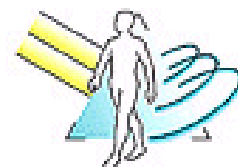


Het bepalen van de kritieke resources bij het plannen van operaties bij Medisch Spectrum Twente.

Bacheloropdracht Technische Bedrijfskunde
door Michiel Bel

UNIVERSITEIT TWENTE.



Medisch Spectrum Δ Twente

Datum en plaats:

Augustus 2011, Enschede

Auteur:

Michiel Bel

Begeleiders:

Dr. Ir. M.R.K Mes, Universiteit Twente

MSc. G.J. Apenhorst, Medisch Spectrum Twente

In opdracht van:

Medisch Spectrum Twente

Management samenvatting

De aanleiding van dit onderzoek is dat bij Medisch Spectrum Twente (MST) in Enschede het probleem speelt dat operaties uit- of afgesteld moeten worden door een gebrek aan resources. Onder resources verstaan zij alles dat benodigd is bij een operatie, van operatiekamers tot personeel en apparatuur.

Probleemaanpak

Naar aanleiding van bovenstaand probleem hebben we de volgende doelstelling geformuleerd:

Het opstellen van een methode om inzicht te krijgen in de kritiekheid¹ van resources en daarnaast aanbevelingen te doen om, gebruik makend van deze informatie over de kritiekheid van resources bij MST, de planning van operaties bij MST te verbeteren.

Uit bovenstaande doelstelling volgt de volgende kernvraag:

Hoe kan er meer inzicht verkregen worden in de vraag naar kritieke resources bij het plannen van operaties en hoe kan dit inzicht gebruikt worden bij het beter plannen van operaties?

Deze kernvraag kan opgesplitst worden in drie onafhankelijke onderzoeksvragen, namelijk

1. *Wat zijn de karakteristieken van kritieke resources bij het plannen van een operatie?*
2. *Hoe volgt uit deze karakteristieken wat de kritieke resources bij het plannen van operatie zijn bij MST?*
3. *Op welke manier kunnen deze inzichten en deze informatie gebruikt worden bij het plannen van operaties bij MST?*

Aanpak van de onderzoeksvragen één en twee

De eerste onderzoeksvraag beantwoorden we door een universeel model op te stellen dat toepasbaar is voor het bepalen van kritieke resources. Dit model bestaat uit een 'boom' met daarin zes indicatoren die in een bepaalde combinatie de kritiekheid van iedere afzonderlijke resource weergeven. Deze indicatoren zijn als volgt:

1. Percentage van spoedgevallen² dat gebruik maakt van resource x per week.
2. Percentage van electieve operaties dat gebruik maakt van resource x per week.
3. Percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad³ van resource x, groter of gelijk is aan y per week.
4. Gemiddelde geplande bezettingsgraad³ van resource x per week.

¹De mate waarin in een resource leidt tot mutaties in de planning, waarbij een mutatie een verschuiving in de planning van meer dan een uur, een wijziging in de volgorde van operaties of een wijziging van de operatiekamer is.

²Spoedgeval: hier maken wij bij het meten onderscheid tussen gevallen waarbij direct geopereerd moet worden en gevallen waarbij binnen 24 uur geopereerd moet worden, dit onderscheid hebben wij in overleg met de planners gemaakt. Dit verschil zal ook op te merken zijn als er gelet wordt op wijzigingen in de planning. Bij een spoedgeval dat direct geopereerd moet worden zal de planning waarschijnlijk meer veranderen.

³Bezettingsgraad: de bezettingsgraad wordt voor de OK's inclusief de wisseltijden berekend. Deze indicator kan gezien worden als de kans dat een resource een bepaalde bezettingsgraad heeft.

5. Gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er nog minimaal één van deze resource beschikbaar is. Deze indicator wordt gemeten op een vijf-punts schaal.
6. Gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er geen van deze resource beschikbaar is. Deze indicator wordt gemeten op een vijf-punts schaal en een onderdeel hiervan kan de leadtime zijn.

De tweede onderzoeksvraag kan met behulp van bovenstaande indicatoren beantwoord worden. Iedere resource volgt namelijk een unieke route door het model en deze indicatoren, waarbij een indicator een bepaalde maximum waarde meekrijgt voor een bepaalde route. Zo zal een resource die door veel spoedgevallen en veel electieve operaties gebruikt wordt een lagere score mogen hebben op indicator drie, dan een resource die door weinig spoedgevallen en veel electieve operaties gebruikt wordt.

Het model hebben we getest op bruikbaarheid bij MST gedurende vier weken. Om dit model goed toe te kunnen passen moeten er echter nog een aantal aspecten (beter) in het planningssysteem ingevoerd worden. Allereerst moeten de resources aan operaties gekoppeld worden in het computersysteem waarin de operatietijden aan de patiënten gekoppeld worden. Zodat het systeem bezettingsgraden van de resources kan uitrekenen, maar ook zodat het systeem ziet wanneer een resource overbezet is. Door dit te doen kan ook het resource gebruik van spoedgevallen voorspeld worden, wat noodzakelijk is voor het functioneren van het model. Voordat het model gebruikt kan worden zal het eerst een jaar lang getest moeten worden. Op deze manier kunnen de parameters uit het model nauwkeurig bepaald worden en kan beter geanalyseerd worden waarom een resource kritiek is.

Consequenties

Het model moet iedere week gerund worden om tijdens de pre-planning beter in te kunnen schatten welke resources kritiek zijn. Als dat bekend is kunnen de zowel de pre-planners als de dagcoördinatoren de kritiekheid af laten nemen door de score op de indicatoren te verminderen. Om deze scores te verminderen reiken we oplossingen en oplossingsrichtingen uit de literatuur aan, hiermee is de derde onderzoeksvraag beantwoord. Het is niet mogelijk om al kritieke resource te identificeren voordat de waarden van de parameters uit het model bekend zijn en dus is het ook niet mogelijk al duidelijke oplossingen te kunnen ontwerpen. Als het model niet toegepast wordt tijdens de pre-planning zal het bijna onmogelijk zijn om in te schatten welke resources problemen in de planning op zullen leveren.

Voorwoord

Beste lezer,

Voor u ligt het verslag van bacheloropdracht, welke als afsluiting van mijn driejarige bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde dient. Deze opdracht heb ik uitgevoerd bij Medisch Spectrum Twente, op de afdeling OK. Ik hoopte bij de start van de opdracht de kritieke resource bij het plannen van operaties te bepalen en daarnaast nog verbeteringen ten aanzien van deze resources aan te dragen. Voor deze beide onderwerpen bleken elf weken helaas te weinig te zijn. De eerste dagen heb ik me bezig gehouden met het in kaart brengen van het planningsproces dat vooraf gaat aan een operatie, wat voor mij volledig nieuw was. Daarna werd steeds duidelijker dat ik slechts een klein begin kon maken met identificeren van de kritieke resources en nog lang niet toe zou komen aan concrete oplossingen. Toch ben ik achteraf tevreden met het resultaat en denk ik dat ik een bruikbaar en duidelijk model oplever.

Ik wil verder van dit voorwoord gebruik maken om een aantal mensen te bedanken. Allereerst mijn begeleider vanuit de UT, Martijn Mes. Martijn, bedankt voor de opbouwende feedback en de duidelijke communicatie. Daarnaast wil ik ook mijn begeleider vanuit MST bedanken: Gerwen Apenhorst. Je hebt veel feedback gegeven over onderwerpen die nog niet helemaal uitgewerkt waren of stukken tekst die niet met elkaar klopten. Dit heeft me geholpen bij het duidelijker maken van en meer diepgang geven aan mijn verslag. Verder wil ik de medewerkers van MST die mij geholpen hebben bedanken voor het beantwoorden van mijn vragen en voor de mogelijkheden tot het meelopen bij hun werk. In het bijzonder wil ik Paul, Marco en Gerwen bedanken voor het afstaan van een zitplaats in het toch al drukbezochte kantoor.

Tot slot wil ik mijn vader en moeder bedanken voor de financiële bijdrage waardoor ik kan studeren en Sandra voor haar vele malen doorlezen van dit verslag.

Michiel Bel

Inhoudsopgave

Inleiding.....	8
1. Probleemidentificatie.....	9
1.1 Situatie.....	9
1.1.1 Algemene planning.....	9
1.1.2 Positie ten opzichte van literatuur.....	10
1.2 Verstoringen.....	11
1.3 Vraag.....	11
1.3.1 Probleemkluwen.....	11
1.3.2 Kernprobleem.....	11
1.4 Opzet van het onderzoek.....	14
2. Model om kritiekheid te achterhalen	15
2.1 Karakteristieken van kritieke resources.....	15
2.1.1 Indicatoren van de kritiekheid van een resource	15
2.1.2 Toepasbaarheid van indicatoren	16
2.1.3 Geldigheid van de indicatoren.....	17
2.1.4 Meten van en gebreken aan indicatoren.....	18
2.2 Model ter bepaling van de kritiekheid.....	19
3. Kritieke resources bij MST	22
3.1 Meting van indicatoren.....	22
3.2 Kritiekheid bij MST.....	23
4. Verbeterpunten ten aanzien van kritieke resources.....	26
4.1 Huidig planningsproces van resources	26
4.2 Analyse van planningsproces	27
4.2.1 Algemeen.....	27
4.2.2 Post-operatieve opvang.....	28
4.2.3 Operatiekamer planning.....	30
4.2.4 Patiënt toewijzing.....	31
4.2.5 Apparatuur bezetting	32
4.3 Ethische kanttekeningen.....	33
5. Aanbevelingen	34
5.1 Model van kritiekheid.....	34
5.2 Aanpak van kritieke resources	36
6. Conclusie	38

Bibliografie	39
Bijlagen.....	41
Bijlage A.....	41
A.1 OK-logistiek	41
A.2 flowchart OK-logistiek.....	42
A.3 flowchart planning.....	43
Bijlage B.....	44
Bijlage C.....	45
Bijlage D.....	46
D.1 Indicator 1	46
D.2 Indicator 2	47
D.3 Indicator 3	48
D.4 Indicator 4	52
D.5 Indicator 5	55
D.6 Indicator 6	55
D.7 Indicator 7	56

Inleiding

Iedere organisatie heeft met vraag en aanbod te maken. Als de vraag het aanbod overstijgt moeten er keuzes gemaakt worden welk gedeelte van de vraag wel voldaan wordt en welk gedeelte van de vraag (nog) niet voldaan wordt. Dit probleem speelt ook bij het plannen van operaties bij Medisch Spectrum Twente in Enschede. Een belangrijk deel van het plannen van operaties is het toewijzen van resources, waaronder apparatuur, operatiekamertijd en personeel aan patiënten. Oftewel, zij hebben een beperkt aantal resources (aanbod) dat door patiënten gevraagd worden (vraag). Een overgroot deel van de patiënten en hun operaties is van te voren bekend, maar een klein deel is nog niet bekend en kan op ieder willekeurig moment binnenkomen. Dit zijn de spoedgevallen en de spoedgevallen leiden er toe dat de planning gemuteerd moet worden, want resources die ingepland stonden moeten aan dit spoedgeval toegewezen worden, met als gevolg dat er operaties uit- of afgesteld moeten worden. De initiële doelstelling van dit onderzoek is dan ook:

Het verkrijgen van meer inzicht in het gebruik van resources en het toepassen van dit inzicht op de planning van operaties om het aantal uit- en afgestelde operaties te verminderen.

Dit onderzoek is behalve voor MST ook voor andere organisaties relevant, omdat bijna iedere organisatie te maken heeft met een bepaald aantal productiemiddelen en fluctuerende vraag. Het grote verschil tussen een productiebedrijf aan de ene kant en spoedservice verlenende organisaties aan de andere kant, is het moment dat de vraag naar de producten of diensten optreedt. Met dit verschil is de ingewikkeldheid van dit onderzoek weergegeven, maar ook de essentie: het verhogen van het inzicht in de kritiekheid van een resource leidt tot het kunnen verwachten van mutaties in de planning door een bepaalde resource. Het kunnen verwachten van deze mutaties leidt er toe dat op deze mutaties ingespeeld kan worden. De hier genoemde onderwerpen zullen worden uitgewerkt met behulp van de Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak van Heerkens (2008). In het vervolg van het verslag zullen we dit de ABP noemen en deze bestaat uit zeven fasen, waarvan we de laatste twee fasen niet zullen behandelen, omdat de duur van dit onderzoek (elf weken) niet voldoende is om deze stappen uit te voeren. De overige vijf fasen zijn 'probleem identificatie', 'het formuleren van een probleemaanpak', 'probleemanalyse', 'formuleren van alternatieve oplossingen' en 'beslissingen'. De eerste twee fasen zullen worden behandeld in het eerste hoofdstuk, de derde fase in het tweede en derde hoofdstuk, de vierde in het vierde hoofdstuk en de vijfde fase wordt in het vijfde hoofdstuk behandeld. Hoofdstuk zes bevat een conclusie en hoofdstuk één, twee, drie en vier worden afgesloten met een korte samenvatting van de hoofdstukken.

1. Probleemidentificatie

Het Medisch Spectrum Twente (MST) is tegen problemen aangelopen met betrekking tot de planning van spoedgevallen. Het behoeft geen uitleg dat deze spoedgevallen tussen de vooraf geplande operaties door of na de vooraf geplande operaties behandeld dienen te worden. Het huidige proces betreffende de algehele planning en de behandeling van spoedgevallen zal in de volgende paragraaf uiteengezet worden, in de daaropvolgende paragraaf wordt de complicatie bij deze situatie weergegeven en tot slot zullen door middel van een probleemkluwen de kernproblemen en –vragen worden blootgelegd. Deze aanpak zorgt voor een duidelijk en helder beeld van het proces en haar tekortkomingen. Deze methode is afkomstig van Minto (2009) en is zeer goed in te passen in de ABP (2008).

1.1 Situatie

De situatie is onder te verdelen in twee deelgebieden, die elkaar overlappen. Het eerste deelgebied is de planning van operatiekamers (OK's), patiënten, personeel, apparatuur en dergelijke. De huidige situatie bij dit deelgebied staat hieronder uitgelegd. Het tweede deelgebied is de logistieke kant (inkoop en aanwezigheid) op de OK van implantaten en instrumentarium, dit is van invloed op de planning, maar dient in dit stadium slechts voor extra diepgang en is opgenomen in bijlage A.1 OK-logistiek en een flowchart van dit proces is weergegeven in bijlage A.2. Deze logistieke kant omvat slechts de artikelen die aangekocht dienen te worden en dus geen patiënten logistiek, hoewel deze hierdoor wel wordt beïnvloed.

1.1.1 Algemene planning

De huidige planningssituatie bij MST is onder te verdelen in drie fasen, namelijk de strategische en tactische planning van operatiekamers (OK's); de operationele planning van personeel en patiënten; en de planning op de betreffende dag zelf, die aangepast kan worden door afwezigheid van personeel, spoedgevallen of vrij gekomen ruimte in de planning. Deze fasen zullen hieronder kort toegelicht worden en staan visueel afgebeeld in een flowchart in bijlage A.3. In paragraaf 4.1 wordt dieper ingegaan op de beschikbaarheid van de resources die benodigd zijn bij een operatie.

Fase 1: De eerste fase bevat het opstellen van een strategische planning en het opstellen van een tactische planning. De strategische planning richt zich uitsluitend op globale planningen, zoals de lay-out van de operatiegebieden. De tactische planning wijst vervolgens maatschappen toe aan de operatiekamers (OK's). Dit toewijzen wordt gedaan op basis van capaciteitsbenutting en – benodigdheden uit het verleden. Als een specialisme een te lage bezettingsgraad haalt op OK's zal zij in het vervolg minder OK's toegewezen krijgen. Daarnaast kan een specialisme, nadat de planning is uitgegeven, aangeven dat zij niet alle toegewezen OK's gaat benutten, hier kan bijvoorbeeld een gebrek aan personeel of een gebrek aan patiënten debet aan zijn. In dit geval kunnen de planners hier andere specialismen aan toe wijzen. Na eventuele aanpassingen zal de OK-commissie de planning goedkeuren.

Fase 2: Elk specialisme die OK's toegewezen gekregen heeft zal vervolgens teams koppelen aan deze OK's. Deze teams bevatten nog geen personen, maar wel het aantal benodigde assistenten en dergelijke. Dit kan ieder specialisme naar eigen inzicht doen, zo kan een specialisme het toewijzen direct na het goedkeuren van de tactische planning doen, maar ook vlak voor de betreffende dag. Nadat de specialismen de teams gekoppeld hebben aan de OK's, zal Bureau Opname patiënten toewijzen aan deze OK's. De dagcoördinator en de medisch manager zullen vervolgens iedere dinsdag voor de betreffende week deze planning checken, hier betreft het een check naar de

mogelijkheid tot het uitvoeren van een operatie. Hier wordt namelijk het instrumentarium, de apparatuur, enzovoort voor het eerst in ogenschouw genomen. Er moet bijvoorbeeld instrumentarium en apparatuur beschikbaar zijn. Tevens doen zij wederom een controle of de voorgestelde planning binnen de gezette tijd past. Op basis van de veranderingen die tijdens deze check aangedragen worden, wordt een nieuwe planning uitgegeven. Deze planning wordt op de donderdag voor de betreffende week definitief gemaakt. De controle wordt dus iedere week gedaan en doorgegeven aan Bureau Opname, welke de patiënten informeert over de tijd en datum van de operatie. Deze fase houdt de offline operationele planning in (Van Houdenhoven et al. 2007a).

Fase 3: Als er spoedgevallen binnenkomen wijst de dagcoördinator een OK aan voor dit geval en zorgt dat alle benodigde hulpbronnen aanwezig zijn in de betreffende OK. Daarnaast wijst de dagcoördinator personeel toe aan OK's als ander personeel afwezig is. Het kan voorkomen dat intensive care of de verkoeper geen ruimte meer heeft om de geplande patiënten op te vangen. In deze gevallen zal de dagcoördinator ook de planning moeten wijzigen. Deze fase noemt men ook de online operationele fase (Van Houdenhoven et al. 2007a).

1.1.2 Positie ten opzichte van literatuur

De situatie zoals deze in sectie 1.1.1 beschreven is, is in de literatuur al omvat door Van Houdenhoven et al. (2007a) in het 'framework for hospital planning and control'. Dit framework is weergegeven in figuur 1, met het management gebied waar dit onderzoek zich op richt, 'Reource capacity planning', omlijnt. In dit figuur zijn duidelijk de drie fases uit sectie 1.1.1 te onderscheiden: fase één komt overeen met het strategisch en tactisch level uit figuur 1, fase twee komt overeen met operational offline niveau en fase drie bevat het operational online niveau. Dit onderzoek zal zich in eerste instantie richten op de operationele niveaus (eveneens in rood omlijnt), omdat hier de belangrijkste problemen voor de patiënt aan het licht komen. Naar mate het onderzoek vordert blijkt dat ook het strategische en tactische niveau dieper onderzoek vereisen om de operationele planning te vergemakkelijken wij zullen ook deze niveaus onderzoeken.

In figuur 1 zijn slechts voorbeelden weergegeven die op de verschillende niveaus en bij de verschillende managementgebieden van toepassing zijn, zoals het toewijzen van patiënten en het proces rond spoedgevallen.

	Medical planning	Resource capacity planning	Material coordination	Financial planning	Hierarchical decomposition
Strategic	Research and treatment methods	Case mix planning, layout planning, capacity dimensioning	Supply chain and warehouse design	Agreements with insurance companies, investment plans	
Tactical	Definition of medical protocols	Allocation of time and resources to specialties, rostering	Supplier selection, tendering	Determining and allocating budgets, annual plans	
Operational offline	Diagnosis and planning of an individual treatment	Patient scheduling, workforce planning	Purchasing, determining order sizes	RNG billing	
Operational online	Diagnosing emergencies and complications	Monitoring, emergency coordination	Rush ordering,	Billing complications,	
Managerial areas					

Figuur 1 - Framework for Hospital Planning and Control (Van Houdenhoven et al., 2007a), met de scope van dit onderzoek omlijnt.

1.2 Verstoringen

Na het beschrijven van de situatie volgt, volgens de methode van Minto (2009), het weergeven van de complicatie. Bij MST is de complicatie dat door verstoringen niet de juiste resources beschikbaar zijn. Verstoringen doen zich hier voor als er spoedgevallen binnenkomen, medewerkers ziek blijken te zijn, patiënten niet operatieklaar zijn, het juiste instrumentarium niet aanwezig is, enzovoort. De complicatie doet zich voornamelijk voor in fase drie van het planningsproces (zie sectie 1.1.1). Hierbij is de complicatie die een spoedgeval met zich mee brengt het belangrijkste struikelblok, op dat moment moet er namelijk op zeer korte termijn personeel, een OK en apparatuur toegewezen worden aan de binnenkomende patiënt(en), terwijl er bijvoorbeeld van al deze resources maar een beperkt aantal aanwezig is. Als het spoedgeval behandeling met een röntgenapparaat vereist, zal er mogelijk een operatie die één van deze apparaten gebruikt afgebroken moeten worden of kan een volgende operatie waar het apparaat nodig is niet doorgaan.

1.3 Vraag

Om de in sectie 1.2 genoemde complicatie te analyseren zijn alle oorzaken weergegeven in een probleemkluwen in figuur 2, hierbij kan de top van de kluwen gezien worden als het hoofdprobleem en daaronder de oorzaken van deze problemen. Volgens de methode van Minto (2009) is het belangrijk hier de vraag 'waarom?' te blijven stellen tot hier geen antwoord meer op mogelijk is of tot de volgende stap buiten het gebied dat nog beïnvloed kan worden valt. Daarnaast staan er alleen zekere relaties in een probleemkluwen (Heerkens, 2008).

1.3.1 Probleemkluwen

In figuur 2 is de eerder genoemde probleemkluwen weergegeven. Deze probleemkluwen heeft als hoofdprobleem dat operaties worden uit- of afgesteld, wat wordt veroorzaakt door acht oorzaken. Van deze acht oorzaken betreffen er zeven een gebrek aan resources en één het onvoldoende checken van de planning. Het niet checken van de planning wordt voornamelijk veroorzaakt door haast bij spoedgevallen, maar daarnaast ook bij haast door het late tijdstip. Het gebrek aan resources wordt in vijf gevallen veroorzaakt door een gebrek in de planning, namelijk het gebrek aan apparatuur, instrumentarium, implantaten, OK-ruimte en post-operatieve opvang. De onvoorbereide patiënten kunnen verschillende oorzaken hebben, zoals een spoedgeval en slechte communicatie naar de patiënten. Personeel dat niet beschikbaar is wordt voornamelijk veroorzaakt door ziekte en krapte in het personeelsbestand.

1.3.2 Kernprobleem

Het kernprobleem is, zoals blijkt uit paragraaf 1.3.1, dat er verstoringen optreden bij het plannen van operaties door een gebrek aan resources en de planning dus moet worden herzien. Uit paragraaf 1.3.1 en de probleemkluwen komt echter nog niet duidelijk naar voren wat de meest kritieke resources zijn bij de planning en de invloed van de gebrekkige initiële planning wordt ook niet duidelijk. Door middel van informatie uit interviews hebben we de volgende definitie van kritiektheid, welke we in het verdere onderzoek aanhouden, opgesteld:

<i>De mate waarin in een resource leidt tot mutaties in de planning.</i>
--

Om beter te plannen is meer kennis over de kritieke resource vereist en MST stelt de gewenste situatie dan ook dat de kritieke resources wel bekend zijn. Gegevens als 'het aantal keer dat een resource leidt tot uitstel van een operatie' worden echter niet bijgehouden door MST en het alsnog bijhouden van deze waarden zal minimaal een jaar vergen, mede door seizoenseffecten in het aantal patiënten. Deze seizoenseffecten blijken ook duidelijk uit een onderzoek van Harper (2002).

1.3.2.1 Doelstelling

Een oplossing voor het kernprobleem uit sectie 1.3.2 vergt veel en nauwkeurig onderzoekswerk en zal nog niet tot een verbeterde planning leiden. Om toch een eerste stap te zetten naar een verbeterde planning luidt de doelstelling van dit onderzoek als volgt:

Het opstellen van een methode om inzicht te krijgen in de kritiekheid van resources en daarnaast aanbevelingen te doen om, gebruik makend van deze informatie over de kritiekheid van resources bij MST, de planning van operaties bij MST te verbeteren.

De te onderzoeken resources omvatten een breed blikveld en betreffen de operatiekamers, personeel, apparatuur, instrumentarium, post-operatieve opvang en implantaten. Patiënten kunnen bij een operatie op vele verschillende manieren gezien worden, bijvoorbeeld als resource benodigd voor een operatie, als klant of als product van een operatie. In dit onderzoek hanteren wij voor patiënt dat het een 'task' is die de eerder genoemde resources nodig heeft. Deze resources komen behalve uit eigen onderzoek ook herhaaldelijk naar voren in de literatuur, onder andere door Hamilton en Breslawski (1994), Jebali, Alouane en Ladet (2005) en Perdomo, Xie en Augusto (2009). Het inkoopproces dat door OK-logistiek wordt verzorgd en de methoden van de centrale sterilisatie afdeling zullen hier als gegeven beschouwd worden, oftewel als voorwaarde waar de planning aan moet voldoen.

1.3.2.2 Kernvraag

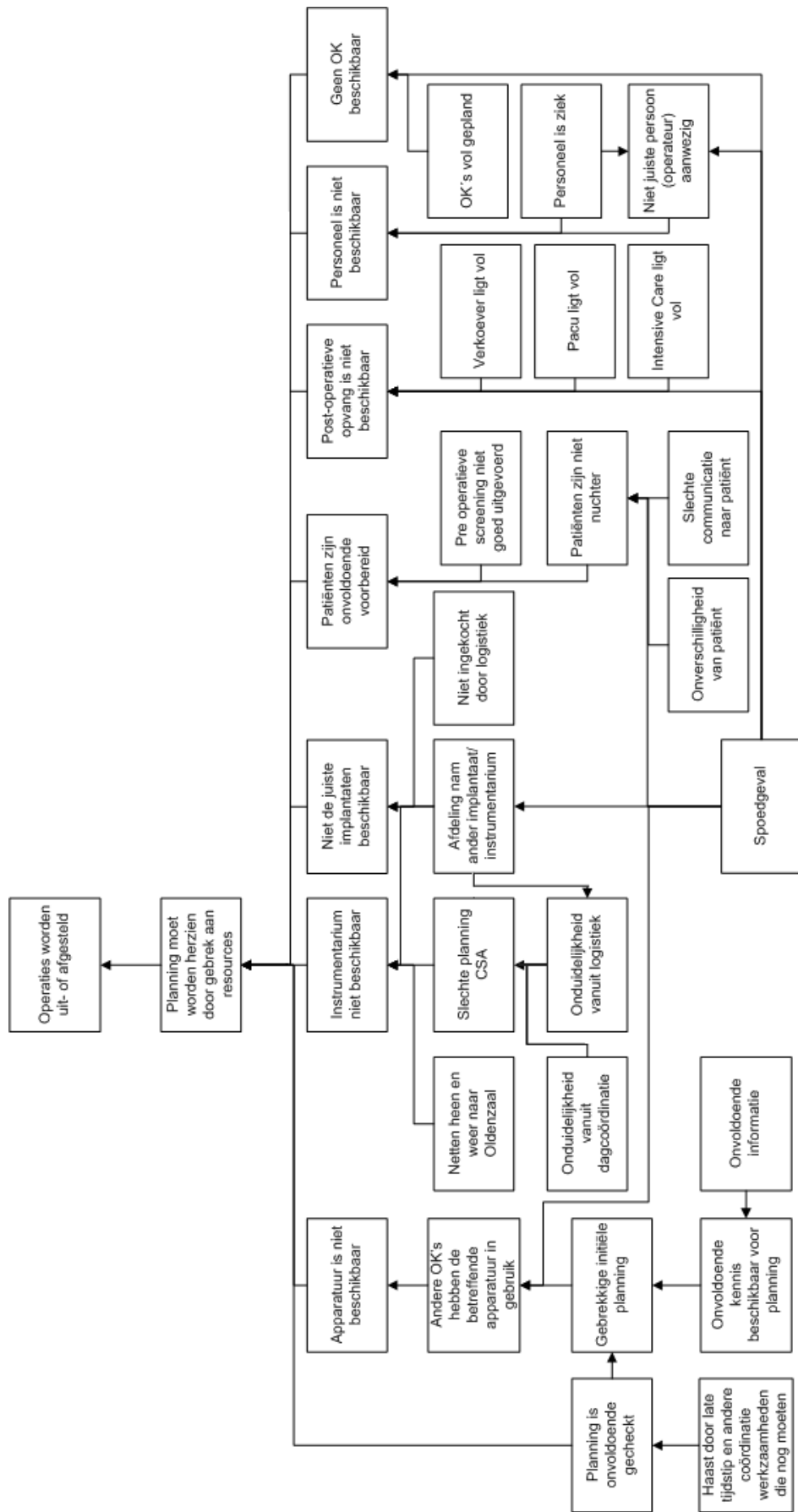
Uit bovenstaande doelstelling volgt de volgende kernvraag:

Hoe kan er meer inzicht verkregen worden in de vraag naar kritieke resources bij het plannen van operaties en hoe kan dit inzicht gebruikt worden bij het beter plannen van operaties?

Deze kernvraag kan opgesplitst worden in drie onafhankelijke onderzoeksvragen, namelijk

1. *Wat zijn de karakteristieken van kritieke resources bij het plannen van een operatie?*
2. *Hoe volgt uit deze karakteristieken wat de kritieke resources bij het plannen van operatie zijn bij MST?*
3. *Op welke manier kunnen deze inzichten en deze informatie gebruikt worden bij het plannen van operaties bij MST?*

Deze onderzoeksvragen illustreren duidelijk dat de focus van het onderzoek ligt bij de offline en online planning van operaties uit het 'framework for hospital planning and control' van Van Houdenhoven et al. (2007) uit Figuur 1.



Figuur 2 - Probleemklussen bij de planning van operaties

1.4 Opzet van het onderzoek

De onderzoeksvragen zullen behandeld worden in de volgorde waarin ze weergegeven zijn en in de opeenvolgende hoofdstukken. Onderzoeksvraag één zal het opzetten van een algemeen toepasbaar model inhouden, waarbij dit model indicatoren zal weergeven waarmee de kritiekheid van een resource bepaald kan worden. Hier nemen wij een duidelijk andere houding van het zoeken naar kritieke resources aan dan de literatuur aanneemt. De literatuur maakt namelijk vooral gebruik van interviews om achter de kritieke resources te komen. Onze redenen om voor indicatoren te kiezen komen in hoofdstuk 2 aan bod.

Onderzoeksvraag twee zal behandeld worden door het bij vraag één opgestelde model toe te passen op MST. Door de korte duur van dit onderzoek zal deze vraag geen volledig antwoord krijgen, maar een manier om het model te gebruiken zal wel aangereikt worden. Hoofdstuk 2 en hoofdstuk 3 houden de derde fase uit de ABP (2008) 'probleemanalyse' in, hier wordt namelijk geanalyseerd welke resources er daadwerkelijk leiden tot problemen bij het plannen van operaties bij MST.

De derde onderzoeksvraag draait om twee delen, namelijk wat is de huidige (planning)situatie bij MST en hoe kan deze situatie verbeterd worden. Hoofdstuk 4 zal het beantwoorden van deze onderzoeksvraag als doel hebben, wat voornamelijk door interviews en literatuuronderzoek gedaan wordt. Dit hoofdstuk is vergelijkbaar met de vierde fase van de ABP (2008), waar alternatieve oplossingen aangereikt worden om het probleem te verminderen of weg te nemen.

In het vijfde hoofdstuk zal de kernvraag beantwoordt worden met behulp van de informatie uit de eerste vier hoofdstukken. Hier bevindt het onderzoek zich in de vijfde fase, de beslissingsfase, van de APB (2008) en zal er al rekening gehouden worden met de implementatiefase.

2. Model om kritiekheid te achterhalen

De volgende stap in de Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak (2008) is de probleemanalyse. Deze analyse wordt gedaan door middel van literatuuronderzoek en interviews. Dit hoofdstuk heeft als doel de eerste onderzoeksvraag te beantwoorden, dus de karakteristieken van kritieke resources bij het plannen van een operatie te achterhalen. Daarnaast zullen we hier na gaan welke resources analyse vereisen.

2.1 Karakteristieken van kritieke resources

In deze paragraaf zullen indicatoren gegeven worden voor het bepalen van de kritiekheid van resources, tevens zal aan deze indicatoren een wegingsfactor meegegeven worden, waardoor een resource op kritiekheid gemeten kan worden. Deze indicatoren en hun waardes zullen een model opleveren waarmee nagegaan kan worden welke resources bij MST kritiek zijn en zo ook waar de eerste focus van de planning naar uit moet gaan.

2.1.1 Indicatoren van de kritiekheid van een resource

De literatuur gaat nauwelijks in op de bepaling van kritiekheid van resources. De literatuur richt zich slechts op het verhogen van de benutting van een bepaalde resource, waarvan wordt aangenomen dat deze kritiek is bij het plannen van operaties. Deze aannames worden gemaakt door analyses van interviews en eerdere artikelen, maar worden niet gedaan met behulp van indicatoren. Indicatoren vinden wij een betere methode, omdat door middel van indicatoren ook onverwachte resources naar voren kunnen komen en toekomstige resources gemakkelijker op kritiekheid gemeten kunnen worden. Waar de literatuur gebruik maakt van indicatoren gaat dit slechts om de bezetting van operatiekamers en lopen de indicatoren erg uiteen: 'aantal minuten dat een OK in gebruik is', 'de inactieve tijd van personeel ten opzichte van de totaal beschikbare OK tijd' of 'de gebruikte uren binnen het blok, gedeeld door de beschikbare uren in het blok' (Hamilton & Breslawski, 1991), 'de tijd dat een operatiekamer bezet is voor electieve- en spoedoperaties, als percentage van de tijd dat een operatiekamer beschikbaar en bemand is' (Van Houdenhoven et al., 2007b) en de afweging kan gemaakt worden of wisseltijden meegenomen moeten worden (Abouleish et al., 2003).

Om een algemeen model op te stellen om de kritiekheid van resources te meten is een bredere scope van indicatoren vereist. Een scope is vereist die niet slechts gericht is op één resource, maar die gericht is op het vergelijken van kritiekheid van meerdere resources. Indicatoren mogen geen overlap hebben en hier is deze eis van grote waarde (Heerkens, 2008), omdat bij overlap deze aspecten dubbel meetellen in de uiteindelijke score van kritiekheid. Door deze eis te combineren met de in sectie 1.3.2 door ons gestelde definitie van kritiekheid, *de mate waarin in een resource leidt tot mutaties⁴ in de planning*, komen wij tot de volgende indicatoren:

- 1 Percentage van spoedgevallen⁵ dat gebruik maakt van resource x per week.
- 2 Percentage van electieve operaties dat gebruik maakt van resource x per week.

⁴ Mutatie: Een mutatie is een verschuiving in de planning van meer dan een uur, een wijziging in de volgorde van operaties of een wijziging van de operatiekamer.

⁵ Spoedgeval: hier maken wij bij het meten onderscheid tussen gevallen waarbij direct geopereerd moet worden en gevallen waarbij binnen 24 uur geopereerd moet worden, dit onderscheid hebben wij in overleg met de planners gemaakt. Dit verschil zal ook op te merken zijn als er gelet wordt op wijzigingen in de planning. Bij een spoedgeval dat direct geopereerd moet worden zal de planning waarschijnlijk meer veranderen.

- 3 Percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad⁶ van resource x, groter of gelijk is aan y per week.
- 4 Gemiddelde geplande bezettingsgraad⁶ van resource x per week.
- 5 Gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er nog minimaal één van deze resource beschikbaar is. Deze indicator wordt gemeten op een vijf-punts schaal.
- 6 Gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er geen van deze resource beschikbaar is. Deze indicator wordt gemeten op een vijf-punts schaal en een onderdeel hiervan kan de leadtime zijn.

Naast deze zes indicatoren vinden wij dat ook 'aantal keer per week dat planning muteert door overbezetting van resource x' op zichzelf een goede indicator is van de mate waarin een resource leidt tot mutaties in de planning. In het vervolg van het verslag zullen we deze indicator 'indicator zeven' noemen. Deze indicator dient echter slechts om achteraf de juistheid van het model na te gaan, waar de eerste zes indicatoren dienen om vooraf te voorspellen wat en te voorkomen dat er kritieke resources zijn. In paragraaf 2.1.3 wordt dieper ingegaan op de geldigheid van de indicatoren en manier van meten.

2.1.2 Toepasbaarheid van indicatoren

De indicatoren zijn onder andere toepasbaar op de resources operatiekamers, personeel, post-operatieve opvang, implantaten, instrumentarium en apparatuur. Voor personeel geldt echter dat de bezettingsgraad niets zegt over de kritiekheid van deze resource, omdat personeel voor iedere operatie vereist is en personeel niet 'op voorraad' is. Personeel, uitgesplitst in operateurs en assistenten, zal om deze reden slechts op indicator zeven gemeten worden. Als uit deze indicator blijkt dat de resource personeel vaak leidt tot mutaties kan vervolgens nagegaan worden wat hier de reden van is.

Voor implantaten geldt dat het wel op voorraad ligt, maar dat het om zeer specifieke objecten gaat. Deze specifieke implantaten kunnen niet gezien worden als één resource 'implantaten' bij het berekenen van de bezettingsgraad, maar wel bij het na gaan of deze resource tot mutaties in de planning leidt. Deze specificiteit heeft er toe geleid dat wij voor deze resource slechts indicator vijf, zes en zeven zullen analyseren en als deze indicator aanduidt dat de implantaten wel degelijk kritiek zijn zullen wij in een later stadium deze resource alsnog grondig analyseren. Voor instrumentarium geldt hetzelfde als voor implantaten en ook deze zal slechts op indicator vijf, zes en zeven gemeten worden. De overige resources zullen gemeten worden op alle indicatoren.

We zullen ook de eerder genoemde task 'patiënten' meten op de indicator zeven. Deze meting heeft slechts als doel na te gaan of de patiënten zorgen voor mutaties in de planning, omdat de metingen dan volledig zullen zijn. Met volledig bedoelen we hier dat voor iedere mutatie een oorzaak gegeven kan worden. Patiënten kunnen namelijk onder andere voor mutaties zorgen doordat zij niet nuchter of te laat aanwezig zijn.

⁶Bezettingsgraad: de bezettingsgraad wordt voor de OK's inclusief de wisseltijden berekend. Deze indicator kan gezien worden als de kans dat een resource een bepaalde bezettingsgraad heeft.

2.1.3 Geldigheid van de indicatoren

Deze indicatoren zijn niet gebaseerd op literatuur, maar hebben wij op basis van ons onderzoek gecreëerd. Hier is voor gekozen, omdat in de literatuur de kritieke resources op geheel andere wijzen worden achterhaald en vaak wordt er slechts gezocht naar manieren om het beter inzetten van een resource mogelijk te maken. Dit onderzoek heeft echter het doel om een model op te stellen waarmee de kritiekheid van een resource bepaald kan worden. De indicatoren hebben wij op volledigheid en overlap gecontroleerd door de ene indicator op de volgende indicator te laten aansluiten, tot een indicator geen betrekking meer had op kritiekheid. Zo sluit bijvoorbeeld indicator vier op indicator één en twee aan en heeft deze ook betrekking op kritiekheid. Op indicator vier sluit indicator drie aan en op indicator drie sluit bijvoorbeeld ook aan welke kansverdeling de scores op indicator drie hebben. Dit laatste heeft geen betrekking meer op kritiekheid en valt buiten de indicatoren die wij gebruiken. Dit kan gezien worden als een top-down benadering, waarbij eerst de indicatoren opgesteld zijn. Vervolgens hebben wij gebruikt gemaakt van een bottom-up benadering, waarbij wij zijn nagegaan op welke manier de kritiekheid van iedere afzonderlijke resource te meten is. Op deze manier zijn wij er onder andere achter gekomen dat voor implantaten en instrumentarium niet elke indicator zinvol is. De indicatoren die overbleven hebben wij algemeen gemaakt, zodat deze voor zoveel mogelijk resources bruikbaar zijn. Tot slot hebben wij de overlap tussen beide benaderingen verwijderd.

Bij het opstellen van indicator zeven hebben wij ook overwogen hier onderscheid te maken tussen mutaties door spoedgevallen en mutaties door reguliere verstoringen, als uitloop van operaties. Dit onderscheid is echter zeer moeilijk te maken, omdat bij een spoedgeval aan het begin van de dag de planning gewijzigd moet worden. Deze wijziging heeft impact op het verdere verloop van de planning. Wanneer dit spoedgeval bijvoorbeeld ingepland wordt in de witte vlek (slack) van een operatiekamer, de ingeplande vrije ruimte om de variabiliteit op te vangen, heeft dit als gevolg dat uitloop vaak opnieuw leidt tot mutaties in de planning. Wat gebeurt er echter als dit spoedgeval de witte vlek niet gebruikt had? Zou dan de planning ook muteren? Of nog meer muteren? Om het onderzoek voldoende af te bakenen hebben wij er voor gekozen hier dit onderscheid niet te maken. Dit heeft geen grote invloed op de resultaten, omdat in een later stadium de kritieke resources nader onderzocht worden. Hier zal dan nagegaan worden of de bezetting van deze resources tot mutaties leidt door een spoedgeval of door een reguliere verstoring.

Men kan zich afvragen of de bezettingsgraad en het percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad van resource x, groter of gelijk is aan y geen overlap vertonen. Wij zijn van mening dat deze erg dicht bij elkaar liggen, maar geen overlap vertonen. Dit komt omdat de ene indicator een kansverdeling is en de andere indicator een gemiddelde bezetting over een week laat zien. In combinatie met elkaar zeggen deze indicator meer dan wanneer ze los van elkaar bekeken worden. Als indicator drie bijvoorbeeld een score geeft van 'in tien procent van de tijd is resource x 100 procent bezet' en indicator vier geeft een score van 95 procent, dan is de resource meer kritiek dan wanneer de bezettingsgraad 60 procent zou zijn. In het eerste geval is het namelijk moeilijk om eventuele uitloop van operaties op te vangen, omdat ook dan de kans groot is dat de resource bezet is. In het tweede geval is deze kans kleiner en zal deze eventuele uitloop makkelijker op te vangen zijn. Slechts het tonen van indicator drie geeft hier dus te weinig informatie en het tonen van alleen indicator vier geeft te weinig informatie omdat de bezettingsgraad vaak sterk varieert, zoals is weergegeven in bijlage D.4.

2.1.4 Meten van en gebreken aan indicatoren

De door ons gekozen indicatoren dekken niet de volledige kritiekheid. Zo kan het voorkomen dat deze indicatoren een resource als kritiek bestempelen terwijl deze dat niet is en vice versa. De oorzaak hiervan is dat we de lijst indicatoren kort en zonder overlap hebben gehouden, wat de bruikbaarheid en de duidelijk ten goede komt. Wij zijn van mening dat deze indicatoren het overgrote deel van de kritiekheid dekken, maar iedere indicator heeft zijn beperkingen waar men zich in eventueel vervolgonderzoek op kan richten. Per indicator zal worden uitgelegd hoe deze gemeten kan worden en wat de beperkingen van deze indicator zijn, zowel op het gebied van meten als op het gebied van inhoudelijke validiteit, wat in het geval van dit onderzoek inhoudt dat een indicator wel daadwerkelijk bijdraagt aan het aanduiden van kritiekheid (Cooper & Schindler, 2011).

Percentage van spoedgevallen dat gebruik maakt van resource x per week.

Dit percentage is op twee manier te meten. Namelijk door bij te houden welke spoedgevallen er binnenkomen en welke resources zij nodig hebben, of door de uitgevoerde spoedgevallen uit het systeem te halen en hier de resources aan te koppelen. Een nadeel van de eerste methode is dat er ontzettend veel tijd overheen gaat voordat het voorspellen van soorten spoedgevallen mogelijk is. Dit is bij de tweede vorm van meten wel mogelijk als men een paar jaar aan spoedgevallen en resources uit het systeem haalt. Op deze manier is het voorspellen van aantal spoedgevallen per periode (seizoenseffecten) mogelijk en zo ook het percentage van het aantal spoedgevallen dat gebruik maakt van resource x per week. Wij hebben er hier voor gekozen geen onderscheid te maken tussen spoedgevallen die per direct uitgevoerd moeten worden en spoedgevallen die binnen 24 uur uitgevoerd moeten worden. Deze laatste zal een resource minder kritiek maken, omdat dan gewacht kan worden tot bepaalde apparatuur aanwezig is. Toch zal er altijd een operatie uit- of afgesteld moeten worden door ook deze spoedgevallen en hebben wij er voor gekozen om beide vormen van spoedgevallen samen te nemen, maar dit tast de mate kritiekheid uiteraard in aan.

Percentage van electieve operaties dat gebruik maakt van resource x per week.

Deze indicator kan gemeten worden vanaf het moment dat de operaties ingepland zijn. Uiteraard zullen hier nog wijzigingen in optreden, onder andere doordat de indicatoren aan zullen geven dat een resource kritiek is. Het is dan ook nodig om deze indicator regelmatig opnieuw te berekenen. Hier ligt ook de beperking van deze indicator: het is een erg veranderlijke indicator.

Percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad van resource x, groter of gelijk is aan y per week.

Deze indicator valt samen met de voorgaande indicator en zal dan ook veranderen met iedere wijziging die gedaan wordt. Hier kan overwogen worden of de bezettingsgraad per week, dag of uur bepaald wordt en welke waarde y aanneemt. Hier liggen overigens geen beperkingen van de indicator maar juist mogelijkheden. Het is namelijk mogelijk om deze zo aan te passen dat deze indicator gradaties van kritiekheid aangeeft. Hij kan namelijk bij een resource die door veel spoedgevallen gebruikt wordt een y van 90 procent kiezen en voor een resource die zelden door een spoedgeval gebruikt wordt een y van 100 procent kiezen.

Gemiddelde geplande bezettingsgraad van resource x per week.

Deze indicator laat in combinatie met indicator drie veel zien over de bezetting, maar zonder indicator drie is dit een erg zwakke indicator, omdat de bezettingsgraden sterk variëren. Tevens hoeft een hoge bezettingsgraad in combinatie met weinig variantie in de te voorspellen vraag nog niet tot mutaties te leiden, wat wederom de zwakte van deze indicator op zichzelf weergeeft. De bezettingsgraad wordt op dezelfde manier berekend als indicator drie en zal samenhangen met indicator twee. Indicator twee laat zien welk percentage van het totaal aantal operaties resource x gebruikt en deze indicator laat zien welk percentage van de tijd een resource bezet is. Uit deze indicatoren samen is dus af te leiden of er veel kleine of een paar grote operaties gedaan worden en dus of er veel of weinig inbreukmomenten (momenten dat een resource vrij komt van een operatie en dus beschikbaar is voor een eventueel spoedgeval) zijn.

Gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er nog minimaal één van deze resource beschikbaar is en gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er geen van deze resource beschikbaar is.

Deze indicatoren kunnen gemeten worden door aan planners en kenners te vragen per resource op een schaal aan te geven hoe gemakkelijk het is om deze in te zetten. Vervolgens kunnen deze schalen vergeleken worden en waar nodig om uitleg van de keuze gevraagd worden. Deze indicator heeft als beperking dat invuller A andere dingen meeneemt in zijn keuze (bijvoorbeeld het lenen van apparatuur van een ander ziekenhuis) dan invuller B. Dit is aan te pakken door iedere invuller zijn keuzes te laten uitleggen, zodat je de keuzes kunt afbakenen en uitbreiden met nieuwe ideeën. Verder kan er in sommige gevallen gebruik worden gemaakt van noodresources voor een spoedgeval, maar als er een tweede spoedgeval binnen komt kan dit niet altijd. Bij het analyseren van de uitkomsten uit de indicatoren moet hier rekening mee worden gehouden.

Aantal keer per week dat de planning muteert door overbezetting van resource x.

Deze indicator dient om te kunnen controleren of de voorgaande indicatoren ook de juiste resources als kritiek bestempelen. Hier is enige afwijking mogelijk, omdat deze indicator een heel grote beperking heeft. Het is namelijk moeilijk na te gaan welke resource tot afstel van een operatie geleid heeft als in de ochtend een operatie uitgesteld wordt, waardoor deze verplaatst moet worden naar een moment waar een tweede resource dan overbezet is. Het meten van deze indicator moet handmatig gedaan moeten worden en is dus afhankelijk van de mening en gedachten van iedere afzonderlijke meter, wat tegen te gaan is door één meter te gebruiken. Om deze resource te meten hebben wij een formulier opgesteld, waarop de dagcoördinatoren kunnen bijhouden welke resources tot mutaties leiden, deze is in bijlage C weergegeven met uitleg.

2.2 Model ter bepaling van de kritiekheid

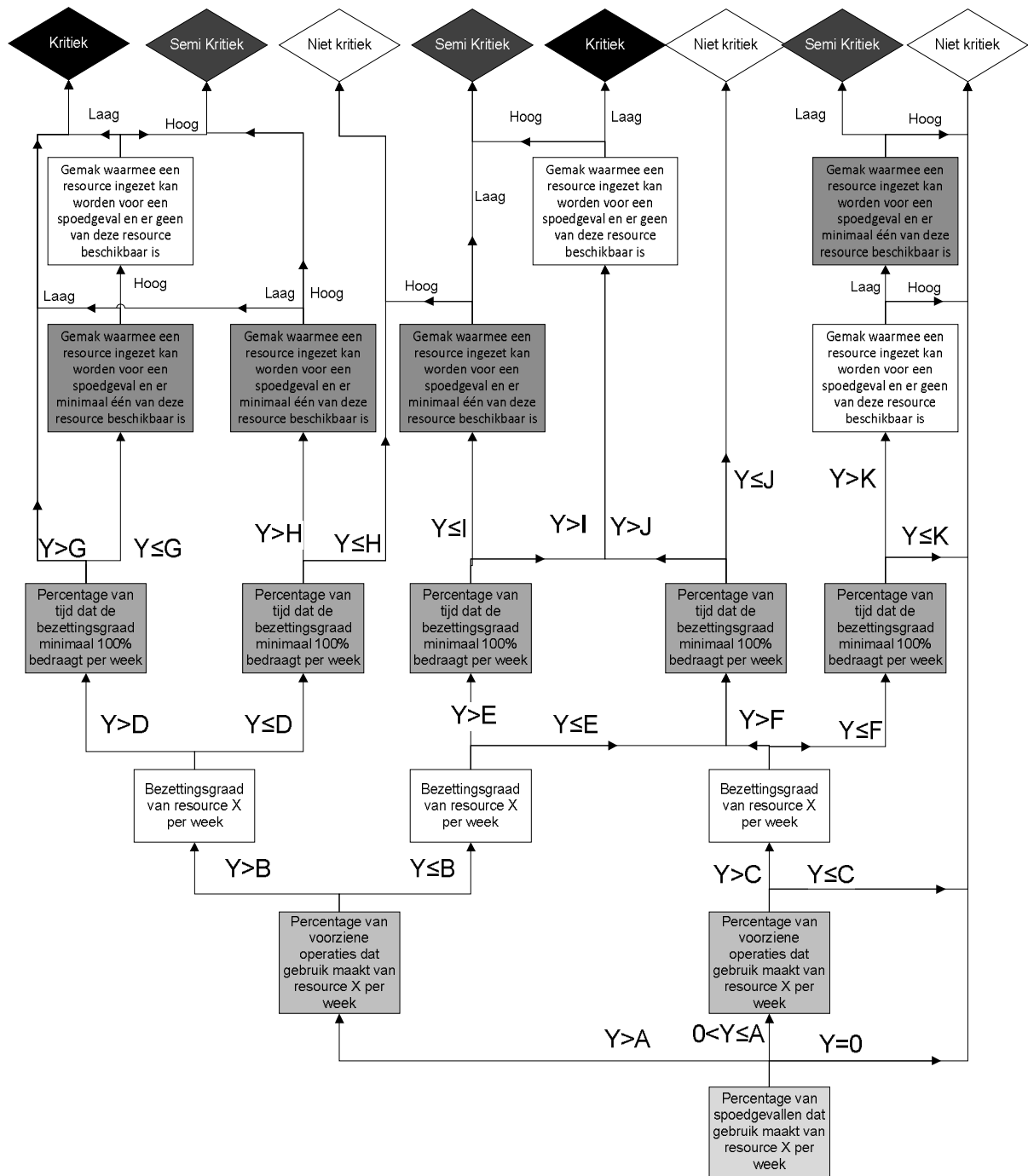
Uit paragraaf 2.1.4 blijkt dat de verschillende combinaties van scores op de indicatoren leidt tot verschillende resultaten. Een voorbeeld hiervan is dat een hoge bezettingsgraad voor een resource geen probleem is als spoedgevallen geen gebruik maken van deze resource en operaties niet uitlopen, maar als wel veel spoedgevallen deze resource willen gebruiken kan een hoge bezettingsgraad ertoe leiden dat er operaties uitgesteld moeten worden.

Uit het voorgaande voorbeeld blijkt duidelijk dat een resource pas kritiek is bij een bepaalde score op een unieke combinatie van indicatoren. Deze reden heeft ons er toe aangezet om een 'beslisboom' op te stellen om de kritiekheid van een resource te bepalen. Deze is weergegeven in figuur 3. Voor iedere resource geldt een andere route door de boom heen en deze route kan per seizoen verschillen. Een beeldversterker (BV) is ten tijde van gladheid bijvoorbeeld vaker benodigd bij spoedgevallen dan in het voorjaar.

In het model zijn ook een aantal parameters opgenomen (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J en K) welke een waarde mee krijgen, waarbij de planner zich af moet vragen welke score nog wel aanvaardbaar is en bij welke score een resource kritiek is. Deze parameter zal per resource verschillen, omdat een resource waar maar één exemplaar van aanwezig is een bezettingsgraad van 50 procent inhoudt dat hij de helft van de tijd volledig bezet is, terwijl bij een resource waar er elf van aanwezig zijn een bezettingsgraad van 50 procent aanzienlijk minder zegt over de spreiding van de waarden. De score van op de indicatoren hebben we in het model Y genoemd en worden in het model vergeleken met de parameters.

Het model bevat een duidelijke opbouw van indicatoren. Wij hebben er voor gekozen eerst het percentage van spoedgevallen dat gebruik maakt van resource x te nemen om een eerste indicatie van kritiekheid te geven. Deze indicatie geeft namelijk aan in welke mate de geplande operaties resource x mogen bevatten om niet kritiek te zijn. Als we hier voor een andere volgorde kiezen, zal het model onnodig uitgebreid worden en zal het onnodig veel werk zijn om de oorzaak van kritiekheid te achterhalen. Dan zouden namelijk eerst indicator twee, drie en/of vier in ogenschouw genomen worden, om vervolgens de spoedgevallen mee te nemen. Nu kan het voorkomen dat een resource hoog scoort op indicator twee, drie en vier en dan als uitkomst geven dat hij niet kritiek is doordat spoedgevallen geen gebruik maken van deze resource. Hiermee wordt het model dus onnodig complex. Uiteindelijk dienen indicator vijf en zes om na te gaan of het druk bezet zijn van een resource wel een probleem is. De volgorde van deze twee indicatoren maakt niet uit voor de toepasbaarheid van het model.

Bij het model in de huidige vorm wordt een resource die niet voor spoedgevallen gebruikt wordt, altijd als niet kritiek aangeduid door het model. Toch kan zo een resource wel tot mutaties leiden. Bijvoorbeeld bij een operatie waarvan de geplande duur één uur is en die gebruik maakt van een KNO-microscoop. Deze microscoop is een uur na aanvang van deze operatie bij een nieuwe operatie gepland, waardoor uitloop van de eerste operatie tot mutaties in de planning leidt. Deze mutaties zijn een gevolg van het niet beschikbaar zijn van de KNO-microscoop. Wij hebben dit niet meegenomen in het model, omdat wij vinden dat een oorzaak hiervan niet bij de KNO-microscoop ligt, maar bij de uitloop van de operatie. Hoe wij hier mee om gaan wordt in hoofdstuk 5 uitgelegd.



Figuur 3 - Model van kritiekheid

3. Kritieke resources bij MST

Dit hoofdstuk richt zich op het beantwoorden van de tweede onderzoeksvraag: *Hoe volgt uit deze karakteristieken wat de kritieke resources bij het plannen van operaties zijn bij MST?* Deze onderzoeksvraag zal in twee stappen beantwoord worden, in paragraaf 3.1 zullen de metingen van de indicatoren uit paragraaf 2.1.1 uiteengezet worden en in paragraaf 3.2 zullen de resources duidelijk op kritiekheid gescoord worden door gebruik te maken van het model in figuur 3.

3.1 Meting van indicatoren

Om de bruikbaarheid van de indicatoren te testen en een indicatie te krijgen van de kritieke resources hebben wij voor een aantal resources metingen verricht gedurende vier weken, omdat de tactische planning per vier weken loopt. Dit houdt in dat iedere vier weken in grote lijnen dezelfde toewijzing van specialismen aan OK's terugkeert. Een indeling van specialismen in de weken 19 tot en met 23 is afgebeeld in bijlage B. De metingen zijn gedaan van maandag tot vrijdag, waarbij een dag van 8:00 tot 16:00 (plus de uitloop van reeds gestarte operaties) liep. Wij denken dat de bruikbaarheid in deze vier weken voldoende getest is, omdat in deze periode de verschillende specialismen met hun soorten operaties allemaal aan bod zijn gekomen. In bijlage C is het door ons opgestelde formulier waarop de metingen zijn ingevoerd afgebeeld. Dit formulier is zo kort mogelijk gehouden, zodat de planners een overzichtelijk formulier kregen welke zij snel en gemakkelijk in konden vullen. Naast dat deze lijst kort is, bevat hij wel alle informatie die nodig is om de waarden van indicator één en zeven te achterhalen en is het zeer eenvoudig leesbaar opgezet en dus een zeer bruikbare lijst. Deze opzet verkleint de kans op invul- en interpretatiefouten.

Daarnaast hebben we de geplande en de werkelijke bezettingsgraad gemeten. De werkelijke bezettingsgraad is gemeten na afloop van de betreffende week. Deze berekening vond plaats met behulp van gegevens uit het systeem waarin de operatietijden ingevuld worden, ook hebben we de geplande bezettingsgraden uit het systeem berekend door na te gaan hoe de planning er om 8:00 uitzag. Naast de mogelijkheid tot het berekenen van de bezettingsgraad zorgen deze gegevens er voor dat de lijsten uit bijlage C gevalideerd konden worden. Wij hebben de gegevens bewerkt in Excel en hebben steekproeven genomen om te controleren of het aantal mutaties dat ingevuld werd op de lijsten overeen kwam met wat er in het systeem ingevoerd is om de validiteit van de metingen na te gaan. De validiteit wordt door Shadish, Cook en Campbell (2002) beschreven als de mate waarin de metingen ook daadwerkelijk de werkelijke waarden zijn. Uit het systeem waren de redenen van deze mutaties niet te halen en hiervoor dienden wij af te gaan op de betrouwbaarheid van de lijsten. De betrouwbaarheid houdt de mate van onsystematische meetfouten in, oftewel of de meting iedere keer dat de meting opnieuw gedaan wordt, een andere waarde oplevert (Cooper en Schindler, 2011). Door de hiervoor genoemde bruikbaarheid van de lijsten zal de betrouwbaarheid niet aangetast worden. Mogelijk wel door de ongeïnteresseerdheid van de planners die de gegevens bij moesten houden en dus uit gemakzucht een resource minder aanvinken. Om dit te voorkomen hebben wij een begeleidende brief bij de lijsten gevoegd met de redenen van ons onderzoek en zijn wij eens per dag tot eens per twee dagen de ingevulde gegevens op komen halen. In bijlage D zijn de scores op de indicatoren ten tijde van de weken 19, 20, 21, 22 en 23 weergegeven. Uit de analyse van de metingen bleek dat de planners een ander aantal gecancelde operaties opgaven dan bleek uit de gegevens in het systeem, dit heeft te maken met het feit dat de werkdag van de planners begon om 8:00 en stopte om 16:00, maar voor en na die tijd worden er wel mutaties gedaan in de planning. De metingen uit het systeem begonnen echter om 8:00, omdat dat het moment is waarop de

electieve operaties beginnen. Dit soort kleine fouten in de metingen hebben geen invloed op de waarden van de metingen, omdat het hier niet om operaties gaat die gecancelled worden vanwege gebrek aan resources.

Voor indicator drie hanteren wij een y van 100%, dus wij gebruiken de indicator 'percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad van resource x , groter of gelijk is aan 100 procent per week'. Wij kiezen hier voor 100 procent, omdat op dat moment de resource tot grote problemen zal leiden bij het uitstellen van operaties. Het komt er uiteraard op neer dat door hier 100 procent te kiezen, de parameters ook zullen aanpassen aan deze waarde. De uitleg over het kiezen van de parameters komt naar voren in paragraaf 3.2.

De metingen van indicator vijf en zes zijn gebaseerd op interviews met belanghebbenden, de metingen van deze indicatoren zullen een lage betrouwbaarheid hebben, omdat het hier om momentopnamen van verschillende personen gaat die op een ander moment een andere waarde kunnen geven. Om de betrouwbaarheid zo hoog mogelijk te krijgen moet iedere belanghebbende worden geïdentificeerd en de lijst invullen.

3.2 Kritiekheid bij MST

De korte duur van de metingen die wij uitgevoerd hebben leidt er toe dat de metingen niet representatief zijn voor het gehele jaar en dat de externe validiteit dus laag is (Shadish, Cook en Campbell, 2002). Niet alleen dit verkleint de externe validiteit, tevens verkleinen de seizoenseffecten de externe validiteit en maakt het onmogelijk om metingen uit een periode, naar de metingen uit een andere periode te extrapoleren. In paragraaf 3.1 hebben we al aangegeven dat de metingen die wij uitgevoerd hebben slechts dienden om de bruikbaarheid van het model uit figuur 3 te testen. De resources die wij gemeten hebben, de scores op de indicatoren, de waarden van de parameters en hun kritiekheid volgens ons model staan weergegeven in tabel 1 en zijn afgeleid uit de gegevens in bijlage D.1, D.2, D.3, D.4, D.5 en D.6. In de laatste kolom van tabel 1 is af te lezen dat geen van de gemeten resource in de betreffende weken kritiek was. Deze maten van kritiekheid hebben we afgeleid uit interviews met de dagcoördinatoren en de planners, welke aangaven dat er in andere weken meer mutaties zijn. De verschillen in kritiekheid tussen de resources hebben we vervolgens uit de metingen op indicator zeven bepaald en zijn weergegeven in bijlage D.7. Als indicator zeven een jaar lang gemeten is zal duidelijk naar voren komen welke resources als kritiek bestempeld kunnen worden, omdat de seizoenseffecten jaarlijks terugkeren. Hier moet er echter wel rekening gehouden worden met verschillende weertypen, zo kan de ene winter meer gladheid met zich meebrengen dan de andere winter.

De waarden van de parameters in het model hebben we bepaald door middel van kalibreren. Hiermee bedoelen we dat we uit interviews en de indicator 'aantal keer per week dat planning muteert door overbezetting van resource x ', de kritiekheid van de resources bepalen en vervolgens het model in de verkeerde richting doorlopen om na te gaan welke waarden de parameters aan moeten nemen. Deze methode is niet gewenst, maar kan wel gebruikt worden om de bruikbaarheid van het model te testen. Op deze manier zijn wij uitgekomen op de waarden van de parameters welke weergegeven zijn tabel 1. Een voorbeeld van kalibreren voor de BV's zal nu kort worden beschreven.

Resource		Waarde van										Mate van Kritiekheid	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		K
OK	s	10	52,8	58,7	70	70	90	20	20	50	20	70	Niet
	p	100	100	100	68,5	68,5	68,5	8	8	8	8	8	
BV	s	10	9,6	11	70	70	90	20	20	50	20	70	Semi
	p	18	9,8	9,8	46,6	46,6	46,6	24	24	24	24	24	
Scopietorens	s	10	24	26,7	70	70	90	20	20	50	20	70	Niet
	p	8	23,9	23,9	30,25	30,25	30,25	5	5	5	5	5	
Neuro microscopen	s	10	9,6	11	70	70	90	20	20	50	20	70	Niet
	p	0	5,15	5,15	34,26	34,26	34,26	11	11	11	11	11	
KNO microscop	s	5	4,8	5,33	70	70	90	20	20	50	20	70	Niet
	p	2	1,72	1,72	13,58	13,58	13,58	14	14	14	14	14	
Plastische microscop	s	5	4,8	5,33	70	70	90	20	20	50	20	70	Niet
	p	2	0,12	0,12	4,94	4,94	4,94	5	5	5	5	5	

Tabel 1 - Mate van kritiekheid per resource in periode van 11 mei tot en met 8 juli. A heeft betrekking op het percentage spoedgevallen. B en C op het percentage electieve operaties. D, E en F op de gemiddelde bezettingsgraad en G, H, I, J en K op het percentage van de tijd dat de bezettingsgraad 100 procent bedraagt. S staat voor score en P voor parameter.

De BV moet volgens de interviews en de metingen 'semi-kritiek' zijn. Hier zijn drie blokken van in het model, maar om op de rechter twee betreffende blokken uit te komen moet indicator vijf laag of indicator zes hoog scoren, dus blijft het linker blok over. Dit linker blok kan via twee pijlen bereikt worden, waarvan één van de twee vereist dat indicator zes laag scoort en dus valt ook deze pijl af en blijft er één pijl naar 'semi-kritiek' over. Nu zijn we op het punt gekomen dat 24 groter moet zijn dan H ($Y > H$). In paragraaf 2.1.4 hebben we al aangegeven dat indicator twee, drie en vier sterke samenhang hebben en hier moeten we dus alle drie de parameters (H, D en B) tegelijk een waarde geven en A al meenemen. A geeft het percentage spoedgevallen dat een BV gebruikt aan en omdat de linker route gevolgd moet worden moet A kleiner zijn dan 18.

Voor de bepaling van B is een simpele rekensom te gebruiken. Er zijn gemiddeld ongeveer 55 operaties per dag, waarvan iedere dag acht uur telt en er iedere dag tien OK's in gebruik en twee BV's beschikbaar zijn. Dit houdt in dat er gemiddeld 1,5 uur over een operatie gedaan wordt en er twee OK's een dag lang van een BV electief kunnen worden, dus kunnen er $10,66 (= 2 \frac{8}{1,5})$ operaties per dag gedaan worden met een BV. Er worden veel spoedgevallen met een BV gedaan (omdat $18 > A$) en als er dan 10,66 electieve operaties per dag met een BV gepland worden, houdt dit in dat er weinig ruimte over blijft voor een spoedgeval. Dit is uiteraard mits de bezettingsgraad niet laag is, want dat zou inhouden dat er 10,66 kleine operaties gedaan worden en dat er voldoende BV's beschikbaar zijn. Wij kiezen er hier voor om tien procent ruimte te reserveren voor spoedgevallen en stellen A op tien procent en B dus op 9,6 ($= 10,66 - 10,66 * 0,1$). Deze waarden zijn de nog toelaatbare waarden om niet kritiek te zijn als resource, uiteraard in combinatie met de andere parameters.

De bezettingsgraad van de BV's is 46 procent en het percentage van de tijd dat de BV 100 procent bedraagt is 24, wat inhoudt dat de bezetting erg varieert. Wij kiezen er dat de BV niet kritiek is als de BV 70 procent bezet is (D) en twintig procent van de tijd 100 procent bezet is (H), mits deze voldoet aan de gegeven waarden voor A en B. Hier is de combinatie van $A=10$, $B=9,6$ en $D=70$ van grote invloed op de bepaling van H.

Het bovenstaande voorbeeld om de waarden van de parameters te bepalen bevat in het kort de volgende stappen:

1. Analyseer met behulp van indicator zeven of de resource kritiek, semi-kritiek of niet kritiek is.
2. Neem de scores op indicator vijf en zes en ga na welke paden nog in aanmerking komen.
3. Bepaal nu zowel de parameters behorende bij indicator één, twee, drie als vier om op het gewenste pad uit te komen. Deze parameters zullen samenhangen en moeten dus tegelijk in ogenschouw genomen worden. Toch zal parameter A van indicator één waarschijnlijk als eerst duidelijk worden.
4. Bepaal nu de waarden van de overige parameters (de parameters die horen bij een ander pad) door na te gaan hoeveel hoger de al bepaalde parameters mogen zijn zonder dat het pad verandert.

Het feit dat wij slechts zes resources op het model getest hebben houdt niet in dat het model niet op andere resources als personeel en instrumentarium toegepast kan worden. Wij hebben dit niet gedaan, omdat het model op deze resources op dezelfde wijze wordt toegepast als op de wel onderzochte resources. Voor personeel is het uiteraard belangrijk onderscheid te maken tussen de verschillende soorten operateurs en assistenten, maar bijvoorbeeld ook voor de score op indicator vijf en zes hoe gemakkelijk het is om iemand van een andere taak af te halen om als assistent te ondersteunen bij een operatie.

4. Verbeterpunten ten aanzien van kritieke resources

In dit hoofdstuk worden de processen van en werkwijzen met de kritieke resources kort behandeld. Dit gebeurt in twee stappen, in paragraaf 4.1 wordt een korte beschrijving van het plannen van de resources gegeven en vervolgens worden in paragraaf 4.2 de planningsprocessen van de resources geanalyseerd worden met behulp van literatuur en eigen inzichten. In paragraaf 4.3 worden nog enkele ethische kanttekening plaatsen. Dit hoofdstuk valt samen met de vierde fase van de ABP van Heerkens (2008), welke daar 'het formuleren van alternatieve oplossingen' genoemd wordt. Deze fase van de ABP komt overeen met de derde onderzoeksvraag uit paragraaf 1.3.2.2, welke als volgt is: *Op welke manier kunnen deze inzichten en deze informatie gebruikt worden bij het plannen van operaties bij MST?*

4.1 Huidig planningsproces van resources

In deze paragraaf zullen we kort de manier en momenten van het plannen van de resources weergeven. Het plannen van de patiënten is weergegeven in bijlage A.3 en hier haken we bij het uitleggen van het planningsproces van de resources op in. De patiënten kunnen gezien worden als vragers van de resources, waardoor tijdens het plannen van patiënten de resources in beeld komen. In fase één uit bijlage A.3 is te zien dat de tactische planners OK-ruimte toewijzen aan de maatschappen, waarna de maatschappen dit accepteren of afstoten. Hier wordt dus al de resource 'OK-ruimte' ingepland, waarna de patiënten en het personeel hieraan gekoppeld worden. Bij het inplannen van de patiënten (en de operaties) wordt rekening gehouden met de spreiding van de momenten waarop een OK vrijkomt, zodat het aantal inbreukmomenten gemaximaliseerd wordt. Hier is een nadeel dat de toewijzing van patiënten aan OK's door ieder maatschap afzonderlijk gedaan wordt en het aantal dagen dat dit voor de betreffende dag gebeurt verschilt daardoor ook. Zo plant KNO enkele weken van te voren patiënten in en plant neurochirurgie zo laat mogelijk van te voren patiënten in, om eventuele spoedgevallen op het laatste moment toe te kunnen wijzen. Als de patiënten (en dus de operaties) ingepland worden, wordt de planning op haalbaarheid gecheckt door de dagcoördinatoren. Deze check houdt onder andere in dat nagegaan wordt of de apparatuur niet overbezet is en moet handmatig gedaan worden, omdat deze gegevens niet in de computersystemen van het ziekenhuis opgenomen zijn. Als dit het geval is wordt de planning gewijzigd en na nieuwe aanmerkingen definitief gemaakt. De eerste check wordt op de dinsdag voor de betreffende week gedaan en op de donderdag voor die week wordt de planning definitief. Ook bij de apparatuur wordt rekening gehouden met het maximaliseren van het aantal inbreukmomenten. Met de post-operatieve opvang wordt pas op de dag van de operatie rekening gehouden, omdat dan pas bekend is hoe vol deze nog liggen. Uiteraard wordt er zo gepland dat niet de hele dag IC behoeftige patiënten ingepland worden. Op de dag zelf kunnen dus nog verschuivingen optreden door de overbezetting van de IC of de PACU. Voor de verkoeper komt dit niet voor. Bij de planning wordt weinig rekening gehouden met het instrumentarium, omdat hier veel van aanwezig is en voor spoedgevallen zijn er aparte spoednetten met instrumentarium aanwezig. Het steriliseren van instrumentarium duurt vier en een half uur en deze tijd zal dan ook tussen twee operaties die exact hetzelfde instrumentarium willen gebruiken moeten zitten.

4.2 Analyse van planningsproces

In tabel 2 is een overzicht te zien van de literatuur die in de paragrafen hieronder gebruikt wordt om de vergaarde inzichten te analyseren met behulp van literatuur. Tabel 2 is slechts een kleine selectie van de artikelen die reeds in de literatuur te vinden zijn. In tabel 2 is te zien op welke resource ieder onderdeel van de literatuur van toepassing is. Wij hebben onze focus bij het zoeken van deze literatuur vooral gericht op de literatuur die bedoelt is voor de zorg en waar mogelijk de industriële literatuur niet gebruikt, omdat hier vaak homogene en deterministische processen worden onderzocht. Onder andere Van Houdenhoven, et al. (2007a) wijzen op het gevaar van dit soort onderzoeken. Het is niet mogelijk om de haalbaarheid van de in de artikelen aangedragen oplossingen te onderzoeken en wij kunnen ze slechts opsommen en een indicatie van de toepasbaarheid geven, omdat nader onderzoek vereist is om te achterhalen welke resources daadwerkelijk kritiek zijn. De volgende paragrafen bevatten richtingen van oplossingen als gesteld wordt dat de daar te bespreken resource kritiek is. Tevens geven we bij de artikelen aan welke indicator verlaagd kan worden met de in de artikelen aangedragen oplossingen.

Artikel	Post-operatieve opvang	Operatiekamer planning	Patiënt toewijzing	Apparatuur bezetting
van Merode, Groothuis en Hasman (2004)		X	X	X
Hamilton en Breslawski (1994)	X	X	X	X
Buitelaar (2007)	X	X	X	X
Augusto, Xie en Perdomo (2009)	X			
Harper (2002)	X			
Boucherie et al. (2005)	X			
Van Houdenhoven et al. (2007c)	X			
Hamilton en Breslawski (1991)		X		
Van Houdenhoven et al. (2007b)		X		
Van Houdenhoven et al. (2007d)		X		
Guinet en Chaabane (2003)		X	X	
Dexter et al. (1999)		X	X	
Cazorla et al. (2004)				X

Tabel 2 - Van toepassing zijnde literatuur

4.2.1 Algemeen

Deze sectie geeft literatuur weer die zich focust op meerdere resources. Deze sectie biedt literatuur die gebruikt kan worden als MST het gehele planningsproces in één keer wil aanpassen.

Van Merode, Groothuis en Hasman (2004) gaan verder op het concept van Hospital Resource Planning (HRP) en Manufacture Resource Planning (MRP II) met een Enterprise Resource Planning (ERP) systeem waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen deterministische en niet-deterministische gevallen bij de planning. Dit onderscheid wordt gemaakt omdat het ERP systeem slechts bruikbaar is bij de deterministische gevallen, omdat er voor het gebruik van een ERP systeem aan bepaalde vereisten moet worden voldaan (oa. lead tijden moeten bekend zijn). Een groot voordeel van een ERP systeem is de mogelijkheid tot het opslaan van kennis. Op dit moment wordt de kennis van resourcebenutting die bij het plannen van operatie gebruikt wordt, alleen nog opgeslagen in de hoofden van de planners, maar niet in het systeem. Zo staat in paragraaf 4.1 beschreven dat de check op haalbaarheid van de planning door de dagcoördinatoren gedaan wordt, omdat zij de kennis

hebben over het resource gebruik door operaties. Dit staat niet in het computersysteem ingevoerd. Door in het plannings systeem meer factoren mee te nemen die invloed hebben op de planning, zoals aantal beschikbare scopietorens en welke operatie de bepaalde resource gebruikt, kan het systeem meedenken aan een optimale planning. Deze planning heeft slechts invloed op de electieve operaties en zal bijdragen aan het verhogen van de parameters behorende bij indicator drie en vier. Het veranderen van deze parameters zal ook invloed hebben op indicator één en twee, omdat deze elkaar beïnvloeden.

Hamilton en Breslawski (1994) stellen in hun onderzoek 'Operating Room Scheduling – Factors to Consider' een model op om de juiste keuze tussen een FCFS en een Block Scheduling wijze van toewijzen van patiënten te maken. Hierbij maken zij onderscheid tussen benodigde 'core data', 'semi-local data' en 'local data' en de belangrijkheid van bepaalde factoren hebben zij door middel van enquêtes vergaard. Zij geven aan welke methode het beste past bij bepaalde doelen, zo is het principe van 'shortest operating time first' het best toepasbaar om de PACU⁷ eerder bezet te krijgen. Op dit moment wordt bij MST het Block Scheduling principe gebruikt en wordt er rekening gehouden met het vroeg bezetten van de PACU, maar er spelen nog veel meer factoren een rol. Hamilton en Breslawski (1994) noemen een aantal van deze factoren in hun artikel, onder andere de operators voorkeur voor een bepaalde volgorde en het aantal implantaten dat beschikbaar is. Zij bieden een aantal aspecten waarmee rekening gehouden kan worden als er een beleid voor het toewijzen van patiënten wordt uitgestippeld. Naast het toewijzen van patiënten aan OK's wordt er ook rekening gehouden met het toewijzen van apparatuur en post-operatieve opvang, maar alle onderdelen worden slechts aangetipt. Dit artikel kan wederom gebruikt worden om de parameter behorende bij indicator drie en vier te verhogen. Het gaat hier namelijk om het beter inzetten en plannen van de resources, om op deze manier resources beter te benutten. Ook hier geldt dat door het veranderen van deze parameters, ook de parameters bij indicator één en twee kunnen variëren.

Buitelaar (2007) heeft in zijn afstudeerverslag onderzoek gedaan naar het beter plannen van operaties, rekening houdend met alle beperkingen. Hierbij heeft hij dus rekening gehouden met post-operatieve opvang, apparatuur, personeel enzovoort. Dit model vergroot de bezettingsgraad van de OK's, verkort de duur van overwerk en verkleint de wachttijden. Dit model kan houvast bieden bij het opstellen van een model voor het plannen bij MST. Hiervoor zijn echter wel gegevens nodig over de operaties die een bepaalde resource gebruiken en het toevoegen van een wachtlijst met patiënten voor het optimaal maken van de planning moet ook nog gebeuren, tenzij er wekelijks gebruik gemaakt wordt van dit model, zodat de set aan operaties bekend is. Hier geldt dat het model uit dit artikel gebruikt kan worden bij het verlagen van de score van iedere resource op de vierde indicator en het verhogen van de parameters bij de derde indicator.

4.2.2 Post-operatieve opvang

Deze paragraaf zal voorbeelden uit de literatuur aandragen, die gebruikt kunnen worden als de post-operatieve opvang kritiek is. Uit interviews blijkt dat het kritiek zijn van de post-operatieve opvang niet verwacht wordt, maar voor de volledigheid en het mogelijk veranderen van de kritiekheid geven we hier toch oplossingsrichtingen weer.

⁷ PACU is een afkorting voor 'Post Anesthesia Care Unit'. De PACU wordt gebruikt als een patiënt intensievere zorg nodig heeft dan de verkoever bied, maar minder intensieve zorg dan op de IC gegeven wordt nodig heeft.

Augusto, Xie en Perdomo (2009) schrijven over post-operatieve opvang en het toelaten van herstel van de patiënt in de operatiekamer als de post-operatieve opvang hier geen ruimte voor heeft. In paragraaf 4.1 staat beschreven dat pas op de dag van de operatie rekening wordt gehouden met de post-operatieve opvang, omdat het moeilijk in te schatten is hoe lang patiënten blijven liggen op deze opvang. Het kan dan ook voorkomen dat patiënten nog niet terecht kunnen op de post-operatieve opvang, bijvoorbeeld door een spoedgeval. Augusto, Xie en Perdomo (2009) stellen een algoritme op dat helpt bij het planningsprobleem als patiëntherstel in de operatiekamer is toegestaan, echter worden er voor dit algoritme een aantal aannamen gedaan die het gebruik van dit model niet mogelijk maakt. De eerste aanname is dat er een aparte operatiekamer en personeel beschikbaar is voor spoedgevallen, dit is bij MST niet het geval. Daarnaast worden alle resources over één kam gescheerd als 'operatiekamer'. Dit gaat tegen de basis van ons onderzoek in, omdat kernpunt van dit onderzoek het onderscheid tussen de verschillende resources is. Augusto, Xie en Perdomo (2009) geven tevens aan dat het gebruik van één uur aan operatiekamer gebruik twee tot vijf keer zo duur is als het gebruik van post-operatieve opvang ruimtes, afhankelijk van het type operatie. Echter is het bij MST zo dat er op de verkoever bijna altijd ruimte is voor een nieuwe patiënt, zo blijkt uit interviews. Het idee van herstel in de operatiekamer geldt dan ook alleen als er IC of PACU plaatsen vereist zijn en deze operaties per direct uitgevoerd moeten worden (anders zouden zij opgeschoven zijn in het programma) en juist dat zijn de spoedgevallen die niet meegenomen worden door Augusto, Xie en Perdomo (2009). Het onderzoek van hen is dus slecht toepasbaar bij MST, maar kan wel analyse en eventuele uitbreiding waard zijn voor het geval de IC en de PACU kritieke resource blijken te zijn of te worden. De oplossingen die Augusto, Xie en Perdomo (2009) voorstellen hebben invloed op de score op de vijfde indicator, omdat hier een extra plaats voor de post-operatieve opvang wordt gerealiseerd.

Harper (2002) haalt in zijn onderzoek aan dat de bedcapaciteit voorop staat bij het plannen van de operaties en dat het doel tweezijdig is: zowel het maximaliseren van de sessiebezetting als het optimaliseren van de bedbezetting. Op die manier wordt het dagelijkse en wekelijkse aspect in ogenschouw genomen en kan de jaarlijkse doorvoer van patiënten gemaximaliseerd worden. Dit gebeurt onder andere doordat de bezettingsgraad afgevlakt wordt over een week. In bijlage D.4 zijn figuren weergegeven waarop te zien is dat de bezettingsgraden bij MST grote schommelingen vertonen over de dag. Voor het afvlakken hiervan kan het onderzoek van Harper (2002) gebruikt worden. Dit onderzoek kan gebruikt worden bij het eerder in ogenschouw nemen van de bedcapaciteit. Zo hebben we in paragraaf 4.1 beschreven dat de post-operatieve opvang pas op dezelfde dag meegenomen wordt in de planning. Voor dat moment wordt er slechts geprobeerd niet te veel IC-behoefte patiënten in te plannen. Het onderzoek dat in dit artikel aangedragen is heeft duidelijk invloed op indicator drie, omdat het de bezettingsgraden probeert af te vlakken. Hier betreft het de score op de indicator en niet de waarde van de parameter, omdat hier geprobeerd wordt de score vaker onder de parameter te houden.

Boucherie et al. (2005) hebben het samenwerken van ziekenhuizen omtrent de IC binnen een regio onderzocht. Zij concluderen dat door beter samen te werken ziekenhuizen in een regio een grotere bezettingsgraad op hun IC hebben en zij meer patiënten kunnen behandelen zonder meer bedden te hoeven plaatsen, dit komt doordat spoedbedden dan verdeeld kunnen worden over meerdere ziekenhuizen. Bij MST wordt op dit moment de IC uitgebreid als het nodig is, door in plaats van één persoon op twee bedden in te delen, één werknemer tijdelijk drie bedden te laten bemannen. De manier die Boucherie et al. (2005) aandragen is dieper onderzoek waard. De in dit artikel

aangedragen samenwerking op het gebied van IC plaatsen heeft duidelijk invloed op de score op indicator vijf, omdat op deze manier nog extra IC plaatsen aanbeoord kunnen worden op het moment dat MST geen plaatsen meer heeft.

Van Houdenhoven et al. (2007c) hebben onderzocht of de verblijftijd van de patiënt op de IC beter voorspeld kan worden door een model op te stellen. Uit dit model is gebleken dat hier verbeteringen mogelijk zijn, maar het opstellen van dit model vereist veel tijd en moeite en zal goed onderhouden moeten worden vanwege veranderingen in variabelen. Het opstellen van zo een model zal pas nuttig zijn als de IC kritiek blijkt te zijn, omdat het opstellen erg veel tijd kost. Als de verblijftijd van patiënten beter voorspeld kan worden, mogen er meer voorziene operaties gebruik maken van de IC. Er kan dan namelijk beter ingeschat worden wat de bezettingsgraad zal zijn. Dit houdt in dat deze oplossingsrichting invloed zal hebben op de score op indicator twee en de waarde van de parameter behorende bij indicator vier. Dit onderzoek heeft overlap met het onderzoek van Harper (2002) en kan helpen bij het eerder rekening houden met de post-operatieve opvang.

4.2.3 Operatiekamer planning

De planning van operatiekamers wordt in de literatuur algemeen genomen. Een aantal artikelen gaan over de gehele planning en andere gaan over spoed operatiekamers.

Dexter et al. (1999) hebben onderzoek gedaan naar de aspecten die invloed hebben op de bezettingsgraad van operatiekamers door middel van een simulatie, met als doel een model te ontwikkelen die de bezettingsgraad van de OK's kan maximaliseren. Zij alloceren eerst OK-tijd en ruimte aan specialismen en vervolgens patiënten aan deze OK's. In paragraaf 4.1 staat uitgelegd dat dit bij MST op dezelfde manier gaat. Uit de simulatie is gebleken dat het verbeteren van accuraatheid van de verwachte duur van een operatie niet helpt bij het verhogen van de bezettingsgraad. Daarnaast helpen het elimineren van de variantie in de wisseltijden en het elimineren van de variantie in de uren die besteed worden aan add-on cases niet bij het verhogen van de bezettingsgraad. Dexter (1999) definieert de bezettingsgraad hier als de tijd dat een OK in gebruik is voor opereren, schoonmaken en klaarmaken voor de volgende operatie. Dexter et al. (1999) geven tevens aan dat het onmogelijk is een bezettingsgraad van 90 procent te halen op OK's als de toegangstijd tot een OK minder dan twee weken is, dus dat de patiënten in minder dan twee weken wachten worden geopereerd. Bij MST verschillen de wachtlijsten per specialisme op dit moment van 40 patiënten tot 353 patiënten, dit gaat om de nog niet ingeplande patiënten. Uiteraard zorgt een wachtlijst ervoor dat het plannen verbeterd kan worden, doordat meer rekening gehouden kan worden met resourcebenutting. Dexter et al. (1999) dragen een interessante heuristiek aan waarmee patiënten toegewezen kunnen worden aan OK's, maar hier is wel een wachtlijst voor nodig. Bij MST is dit dus toepasbaar voor een aantal specialismen, maar hier dient ook rekening gehouden te worden met de inbreukmomenten en de wens van de operateurs. Dit artikel richt zich duidelijk op het verantwoord verhogen van indicator drie en vier. Met verantwoord bedoelen we hier dat het verhogen gebeurt tot het de waarde van de parameter bereikt. Op deze manier is de resource niet kritiek, maar wel optimaal benut.

Van Houdenhoven et al. (2007b) gebruiken in hun onderzoek dezelfde definitie van bezettingsgraad van de OK als wij in dit onderzoek gebruikt hebben: de tijd dat een OK in gebruik is voor electieve patiënten of spoedgevallen, als percentage van de tijd dat een OK beschikbaar en bemand is. De belangrijkste resultaten uit het onderzoek van Van Houdenhoven et al. (2007b) is dat bij een hogere acceptatie van kans op overwerk de bezettingsgraad snel toeneemt, maar het overwerk zelf niet. Ook blijkt dat een bezettingsgraad van honderd procent utopisch is. Van Houdenhoven et al. (2007d) hebben onderzocht hoe een ziekenhuis met een efficiënt toewijzingsmodel van operatiekamers nog meer verbeterd kan worden. Hieruit blijkt dat het gebruik van onder andere portofolio technieken om de variabiliteit te verlagen een goede verbeteringslag is. Dit portfolioeffect is ook waar Van Houdenhoven et al. (2007b) gebruik van maakt, maar voor een portfolioeffect is het nodig dat operateurs zich volledig aanpassen aan de planning. Op dit moment is het bij MST zo dat de operateurs niet een dag lang dezelfde operaties willen doen. Een wisseling van operateurs op de dag, zal dan de winst die geboekt werd met het portfolioeffect weer op heffen. Daarnaast zijn wachtlijsten vereist voor een goed portfolioeffect, welke bij MST niet voor ieder specialisme aanwezig is. Voor de specialismen met een wachtlijst bieden beide onderzoeken van Van Houdenhoven (2007b en 2007d) interessante handvatten. Zo is bij MST bekend welke operaties veel variatie in de duur hebben en kan er dus rekening mee worden gehouden om deze operaties achter elkaar te plannen. Tevens hoeven de operaties niet steeds dezelfde te zijn, maar bij voorkeur gebruiken de operaties wel steeds dezelfde resources. Als dit niet het geval is, kan de operatie pas starten als de gewenste resource vrij komt. Hier kan natuurlijk wel rekening mee worden gehouden in de planning. Op dit moment is het moeilijk om dit portfolioeffect op resource te halen, omdat de verschillende specialismen hun planningen afzonderlijk indienen, zoals beschreven in paragraaf 4.1. Dit portfolioeffect biedt dus wel mogelijkheden voor MST om de bezetting van resources te verhogen, zonder dat dit leidt tot meer mutaties in de planning, maar er zal dan wel betere afstemming tussen de verschillende specialismen moeten komen. Als het portfolioeffect toegepast wordt, heeft dit invloed op de robuustheid van de planning. Deze invloed kan gebruikt worden bij het bepalen van de parameter op indicator drie.

Aan de hand van doelen van een organisatie (totale tijd dat een OK bezet is, gemiddelde aantal patiënten op de PACU) en mogelijkheden tot het behandelen van patiënten (FCFS, STF) hebben Hamilton en Breslawski (1991) laten zien welke methode van toewijzen van patiënten aan OK's het best past bij de doelen. Hun doel was het bepalen van de criteria die hier mee samenhangen en zij bieden een framework om het beleid te bepalen. Dit is de voorloper van het artikel dat zij in 1994 geschreven hebben en al in paragraaf 4.2.1 behandeld is. Dit artikel heeft geen invloed op één van de scores op of parameters bij de indicatoren. Dit artikel kan wel zorgen voor een beter samenhang tussen en meer inzicht in de verschillende scores op de parameters. Door een bepaald toewijzingsmodel te gebruiken kan namelijk beter ingeschat worden welke scores veel zullen variëren.

4.2.4 Patiënt toewijzing

Guinet en Chaabane (2003) onderscheiden twee stappen in het plannen van een operatie, namelijk het toewijzen van patiënten aan OK's en het toewijzen van resources aan patiënten. Hun onderzoek focust zich op de eerste stap, hoewel de tweede stap wel in ogenschouw wordt genomen.

Uiteindelijk heeft het onderzoek van Guinet en Chaabane (2003) een heuristisch opgeleverd waarmee zowel de hoeveelheid overwerk als de wachttijd van patiënten wordt geoptimaliseerd, maar ook hier

geldt weer dat er wordt uitgegaan van een wachtrij. Deze heuristiek is dus bruikbaar voor een aantal specialismen en kan gebruikt worden door MST als de patiënten niet kritiek zijn. In paragraaf 1.3.2.1 hebben we al aangegeven dat de patiënten een 'task' zijn en geen resource. Dit onderscheid leidt ertoe dat de kritiekheid van patiënten niet met het model gemeten kan worden en dat het onderzoek van Guinet en Chaabane (2003) geen invloed heeft op de indicatoren of op de parameters. Wel is dit onderzoek bruikbaar om de klant- en personeelstevredenheid te verhogen, wat een vereiste kan zijn als één van bovenstaande oplossingen wordt geïmplementeerd.

4.2.5 Apparatuur bezetting

Cazorla et al. (2004) hebben het gebruik van gedeelde resources door computers onderzocht. Hoewel dit in een totaal ander veld speelt als het plannen van operaties is de gedachte achter hun nieuwe idee van resources delen zo opgesteld dat ieder haar deel krijgt zonder monopolisatie door één van de belanghebbenden. Deze manier van plannen is van toepassing op MST, maar de toepasbaarheid wordt aangetast door het specifieke onderwerp waar dit onderzoek zich op richt: de SMT-processor. Wat wel uit dit artikel blijkt is dat het vormen van een 'pool' met operaties die dezelfde resource gebruiken een start is voor het beter benutten van de resource. Het nadeel bij MST is dat één operateur dan de hele dag de operaties met deze resource moet doen, omdat het door variabiliteit moeilijk inplannen is hoe laat de ene operateur klaar is en de ander moet beginnen. Het toch laten uitvoeren van operaties met dezelfde apparatuur en variantie door één operateur leidt wel tot een betere bezetting van de apparatuur en een optimale benutting van het in paragraaf 4.2.3 genoemde portfolio-effect. Het is op dit moment bij MST niet zo dat de apparatuur altijd een bezetting van 100 procent heeft en het is dan ook mogelijk om het gebruik van de apparatuur meer te spreiden over de week. Op dit moment is de variantie in het gebruik van BV's van dag tot dag hoog: de ene dag veel gebruik, de andere dag weinig. Dit kan voorkomen worden door de specialisten beter te verdelen over de week. Hier hebben specialisten te maken met onder andere spreekuren waardoor zij niet altijd beschikbaar zijn. Deze oplossingsrichting zal de variabiliteit in de bezetting van de resources naar beneden bijstellen. Dit heeft tot gevolg dat de scores op indicator drie dalen, wat er toe leidt dat de resources mogelijk als minder kritiek aangemerkt zullen worden. De moeilijkheid bij het toepassen van dit inzicht is wederom dat de specialismen, zoals in paragraaf 4.1 beschreven, hun planning onafhankelijk van elkaar indienen.

Uit interviews blijkt dat er onduidelijkheid is over de pieken in het gebruik van BV's. Er wordt gezegd dat in de winter, door de gladheid, meer BV's nodig zijn voor breuken dan in de zomer nodig zijn. Anderen geven aan dat in het voorjaar veel motorrijders breuken oplopen en dat er ook dan veel BV's nodig zijn. Hoe de vraag naar BV's fluctueert door het jaar heen is op dit moment onbekend, maar wel belangrijk bij het optimaal plannen van BV's. Als namelijk in bepaalde periodes (zoals gladheid) meer BV's nodig zijn dan in niet gladde periodes, kan de planning voor de gladde periodes minder electieve operaties met een BV bevatten.

4.3 Ethische kanttekeningen

Bij het verlagen van de kritiekheid en het optimaal inzetten van resources kan onder andere de literatuur uit tabel 2 gebruikt worden, maar zullen ook ethische aspecten meespelen. Deze paragraaf richt zich op de gedachtegangen achter het toewijzen van resources aan operaties.

Uit onderzoek van Foglia et al. (2007) is gebleken dat het klinisch personeel de redenen van resource toewijzing van niet-klinisch personeel niet voldoende begrijpt. Bij MST zijn er geen regels omtrent het toewijzen van resources en dus het door laten gaan van bepaalde operaties. Evenals Foglia et al. (2007) richt ook het onderzoek van Lemieux-Charles en Hall (1997) zich op de ethische kant van het alloceren van resources bij het plannen van operaties. Een interessant feit dat zij weergeven is dat de kans op conflicten groot is als er keuzes omtrent kritieke resources gemaakt moeten worden door professionals met verschillende achtergronden. Daarnaast blijkt uit dit onderzoek dat de verschillende maatschappen minder nut zien in overleg dan personeel in dienst van het ziekenhuis zelf. Bij MST worden de plannings van alle specialismen naast elkaar gelegd en wordt er nagegaan of de plannings naast elkaar haalbaar zijn of dat aanpassingen noodzakelijk zijn. Door een duidelijke beleidsrichting voor het alloceren van resources toe te passen zullen de plannings minder hoeven te wijzigen. In de literatuur is zeer veel over de ethiek achter het alloceren van resources aan patiënten geschreven en deze kant van het toewijzen mag natuurlijk niet uit het oog verdwijnen.

5. Aanbevelingen

De aanbevelingen zullen in twee delen opgesplitst worden, namelijk een gedeelte omtrent het toepassen van het model om de kritiekheid van resources te bepalen en een gedeelte om de kritiekheid van deze resources te verkleinen. De aanbevelingen naar aanleiding van het model zullen worden gedaan in paragraaf 5.1 en de aanbevelingen voor de aanpak van de kritieke resources zal worden gedaan in paragraaf 5.2. Hier volgen we de werkwijze van de ABP niet meer, omdat de volgende stap uit deze methode het nemen van beslissingen is. Wij zijn op dit moment niet in staat om beslissingen te nemen, omdat het model nog niet genoeg gebruikt is om voldoende kennis te hebben over de kritiekheid van de resources. Wij zijn wel in staat om te ondersteunen bij het nemen van beslissingen.

5.1 Model van kritiekheid

Het model kan op zowel strategisch, tactisch, als operationeel niveau gebruikt worden. Op strategisch niveau kan namelijk mede aan de hand van de mate van kritiekheid beslist worden of de aanschaf van een extra resource zinvol is. Om het model optimaal te gebruiken zal deze ook op tactisch niveau gebruikt moeten worden. Iedere week kan tijdens de pre-planning, op operationeel niveau, namelijk al de kritiekheid van resources geanalyseerd en verminderd worden. Tevens is het handig om 's ochtends het model een keer te runnen, zodat de dagcoördinatoren weten waar zij problemen kunnen verwachten. Deze problemen kunnen behalve in resourcegebrek ook in tijdstip geanalyseerd worden. Het model zal dus gebruikt moeten worden op zowel tactisch, als operationeel planningsniveau. Om dit model iedere week te kunnen runnen zijn er echter wel een aantal belangrijke en nog ontbrekende gegevens vereist. Deze zullen kort behandeld worden door aan te geven welke gegevens dit zijn en hoe deze te verkrijgen zijn.

Het percentage spoedgevallen dat gebruik maakt van een bepaalde resource per week bestaat uit twee onderdelen, namelijk welke spoedgevallen er plaatsvinden en welke resources deze spoedgevallen gebruiken. Het eerste gedeelte, welke spoedgevallen er uitgevoerd worden, wordt bijgehouden in het systeem van MST, maar het tweede gedeelte is niet in het systeem ingevoerd. Dit wordt niet voor spoedgevallen bijgehouden, maar ook niet voor electieve operaties en om het model bruikbaar te maken moet het systeem gemakkelijk deze gegevens aan kunnen leveren. Dit houdt in dat de resources gekoppeld moeten worden aan operaties. Een nadeel hier is dat iedere operateur een andere set resources gebruikt, zo worden door jongere chirurgen vaker scopietorens gebruikt dan door oudere chirurgen. Dit maakt het koppelen van spoedgevallen aan resources erg lastig en zal er voor gekozen moeten worden om in deze gevallen wel de scopietorens als resource aan de betreffende operatie te koppelen. Om vervolgens te voorspellen welke resources er door spoedgevallen in een bepaalde periode gebruikt gaan worden kunnen gegevens uit het verleden gebruikt worden, zo blijkt uit interviews. De spoedgevallen uit het verleden vormen een goede indicatie voor spoedgevallen in de toekomst, mits er met weersomstandigheden rekening gehouden wordt. Verder onderzoek is benodigd om na te gaan hoe lang een periode moet zijn om representatief te zijn voor de toekomst. In het systeem worden, zoals eerder vermeld, wel spoedgevallen ingevoerd, maar er wordt geen onderscheid gemaakt tussen gradaties van spoed (zoals spoedgevallen die per direct behandeling nodig hebben en spoedgevallen die binnen 24 uur behandeling nodig hebben). Als dit onderscheid aangebracht kan worden moet dit worden toegevoegd in het model. Een spoedgeval dat binnen 24 uur behandeling nodig heeft zal namelijk beter te plannen zijn met het oog op overbezetting van resources dan een spoedgeval dat per direct

behandeld moet worden. Dit leidt er toe dat de bezettingsgraad van een resource hoger mag zijn (en dus de parameters G, H, I, J en K in het model) en dat minder resources als kritiek aangemerkt zullen worden. Als bijvoorbeeld een KNO-, plastisch-, of oogmicroscopie alleen bij spoedgevallen per direct benodigd is dan zal deze een grote impact hebben op de planning, omdat er slechts één van beschikbaar is.

Het percentage van de electieve operaties dat gebruik maakt van een bepaalde resource is eveneens te achterhalen door de resources aan operaties te koppelen. Hier geldt uiteraard ook weer dat het gebruik van resources per operateur verschilt, maar hier is al bekend welke operateur de operatie uitvoert en dus is het koppelen van resources aan de operatie mogelijk. Het koppelen van de resources aan de operatie vergt eenmalig werk. Deze koppeling kan vervolgens gebruikt worden voor zowel het berekenen van het percentage van de electieve operaties dat gebruik maakt van resource x, als het percentage spoedgevallen dat van resource x gebruik maakt, als het berekenen van de bezettingsgraad van de resources.

Om het model goed te gebruiken zal er dieper onderzoek gedaan moeten worden naar de waarden van de parameters in het model. Dit kan onder andere gedaan worden zoals wij dit gedaan hebben in tabel 1 uit paragraaf 3.2. Hier is een jaar lang meten noodzakelijk om zekerheid te krijgen over de juistheid van de waarden, maar wij verwachten dat na een kwartaal al goede waarden uit de metingen naar voren zullen komen om voor een periode met soortgelijke seizoensinvloeden te gebruiken. Om na een kwartaal al goede waarden te verkrijgen is het wel belangrijk dat de lijsten waarop gemeten wordt uitgebreid worden, zodat het beter achterhalen van de initiële oorzaak mogelijk is. Met de initiële oorzaak bedoelen we hier de oorzaak van het uiteindelijk afstel (of uitstel van meer dan een uur) van een operatie, zie het voorbeeld in paragraaf 2.2. Tevens is het nog niet mogelijk met het model te meten of de oorzaak een spoedgeval, uitloop van het electieve programma of afwezigheid van een resource door een andere reden was. Dit zal voor een volledig beeld wel toegevoegd moeten worden.

Het berekenen van de geplande bezettingsgraden van de IC, PACU en verkoever is een zeer lastige opgave en wordt op dit moment nog niet gedaan. Uit interviews met de dagcoördinatoren en teamhoofden van de IC, PACU en de verkoever blijkt echter dat de post-operatieve opvang zelden kritiek is en wij raden aan deze niet mee te nemen bij het bepalen van de kritiekheid.

Om het model van kritiekheid nog beter te gebruiken kunnen gradaties binnen de huidige onderverdeling van kritiek, semi-kritiek, niet kritiek aangebracht worden. Opties hiervoor zijn onder andere het vermenigvuldigen van de waarden in de boom, het optellen van de waarden in de boom en gewichten hangen aan waarden. Hier moet dan rekening gehouden worden met de samenhang van de tweede, derde en vierde indicator, want hier spelen bijvoorbeeld de inbreukmomenten een rol. Een voorbeeld hiervan is steeds de route in het model waarbij geldt dat Y groter is dan de parameter een score van één mee te geven en anders een score van nul mee te geven en indicator vijf en zes hierbij buiten beschouwing te laten. Dit zal ertoe leiden dat de resources binnen hun waardering van kritiekheid een nieuwe waardering aan de hand van een score krijgt.

In paragraaf 2.2 hebben we al aangegeven dat een resource die niet voor spoedgevallen gebruikt wordt, op dit moment altijd als niet kritiek zal worden aangeduid door het model. Daar gaven we ook aan dat zo een resource wel tot mutaties kan leiden, maar dat wij dit niet meenemen in verband met de afwijkende oorzaak van deze mutaties. De oorzaak hier is namelijk de uitloop van de operatie. Deze uitloop kan opgevangen worden door bij een lage bezetting van een resource, voldoende tijd vrij te houden tussen twee operaties die gebruik maken van deze resource. Op deze manier is de uitloop op te vangen en muteert de planning niet. Om dit te verwerken in het model, zal het model eventueel aangepast moeten worden. Hier moet er wel op worden gelet dat de bruikbaarheid van het model hierdoor niet afneemt. Een aanpassing kan zijn dat een indicator toegevoegd wordt die 'het aantal aaneengesloten operaties dat eenzelfde resource nodig heeft, terwijl deze volledig bezet is' meet. Met zo een indicator kunnen de consequenties van het uitlopen van een operatie ingeschat worden. Deze consequenties kunnen mutaties in de planning inhouden, wat leidt tot een verhoogde kritiekheid. Wij verwachten dat het bruikbaarder en duidelijker is om een nieuwe tak aan het begin van het model te plaatsen of een geheel nieuw model voor deze gevallen op te stellen. Hier spelen dan uiteraard wel de tweede, derde en vierde indicator een rol, waardoor de twee modellen waarschijnlijk gemakkelijk naast elkaar gebruikt kunnen worden. Een probleem hierbij is dat de resources die als niet kritiek bestempeld worden door het huidige model, wel kritiek kunnen zijn als we ook de uitloop van electieve operaties op het conto van bepaalde resources schuiven. Hierdoor moet iedere resource die door spoedgevallen gebruikt wordt, met beide modellen geanalyseerd worden. Dit zorgt voor meer werk, maar wel voor een nog steeds duidelijk model. Wij hebben dit model zelf in Excel gezet, welke vervolgens de indicatoren doorliep en de mate van kritiekheid als resultaat gaf. In dat geval is de duidelijkheid van ondergeschikt belang aan de bruikbaarheid, maar worden aanpassingen moeilijker, omdat al snel het over- en inzicht ontbreekt.

Om het model iedere dag te gebruiken moeten de tweede tot en met de zesde indicator uiteraard steeds opnieuw berekend worden, maar de eerste verandert pas als de omstandigheden veranderen en er dus verschuivingen komen in de soorten spoedgevallen. Wanneer deze plaatsvinden, zal moeten blijken uit verder onderzoek.

5.2 Aanpak van kritieke resources

Bij het aanpakken van de kritieke resources die uit het model volgen is het uiteraard noodzakelijk te beginnen bij de meest kritieke resources, welke nog beter naar voren komen als er gradaties binnen de huidige onderverdeling aangebracht kunnen worden zoals we hebben beschreven in paragraaf 5.1. In de vier weken die wij gebruikt hebben om de bruikbaarheid van het model te testen is naar voren gekomen dat de BV's semi-kritiek waren in die vier weken. Buiten de BV's heeft geen resource tot problemen geleid in deze vier weken, maar dit heeft ook te maken met het verminderen van de bezetting van de resources tijdens de pre-planning. Om op dat moment de resources nog minder kritiek te maken kunnen oplossingen uit hoofdstuk 4 gebruikt worden en kunnen de planners zich richten op het verlagen van de scores op de indicatoren.

De eerste twee indicatoren, percentage van spoedgevallen en percentage van electieve operaties dat gebruik maakt van resource x, zijn niet te verlagen. De indicator 'percentage van tijd dat de bezettingsgraad 100 procent bedraagt' kan verlaagd worden door de bezetting van de resource gelijkmatiger te verdelen over de dag. Deze indicator valt samen met de indicator 'de gemiddelde

bezettingsgraad per resource', welke te verlagen is door de bezetting van een resource meer te verdelen over de week. In hoofdstuk vier hebben we hier al de methode van Harper (2002) voor aangedragen. De vijfde en zesde indicator, het gemak waarmee een resource ingezet kan worden als er nog minimaal één beschikbaar is en het gemak als er geen beschikbaar is, zullen niet gemakkelijk te verbeteren zijn. Als dit wel lukt zal dit grote invloed hebben op de kritiekheid.

Op dit moment kunnen we geen concrete aanbevelingen doen welke resources in kritiekheid verminderd moeten worden. Zodra dit bekend wordt uit de metingen kan onder ander de literatuur uit tabel 2 in hoofdstuk vier gebruikt worden om efficiënter of handiger om te gaan met de resources. Tevens kunnen andere artikelen van deze schrijvers gebruikt worden. Hier plaatsen wij nog wel de kanttekening dat dit slechts en zeer geringe selectie uit de literatuur is.

6. Conclusie

Dit afsluitende hoofdstuk bevat de conclusies van het onderzoek dat wij elf weken lang hebben uitgevoerd. We herhalen kort de werkwijze van het model en de aanbevelingen. Dit doen we aan de hand van de door ons opgestelde onderzoeksvragen. Tot slot beantwoorden we de kernvraag.

Om de kritiekheid van resources te meten hebben we karakteristieken van kritiekheid bepaald. Deze karakteristieken hebben we meetbaar gemaakt en als volgt geformuleerd:

- 1 Percentage van spoedgevallen dat gebruik maakt van resource x per week.
- 2 Percentage van electieve operaties dat gebruik maakt van resource x per week.
- 3 Percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad van resource x, groter of gelijk is aan y per week.
- 4 Gemiddelde geplande bezettingsgraad van resource x per week.
- 5 Gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er nog minimaal één van deze resource beschikbaar is. Deze indicator wordt gemeten op een vijf-punts schaal.
- 6 Gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er geen van deze resource beschikbaar is. Deze indicator wordt gemeten op een vijf-punts schaal.

Deze indicatoren zijn samengevoegd in een model, weergegeven in figuur 3, dat voor iedere resource doorlopen moet worden om de kritiekheid van deze resource te bepalen. Om dit model goed toe te kunnen passen moet er nog de nodige informatie (beter) in het planningssysteem ingevoerd worden. Allereerst moeten de resources aan operaties gekoppeld worden in het systeem. Zodat het systeem bezettingsgraden van de resources kan uitrekenen, maar ook zodat het systeem ziet wanneer een resource overbezet is. Door dit te doen kan ook het resource gebruik van spoedgevallen voorspeld worden, wat noodzakelijk is voor het functioneren van het model. Voordat het model gebruikt kan worden zal het eerst een jaar lang getest moeten worden, in combinatie met metingen op formulieren zoals in bijlage C. Op deze manier kunnen de parameters uit het model nauwkeurig bepaald worden en kan beter geanalyseerd worden waarom een resource kritiek is.

Het model moet iedere week gerund worden om tijdens de pre-planning beter in te schatten welke resources kritiek zijn. Als dat bekend is kunnen de planners proberen de kritiekheid af te laten nemen door de score op de indicatoren te verminderen. De literatuur in tabel 2 geeft weer hoe dit te doen is.

De kernvraag 'Hoe kan er meer inzicht verkregen worden in de vraag naar kritieke resources bij het plannen van operaties en hoe kan dit inzicht gebruikt worden bij het beter plannen van operaties?' kan nu beantwoord worden in twee delen: het inzicht in de kritieke resources kan verhoogd worden door het gebruik van het model, mits de informatievoorziening beter wordt. Dit inzicht kan gebruikt worden door de indicatoren in het model een parameter mee te geven. De score van een bepaalde resource op deze indicator moet dan onder deze parameter blijven om niet kritiek te zijn.

Bibliografie

- Abouleish, A. E., Hensley, S. L., Zornow, M. H., & Prough, D. S. (2003). Inclusion of Turnover Time Does Not Influence Identification of Surgical Services that Over- and Underutilize Allocated Block Time. *International Anesthesia Research Society* , 813-818.
- Augusto, V., Xie, X., & Perdomo, V. (2009). Operating theatre scheduling with patient recovery in both operating rooms and recovery beds. *Computers & Industrial Engineering* 58 , 231–238.
- Boucherie, R. J., Van Houdenhoven, M., Litvak, N., & Van Rijsbergen, M. (2005). Regional synchronization Intensive Care Capacity. *Healthcare Logistics: The Art of Balance* , pp. 44-51.
- Buitelaar, D. (2007, November 17). Surgery Scheduling with Limited Resources - Master Thesis. Zwolle, Overijssel: Isala Klinieken.
- Cazorla, F. J., Ramirez, A., Valero, M., & Fernández, E. (2004). Dynamically Controlled Resource Allocation in SMT Processors. *37th International Symposium on Microarchitecture* .
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2011). *Business Research Methods*. Singapore: McGraw-Hill.
- Dexter, F., Blake, J. T., Pennings, D. H., & Lubarsky, D. A. (2001). International Anesthesia Research Society. *Calculating a Potential Increase in Hospital Margin for Elective Surgery by Changing Operating Room Time Allocations or Increasing Nursing Staffing to Permit Completion of More Cases: A Case Study* , 138-142.
- Dexter, F., Macario, A., Traub, R. D., Hopwood, M., & Lubarsky, D. A. (1999). An Operating Room Scheduling Strategy to Maximize the Use of Operating Room Block Time: Computer Simulation of Patient Scheduling and Survey of Patients' Preferences for Surgical Waiting Time. *International Anesthesia Research Society* , 7-20.
- Foglia, M. B., Pearlman, R. A., Melissa, B. M., Altemose, J. K., & Fox, E. (2007). Priority Setting and the Ethics of Resource Allocation within VA Healthcare Facilities: Results of a Survey. *Organizational Ethics* , 83-96.
- Guinet, A., & Chaabane, S. (2003). Operating Theatre Planning. *International Journal of Production Economics* , 69–81.
- Hamilton, D. M., & Breslawski, S. (1994, March). Operating Room Scheduling; Factors to Consider. *AORN* , p. vol 59.
- Hamilton, D., & Breslawski, S. (1991, Mei). Operating Room Scheduling, Choosing the Best System. *AORN* , p. Vol. 53.
- Harper, P. P. (2002). A Framework for Operational Modelling of Hospital Resources. *Health Care Management Science* 5 , 165–173.
- Heerkens, H. (2008). Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak (ABP). Enschede, Overijssel, the Netherlands.
- Jebali, A., Alouane, A. B., & Ladet, P. (2005, June 29). Operating rooms scheduling. *Elsevier* , pp. 52-62.

Lemieux-Charles, L., & Hall, M. (1997). When Resources Are Scarce: The Impact of Three Organizational Practices on Clinician-Managers. *Health Care Management Review: Winter* , 58-69.

Minto, B. (2009). *The Pyramid Principle*. Essex: Pearson Education Limited.

Perdomo, V., Xie, X., & Augusto, V. (2009, May 8). Operating theatre scheduling with patient recovery in both operating rooms. *Computers & Industrial Engineering* , pp. 231–238.

Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs*. Belmont: Wadsworth Cengage Learning.

Van Houdenhoven, M., Hans, E. W., Klein, J., Wullink, G., & Kazemier, G. (2007b, December 19). A Norm Utilisation for Scarce Hospital Resources: Evidence from Operating Rooms in a Dutch University Hospital. *Healthcare logistics: the art of balance* , pp. 32-43.

Van Houdenhoven, M., Nguyen, D.-T., Marinus, E. J., Steyerberg, E. W., Tilanus, H. W., Gommers, D., et al. (2007c, March 27). Optimizing Intensive Care Capacity using individual length-of-stay prediction models. *Critical Care* .

Van Houdenhoven, M., Van Oostrum, J. M., Hans, E. W., Wullink, G., & Kazemier, G. (2007d, September). Improved efficiency by applying bin packing and portfolio techniques to surgical case scheduling. *Anesthesia Analgesia* , pp. 707–714.

Van Houdenhoven, M., Wullink, G., Hans, E. W., & Kazemier, G. (2007a, December 19). A framework for Hospital Planning and Control. *Healthcare logistics: the art of balance* , pp. 16-31.

van Merode, G. G., Groothuis, S., & Hasman, A. (2004). Enterprise resource planning for hospitals. *International Journal of Medical Informatics* , 493—501.

Bijlagen

Bijlage A

In deze bijlage is een uitbreiding van de huidige situatie beschreven. Deze uitbreiding beschrijft het proces van de logistiek op de OK, wat gecoördineerd wordt door de afdeling OK-logistiek (bijlage A.1 OK-logistiek). Daarnaast is hier een flowchart opgenomen van het logistieke proces, voor zover gecoördineerd door OK-logistiek (bijlage A.2 flowchart OK-logistiek) en een flowchart van het planningsproces (bijlage A.3 flowchart planning).

A.1 OK-logistiek

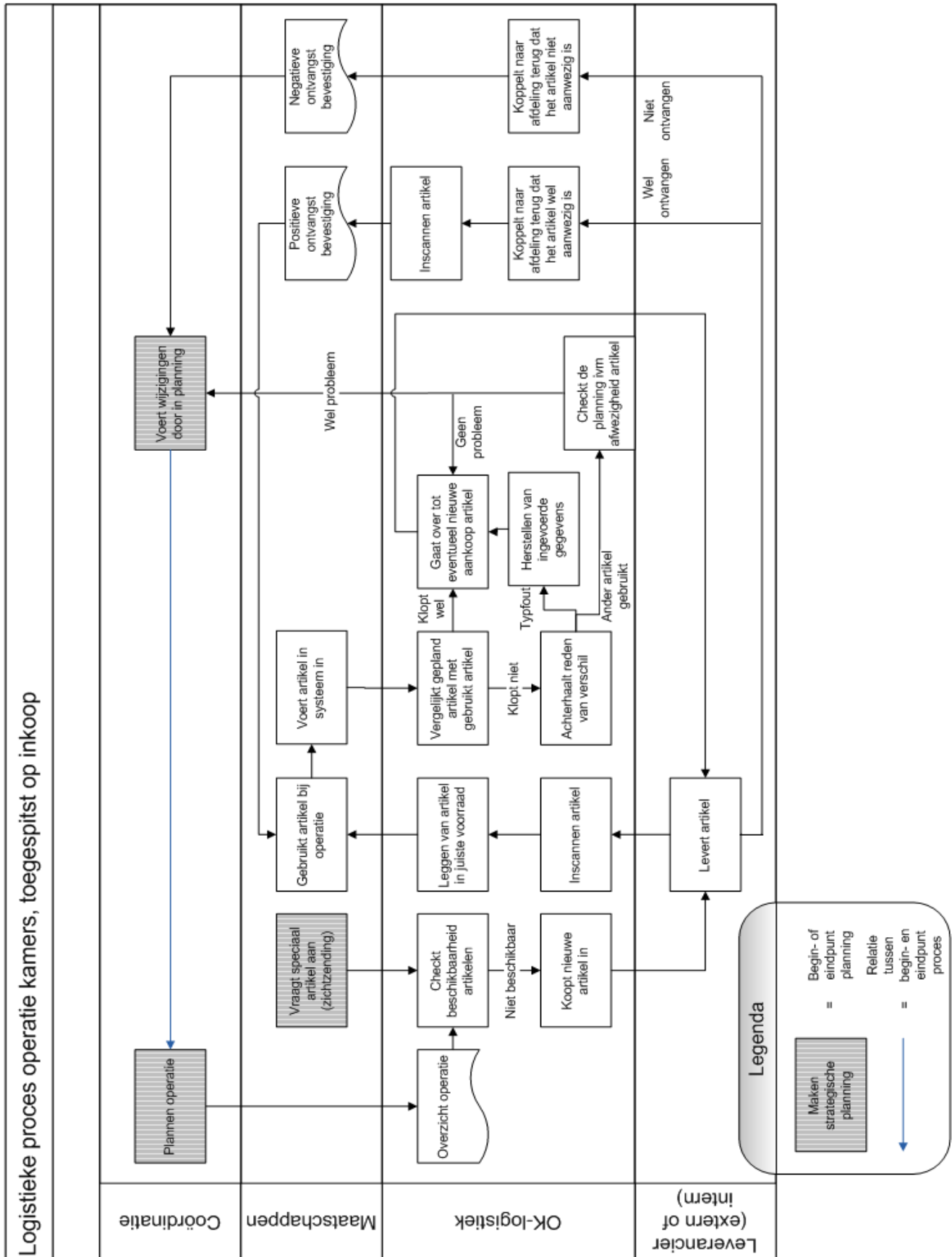
De logistieke afdeling van de OK onderscheidt drie vormen van voorraad-/inkoopbeheer, namelijk

- Magazijn: dit omvat artikelen die centraal bij MST binnenkomen en die ook centraal besteld worden, zoals gaasjes en draadjes (disposables).
- Inkoop: hier gaat het om implantaten en dergelijke en worden niet centraal geregeld, maar door de afdeling OK-logistiek.
- Zichtzendingen: deze houden de artikelen in die afwijken van de standaard en die de verschillende specialismen zelf aanvragen. Dit doet zij via de afdeling OK-logistiek.

OK-logistiek, hierna logistiek genoemd, draagt er onder andere zorg voor dat de ingekochte artikelen ook ingeboekt worden in het systeem, waarna de artikelen bij gebruik door de OK medewerker ook ingevoerd worden. De enige reden om goederen niet in te boeken is een spoedgeval. Logistiek gaat na of de codes van de gebruikte artikelen overeenkomen met de codes van de vooraf opgegeven artikelen. Tijdens een operatie kan er nog beslist worden een ander artikel te gebruiken. In dit geval kan dit artikel niet gebruikt worden bij een volgende operatie, waar dit misschien wel gepland stond. Als er geen artikelen meer op voorraad zijn kan deze operatie dan ook geen doorgang vinden. Hier is goede communicatie van de OK naar logistiek dan ook vereist: als logistiek het op tijd weet, kan zij proberen voor de volgende operatie die dit artikel nodig heeft een nieuw artikel binnen te krijgen. Dit proces is schematisch weergegeven in een flowchart in figuur 4.

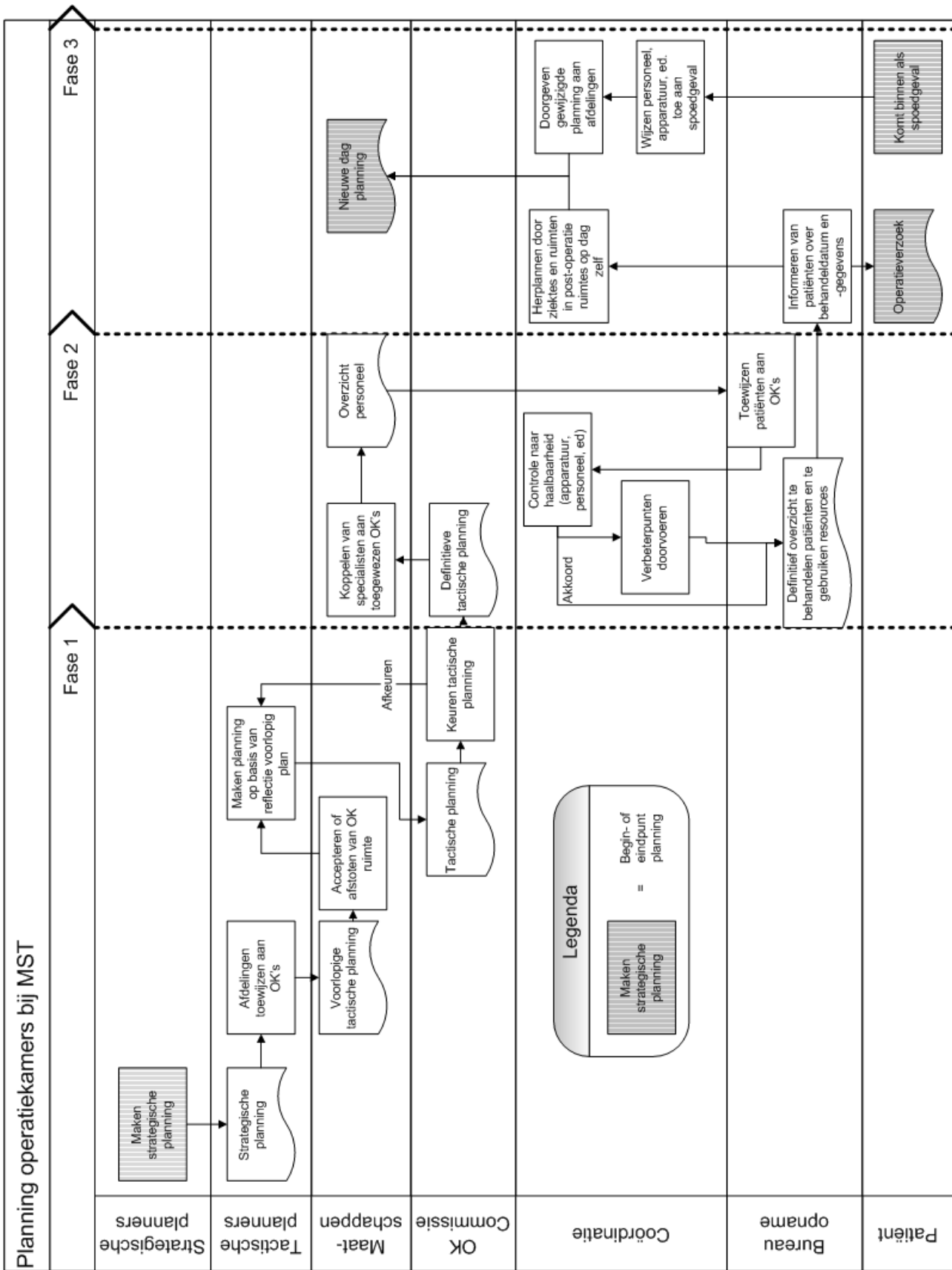
Naast het kopen van systemen is het ook mogelijk deze te leasen. Dit gebeurt op een Just-in-Time principe, waarbij twee dagen aangehouden wordt voor het steriliseren van de goederen.

A.2 flowchart OK-logistiek



Figuur 4 - Flowchart logistiek proces

A.3 flowchart planning



Figuur 5 - Flowchart planningsproces

Bijlage B

In tabel 3 is de toewijzing van specialismen aan OK's te zien bij MST voor de weken 19, 20, 21, 22 en 23. Onder de tabel is een legenda weergegeven met de volledige benamingen.

Week	Datum	OK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	11-5-2011		NE	PL	GY	CH	UR	KN		CH	OR	OR	CH
	12-5-2011		NE	CH	GY	NE	UR	CH		CH	OR	OR	CH
	13-5-2011		NE	PL	GY	KA	UR	CH	NE	CH	CH	OR	CH
20	16-5-2011		NE	CH	GY	KA	UR	CH	NE	CH	OR	OR	CH
	17-5-2011		NE	PL	GY	CH	CH	KN	CH	CH	OR	OR	CH
	18-5-2011		NE	PL	GY	CH	UR	CH		CH	OR	OR	CH
21	23-5-2011		NE	CH	CH	KA	UR	KN		CH	OR	OR	CH
	24-5-2011		IG & NE	CH	GY	CH	UR	KN	CH	CH	OR	OR	CH
	25-5-2011		NE	PL	GY	CH	CH	KN		CH	OR	OR	CH
	26-5-2011		NE	CH	GY	NE	UR	CH		CH	OR	OR	CH
	27-5-2011		NE	PL	GY	KA	UR	KN	CH	CH	OR	OR	CH
22	31-5-2011		NE	BT	GY	CH	CH	KN	CH	CH	OR	OR	CH
	1-6-2011		NE	PL	GY	CH	UR	KN		CH	OR	OR	CH
	3-6-2011		NE	PL	GY	NE	UR	KN	CH	CH	CH	OR	CH
23	6-6-2011		NE	CH	CH	KA	UR	KN		CH	OR	OR	CH
	8-6-2011		NE	PL	GY	CH	UR	KN		CH	OR	OR	CH

Tabel 3 - Planning van specialismen aan OK's

Afkorting	Volledig
BT	Bijzondere tand heelkunde
CH	Chirurgie
GY	Gynaecologie
IG	Interne geneeskunde
KA	Kaak chirurgie
KN	KNO
NE	Neurochirurgie
OR	Orthopedie
PL	Plastisch
UR	Urologie

Bijlage C

Tabel 4 geeft de lijst weer waarmee de oorzaken van mutaties in de planning gemeten zijn. De dagcoördinatoren vulden iedere dag deze tabel in om inzicht te krijgen in mutaties en hun oorzaken. Tabel 5 geeft een aantal algemene gegevens weer over operaties. Tabel 6 illustreert welke resources er door spoedgevallen gebruikt worden. Tabel 6 bevat niet iedere resource genoemd in tabel 4, omdat de pre-operatieve screening niet uitgevoerd wordt bij een spoedoperatie of omdat de weggelaten resources standaard voor een operatie benodigd zijn.

	Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag
Aantal operaties afgesteld					
Totaal aantal operaties					
Aantal operaties naar avond verplaatst					
Aantal spoedgevallen					

Tabel 4 - Algemene aantallen betreffende de uitgevoerde operaties

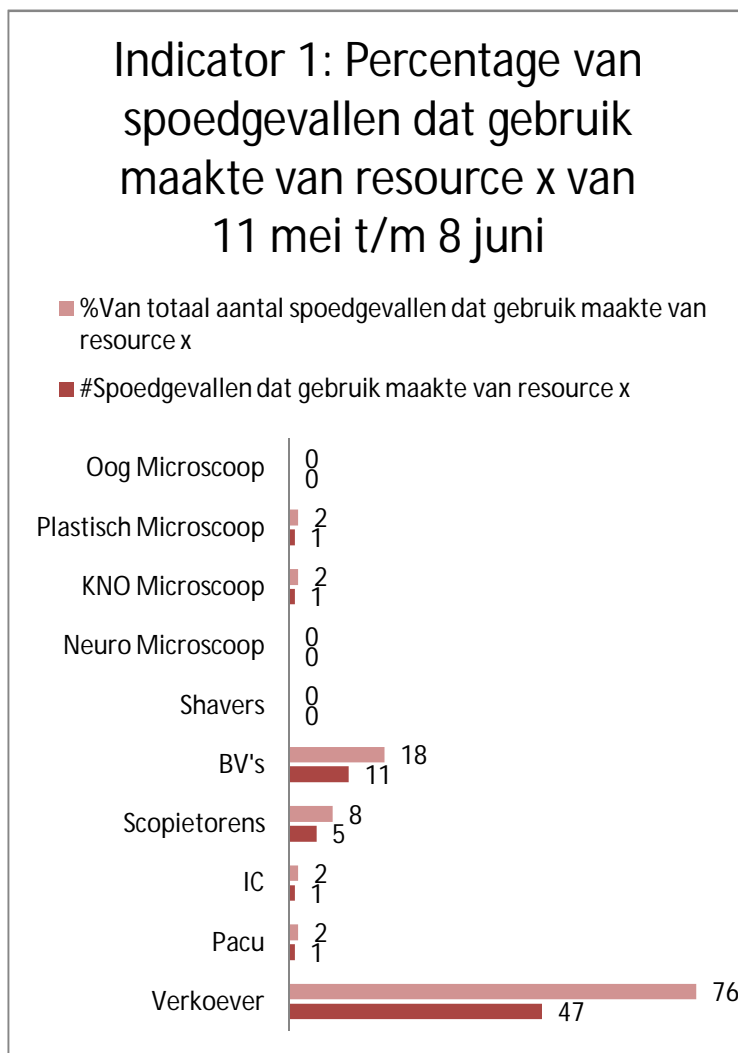
		Spoedgeval			
Resource	Maandag	1	2	3	
Aard van spoed	<i>Operatie per direct</i>				
	<i>Operatie binnen 24 uur</i>				
Bedden	<i>Verkoever</i>				
	<i>PACU</i>				
	<i>IC</i>				
Apparatuur	<i>Scopietorens</i>				
	<i>BV's</i>				
	<i>Shavers</i>				
	<i>Microscopen</i>	<i>Neuro</i>			
		<i>KNO</i>			
		<i>Plastischich</i>			
<i>Oog</i>					
Overige	<i>Extra OK</i>				
	<i>Ok te vroeg klaar</i>				
	<i>.....</i>				
	<i>.....</i>				

Tabel 5 - Resource bij operaties

Bijlage D

Deze bijlage bevat de scores op de indicatoren uit sectie 2.1.1, waar in sectie 3.2 dieper op in gegaan wordt. De metingen zijn verricht over een periode van vier weken en betrof dagen van 8:00 tot 16:00. Door onder andere Hemelvaartsdag en Pinksteren is er op zestien dagen gemeten. De indicatoren zijn als volgt:

1. Percentage van spoedgevallen dat gebruik maakt van resource x per week.
2. Percentage van electieve operaties dat gebruik maakt van resource x per week.
3. Percentage van tijd dat de bezettingsgraad van resource x, groter of gelijk is aan y per week (kansverdeling $P_{\text{bezettingsgraad van resource } x}(y)$).
4. Gemiddelde geplande bezettingsgraad per week.
5. Aantal keer per week dat planning muteert door overbezetting van resource x.
6. Gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er nog minimaal één van deze resource beschikbaar is. Deze indicator wordt gemeten op een vijf-punts schaal.
7. Gemak waarmee een resource ingezet kan worden op het moment dat een spoedgeval arriveert en deze resource nodig heeft en er geen van deze resource beschikbaar is. Deze indicator wordt gemeten op een vijf-punts schaal.



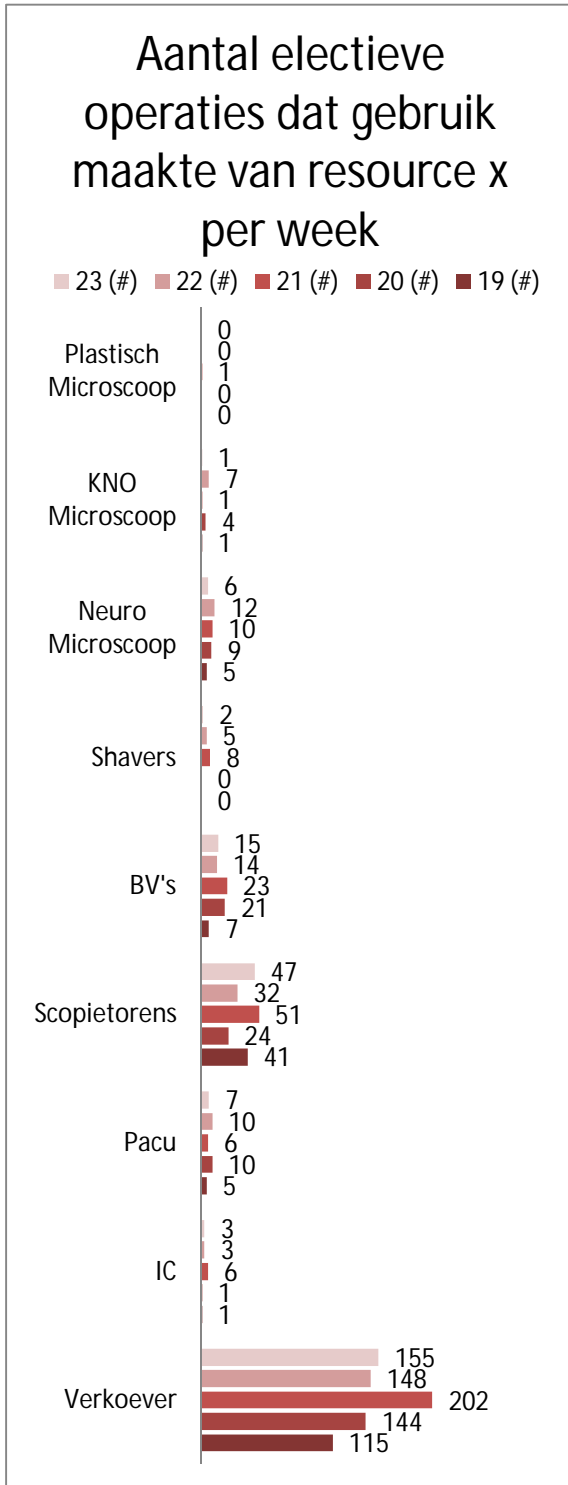
D.1 Indicator 1

In figuur 6 zijn de uitkomsten op indicator één te zien voor de periode van 11 mei tot en met 8 juni. Te zien is zowel het aantal spoedgevallen dat gebruik maakte van de resources, alsmede het percentage van het totaal aantal spoedgevallen dat gebruik maakte de resources. Zo blijkt dat BV's veel benodigd zijn bij spoedgevallen, ten opzichte van de andere resources. Hier moet wel als kanttekening geplaatst worden dat de spoedgevallen voor vaatchirurgie hierbij in zitten en deze een aparte BV in gebruik hebben.

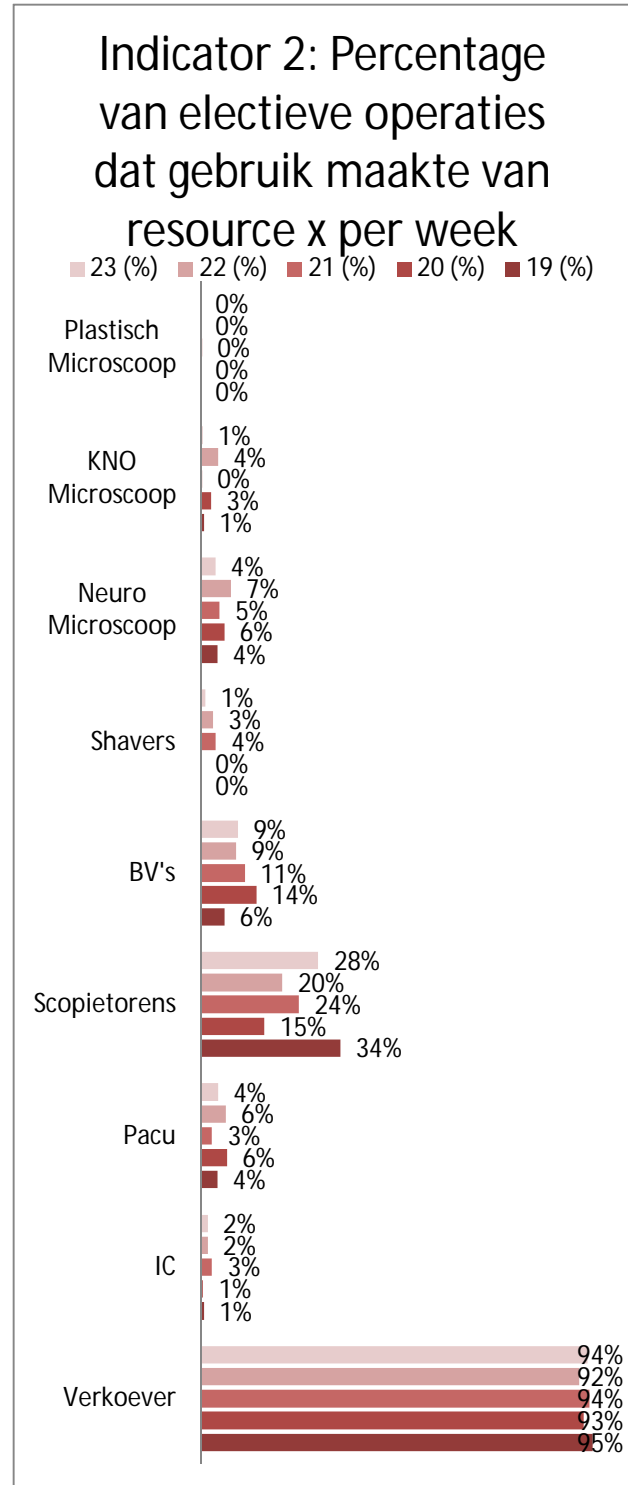
Figuur 6 - Percentage van spoedgevallen dat gebruik maakte van resource X per week

D.2 Indicator 2

In de figuren 7 en 8 zijn de metingen op indicator twee weergegeven, wederom voor de periode van 11 mei tot en met 8 juni. In week 19, 20, 21, 22 en 23 zijn respectievelijk 121, 155, 214, 161 en 166 operaties gemeten. Wat opvalt, is dat het gebruik van microscopen (bijvoorbeeld neurochirurgie) niet evenredig toeneemt met het aantal sessies dat een specialisme (neurochirurgie) toebedeeld heeft gekregen. Het aantal sessies is te zien in bijlage B.



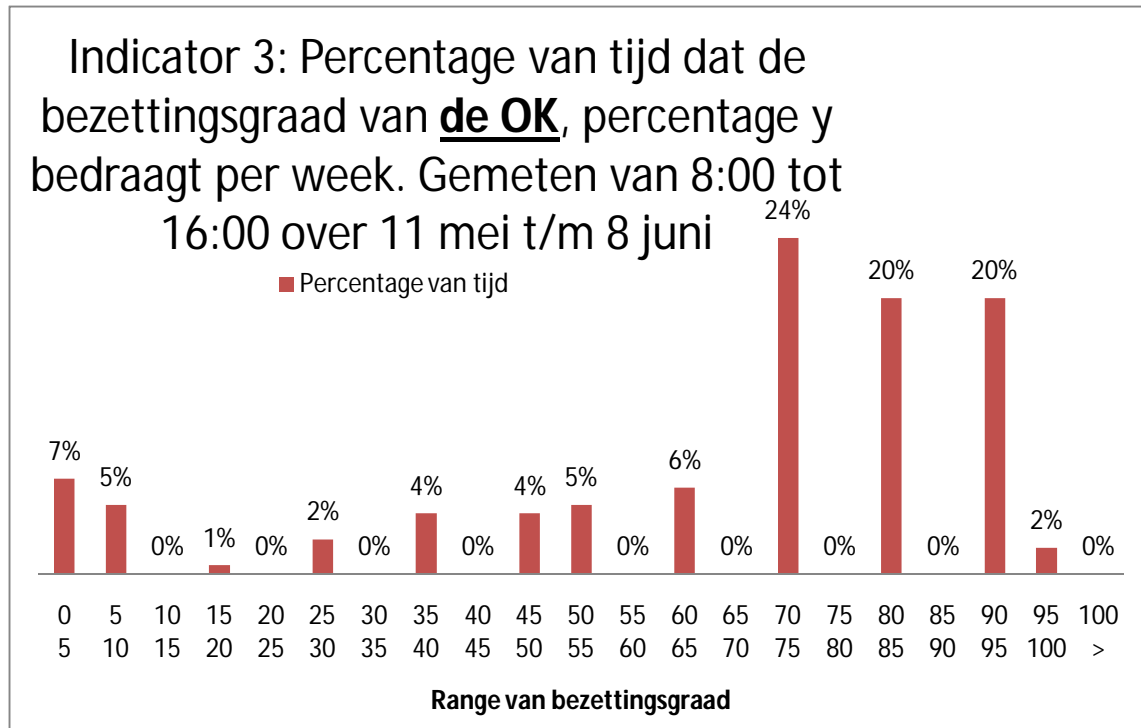
Figuur 7 - Aantal electieve operaties dat gebruik maakte van resource x per week



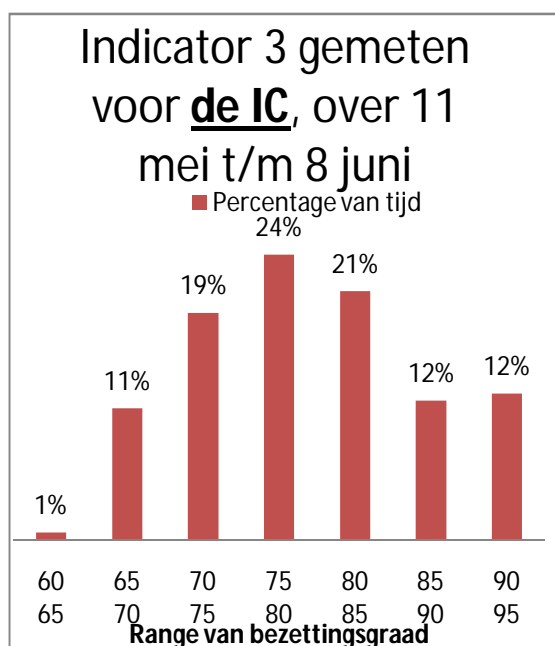
Figuur 8 - Percentage van electieve operaties dat gebruik maakte van resource x per week

D.3 Indicator 3

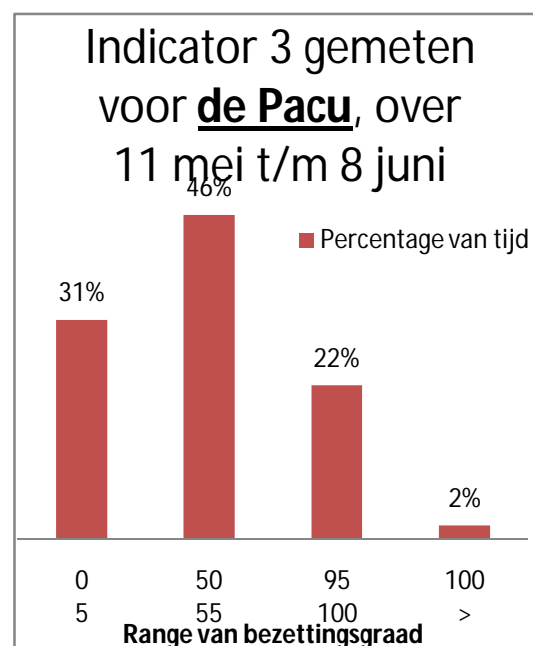
In de figuren 9, 10, 11, 12, 13 en 14 is indicator drie weergegeven voor de apparatuur, post-operatie opvang en de operatiekamers zoals deze in werkelijkheid was in de periode van 11 mei tot 8 juni. In werkelijkheid houdt hier in dat deze achteraf gemeten is, dus de electieve operaties en de spoedgevallen zijn hier gemeten. In de figuren 15, 16, 17 en 18 is indicator drie weergegeven zoals deze in het model uit figuur 3 ingevoerd moet worden. Dit zijn dus de bezettingsgraden zoals deze gepland waren om 8:00 iedere dag. De grafieken moeten als volgt gelezen worden: De verticale as geeft de bezettingsgraad aan en de rode kolommen geven het percentage van de tijd weer dat een resource met de gegeven graad bezet is. De bezettingsgraad wordt ook in bijlage D.4 weergegeven.



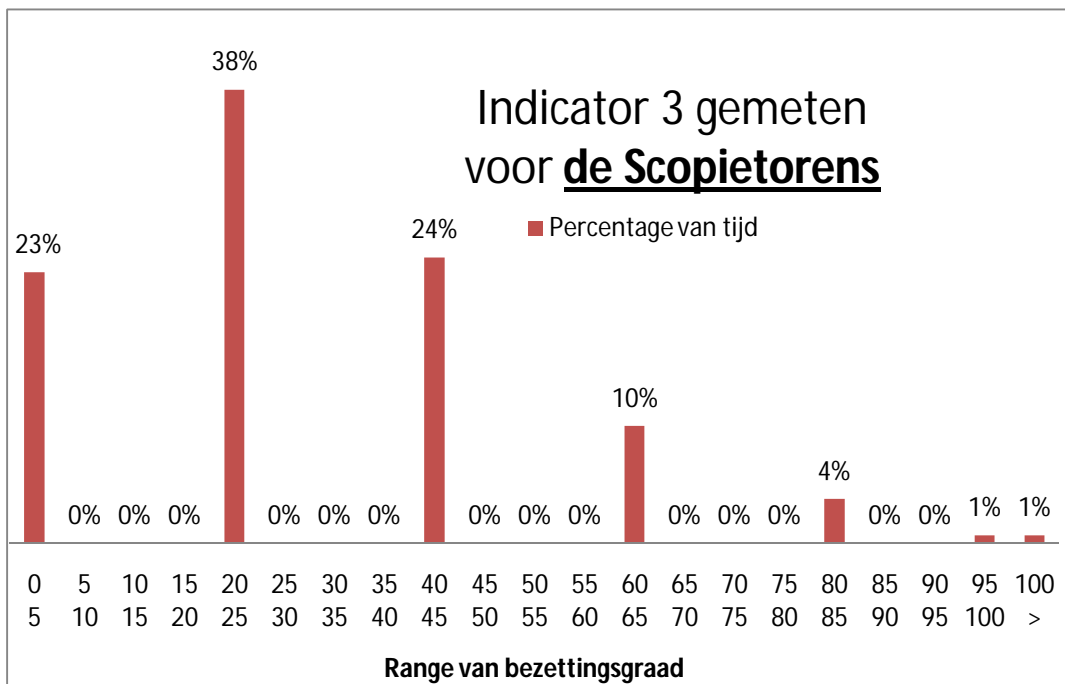
Figuur 9 - Percentage van de tijd dat de werkelijke bezettingsgraad van de OK, groter of gelijk is aan y per week



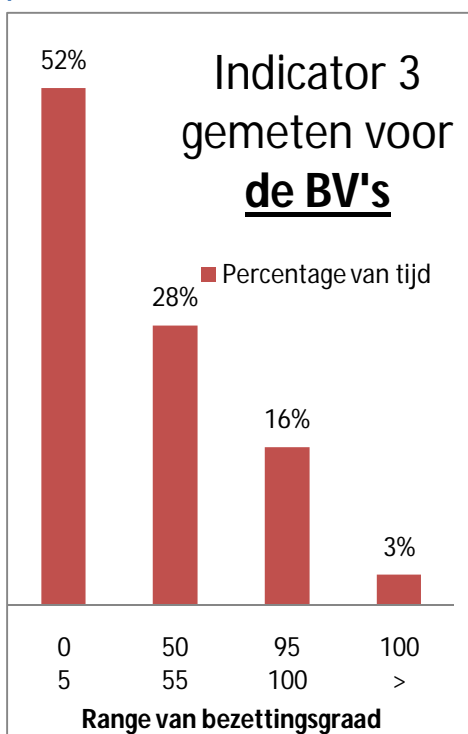
Figuur 10 - Percentage van de tijd dat de werkelijke bezettingsgraad van de IC, groter of gelijk is aan y per week



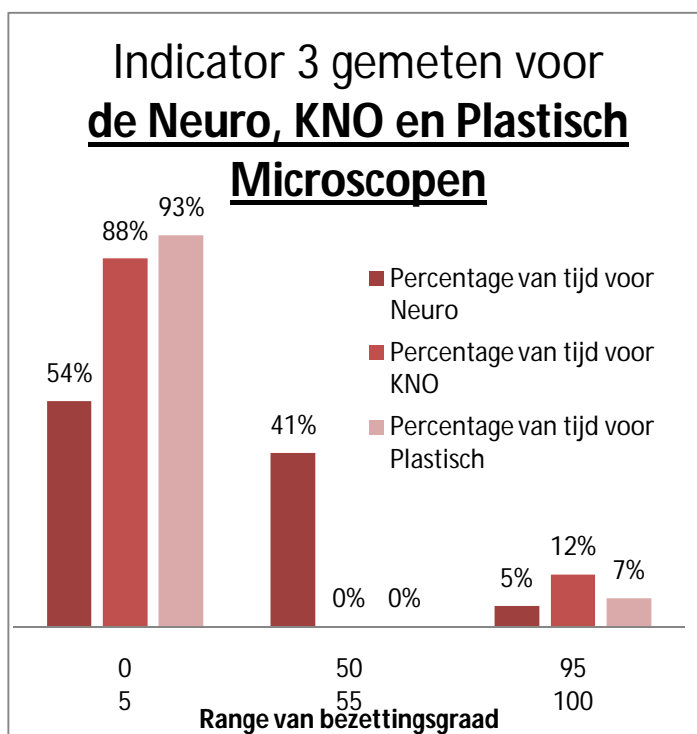
Figuur 11 - Percentage van de tijd dat de werkelijke bezettingsgraad van de PACU, groter of gelijk is aan y per week



Figuur 12 – Percentage van de tijd dat de werkelijke bezettingsgraad van de scopietorens, groter of gelijk is aan y per week

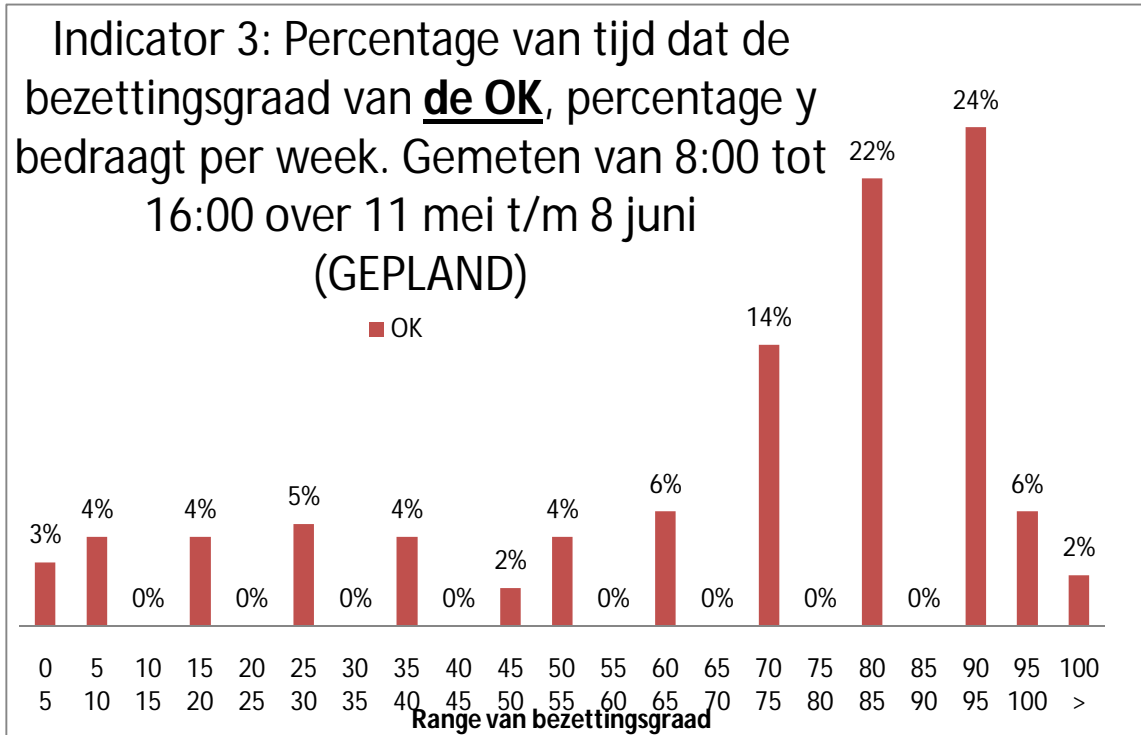


Figuur 13 - Percentage van de tijd dat de werkelijke bezettingsgraad van de BV's, groter of gelijk is aan y per week

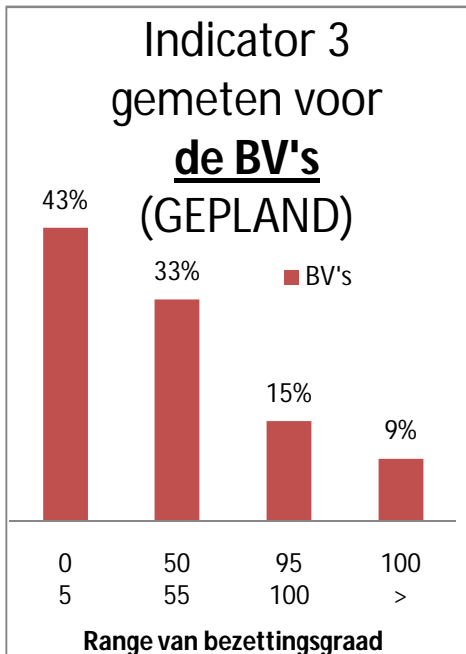


Figuur 14 - Percentage van de tijd dat de werkelijke bezettingsgraad van de microscopen, groter of gelijk is aan y per week

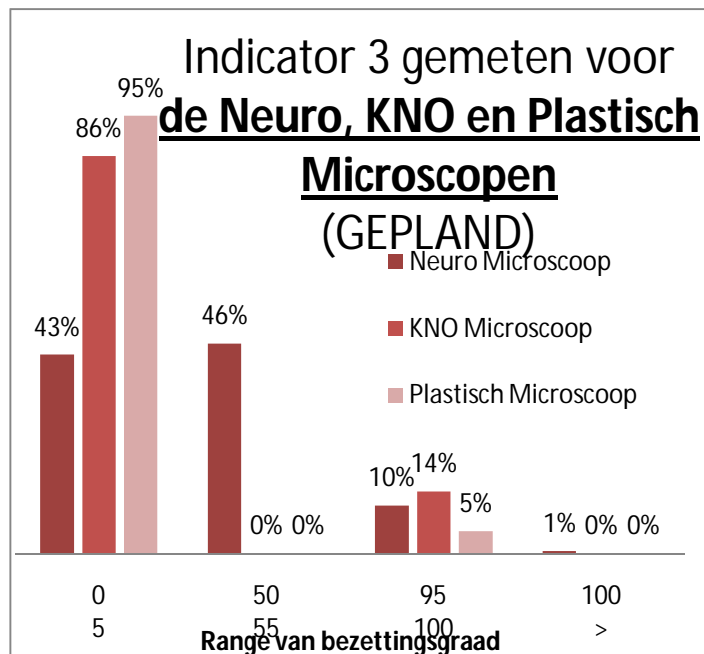
Voor de geplande bezettingsraden geldt dat de post operatieve opvang plekken niet gemeten kunnen worden, omdat vooraf niet bekend is hoeveel patiënten er nog op deze opvang zullen liggen.



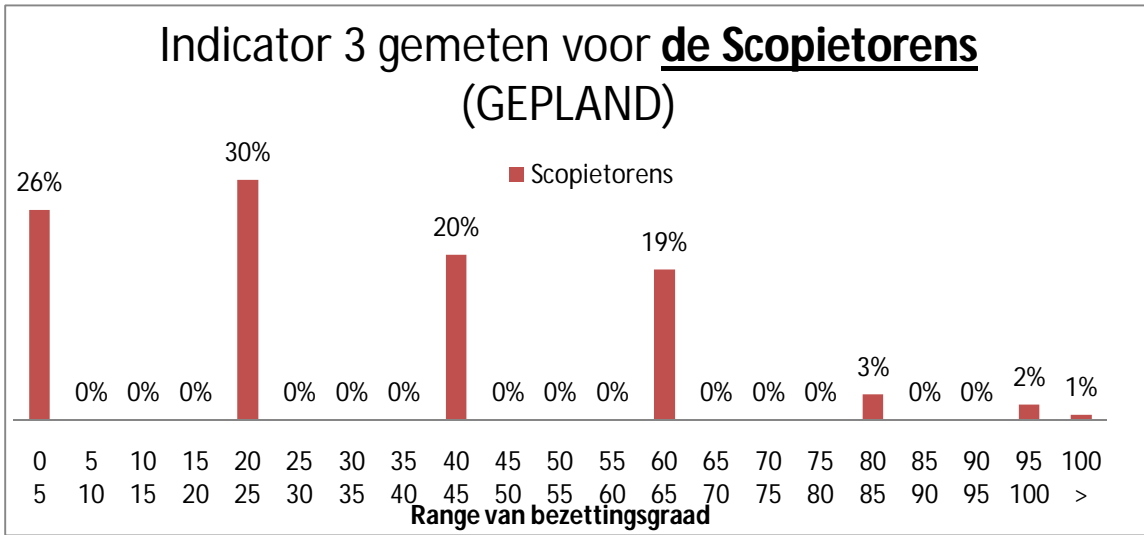
Figuur 15 - Percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad van de OK, groter of gelijk is aan y per week



Figuur 16 - Percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad van de BV's, groter of gelijk is aan y per week



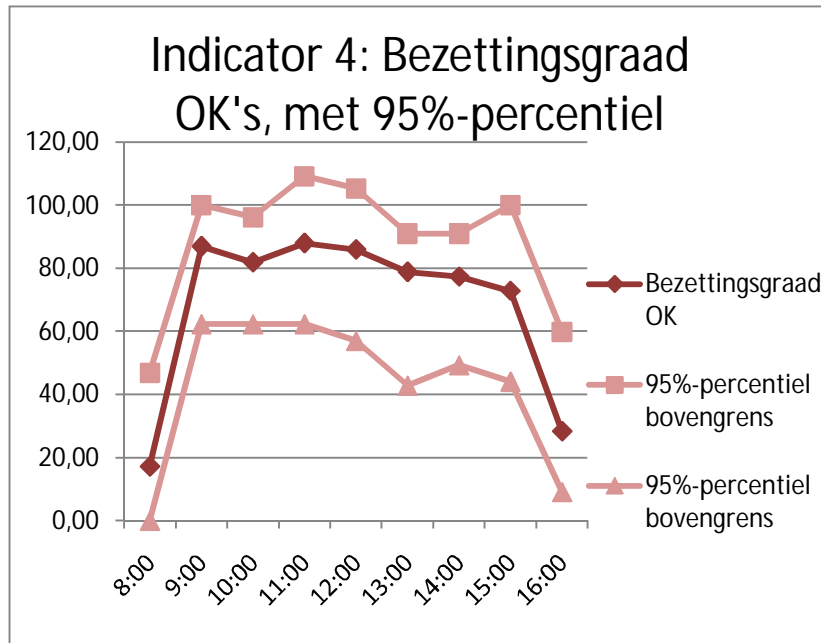
Figuur 17 - Percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad van de microscopen, groter of gelijk is aan y per week



Figuur 16 - Percentage van de tijd dat de geplande bezettingsgraad van de scopietorens, groter of gelijk is aan y per week

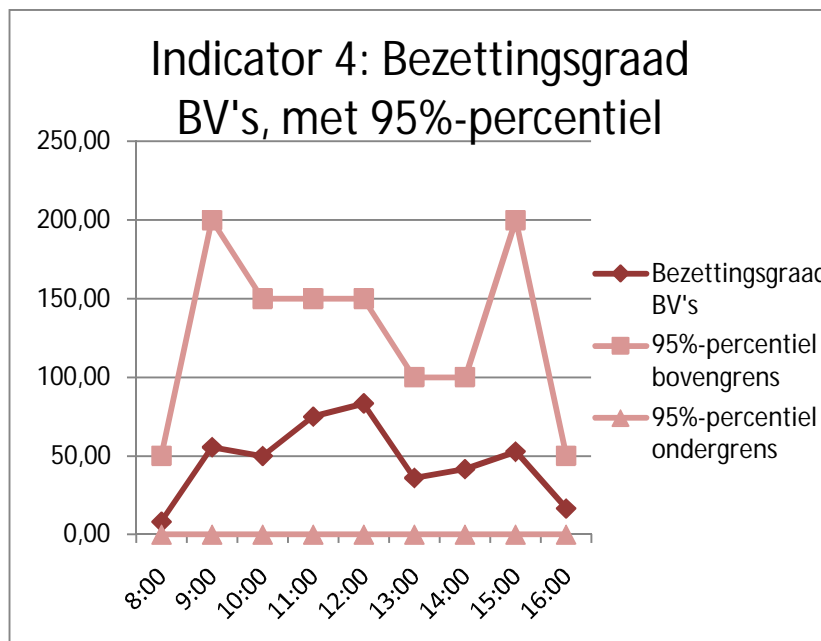
D.4 Indicator 4

In deze bijlage worden de geplande bezettingsgraden van de resources weergegeven, met in de figuren tevens de lijnen waartussen 95 procent van de metingen op het betreffende tijdstip vallen. Deze figuren gaan uit van metingen tussen 11 mei en 8 juni, zoals de planningen er iedere dag om 8:00 uit zagen. Uiteraard zal bij toepassing van het model voor iedere dag afzonderlijk de bezettingsgraad weergegeven moeten worden.



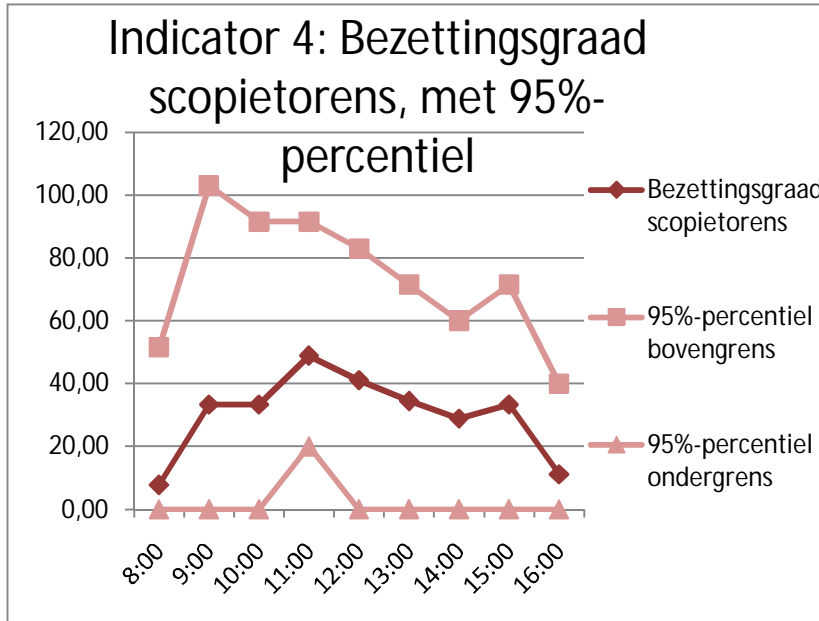
Figuur 7 - Bezettingsgraad OK's

De bezettingsgraad van de OK's en het 95%-percentiel van deze bezettingsgraad zijn weergegeven in figuur 20. Te zien is dat de bezettingsgraad af en toe boven de 100 procent gepland wordt.



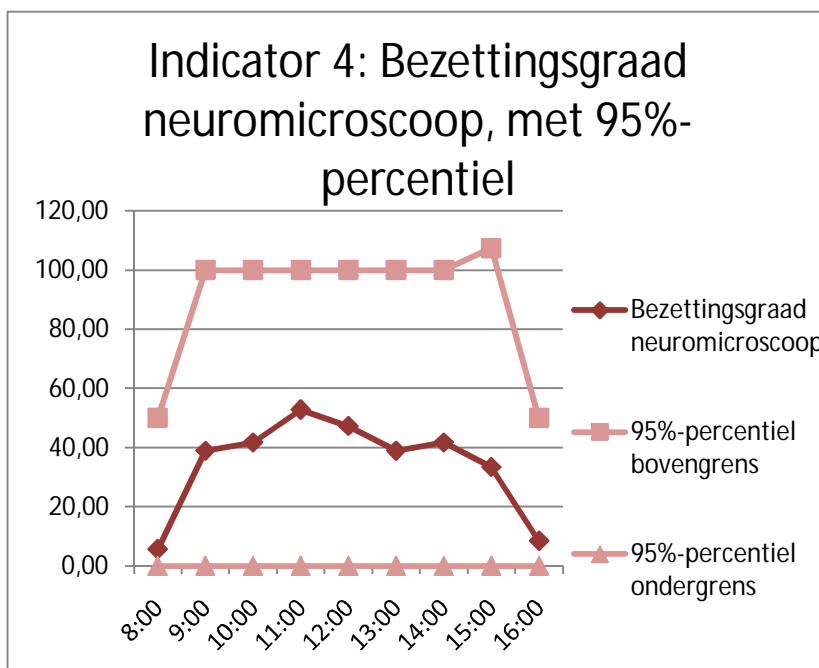
Figuur 8 - Bezettingsgraad BV's

In figuur 21 zijn de bezettingsgraad en haar percentiel weergegeven voor de BV's. Ook hier geldt dat de bezettingsgraad regelmatig te hoog gepland wordt. Uit deze grafiek blijkt dat de bezettingsgraad over een periode van vier weken niet bruikbaar is voor het model, maar het toont wel duidelijk de grote variantie in bezetting.



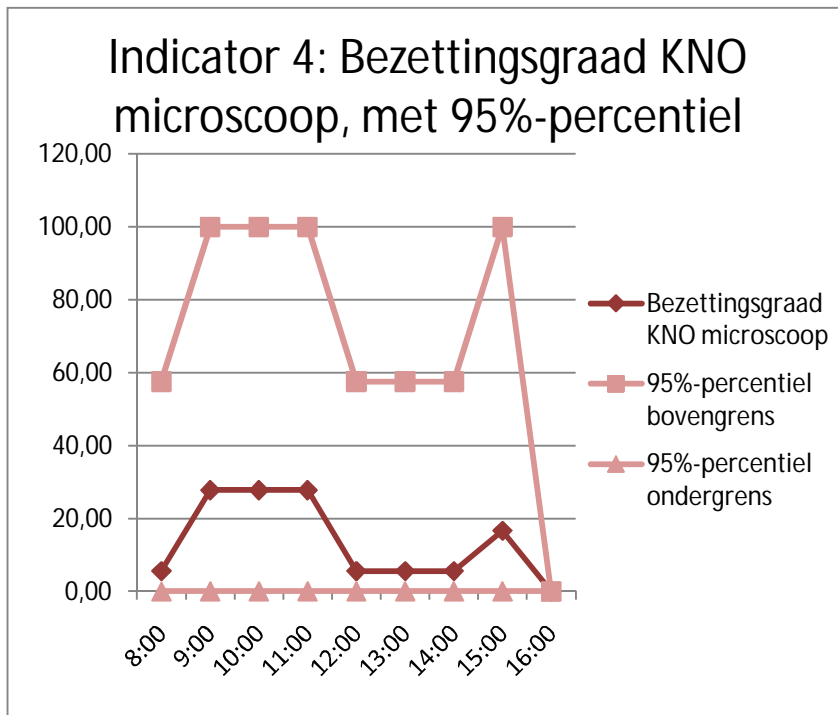
Figuur 22 - Bezettingsgraad scopietorens

Het 95%-percentiel van de bezettingsgraad van de scopietorens in figuur 22 geeft weer dat ook bij de scopietorens grote variatie plaats vindt. Er is wel goed te zien dat de bezetting steeds op dezelfde momenten van de dag piekt als de andere resources.



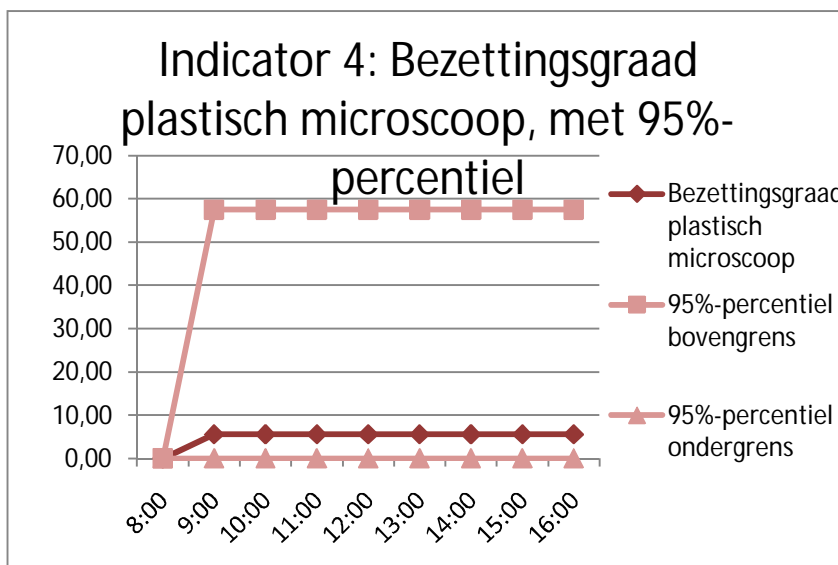
Figuur 9 - Bezettingsgraad neuro microscopen

Er zijn slechts twee neuromicroscopen en dit maakt dat het 95%-percentiel in figuur 23 niet veel zegt: er zijn 0 (0 procent), 1 (50 procent), of 2 (100 procent) microscopen in gebruik. De uitschieter naar 107,5 procent is het gevolg van de manier van berekenen van het percentiel door Excel.



Figuur 24 - Bezettingsgraad KNO-microscopie

In figuur 24 is de bezettingsgraad van de KNO microscopie weergegeven. Ook deze figuur is op zichzelf niet bruikbaar, omdat er maar één microscopie aanwezig is. In combinatie met de figuren in bijlage D.3 en bijlage D.4 is deze figuur wel bruikbaar, zoals uitgelegd in paragraaf 2.1.4. Wat voor de bezettingsgraad van de KNO microscopie geldt, geldt ook voor de plastisch microscopie.



Figuur 10 - Bezettingsgraad plastisch microscopie

D.5 Indicator 5

In tabel 7 zijn de scores op indicator vijf weergegeven, zoals deze zijn gegeven door één van de dagcoördinatoren. Doordat slechts één persoon dit ingevuld heeft is de betrouwbaarheid laag.

		Gemak als minimaal 1 beschikbaar				
		1 (Makkelijk)	2	3	4	5 (Onmogelijk)
Microscop	Plastisch	X				
	Neuro	X				
	KNO	X				
	Oog	X				
Apparatuur	BV	X				
	Scopietorens	X				
Instrumentarium		X				
POO	IC	X				
	PACU	X				
	Verkoever	X				

Tabel 6 - Scores op indicator vijf

D.6 Indicator 6

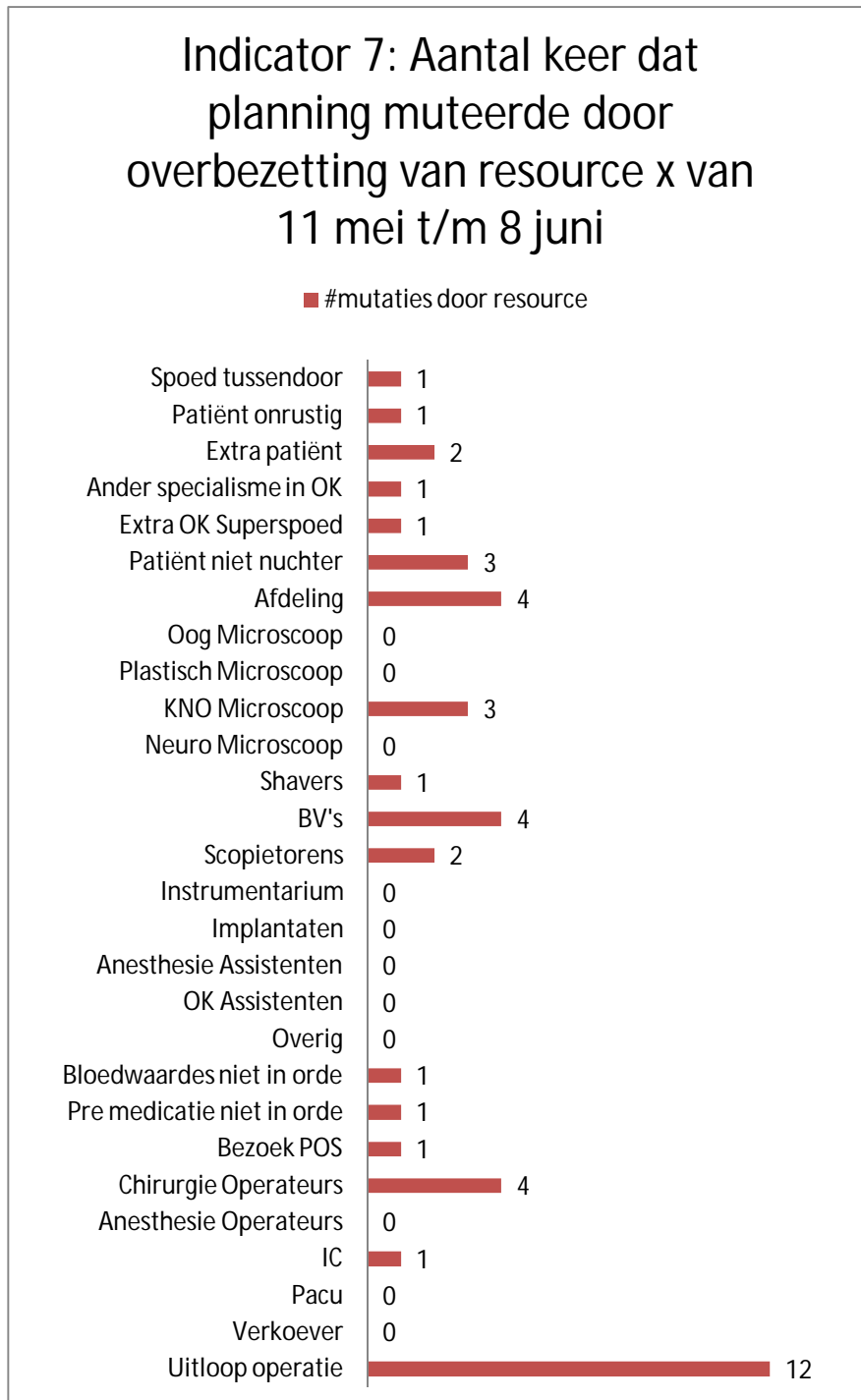
In tabel 8 zijn de scores op indicator zes weergegeven, zoals deze zijn gegeven door één van de dagcoördinatoren. Doordat slechts één persoon dit ingevuld heeft is de betrouwbaarheid laag.

		Gemak als geen beschikbaar				
		1 (Makkelijk)	2	3	4	5 (Onmogelijk)
Microscop	Plastisch					X
	Neuro				X	
	KNO					X
	Oog					X
Apparatuur	BV				X	
	Scopietorens			X		
Instrumentarium					X	
POO	IC			X		
	PACU				X	
	Verkoever			X		

Tabel 7 - Scores op indicator zes

D.7 Indicator 7

In figuur 26 zijn de scores op indicator zes weergegeven, wederom hebben we gemeten in de periode van 11 mei t/m 8 juni. Hier is af te lezen dat de uitloop van een operatie twaalf keer de oorzaak is geweest van een mutatie en dat de resource 'assistenten' niet tot wijzigingen in de planning heeft geleid. Ook is te zien dat de afwezigheid van een KNO microscoop aanleiding was voor drie mutaties. Deze drie mutaties vonden allemaal op dezelfde dag plaats doordat de microscoop kapot was deze dag.



Figuur 26 - Aantal keer dat de planning muteerde door overbezetting van resource x