalwijzen kan oplossen, zoals een landelijk tekort. Daarnaast is dit vaak makkelijker te beïnvloeden dan een zaalarts die de medicatie op tijd voorschrijft, waarbij het probleem zich alleen voordoet als de patiënt geen medicatie van thuis mee heeft. Daarom **eliminieren** wij deze faalwijze.

**2. De zaalarts van de interne geneeskunde schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de medicatie pas de volgende ochtend wordt geleverd.**

Als deze faalwijze geëlimineerd wordt, is de patiënt op de interne geneeskunde niet afhankelijk van meegenomen medicatie, waardoor in Bijlage F KPI1 direct 100% wordt. Wij hebben echter besloten dat ervoor gezorgd wordt dat de patiënt altijd medicatie meeneemt van thuis, waardoor het niet erg is als de zaalarts het niet op tijd voorschrijft. Daarom besluiten wij deze faalwijze te **accepteren**, omdat het vervelende gevolg hiervan geëlimineerd wordt.

**3. Op de interne geneeskunde wordt de medicatie geheel gestopt in plaats van tijdelijk, waardoor de patiënt het op de chirurgische afdeling niet ontvangt.**

Op dit moment komt deze faalwijze eigenlijk nooit voor. Daardoor is er geen verschil tussen de huidige situatie en het best-case-scenario en besluiten wij dit te **accepteren**.

**4. Medicatie wordt onterecht preoperatief gestopt op de interne geneeskunde.**

Op dit moment gebeurt het onterecht preoperatief stoppen van geneeskunde alleen sporadisch en de faseKPI's veranderen dan ook nauwelijks in het best-case-scenario. Wel is het belangrijk om op te merken dat in het worst-case-scenario de KPI van de eerste fase (zonder medicatie op naam op de interne geneeskunde) bijna 20% daalt. Dit betekent dat wij deze faalwijze willen **controleren**, om te zorgen dat dit sporadisch blijft.

**5. Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de interne geneeskunde.**

Deze faalwijze komt op dit moment alleen sporadisch voor, maar net als bij faalwijze 4 zit er wel een groot verschil tussen de KPI van de eerste fase van het worst-case-scenario en van het best-case-scenario. Daarnaast blijkt uit ervaring van de endocrinologen en de klacht van de patiënt (Sectie 1.1.1) dat het onterecht vervangen van medicatie veel stress met zich meebrengt, wat voor deze patiëntengroep juist niet wenselijk is. Dit betekent dat wij deze faalwijze willen **eliminieren**, om te zorgen dat dit niet sporadisch, maar nooit meer gebeurt.

- 6. Er zijn leveringsproblemen vanuit de apotheek, zowel bij de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling en zowel voor de medicijnen die de afdeling standaard op voorraad heeft als de medicijnen die door de apotheek specifiek 'op naam' worden geleverd aan de patiënten.**

Deze leveringsproblemen geven voor beide fasen, zowel op de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling, een kleine verbetering aan van het best-case-scenario ten opzichte van het worst-case-scenario. Er is echter eigenlijk geen verschil tussen de huidige situatie en het best-case-scenario, wat aangeeft dat dit op dit moment al goed gaat en wij dit alleen willen controleren.
- 7. De zaalarts verwerkt het medicatievoorstel van de apotheek niet op de juiste manier aan het begin van de opname.**

Deze leveringsproblemen geven voor beide fasen, zowel op de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling, een kleine verbetering aan van het best-case-scenario ten opzichte van het worst-case-scenario. Er is echter eigenlijk geen verschil tussen de huidige situatie en het best-case-scenario, wat aangeeft dat dit op dit moment al goed gaat en wij dit alleen willen controleren.
- 8. Medicatie wordt niet meegegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer.**

Bijlage F laat zien hoe het best-case-scenario een KPI tijdens de recovery heeft van bijna 100%, ten opzichte van de KPI tijdens de recovery van het worst-case-scenario van 0%. Ook in de algemene prestatie van het proces is duidelijk te zien dat wij deze faalwijze willen **eliminieren**.
- 9. Medicatie wordt niet meegegeven van de recovery naar de chirurgische afdeling.**

Deze faalwijze is wel benoemd tijdens de Safer-bijeenkomsten, maar achteraf bleek dat dit nooit gebeurt, omdat de medicatie nooit op de recovery aankomt. De recovery heeft geen opslagruimte voor medicatie van patiënten anders dan direct aan het bed van de patiënt en daarom gaan wij ervan uit dat zij dit altijd mee zullen geven als dit bij de patiënt ligt. Daarom **accepteren** wij deze faalwijze.
- 10. Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de chirurgische afdeling.**

Op dit moment gebeurt dit relatief vaak, namelijk bij een op de vijf patiënten. Dit heeft geen grote invloed op de algehele prestatie van het proces, maar kan de fase KPI wel verhogen, waardoor patiënten minder ongemakken hebben. Daarnaast benoemden wij bij faalwijze 5 dat het onterecht vervangen van een geneesmiddel onwenselijk is voor de patiënten en daarom willen wij ook deze **eliminieren**.
- 11. Zaalarts van de chirurgische afdeling schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de patiënt de medicatie te laat ontvangt.**

De zaalarts is in de huidige situatie sporadisch te laat, waardoor wij deze faalwijze **accepteren**. Verder is in Bijlage F te zien dat het worst-case-scenario beter presteert dan het best-case-scenario. Dit komt omdat de patiënt in het worst-case-scenario langer in de fase verblijft, waardoor de systeemfouten minder zwaar meetellen.
- 12. De zaalarts schrijft het noodzakelijke 'stressschema' met specifieke geneesmiddelen niet voor op de chirurgische afdeling.**

Dit komt op dit moment niet voor en aangezien de artsen weten hoe belangrijk dit is en hier zelf ook maatregelen voor treffen, besluiten wij dit te **accepteren**. Dit betekent dus niet dat wij accepteren dat dit af en toe fout gaat, maar dit betekent dat er op dit moment al voldoende maatregelen bestaan, waardoor wij niet nog meer maatregelen bedenken.
- 13. De thuismedicatie wordt niet juist gereactiveerd bij ontslag.**

Vanuit de KPI blijkt duidelijk dat hier winst te behalen valt. Zeker ook omdat dit bij medewerkers van het UMC Utrecht niet duidelijk is hoe vaak dit gebeurt. Daarom besluiten wij dit te **eliminieren**.

#### 14. Bewust gestopte medicatie wordt onterecht herstart bij ontslag.

Het oplossen van deze faalwijze heeft geen significant verschil ten opzichte van de huidige situatie bij de prestatie van het proces, maar blijkt binnen de laatste fase wel een groot verschil te hebben tussen het best- en worst-case-scenario. Daarnaast is deze preoperatieve medicatie bijna altijd bloeddrukverlagend, wat medisch gezien niet goed is voor de patiënten. Omdat dit op dit moment wel goed gaat, besluiten wij deze faalwijze te **controleren**.

## 5.4 INTERVENTIES

Voor alle faalwijzen waarbij wij besluiten om die te elimineren of te controleren, bespreekt deze sectie ons advies hiervoor. Een algemeen advies hierbij is dat het belangrijk is dat de feochromocytoompatiënten herkenbaar zijn in het EPD. Op dit moment wordt de diagnose van de patiënten getypt door secretaresses van de interne geneeskunde bij de opname van een patiënt, waardoor de benaming soms verschilt. Het is belangrijk dat alle patiënten dezelfde benaming krijgen, bijvoorbeeld 'adrenalectomie voor feochromocytoom', zodat alle verschillende medewerkers binnen het UMC Utrecht deze patiënten kunnen herkennen en dit eventueel ook als risicogroep kunnen herkennen.

### 5.4.1 Te elimineren faalwijzen

- **De patiënt heeft zijn/haar eigen medicatie van thuis niet meegenomen.**

Wij adviseren dat de secretaresse van het opnamebureau van de heelkunde, die de patiënten een dag voor de opname belt, nadrukkelijk benoemt dat de patiënten hun medicatie vanuit huis mee moet nemen.

- **Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de interne geneeskunde en de chirurgische afdeling.**

Indien de zaalarts medicatie wil vervangen, adviseren wij dat deze dit altijd eerst overlegt met de patiënten. Meestal weten patiënten zelf het beste waarom zij bepaalde medicatie gebruiken en of het mogelijk is dat dit vervangen wordt of niet. Daarnaast dient de zaalarts altijd ook de endocrinoloog te consulteren. Dit geldt zowel voor de zaalarts van de interne geneeskunde als de zaalarts van de chirurgische afdeling.

- **Medicatie wordt niet meegegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer.**

## INTERVENTIE OK-ORGANISATIE

Tot voor kort was het lastig om medicatie en persoonlijke eigendommen van patiënten mee te geven naar de operatiekamer, omdat dit ongecontroleerd op het voeteneind van het bed werd gelegd. In de praktijk raakten deze materialen vaak kwijt.

Sinds kort wordt geëxperimenteerd met plastic bakjes (Figuur 23) die aan het voeteneind van het ziekenhuisbed gehangen worden op het moment dat de patiënt binnenkomt bij de holding, de plek waar patiënten worden opgevangen voor de operatie. In deze bakjes kunnen de geneesmiddelen van een patiënt veilig bewaard worden.

Wij adviseren dat deze bakjes in gebruik blijven op de holding en de recovery en dat op deze manier de OK-organisatie er samen met de verpleegkundigen van de interne geneeskunde voor zorgen dat de patiënt geen geneesmiddelen mist.



Figuur 23 - Bakje recovery

Wij adviseren dat er standaard in het activiteitenplan van de verpleegkundigen van de interne geneeskunde staat dat de patiënten met een feochromocytoom voor 24 uur geneesmiddelen mee moeten krijgen richting de operatiekamer. Hierbij dient de patiënt zowel de medicatie op naam als de medicatie vanuit de standaardvoorraad mee te krijgen. Als een extra check dient de holdingverpleegkundige, die de patiënt aanneemt voor de operatiekamer, de patiënt alleen aan te nemen als deze medicatie bij zich heeft. Hiervoor zijn wel maatregelen nodig op de recovery, zoals in het grijze kader besproken wordt.

- **De thuismedicatie wordt niet juist gereactiveerd bij ontslag.**

Wij adviseren dat voordat de patiënt met ontslag gaat de verpleegkundig specialist, die de patiënten ook stressinstructies en een alarmbrief meegeeft, de thuismedicatie doorneemt met de patiënt. De verpleegkundig specialist en de patiënt bespreken dit vervolgens met de zaalarts, waardoor de thuismedicatie juist gereactiveerd wordt.

#### 5.4.2 Te controleren faalwijzen

- **Medicatie wordt onterecht preoperatief gestopt op de interne geneeskunde.**

Indien de zaalarts medicatie preoperatief stopt, dient hij/zij dit altijd te overleggen met de endocrinoloog en de patiënt.

- **Er zijn leveringsproblemen vanuit de apotheek, zowel bij de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling en zowel voor de medicijnen die de afdeling standaard op voorraad heeft als de medicijnen die door de apotheek specifiek 'op naam' worden geleverd aan de patiënten.**

Hoewel landelijke leveringsproblemen niet direct oplosbaar zijn door het UMC Utrecht, adviseren wij wel dat de apotheek tijdens de preoperatieve screening met de patiënt de medicatie doorneemt die de patiënt gebruikt en hierbij ook kijkt naar de landelijke levering. Indien er medicatie nodig is waarbij de apotheek een leveringsprobleem identificeert, dient de apotheek de patiënt te adviseren om hiervan voldoende mee te nemen van thuis naar/voor de opname. Op deze manier is het mogelijk voor de verpleegkundigen om de tekorten op te vangen door meegenomen thuismedicatie toe te dienen.

- **De zaalarts verwerkt het medicatievoorstel van de apotheek niet op de juiste manier aan het begin van de opname.**

De zaalarts dient dit medicatievoorstel te overleggen met de endocrinoloog en de patiënt, als hij/zij dit voorstel accepteert of aanpast in het systeem.

- **Bewust gestopte medicatie wordt onterecht herstart bij ontslag.**

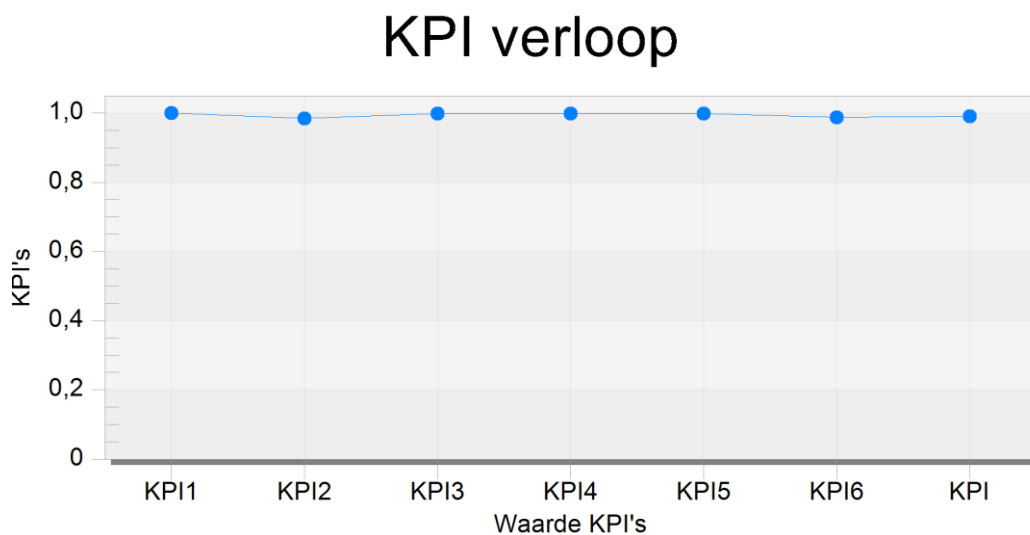
Op het moment dat de interventie in gebruik genomen wordt wat betreft het reactiveren van thuismedicatie (Sectie 5.4.1), adviseren wij dat de verpleegkundig specialist in het gesprek met de patiënt en zaalarts dit ook checkt.

Het lijkt alsof er slechts een klein verschil is tussen de adviezen voor de faalwijzen die wij elimineren en die wij controleren, maar bij de faalwijzen die wij elimineren, adviseren wij dat de taak alleen uitgevoerd wordt als zeker is dat het goed gaat. Bij de faalwijzen die wij controleren, kan de taak wel plaatsvinden, maar adviseren wij een controlemaatregel door bijvoorbeeld met de patiënt te overleggen, zodat het zo snel mogelijk opgelost kan worden.

Deze adviezen zijn besproken met de opdrachtgevers en het multidisciplinaire team van de Safer-bijeenkomsten, waarbij iedereen aangaf achter de uitkomsten en de adviezen te staan. Daarbij sprak een aantal medewerkers de wil uit om zich hierop te gaan richten en zich te verdiepen in deze patiëntengroep. Op deze manier blijft de inhoud van dit onderzoek ook gewaarborgd. Zij herkennen zich in de resultaten van de simulatiestudie, waardoor blijkt dat de simulatiestudie valide is.



Het simulatiemodel simuleert wat er gebeurt als deze interventies worden doorgevoerd, door de gecontroleerde en geaccepteerde faalwijze de waarde te laten behouden vanuit de huidige situatie en de geëlimineerde faalwijze de 'best-case-scenario waarde' te geven. Hieruit blijkt dat de KPI en de opnameKPI beide 99% zijn. Figuur 24 laat zien welke faseKPI's de interventie geeft. Opnieuw voeren wij hier een t-toets uit op het verschil tussen deze interventies en de huidige situatie en dit levert een statistisch significant verschil op (BI=7.3 – 12, n=150,  $\alpha=0.05$ ). Er kan voor deze nieuwe situatie geen betrouwbaarheidsinterval geconstrueerd worden zoals in Sectie 5.1, omdat de interventie 'thuismedicatie wordt onjuist gereactiveerd' geëlimineerd is.



Figuur 24 - KPI verloop

## 5.5 PATIËNTPERSPECTIEF

Sectie 1.3.1 benoemt dat wij patiënten willen betrekken in deze analyse. De patiënt die de brief schreef die deels geciteerd is aan het begin van deze scriptie reageerde telefonisch op het uiteindelijk advies uit Sectie 5.4. Zij gaf aan dat zij het goed vond dat er naar aanleiding van haar klacht een onderzoek in gang is gezet en staat achter het advies. Zij benadrukte dat het belangrijk is dat de zaalarts medicatiewijzigingen niet alleen met de endocrinoloog, maar ook met de patiënt zelf bespreekt. Dit hebben wij meegenomen in ons advies.

Een andere patiënt die tijdens de looptijd van dit onderzoek geopereerd werd, heeft haar ervaringen in twee gesprekken, waarvan één telefonisch, met ons gedeeld. Deze patiënt gebruikte nauwelijks geneesmiddelen. In die zin is niets misgegaan. Wel had zij kritiek op communicatie en begeleiding. Dit neemt de Projectleider Kwaliteit en Veiligheid mee in de aanbevelingen van de niet medicatiegebonden faalwijzen.

## 5.6 CONCLUSIE

Tabel 16 vat samen wat ons advies is per faalwijze.

Tabel 16 - Faalwijzen: accepteren, controleren of elimineren

	Faalwijze omschrijving	Advies
1	De patiënt heeft zijn/haar eigen medicatie van thuis niet meegenomen.	Elimineren
2	De zaalarts van de interne geneeskunde schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de medicatie pas de volgende ochtend wordt geleverd.	Accepteren (geëlimineerd via faalwijze 1)

3	Op de interne geneeskunde wordt de medicatie geheel gestopt in plaats van tijdelijk, waardoor de patiënt het op de chirurgische afdeling niet ontvangt.	Accepteren
4	Medicatie wordt onterecht preoperatief gestopt op de interne geneeskunde.	Controleren
5	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de interne geneeskunde, wat voor de patiënt niet werkt.	Elimineren
6	Er zijn leveringsproblemen vanuit de apotheek, zowel bij de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling en zowel voor de medicijnen die de afdeling standaard op voorraad heeft als de medicijnen die door de apotheek specifiek 'op naam' worden geleverd aan de patiënten.	Controleren
7	De zaalarts verwerkt het medicatievoorstel van de apotheek niet op de juiste manier aan het begin van de opname.	Controleren
8	Medicatie wordt niet meegegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer.	Elimineren
9	Medicatie wordt niet meegegeven van de recovery naar de chirurgische afdeling.	Accepteren
10	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de chirurgische afdeling, wat voor de patiënt niet werkt.	Elimineren
11	Zaalarts van de chirurgische afdeling schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de patiënt de medicatie te laat ontvangt.	Accepteren
12	De zaalarts schrijft het noodzakelijke 'stressschema' met specifieke geneesmiddelen niet voor op de chirurgische afdeling.	Accepteren
13	De thuismedicatie wordt niet juist gereactiveerd bij ontslag.	Elimineren
14	Bewust gestopte medicatie wordt onterecht herstart bij ontslag.	Controleren

## 6 CONCLUSIE

Naar aanleiding van een klacht van een feochromocytoompatiënt hebben wij het gehele opnameproces van deze patiënten onderzocht namens het UMC Utrecht Cancer Center. Met de Safer-methode ontdekten wij 71 processtappen met 144 faalwijzen, waarbij 30 processtappen en 69 faalwijzen betrekking hadden op de medicatie, waar dit onderzoek zich op richt. Vanuit deze 69 faalwijzen identificeerden wij veertien faalwijzen met een hoge risicoscore binnen dit proces. Hierbij was de onderzoeksvraag:

*Welke strategie moet het UMC Utrecht hanteren om de juiste medicatie op het juiste tijdstip in de juiste dosering aan een patiënt met een feochromocytoom te kunnen geven?*

Vervolgens prioriteerden wij de faalwijzen met behulp van een simulatiestudie op de volgende KPI:

*Het percentage juiste geneesmiddelen dat de patiënten ontvangen op het juiste tijdstip in de juiste dosering van het totaal aantal geneesmiddelen dat zij nodig hebben tijdens en direct na de opnameperiode.*

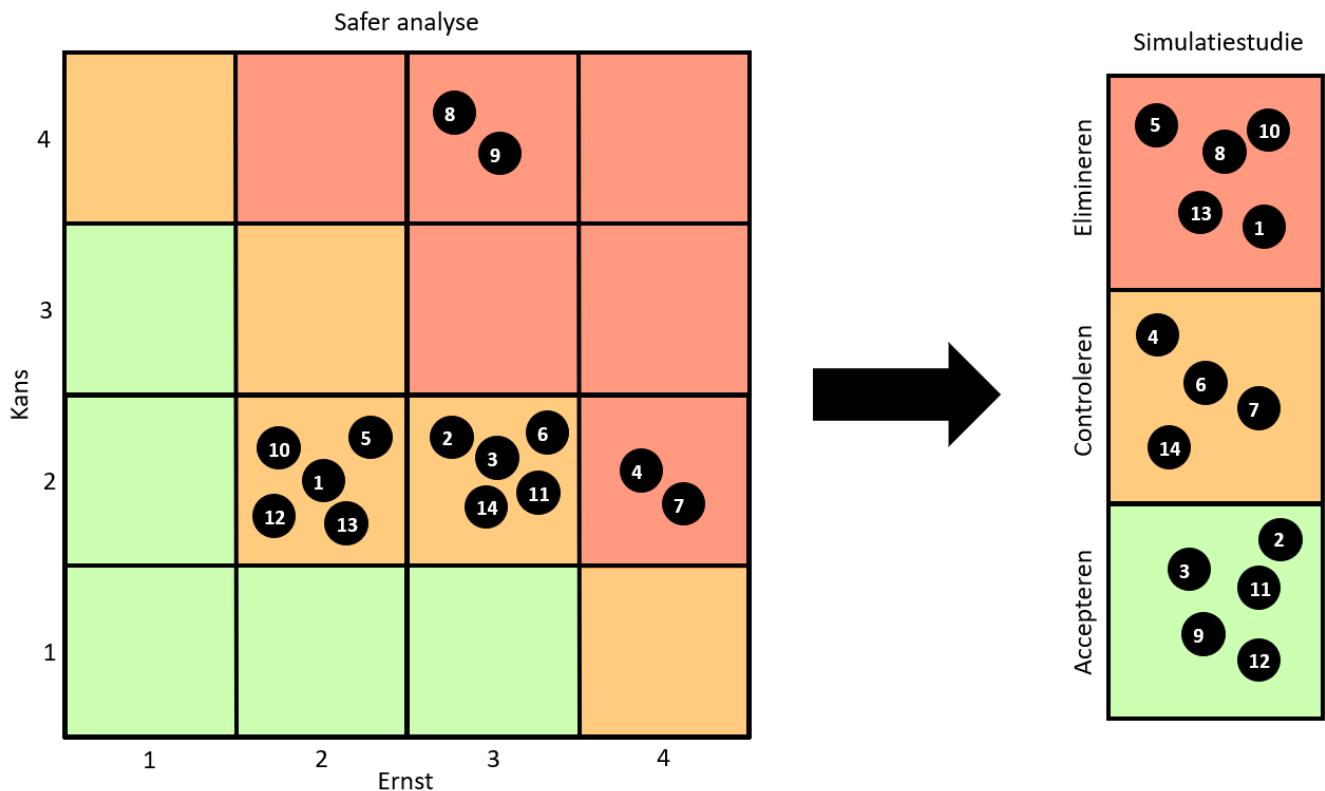
Deze Monte-Carlosimulatie is geprogrammeerd als een discrete-event simulatie in Plant Simulation. Dit simulatiemodel hebben wij geverifieerd en gevalideerd en hiermee zowel voor de huidige situatie als best- en worst-case-scenario's van deze veertien faalwijzen de KPI berekend. De huidige situatie resulteerde in een 95%-betrouwbaarheidsinterval van [88 – 91] %. Naar aanleiding van de experimenten adviseren wij het UMC Utrecht Cancer Center per faalwijze zoals beschreven staat in Tabel 17.

Tabel 17 - Faalwijzen: accepteren, controleren of elimineren

	<b>Faalwijze omschrijving</b>	<b>Advies</b>
1	De patiënt heeft zijn/haar eigen medicatie van thuis niet meegenomen.	Elimineren
2	De zaalarts van de interne geneeskunde schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de medicatie pas de volgende ochtend wordt geleverd.	Accepteren (geëlimineerd via faalwijze 1)
3	Op de interne geneeskunde wordt de medicatie geheel gestopt in plaats van tijdelijk, waardoor de patiënt het op de chirurgische afdeling niet ontvangt.	Accepteren
4	Medicatie wordt onterecht preoperatief gestopt op de interne geneeskunde.	Controleren
5	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de interne geneeskunde, wat voor de patiënt niet werkt.	Elimineren
6	Er zijn leveringsproblemen vanuit de apotheek, zowel bij de interne geneeskunde als op de chirurgische afdeling en zowel voor de medicijnen die de afdeling standaard op voorraad heeft als de medicijnen die door de apotheek specifiek 'op naam' worden geleverd aan de patiënten.	Controleren
7	De zaalarts verwerkt het medicatievoorstel van de apotheek niet op de juiste manier aan het begin van de opname.	Controleren
8	Medicatie wordt niet meegegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer.	Elimineren
9	Medicatie wordt niet meegegeven van de recovery naar de chirurgische afdeling.	Accepteren
10	Medicatie wordt onterecht vervangen door een vergelijkbaar middel op de chirurgische afdeling, wat voor de patiënt niet werkt.	Elimineren

11	Zaalarts van de chirurgische afdeling schrijft de medicatie te laat voor in het EPD, waardoor de patiënt de medicatie te laat ontvangt.	Accepteren
12	De zaalarts schrijft het noodzakelijke 'stressschema' met specifieke geneesmiddelen niet voor op de chirurgische afdeling.	Accepteren
13	De thuismedicatie wordt niet juist gereactiveerd bij ontslag.	Elimineren
14	Bewust gestopte medicatie wordt onterecht herstart bij ontslag.	Controleren

Sectie 5.4 licht toe op welke manier deze faalwijzen gecontroleerd of geëlimineerd kunnen worden. Indien het UMC Utrecht Cancer Center dit advies opvolgt, dan is er een significant verschil in de prestatie van het proces ten opzichte van de huidige situatie en krijgt de KPI een waarde van 99%.



Figuur 25 – Vergelijking tussen resultaten Safer-analyse en resultaten simulatiestudie

In deze scriptie hebben wij een Safer-analyse gecombineerd met een simulatiestudie. Uit ons onderzoek blijkt dat deze methodes elkaar niet tegenspreken, maar dat een simulatiestudie de risicoanalyse wel kwantificeert en de invloed van faalwijzen op het gehele proces zichtbaar maakt. Figuur 25 vergelijkt de resultaten van de Safer-analyse en de simulatiestudie. Aan de linkerkant van het figuur zijn de resultaten vanuit de Safer-analyse te zien, waarbij gekeken wordt naar de combinatie van de ernst en de kans van de faalwijzen. Hierbij gebruiken wij de kleurschaal vanuit de Safer-methode. In de Safer-analyse wordt niet alleen gekeken naar de ernst en de kans, maar ook naar de huidige controlemaatregelen die al bestaan. Het is daarom verklaarbaar dat enkele van deze faalwijzen die in het rode gebied liggen bij de Safer-analyse, uiteindelijk toch gecontroleerd of geaccepteerd worden. De twee methodes zijn dus niet direct te vergelijken, maar het verschil tussen de linkerkant en de rechterkant van het figuur laat wel zien hoe de simulatie waarde toevoegt aan de Safer-analyse. De simulatiestudie verhoogt de betrouwbaarheid van de resultaten op drie manieren:

1. De simulatiestudie kijkt naar de invloed van de faalwijze op de prestatie het gehele proces, waardoor er onderscheid gemaakt kan worden tussen faalwijzen die de Safer-analyse niet identificeert. Zo zijn faalwijzen 3 en 6 hetzelfde beoordeeld in de Safer-analyse, maar blijkt dat bij faalwijze 6 het worst-case-scenario een veel grotere invloed heeft op de prestatie van het

proces dan die van faalwijze 3. Daarom besluiten wij om faalwijze 3 te accepteren, maar faalwijze 6 te elimineren.

2. Het construeren van het simulatiemodel geeft inzicht over de relatie tussen faalwijzen, terwijl de Safer-analyse hier geen aandacht aan besteed. Hierdoor besluiten wij om faalwijze 2 te accepteren, omdat het elimineren van faalwijze 1 het probleem van faalwijze 2 ook oplost.
3. Het proces wordt in meer detail onderzocht, omdat het simulatiemodel kwantitatieve inputgegevens nodig heeft. Hierdoor bleek dat faalwijze 12, met een ernst- en kansscore van 2, nog nooit was voorgekomen.

Concluderend, de simulatiestudie spreekt de Safer-analyseresultaten niet tegen, want vanuit de Safer-methode is het ook mogelijk om faalwijzen alsnog te accepteren, maar de simulatiestudie verhoogt wel de betrouwbaarheid van de resultaten.

## 7 DISCUSSIE

---

Binnen dit onderzoek zijn enkele punten van belang om op te merken (Sectie 7.1) en ook is er een aantal punten waarop wij verder onderzoek adviseren (Sectie 7.2). Daarnaast bespreken wij de wetenschappelijke relevantie van dit onderzoek (Sectie 7.3).

### 7.1 VERKENNEND ONDERZOEK

Binnen dit onderzoek waren weinig patiëntgegevens beschikbaar om goede voorspellingen te doen. Wij hebben er bewust voor gekozen om geen patiëntgegevens te nemen van voor 2017, omdat wij niet zeker wisten of de klachten van de patiënt al speelden voor 2017. Daarnaast moeten wij opmerken dat een patiënt vanuit 2017 ook geopereerd is in 2018 en zodoende zijn de patiëntgegevens hiervan in zekere mate gecorreleerd. Als er meer patiëntgegevens beschikbaar waren, dan hadden wij geen empirische verdelingen gebruikt als input, aangezien dit onbetrouwbaarder is (Robinson, 2014). Dit onderzoek moet dus vooral gezien worden als een verkennend onderzoek waarin enerzijds het opnameproces van de feochromocytoompatiënten zo goed mogelijk benaderd wordt om deze patiënten verder te helpen en anderzijds de combinatie van een simulatiestudie en de Safer-methode te verkennen.

Daarnaast merken wij op dat er in de Safer-bijeenkomsten benoemd is dat de medicatie van patiënten doorgegeven wordt vanuit de interne geneeskunde naar de operatiekamer en dan vanaf de operatiekamer naar de chirurgische afdeling, terwijl in extra gesprekken met de verpleegkundigen bleek dat dit rechtstreeks werd doorgegeven van de interne geneeskunde naar de chirurgische afdeling. Wij hebben besloten om deze benoemde faalwijzen vanuit de Safer-bijeenkomsten wel te laten staan, omdat dit duidelijk laat zien hoe belangrijk extra gesprekken zijn binnen de Safer-methode. Hierdoor is echter de faalwijze ‘de medicatie wordt niet doorgegeven van de recovery naar de chirurgische afdeling’ lastig te analyseren binnen deze context. Daarom is in Bijlage F het worst-case-scenario hoger dan het best-case-scenario bij de medicatie die wordt doorgegeven van de interne geneeskunde naar de operatiekamer. Naar aanleiding van gesprekken met de recoveryverpleegkundigen en een veldonderzoek op de recovery zelf blijkt dat de recovery geen mogelijkheid heeft om de medicatie van patiënten te bewaren, waardoor alles altijd meegegeven wordt met de verpleegkundigen van de chirurgische afdeling die de patiënt komen halen. Hierdoor besluiten wij dat als de medicatie altijd doorgegeven wordt van de interne geneeskunde naar de operatiekamer, dat dit dan ook altijd wordt doorgegeven naar de chirurgische afdeling en dat de faalwijze die benoemd is tijdens de Safer-bijeenkomsten hiermee vervalt. Dit onderzoek laat vooral ook zien dat het voor een multidisciplinair team lastig is om een geheel proces van een patiënt waar zij maar deels bij betrokken zijn in kaart te brengen.

Bij de prestatieberekening moeten wij opmerken dat de KPI lager is als de patiënt zeer weinig geneesmiddelen gebruikt. Zo gebruikt een patiënt in de laatste interventie maar één geneesmiddel na ontslag, waardoor het onterecht herstarten van een geneesmiddel direct zorgt voor een KPI van 0%. Dit komt zeer weinig voor en het aantal replicaties zorgt ervoor dat dit geen grote invloed heeft, maar hierdoor lijkt de minimale KPI opeens erg laag. Daarnaast heeft in de prestatieberekening de tijd van ontslag tot het eerste contactmoment een onevenredig grote weging gekregen, omdat de patiënt vaak net zo lang in het ziekenhuis ligt met meer medicatie als thuis met minder medicatie. Om dit niet teveel de besluiten te laten bepalen, nemen wij ook bewust de resultaten mee van Bijlage F, waarin de KPI's per fase worden behandeld. Daarnaast maken wij in dit onderzoek een vergelijking tussen een 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de huidige situatie en een enkele waarde voor de situatie met geïmplementeerde interventies. Deze vergelijking is niet helemaal juist en ook in alle experimenten is

slechts een set waarden voor de huidige situatie genomen. Doordat er gekeken wordt naar een procentuele stijging van de KPI en een statistische toets is gedaan op een significant verschil, heeft het besluit om niet alle waarden mee te nemen zo min mogelijk invloed gehad op het resultaat.

Verder plaatsten wij een kritische noot bij de simplificatie die stelt dat een systeemfout direct ontdekt wordt in het eerstvolgende medicatiedeelmoment. Er is een faalwijze geïdentificeerd binnen de communicatie- en kennisfaalwijzen die de Projectleider Kwaliteit en Veiligheid verder heeft onderzocht; er is sprake van een kennistekort bij verpleegkundigen op het gebied van endocrinologie. Dit zou ervoor kunnen zorgen dat een systeemfout niet direct ontdekt wordt. Deze faalwijze wordt echter ook geëlimineerd, waardoor de simplificatie uiteindelijk wel juist is.

Tenslotte merken wij op dat ernstscore die het multidisciplinair team aan de faalwijzen heeft gegeven lastig is om te beoordelen. Alle veertien faalwijzen zorgen ervoor dat de patiënt minder geneesmiddelen ontvangt, maar het ene geneesmiddel kan zonder al teveel negatieve gevolgen een deelmoment gemist worden, terwijl het missen van een ander geneesmiddel veel ernstiger kan zijn. Daarom hebben wij besloten om de geneesmiddelen dezelfde waarde te geven en niet te kijken naar de ernstscores hiervan, maar alleen of de patiënt de geneesmiddelen ontvangt. Het zou het model onnodig ingewikkeld maken als er per geneesmiddel een bepaalde ernst aanhangt, daarom zorgen wij er in dit onderzoek voor dat de patiënten helemaal geen medicatie missen.

## 7.2 VERDER ONDERZOEK

Wij adviseren om in een eventueel verder onderzoek te kijken naar de rol die de apotheek in dit proces zou kunnen spelen, vanwege hun verantwoordelijkheid voor de beschikbaarheid van geneesmiddelen.

Daarnaast adviseren wij dat de komende twee jaar voor alle feochromocytoompatiënten, aangezien dit er relatief weinig zijn, voor alle veertien faalwijzen bijgehouden wordt in het dossier of deze daadwerkelijk niet meer voorkomen bij de patiënt. Op deze manier kan het UMC Utrecht Cancer Center na twee jaar analyseren of de problemen ook daadwerkelijk opgelost zijn.

Tenslotte adviseren wij om verder te onderzoeken wat de invloed van de grootte van de patiëntengroep binnen het UMC Utrecht is op het aantal faalwijzen. Het was binnen dit proces vaak onduidelijk of de faalwijzen ontstonden door algehele faalwijzen van het UMC Utrecht (zoals patiënten die geen medicatie van thuis meenemen) of faalwijzen die ontstonden door de vele overdrachtsmomenten, wat wel feochromocytoompatiënt-specifiek is. Met dit verdere onderzoek kan het UMC Utrecht Cancer Center ook zien welke de adviezen van dit verslag UMC Utrecht breed doorgevoerd kunnen worden.

## 7.3 WETENSCHAPPELIJKE RELEVANTIE

Zoals Sectie 4.1 al benoemt, is er in de literatuur weinig tot niets bekend over een simulatiestudie die gebaseerd is op de Safer-methode. Uit dit onderzoek bleek dat een multidisciplinair team niet alleen weinig tijd heeft, maar het ook lastig vindt om de kans van bepaalde faalwijzen in te schatten. Zeker als deze kwalitatief zijn (respectievelijk regelmatig, soms, zelden en sporadisch) en er maar negen patiënten per jaar zijn, wat enerzijds alle faalwijzen sporadisch maakt en anderzijds regelmatig. Voor de simulatiestudie moesten deze faalwijzen verwoord worden in percentages, waardoor de betrokkenen in het UMC Utrecht veel bewuster nadachten over de faalwijzen en het aantal patiënten voor wie dit van toepassing was. Het visuele aspect van de simulatie hielp om een goed overzicht te creëren van het proces en de relaties tussen resultaten.

Uit Figuur 25 uit de conclusie blijkt dat er geen directe vergelijking gemaakt kan worden tussen de Safer-analyse en de simulatiestudie, wat voornamelijk komt omdat de simulatiestudie alleen naar de kans en de invloed van de faalwijzen kijkt en niet naar de ernst van het optreden van een faalwijze. Toch zitten er zulke grote verschillen in de twee figuren, dat de Safer-analyse op zichzelf zeer waarschijnlijk niet tot dezelfde oplossing komt. Het is belangrijk om de kwalitatieve scores vanuit de Safer-analyse zowel te kwantificeren als de invloed hiervan te berekenen. Zo blijkt dat in het overleg van een multidisciplinair team veel sneller aannames gemaakt worden door de deelnemers van het overleg, dan op het moment dat de onderzoekers daadwerkelijk langsgaan op de afdelingen om een aantal vragen te stellen. Zo namen wij vanuit de Safer-bijeenkomsten aan dat de medicatie doorgegeven werd richting de operatiekamer en dat dit regelmatig mis ging, terwijl later bleek dat het altijd mis ging en dit een grote invloed had op de prestatie van het proces.

Verder zet de simulatiestudie alle faalwijzen in perspectief. Zo werd faalwijze 4 (medicatie onterecht preoperatief gestopt) beoordeeld met een kansscore van 2 en een ernstscore van 4, wat betekent dat het zelden voorkomt en de ernst catastrofaal is. Vanuit de simulatiestudie bleek echter dat dit eigenlijk direct ontdekt wordt door de patiënt en verpleegkundige, waardoor dit probleem zich slechts voordoet bij één geneesmiddel op één deelmoment, waarna de patiënt het zo snel mogelijk weer ontvangt. Daarom besluiten wij faalwijze 4 te controleren, zodat dit zo snel mogelijk opgelost wordt, in plaats van te elimineren, waar de Safer-analyse eerst op wees.

Deze voordelen zijn samen te vatten in de drie voordelen die de conclusie al benoemt, respectievelijk het meenemen van de invloed van faalwijzen op het proces; het inzicht over relaties tussen faalwijzen en het gebruik van kwantitatieve inputgegevens van het model.

Tegelijkertijd heeft de Safer-analyse ook veel toegevoegd aan de simulatiestudie. Zo werd hieruit duidelijk wat de opbouw van de simulatie werd, op welke manier de prestatie berekend werd in de simulatie en welke faalwijzen wij precies zouden aanpassen en meten. Daarnaast is in het eindadvies niet alleen de simulatie, maar ook de gesprekken met de medewerkers meegenomen. Daarom is bijvoorbeeld de faalwijze van het niet meenemen van thuismedicatie toch geëlimineerd, terwijl dit vanuit de simulatie niet duidelijk bleek. Hieruit blijkt dat een combinatie van deze twee methodes leidt tot de beste oplossing.

Dit onderzoek is in aangepaste vorm toepasbaar op opnameprocessen voor patiëntgroepen waarin relatief veel faalwijzen zijn. Dit is mogelijk in allerlei zorginstellingen en zowel voor opnameprocessen van grote patiëntgroepen als kleine patiëntgroepen. Wel moet de onderzoeker rekening houden met de kritische opmerkingen die wij plaatsen over de kleine set aan inputgegevens van de kleine patiëntgroep.



## BIJLAGEN

### A. STAPPEN METHODE SAFER

1. Het proces kiezen en dit afbakenen.
2. Een werkgroep samenstellen, waaronder vertegenwoordigers vanuit alle disciplines die betrokken zijn bij het proces, iemand die de Safer-methode kent en mogelijk een patiënt erbij betrekken.
3. Het hele proces beschrijven in alle verschillende processtappen.
4. Bij elke processtap alle potentiële faalwijzen benoemen.
5. Voor elke faalwijze wordt zowel de ernst als de kans beoordeeld met een score van 1 – 4 volgens Figuur 26, waarna risicoscore berekend wordt volgens ernst maal kans.

Kans op optreden	Ernst van het gevolg				
			Catastrofaal (4)	Groot (3)	Matig (2)
Regelmatig (4)	Wekelijks	16	12	8	4
Soms (3)	Maandelijks	12	9	6	3
Zelden (2)	Jaarlijks	8	6	4	2
Sporadisch (1)	<1x per jaar	4	3	2	1

Figuur 26 - risicoscore tabel

6. Vervolgens wordt bepaald of deze faalwijzen een kritiek moment zijn. Mocht de risicoscore de waarde acht of hoger zijn, dan wordt het automatisch gemarkeerd als een kritiekmoment. Voor de andere faalwijzen wordt bepaald of het disciplinaire team dit kritiek vindt of niet.
7. Vervolgens wordt er per faalwijze beschreven of het detecteerbaar en/of controleerbaar is. Het is bijvoorbeeld makkelijk detecteerbaar dat een patiënt niet aankomt bij de operatie en dit is vaak op te lossen. Als een patiënt medicatie niet heeft ontvangen, is dit soms alleen nog controleerbaar.
8. Nadat bekend is of de faalwijze kritiek, detecteerbaar en/of controleerbaar is, wordt besloten door het team of er met deze faalwijze doorgedaan moet worden.
9. Voor de faalwijzen waarvoor zojuist besloten is dat het ondernemen van de actie noodzakelijk is, de potentiële oorzaken benoemen.
10. Voor al deze relevante faalwijzen bepalen of men de oorzaak wil elimineren, controleren of accepteren.
11. Voor alle faalwijzen waarvoor besloten is of het geëlimineerd of gecontroleerd moet worden, wordt de actie beschreven die gedaan moet worden om dit te elimineren of te controleren.
12. Van deze beschreven actie wordt ook de uitkomstmaat waarmee kan worden aangetoond dat het succesvol is, genoteerd.
13. Per beschreven actie wordt een verantwoordelijk persoon aangesteld en bekeken of het management akkoord is.
14. Uiteindelijk zal er een evaluatie en eindpresentatie plaatsvinden. (ZekerZo, z.d.)

Voor al deze stappen is een Excel werkblad te gebruiken, waarin verticaal alle processtappen uitgeschreven zijn en horizontaal de verschillende fasen uit de Safer-methode.

## B. MEDEWERKERS SAFER-BIJEENKOMSTEN

Dit is vanwege privacy redenen niet openbaar gemaakt.

## C. FAALWIJZEN MET BETREKKING TOT MEDICATIE MET HOGE RISICOSCORE

Dit is vanwege privacy redenen niet openbaar gemaakt.

## D. HANDLEIDING SIMULATIEMODEL

Het simulatiemodel is geprogrammeerd in PlantSimulation versie 13 en in deze handleiding leggen wij kort uit op welke manier deze simulatie te gebruiken is. Alle percentages in deze simulatie worden weergegeven als een getal tussen 0 en 1, in plaats van 0 en 100%. Aan het eind van deze sectie geven wij in Figuur 27 een screenshot van de simulatie met toelichting.

### Input gegevens

De inputgegevens staan aangegeven in de tabellen 'MedicatiefoutenC2', 'MedicatiefoutenC4', 'MedicatieOK', 'VerblijfC4', 'ProcentC2' en 'ProcentC4'. De methode 'Nieuwepatiënt' gebruikt deze tabellen om met een empirische verdelingsfunctie de patiëntgegevens toe te wijzen. Deze tabellen zijn aanpasbaar indien gewenst. De verblijftijd op de interne geneeskunde (C2West) is aanpasbaar in de methode 'Nieuwepatiënt', waarin deze berekend wordt door middel van een bètaverdeling. Het percentage patiënten dat bijnierinsufficiënt is na de operatie kan aangepast worden door dubbel te klikken op 'Bijnierinsufficiënt', de tijd dat de patiënt op de recovery ligt door 'Tijdrecovery' aan te passen en de lengte van een tekort door 'Duurprobleem' aan te passen. Het aantal replicaties is aan de rechterkant van het model aan te passen door 'maxID' te veranderen.

### Faalwijzen

De faalwijzen zijn aanpasbaar door de percentages van de variabelen in de onderste rij aan te passen. Vergeet hierbij niet ervoor zorgen dat er niet zowel veel geneesmiddelen door worden gegeven direct naar de operatiekamer en tegelijk ook direct door naar de chirurgische afdeling. Dit is aan te passen door de variabele 'KansvanC2naarC4' te veranderen. Anders zal het model uit zichzelf stoppen. Waarden voor de faalwijzen kunnen ook automatisch ingevoerd worden door de 'Experimentmanager' helemaal rechts te gebruiken.

### Processen en methodes

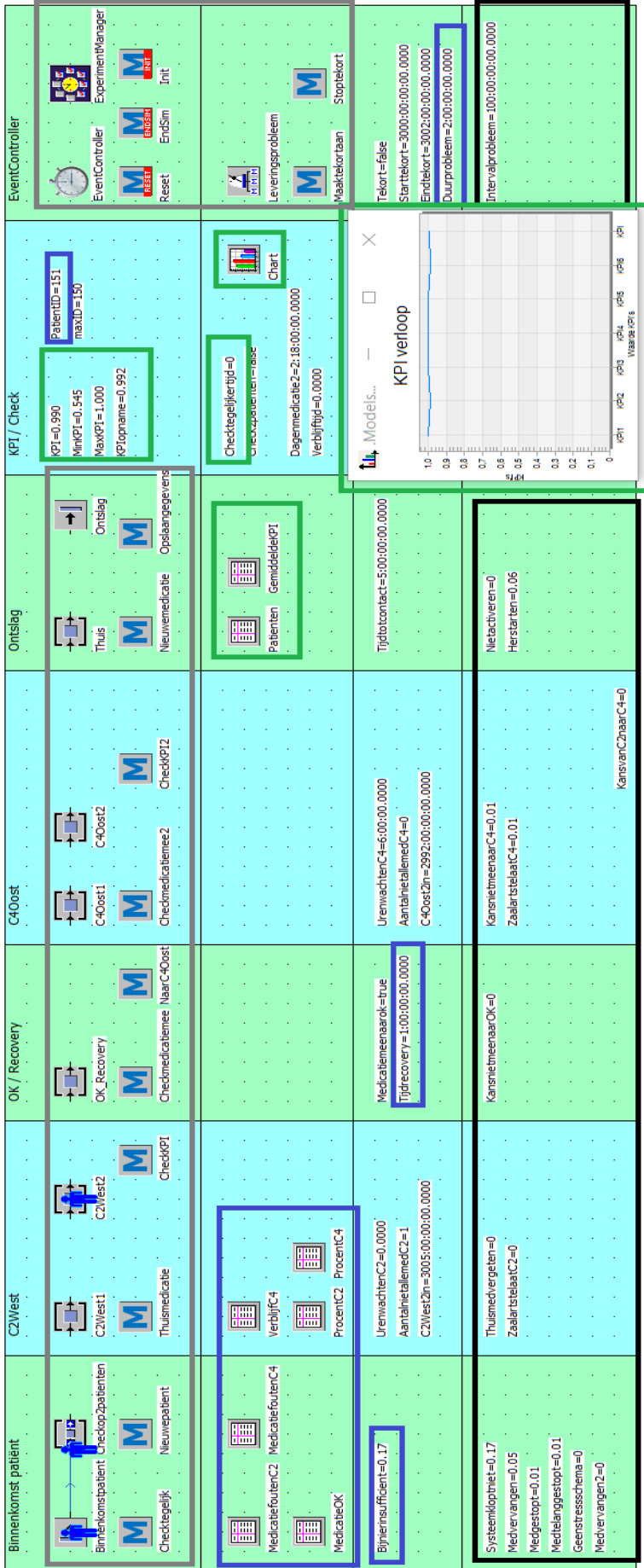
Als de patiënt binnenkomt bij 'binnenkomstpatiënt', checkt het model eerst of er nog een patiënt in het proces verblijft. Indien dit niet het geval is, dan roept het model de methode 'Nieuwepatiënt' aan, waarbij gegevens voor de patiënten worden gegenereerd. Vervolgens gaat de patiënt door naar de volgende fase, 'C2West1' en gaat aan het eind van deze fase naar de methode 'Thuismedicatie' waar de KPI van die fase berekend wordt. Dit geldt voor alle andere fasen, steeds gaat de patiënt eerst naar de fase en aan het eind naar de methode die de KPI daarover berekent. Na de OK\_Recovery en KPI-berekening daarvan gaat de patiënt eerst naar de methode 'NaarC4Oost', waar berekend wordt hoelang de patiënt op de chirurgische afdeling verblijft. Als na de fase 'Thuis' de methode 'Nieuwemedicatie' aangeroepen is, dan gaat de patiënt naar de methode 'Opslaangegevens', zodat de gegevens van de patiënt worden opgeslagen. Vervolgens gaat de patiënt met ontslag. Voor alle methodes is aangegeven waardoor ze worden opgeroepen en is met tekst de code toegelicht.

Aan de rechterkant van de simulatie kan de 'Eventcontroller' gebruikt worden om de simulatie te resetten, starten of vroegtijdig te stoppen. Daaronder staat in de methodes 'Reset', 'Endsim' en 'Init' specifieke code die de Eventcontroller uitvoert aan het begin, aan het einde of bij het resetten van een simulatie. Tenslotte is daaronder een generator geplaatst, na een variabel aantal dagen de methode 'Maaktekortaant' aanroept, zodat een leveringsprobleem start en die na 'Duurprobleem' de methode 'Stoptekort' aanroept, die dit weer stopt.

#### **Output gegevens**

In de tabellen 'Patienten' en 'GemiddeldeKPI' zijn de output gegevens van de patiënten te vinden. Daarnaast veranderen de variabelen 'KPI', 'MinKPI', 'MaxKPI' en 'KPIopname' gedurende de simulatie. Bij 'Checktegelijkertijd' is het aantal keer te zien waarbij het voorkwam dat er twee patiënten tegelijk in het proces waren, deze variabele blijft als het goed is nul.

Tenslotte kan er op het icoontje 'Chart' geklikt worden, de button 'Show chart' geeft dan vervolgens een grafiek aan die gedurende de simulatie de KPI's per fase laat zien.



Faalwijzen
Aanpasbare inputgegevens
Output gegevens
Proces en methodes

Figuur 27 - Screenshot simulatiemodel voor handleiding

## E. RESULTATEN EXPERIMENTEN

Experiment	KPI (percentage/ 100)	KPlopname (percentage/ 100)
Huidige situatie	0,90	0,89
Thuismedvergeten best	0,90	0,89
Thuismedvergeten worst	0,89	0,89
ZaalartstelaatC2 best	0,90	0,89
ZaalartstelaatC2 worst	0,90	0,89
Medtelanggestopt best	0,90	0,89
Medtelanggestopt worst	0,90	0,89
Medgestopt best	0,90	0,89
Medgestopt worst	0,89	0,88
Medvervangen best	0,90	0,89
Medvervangen worst	0,89	0,88
Intervalprobleem best	0,90	0,90
Intervalprobleem worst	0,87	0,84
Systeemkloptniet best	0,90	0,90
Systeemkloptniet worst	0,89	0,88
KansnietmeenaarOK best	0,95	0,99
KansnietmeenaarOK worst	0,90	0,89
KansnietmeenaarC4 best	0,90	0,89
KansnietmeenaarC4 worst	0,90	0,89
Medvervangen2 best	0,90	0,89
Medvervangen2 worst	0,90	0,89
ZaalartstelaatC4 best	0,90	0,89
ZaalartstelaatC4 worst	0,90	0,89
Geenstressschema best	0,90	0,89
Geenstressschema worst	0,90	0,89
Nietactiveren best	0,94	0,89
Nietactiveren worst	0,48	0,89
Herstarten best	0,90	0,89
Herstarten worst	0,82	0,89
Best	1,00	1,00
Worst	0,43	0,81

## F. FASEKPI'S PER FAALWIJZE

In Tabel 18 zijn voor alle experimenten de KPI's per fasen aangegeven. De experimenten hebben alleen invloed ten opzichte van de huidige situatie op de gekleurde cellen en de KPI's die daarbij horen.

Tabel 18 - FaseKPI's per experiment

	KPI1	KPI2	KPI3	KPI4	KPI5	KPI6
Huidige situatie	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
Thuismedvergeten best	0,98	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
Thuismedvergeten worst	0,90	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
ZaalartstelaatC2 best	1,00	0,98	0,00	0,99	1,00	0,89
ZaalartstelaatC2 worst	0,91	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
Medtelanggestopt best	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
Medtelanggestopt worst	0,96	0,99	0,00	0,94	1,00	0,89
Medgestopt best	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
Medgestopt worst	0,79	0,98	0,00	0,99	1,00	0,89
Medvervangen best	0,97	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
Medvervangen worst	0,79	0,98	0,00	0,99	1,00	0,89
Intervalprobleem best	0,96	1,00	0,00	0,99	1,00	0,89
Intervalprobleem worst	0,91	0,89	0,00	0,99	0,98	0,89
Systeemkloptniet best	0,98	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
Systeemkloptniet worst	0,80	0,98	0,00	0,99	1,00	0,89
KansnietmeenaarOK best	0,96	0,99	1,00	0,80	1,00	0,89
KansnietmeenaarOK worst	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
KansnietmeenaarC4 best	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
KansnietmeenaarC4 worst	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
Medvervangen2 best	0,96	0,99	0,00	1,00	1,00	0,89
Medvervangen2 worst	0,96	0,99	0,00	0,95	1,00	0,89
ZaalartstelaatC4 best	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
ZaalartstelaatC4 worst	0,96	0,99	0,00	1,00	1,00	0,89
Geenstressschema best	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,89
Geenstressschema worst	0,96	0,99	0,00	0,94	1,00	0,89
Nietactiveren best	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,99
Nietactiveren worst	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,00
Herstarten best	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,90
Herstarten worst	0,96	0,99	0,00	0,99	1,00	0,72
Best	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Worst	0,12	0,91	0,00	0,94	0,98	0,00

## REFERENTIELIJST

---

- Allred, C. S. (2018). Partially Correlated Uniformly Distributed Random Numbers. Geraadpleegd 30 mei 2019, van <https://medium.com/capital-one-tech/partially-correlated-uniformly-distributed-random-numbers-5ce82486b68a>
- Barnes, C. D., Quiason, J. L., Benson, C., & McGuinness, D. (1997). Success stories in simulation in health care. *Winter Simulation Conference Proceedings*, 1280–1285.
- Boron, W. F., Boulpaep, E. ., & Barrett, E. J. (2012). Pheochromocytoma. In *Medical Physiology* (Second, p. 1073).
- DeRosier, J., Stalhandske, E., Bagian, J. P., & Nudell, T. (2002). Using Health Care Failure Mode and Effect Analysis™: The VA National Center for Patient Safety's Prospective Risk Analysis System. *The Joint Commission Journal on Quality Improvement*, 28(5), 248–267. [https://doi.org/10.1016/S1070-3241\(02\)28025-6](https://doi.org/10.1016/S1070-3241(02)28025-6)
- Elberse-van Beek, E. J. M. (2018). *Thuismedicatie tijdens klinische opname of dagopname*. Utrecht. Geraadpleegd van <https://richtlijn.mijnnumc.nl/JCI/Documentatie/Paginas/Beleid-thuismedicatie.aspx>
- Faiella, G., Parand, A., Franklin, B. D., Chana, P., Cesarelli, M., Stanton, N. A., & Sevdalis, N. (2018). Expanding healthcare failure mode and effect analysis: A composite proactive risk analysis approach. *Reliability Engineering & System Safety*, 169, 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2017.08.003>
- Habraken, M. M. P., Van der Schaaf, T. W., Leistikow, I. P., & Reijnders-Thijssen, P. M. J. (2009). Prospective risk analysis of health care processes: A systematic evaluation of the use of HFMEA™ in Dutch health care. *Ergonomics*, 52(7), 809–819. <https://doi.org/10.1080/00140130802578563>
- Jacobson, S. H., Hall, S. N., & Swisher, J. R. (2006). DISCRETE-EVENT SIMULATION OF HEALTH CARE SYSTEMS. In R. W. Hall (Red.), *Patient flow: Reducing delay in healthcare delivery* (pp. 211–252).
- Law, A. M. (2015). *Simulation modeling and analysis* (5th, Inter ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Leistikow, I. P., Kessels-Habraken, M. M. P., & De Bruijn, J. A. (2009). Risicoanalyse loont de moeite. *Medisch Contact*, 64(40).
- Lu, T., Wang, S., Li, J., Lucas, P., Anderson, M., & Ross, K. (2012). A Simulation Study to Improve Performance in the Preparation and Delivery of Antineoplastic Medications at a Community Hospital. *Journal of Medical Systems*, 36(5), 3083–3089. <https://doi.org/10.1007/s10916-011-9786-y>
- Maastricht UMC+. (z.d.). Feochromocytoom | Endocrinologie. Geraadpleegd 13 maart 2019, van <https://endocrinologie.mumc.nl/feochromocytoom>
- Mes, M. (2018). *Lecture 5: experimental setup*. Enschede: University of Twente.
- Pazireh, E., Sadeghi, A. H., & Shokohyar, S. (2017). Analyzing the enhancement of production efficiency using FMEA through simulation-based optimization technique: A case study in apparel manufacturing. *Cogent Engineering*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1284373>
- Potts, H. W., Anderson, J. E., Colligan, L., Leach, P., Davis, S., & Berman, J. (2014). Assessing the validity of prospective hazard analysis methods: a comparison of two techniques. *BMC Health Services Research*, 14(1), 41. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-14-41>
- Rah, J.-E., Manger, R. P., Yock, A. D., & Kim, G.-Y. (2016). A comparison of two prospective risk analysis

- methods: Traditional FMEA and a modified healthcare FMEA. *Medical Physics*, 43(12), 6347–6353. <https://doi.org/10.1118/1.4966129>
- Robinson, S. (2014). *Simulation: the practice of model development and use* (2nd ed.). New York: Palgrave Macmillan.
- Shaqdan, K., Aran, S., Daftari Besheli, L., & Abujudeh, H. (2014). Root-Cause Analysis and Health Failure Mode and Effect Analysis: Two Leading Techniques in Health Care Quality Assessment. *Journal of the American College of Radiology*, 11(6), 572–579. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2013.10.024>
- Tsu-Ming Yeh. (2011). Preventive maintenance model with FMEA and Monte Carlo simulation for the key equipment in semiconductor foundries. *Scientific Research and Essays*, 6(26). <https://doi.org/10.5897/SRE11.884>
- UMC Utrecht. (z.d.-a). MEN2 - UMC Utrecht. Geraadpleegd 13 maart 2019, van <https://www.umcutrecht.nl/nl/Ziekenhuis/Afdelingen/Cancer-Center/Ziektebeelden,-onderzoeken-en-behandelingen/MEN2>
- UMC Utrecht. (z.d.-b). Over ons - UMC Utrecht. Geraadpleegd 13 maart 2019, van <https://www.umcutrecht.nl/nl/Over-Ons>
- UMC Utrecht. (z.d.-c). Tumoren bij MEN2 - UMC Utrecht. Geraadpleegd 13 maart 2019, van <https://www.umcutrecht.nl/nl/Ziekenhuis/Afdelingen/Cancer-Center/Ziektebeelden,-onderzoeken-en-behandelingen/MEN2/Tumoren-bij-MEN2>
- UMC Utrecht Cancer Center. (2016). *Zorgconcept UMC Utrecht Cancer Center*. Geraadpleegd van <https://www.umcutrecht.nl/nl/Ziekenhuis/Afdelingen/Cancer-Center/Zorgconcept.aspx>
- Wesselink, E. (2005). The effect of electronic prescription and electronic administration registration on the number of medication administration errors. *Pharmaceutisch Weekblad*, 140(3), 113–117.
- ZekerZo. (z.d.). Toelichting Methode SAFER | ZekerZo. Geraadpleegd 13 maart 2019, van <https://www.zekerzo.nl/opleidingen/toelichting-methode-safer/>
- Zorginstituut Nederland. (z.d.). Medicijnen (Zvw). Geraadpleegd 1 april 2019, van <https://www.zorginstituutnederland.nl/Verzekerde+zorg/m/medicijnen-zvw>