

2013•2014  
FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN  
*master in de toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur*

Masterproef  
Logistieke beslissingen in de toeleveringsketen van ziekenhuizen

Promotor :  
Prof. dr. An CARIS

Copromotor :  
Mevrouw Hanne POLLARIS

Dries Eerdeken  
*Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de toegepaste  
economische wetenschappen: handelsingenieur*

2013•2014

FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE  
WETENSCHAPPEN

*master in de toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur*

## Masterproef

Logistieke beslissingen in de toeleveringsketen van  
ziekenhuizen

Promotor :  
Prof. dr. An CARIS

Copromotor :  
Mevrouw Hanne POLLARIS

Dries Eerdekens

*Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de toegepaste  
economische wetenschappen: handelsingenieur*



## **WOORD VOORAF**

---

De masterproef die voor u ligt, vormt het sluitstuk van mijn vijf jaar durende opleiding tot handelsingenieur aan de Universiteit Hasselt, en kadert binnen mijn gekozen afstudeerrichting Operationeel Management en Logistiek. Het onderwerp 'Logistieke beslissingen in de toeleveringsketen van ziekenhuizen' sprak mij onmiddellijk aan gezien het hoofddoel in ziekenhuizen het streven naar een maximalisatie van het welzijn van de patiënt is en niet een maximalisatie van winst zoals in commerciële bedrijven. Graag wil ik enkele woorden van dank richten tot de volgende mensen, die mij hebben bijgestaan in het tot stand brengen van dit werk.

In de eerste plaats wil ik mijn dank uiten aan mijn promotor, prof. dr. An Caris, voor het aanreiken van het onderwerp en de vele momenten die voor mij vrij werden gemaakt. Het is immers dankzij haar inzichten en advies dat ik mijn masterproef tot een goed einde heb kunnen brengen. Ook wil ik graag Hanne Pollaris bedanken.

Ten tweede zou ik graag een dankwoord richten tot Geert Vandormael voor de enthousiaste, nauwe samenwerking en het aanreiken van de noodzakelijke inzichten en kennis binnen het ziekenhuis Oost-Limburg. Daarnaast wil ik ook Carine Verdeyen binnen het ZOL bedanken voor haar inbreng in deze masterproef.

Verder zou ik Luc Everaerts willen bedanken voor de vele momenten die hij voor mij heeft vrijgemaakt heeft om mij te adviseren op het vlak van structuur en taalgebruik.

In de laatste plaats, maar daarom niet de minste, zou ik nog graag enkele woorden van dank richten aan mijn vrienden, familie en Marlies. Hun onvoorwaardelijk geloof in mij was een enorme steun doorheen mijn hele studentenperiode. Specifiek wil ik mijn ouders bedanken omdat ze mij altijd alle kansen hebben gegeven, waaronder het aanreiken van de mogelijkheid om deze studie aan te vangen.

Bedankt!

Dries Eerdeken  
Diepenbeek, juni 2014



## **SAMENVATTING**

---

Het nemen van logistieke beslissingen in de toeleveringsketen van ziekenhuizen kan geenszins vergeleken worden met hetzelfde beslissingsproces in commerciële bedrijven of andere sectoren. Immers, in een ziekenhuis staat het welzijn van de patiënt en niet winstmaximalisatie centraal. Daarom dienen beslissingen in de toeleveringsketen rekening te houden met andere prioriteiten, beperkingen, verplichtingen en omstandigheden. Bovendien maken de uiteenlopende categorieën van goederenstromen, gaande van economaatsgoederen over steriele goederen tot afval, van de toeleveringsketen een complexe materie. Een aangepaste aanpak van de toeleveringsketen is met andere woorden vereist.

Daarnaast resulteren de toenemende concurrentie, een vergrijzende populatie, een steeds meer kritische patiënt die zichzelf als centrum van de ziekenhuisdiensten beschouwt, zware budgettaire restricties, groeiende invloed van patiënten-associaties en de steeds bredere waaier van aangeboden medische diensten in een verhoogde druk op de bestaande medische- en managementondersteuningssystemen (De Vries en Huisjman, 2011; Garvican et al., 2003).

Binnen deze masterproef wordt getracht om systemen, technieken en technologieën in kaart te brengen en te testen met als doel de toeleveringsketen aan te passen aan de specifieke noden van ziekenhuizen en het hoofd te bieden aan de toenemende druk op medische- en managementondersteuningssystemen.

In het eerste hoofdstuk wordt een inleiding tot het onderzoek gegeven waarin ook het praktijkprobleem verder wordt uitgediept. Vervolgens wordt bepaald wie de eigenaar is van het gestelde praktijkprobleem. Daarna wordt aan de hand van de centrale onderzoeksvraag, "Hoe kunnen bestaande toeleveringsketens in ziekenhuizen worden verbeterd?", en de bijbehorende deelvragen een kader geïntroduceerd waarrond deze masterproef is opgebouwd. Dit kader bestaat uit een literatuurstudie en een praktijkgedeelte. In de literatuurstudie wordt het praktijkprobleem vanuit een wetenschappelijk perspectief benaderd met het oog op het verwerven van de noodzakelijke kennis en inzichten voor de praktijkstudie. Hierin wordt het praktijkprobleem vanuit het specifieke perspectief van het ziekenhuis Oost-Limburg benaderd.

Het tweede hoofdstuk omvat de literatuurstudie. Binnen deze studie wordt een antwoord geformuleerd op drie van de vijf deelvragen.

In een eerste deelvraag worden de mogelijke opportuniteiten voor de verbetering van logistieke processen in ziekenhuizen besproken. Deze opportuniteiten worden verdeeld in drie categorieën. Een eerste categorie betreft mogelijke beleidsmaatregelen die zorgen voor een verbetering van de logistieke processen en/of een betere integratie van de logistieke dienst in het ziekenhuis als geheel. De besproken maatregelen betreffen het stimuleren van een open geest, de introductie van logistieke medewerkers met een medische achtergrond, een proactieve ondersteuning door de logistieke dienst op het medische gebeuren en een analyse van de belangenpartijen. In een volgende categorie worden vernieuwende distributie- en bevoorradingstechnieken beschreven. Deze zijn het gebruik van geautomatiseerde transportsystemen, leeg-vol Kanban

bevoorradingssysteem, RFID-technologie en ERP systemen. In een derde en laatste categorie wordt de mogelijkheid tot het uitbesteden van de logistieke activiteiten als mogelijke verbetering toegelicht.

De tweede deelvraag uit de literatuurstudie bespreekt beknopt de regelgeving en richtlijnen verbonden aan de logistieke processen binnen de toeleveringsketen. Hierin komen de *Good Distribution Practices* van de Europese Unie (2013) en de *Joint Commission International* standaarden aan bod.

Tot slot wordt, in een derde onderzoeksvraag, een uiteenzetting van enkele relevante, wetenschappelijke modelleringsonderzoeken gegeven. De uiteenzetting bespreekt de noodzakelijke stappen voorafgaand aan de eigenlijke modellering, de omstandigheden waaronder simulatietechnieken uit commerciële en industriële toepassingen kunnen worden toegepast en enkele voorbeelden van reeds onderzochte modelleringsproblemen in ziekenhuizen. De verworven inzichten uit deze deelvraag vormen de voorbereiding en ondersteuning tot het beantwoorden van deelvraag vier en vijf.

De praktijkstudie zit vervat in het derde, en voorlaatste, hoofdstuk. In deze studie wordt het praktijkprobleem vanuit het specifieke perspectief van het ziekenhuis Oost-Limburg benaderd. In een eerste deel wordt een analyse van de economaatsgoederen, apotheekgoederen, *cross-dockings* en maaltijden gemaakt. Hierin worden de interne procedures, gaande van de bestelprocedure tot en met de fijndistributie, toegelicht. Tevens worden ook enkele bemerkingen op de huidige werking toegelicht. Deze analyse biedt een antwoord op de vierde deelvraag en dient ter voorbereiding van deelvraag vijf.

In deze deelvraag worden de effecten van de integratie van goederen- en maaltijdenstromen in kaart gebracht aan de hand van een simulatie met Arena Rockwell©. Een eerste simulatiemodel simuleert de interne stromen van economaatsgoederen, apotheekgoederen (opgedeeld in AMS-goederen en specialiteiten) en maaltijden naar een verpleegdienst. Vervolgens, wordt een alternatief model gesimuleerd waarin de integratie is toegepast. Aan de hand van vooropgestelde prestatie maatstaven, de totale wekelijkse transporttijden en het aantal 'lege' transportritten, en gepaarde t-testen wordt het effect van de integratie beschreven. Ter afsluiting van dit hoofdstuk worden de beperkingen van de simulatie kort toegelicht.

Tot slot worden in het vierde hoofdstuk alle kennis en inzichten uit de voorgaande hoofdstukken gebundeld en wordt een concreet en beknopt antwoord geformuleerd op de onderzoeksvragen. Tevens worden enkele suggesties voor verder onderzoek toegelicht.

# INHOUDSOPGAVE

---

WOORD VOORAF .....	I
SAMENVATTING .....	III
LIJST VAN TABELLEN .....	VIII
LIJST VAN AFKORTINGEN .....	IX
HOOFDSTUK 1: PROBLEEMSTELLING .....	1
1.1 PRAKTIJKPROBLEEM .....	1
1.2 PROBLEEMEIGENAAR EN ANDERE BETROKKENEN .....	2
1.3 ONDERZOEKSVRAGEN .....	3
1.4 ONDERZOEKSOPZET .....	3
1.4.1 Literatuurstudie .....	3
1.4.2 Praktijkstudie .....	4
1.5 VOORSTELLING VAN HET ZIEKENHUIS OOST-LIMBURG: CAMPUS SINT JAN .....	5
HOOFDSTUK 2: LITERAATUURSTUDIE .....	7
2.1 INLEIDING .....	7
2.2 OPPORTUNITEITEN VOOR VERBETERING VAN LOGISTIEKE PROCESSEN IN ZIEKENHUIZEN .....	8
2.2.1 Beleid .....	9
2.2.2 Vernieuwende distributie- en bevoorradingstechnieken .....	10
2.2.2.1 Geautomatiseerde transportsystemen .....	10
2.2.2.2 Leeg-vol Kanban bevoorradingssysteem .....	11
2.2.2.3 Het gebruik van RFID-technologie .....	12
2.2.2.4 ERP systemen .....	14
2.2.3 Uitbesteden van logistieke activiteiten .....	15
2.3 REGELGEVING EN RICHTLIJNEN .....	17
2.4 MODELLERING VAN LOGISTIEKE ACTIVITEITEN .....	19
HOOFDSTUK 3: PRAKTIJKSTUDIE .....	23
3.1 INLEIDING .....	23
3.2 RELEVANTE GOEDERENSTROMEN BINNEN DE CAMPUS SINT JAN .....	23
3.2.1 Economaatsgoederen .....	25
3.2.1.1 Algemene voorstelling en economaattransport .....	25
3.2.1.2 Bestellen .....	26
3.2.1.3 Fijndistributie .....	27
3.2.1.4 Bemerkingen op huidige werking .....	27
3.2.2 Apotheekgoederen .....	29
3.2.2.1 Algemene voorstelling en apotheektransport .....	29
3.2.2.2 Bestellen .....	31
3.2.2.3 Fijndistributie .....	32
3.2.2.4 Bemerkingen op huidige werking .....	32
3.2.3 <i>Cross-dockings</i> .....	33
3.2.3.1 Algemeen .....	33



3.2.3.2	Bemerkingen op huidige werking .....	33
3.2.4	Maaltijden.....	34
3.2.4.1	Algemeen .....	34
3.2.4.2	Bemerkingen op huidige werking .....	34
3.2.5	Veranderingen binnen het huidige systeem .....	34
3.3	SIMULATIEMODEL HUIDIGE SITUATIE.....	36
3.3.1	Assumpties .....	36
3.3.2	Opbouw simulatiemodel.....	37
3.3.3	Prestatiemaatstaven .....	41
3.3.4	Replicatieparameters.....	41
3.3.5	Resultaten basismodel.....	41
3.4	ALTERNATIEF SCENARIO: INTEGRATIE MAALTIJDENTRANSPORT MET GOEDERENTRANSPORT .....	43
3.4.1	Variabelen in het alternatief model.....	44
3.4.2	Opbouw alternatief model.....	44
3.4.3	Resultaten alternatief scenario en gepaarde t-test .....	48
3.5	CONCLUSIES SIMULATIE .....	56
3.6	BEPERKINGEN VAN DE SIMULATIE EN AANBEVELINGEN .....	57
3.6.1	Beperkingen.....	57
3.6.2	Aanbevelingen voor verder onderzoek.....	58
	HOOFDSTUK 4: ALGEMENE CONCLUSIES .....	59
	LIJST GERAADPLEEGDE WERKEN .....	65
	BIJLAGEN .....	69

## LIJST VAN AFBEELDINGEN

---

Figuur 1.1 Plattegrond campus Sint Jan. ....	5
Figuur 2.1 Traditioneel en voorraadloos bevoorradingsmodel. (Beaulieu & Rivard-Royer, 2002) ...	16
Figuur 2.2 Sleutelbeslissingen voor een optimale distributie. (Lapierre & Ruiz, 2007).....	21
Figuur 3.1 Schematische weergave van de interne transportprocedures bij materiaalbehoeften (economaats-, apotheek-, niet-voorraad- en cross-docking goederen). ....	24
Figuur 3.2 Procedure economaatsgoederen.....	25
Figuur 3.3 Procedure niet-voorraad producten. ....	25
Figuur 3.4 Procedure apotheekgoederen. ....	29
Figuur 3.5 'Create' module per entiteit. ....	37
Figuur 3.6 Goederen- en maaltijdtransport GV5 (heen-route: deel 1).....	38
Figuur 3.7 Maaltijdtransport GV5 (heen-route: deel 2).....	39
Figuur 3.8 Maaltijdtransport GV5 (terug-route: deel 1). ....	39
Figuur 3.9 Maaltijdtransport GV5 (terug-route: deel 2). ....	40
Figuur 3.10 Goederen-transport GV5 (terug-route). ....	40
Figuur 3.11 Goederen- en maaltijdtransport GV5 (verlaten model).....	40
Figuur 3.12 Goederen-transport naar GV5 in alternatief scenario (heen-route: deel 1). ....	45
Figuur 3.13 Goederen-transport naar GV5 in alternatief scenario (heen-route: deel 2). ....	45
Figuur 3.14 Maaltijdtransport naar GV5 in alternatief scenario (heen-route: deel 1). ....	46
Figuur 3.15 Maaltijdtransport naar GV5 in alternatief scenario (deel 2). ....	46
Figuur 3.16 Goederen-transport naar GV5 in alternatief scenario (terug-route). ....	47
Figuur 3.17 Maaltijdtransport naar GV5 in alternatief scenario (terug-route). ....	47

## LIJST VAN TABELLEN

---

Tabel 2.1 Overzicht verbeteringsmethodes en -technieken uit paragraaf 2.2.....	8
Tabel 3.1 Overzicht van bemerkingen/verbeterpunten per goederenstroom. ....	35
Tabel 3.2 Leveringsschema per entiteit. ....	37
Tabel 3.3 Simulatieoutput: wekelijkse transporttijd per entiteitscategorie (basismodel).....	41
Tabel 3.4 'Lege' transportritten in basis scenario. ....	43
Tabel 3.5 Aangepast leverschema per entiteit. ....	44
Tabel 3.6 Simulatieoutput: wekelijkse transporttijd per entiteitscategorie (alternatief scenario). ..	48
Tabel 3.7 Simulatieoutput na 1500 replicaties. ....	48
Tabel 3.8 Berekening betrouwbaarheidsinterval basismodel en alternatief scenario van totale wekelijkse transporttijd (in minuten) van maaltijden.....	50
Tabel 3.9 Berekening betrouwbaarheidsinterval basismodel en alternatief scenario van totale wekelijkse transporttijd (in minuten) van AMS-goederen. ....	52
Tabel 3.10 Berekening betrouwbaarheidsinterval basismodel en alternatief scenario van totale wekelijkse transporttijd (in minuten) van economaatgoederen. ....	53
Tabel 3.11 Berekening betrouwbaarheidsinterval basismodel en alternatief scenario van totale wekelijkse transporttijd (in minuten) van specialiteiten. ....	54
Tabel 3.12 'Lege' transportritten in het alternatief scenario.....	56

## LIJST VAN AFKORTINGEN

---

**3PL:** third-party logistic service provider

**ACS:** apotheek cel steriel

**AGV:** automated guided vehicle systems

**AMS:** algemeen medisch synthese

**ERP:** enterprise resource planning

**GDP:** good distribution practices

**JCI:** joint commission international

**RFID:** radio-frequency identification

**ZOL:** ziekenhuis Oost-Limburg

**CU:** *care units* (vrije vertaling: dienstmagazijn)



# HOOFDSTUK 1: PROBLEEMSTELLING

---

## 1.1 PRAKTIJKPROBLEEM

De vele besparingsronde van de laatste jaren als gevolg van de economische crisis hebben ook hun invloed op de zorgsector. Door onder andere de budgettaire restricties besteden de ziekenhuizen tegenwoordig veel aandacht aan de werkelijke kost per patiënt, en dit in alle domeinen. Zo stellen Dellaert en van de Poel (1996) dat ook een efficiënt beheer van aankoop- en voorraadkosten in zorgcentra meer aan belang wint om de rendabiliteit te verhogen. Het nemen van logistieke beslissingen in de toeleveringsketen van een ziekenhuis kan niet worden vergeleken met het beslissingsproces van bedrijven, in het bijzonder van bedrijven met een winstoogmerk. Zowel bij voorraad- als bij distributiebeslissingen spelen andere prioriteiten, beperkingen, verplichtingen en omstandigheden een belangrijke rol.

Het opstellen van een voorraad- en distributiemodel voor een ziekenhuis is bijgevolg geen sinecure. Bovendien wordt het opstellen van een eenduidig algemeen model voor ziekenhuizen bemoeilijkt door specifieke factoren die verschillend zijn per ziekenhuis. Volgens Aptel en Pourjalali (2001) kan een verschil in beleid in ziekenhuizen verklaard worden op basis van vijf elementen. (i) Bij wie ligt de verantwoordelijkheid voor aankoop, ontvangst, voorraadbeheer, fysieke leveringen, ... van goederen? (ii) Hoe worden goederen verdeeld naar de ziekenhuisdiensten? Maakt het ziekenhuis bijvoorbeeld gebruik van een centraal opslagdepot of worden de goederen rechtstreeks geleverd aan de departementen? (iii) Hoe groot is het volume van medische producten dat wordt verdeeld? (iv) Hoe is de relatie tussen het ziekenhuis en zijn leveranciers? (v) Is in het verleden al aandacht geschonken aan het verbeteren van de voorraad- en distributiediensten? Heeft het ziekenhuis (nog) intenties voor het verder verbeteren van deze diensten? Uit deze vijf factoren blijkt dus dat elk ziekenhuis voor zijn voorraad- en distributiemodel rekening moet houden met specifieke kenmerken. Een algemeen model zal bijgevolg niet in elk ziekenhuis optimale resultaten geven.

Ook Lapierre en Ruiz (2007) duiden op het belang van een aangepast voorraad- en toeleveringsbeheer in de zorgsector. Zij stellen dat het gebruik van een klassiek voorraadmodel, zoals het *reorder point model*, leidt tot een inefficiënt voorraadsysteem omwille van verschillende redenen. (i) Het model houdt vaak geen rekening met beperkte menselijke middelen. Zo wordt bijvoorbeeld een tekort aan personeelscapaciteit niet in rekening gebracht bij een noodzakelijke aanvulling van voorraden tijdens piekmomenten. (ii) Ook wordt onvoldoende rekening gehouden met fysieke opslagcapaciteiten van de centrale opslagplaats en de dienstmagazijnen. Deze factor is noodzakelijk om de frequentie van bevoorrading te bepalen en voorraadtekorten te vermijden. (iii) Klassieke voorraadmodellen zijn kosten gebaseerd en brengen de servicegraad niet in rekening. Dit zal tot gevolg hebben dat oplossingen die leiden tot een hogere kwaliteit van dienstverlening, zoals bijvoorbeeld het verhogen van de bevoorradingsfrequentie, vaak niet in aanmerking komen gezien de hogere kosten. Daarenboven stellen Lapierre en Ruiz (2007) dat een pure voorraad gebaseerde aanpak niet realistisch is in medische centra omwille van strikte budgettaire en/of (opslag)capaciteitsbeperkingen. In hun onderzoek ontwikkelen zij daarom een

planningsmodel om de toeleveringsactiviteiten beter te coördineren. Op deze manier wordt de aandacht verlegd van een optimaal voorraadbeheer naar een optimalisatie binnen de gehele toeleveringsketen.

Ook volgens Dellaert en van de Poel (1996) is het nemen van optimale toeleveringsbeslissingen in een ziekenhuis of zorgcentra helemaal niet zo evident. Zij stelden vast dat het beleid op diverse logistieke vlakken niet optimaal werd gevoerd. Veeleer gaat het om lacunes op het vlak van organisatie, logistieke procedures, juiste schattingen van kosten, goede voorraadregels enzovoort. Vaak is dit te wijten aan het feit dat werkkrachten in ziekenhuizen niet vertrouwd zijn met de procedures inzake logistieke planning of niet over de juiste werkmiddelen beschikken. In commerciële bedrijven zijn dit vaak ingenieurs met de geschikte expertise die de complexe berekeningen kunnen uitvoeren met de meest geavanceerde computerprogramma's en machines. Het tijdig nemen van correcte beslissingen, rekening houdend met complexe en realistische parameters, wordt in ziekenhuizen dus bemoeilijkt door een gebrek aan deze kennis. Als gevolg hiervan besluiten Dellaert en van de Poel (1996) dat het beslissingsmodel in medische centra niet te gecompliceerd mag zijn.

## **1.2 PROBLEEMEIGENAAR EN ANDERE BETROKKENEN**

Volgens Byttebier (2002) kunnen probleemeigenaars worden geïdentificeerd met behulp van de regel van de vier B's: betrokken, bereid, bevoegd en bekwaam. Aan de hand van deze vier begrippen zijn de eerste twee probleemeigenaars gemakkelijk te identificeren nl.: het ziekenhuis zelf en de overheid. Doordat het ziekenhuis rechtstreeks zal worden geschaad bij het nemen van onjuiste en inefficiënte toeleveringsbeslissingen is het dus betrokken partij. Het zal dan ook bereid zijn om actie te ondernemen indien opportuniteiten zich voordoen. Verder is het ziekenhuis bevoegd en bekwaam om acties te ondernemen. Een tweede probleemeigenaar is in vele gevallen de overheid. Zij is immers eigenaar van de meerderheid van de ziekenhuizen en andere zorgcentra. Hierdoor is zij zowel betrokken als ook bereid, bevoegd en bekwaam zijn om in te grijpen.

Verder kunnen nog twee andere partijen schade oplopen indien het ziekenhuis geen goede toeleveringsbeslissingen neemt. Een eerste, vanzelfsprekende, partij zijn patiënten. Zij zullen vaak het slachtoffer zijn van een inaccuraat voorraad- en distributiebeleid door een daling in kwaliteit van de diensten. Een tweede mogelijke betrokken partij betreft leveranciers. Vaak zal een inefficiënt voorraadbeheer resulteren in spoedleveringen, inconsistente en onzekere vraag naar producten/diensten, enz. Indien lange termijn samenwerkingsverbanden tussen het ziekenhuis en de leverancier van toepassing zijn, is het mogelijk dat ook zij probleemeigenaar worden van een slecht toeleveringsbeleid. Zijn bereidheid om samen te werken, waardoor het voorraadbeheer mogelijks wordt geoptimaliseerd, zal toenemen omdat dit zal resulteren in win-win situatie voor beide partijen.

### 1.3 ONDERZOEKSVRAGEN

Uit het praktijkprobleem blijkt dat onder andere strikte budgettaire beperkingen, concurrentie tussen ziekenhuizen en een steeds meer eisende patiënt en maatschappij de druk op bestaande procedures binnen de toeleveringsketen van ziekenhuizen doet toenemen. Bovendien zijn beslissingen in de toeleveringsketen van ziekenhuizen sterk onderhevig aan specifieke individuele kenmerken en kunnen *best practices* uit industriële of commerciële sectoren niet eenvoudigweg worden overgenomen. De toegenomen druk op de procedures en de specificiteit van de ziekenhuissector maken het noodzakelijk dat de bestaande toeleveringsketens worden verbeterd. Vandaar luidt de *centrale onderzoeksvraag*:

**“Hoe kunnen bestaande toeleveringsketens in ziekenhuizen worden verbeterd?”**

Teneinde de centrale onderzoeksvraag te beantwoorden, werden volgende vijf *deelvragen* opgesteld:

1. “Welke systemen, technologieën en technieken worden in de wetenschappelijke literatuur aangehaald om de toeleveringsketen van een ziekenhuis te verbeteren?”
2. “Moet de distributie binnen de interne toeleveringsketen rekening houden met regelgevingen en richtlijnen van de overheid?”
3. “Hoe kunnen de effecten van deze systemen, technologieën en technieken in de wetenschappelijke literatuur worden gemodelleerd?”
4. “Hoe is de interne toeleveringsketen van een ziekenhuis gestructureerd?”
5. “Welk effect heeft de integratie van het goederen- en maaltijdtransport op de toeleveringsketen?”

### 1.4 ONDERZOEKSOPZET

Om de centrale onderzoeksvraag en de vijf deelvragen van deze masterproef te beantwoorden, wordt het onderzoek opgesplitst in twee delen. Een eerste deel betreft de literatuurstudie. Deze studie biedt een antwoord op de eerste drie deelvragen. In een tweede deel, de praktijkstudie, wordt een antwoord op de vierde en vijfde deelvraag geformuleerd. De kennis en inzichten verworven in de literatuurstudie worden in dit deel vertaald naar een mogelijke verbetering van de interne toeleveringsketen binnen het ziekenhuis Oost-Limburg (ZOL). Hieronder volgt kort een overzicht.

#### 1.4.1 Literatuurstudie

In de literatuurstudie wordt het praktijkprobleem vanuit een wetenschappelijk perspectief benaderd. Aan de hand van deze benadering wordt een antwoord gezocht op deelvraag één, twee en drie.

Om een antwoord te formuleren op de eerste deelvraag, worden mogelijke systemen, technologieën en technieken binnen de toeleveringsketen van ziekenhuizen uit de wetenschappelijke literatuur in kaart gebracht. Meer specifiek worden hier beleidsmaatregelen,



vernieuwende distributie- en bevoorradingstechnieken en het uitbesteden van logistieke activiteiten beschreven. Naast de beschrijving worden ook de mogelijke voor- en nadelen van deze systemen, technieken en technologieën aangekaart.

Vervolgens wordt in de literatuurstudie een beknopte schets van de bestaande regelgeving en richtlijnen gegeven. Het betreft de GDP regelgeving en de JCI standaarden. Deze schets biedt een antwoord op deelvraag twee.

Tot slot worden enkele relevante, wetenschappelijke modelleringsonderzoeken besproken. Hierbij wordt nagegaan welke stappen voorafgaand aan de modellering moeten worden genomen. Daarnaast wordt onderzocht onder welke omstandigheden succesvolle modelleringstechnieken uit de industrie kunnen worden toegepast in een ziekenhuisomgeving. Tot slot worden enkele voorbeelden van modelleringsproblemen toegelicht. De inzichten afgeleid uit deze onderzoeken maken het mogelijk een antwoord te bieden op deelvraag drie. De verworven inzichten vormen de voorbereiding en ondersteuning tot het beantwoorden van deelvraag vier en vijf.

#### **1.4.2 Praktijkstudie**

In de praktijkstudie wordt het praktijkprobleem vanuit het specifieke perspectief van het ziekenhuis Oost-Limburg benaderd. De directie en de logistieke dienst hadden een concreet vraagstuk, deelvraag vijf, omtrent het effect van de integratie van goederen- en maaltijdenstromen. In alle stappen van de praktijkstudie werd nauw samengewerkt met het ZOL om een concreet en volledig antwoord te bieden op dit vraagstuk.

Vooraleer het effect van een integratie wordt onderzocht, is het noodzakelijk om eerst de interne toeleveringsketen gedetailleerd in kaart te brengen (Iannone et al., 2013). Dit geeft de nodige inzichten in de proces- en stromenstructuur. De doorgevoerde analyse omvat een beschrijving van goederen- en maaltijdstromen, gaande van de bestelprocedure tot en met de fijndistributie. Daarnaast worden hier ook een aantal bemerkingen op de huidige werking toegelicht. Binnen dit deel wordt een antwoord gezocht op deelvraag vier.

Om vervolgens op de vijfde en laatste deelvraag een antwoord te formuleren, werd eerst de huidige interne toeleveringsketen gesimuleerd in de softwaretoepassing Arena Rockwell©. Vervolgens werd in een alternatief scenario de integratie van goederen- en maaltijdenstromen gesimuleerd. Aan de hand van vooropgestelde prestatie maatstaven en gepaarde t-testen, werden beide scenario's vergeleken. De vergelijking tussen beide scenario's vormt een antwoord op deelvraag vijf.

## 1.5 VOORSTELLING VAN HET ZIEKENHUIS OOST-LIMBURG: CAMPUS SINT JAN

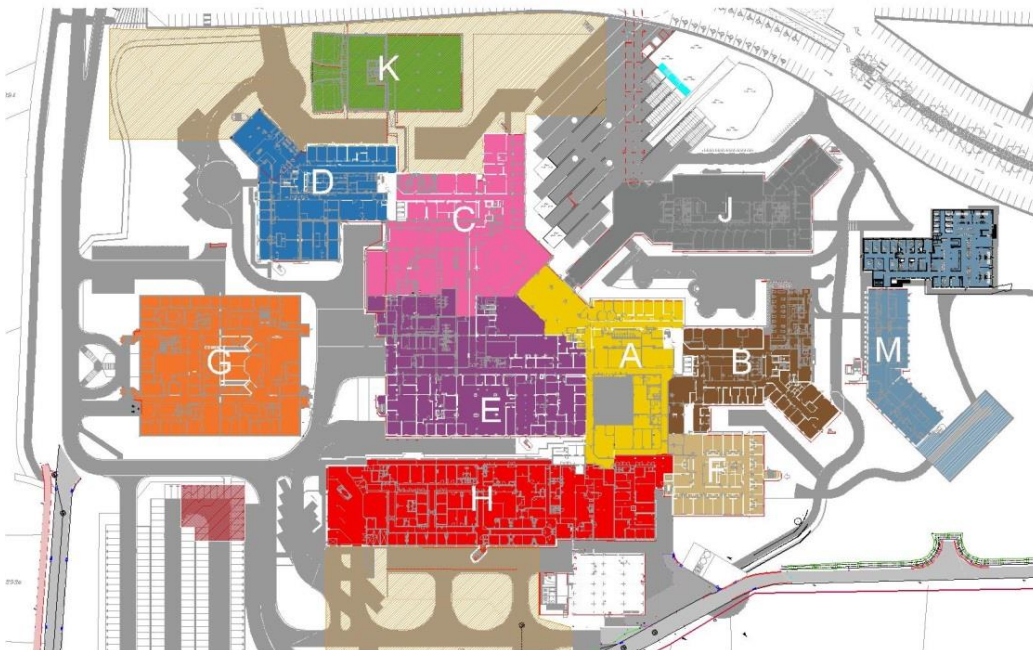
Het ziekenhuis Oost-Limburg is een autonome openbare verzorgingsinstelling en is ontstaan uit een fusie tussen het André Dumontziekenhuis te Waterschei, het Sint-Barbaraziekenhuis te Lanaken en het Sint-Jansziekenhuis te Genk<sup>1</sup>. De fusie kwam op 31 december 1995 tot stand na een jarenlange nauwe samenwerking tussen de drie ziekenhuizen.

Het ZOL beschikt over 811 bedden en 230 dagklinische bedden, verspreid over de drie campussen. In 2012 werden 34 602 patiënten opgenomen en werden 50 786 dagklinische behandelingen uitgevoerd. In de operatiekamers werden 33 181 ingrepen uitgevoerd, de verloskamers zorgden voor 2 213 nieuwe boorlingen en de dienst spoedgevallen registreerde 43 343 patiëntcontacten.

Volgens het jaarverslag van ziekenhuis Oost-Limburg (ZOL, 2012) realiseerde het ziekenhuis in 2012 een omzet van 319 285 386 euro, een stijging van 2,36 % ten opzichte van 2011. Op 31 december 2012 stelde het ZOL 230 geneesheren en 2 038 voltijdse equivalenten te werk.

De campus Sint Jan, gelegen in Schiepse Bos 6 te Genk, is de grootste campus van de verzorgingsinstelling. Op termijn zal ook het André Dumontziekenhuis naar deze site verhuizen.

Afbeelding 1.1 geeft de huidige plattegrond van de campus Sint Jan weer.



*Figuur 1.1* Plattegrond campus Sint Jan.

---

<sup>1</sup> [www.zol.be](http://www.zol.be) geraadpleegd op 22/10/2013



## HOOFDSTUK 2: LITERATUURSTUDIE

---

Het doel van deze literatuurstudie is het in kaart brengen van diverse onderwerpen die reeds onderzocht zijn binnen het interne logistieke kader van ziekenhuizen. De gekozen onderwerpen, binnen deze literatuurstudie, zijn geselecteerd op basis van hun relevantie naar zowel het praktijkgedeelte, als naar het beantwoorden van de deelvragen toe.

### 2.1 INLEIDING

Volgens Beaulieu et al. (2002) hebben ziekenhuizen af te rekenen met zeer complexe distributiesystemen. De diverse goederenstromen zoals medische goederen, geneesmiddelen, economaatsgoederen, steriele materialen, linnen, afval, etc. maken de distributie erg ingewikkeld. In de Verenigde Staten bedroegen in 2002 de uitgaven, gerelateerd aan de zorgsector, 14,9% van het BBP. In 2013 zouden deze uitgaven oplopen tot 18,4%, wat overeenstemt met een gemiddelde jaarlijkse groei van 7,3% (US Department of Health and Human Services, 2004). Chow en Heaver (1994) hebben in hun onderzoek geschat dat bijna 46% van het beschikbare budget wordt gespendeerd aan logistiek gerelateerde activiteiten. Maar liefst 40% van deze middelen vloeit naar de arbeid, noodzakelijk voor de logistieke activiteiten. Kelle et al. (2012) becijferden dat de voorraadkosten en -investeringen tussen 10% en 18% van de totale opbrengsten bedragen. De literatuur is erg eenduidig. De medische sector vertegenwoordigt een grote en groeiende hoeveelheid financiële middelen. Bovendien resulteren de toenemende concurrentie, een vergrijzende populatie, een steeds meer kritische patiënt die zichzelf als centrum van de ziekenhuisdiensten beschouwt, de zware budgettaire restricties, groeiende invloed van patiënten-associaties en de steeds bredere waaier van aangeboden medische diensten in een grote druk op de bestaande medische- en managementondersteuningssystemen (De Vries en Huisjman, 2011; Garvican et al., 2003). Om deze reden is tijdens de afgelopen decennia steeds meer onderzoek gevoerd naar verbeteringen van de bestaande systemen evenals de ontwikkeling van nieuwe systemen binnen de interne en externe toeleveringsketen van ziekenhuizen.

De literatuurstudie van deze eindverhandeling wordt opgesplitst in drie grote delen. In een eerste deel (sectie 2.2) worden diverse opportuniteiten voor verbeteringen binnen logistieke processen in ziekenhuizen toegelicht. In een tweede deel (sectie 2.3) handelt kort over de regelgevingen en richtlijnen omtrent logistiek binnen ziekenhuizen kort voorgesteld. Een derde luik (sectie 2.4) belicht enkele technieken om de ziekenhuisactiviteiten te modelleren. De modelleringstechnieken hebben als doel om de huidige situatie, de verbeterpunten en/of de effecten van veranderingen in kaart te brengen en ze vervolgens te analyseren.

## 2.2 OPPORTUNITEITEN VOOR VERBETERING VAN LOGISTIEKE PROCESSEN IN ZIEKENHUIZEN

Verbeteringen of kostenreducties in logistieke processen kunnen op verschillende manieren worden bereikt. Enkele belangrijke parameters hiervoor zijn: het gevoerde beleid, het al dan niet gebruik maken van de nieuwe distributie- en bevoorradingstechnieken en de uitbesteding van activiteiten. In Tabel 2.1 wordt een overzicht gegeven van de methodes en technieken, en hun bijhorende mogelijke voordelen, die besproken zullen worden in deze sectie (2.2).

Tabel 2.1 Overzicht verbeteringsmethodes en -technieken uit paragraaf 2.2

Verbetering door	Mogelijke voordelen
<b>Beleidsvoering:</b>	
- Open geest stimuleren	- Tunnelvisie vermijden - Creatieve innovaties/ideeën - Betere samenwerking tussen logistiek en medische afdelingen
- Logistieke medewerkers met medische achtergrond	- Hoger niveau van professionalisme
- Proactieve ondersteuning van het medische gebeuren	- Hoger niveau van professionalisme - Betere samenwerking tussen logistiek en medische afdelingen
- Analyse van belangenpartijen	- Inzicht in de belangen en noden van belangenpartijen (met het oog op veranderingen)
<b>Vernieuwende technieken:</b>	
- Geautomatiseerde transport systemen	- Reductie van operationele kosten - Hogere transport capaciteit en -flexibiliteit - Tijdsbesparing
- Leeg-vol Kanban bevoorradingssysteem	- Eenvoudig en flexibel voorraadstelsel - Tijdsbesparing - Hogere kwaliteit van informatie - Minder stockbreuken - Betere voorraadrotatie
- RFID-technologie	<i>(Voordelen t.o.v. barcode-technologie)</i> - Geen menselijke fouten - Hogere kwaliteit van informatie - Betere gegevensbeveiliging - Duurzamer - Real-time voorraadbeheer
- ERP-systeem	- Integratie van processen in de toeleveringsketen - Hogere kwaliteit van informatie
<b>Uitbesteden van logistieke activiteiten:</b>	
- Voorraadloos model	- Hogere servicegraad - Hogere efficiëntie - Daling inkoop- en voorraadkosten

### 2.2.1 Beleid

Volgens Beaulieu et al. (2002) is de interne toeleveringsketen van een ziekenhuis de zwakke plek van de totale keten. Het gebrek aan een systematische aanpak reflecteert zich in immense kosten en een laag service niveau naar patiënten toe. Het beleid kan op verschillende vlakken de werking van de interne toeleveringsketen verbeteren.

Bohmer en Christensen (2000) concluderen uit hun onderzoek dat vaak goede oplossingen voor logistieke problemen over het hoofd worden gezien. Immers, ziekenhuizen benaderen hun activiteiten meestal vanuit een gezondheidszorg-oogpunt. Dit doen ze omdat hun belangrijkste prioriteit de patiënt is. Deze tunnelvisie maakt hun echter kwetsbaar. Een open geest die verder kijkt dan traditionele oplossingen zal ongeziene, misschien wel onorthodoxe, innovaties in overweging nemen. Een praktisch voorbeeld betreft de macht en mentaliteit van de dokters, chirurgen en diensthoofden van het ziekenhuis. In diverse gevallen kan deze invloedrijke belangengroep creatieve oplossingen afremmen, en dit omwille van eigenbelang, gemakzucht, weerstand tegen verandering enzovoort. Het creëren van een open geest, waar creativiteit en innovatief gedrag worden gestimuleerd, is van groot belang wanneer het ziekenhuis zoveel mogelijk verbeteringsopportunities wil benutten.

Landry en Philippe (2004) spreken over een hoge kost gerelateerd aan inefficiëntie door verkeerde competenties binnen de logistieke dienstverlening. Enerzijds wordt verplegend personeel te vaak ingezet voor het uitvoeren van logistieke taken. Hierdoor kunnen ze zich minder bezig houden met hun hoofdprioriteit: de patiënt. Anderzijds beschikt het logistiek personeel vaak enkel over een logistieke achtergrond, en hebben ze geen medische bagage waardoor ze niet bekend zijn met bepaalde, noodzakelijke medische inzichten. Landry en Philippe (2004) stellen voor om in ziekenhuizen gebruik te maken van logistiek personeel met een medische achtergrond, in België gekend als logistieke assistenten. Dit zijn in principe verpleegkundigen die in de ziekenhuizen bijgeschoold worden over de kennis van logistieke systemen. Hierna worden ze vaak ingezet voor de fijndistributie van goederen op de diensten. De voordelen van het gebruik van logistieke medewerkers met medische kennis zijn opmerkelijk: (i) inzichten en communicatie in logistieke en patiënt gerelateerde processen verbeteren; (ii) noden van patiënten worden beter beantwoord; (iii) ontstaan van een betere opvolging van gestandaardiseerde processen en medische protocollen; (iv) meer aandacht voor nieuwe medische producten en technieken. Algemeen genomen, resulteert de combinatie van kennis in beide domeinen in een meer professioneel imago van de logistieke tak van het ziekenhuis.

Vanuit een strategisch perspectief zou volgens Hayes en Wheelwright (1985) een logistiek departement zich moeten opstellen als een interne ondersteuningsstructuur van de medische activiteiten van een ziekenhuis. Concreet houdt dit in dat het logistiek management zich niet neutraal mag opstellen, wat het geval is wanneer de dienst enkel streeft naar een minimalisatie van de negatieve impact van logistieke activiteiten. Het is noodzakelijk dat het departement een proactieve participatierol op zich neemt. Op deze manier wordt de logistieke tak van het ziekenhuis een geloofwaardige en significante ondersteuning van het medische gebeuren. Door deze aanpak

resulteren de logistieke activiteiten niet louter tot besparingen, maar wordt ook een hoger niveau van professionalisme en van de aangeboden diensten bereikt (Beaulieu & Landry, 2002).

Volgens De Vries (2010) is het noodzakelijk dat het logistieke departement de dynamieken inzake relaties en interacties tussen de diverse belangenpartijen doorgrondt vooraleer aanpassingen of verbeteringen door te voeren in bepaalde processen. Beslissingen en hervormingen binnen processen zijn sterk onderhevig aan beïnvloeding van invloedrijke belangenpartijen. Daarom is het noodzakelijk kennis te verwerven over de relaties en interacties tussen deze partijen. Op basis van deze kennis kan een afweging gemaakt worden tussen de verschillende belangen van stakeholders met betrekking tot de verandering of hervorming. Door een balans te vinden in de belangen van de diverse partijen, kunnen het topmanagement en de andere belangenpartijen worden overtuigd van het aangepaste beleid. Indien dit niet lukt, zullen voorgestelde veranderingen nooit volledig geïntegreerd geraken en zal een grote weerstand tegen de veranderingen ontstaan.

## **2.2.2 Vernieuwende distributie- en bevoorradingstechnieken**

### **2.2.2.1 Geautomatiseerde transportsystemen**

Aanæs et al. (2009) bespreken in hun onderzoek de groeiende interesse naar geautomatiseerde logistieke systemen. De onderzoekers stellen drie belangrijke redenen voor de stijgende interesse in *Automated Guided Vehicle* systemen (AGV) vast.

Een reductie van operationele kosten is een eerste en meteen de belangrijkste motivatie om een overschakeling naar AGV-systemen te verantwoorden. Bij de westerse bevolking is een grote demografische verandering op til: de vergrijzing van de populatie. Dit zorgt voor een stijgend aantal patiënten, wat op zijn beurt resulteert in een hogere logistieke activiteit binnen ziekenhuizen. Verder blijft de variëteit van gebruikte materialen en uitrusting steeds uitbreiden. Een specifieke analyse merkt vooral een stijging in wegwerpartikelen op. Dit resulteert in een expanderend volume en een steeds breder productgamma dat dient te worden getransporteerd aan een hogere frequentie. Geautomatiseerd transport kan een belangrijk hulpmiddel worden in het voorzien van deze stijgende transportnoden. Bovendien kan het transport aan lagere kosten worden uitgevoerd (op lange termijn).

Een tweede, belangrijk voordeel van AGV is een verhoging van de transportcapaciteit en -flexibiliteit. Manueel transport is gebonden aan beperkingen als gevolg van menselijke factoren. Zo dienen routes, volumes, gewicht en frequenties te zijn aangepast aan de mogelijkheden en beschikbaarheid van logistiek personeel. Bij geautomatiseerde systemen kunnen routes veel beter worden geoptimaliseerd. Leveringen kunnen zowel overdag als 's nachts als tijdens weekends plaatsvinden. Bovendien kan de reactiesnelheid en levertijd sterk worden verbeterd indien het transportsysteem wordt geïntegreerd met een voorraadsysteem dat een continue stroom van informatie doorgeeft over het verbruik van goederen en de plaats van verbruik.

De verbetering van dagelijkse processen binnen een ziekenhuis is een derde en laatste voordeel. Door gebruik te maken van AGV-systemen bespaart het ziekenhuispersoneel een aanzienlijke hoeveelheid tijd, gerelateerd aan logistieke activiteiten. Deze tijd kan nu worden toegewezen aan patiënt-gerelateerde taken.

Het is duidelijk dat de behoefte aan geautomatiseerde transportsystemen in ziekenhuizen bestaat

en dat deze systemen noemenswaardige voordelen met zich meebrengen. Vooraleer een ziekenhuis echter kan overgaan tot een overschakeling op AGV-systemen is het uiterst noodzakelijk dat het logistieke systeem en de goederenstromen grondig worden geanalyseerd. Enkel op basis van deze analyse kan een correct en volledig geïntegreerd ontwerp van het AGV-systeem worden gecreëerd.

Uit studies kunnen drie grote categorieën van AGV-systemen worden afgeleid (Aanæs et al., 2009; Beaulieu & Landry, 2000,2003; Landry & Philippe, 2004): pneumatische buizensystemen, spoor- en transportbandsystemen en mobiele robots.

Een pneumatische buizensysteem is in ziekenhuizen een veelgebruikt transportmiddel. Het is voornamelijk bedoeld voor kleine en lichte goederen zoals papieren, monsters, farmaceutische middelen enzovoort. Het systeem werkt via een buizen netwerk dat verschillende afdelingen binnen het ziekenhuis met mekaar verbindt. De te vervoeren lading wordt in een speciale container geplaatst, die via een station in het buizensysteem wordt gebracht. Door middel van een pneumatische kracht wordt de container doorheen het netwerk vervoerd.

Spoor- en transportbandsystemen worden in ziekenhuizen veeleer gebruikt voor het transport van relatief grote ladingen. Hiervoor dient een infrastructuur van sporen of transportbanden te worden aangelegd binnen horizontale (doorheen verschillende afdelingen) en/of verticale (doorheen verschillende verdiepingen) configuraties. De goederen worden via zelfstandige en geautomatiseerde systemen vervoerd over de aangelegde infrastructuur. Deze spoor- en transportbandsystemen stellen ziekenhuizen in staat om logistieke activiteiten zonder meerwaarde uit te voeren met behulp van machines in plaats van beroep te doen op logistieke medewerkers. Het grote nadeel van deze techniek is echter de hoge infrastructuurkost als gevolg van de noodzakelijke aanpassing van de bestaande infrastructuur.

Een laatste categorie, die zich tijdens de afgelopen jaren het meest commercieel ontwikkelt, bestaat uit mobiele robots. Het gebruik van deze robots biedt een uitstekend alternatief voor spoor- en transportbandsystemen. De technologie van robots vereist slechts beperkte wijzigingen in infrastructuur en omgeving. Bovendien maken geavanceerde lokalisatietechnieken en de ontwikkeling van snellere, meer precieze sensoren de toepassing commercieel zeer interessant.

Het is merkwaardig dat alle bovenstaande systemen opvolgers of afgeleiden zijn van toepassingen die reeds bestonden in andere domeinen en sectoren (Aanæs et al., 2009).

### ***2.2.2.2 Leeg-vol Kanban bevoorradingssysteem***

in de jaren 80 bracht het Deense Scan Modul System en het Nederland MEDI-MATH de medische toepassing van een leeg-vol systeem op de markt. Dit is gebaseerd op een kanban signaleringsprincipe wat voor het eerst gebruikt werd in de fabrieken van autoproducent Toyota (Cho et al., 1977). Het systeem werkt op basis van twee bakken, die elk evenredig gevuld zijn met een vastgelegd quotum. Het personeel dient de goederen uit de 'actieve' bak te verbruiken. Wanneer het 'actieve' compartiment leeg is, kan het verplegend personeel gebruik maken van de goederen uit het tweede compartiment. De medewerkers die instaan voor de herbevoorrading van de goederen worden dan aan de hand van een signaleringskaartje erop attent gemaakt dat het betreffende product dient te worden aangevuld. Vervolgens wordt de barcode op de betreffende



signaleringskaartjes gescand, zodat de productbehoefte in het systeem wordt geregistreerd. Bij de daaropvolgende bevoorrading worden de gescande compartimenten weer gevuld met het vastgelegde quotum.

Het leeg-vol systeem is een pull systeem. Dit houdt in dat een bevoorrading enkel gebeurt indien de vraag naar een bevoorrading zich stelt. Het systeem is een uitstekend alternatief voor de klassieke push systemen, waarbij de bevoorrading wordt afgestemd op het verwacht toekomstig verbruik en de voorraden op vaste tijdstippen worden aangevuld, zoals *exchange carts* of *par level* systemen (Perrin, 1994). Bij het *exchange carts* systeem wordt gewerkt met identieke leveringskarren. Op vaste tijdstippen worden de karren verwisseld: de nieuwe, volledige kar vervangt de huidige, gebruikte kar. In het *par level* systeem worden de voorraden op de diensten op vaste tijdstippen aangevuld tot het afgesproken niveau. Binnen deze twee systemen wordt geen rekening gehouden met het huidige verbruik, enkel met het verwachte, toekomstig verbruik. Volgens Landry en Philippe (2004) heeft een leeg-vol systeem vijf voordelen ten opzichte van een klassiek push systeem. (i) Het systeem is eenvoudig en flexibel en het is een toepasbaar systeem voor diverse productcategorieën. (ii) Doordat de bestelactiviteiten veel eenvoudiger zijn, worden significante tijdsbesparingen gerealiseerd. Zo berekenden Beaulieu et al. (2004) dat de bestelactiviteit van het leeg-vol systeem, deze activiteit verloopt door het scannen van de signaleerkaartjes die de te bestellen producten aanduiden, tot vier maal sneller verloopt dan bij het *par level* systeem. (iii) Verder wordt de kwaliteit van informatie over het verbruik van goederen sterk bevorderd. Dit wordt aanzien als een essentieel voordeel in het opzicht van optimalisatie van de logistieke processen. (iv) Doordat push systemen anticiperen op de voorspelde vraag, zijn ze sterk afhankelijk van deze voorspellingen. Pieken kunnen niet accuraat worden voorspeld en het is dan ook zeer moeilijk om hierop te anticiperen. Bovendien kan het leeg-vol systeem de tweede bak gebruiken als reserve tot op het moment van levering. Hierdoor heeft dit systeem veel minder af te rekenen met stockbreuken. (v) Een vijfde voordeel is de betere voorraadrotatie van een leeg-vol systeem. Dit is het gevolg van het gebruik van de twee compartimenten.

De boven vernoemde voordelen maken een leeg-vol systeem een erg populair en succesvol systeem. Het systeem is vooral populair in Europa, maar ook in de Amerikaanse, Aziatische en Canadese ziekenhuizen groeit de populariteit voor het systeem (Landry & Philippe, 2004).

### **2.2.2.3 Het gebruik van RFID-technologie**

*Radio-frequency identification* (RFID) is een draadloos systeem dat gebruik maakt van een radiofrequentie elektromagnetisch veld om data te verkrijgen waardoor het traceren en identificeren van artikelen mogelijk is. RFID-technologie laat toe om een voorwerp of apparaat te scannen waardoor informatie zoals locatie, productiedatum, ordernummer, vervaldatum, vervoersinformatie enzovoort kan worden verzonden naar de correcte persoon binnen het bedrijf.<sup>1</sup> Binnen de zorgsector kan de markt voor RFID toepassingen als een opkomende markt met zeer groot potentieel worden aanzien. In 2009 vertegenwoordigde de markt voor RFID toepassingen een waarde van \$ 94,6 miljoen. Verwacht wordt dat deze markt zich aan een zeer snel tempo ontwikkelt, waardoor de marktwaarde in 2019 \$ 1,43 miljard kan bedragen (IDTechEx, 2009).

---

<sup>1</sup> <http://www.rfidjournal.com/faq/16/49> geraadpleegd op 10/01/2013

Onderzoek wijst uit dat RFID toepassingen, gericht op verbeteringen binnen de toeleveringsketen, kunnen worden onderverdeeld in zes verschillende toepassingsdomeinen (GS1 Canada, 2010), namelijk: (i) IT- en medisch vermogensbeheer, (ii) beveiliging en toegangscontrole, (iii) management van patiënt en zijn veiligheid, (iv) management van werknemers, (v) supply chain management en monitoring en (vi) management van chemisch afval. Toch worden, volgens Botterman et al. (2010), RFID toepassingen in ziekenhuizen voornamelijk gebruikt om logistieke en operationele processen te verbeteren. Kostenreducties (voornamelijk in de VS) en/of een betere zorgkwaliteit (voornamelijk in de EU) zijn hiervoor de voornaamste redenen.

Het gebruik van RFID-technologie wordt aanzien als de opvolger van het gebruik van barcodes binnen logistieke en voorraadprocessen in ziekenhuizen (Çakici et al., 2011). RFID toepassingen zijn op diverse vlakken geavanceerder dan barcodes. Ten opzichte van barcodes heeft RFID-technologie vijf grote voordelen (Çakici et al., 2011; Coustasse et al., 2013). (i) RFID-technologie herkent RFID-tags wanneer deze langs de RFID-leesinfrastructuur passeren. Op deze manier worden meerdere producten simultaan geregistreerd en zijn fysieke, menselijke handeling niet langer vereist. Dit staat in contrast met het gebruik van barcodes. Hier is een manuele scanning van elke code noodzakelijk waardoor menselijke fouten kunnen voorkomen. Bovendien leidt dit tot een bijkomende personeelskost. (ii) RFID-tags hebben een grotere datacapaciteit dan barcodes. Hierdoor kunnen meer product-, bestel- en bevoorradsingsgegevens aan de tags worden gekoppeld. Bovendien verhoogt de traceerbaarheid van de producten doordat de tags nu een unieke codering hebben. (iii) RFID-tags hebben een veel complexere encryptie waardoor de codes minder makkelijk dupliceerbaar zijn. De gegevens vervat in de codes zijn bij het gebruik van RFID-technologie veel beter beveiligd. (iv) RFID-tags kunnen in de verpakking worden ingebracht waardoor ze een veel grotere levensduur hebben dan barcodes. Barcodes zijn erg gevoelig aan beschadigingen omdat ze aan de buitenzijde van de verpakking bevestigd zijn, en dus door schade onbruikbaar kunnen worden. (v) Het gebruik van RFID-technologie resulteert in een veel accurater en real-time voorraadbeheer. Het verbruik van goederen wordt automatisch geregistreerd en een bestelling kan worden geplaatst bij de leverancier zonder dat menselijke interacties vereist zijn.

Ondanks de voordelen identificeert Coustasse et al. (2013) toch nog enkele belemmeringen die de opmars van de technologie belemmeren. Een eerste drempel betreft de relatief hoge investeringskost. Een RFID-infrastructuur, voor een middelgroot ziekenhuis, resulteert al snel in een investering tussen \$ 200 000 en \$ 600 000. Naast deze eenmalige investering moet het ziekenhuis de verbruiksitems blijven voorzien van RFID-tags, wat resulteert in een significante variabele kost. Een tweede drempel betreft de integratie van het RFID-systeem. De nieuwe RFID-infrastructuur wordt toegevoegd aan de reeds bestaande technologische infrastructuur. Dit vormt in vele gevallen een probleem omwille van het feit dat de nieuwe infrastructuur moeilijk te integreren is met de bestaande, waardoor de systemen moeilijk of niet op mekaar kunnen worden afgestemd.

Binnen de zorgsector zijn erg veel toepassingen mogelijk die kunnen gebruik maken van RFID. In deze paragraaf zullen drie toepassingen, die op logistiek en operationeel vlak tot procesverbeteringen kunnen leiden, worden besproken.

Een eerste toepassing, en één van de meest gebruikte RFID toepassingen binnen de medische wereld, is het gebruik van een zogenaamde *RFID-enabled cabinet*, oftewel een voorraadkast met

RFID-technologie. Het principe werkt als volgt: iedere transactie in de voorraadkast kan worden geregistreerd doordat de producten in de voorraadkast voorzien zijn van een RFID-tag, en de kast voorzien is van een RFID-lezer met de bijhorende verwerkingssoftware. Door het gebruik van deze voorraadkasten kan nuttige verbruiksgegevens geregistreerd worden, zoals de producten die door de betreffende verpleger uit de kast worden gehaald, en mogelijk voor welke patiënt de producten bestemd zijn (Bendavid & Boeck, 2011). Indien deze technologie wordt geïntegreerd met het informatiesysteem van het ziekenhuis kan real-time data worden uitgewisseld. Deze gegevens leiden tot een meer accurate documentatie en maakt een beter voorraadbeheer mogelijk. Een tweede toepassing betreft de integratie van RFID-technologie in het leeg-vol bevoorradingssysteem (Buyurgan et al., 2013). Op dit moment maakt de meerderheid van de ziekenhuizen gebruik van het barcode systeem binnen een leeg-vol systeem. Het leeg-vol systeem met RFID-technologie heeft een gelijkaardige werking als het standaard leeg-vol systeem met barcodescanning (cf. paragraaf 2.2.2.2). Maar met het RFID-technologie wordt de scanprocedure overbodig omdat automatisch een signaal wordt uitgezonden wanneer het 'actieve' compartiment volledig is verbruikt. Op deze manier wordt de materiaalbehoefte automatisch kenbaar en kunnen de betreffende producten worden aangevuld.

Tot slot hebben Bendavid en Boeck (2011) een optimaal bevoorrading en traceerbaar proces ontwikkeld voor hoogwaardige producten die product-traceerbaarheid vereisen. Het proces werkt hier als volgt: wanneer een hoogwaardig product verbruikt wordt, bij eender welke medische toepassing, zal de verpakking, die een RFID-tag bevat, in een afvalbak, eveneens met RFID-herkenningstechnologie, terechtkomen. De technologie herkent automatisch het verbruik waardoor een signaal wordt verstuurd naar het voorraadbeheersysteem. Hierdoor worden voorraadgegevens volledig automatisch en real-time aangepast aan het verbruik. Het proces kan gebruikt worden als alternatief voor de RFID-voorraadkasten of als complementaire oplossing. De complementaire oplossing garandeert de traceerbaarheid van de producten wanneer deze uit de RFID-voorraadkast zijn gehaald. Bovendien verschaft de toepassing accuratere informatie over de verbruikscijfers, de specifieke medische toepassing en de patiënt waarbij het hoogwaardig product werd verbruikt.

#### **2.2.2.4 ERP systemen**

*Enterprise resource planning* (ERP) systemen zijn software applicaties die een informatie-architectuur en diverse ondersteunende functies voor bedrijfsprocessen bieden. Het doel hiervan is de integratie van alle bedrijfsprocessen via een centrale planning en controle van deze processen. De integratie houdt in dat de data, die wordt ingevoerd binnen één proces, beschikbaar wordt voor alle functies en processen binnen het ERP-systeem (Axline et al., 2000). De integratie van gegevens zorgt ervoor dat de distributie en bevoorrading binnen de toeleveringsketen beter kan worden geoptimaliseerd. In recente jaren schakelen steeds meer ziekenhuizen over op een ERP-systeem. Deze stijgende trend kan verklaard worden door een algemene ontwikkeling van applicaties binnen een ziekenhuiscontext (Haux, 2006) en door de steeds hogere druk op het efficiënter maken van bedrijfsprocessen (De Vries en Huisman, 2011; Garvican et al., 2003).

Een succesvolle adoptie en implementatie van een ERP-systeem in een complexe omgeving, zoals ziekenhuizen, is vaak niet gegarandeerd. Diverse problemen, waar vaak geen rekening mee wordt gehouden, kunnen significante gevolgen hebben op een goede werking van het ERP-systeem. Zo

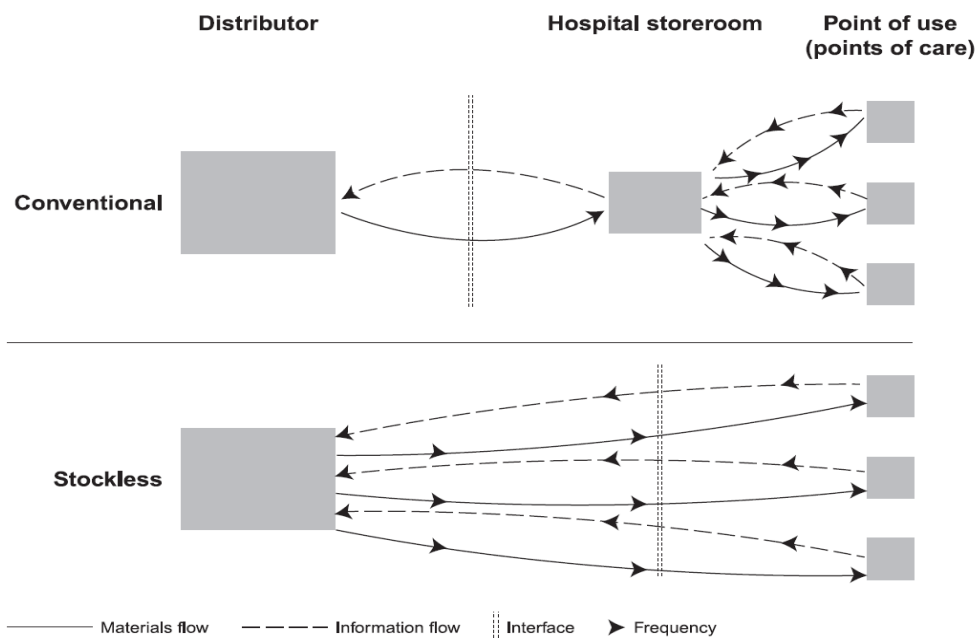
kan bijvoorbeeld het voorgestelde optimalisatiedoel van het systeem volledig gemist worden als gevolg van onvoorziene problemen. Een eerste veel voorkomend onvoorzien probleem is de incongruentie tussen het ERP-systeem en de karakteristieken van het ziekenhuis (Markes et al. 2000). De incongruentie kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt door de complexiteit van de bedrijfsprocessen. Omwille van deze complexiteit kunnen de processen vaak moeilijk worden geformaliseerd in het ERP-systeem, wat tot tijdverlies en praktische problemen tijdens de implementatiefase kan leiden. Een tweede probleem kan worden geassocieerd met de blijvende impact van een ERP-systeem. Binnen het management van een ziekenhuis of onderneming wordt al te vaak aangenomen dat de impact en de veranderingen stoppen na de implementatiefase (Dery et al., 2006). Echter, de impact op de organisatie blijft voortduren ook nadat het systeem operationeel is. Vele bedrijven hebben zich hier niet op voorbereid, wat dikwijls resulteert in latere onvoorziene problemen binnen de bedrijfsprocessen. Een derde probleem betreft de stakeholders en hun belangen. Ziekenhuizen krijgen af te rekenen met een groot aantal stakeholders, van verschillende afdelingen en met andere belangen. Een ziekenhuis dat geen gedetailleerde analyse van de diverse belangenpartijen opmaakt en deze integreert in het ERP-systeem zal, omwille van de grote diversiteit in sociale context, afdelingen, machtsrelaties, mate van autonomie en andere specifieke omstandigheden, door de stakeholders sterk worden belemmerd bij de implementatie van het systeem (Boonstra & Govers, 2009; De Vries, 2010).

Om bovenvermelde problemen te vermijden kunnen de vier succesfactoren uit het onderzoek van Boonstra en Govers (2009) een goed hulpmiddel zijn. (i) Betrek de sleutelpartijen, zoals artsen, management, verplegend personeel enzovoort, vanaf de beginfase bij het veranderingsproces. (ii) Maak een grondige analyse van de belangen en prioriteiten van de stakeholders en verwerk deze in het ERP-systeem. (iii) Competente veranderingsmanagers dienen te worden aangesteld om het project te leiden en te sturen. En (iv): stem opportuniteiten en beperkingen van het ERP-systeem af op de bestaande en constant veranderende (ziekenhuis)omgeving. Succesfactor (i) en (ii) resulteren in een co-operatieve, participerende en proactieve houding van sleutelpartijen binnen de organisatie. Op deze manier wordt passiviteit en weerstand tegen de veranderingen tot een minimum herleid. De beleidsmanagers, aangehaald in succesfactor (iii), worden aangesteld om het project realistisch en binnen de mogelijkheden van het ziekenhuis te beheren. Zo zijn utopische en overhaaste beslissingen uit den boze. Tot slot zorgt succesfactor (iv) voor een flexibele en dynamische structuur van het ERP-systeem. Doordat verwachtingen en belangen van de stakeholders doorheen de tijd vaak wijzigen, is het voor het ERP-systeem geen optie om een statische houding aan te nemen.

### **2.2.3 Uitbesteden van logistieke activiteiten**

Een algemene trend in de medische wereld is het uitbesteden van het beheer van voorraaditems aan derden, zogenaamde *third-party logistic service providers* (3PL)(Ergenuc et al., 2004). Bij uitbesteding loopt het bevoorradingsproces volgens een voorraadloos model (figuur 2.1). De externe partner baseert de toelieferingen op basis van specifieke behoeften van individuele medische diensten. De producten kunnen rechtstreeks door het 3PL bedrijf aan de betreffende dienst worden geleverd. Op deze manier wordt het centrale magazijn overbodig. Een continue stroom van informatie tussen verbruikers (diensten) en distributeur is wel een belangrijke

randvoorwaarde voor dit model (Bolton & Gordon, 1991). De informatiestroom is essentieel om de bevoorrading te synchroniseren met de vraag.



Figuur 2.1 Traditioneel en voorraadloos bevoorradingmodel. (Beaulieu & Rivard-Royer, 2002)

Erenguc et al. (2004) stellen dat de dienstverlening niet mag leiden onder een kostenbesparing. Volgens de onderzoekers moet de uitbesteding van de bevoorrading worden gerechtvaardigd door ofwel: (i) de 3PL kan de goederen efficiënter leveren dan de interne dienst, met behoud van de kwaliteit van de huidige dienstverlening; (ii) het serviceniveau gelinkt aan de logistieke activiteiten neemt toe, terwijl de efficiëntie onveranderd blijft; en/of (iii) de expertise van de 3PL leidt op (lange) termijn tot een significante daling in inkoop- en voorraadkosten.

De drempel om over te stappen naar de uitbesteding van niet-kritische voorraadartikels wordt steeds lager. Een eerste reden hiervoor is de substantiële voorraadinvestering die cruciaal is in deze sector. In de zorgsector bedraagt deze tussen 10 % en 18 % van de netto omzet (Holmgren & Wentz, 1982). Het vinden van een efficiënter voorraadbeheersysteem kan dus wel degelijk leiden tot een significante daling van de kosten. De focus van medische zorgcentra op zowel interne als externe perspectieven is een mogelijke tweede drijfveer (Benton en Li, (1996)). Het is bewezen dat het uitbesteden van logistieke activiteiten tot een hogere interne performantie kan leiden (Jarett, 1998). Deze kan op haar beurt resulteren in hogere patiënten tevredenheid en betere kwaliteitsperceptie door klanten (externe perspectief). Een derde factor die de drempel tot de uitbesteding van logistieke activiteiten verlaagt, is het toegenomen aanbod van *third-party logistic service providers* in de medische sector. Deze gespecialiseerde bedrijven behaalden op een korte termijn vele successen in de medische wereld. Door hun toegenomen expertise bevorderen ze de trend van uitbesteding. Bovendien blijkt uit het onderzoek van Erenguc et al. (2004) dat de uitbesteding van de logistieke activiteiten aan 3PL bedrijven een verlaging van voorraad- en distributiekosten en een verhoging van de servicegraad tot gevolg heeft. Het blijft echter wel

noodzakelijk om op individueel niveau per ziekenhuis af te toetsen of het uitbesteden van de logistieke activiteiten een rendabel en kwaliteit verhogend alternatief is.

## **2.3 REGELGEVING EN RICHTLIJNEN**

De Europese Unie heeft in 2013 nieuwe richtlijnen uitgevaardigd (European Union, 2013), over distributiepraktijken gerelateerd aan medische producten voor menselijk gebruik (Good Distribution Practices, GDP). Hiermee wil de EU de groothandelaars ondersteunen in alle activiteiten die bestaan uit het aankopen, bewaren, leveren en exporteren van medische producten. Bovendien helpen de richtlijnen in het vermijden van het binnenglijpen van gefalsifieerde medische producten in de toeleveringsketen. De richtlijnen zijn niet specifiek opgesteld voor logistieke systemen binnen een ziekenhuis maar wel voor groothandelaars van medische producten. Toch zijn vele van de hoofdstukken van de richtlijnen toepasbaar binnen een ziekenhuis en zouden deze resulteren in een betere kwaliteit van het logistieke systeem. De betrokken hoofdstukken worden onderstaand kort toegelicht.

Volgens de GDP richtlijnen is een alles omvattend kwaliteitssysteem een noodzakelijke basis. Een gestructureerd kwaliteitssysteem gerelateerd aan alle activiteiten, processen, verantwoordelijkheden en risicobeheersing van een ziekenhuis, zal resulteren in duidelijkheid en garanties op zes verschillende gebieden. (i) Medische producten worden volgens de regels van GDP aangekocht, bewaard, geleverd en vervoerd. (ii) Verantwoordelijkheden van de verschillende partijen zijn duidelijk afgelijnd. (iii) Producten worden op een correcte en tijdige manier geleverd tot bij de patiënt. (iv) Een correcte schriftelijke documentatie is gegarandeerd. (v) Afwijkingen van de standaard procedures worden steeds gedocumenteerd zodat ze kunnen worden onderzocht. (iv) Juiste correctieve en preventieve acties kunnen worden ondernomen in lijn met het risico management van het ziekenhuis.

Verder legt de Europese Unie (2013) een centrale rol weg voor medewerkers binnen logistieke processen rond medische producten. Voldoende en competente medewerkers dienen te worden ingeschakeld om alle taken naar behoren uit te voeren. Om aan de GDP criteria te blijven voldoen is een continue bijscholing vereist.

Een volgende onderdeel van de GDP richtlijnen handelt over de vereisten en de geschiktheid van terreinen, installaties en uitrusting. Deze criteria garanderen een correcte bewaring en distributie van medische producten. In het bijzonder moeten terreinen, installaties en uitrusting beantwoorden aan normen inzake zuiverheid, droogte en temperatuur.

Vervolgens wordt de noodzakelijkheid en het belang van een correcte documentatie toegelicht. Een goede schriftelijke documentatie is een essentieel onderdeel van het kwaliteitssysteem. Het voorkomt fouten als gevolg van verbale communicatie. Eveneens bevordert dit sterk de controle en traceerbaarheid van alle operaties binnen de goederen distributie.

Een volgend, relevant onderdeel handelt over de werking van diverse activiteiten en processen binnen de distributie van medische producten. Het principe beoogt dat de identiteit van een medisch product bewaard blijft, en dat de distributie en alle gerelateerde activiteiten volgens de

informatie op de verpakking gebeuren. Concreet houdt dit in dat enkel mag worden gewerkt met leveranciers die beschikken over een correcte vergunning. Tevens wordt geacht dat medische producten afzonderlijk van andere producten worden bewaard en dat ze worden beschermd tegen schadelijke effecten van licht, temperatuur, vocht en andere externe factoren. De goederenrotatie dient te verlopen volgens het FEFO systeem, *first expiry first out*.

Een laatste relevant punt voor ziekenhuizen in de GDP richtlijnen, handelt over het interne en externe transport van medische producten. Vereiste bewaringscondities voor medische producten dienen ook tijdens het transport te zijn gewaarborgd. Een belangrijke factor hierbij is het gebruik van aangepaste transport modi. Op die manier kan een correcte behandeling van de producten worden gegarandeerd. Verder is het belangrijk dat medische producten in verzegelde en gelabelde containers, die geen negatief effect hebben op de kwaliteit van de producten, worden vervoerd.

De toepasbaarheid van diverse thema's van de GDP richtlijnen stijgt. Dit is te wijten aan het feit dat een meerderheid van de Vlaamse ziekenhuizen een accreditatie van de *Joint Commission International*<sup>1</sup> (JCI) nastreeft. De JCI standaarden (2011) evalueren zowel de zorgverstrekking omtrent de patiënt, alsook de gehele organisatie rond de patiënt. JCI onderscheidt zich van andere erkenningen en keurmerken doordat ze vertrekt vanuit deze patiënten focus en zich niet puur beleids-organisatorisch richt. De organisatie voert een volledige en gedetailleerde evaluatie door aan de hand van 300 standaarden, uitgedrukt in 1300 meetbare en objectieve criteria. Om deze accreditatie te verwerven, dienen ook de logistieke processen te worden aangepast aan de criteria. Met het oog op het behalen van de JCI accreditatie zal het toepassen van de GDP richtlijnen in ziekenhuizen een grote stap voorwaarts zijn op logistiek vlak.

---

<sup>1</sup> <http://www.jointcommissioninternational.org/> geraadpleegd op 22/12/2013

## 2.4 MODELLERING VAN LOGISTIEKE ACTIVITEITEN

Modellerings technieken kunnen managers en andere sleutelfiguren belangrijke inzichten bieden over de huidige situatie en de effecten van verbeteringen of aanpassingen op deze situatie. De diversiteit in specifieke omstandigheden, randvoorwaarden, optimalisatiedoel, betrokken goederenstromen enzovoort zorgen voor variaties binnen modellerings- en simulatietechnieken. Enkele onderzoeken inzake het modelleren en simuleren van logistieke activiteiten worden in deze paragraaf toegelicht.

Vooraleer de eigenlijke modellering van de logistieke activiteiten uit te voeren, is het in kaart brengen van bedrijfsprocessen en goederenstromen een eerste noodzakelijke stap. Iannone et al. (2013) maken, in hun onderzoek, een geïntegreerde en gedetailleerde analyse van de bedrijfsprocessen over het materialenbeheer in een ziekenhuis. Drie belangrijke processen worden in kaart gebracht: het patiënten beheerproces, het voorraadbeheer bij de medische eenheden en het centrale voorraadbeheer. Deze processen worden vertaald in een *Business Process Model*, een model gebaseerd op een XML-taal die de stromen en beslissingen binnen bedrijfsprocessen in een uitvoerbare vorm codeert. De techniek zorgt ervoor dat medische en management objectieven kunnen worden gefuseerd binnen dit model. Vanuit een medisch perspectief resulteert deze methode in een betere patiëntveiligheid door risicoreductie en efficiënter gebruik van medisch personeel. Vanuit een management perspectief legt het model de fundering voor een optimalisatie van het materialen- en stromenbeheer binnen bedrijfsprocessen. Doordat het model in een uitvoerbare code geschreven is, kunnen kwantitatieve analyses, zoals simulatietechnieken, op het model worden toegepast.

Kuljis et al. (2007) hebben onderzocht of simulatie en modelleringstechnieken die reeds succesvol waren in de industriële wereld, ook toepasbaar zijn in de medische wereld. Zij concluderen dat vele industriële methodes potentieel toepasbaar zijn. Maar, de technieken zijn vaak niet rechtstreeks of eenvoudig toepasbaar aangezien ziekenhuizen, in tegenstelling tot bedrijven, het welzijn van patiënten ten allen tijden dient te vrijwaren. Op basis van de zeven differentiatie-assen, geïntroduceerd door Kuljis en Paul (2007), kunnen simulatie- en modelleringskennis evenals *best practices* beter naar een medische context worden vertaald. (i) Het gedrag van patiënten zorgt voor onvoorspelbaarheid en irrationaliteit. (ii) Artsen, (iii) verplegend personeel en (iv) managers zijn belangrijke beïnvloedingsfactoren. Dit is te wijten aan een verschillend beeld van een gezondheidszorgorganisatie tussen, en binnen, deze drie differentiatieassen. Verder is een zorgsector sterk beïnvloedbaar en gevoelig aan (v) het politieke beleid en (vi) de maatschappelijke druk. De laatste differentiatie-as omvat het streven naar (vii) een zorgverlenings-utopie, een samenleving waarin niemand sterft. Kuljis et al. (2007) argumenteren dat de identificatie van deze zeven differentiatie-assen noodzakelijk is om op die manier de wensen en noden van alle medische belangenpartijen te integreren in het simulatiemodel.

In het onderzoek van Dibcruz et al. (1994) wordt een studie uitgevoerd bij een groot Belgisch ziekenhuis dat overweegt zijn logistiek distributiesysteem te wijzigen. Het ziekenhuis maakt bij de bevoorrading van apotheekgoederen voornamelijk gebruik van identieke, vervangbare voorraadkasten. Op vaste tijdstippen worden deze voorraadkasten vervangen door een nieuwe,



volledig gevulde kast, ongeacht het verbruik van de voorwerpen in de kast. De toelevering van maaltijden en economaatsgoederen verloopt volgens een *pull-systeem*. In dit onderzoek wordt nagegaan of het interessant is om, in het huidige systeem, voor apotheekgoederen af te stappen van vervangbare voorraadkasten en de leveringen te baseren op een *pull-systeem*. Het optimalisatiedoel van dit onderzoek, opgelegd door het topmanagement, is het minimaliseren of supprimeren van het aantal niet-toegewezen logistieke taken. Voor deze analyse worden twee probleemoplossingsheuristieken opgesteld.

Een eerste methode is het zogenaamde *greedy algorithm*. Dit algoritme kan worden samengevat in drie stappen. In een eerste stap worden taken gerangschikt: de taak die het eerst dient te zijn afgewerkt, zal eerst worden behandeld. Indien taken op eenzelfde tijdstip dienen te zijn afgewerkt, zal eerst die taak worden uitgevoerd die het minste tijd in beslag neemt. Als deze tijden ook gelijk zijn aan mekaar, wordt met de eerst beschikbare taak gestart. In een tweede stap worden de taken toegewezen aan een beschikbare medewerker. Tot slot wordt de taak van de takenlijst geschrapt.

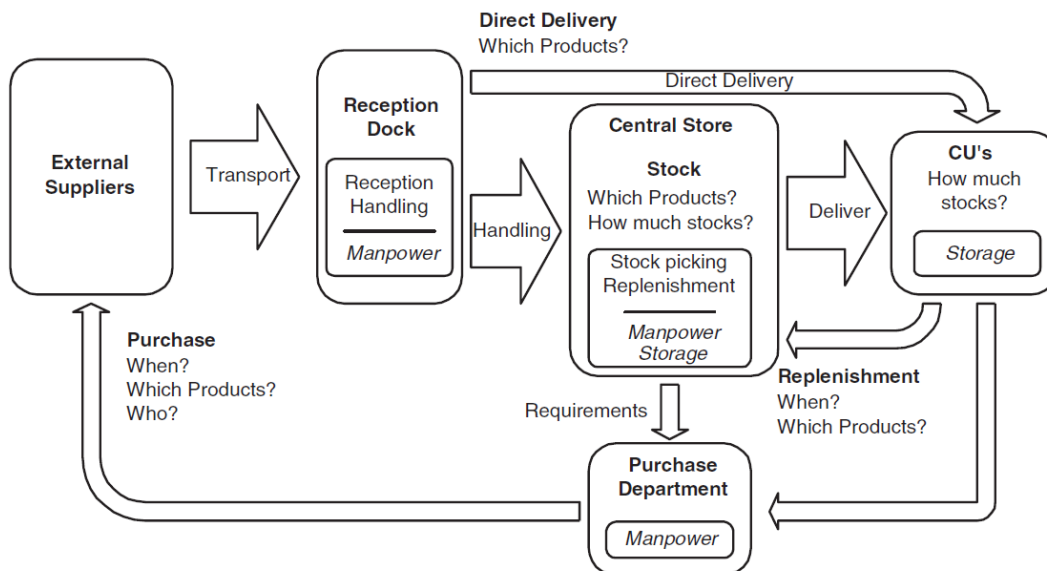
Een tweede methode bestaat uit het gebruik van de *tabu-search methode*. Hierbij worden de taken opgesplitst in sequenties, waarbij elke sequentie een lijst is met opeenvolgende taken toegewezen aan één medewerker. Een tabu-iteratie houdt hierin dat een taak van één sequentie wordt overgeheveld naar een andere sequentie. Het aantal sequenties varieert van dag tot dag, aangezien sequenties overeenkomen met het aantal beschikbare medewerkers van de betreffende dag.

Uit het onderzoek (Dibcruz et al., 1994) kan worden geconcludeerd dat de *tabu-search methode* tot een betere toewijzing en planning van de logistieke taken leidt. Het aantal niet-toegewezen taken is bij deze methode veel kleiner.

Fiegl en Pontow (2009) gebruiken een algoritme ontwikkeld om ophalingen en leveringen binnen een ziekenhuis te plannen via een online computerapplicatie. Het doel van het algoritme is een verbetering en versnelling van medische procedures waardoor ook wachttijden en de hieraan verbonden kosten kunnen dalen. De gehanteerde techniek is gebaseerd op klassieke planningsproblemen, zoals machineplanning in de productie-industrie of procesplanning in operationele systemen (Becchetti et al., 2006; Megowa & Schulz, 2004), gecombineerd met grafentheorie die toelaat om schematisch praktische problemen te modelleren. De doelfunctie van het optimalisatieprobleem tracht de som van de gemiddelde gewogen *flow time* te minimaliseren. Concreet betekent dit dat de hoogst mogelijke taakverwerkingscapaciteit binnen het ziekenhuis is bereikt. Hierbij werd rekening gehouden met belangrijke beperkingen die in ziekenhuizen van kracht zijn, nl.: (i) werknemers hebben geen vaste capaciteit. Een werknemer kan bijvoorbeeld slechts één goederenkar transporteren, maar hij of zij is wel in staat om twee maaltijdkarren te vervoeren. (ii) In een ziekenhuis wordt het personeel met verschillende categorieën van taken geconfronteerd: ad hoc taken, taken die vastliggen en op een afgesproken dag of tijdstip dienen te zijn uitgevoerd, taken die zorgen voor een volledige belasting van de werknemer en taken die de werknemer slechts deels belasten. Het algoritme dient rekening te houden met het feit dat werknemers meerdere taken moeten combineren indien ze niet volledig belast zijn door het uitvoeren van één taak. Het gebruik van de algoritmes in de online applicatie resulteert een significante daling van de tijd die werknemers nodig hebben om de diverse taken uit te voeren.

Bovendien is aangetoond dat door het algoritme taken meer evenredig onder de werknemers worden verdeeld.

De studie van Lapierre en Ruiz (2007) tracht de ziekenhuislogistiek te verbeteren via een betere coördinatie van aankopen en distributie van goederen, rekening houdend met voorraad- en bezettingscapaciteiten. Om een optimale distributie te verkrijgen is volgens Lapierre en Ruiz (2007) het gebruik van een correcte classificatie van directe en stockgoederen cruciaal. Directe goederen zijn goederen die rechtstreeks door de leverancier op de betreffende dienst worden geleverd zoals bij het uitbesteden van logistieke activiteiten. Bovendien is het noodzakelijk om leveringsactiviteiten grondig te coördineren en productorders te groeperen. Figuur 2.2 (Lapierre & Ruiz, 2007) geeft een schematische weergave van de verschillende sleutelbeslissingen die leiden tot een optimale toelevering.



*Figuur 2.2* Sleutelbeslissingen voor een optimale distributie. (Lapierre & Ruiz, 2007)

De cruciale beslissing die kan worden afgeleid uit het schema is de classificatiebeslissing per product. Een product kan geclassificeerd worden als voorraad- of als direct goed. Een voorraaditem wordt gestockeerd in het centrale magazijn en zorgt op deze manier tot een reductie in bestelorders en in voorraadniveaus in de dienstmagazijnen. Echter, in het centrale magazijn is een grotere stockeercapaciteit noodzakelijk. Wanneer het product wordt geclassificeerd als direct-item zal dit leiden tot een reductie in voorraadniveaus in het centrale magazijn, alsook in verwerkings- en receptietijd. Een doorgedreven coördinatie tussen het ziekenhuis en de leverancier over bestellingen, leveringen en ontvangst van goederen is echter noodzakelijk.

Op basis van de goederenclassificatie kan de noodzakelijke stockeercapaciteit, zowel in het centrale magazijn als in de dienstmagazijnen, evenals het aantal logistieke medewerkers worden berekend. De logistieke medewerkers zijn in dit schema verantwoordelijk voor: (i) voorraadcontrole en herbevoorradsbeslissingen; (ii) samenstellen en leveren van de orders aan de dienstmagazijnen; (iii) aankoopactiviteiten; (iv) receptie en verwerking van geleverde goederen.

Om de beslissingen in de toeleveringsketen van een ziekenhuis (figuur 2.2) te optimaliseren, stellen Lapierre en Ruiz (2007) in hun onderzoek twee optimalisatiemodellen op, beiden aan de hand van de *tabu-search* methode. Het eerste model minimaliseert de voorraadkosten, weliswaar onder een personeelsbeperking en een minimaal vooropgesteld service niveau. In het tweede optimalisatiemodel wordt het eerste uitgebreid met praktische werkschema's. Deze benadering maakt het model realistischer aangezien de werkdruk wordt gebalanceerd. De twee modellen worden vergeleken op basis van drie criteria: (i) totale dagelijkse werktijd, die noodzakelijk is voor elke groep van activiteiten; (ii) de mate waarin de werkdruk evenredig verdeeld is over werknemers en de planningshorizon; (iii) voorraadkosten. De resultaten van het onderzoek tonen aan dat model 1 leidt tot lagere voorraadkosten en model 2 resulteert in een evenwichtigere verdeling van de taken en de werkdruk. Deze resultaten zijn logisch omdat model 1 geen rekening houdt met praktische werkschema's. Het is echter wel verbazend dat model 2 minder werktijd vereist. Dit kan worden verklaard doordat model 1 meer receptie- en bevoorradingswerk vereist om het voorraadniveau te reduceren. Verder kan uit de modellering worden geconcludeerd dat saturatie van het centrale- of dienstmagazijn leidt tot een sterk negatieve impact op de resultaten. Het leidt immers tot veel tijdverlies en een significant hoger aantal spoedleveringen ten gevolge van voorraadbreuken.

## HOOFDSTUK 3: PRAKTIJKSTUDIE

---

### 3.1 INLEIDING

Met het oog op het praktijkgedeelte van deze eindverhandeling is een samenwerking met het ziekenhuis Oost-Limburg opgezet (cf. sectie 1.5). De praktijkstudie wordt opgesplitst in twee grote delen. Zoals reeds besproken in de literatuurstudie, is een gedetailleerde analyse van de logistieke processen noodzakelijk indien we logistieke activiteiten waarheidsgetrouw willen modelleren of verbeteren (Iannone et al., 2013). Daarom bestaat een eerste luik (sectie 3.2) van de praktijkstudie uit een omschrijving van de relevante goederenstromen binnen het ziekenhuis Oost-Limburg. Naast de omschrijving van de goederenstromen, zullen ook enkele bemerkingen op de huidige werking, per goederenstroom, worden toegelicht. De analyse zal essentiële inzichten en structuur in deze goederenstromen blootleggen.

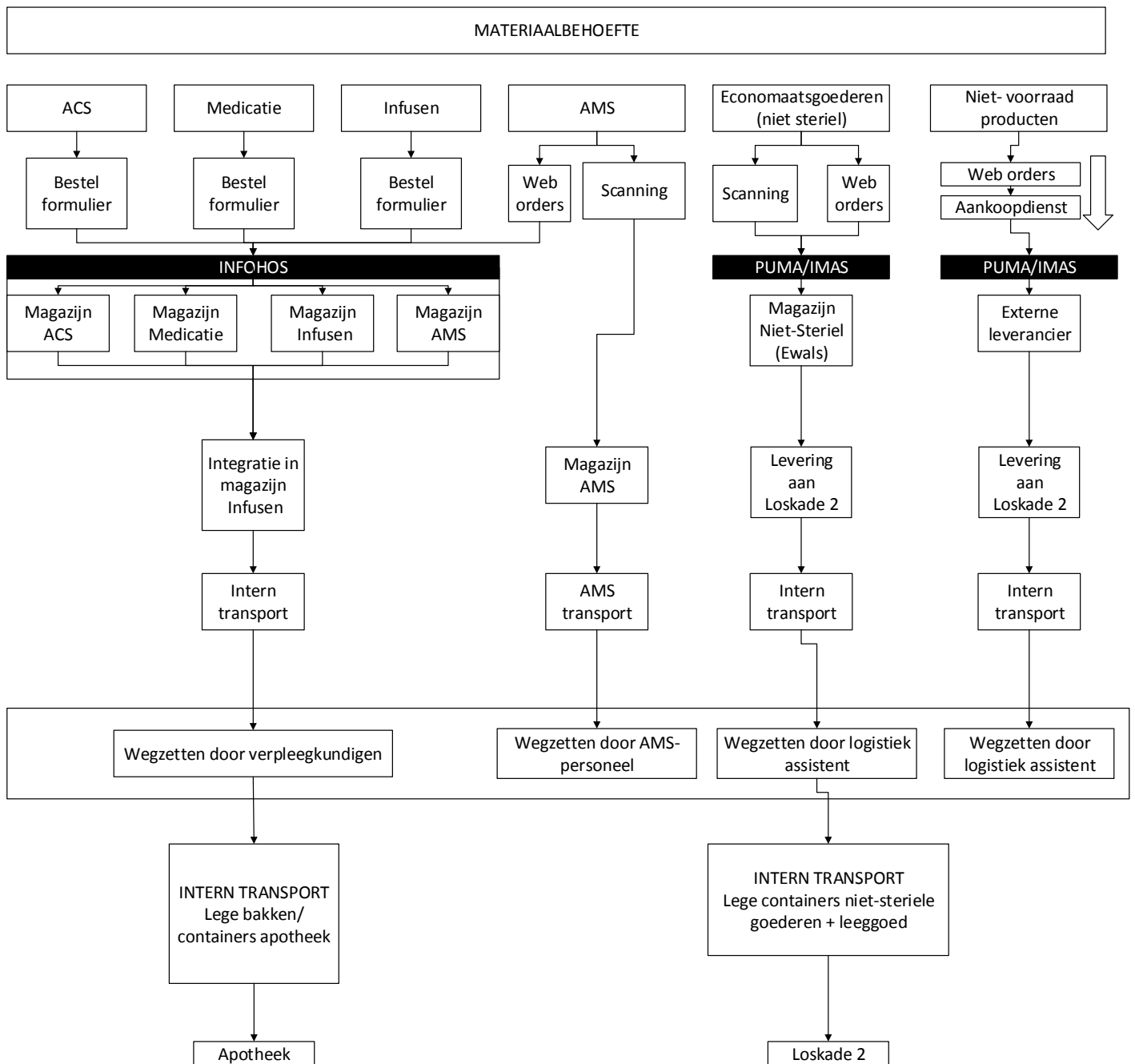
In een tweede luik (sectie 3.3 – sectie 3.6) worden de huidige situatie en een alternatief scenario gemodelleerd via het softwareprogramma Arena Rockwell©. In paragraaf 3.3 wordt het basismodel, het simulatiemodel van de huidige situatie, beschreven. Eerst worden de gemaakte assumpties toegelicht. Vervolgens zal de opbouw van het model gedetailleerd worden omschreven. Hierna worden de relevante prestatieparameters en de replicatieparameters kort beschreven. Tot slot komen de resultaten van het basismodel aan bod. Hierna, in paragraaf 3.4, wordt onderzocht welke impact een gedeeltelijke integratie van het maaltijdtransport met het goederentransport teweeg brengt. Het doel in dit alternatief scenario is het verminderen van het aantal transportritten waarbij medewerkers 'leeg' lopen (cf. paragraaf 3.2.4.2). Bovendien is het model, zoals het model in het onderzoek van Lapierre en Ruiz (2007), gebaseerd op realistische werkschema's. Dit impliceert dat de uitvoerbaarheid van het model in praktijk niet onrealistisch is. Vervolgens komen, in paragraaf 3.5, de conclusies van de simulatie aan bod. In een laatste sectie, paragraaf 3.6, worden de beperkingen van het model besproken.

### 3.2 RELEVANTE GOEDERENSTROMEN BINNEN DE CAMPUS SINT JAN

Alvorens de diverse goederenstromen kunnen worden geanalyseerd, is het belangrijk een onderscheid te maken tussen intern en extern transport. Met intern transport wordt het transport op en binnen de campus Sint-Jan bedoeld. Het extern transport omvat alle stromen vanuit Sint-Jan naar de andere campussen, externe ziekenhuizen, instanties, et cetera. Voor deze eindverhandeling zal enkel het intern transport onder de loep worden genomen.

Verder kan in het ziekenhuis Oost-Limburg een onderscheid tussen volgende goederenstromen worden gemaakt: economaatsgoederen, labo, drukwerken, apotheekgoederen, post, *cross-dockings* of andere leveringen, maaltijden, catering, linnen, arbeidskledij en afval. De relevante stromen voor deze eindverhandeling zijn: economaatsgoederen, apotheek, *cross-dockings* of andere leveringen en maaltijden.

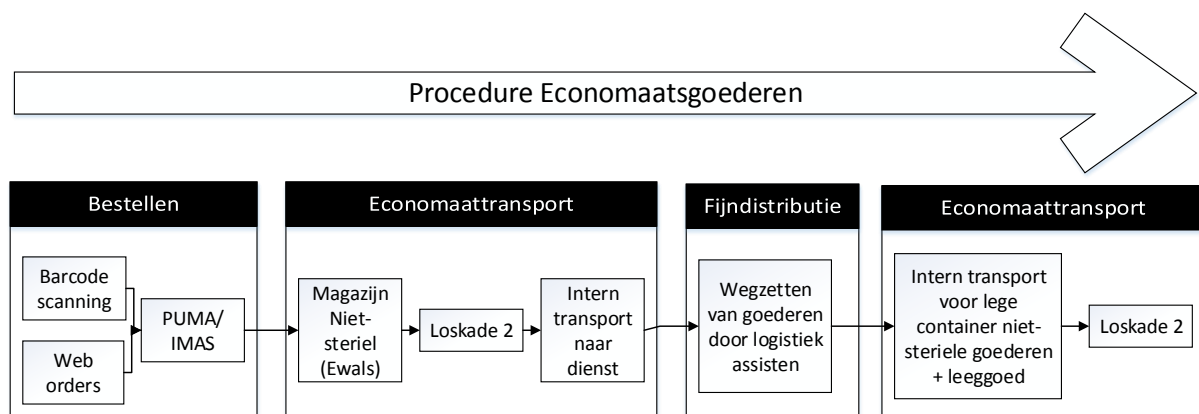
Afbeelding 3.1 biedt een overzicht van de interne transportprocedures bij materiaalbehoeften, die in sectie 3.2 besproken zullen worden, binnen het ZOL.



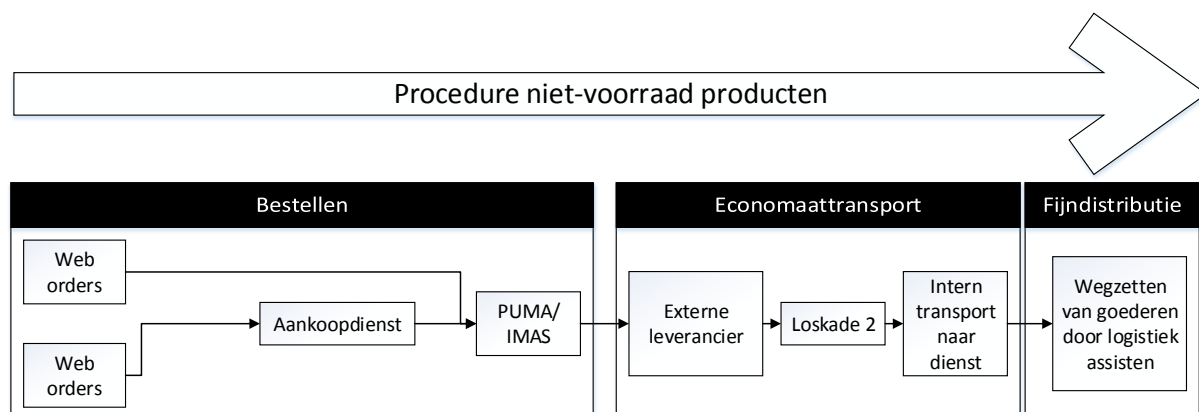
Figuur 3.1 Schematische weergave van de interne transportprocedures bij materiaalbehoeften (economaats-, apotheek-, niet-voorraad- en cross-docking goederen).

### 3.2.1 Economaatsgoederen

In deze sectie wordt de productcategorie economaatsgoederen besproken. Vooraleerst wordt een algemene voorstelling van de categorie en het transport gegeven. Vervolgens worden de bestelprocedures en het proces van fijndistributie toegelicht. Tot slot volgen nog enkele punten van kritiek op de huidige werking. Figuur 3.2 en 3.3 bieden een beknopt overzicht over de concepten die aan bod komen in de sectie.



Figuur 3.2 Procedure economaatsgoederen.



Figuur 3.3 Procedure niet-voorraad producten.

#### 3.2.1.1 Algemene voorstelling en economaattransport

Economaatsgoederen zijn niet-steriele gebruiks- en verbruiksgoederen, technische materialen, onderhoudsproducten, droge voedingswaren en dranken. In het ZOL worden economaatsgoederen concreet opgedeeld in zes categorieën: voeding (behalve verse producten), medische producten, bureelbenodigdheden, keukenmateriaal, technische materialen en onderhoudsbenodigdheden.

De goederen worden opgeslagen in het extern magazijn, van 1200 m<sup>2</sup>, van het ZOL. Dit magazijn wordt gehuurd bij Ewals Cargo Care<sup>1</sup> en is gelegen te Genk in de Henry Fordlaan. Vanuit dit centraal magazijn worden twee tot drie transporten per dag ingelegd naar de loskade van de

<sup>1</sup> <http://www.ewals.com/nl/> geraadpleegd op 22/10/2013

campus Sint Jan, vanwaar ze verder naar de diensten worden gedistribueerd (cf. Bijlage A: overzicht diensten ZOL).

De interne verdeling van economaatsgoederen gebeurt normaliter vóór 10 uur 's morgens en enkel op weekdays, uitgezonderd de nationale feestdagen. De goederen worden tussen 8 uur en 10 uur 's morgens door de interne dienst logistiek bezorgd aan de afdelingen. De herbevoorrading van de economaatsgoederen gebeurt vóór 10 uur omdat de werknemers vanaf 10 uur steeds belast zijn met het maaltijdtransport. De frequentie van bevoorrading is afhankelijk van het soort dienst. Raadplegingen en administratieve diensten worden één maal per week bevoorrad (voor raadplegingen is dit specifiek op woensdag). Bij de verpleegafdelingen, keuken-gerelateerde diensten, spoedafdeling, RX-diensten en het dagziekenhuis vindt normaliter twee maal per week een levering plaats. De intensieve zorgen worden tot drie maal per week bevoorrad. Het operatiekwartier wordt vier maal per week goederen geleverd (cf. Bijlage B: overzicht beleving economaatsgoederen).

Wanneer de goederen vanuit het centraal magazijn aankomen op de campus Sint Jan, worden ze gelost op de loskade (gelokaliseerd aan de westelijke zijde van de E-blok). Van hieruit verdelen de logistieke medewerkers ze verder naar de specifieke diensten. De goederenkarren worden vanaf de loskade meestal naar één van de twee centrale liften gebracht: de X-lift (gelegen aan de westelijke zijde van de B-blok) of de Y-lift (gelegen aan de westelijke zijde van de C-blok). De X-lift is verantwoordelijk voor de toegang naar de belangrijke A- en B-blok, de Y-lift verzorgt de toegang tot de belangrijke C- en D-blok. De raadplegingen, die zich grotendeels in de G-blok bevinden, worden via de Y-lift en vervolgens via de G-lift (gelegen centraal in de G blok) bereikt. De logistieke medewerkers kunnen tot twee economaatskarren vervoeren in zowel de X- als de Y-lift. Op basis van ervaring en kennis van de locatie van de diensten leveren zij de goederen af. In de praktijk nemen ze meestal twee karren mee in een lift naar de betreffende afdelingen. Eens op het correcte verdiep verdelen ze de goederen kar per kar over de afdelingen. Bij de beleving van de economaatsgoederen gaat het niet enkel om het leveren van de goederen. De logistieke medewerkers worden geacht om tijdens deze ronde ook het leeggoed van de drank, lege goederencontainers/-bakken en verkeerd geleverde goederen mee te nemen. Ze keren dus niet terug met volledig lege karren.

### **3.2.1.2 Bestellen**

Alle bestellingen van interne klanten voor alle goederen en diensten, uitgezonderd van apotheekmateriaal, gebeuren via het softwareprogramma Puma/Imas. De bestelprocedure is vast bepaald en afhankelijk van de beschikbaarheid van de artikels (in voorraad of niet), de kostprijs van de producten en de dienst die de goederen bestelt. Interne klanten kunnen op twee manieren een bestelling plaatsten: wanneer het leeg-vol Kanban systeem van toepassing is, worden de bestellingen geregistreerd aan de hand van barcodescanning, in de andere gevallen is een manuele bestelling, via Intershop, in Puma/Imas vereist.

De bestellingen via barcodescanning komen enkel van diensten die werken met het leeg-volsysteem. Sinds 2004 is het ZOL bezig naar een overschakeling op het leeg-vol Kanban systeem (cf. paragraaf 2.2.2.2), enkel voor verpleegafdelingen en andere grote afdelingen zoals het

operatiekwartier en de spoedafdeling. Bij de betreffende diensten worden op vaste tijdstippen (cf. Bijlage C: scanlijst economaatsgoederen) de te bestellen goederen gescand door een logistiek medewerker. De materiaalbehoefte is nu opgenomen in het systeem, en de bestelde goederen zullen bij de volgende geplande bevoorrading worden geleverd. Bij de implementatie van het leegvol Kanban systeem en het gebruik van barcodescanning maakt het ZOL gebruik van het softwarepakket van MEDI-MATH nl. SMDS.

De kleinere en administratieve diensten, alsook de raadplegingen, werken niet volgens het leegvol systeem. Van deze diensten wordt verwacht dat ze hun bestellingen manueel invoeren in de online-softwaretoepassing (Intershop) van Puma/Imas. Zij staan zelf in voor het beheer van de dienstvoorraden, en dit is dus geen verantwoordelijkheid van de aankoopdienst, noch de logistieke dienst. Ook wanneer diensten behoeften hebben aan economaatsgoederen die geen deel uitmaken van voorraadgoederen, en indien investeringsgoederen zijn, dienen ze deze te bestellen via de online-softwaretoepassing van Puma/Imas. De goedkeuring van de aankoopdienst is echter vaak vereist om de bestelling te valideren. Enkel bepaalde diensten zoals het operatiekwartier hebben geen toestemming nodig om niet-voorraadgoederen, die geen investeringsgoederen zijn, te kunnen bestellen.

### ***3.2.1.3 Fijndistributie***

Fijndistributie omvat in het geval van het ziekenhuis Oost-Limburg de verspreiding van goederen naar hun eindbestemming op de diensten, eens ze aangekomen zijn op de betreffende dienst. Concreet wil dit zeggen dat de goederen vanop één centraal punt van de dienst naar hun effectieve bestemming worden gebracht zoals bijvoorbeeld het dienstmagazijn, de opslagkast in een doktersruimte, de koffieruimte, etc.

Bij de economaatsgoederen is de fijndistributie een verantwoordelijkheid van de afdeling. Wanneer de goederen op de afdeling worden afgezet, zal de afdeling zelf instaan voor het wegzetten van de goederen. In regel gebeurt dit door een logistiek assistent maar indien geen assistent beschikbaar is, worden deze taken uitgevoerd door een verpleegkundige.

### ***3.2.1.4 Bemerkingen op huidige werking***

Een eerste bemerking op de huidige werking betreft de samenstelling van de goederen op de leveringskarren. Vaak strookt deze samenstelling niet met de architectonische opbouw van het ziekenhuis, met als gevolg dat de logistieke medewerkers de samenstelling van de karren nog gaan wijzigen om toch een economisch efficiëntere leveringsroute te kunnen maken. De oorzaak hiervoor kan worden gezocht bij de magazijnmedewerkers: zij hebben minder kennis over de plaats van de verschillende diensten van het ziekenhuis. Het spreekt voor zich dat het efficiënter werken is als de goederensamenstelling op de karren al correct is wanneer deze het centraal magazijn verlaat. Op de huidige manier moeten verschillende medewerkers, vooral deze van de dienst logistiek, teveel handelingen uitvoeren met de goederen op de karren.

Een tweede punt van kritiek betreft de fijndistributie op de diensten. De fijndistributie is een verantwoordelijkheid van de diensten. In de regel gebeurt het wegzetten van de bestelde goederen



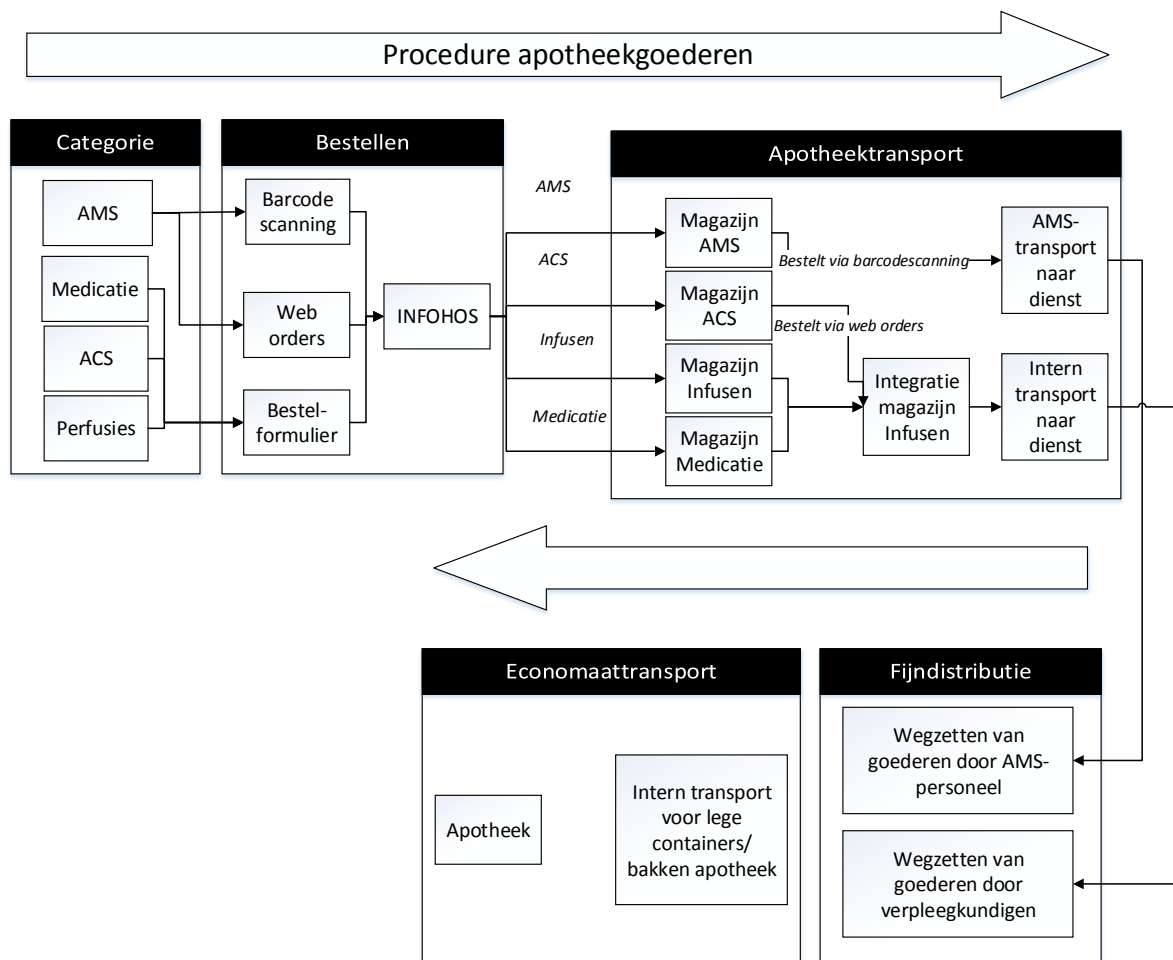
door een logistiek assistent van de dienst. Deze assistenten zijn vaak slechts halftijds in dienst of zijn actief op meer dan één afdeling binnen het ziekenhuis. Wanneer de logistieke assistent niet aanwezig is op de betreffende dienst heeft dit in de praktijk tot gevolg dat een verpleegkundige deze taken moet overnemen. Maar de verpleegkundige is niet opgeleid voor het uitvoeren van deze logistieke taken en zal deze bijgevolg minder efficiënt en/of effectief kunnen verrichten. Hierdoor heeft de verpleegkundige dan minder tijd om patiënt gerelateerde taken uit te voeren, wat tenslotte toch zijn of haar prioriteit is.

De distributie naar de diensten en fijndistributie zijn op dit moment twee gescheiden taken. Het is namelijk zo dat wanneer de goederen op de diensten geleverd worden, de leveringskar terug meegenomen wordt omdat vaak nog goederen van andere diensten op de kar liggen. De goederen voor de dienst moeten met andere woorden tijdelijk gestockeerd worden tot op het moment dat ze worden weggezet door de logistiek assistent. In het ZOL worden de goederen dan vaak tijdelijk afgeladen op de vloer of op een kast van het dienstmagazijn of de afgesproken leveringsplaats. Ook hier zou deze procedure efficiënter kunnen verlopen, door bijvoorbeeld de taak van distributie en fijndistributie van de goederen aan één persoon toe te wijzen. Bovendien is het volgens de letter van de medische regelgeving niet altijd toegestaan om goederen hier tijdelijk te stockeren (European Union, 2013).

Een laatste bemerking betreft de bestelprocedures. De diensten die niet werken met het leeg-vol Kanban systeem zijn zelf verantwoordelijk voor het bestellen van economaatsgoederen. Doordat deze verantwoordelijkheid bij de diensten ligt en niet bij het logistieke departement, wordt een algehele optimalisatie van voorraden binnen het ziekenhuis belemmerd.

### 3.2.2 Apotheekgoederen

In deze sectie wordt de productcategorie apotheekgoederen besproken. Ook hier wordt eerst een algemene voorstelling van de categorie en het transport gegeven. Vervolgens worden de bestelprocedures en het proces van fijndistributie toegelicht. Tot slot volgen nog enkele punten van kritiek op de huidige werking. Figuur 3.4 biedt een beknopt overzicht van de concepten die aan bod komen in de sectie.



Figuur 3.4 Procedure apotheekgoederen.

#### 3.2.2.1 Algemene voorstelling en apotheektransport

Binnen apotheekgoederen onderscheiden we vier categoriën. Een eerste categorie zijn de geneesmiddelen en verdovende middelen. De verdovende middelen worden geleverd in een aparte ronde omwille van specifieke regels en wetgeving omtrent de verslavende aard van deze goederen. Deze ronde valt niet binnen het onderzoeksdomein van dit onderzoek. De geneesmiddelen of medicatie vallen hier wel binnen. De geneesmiddelen zijn ofwel patiënt specifiek en worden dan enkel gemaakt op basis van individuele voorschriften, ofwel gaat het om afdelingsvoorraden en worden ze op vaste tijdstippen bevoorrad. Een tweede stroom apotheekgoederen betreft de infusen of perfusies, in de volksmond gekend als baxters. Een derde stroom zijn de steriele verbruiksgoederen, in het jargon wordt hier steeds naar gerefereerd als algemeen-medische-

synthese goederen (AMS). Tot slot nog de apotheek-cel-steriele goederen (ACS). Deze categorie betreft dure medische, patiënt specifieke, verbruiksgoederen zoals bijvoorbeeld implantaten of katheters. De ACS-goederen vallen slechts deels binnen het onderzoeksdomein van deze masterproef doordat niet alle ACS-goederen door de dienst logistiek worden geleverd. Dit is vaak te wijten aan het probleem van verantwoordelijkheid voor deze dure goederen.

De apotheekgoederen worden in drie verschillende magazijnen opgeslagen. De medicatie voor de patiënten wordt gemaakt op het niveau -1 van de G-blok. Hier worden ze nadien ook tijdelijk opgeslagen in verzegelde plastic bakken of in een gesloten transportkar. De AMS- en ACS-goederen worden opgeslagen in het magazijn, aansluitend aan het medicatiemagazijn, aan de oostelijke zijde van de G-blok. De bestelde AMS-goederen worden, zoals de geneesmiddelen, vervoerd in verzegelde blauwe bakken. De bestelde ACS-goederen worden of vervoerd in verzegelde bakken, of in een volledig gesloten kar omwille van hun hoge kostprijs. De door de diensten bestelde medicatie, ACS- en AMS-goederen worden naar het magazijn infusen gebracht, gelegen op het niveau -1 van E-blok, om ze hier vervolgens te integreren met de infusen. Wanneer de integratie voltooid is, met andere woorden wanneer de bestelde goederen van de vier categorieën per dienst en volgens hun ligging interessant gegroepeerd zijn op de karren, worden ze verdeeld naar de betrokken diensten. Vanuit het magazijn perfusies gaan de logistieke medewerkers met de karren voornamelijk naar de X- en Y-lift, de belangrijkste verdelingsliften binnen de campus Sint Jan. Ook zoals bij de belevering van economaatgoederen nemen de medewerkers meerdere karren mee in één lift en stationeren ze de transportkarren op het betreffende verdiep om ze van daaruit per kar naar de diensten te brengen. Per transportkar gaat veeleer eerst de dienst bevoorraden worden die de grootste hoeveelheid besteld heeft. Op deze manier worden de transportmedewerkers minder belast. De keuze kan echter wel tot langere totale transporttijden leiden aangezien niet steeds de meest efficiënte routes worden gevolgd. Gelijkaardig als bij de economaatgoederen moeten lege bakken/containers van apotheekgoederen weer worden opgehaald, evenals verkeerde leveringen.

De aflevering van de apotheekgoederen gebeurt door de interne dienst transport, uitgezonderd voor de AMS-goederen besteld via barcodescanning (cf. paragraaf 3.2.2.2). Deze goederen worden verdeeld door het AMS-personeel. De overige apotheekgoederen, in één term ook specialiteiten genoemd, worden elke werkdag op drie tijdstippen naar de diensten getransporteerd. Om 10 uur 's ochtends vindt de eerste leveringsronde plaats. Deze ronde betreft het herbevoorraden van de verplegingsdiensten. Om 13 uur vindt de herbevoorraden van de medisch-technische diensten, zoals bijvoorbeeld de dienst röntgen, en het operatiekwartier plaats. Ten slotte vindt nog een derde, weliswaar beperktere, afgifte om 15 uur plaats. De leveringsronde betreft voornamelijk de bedeling van medicatie op individuele voorschriften. Verder wordt dagelijks nog een aparte bedelingsronde door het AMS-personeel uitgevoerd. Zij vervoeren een extra gedeelte van ACS-producten die pas na de normale bedelingsronde overgekomen zijn naar het AMS-magazijn. Normaal gesproken wordt een dienst drie tot vier maal per week bevoorraden met apotheekgoederen. Hier zijn echter twee uitzonderingen op. Het operatiekwartier wordt dagelijks bevoorraden omdat zij een grootverbruiker zijn. Verder worden de raadplegingen slechts twee maal bevoorraden. Dit gebeurt specifiek op dinsdag en donderdag.

### **3.2.2.2 Bestellen**

Voor de diverse categorieën binnen de apotheekgoederen gelden verschillende bestelprocedures. De software gebruikt voor het verwerken van de bestelorders en het voorraadbeheer is ook verschillend. Dit programma is niet zoals bij de economaatsgoederen Puma/Imas maar Infohos. De gegevens binnen dit programma worden beheerd door het apotheekpersoneel en betreffen enkel apotheek gerelateerde goederen.

AMS-goederen kunnen via twee methodes worden besteld: barcodescanning, indien de dienst beschikt over een leeg-vol Kanban voorraadsysteem, of via weborders. Weborders worden gebruikt door die diensten die geen gebruik maken van het leeg-vol systeem of voor het plaatsen van bijkomende bestellingen. Bij de diensten die gebruik maken van het leeg-volsysteem controleert een apotheekassistente de stocks op de afdelingen en duidt, indien nodig, via een signaleringskaartje aan dat de goederen dienen te worden besteld. Vervolgens zullen al deze signaleringskaartjes worden opgenomen in het systeem via barcodescanning. Deze procedure gebeurt op vaste tijdstippen (cf. Bijlage D: scanlijst AMS goederen). Tijdens de volgende werkdag, worden dan de bestelde goederen geleverd door het AMS personeel. Op kritische afdelingen, zoals de spoedafdeling of intensieve zorgen en verpleegeenheden wordt drie maal per week gescand. Op andere, kleinere afdelingen zoals de verloskamer vindt slechts twee maal per week een barcodescanning plaats. Op één dienst, namelijk het operatiekwartier, wordt dagelijks gescand om AMS-goederen bij te bestellen. Dit is te wijten aan het zeer grote verbruik. Op het operatiekwartier gebeurt het scannen door het personeel van het operatiekwartier, en niet door AMS-medewerkers. Dit wordt gedaan omwille van veiligheids- en steriliteitsregels. De levering en het scannen gebeuren enkel op werkdagen, en dus niet tijdens weekends, hierdoor doen zich op maandag dikwijls pieken voor. Om deze vraagshock op te vangen, scant het AMS-personeel op maandag zowel 's morgens als 's avonds. De goederen die 's morgens worden besteld, zullen diezelfde maandag nog worden geleverd. De barcodescanning die 's avonds plaatsvindt, gebeurt met het oog op de levering van dinsdag. Op de overige werkdagen geldt het standaard principe: de herbevoorrading gebeurt tijdens het apotheektransport op basis van de barcodescanning daags voordien. Deze bevoorrading rondes gebeuren door het AMS-personeel zelf, niet door de dienst logistiek. Wanneer AMS-goederen worden besteld aan de hand van web orders, via Infohos, worden de goederen tijdens de volgende geplande ronde door de interne dienst transport naar de afdelingen gebracht.

Binnen de categorie geneesmiddelen kunnen twee bestelprocedures worden onderscheiden. Een eerste procedure betreft de medicatievoorraad op een afdeling. Deze voorraad dient te worden aangevuld indien het voorraadniveau onder het afgesproken niveau daalt. De eenheden kunnen dagelijks, op een vast tijdstip, via een voorraadlijst/bestelformulier worden besteld. Een tweede categorie heeft te maken met de voorschriften van individuele patiënten. Wat bestelprocedure betreft, zijn individuele voorschriften niet onderhevig aan regels en kunnen dus altijd worden besteld. De geneesmiddelen zijn normalerwijs een deel van het apotheektransport. Het is echter wel mogelijk dat een individueel voorschrift uiterst dringend bij de patiënt terecht moet komen. Een spoedlevering via het buizensysteem of een afhaling door de betrokken verpleegkundige- of consultatiedienst is dus niet uitgesloten.

De infusen en ACS-goederen kunnen dagelijks aan de hand van voorgedrukte bestelformulieren worden besteld. De bestelde perfusies maken deel uit van het apotheektransport. Voor de ACS-goederen geldt dit ook gedeeltelijk, tenzij het goederen zijn met een uitzonderlijke waarde. Deze goederen worden dan opgenomen in een extra verdelingsronde of opgehaald door de dienst zelf.

### **3.2.2.3 Fijndistributie**

De taak van het ontzegelen van de bakken, uitpakken en wegzetten van AMS-goederen is, in tegenstelling tot bij economaatsgoederen, niet de verantwoordelijkheid van de logistiek assistent(e). Deze taak wordt uitgevoerd door het AMS-personeel zelf voor AMS-goederen besteld door barcodescanning. Deze besteld via weborders worden door de interne dienst transport geleverd, waarna de fijndistributie wordt uitgevoerd door verplegend personeel van de betrokken dienst. De logistiek medewerker stationeert in dit geval de transportkar op de betreffende dienst zodat deze kan worden uitgeladen. Het is ook mogelijk dat de medewerker de goederen tijdelijk stockeert op een centraal, afgesproken punt op de dienst. Later zullen de achtergelaten kar en de lege bakken worden opgehaald, eveneens door de logistieke medewerkers.

De afgeladen, verzegelde containers met medicatie, de gesloten transportkarren met medicatie en de infusen worden uitgepakt en op zijn correcte plaats gezet door de verpleegkundigen van de diensten. Omwille van de specificiteit van geneesmiddelen en infusen en van het groot belang dat de medicatie op de juiste plaats terecht komt, zal de fijndistributie zeer zelden door logistieke assistenten worden uitgevoerd.

De ACS-goederen, die zich bevinden in verzegelde bakken of in een verzegelde transportkar, worden door de interne dienst transport afgeladen op de dienst. Hier worden ze vervolgens uitgepakt en weggezet door verpleegkundigen. De fijndistributie van ACS-goederen is een gevoelige kwestie. De producten zijn immers uiterst kostbaar en bijgevolg wil de persoon verantwoordelijk voor de goederen zeker zijn van een correcte behandeling van de producten. Dit is dan ook de belangrijkste reden dat de verpleegkundigen belast zijn met het uitvoeren van de fijndistributie van de ACS-goederen. Het operatiekwartier is echter een uitzondering op de regel. Hier zijn enkel de assistenten van ACS bevoegd voor de distributie binnen deze afdeling. Omwille van specifieke kennis van de geneesmiddelen, veiligheidsvoorschriften binnen de ruimte en de nood aan een zeer correcte distributie zijn deze, meestal hoger geschoolden, bevoegd voor de fijndistributie binnen het operatiekwartier.

### **3.2.2.4 Bemerkingen op huidige werking**

De integratie van de verschillende categorieën apotheekgoederen op een transportkar, is geen eenvoudig gebeuren om efficiënt te verrichten. Dit is grotendeels te wijten aan de verschillende verpakkingsgroottes van de goederen. Doorgaans wordt gebruik gemaakt van gestandaardiseerde blauwe, verzegelde bakken. Maar de logistieke medewerker moet tevens omgaan met los verpakte medicatie in een afgesloten kar, perfusie dozen, dure ACS-goederen in een volledig gesloten kar, et cetera. Verder zijn de gestandaardiseerde, verzegelde bakken vaak maar deels gevuld waardoor veel lucht wordt getransporteerd naar de afdelingen. Hierdoor kunnen zich problemen inzake transportcapaciteit voordoen waardoor extra bedelingsritten soms noodzakelijk zijn.

Een tweede moeilijkheid is de diversiteit in transportkarren. Op dit moment worden diverse soorten karren gebruikt bij de bedeling van apotheekgoederen (cf. Bijlage E: overzicht apotheek transportkarren). Het architectonisch interessant en efficiënt samenstellen van medicatie, perfusies, AMS- en ACS-goederen op een kar wordt sterk bemoeilijkt door de diversiteit in de transportkarren.

Een derde bemerking betreft de grote variëteit aan mogelijke bestelprocedures en -formulieren. Dit maakt heel het gebeuren complex, niet gestandaardiseerd en niet optimaal.

Daarnaast is de fijndistributie van apotheekgoederen, uit de rondes van 10u, 13u en 15u, een proces dat kan worden verbeterd. De AMS-medewerkers maken de bestelling klaar, waarna de interne dienst transport ze naar de afdeling brengt. Vervolgens zal het verplegend personeel van de betrokken dienst de goederen naar hun eindbestemming brengen. Hierna zal de dienst transport de karren komen ophalen. De omschrijving wijst duidelijk op een proces dat niet optimaal verloopt. Immers, sommige medewerkers dienen meer activiteiten uit te voeren dan eigenlijk noodzakelijk zou moeten zijn. Dit is grotendeels het gevolg van het toekennen van verantwoordelijkheid over de goederen. De dienst AMS blijft immers steeds verantwoordelijk, de dienst transport kan nooit aansprakelijk worden gesteld.

### **3.2.3 Cross-dockings**

#### **3.2.3.1 Algemeen**

Met *cross-dockings* worden alle leveringen bedoeld die rechtstreeks door de externe leveranciers aan de loskade worden geleverd zonder dat ze eerst in een centraal magazijn van het ZOL worden opslagen. Bij *cross-dockings* gaat het doorgaans over niet-voorraadgoederen, studiemateriaal, demotoestellen, enzovoort die besteld zijn door de aankoopdienst of direct door de betrokken dienst.

Wanneer de goederen aangekomen zijn, worden ze ingeboekt in het softwareprogramma Puma/Imas. Dit gebeurt in het lokaal van de loskadedienst, vlakbij de loskade (gelegen aan de westelijke zijde van de E-blok). De ontvangen goederen worden normalerwijs tot op het moment van de bedeling opgeslagen in een rek dat zich bevindt in de ruimte van de loskadedienst. De levering van de *cross-dockings* naar de betreffende afdeling wordt, indien mogelijk, geïntegreerd in de transportronde van de economaatsgoederen. Indien deze integratie niet mogelijk is, bijvoorbeeld omwille van de grootte en het gewicht, of indien de goederen dringend worden verwacht door de betroffen dienst, worden ze geleverd in een aparte ronde.

#### **3.2.3.2 Bemerkingen op huidige werking**

Doordat het tijdstip van de leveringen van *cross-dockings* meestal onzeker is, is het in realiteit moeilijk om deze goederenstroom te integreren in de bevoorrading in economaatsgoederen. Dit kan twee gevolgen hebben: de dienst moet wachten op zijn goederen tot op het ogenblik dat de economaatsgoederen worden geleverd, wat tot een volledige week duren, of de transportdienst moet een extra ronde inleggen naar de dienst, wat uiteraard kostelijk is.

### **3.2.4 Maaltijden**

#### **3.2.4.1 Algemeen**

Zowel de warme als de koude maaltijden worden vervoerd vanuit de regeneroerel. Dit is een ruimte waarin de maaltijden via elektriciteit in de karren worden opgewarmd. De regeneroerruimte is vlak naast de loskade gelegen. De bedeling van maaltijden gebeurt drie maal per dag nl. tussen half acht en tien uur 's morgens, tussen elf en kwart na twee 's middags en tussen half vijf en zeven uur 's avonds. Het ophalen van de maaltijdkarren, leeggoed inbegrepen, is een tweetal uur na de bedeling van de maaltijden gepland. Dit is noodzakelijk omdat het ziekenhuis slechts beschikt over voldoende maaltijdkarren om één bedelingsronde te voltooien. De distributie van de maaltijden kan gebeuren door het personeel van onderhoud, de interne dienst logistiek of de keuken.

#### **3.2.4.2 Bemerkingen op huidige werking**

De verdeling van de maaltijden gebeurt niet efficiënt: de verdelers voeren steeds een halve rit uit zonder maaltijden of afwas te vervoeren. Indien de maaltijden naar de diensten worden gebracht, laten de verdelers de betreffende kar staan op de dienst en keren ze met lege handen terug. Wanneer de afwas wordt opgehaald op de diensten, zijn de werknemers met lege handen naar de dienst gegaan en keren ze met de maaltijdkar terug. Dit is het gevolg van het beperkt aantal maaltijdkarren: de campus beschikt slechts over net voldoende maaltijdkarren om één leveringsronde uit te voeren. De dure regeneroer maaltijdenkarren moeten telkens direct worden opgehaald na de maaltijd omdat ze noodzakelijk zijn voor de opwarming van de volgende maaltijd.

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de bemerkingen/mogelijke verbeterpunten per besproken goederenstroom in paragraaf 3.2.

### **3.2.5 Veranderingen binnen het huidige systeem**

Om een meer efficiënte logistieke werking binnen het ZOL te bekomen, zijn twee belangrijke en omvangrijke veranderingen gepland. Midden 2014 zal op de campus Sint Jan een volledig nieuw centraal magazijn worden geopend. Bovendien zal het ziekenhuis overschakelen van losstaande software programma's naar een volledig geïntegreerd ERP-systeem.

Het nieuwe centrale magazijn zal zich bevinden ten zuiden van de H-blok. In dit magazijn zullen economaatsgoederen, infusen, AMS- en ACS-goederen worden geïntegreerd. Ook de *cross-dockings* zullen aankomen en worden opgeslagen in deze ruimte. Het centraliseren van de diverse productcategorieën creëert opportuniteiten om de verdeling van verschillende productcategorieën te bundelen.

Verder zullen bestaande softwareprogramma's, zoals Infohos en Puma/Imas, deels geïntegreerd worden door een ERP-systeem. Dit ERP-systeem zal de bestaande procedures vereenvoudigen en bovendien worden de voorraden *real-time* aangepast naar het werkelijke voorraadniveau, hetgeen nu manueel gebeurt op het ogenblik dat de goederen worden geleverd.

Verder streeft de logistieke dienst op korte termijn naar een uniforme, gestandaardiseerde, volledig afgesloten transportkar. Zoals reeds besproken, vormt vooral bij de toelevering van apotheekgoederen, de niet-uniformiteit van de transportkar een probleem bij het optimaal samenstellen van de bestelling. Concrete specificaties omtrent deze transportkar zijn echter nog niet bekend.

Tabel 3.1 Overzicht van bemerkingen/verbeterpunten per goederenstroom.

---

## **Bemerkingen/verbeterpunten**

### **Economaatsgoederen:**

- Gebrek aan correcte architectonische samenstelling van goederen op de transportkarren (komende van het centrale magazijn)
- Geen optimaal gebruik van logistiek assistenten waardoor logistieke taken komen ten laste van verpleegkundigen
- Levering en fijndistributie zijn aparte, niet op mekaar afgestemde processen
- Geen optimaal voorraadbeheer in de dienstmagazijnen zonder leeg-vol systeem

### **Apotheekgoederen:**

- Goede samenstelling van goederen op transportkarren wordt belemmerd:
  - Gestandaardiseerde verpakkingseenheden transporteren vaak lucht
  - Niet-gestandaardiseerde verpakkingseenheden van verschillende grootte
  - Diversiteit in transportkarren
- Variëteit in bestelprocedures
- Levering (10u/13u/15u) en fijndistributie zijn aparte, niet op mekaar afgestemde processen

### **Cross-dockings:**

- Onvoorspelbaar karakter leidt tot:
  - Extra, inefficiënte leveringen  
*of*
  - Dienst moet wachten op volgende bevoorradingronde

### **Maaltijden:**

- Lege, inefficiënte ritten door beperkt aantal maaltijdkarren
-



### 3.3 SIMULATIEMODEL HUIDIGE SITUATIE

De simulatie betreft de stroom van enkele specifieke goederencategorieën naar één verpleegdienst, namelijk dienst *Genk Verpleegafdeling 5 (GV5)*. Het model beschrijft de stromen tussen het interne vertrekpunt (magazijn infusen, regenerereercel of loskade) en de verpleegdienst GV5. De opgenomen goederencategorieën binnen het simulatiemodel zijn maaltijden, economaatsgoederen en apotheekgoederen. Wat apotheekgoederen betreft, wordt een verder onderscheid gemaakt tussen AMS-goederen besteld via barcodescanning, en specialiteiten. Dit verdere onderscheid is noodzakelijk omdat het in de praktijk twee aparte goederenstromen zijn (cf. figuur 3.1).

#### 3.3.1 Assumpties

Binnen het model zijn vier soorten entiteiten te onderscheiden: maaltijden (*maaltijd*), specialiteiten (*specialiteit*), AMS- en economaatsgoederen (respectievelijk *AMS* en *economaatsgoed*). Eén entiteit staat telkens voor één transportkar die naar de dienst GV5 dient te worden vervoerd.

De 'resources' in het model zijn de medewerkers die het transport uitvoeren. Om de analyse van de output te vergemakkelijken, werd gekozen om aparte categorieën werknemers toe te wijzen aan de verschillende entiteiten. In de realiteit is dit onderscheid niet aanwezig. Maar hierdoor kan een duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen de wekelijkse transporttijden van de goederenstromen. De vier 'resource' categorieën zijn: *WN specialiteiten*, *WN AMS*, *WN maaltijden*, *WN economaat*. Per productcategorie wordt één werknemer voorzien om het transport uit te voeren. Echter, voor het maaltijdtransport worden twee werknemers voorzien. Per maaltijd dienen vier maaltijdkarren naar de dienst GV5 te worden getransporteerd. Aangezien, in realiteit, één werknemer de karren naar de dienstlift vervoert en een tweede deze van hieruit naar de diensten transporteert, wordt deze logica in het simulatiemodel behouden. De werknemers zijn in het simulatiemodel in principe ten alle tijden beschikbaar. In de realiteit is dit natuurlijk niet het geval. Maar omdat alle leveringstaken in het model moeten worden uitgevoerd op het moment dat ze worden gegenereerd, is het niet noodzakelijk om specifieke werkschema's op te stellen.

Het model houdt enkel rekening met het eigenlijke transport. Daarom wordt het afladen en de fijndistributie van de goederen niet opgenomen in het model.

De logica van entiteiten wordt tijdelijk niet gerespecteerd wanneer de *WN maaltijden* een 'lege' transportrit uitvoert. De entiteit *maaltijd* ondergaat dan processen, terwijl in realiteit de kar op de dienst staat. Dit niet respecteren van de entiteiten logica wordt toegepast om accurate transporttijden aan het maaltijdtransport te kunnen toewijzen. De schending van de logica wordt met andere woorden bewust gehanteerd en heeft geen negatieve invloed op de juistheid van het model, in tegendeel zelfs.

Als wiskundige verdeling voor de procestijden wordt geopteerd voor een triangulaire verdeling. De belangrijkste reden voor deze keuze is de mogelijkheid om een minimale procestijd vast te leggen. Aangezien de absoluut minimale transporttijd de normale wandeltijd bedraagt, mogen de procestijden in geen geval lager zijn dan deze minimum tijd. In andere verdelingen, zoals bijvoorbeeld de normaal verdeling, bestaat de kans dat de transporttijd toch onder de minimumtijd

ligt. De moeilijkheid die gepaard gaat met de keuze voor deze wiskundige verdeling is het vastleggen van maximale procestijden. Een eenduidige maximale procestijd is moeilijk te definiëren doordat het transport vaak onderhevig is aan onvoorziene obstakels, zoals bijvoorbeeld patiëntentransport, die het transport in bepaalde mate afremmen. Om een accurate benadering van deze maximum tijden te verkrijgen, werden ze vastgelegd in grondig overleg met het ziekenhuis.

### 3.3.2 Opbouw simulatiemodel

Aangezien de goederen worden geleverd op vaste tijdstippen zullen de tussenaankomsttijden van de entiteiten niet gebaseerd zijn op een wiskundige verdeling maar op een constant patroon. Dit creatiepatroon, dat overeenkomt met de werkelijke interne leveringsschema's, wordt bij het aantal entiteiten per aankomst gedefinieerd aan de hand van 'schedules'. Figuur 3.5 geeft de weergave van het creatieproces per entiteit.

Create - Basic Process								
	Name	Entity Type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
1	Apotheek Specialiteiten	Specialiteit	Constant	1	Hours	SchedValue(Specialiteiten)	Infinite	0
2	Apotheek AMS	AMS	Constant	1	Hours	SchedValue(AMS goederen)	Infinite	0
3	Economaatsgoederen	Economaatsgoed	Constant	1	Hours	SchedValue(Economaat)	Infinite	0
4	Maaltijden	Maaltijd	Constant	1	Minutes	SchedValue(Eten)	Infinite	0

Figuur 3.5 'Create' module per entiteit.

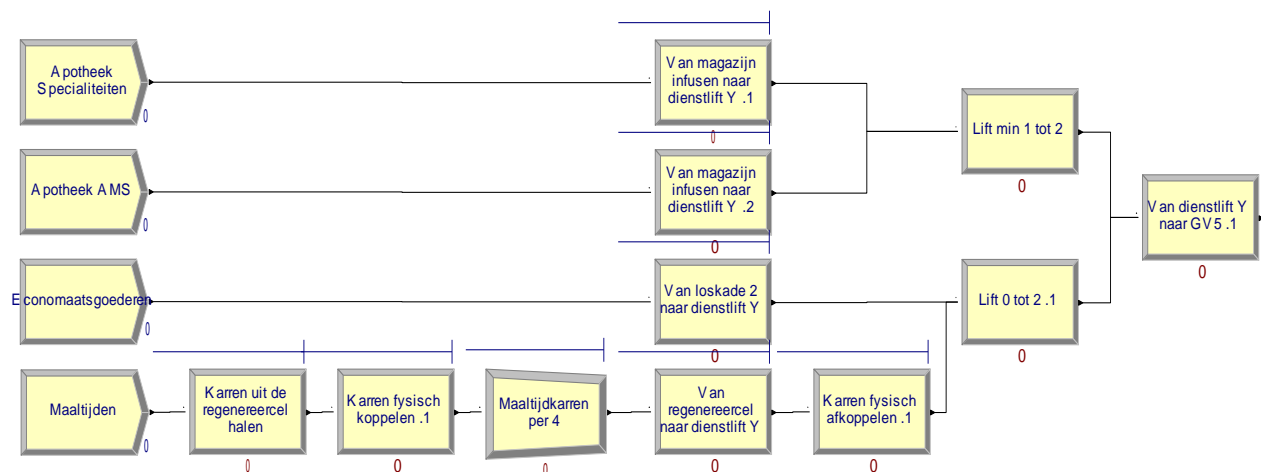
Tabel 3.2 Leveringsschema per entiteit.

Leveringen per entiteit	Entiteiten per levering
<b>Maaltijd (dagelijks):</b>	
- Ontbijt: 7u35	- 4 maaltijdkarren
- Middagmaal: 11u30	- 4 maaltijdkarren
- Avondmaal: 16u35	- 4 maaltijdkarren
<b>Specialiteit (wekelijks):</b>	
- Maandag t.e.m. vrijdag:	
• 10u00	- 1 transportkar
• 15u00	- 1 transportkar
<b>AMS (wekelijks):</b>	
- Maandag: 08u00	- 1 transportkar
- Woensdag: 08u00	- 1 transportkar
- Vrijdag: 08u00	- 1 transportkar
<b>Economaat (wekelijks):</b>	
- Dinsdag: 08u00	- 1 transportkar
- Vrijdag: 08u00	- 1 transportkar

Tabel 3.2 is een weergave van de data gebruikt in de 'schedules'. De schema's van de categorieën specialiteiten, AMS- en economaatsgoederen zijn weekschema's omdat deze goederen niet dagelijks worden geleverd. Voor de maaltijden wordt een dagschema gehanteerd aangezien de leveringen van maaltijden driemaal per dag plaatsvinden. Bij de creatie van de entiteiten wordt steeds één transportkar aangemaakt, uitgezonderd de creatie van maaltijdkarren. Per maaltijdbedeling worden vier maaltijdkarren naar dienst GV5 getransporteerd. Vandaar worden hier vier entiteiten per aankomst gecreëerd.

Het transport naar de dienst GV5 voor de stromen specialiteiten, AMS- en economaatsgoederen wordt opgedeeld in drie processen (cf. figuur 3.6). Een eerste proces beschrijft het transport van de goederen van hun intern vertrekpunt naar de dienstlift. Hierna wordt de lift genomen naar het tweede verdiep, waar de dienst GV5 zich bevindt. Het derde en laatste proces van de heen-route betreft het transport van de dienstlift naar de verpleegdienst. In het geval van de maaltijden is de heen-route van het transportproces complexer (cf. figuur 3.6 en figuur 3.7). Vooraleer de goederen van de regenererecel naar de dienstlift worden vervoerd, worden de karren uit de cel gehaald en vervolgens per vier gekoppeld. Om in Arena deze procesvolgorde aan te houden, wordt een hogere prioriteit toegekend aan het uithalen van de maaltijdkarren.

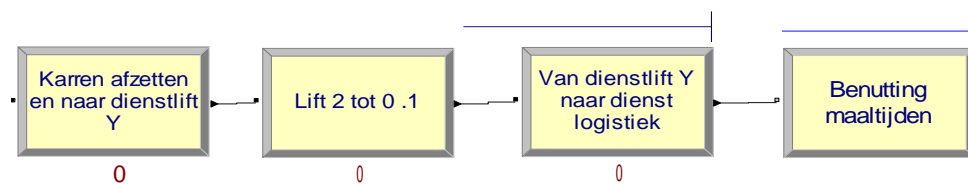
Om de karren in Arena per vier als een eenheid te groeperen, wordt een 'batch' module gebruikt. Het transport van de regenererecel naar de dienstlift wordt in het proces uitgevoerd door twee werknemers. In realiteit vervoert slechts één werknemer het treintje van vier maaltijdkarren. Maar de werknemer die de maaltijdkarren vanaf de lift verder verdeelt naar de dienst, moet ook eerst naar de lift gaan. Daarom wordt ook deze tijd opgenomen in dit proces. Wanneer de karren aankomen aan de dienstlift worden ze weer afgekoppeld. De entiteiten gaan dus niet door een 'seperate' module. Vervolgens gaan de vier karren in de lift en begint het transport naar de dienst.



Figuur 3.6 Goederen- en maaltijdtransport GV5 (heen-route: deel 1).

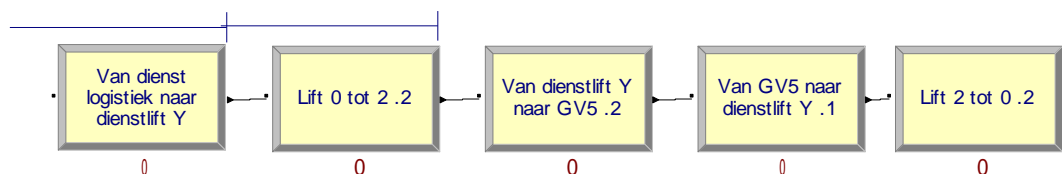
Een werknemer die maaltijdenkarren vervoert, kan maximaal twee karren transporteren indien de karren niet aan mekaar gekoppeld zijn. Aangezien vier volle maaltijdkarren per maaltijd naar de dienst worden getransporteerd, dient de werknemer twee maal van de dienstlift naar GV5 te gaan. Dit deel van het transport zit vervat in de 'process' modules *Van dienstlift Y naar GV5 .1* (heen) en

Karren afzetten en naar dienstlift Y (terug-heen-terug). Op de terugweg naar de lift zal de medewerker minder hinder ondervinden van obstakels doordat hij zonder kar ('leeg') loopt. Dit wordt in rekening gebracht door een verkorte procestijd voor het afleggen van de terugweg. Wanneer de karren op de dienst zijn afgezet en de medewerker terug aan de dienstlift is, zal hij de lift nemen om vervolgens naar de dienst logistiek te wandelen. In dit proces wordt ook voorzien dat de tweede medewerker, diegene die de treintjes naar de lift transporteerde, terugkeert naar de dienst logistiek. Zoals reeds vermeld in de assumpties wordt de logica van entiteiten even achterwege gelaten wanneer de werknemers 'leeg' lopen om een correcte meting van de transporttijden te bekomen. De maaltjekarren blijven op de dienst staan gedurende de nuttiging van de maaltijd. De medewerkers zullen 140 minuten na het brengen van de maaltijd terug naar dienst GV5 gaan om de maaltjekarren op te halen. Door gebruik te maken van een 'hold' module worden de maaltjekarren gedurende de nuttiging van de maaltijden op de dienst gehouden.



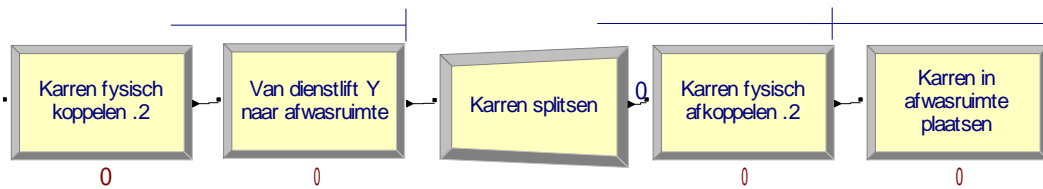
Figuur 3.7 Maaltjidentransport GV5 (heen-route: deel 2).

Wanneer de 'hold' module de maaltjekarren doorlaat, gaat de terug-route van het maaltjidentransport van start. Figuur 3.8 en figuur 3.9 zijn een weergave van deze route. Twee werknemers begeven zich van de dienst logistiek naar de dienstlift. Ook hier betreft het twee werknemers omdat één de karren van de diensten naar de lift brengt en de ander de karren in treintjes naar de afwasruimte vervoert. Eén werknemer neemt de lift en gaat vervolgens naar de dienst om de karren te halen. Aangezien de medewerkers tot hiertoe geen kar transporteerde, werd ook hier de logica van entiteiten even genegeerd. Nu de werknemer op de dienst is aangekomen, zal hij de karren per twee naar de lift transporteren en vervolgens de lift nemen.



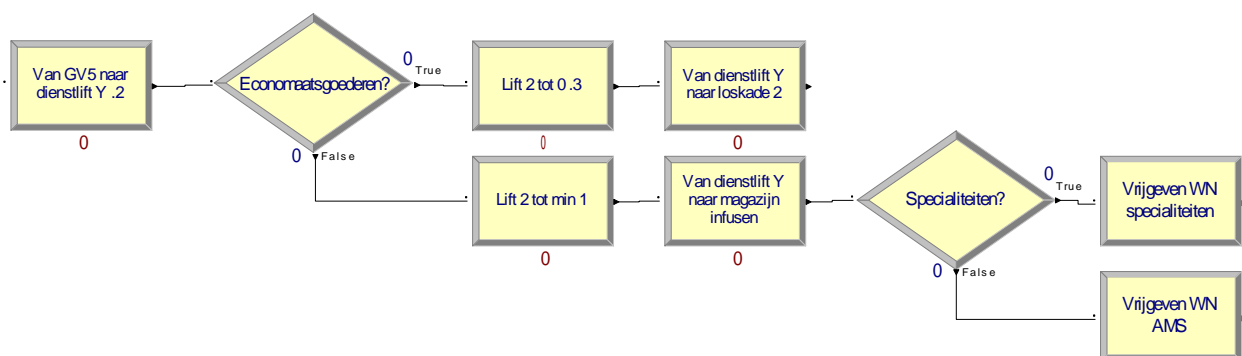
Figuur 3.8 Maaltjidentransport GV5 (terug-route: deel 1).

Eens uit de lift worden de karren weer aan mekaar gekoppeld. Twee werknemers gaan nu van dienstlift naar de afwasruimte (gelegen naast de regenerercel): de logica achter het gebruik van twee werknemers is analoog met eerdere processen waar twee werknemers werden gebruikt. Aangekomen aan de afwasruimte, worden de karren afgekoppeld. De entiteiten gaan door een 'seperate' module waar ze worden gesplitst. In het proces dat hierop volgt, wordt de tijd toegerekend die in realiteit nodig is voor het afsplitsen van de karren. Tot slot worden de karren nog één voor één in de afwasruimte geplaatst.



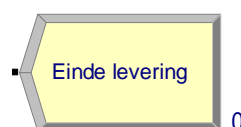
Figuur 3.9 Maaltijdtransport GV5 (terug-route: deel 2).

Zoals de heen-route, is de terug-route van de goederenstromen minder complex dan deze van de maaltijden. Figuur 3.10 geeft de route weer. Aangezien het simulatiemodel enkel transportprocessen omvat, wordt verondersteld dat het afladen van de goederen onmiddellijk gebeurt en geen tijd vereist (cf. sectie 3.3.1.1 assumpties). De transportkar kan dan ook aansluitend op de levering worden meegenomen. De kar wordt door de werknemer getransporteerd naar de dienstlift. Afhankelijk van de getransporteerde goederencategorie wordt de kar terug gebracht naar zijn intern vertrekpunt door de lift te nemen en vervolgens de weg naar dit punt af te leggen. De levering is nu afgerond. De werknemer die het transport uitvoerde, wordt vrijgegeven.



Figuur 3.10 Goederentransport GV5 (terug-route).

Nu de leveringen van het goederen- en het maaltijdtransport zijn afgerond, verlaten de entiteiten het model in de 'dispose' module, afgebeeld in figuur 3.11.



Figuur 3.11 Goederen- en maaltijdtransport GV5 (verlaten model).

In bijlage (Bijlage F: Procesinformatie basismodel (Arena)) wordt een gedetailleerde beschrijving van alle processen, evenals een globale overzichtsfiguur van het simulatiemodel, gegeven.

### 3.3.3 Prestatiemaatstaven

Een belangrijk doel van het model is het meten van de tijd die wekelijks wordt besteed aan het transporteren van de diverse goederen naar de dienst GV5. De prestatie maatstaf die deze tijd meet, is de bezettingsgraad van de verschillende 'resources'. Let wel, de transporttijden die hieruit worden afgeleid, zijn waarschijnlijk niet volledig waarheidsgetrouw doordat slechts één dienst in het model wordt geanalyseerd en goederenconsolidatie op de transportkarren niet mogelijk is. Het is dus waarschijnlijk dat deze tijden hoger liggen dan in de werkelijkheid.

Daarnaast is het belangrijk, vooral met het oog op de integratie van de maaltijdenstroom in paragraaf 3.3.3 en 3.3.4, om het aantal 'lege' ritten te identificeren. Idealiter is het aantal 'lege' transportritten zo laag mogelijk, zodat zo weinig mogelijk tijd wordt verspild aan deze inefficiënte ritten. Dit aantal ritten kan niet rechtstreeks uit de resultaten van Arena worden afgeleid. Vandaar dat deze prestatie maatstaf manueel wordt berekend.

### 3.3.4 Replicatieparameters

Hoewel een ziekenhuis 24 op 24 open is, kan hier gesproken worden van een eindige simulatie. Aangezien de goederen worden geleverd op basis van een vast dag- (maaltijden) of weekschema (AMS, economaat, specialiteiten) kunnen duidelijk afgelijnde tijdsgrenzen voor één cyclus worden gespecificeerd. Bijgevolg wordt binnen de simulatie geopteerd voor een cyclustijd van één week. Twintig replicaties worden gemaakt, telkens op basis van het vastgelegde leveringsschema (cf. tabel 3.2), om een waarheidsgetrouwe weergave van de werkelijkheid te simuleren.

### 3.3.5 Resultaten basismodel

#### *Wekelijkse transporttijd per entiteitscategorie*

Een samenvatting van de wekelijkse transporttijd per entiteitscategorie, afgeleid uit de bezettingsgraad van de 'resources', kan worden teruggevonden in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Simulatieoutput: wekelijkse transporttijd per entiteitscategorie (basismodel).

Transporttijd (min. per week)	Gemiddelde	Minimum	Maximum
Maaltijden	619,00	612,37	623,93
Economaat	12,97	11,78	13,71
AMS	26,08	24,93	27,42
Specialiteiten	85,96	84,20	87,58

Per week zijn de werknemers gemiddeld 619 minuten belast met het maaltijdtransport, 13 minuten met het economaattransport, 26 minuten met het AMS-transport en 86 minuten met het specialiteitentransport. De minimum- en maximumtijd leunen kort tegen het gemiddelde aan. Dit kan worden verklaard doordat de dienst GV5 relatief kort bij de interne vertrekpunten is gelegen. De volatiliteit in transporttijden, veroorzaakt door obstakels of afremmingen gedurende het

transport, is dus eerder beperkt. Wanneer een verderaf gelegen dienst zou worden gesimuleerd, zal deze volatiliteit stelselmatig toenemen.

### **Aantal 'lege' transportritten**

Per week moeten 21 maaltijdtransporten worden uitgevoerd. Per volledig maaltijdtransport kunnen acht 'lege' ritten worden geïdentificeerd. Wanneer de maaltijdkarren naar de dienst worden gebracht, doen zich vier 'lege' transportritten voor: één rit (één werknemer) van de regenerereercel naar de dienstlift, één rit (één werknemer) van de dienst GV5 naar de dienstlift, inclusief het gebruik van de lift, en twee ritten (twee werknemers) van de dienstlift naar de dienst logistiek. Wanneer de maaltijden na de nuttiging worden opgehaald, doen de 'lege' transportritten zich in de omgekeerde richting voor. Zoals afgebeeld in tabel 3.4, resulteert dit per week in 42 'lege' transportritten [Regenerereercel/afwasruimte - dienstlift], eveneens 42 ritten [GV5 - dienstlift] en 84 ritten [dienstlift - dienst logistiek]. Aangezien de processen een triangulaire verdeling volgen, kan de gemiddelde wekelijkse tijd gependend aan deze ritten als volgt worden berekend:

$$\text{Gemiddelde Triangulaire verdeling} = \frac{a+m+c}{3}$$

Met

$a$  = minimumwaarde

$m$  = modus

$c$  = maximumwaarde

Dus

#### **Gemiddelde wekelijkse tijd [Regenerereercel/afwasruimte - dienstlift]**

$$\left(\frac{60+72+86.4}{3}\right) * 42 = 3057,6 \text{ seconden} = 50,96 \text{ minuten}$$

#### **Gemiddelde wekelijkse tijd [GV5 - dienstlift]**

$$= \left(\frac{25+35+45}{3} + \frac{35+55+85}{3}\right) * 42 = 3920 \text{ seconden} = 65,33 \text{ minuten}$$

#### **Gemiddelde wekelijkse tijd [Dienstlift - dienst logistiek]**

$$= \left(\frac{75+90+108}{3}\right) * 84 = 7644 \text{ seconden} = 127,4 \text{ minuten}$$

#### **Totale gemiddelde wekelijkse tijd**

$$= 50,96 \text{ minuten} + 65,33 \text{ minuten} + 127,4 \text{ minuten} = 243,69 \text{ minuten}$$

Bovenstaande berekeningen duiden op een totale gemiddelde wekelijkse tijd van bijna 245 minuten die wordt gependend aan het uitvoeren van 'lege' transportritten bij de maaltijdenbedeling naar verpleegdienst GV5. Let wel, de berekening van de tijden zijn gebaseerd

op de assumpties gehanteerd binnen het model. De getallen zijn geen expliciet resultaat dat werd berekend door het simulatiemodel.

Tabel 3.4 'Lege' transportritten in basis scenario.

<b>'Lege' transportritten</b>		
<b>Rit</b>	<b># ritten</b>	<b>Gemiddelde wekelijkse tijd (min.)</b>
<i>[Regenereercel/afwasruimte – dienstlift]</i>	42	50,96
<i>[GV5 – dienstlift]</i>	42	65,33
<i>[Dienstlift – dienst logistiek]</i>	84	127,40
<b>Totale tijd</b>		<b>243,69</b>

### **3.4 ALTERNATIEF SCENARIO: INTEGRATIE MAALTIJDENTRANSPORT MET GOEDERENTRANSPORT**

Aangezien het aantal 'lege' ritten in het basisscenario relatief hoog is, kan gezocht worden naar een oplossing om dit aantal te verminderen. In dit alternatief scenario wordt het maaltijdentransport gedeeltelijk geïntegreerd in het goederentransport. Door de leveringsschema's van specialiteiten, AMS- en economaatsgoederen aan te passen, is het mogelijk om de integratie te door te voeren. Tabel 3.5 geeft dit aangepast schema weer (de **vetgedrukte** delen wijzen op een aanpassing).

Lapiere en Ruiz (2007) maken in hun simulatiemodel gebruik van gebalanceerde werkschema's om op die manier de praktische haalbaarheid van het model te vergroten. Ook in dit alternatief scenario is in overleg met het ziekenhuis het leveringsschema op een realistische wijze aangepast. Om de praktische haalbaarheid te verhogen en dienstverlening voor de patiënten niet te schaden, bleven de tijdstippen van maaltijdbedeling en beleving van medicatie op voorschrift (levering specialiteiten om 15u00) behouden.

Door de aanpassingen in tabel 3.5 is het mogelijk om van maandag tot en met vrijdag de 'lege' transportritten bij het ontbijt en middagmaal voor een groot gedeelte weg te werken. De schema's van de goederenstromen zijn dusdanig aangepast dat de werknemers de goederen leveren op het ogenblik dat de nuttiging van de maaltijd afloopt: de goederenlevering start 135 of 140 minuten na het leveren van de maaltijden. Na de levering van de goederen laat de werknemer de transportkar tijdelijk op de dienst GV5 staan en brengt hij de maaltijdkarren naar de afwasruimte. Tijdens de volgende levering van het ontbijt of middagmaal brengt de werknemer de achtergelaten goederenkar terug naar het betrokken magazijn of naar de loskade. Op deze manier wordt één 'lege' rit [GV5 – dienstlift] en één 'lege' rit [dienstlift – dienst logistiek] vermeden. De 'lege' transportrit die volgt op het brengen van de vier maaltijdkarren naar de dienstlift kan echter niet worden vermeden. Hoe deze veranderingen geïntroduceerd werden in het simulatiemodel wordt hieronder toegelicht.



Tabel 3.5 Aangepast leverschema per entiteit.

Leveringen per entiteit	Entiteiten per levering
<b>Maaltijd (dagelijks):</b>	
- Ontbijt: 7u35	- 4 maaltijdkarren
- Middagmaal: 11u30	- 4 maaltijdkarren
- Avondmaal: 16u35	- 4 maaltijdkarren
<b>Specialiteit (wekelijks):</b>	
- Maandag t.e.m. vrijdag:	
• <b>09u55</b>	- 1 transportkar
• 15u00	- 1 transportkar
<b>AMS (wekelijks):</b>	
- Maandag: <b>13u45</b>	- 1 transportkar
- Woensdag: <b>13u45</b>	- 1 transportkar
- Vrijdag: <b>13u45</b>	- 1 transportkar
<b>Economaat (wekelijks):</b>	
- Dinsdag: <b>13u45</b>	- 1 transportkar
- <b>Donderdag: 13u45</b>	- 1 transportkar

### 3.4.1 Variabelen in het alternatief model

Variabelen geven informatie over een bepaalde karakteristiek van het systeem. Doordat een variabele meer dan één waarde kan aannemen, kunnen de karakteristieken veranderen naar gelang de waarde van de variabele. Om de integratie tussen maaltijden- en goederentransport te realiseren, dienen twee variabelen te worden geïntroduceerd.

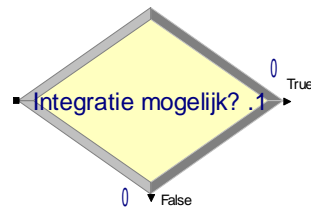
*Telling maaltijd* geeft aan wanneer de maaltijdkarren van het ontbijt of middagmaal op GV5 aankomen. De waarde van de variabele verandert op dit punt van 0, de initiële waarde, naar 1.

*Telling WN* geeft aan wanneer een werknemer die een goederentransport uitvoert op GV5 aankomt. De waarde van de variabele verandert op dit punt van 0, de initiële waarde, naar 1.

### 3.4.2 Opbouw alternatief model

Aangezien in het alternatief scenario bepaalde leveringen op een ander tijdstip plaatsvinden, dienen de 'schedules', waarop de 'create' modules gebaseerd zijn, te worden aangepast aan deze veranderingen (cf. tabel 3.5). Verder blijven de processen van de heen-route, afgebeeld in figuur 3.6, voor zowel het maaltijden- als het goederentransport onveranderd.

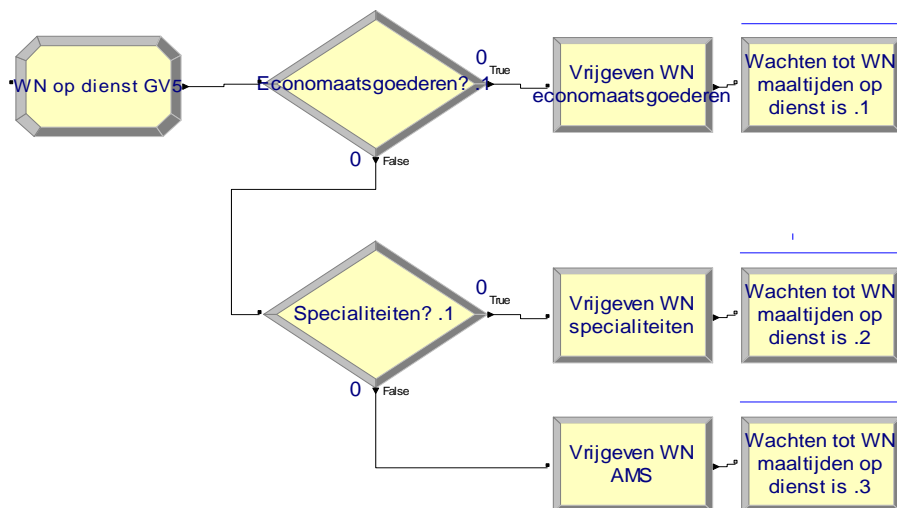
Het verdere verloop van de heen-route voor het goederentransport verandert wel. Alle goederenstromen, afgezien van het specialiteitentransport om 15u00, kunnen worden geïntegreerd met het maaltijdentransport. Vandaar wordt een 'decide' module, afgebeeld in figuur 3.12, gebruikt om deze stromen te splitsen. Wanneer het transport een levering van specialiteiten om 15u00 betreft en integratie dus niet mogelijk is, wordt dit transport gescheiden van de andere goederentransporten. Het verdere verloop van het specialiteitentransport om 15u00 verloopt op eenzelfde wijze als in het basismodel.



Figuur 3.12 Goederentransport naar GV5 in alternatief scenario (heen-route: deel 1).

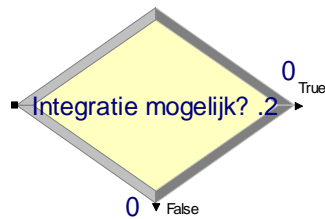
In alle andere goederentransporten zal het maaltjidentransport worden geïntegreerd. Zoals afgebeeld in figuur 3.13, geeft een 'assign' module aan wanneer een werknemer op dienst GV5 toekomt met een goederentransport. De variabele *Telling WN* verandert hier van zijn initiële waarde naar één. Naar gelang de goederenstroom wordt de betrokken werknemer 'vrijgegeven' en blijven de transportkarren op de dienst wachten tot de werknemer van het volgende maaltjidentransport ze terugbrengt naar hun plaats van herkomst. De transportkarren worden op de dienst vastgehouden door een 'hold' module. Wanneer de werknemer van het maaltjidentransport op de dienst arriveert, zal de variabele *Telling maaltijd* veranderen van zijn initiële waarde naar één. Op dit moment zal de 'hold' module de vastgehouden entiteit doorlaten.

In het geval van het AMS-transport zal de transportkar van de levering die plaats vindt op vrijdagmiddag op de dienst blijven tot het maaltjidentransport van maandagochtend. Aangezien de simulatiecyclus slechts één week bedraagt, wordt in het model aangenomen dat deze kar op vrijdagavond terug naar het magazijn wordt getransporteerd. Op deze manier kan een accurate wekelijkse werktijd aan de werknemers worden toegerekend.



Figuur 3.13 Goederentransport naar GV5 in alternatief scenario (heen-route: deel 2).

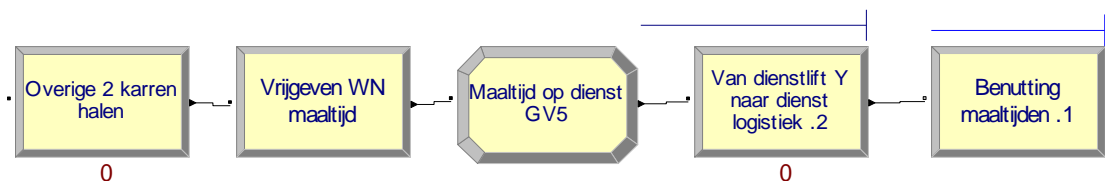
Ook voor de heen-route in het maaltjidentransport zijn bepaalde aspecten gewijzigd. Aangezien de bedelingen van de avond- en weekendmaaltijden niet betrokken zijn in het integratieproces met het goederentransport worden deze maaltjidentbedelingen gescheiden van de andere. In het simulatiemodel wordt de scheiding uitgevoerd door het gebruik van een 'decide' module. Figuur 3.14 is een weergave van deze module.



Figuur 3.14 Maaltijdentransport naar GV5 in alternatief scenario (heen-route: deel 1).

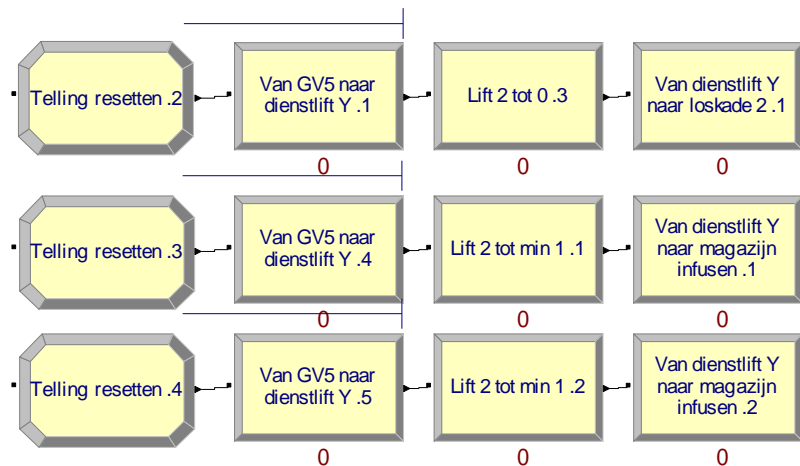
De verdere transportprocessen, zowel voor de heen- als terug-route, van avond- en weekendmaaltijden verlopen analoog aan het principe toegelicht in het basismodel (cf. figuur 3.7, figuur 3.8 en figuur 3.9).

Het vervolg van het transport van de ontbijt- en middagmaaltijden op weekdays volgt een ander principe dan dat in het basismodel. Dit principe is zichtbaar in figuur 3.15. Op het ogenblik dat de vier maaltijdkarren op de dienst zijn, wordt de werknemer 'vrijgegeven' en verandert de variabele *Telling maaltijd* van zijn initiële waarde naar één. Aangezien de integratie voorziet dat de werknemer op de dienst GV5 nu de lege transportkarren naar herkomst terugbrengt, zal enkel de werknemer die de maaltijdkarren naar de dienstlift brengt een 'lege' transportrit [dienstlift – dienst logistiek] uitvoeren. Hier wordt, zoals tijdens alle 'lege' transportritten, de logica van entiteiten even geschonden om een correcte werktijd toe te wijzen aan het maaltijdentransport. Nu is de heen-route in het maaltijdentransport afgerond en worden de maaltijden genuttigd. Deze periode wordt door een 'hold' module gesimuleerd, op dezelfde wijze als in het basismodel.



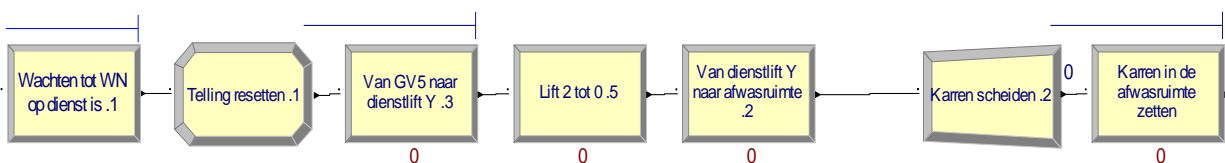
Figuur 3.15 Maaltijdentransport naar GV5 in alternatief scenario (deel 2).

De werknemer die de maaltijden zojuist naar de verpleegdienst bracht, zal nu instaan voor het uitvoeren van de terug-route van het goederentransport. Figuur 3.16 geeft een overzicht van deze route. Door het toekomen van het maaltijdentransport wordt de wachtende transportkar uit één van de 'hold' modules, afhankelijk van de betrokken goederenstroom, uit figuur 3.13 'losgelaten' omdat de variabele *Telling maaltijd* gelijk is aan één. Nu de entiteit werd doorgelaten, wordt de initiële waarde terug toegekend aan de variabele. Hierdoor zal een toekomstige transportkar opnieuw worden vastgehouden tot het volgende ontbijt of middagmaal aankomt op de dienst. Het verdere verloop van de terug-route is analoog aan het verloop in het basismodel. Let wel, in het model wordt dit transport toegewezen aan *WN AMS, specialiteiten of economaat*, afhankelijk van de betrokken goederenstroom. Het transport wordt in realiteit uitgevoerd door de werknemer die maaltijden heeft vervoerd maar hij vervoert nu een transportkar en geen maaltijdkar. Als deze tijd wordt toegewezen aan *WN maaltijden*, wordt een vertekend beeld gecreëerd over de tijd gespendeerd aan het goederen- en maaltijdtransport.



Figuur 3.16 Goederentransport naar GV5 in alternatief scenario (terug-route).

De terug-route van het maaltijdentransport is gebaseerd op een soortgelijk principe als in het goederentransport. Figuur 3.17 is een weergave van dit principe. Na het nuttigen van de maaltijden komen de maaltijdkarren in een nieuwe 'hold' module terecht. Wanneer de variabele *Telling WN* gelijk is aan één zal de module de karren verder doorlaten. Zoals reeds vermeld, werd de waarde van variabele *Telling WN* aangepast naar "1" bij het toekomen van het goederentransport op de dienst. Nadat de karren uit de 'hold' komen, verandert de variabele *Telling WN* terug naar zijn initiële waarde. Hierdoor zal een toekomende maaltijdkar opnieuw worden vastgehouden tot het volgende goederentransport aankomt op de dienst. Het vervolg van het maaltijdentransport is analoog aan het transport uit het basismodel met uitzondering op het transporteren van de maaltijdkarren van de dienstlift naar de afwasruimte. Aangezien de werknemer de maaltijdkarren aansluitend op het goederentransport, waar hij alleen voor instaat, naar de afwasruimte brengt, zal hij de karren per twee vervoeren. De werknemer zal dus twee maal van de lift naar de afwasruimte moet wandelen aangezien het transport uit vier karren bestaat. Om ook hier een accurate toewijzing van tijd gespenseerd aan het goederen- en maaltijdtransport te bekomen, wordt de tijd toegewezen aan *WN maaltijden*.



Figuur 3.17 Maaltijdentransport naar GV5 in alternatief scenario (terug-route).

Tot slot verlaten, zoals in het basismodel, de entiteiten het model via een 'dispose' module.

In bijlage (Bijlage G: Procesinformatie alternatief scenario (Arena)) wordt een gedetailleerde beschrijving van alle processen, evenals een globale overzichtsfiguur van het simulatiemodel, gegeven.

### 3.4.3 Resultaten alternatief scenario en gepaarde t-test

#### *Wekelijkse transporttijd per entiteitscategorie*

Door de goederen- en maaltijdstromen met mekaar te integreren door een aangepast leveringsschema wordt getracht om het aantal 'lege' transportritten te verminderen om zo de werktijd gespendeerd aan het maaltijdtransport te drukken. De resultaten van de simulatie, uitgedrukt in tabel 3.6, bevestigen een aanzienlijke tijdsvermindering bij de uitvoering van het maaltijdtransport na de integratie. De werktijd wordt met ruim anderhalf uur per week verminderd. Procentueel uitgedrukt resulteert de integratie in een daling van 15% in werktijd ten opzichte van het basismodel.

De transporttijden van de goederenstromen blijven vrijwel onveranderd (maximaal verschil van een halve minuut). Aangezien binnen deze stromen geen aanpassingen zijn doorgevoerd in het alternatief scenario, is dit resultaat niet onverwacht. Bovendien kan het kleine verschil tussen het basismodel en het alternatief scenario worden verklaard door de stochastische kenmerken van de procestijden. Door beide modellen over een erg lange tijdspanne te simuleren, wordt het verschil in transporttijden tussen beide scenario's herleid naar quasi "0" (cf. tabel 3.7). Op deze manier is aangetoond dat het kleine verschil in transporttijden, na 20 replicaties, kan worden toegewezen aan de stochastische kenmerken van de procestijden. Bovendien blijft de verandering in het maaltijdtransport nagenoeg onveranderd. Dit impliceert dat deze verandering niet toe te wijzen valt aan het stochastisch karakter van het model. Met behulp van een gepaarde t-test kan nu onderzocht worden of de transporttijden per product categorie significant verschillen met de tijden in het basismodel.

Tabel 3.6 Simulatieoutput: wekelijkse transporttijd per entiteitscategorie (alternatief scenario).

<b>Transporttijd (min. per week)</b>	<b>Gemiddelde (basismodel)</b>	<b>Gemiddelde (alternatief)</b>	<b>Absoluut verschil</b>	<b>Relatief verschil</b>
<i>Maaltijden</i>	619,00	527,28	-91,72	-14,82%
<i>Economaat</i>	12,97	12,77	-0,20	-1,53%
<i>AMS</i>	26,08	25,63	-0,45	-1,71%
<i>Specialiteiten</i>	85,96	86,10	-0,12	-0,16%

Tabel 3.7 Simulatieoutput na 1500 replicaties.

<b>Transporttijd (min. per week)</b>	<b>Gemiddelde (basismodel)</b>	<b>Gemiddelde (alternatief)</b>	<b>Absoluut verschil</b>	<b>Relatief verschil</b>
<i>Maaltijden</i>	620,06	527,71	-92,35	-14,89%
<i>Economaat</i>	12,84	12,85	0,01	0,06%
<i>AMS</i>	25,82	25,82	0,00	0,00%
<i>Specialiteiten</i>	86,01	85,99	-0,02	-0,02%

## Gepaarde t-test

Door het gebruik van de gepaarde t-test kan worden nagegaan of de gemiddelde transporttijden per stroom van het basismodel en het alternatief scenario statistisch significant verschillen van elkaar. Voor het maaltijdtransport wordt een sterk significant positief verschil verwacht tussen de transporttijd in het alternatief scenario en het basismodel. Wat de goederenstromen betreft, wordt geen significant verband verwacht aangezien in deze stromen geen aanpassingen zijn doorgevoerd. Om deze test te kunnen uitvoeren, is het vereist dat het aantal replicaties in beide scenario's identiek zijn. Aangezien 20 replicaties worden gesimuleerd in beide gevallen, is aan deze voorwaarde voldaan. Daarenboven is het noodzakelijk dat de gemiddelde transporttijden uit de replicaties onafhankelijk en identiek verdeeld zijn en een normale verdeling volgen. In het kader van deze test wordt aangenomen dat aan deze vereiste is voldaan. Op basis van de gepaarde t-test kan een betrouwbaarheidsinterval worden opgesteld. De formule van dit interval wordt onderstaand weergegeven. Indien "0" tot het betrouwbaarheidsinterval behoort, zijn de scenario's niet significant verschillend van elkaar op significantie  $\alpha$ . Indien de waarden in het betrouwbaarheidsinterval volledig positief of negatief zijn, kan worden besloten dat de scenario's wel significant van elkaar verschillen op significantieniveau  $\alpha$ .

$$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1; 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}{n}}$$

Waarbij

$$\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)}) = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2}{n-1}$$

$$Z_j = X_{1j} - X_{2j}$$

$$\bar{Z}_{(n)} = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n}$$

Met

$t$  = kritieke t-waarde uit t-verdeling

$\alpha$  = significantieniveau

$n$  = aantal replicaties waarbij  $n=n_1=n_2$

$X_{ij}$  = gemiddelde wekelijkse transporttijd in scenario  $i$  en replicatie  $j$  waarbij  $i=1$  voor basisscenario en  $i=2$  voor alternatief scenario

Voor het **maaltijdtransport** leidt dit tot volgende berekeningen:

Door bij iedere replicatie de totale wekelijkse transporttijd uit het basis scenario ( $X_{1j}$ ) naast deze tijd uit het alternatief scenario ( $X_{2j}$ ) te plaatsen, worden het basismodel en het alternatief scenario 'gepaard'. Met andere woorden: voor elke replicatie wordt één paar gevormd ( $X_{1j} <-> X_{2j}$ ) met  $X_{1j}$  uit het basisscenario en  $X_{2j}$  uit het alternatief scenario. Vervolgens wordt van elk paar het verschil ( $Z_j$ ) genomen. Deze getallen worden weergegeven in tabel 3.8.

Vervolgens wordt het gemiddelde ( $\bar{Z}_{(n)}$ ) van alle  $Z_j$ 's berekend.

$$\bar{Z}_{(n)} = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = \frac{1834,3832}{20} = 91,7192$$

Hierna wordt de variantie ( $\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)})$ ) berekend. Ter voorbereiding van deze berekening wordt eerst de laatste kolom van tabel 3.8 ( $[Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2$ ) berekend. Op basis van deze kolom kan de variantie formule worden ingevuld.

$$\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)}) = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2}{n - 1} = \frac{220,4644}{19} = 11,6034$$

Tot slot wordt de kritische t-waarde afgelezen uit de tabel van de t-verdeling.

$$t_{19;0,975} = 2,093$$

Tabel 3.8 Berekening betrouwbaarheidsinterval basismodel en alternatief scenario van totale wekelijkse transporttijd (in minuten) van maaltijden.

	$X_{1j}$ (basismodel)	$X_{2j}$ (Alternatief)	$Z_j$	$[Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2$
Replicatie 1	621,6635	532,6921	88,9714	7,5501
Replicatie 2	623,7711	526,5374	97,2337	30,4101
Replicatie 3	619,4610	526,7632	92,6978	0,9577
Replicatie 4	618,3559	529,8630	88,4929	10,4086
Replicatie 5	617,5492	533,8211	83,7281	63,8569
Replicatie 6	616,8743	527,2485	89,6258	4,3821
Replicatie 7	621,5308	529,9361	91,5946	0,0155
Replicatie 8	619,8071	528,9186	90,8885	0,6899
Replicatie 9	620,7022	526,5094	94,1928	6,1187
Replicatie 10	617,6460	523,9547	93,6913	3,8893
Replicatie 11	618,6475	531,4049	87,2426	20,0396
Replicatie 12	617,1713	528,5000	88,6712	9,2898
Replicatie 13	619,3154	527,2262	92,0892	0,1369
Replicatie 14	618,0755	527,0242	91,0512	0,4461
Replicatie 15	618,3356	522,9100	95,4256	13,7380
Replicatie 16	612,3742	519,1882	93,1860	2,1515
Replicatie 17	615,3450	522,5648	92,7802	1,1257
Replicatie 18	621,7112	531,5331	90,1781	2,3749
Replicatie 19	623,9291	528,1219	95,8072	16,7119
Replicatie 20	617,6711	520,8361	96,8349	26,1711

Aangezien alle noodzakelijke elementen voor het gepaarde t-95% betrouwbaarheidsinterval berekend zijn, kan het interval worden opgesteld.

$$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1;1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}{n}} = 91,7190 \pm 2,093 * \sqrt{\frac{11,6034}{20}} = [90,1249 ; 93,3134]$$

Gezien het 95% betrouwbaarheidsinterval "0" niet bevat en volledig positief is, kan worden gesteld dat transporttijden voor de maaltijdenbedeling significant lager zijn op het 5% significantieniveau in het alternatieve scenario. Verder kan uit het betrouwbaarheidsinterval worden afgeleid dat de transporttijd voor de maaltijdenbedeling in 95% van de gevallen tussen 90,12 en 93,31 minder lang duurt in het alternatief scenario.

Voor het AMS-, economaat- en specialiteitentransport kunnen betrouwbaarheidsintervallen op eenzelfde wijze worden opgesteld.

Voor het **AMS-transport** leidt dit tot de volgende berekeningen:

De paren ( $X_{1j} <-> X_{2j}$ ) en het verschil ( $Z_j$ ), gelinkt aan de totale wekelijkse transporttijd van AMS-goederen, kunnen worden afgelezen in tabel 3.9.

Het gemiddelde ( $\bar{Z}_{(n)}$ ) en de variantie ( $\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)})$ ) worden onderstaand berekend.

$$\bar{Z}_{(n)} = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = \frac{8,9411}{20} = 0,4471$$

$$\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)}) = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2}{n - 1} = \frac{12,2598}{19} = 0,6453$$

Aangezien het aantal replicaties en het significantie niveau (5%) onveranderd blijven, zal de kritische t-waarde behouden blijven.

$$t_{19;0,975} = 2,093$$

Op basis van bovenstaande berekeningen wordt het gepaarde t-95% betrouwbaarheidsinterval opgesteld.

$$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1;1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}{n}} = 0,4471 \pm 2,093 * \sqrt{\frac{0,6453}{20}} = [0,0711 ; 0,8230]$$

Tegen de verwachtingen in is het 95% betrouwbaarheidsinterval strikt positief. Dit wijst op significant verschil in transporttijden tussen het basis en het alternatief scenario. Aangezien nul slechts nipt buiten het interval ligt en het verschil tussen de scenario's kan worden verklaard door stochastische proceskenmerken (cf. tabel 3.7), mag het statisch verschil als verwaarloosbaar worden beschouwd. Met andere woorden: de wekelijkse transporttijden voor AMS-transport zijn quasi gelijk in beide scenario's.



Tabel 3.9 Berekening betrouwbaarheidsinterval basismodel en alternatief scenario van totale wekelijkse transporttijd (in minuten) van AMS-goederen.

	$X_{1j}$ (basismodel)	$X_{2j}$ (Alternatief)	$Z_j$	$[Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2$
Replicatie 1	26,0445	26,0600	-0,0155	0,2140
Replicatie 2	25,6163	26,5025	-0,8862	1,7777
Replicatie 3	26,7396	26,2300	0,5096	0,0039
Replicatie 4	24,9276	25,5128	-0,5851	1,0654
Replicatie 5	26,3860	24,9213	1,4647	1,0357
Replicatie 6	26,6337	25,3599	1,2738	0,6835
Replicatie 7	25,5420	24,6690	0,8730	0,1815
Replicatie 8	26,0983	25,8193	0,2790	0,0282
Replicatie 9	26,2057	25,7024	0,5033	0,0032
Replicatie 10	25,8212	24,3397	1,4816	1,0702
Replicatie 11	27,4234	25,3362	2,0873	2,6903
Replicatie 12	25,8835	27,0824	-1,1989	2,7092
Replicatie 13	25,5785	25,0524	0,5261	0,0062
Replicatie 14	25,8827	26,0528	-0,1700	0,3808
Replicatie 15	26,2806	25,6794	0,6012	0,0238
Replicatie 16	25,5481	24,6966	0,8515	0,1635
Replicatie 17	26,3110	26,3042	0,0069	0,1938
Replicatie 18	26,4911	26,1375	0,3536	0,0087
Replicatie 19	25,8821	25,4789	0,4032	0,0019
Replicatie 20	26,2530	25,6707	0,5822	0,0183

Voor het **economaattransport** kunnen de volgende berekeningen worden gemaakt:

De paren ( $X_{1j} \leftrightarrow X_{2j}$ ) en het verschil ( $Z_j$ ), gelinkt aan de totale wekelijkse transporttijd van economaatgoederen, kunnen worden afgelezen in tabel 3.10.

Het gemiddelde ( $\bar{Z}_{(n)}$ ) en de variantie ( $\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)})$ ) worden onderstaand berekend.

$$\bar{Z}_{(n)} = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = \frac{3,9625}{20} = 0,1981$$

$$\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)}) = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2}{n - 1} = \frac{10,1626}{19} = 0,534872$$

Aangezien het aantal replicaties en het significantie niveau (5%) onveranderd blijven, zal de kritische t-waarde behouden blijven.

$$t_{19;0,975} = 2,093$$

Op basis van bovenstaande berekeningen wordt het gepaarde t-95% betrouwbaarheidsinterval opgesteld.

$$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1;1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}{n}} = 0,1981 \pm 2,093 * \sqrt{\frac{0,5349}{20}} = [-0,1442 ; 0,5404]$$

Gezien "0" niet in het 95% betrouwbaarheidsinterval ligt, kan worden geconcludeerd dat de wekelijkse transporttijden in beide scenario's geen statistisch significante verschillen tonen.

Tabel 3.10 Berekening betrouwbaarheidsinterval basismodel en alternatief scenario van totale wekelijkse transporttijd (in minuten) van economaatgoederen.

	$X_{1j}$ (basismodel)	$X_{2j}$ (Alternatief)	$Z_j$	$[Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2$
Replicatie 1	13,6205	12,7051	0,9154	0,5144
Replicatie 2	13,1003	13,2182	-0,1179	0,0999
Replicatie 3	12,8105	13,3565	-0,5460	0,5538
Replicatie 4	13,0171	12,3753	0,6418	0,1968
Replicatie 5	13,5977	12,3632	1,2345	1,0741
Replicatie 6	13,0924	12,8872	0,2052	0,0001
Replicatie 7	13,5795	13,3587	0,2208	0,0005
Replicatie 8	12,0477	12,1707	-0,1230	0,1031
Replicatie 9	12,8977	11,5835	1,3141	1,2455
Replicatie 10	13,7110	13,4748	0,2362	0,0014
Replicatie 11	12,5821	13,0917	-0,5096	0,5009
Replicatie 12	12,3306	12,8393	-0,5087	0,4997
Replicatie 13	12,8440	12,8640	-0,0200	0,0476
Replicatie 14	11,7807	13,0632	-1,2825	2,1922
Replicatie 15	12,8127	12,6596	0,1531	0,0020
Replicatie 16	13,3274	12,9427	0,3847	0,0348
Replicatie 17	12,3924	13,1934	-0,8011	0,9984
Replicatie 18	13,5770	12,8252	0,7518	0,3065
Replicatie 19	13,6581	12,1242	1,5339	1,7842
Replicatie 20	12,6309	12,3509	0,2800	0,0067

Voor het **specialiteitentransport** kunnen de volgende berekeningen worden gemaakt:

De paren ( $X_{1j} \leftrightarrow X_{2j}$ ) en het verschil ( $Z_j$ ), gelinkt aan de totale wekelijkse transporttijd van specialiteiten, kunnen worden afgelezen in tabel 3.11.

Het gemiddelde ( $\bar{Z}_{(n)}$ ) en de variantie ( $\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)})$ ) worden onderstaand berekend.

$$\bar{Z}_{(n)} = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j}{n} = \frac{2,6652}{20} = 0,1333$$

$$\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)}) = \frac{\sum_{j=1}^n [Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2}{n-1} = \frac{43,9601}{19} = 2,3137$$

Aangezien het aantal replicaties en het significantie niveau (5%) onveranderd blijven, zal de kritische t-waarde behouden blijven.

$$t_{19;0,975} = 2,093$$

Op basis van bovenstaande berekeningen wordt het gepaarde t-95% betrouwbaarheidsinterval opgesteld.

$$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1;1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\widehat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}{n}} = 0,1333 \pm 2,093 * \sqrt{\frac{2,3137}{20}} = [-0,5786 ; 0,8451]$$

Zoals verwacht, geeft het 95% betrouwbaarheidsinterval aan dat de wekelijkse transporttijden voor de bedeling van specialiteiten in beide scenario's niet significant verschillen. Deze conclusie kan worden getrokken aangezien "0" binnen het interval ligt.

*Tabel 3.11* Berekening betrouwbaarheidsinterval basismodel en alternatief scenario van totale wekelijkse transporttijd (in minuten) van specialiteiten.

	$X_{1j}$ (basismodel)	$X_{2j}$ (Alternatief)	$Z_j$	$[Z_j - \bar{Z}_{(n)}]^2$
<i>Replicatie 1</i>	84,4974	84,7480	0,2506	0,0138
<i>Replicatie 2</i>	84,4790	83,8282	-0,6508	0,6147
<i>Replicatie 3</i>	86,6638	86,5291	-0,1347	0,0718
<i>Replicatie 4</i>	84,6743	87,2882	2,6138	6,1533
<i>Replicatie 5</i>	86,5410	82,8939	-3,6471	14,2914
<i>Replicatie 6</i>	86,2565	85,7453	-0,5112	0,4153
<i>Replicatie 7</i>	87,5770	86,0302	-1,5468	2,8225
<i>Replicatie 8</i>	86,6514	87,3687	0,7173	0,3411
<i>Replicatie 9</i>	85,9163	86,0827	0,1664	0,0011
<i>Replicatie 10</i>	85,9853	86,0943	0,1090	0,0006
<i>Replicatie 11</i>	87,2809	86,6767	-0,6042	0,5438
<i>Replicatie 12</i>	85,2069	86,7095	1,5025	1,8749
<i>Replicatie 13</i>	85,8857	84,5866	-1,2991	2,0517
<i>Replicatie 14</i>	85,3680	86,1324	0,7644	0,3983
<i>Replicatie 15</i>	86,2443	86,1905	-0,0538	0,0350
<i>Replicatie 16</i>	85,7402	86,8059	1,0658	0,8696
<i>Replicatie 17</i>	86,0841	88,6064	2,5223	5,7076
<i>Replicatie 18</i>	87,4259	86,1175	-1,3084	2,0783
<i>Replicatie 19</i>	86,5727	86,7670	0,1943	0,0037
<i>Replicatie 20</i>	84,1962	86,7110	2,5148	5,6715

### **Aantal 'lege' transportritten**

Aangezien het avond- en weekendtransport van maaltijden niet betrokken wordt in het integratieproces, zullen het aantal 'lege' ritten bij deze bedelingen onveranderd blijven. Voor de bedeling van het ontbijt en middagmaal op weekdays wordt het aantal 'lege' ritten sterk beperkt als gevolg van de integratie. Tijdens één volledige maaltijdbedeling (heen- en terug-route) doen zich nog slechts twee 'lege' transportritten voor, namelijk één rit [Regenereercel – dienstlift] en één rit [Dienstlift – dienst logistiek]. De eerste 'lege' rit vindt plaats bij het vertrek van de maaltijdenbedeling wanneer de werknemer die het treintje van maaltijdkarren niet vervoert, naar de dienstlift gaat (cf. sectie 3.3.1.2 Opbouw simulatiemodel). De tweede 'lege' rit doet zich voor wanneer de werknemer het treintje naar de dienstlift heeft gebracht en terugkeert naar de dienst logistiek (cf. sectie 3.3.2.2 Opbouw alternatief model). Door de integratie wordt het aantal 'lege' transportritten beperkt tot 22 ritten [GV5 – dienstlift] en 55 ritten [Dienstlift – dienst logistiek].

De gemiddelde wekelijkse tijd kan hier op eenzelfde wijze als in basismodel worden berekend. Let wel, de berekening van de tijden is gebaseerd op de assumpties gehanteerd binnen het model. De getallen zijn geen expliciet resultaat dat werd berekend door het simulatiemodel.

#### **Gemiddelde wekelijkse tijd** [Regenereercel/afwasruimte - dienstlift]

$$\left(\frac{60+72+86.4}{3}\right) * 32 = 2329,6 \text{ seconden} = 38,83 \text{ minuten}$$

#### **Gemiddelde wekelijkse tijd** [GV5 - dienstlift]

$$= \left(\frac{25+35+45}{3} + \frac{35+55+85}{3}\right) * 22 = 2053,33 \text{ seconden} = 34,22 \text{ minuten}$$

#### **Gemiddelde wekelijkse tijd** [Dienstlift - dienst logistiek]

$$= \left(\frac{75+90+108}{3}\right) * 54 = 4914 \text{ seconden} = 81,90 \text{ minuten}$$

#### **Totale gemiddelde wekelijkse tijd**

$$= 34,22 \text{ minuten} + 81,9 \text{ minuten} + 38,83 \text{ minuten} = 154,95 \text{ minuten}$$

Het aantal 'lege' ritten, de gemiddelde wekelijkse tijd en het verschil met het basismodel worden vermeld in tabel 3.12.

Door de integratie van het maaltijdtransport met het goedertransport vermindert de gependeerde tijd aan 'lege' transportritten met bijna 90 minuten tot 155 minuten. De verbetering komt overeen met de veranderingen in de simulatieoutput (tabel 3.6) en het gepaarde t-95% betrouwbaarheidsinterval. Dit is uiteraard niet onverwacht, aangezien de integratie werd opgezet met als enige doel het aantal 'lege' transportritten te verminderen.

Tabel 3.12 'Lege' transportritten in het alternatief scenario.

<b>'Lege' transportritten</b>				
<b>Rit</b>	<b># ritten</b>	<b>Verskil met basismodel</b>	<b>Gemiddelde wekelijkse tijd (min.)</b>	<b>Verskil met basismodel (min.)</b>
<i>[Regenereercel/afwasruimte – dienstlift]</i>	32	10	38,83	12,13
<i>[GV5 – dienstlift]</i>	22	20	34,22	31,11
<i>[Dienstlift – dienst logistiek]</i>	54	30	81,90	45,50
<b>Totale tijd</b>			<b>154,95</b>	<b>88,74</b>

### 3.5 CONCLUSIES SIMULATIE

In de huidige situatie spenderen de werknemers gemiddeld 619 minuten aan het maaltijdtransport, 13 minuten aan het economaattransport, 26 minuten aan het AMS-transport en 86 minuten met het specialiteittransport. Het maaltijdtransport is de minst efficiënt georganiseerde stroom omwille van het groot aantal 'lege' transportritten. Per week gaan, op basis van de gehanteerde assumpties, gemiddeld bijna 245 minuten verloren aan deze inefficiënte ritten.

Door in het alternatief model het maaltijden- en het goedertransport op elkaar af te stemmen en te integreren, wordt het aantal 'lege' transportritten sterk verminderd. Door de daling in deze ritten wordt significant minder tijd gependend aan het uitvoeren van het maaltijdtransport. De integratie leidt tot een wekelijkse tijdswinst van anderhalf uur. De integratie heeft nagenoeg geen invloed op het goedertransport en zal het dus niet afremmen noch hinderen. Bovendien zijn de werkschema's in het alternatief model zodanig opgesteld dat ze praktisch realiseerbaar zijn en bovendien de dienstverlening naar de patiënt niet belemmeren. Hierdoor kan worden geconcludeerd dat de integratie een goede verbetering is van de huidige situatie.

Om het alternatief in de praktijk toe te passen, moet echter worden voldaan aan drie voorwaarden. Ten eerste, doordat de stromen in dit scenario op elkaar zijn afgestemd, zijn goede afspraken tussen de apotheek, de logistieke dienst en de verpleegafdelingen primordiaal. Zo niet, kan de integratie onmogelijk functioneren. Ten tweede moeten voldoende transportkarren voorhanden zijn. De transportkarren die tijdelijk op de dienst blijven staan, tot op het moment van het volgende ontbijt of middagmaal op een weekdag, dienen misbaar te zijn. Indien dit niet het geval is, zal de integratie door een tekort aan transportkarren niet optimaal verlopen. Tot slot moet op de diensten voldoende plaats voorzien zijn om de transportkarren tijdelijk te stockeren. Zo niet, kan de werking op de afdelingen hiervan hinder ondervinden. Uiteraard mag deze situatie zich niet voordoen.

## **3.6 BEPERKINGEN VAN DE SIMULATIE EN AANBEVELINGEN**

### **3.6.1 Beperkingen**

In de modellen werd getracht om de goederen- en maaltijdstromen naar verpleegdienst GV5 zo getrouw mogelijk te simuleren. Toch dient rekening te worden gehouden met enkele beperkingen waardoor de stromen in het simulatiemodel mogelijks verschillend zijn met de werkelijkheid.

Een eerste beperking betreft de onvolledige simulatie van de stromen. In de modellen worden de stromen naar slechts één dienst, GV5, gesimuleerd. Wanneer in realiteit het maaltijden- of goederentransport plaatsvindt, worden op hetzelfde ogenblik niet één maar meerdere diensten bevoorrad. Hierdoor kunnen bepaalde transporttijden in het simulatiemodel een vertekend beeld van de werkelijke transporttijden geven. Zo kan bijvoorbeeld in realiteit de 'lege' transportrit [Regeneercel/afwasruimte – dienstlift] worden uitgesmeerd over het maaltijdentransport naar meerdere diensten. Ongeacht het aantal diensten dat de werknemer voorziet van maaltijden, hij zal slechts eenmaal 'leeg' naar de dienstlift en eenmaal 'leeg' naar de afwasruimte terugkeren. De verbeteringen in de simulatie van deze masterproef trachten het aantal 'lege' ritten te beperken. Het voordeel hiervan wordt in de simulatie enkel toegekend aan dienst GV5, omdat enkel deze dienst werd opgenomen. Verwacht wordt dat wanneer meerdere diensten worden opgenomen, het voordeel ook deels kan worden uitgesmeerd over meerdere diensten. Met andere woorden, de tijds winst per dienst zal vermoedelijk dalen wanneer het aantal opgenomen diensten toeneemt.

Een tweede beperking is het gevolg van de eerste beperking. Doordat slechts één dienst wordt gesimuleerd, is de minimale transporteenheid één transportkar. In werkelijkheid is het weinig waarschijnlijk dat de laadcapaciteit van de karren steeds volledig benut is. Daardoor is het mogelijk om de goederen van meer dan één dienst op één kar te consolideren. In de simulatiemodellen worden deze consolidatiemogelijkheden genegeerd omdat slechts één dienst wordt opgenomen. Vermoedelijk zullen de totale transporttijden van de verschillende goederen afnemen wanneer deze consolidatie wel in rekening wordt gebracht.

Een voorlaatste beperking van de simulatie betreft de veralgemeenbaarheid. Sterke individuele karakteristieken van ziekenhuizen, zoals ligging van de diensten en magazijnen, beschikbare middelen, interne werking van logistieke diensten, enzovoort, beperken de veralgemeenbaarheid van het onderzoek. Dit impliceert dat een integratie van goederen- en maaltijdstromen in andere ziekenhuizen kan leiden tot andere resultaten.

Tot slot mag de simulatie niet aanzien worden als een certitude. Zoals reeds vermeld in de literatuurstudie (cf. sectie 2.2.1), is het noodzakelijk dat het logistieke departement de dynamieken inzake relaties en interacties tussen de diverse belangenpartijen doorgrondt vooraleer aanpassingen of verbeteringen door te voeren in bepaalde processen (De Vries, 2010). Wanneer de visies en wensen van de belangenpartijen onvoldoende in kaart worden gebracht en geen duidelijke, allesomvattende afspraken worden gemaakt vooraleer een voorgestelde aanpassing wordt geïmplementeerd, kunnen de resultaten in werkelijkheid minder gunstig zijn dan voorgesteld door de simulatie.

### **3.6.2 Aanbevelingen voor verder onderzoek**

Gelet op bovenstaande beperkingen, wordt het duidelijk dat de opgestelde simulatiemodellen slechts een benadering zijn van de situatie in realiteit. Aangezien binnen het ziekenhuis Oost-Limburg enkele belangrijke veranderingen op til staan (cf. sectie 3.2.5), worden ook de bestaande logistieke processen in vraag gesteld. Deze modellen kunnen een eerste stap zijn in de richting van een aanpassing van de huidige werking. De masterproef biedt een voorproef naar de mogelijkheden van integratie van verschillende goederenstromen binnen ziekenhuizen. Om algehele waarheidsgetrouwe conclusies te kunnen trekken over de effecten van de integratie op het ziekenhuis in zijn geheel, is het echter noodzakelijk om het onderzoek uit te breiden.

Een mogelijke volgende stap in het onderzoek, is het simuleren van de integratie van het goederen- en maaltijdtransport naar alle verpleegdiensten of alle diensten binnen één letterblok van het ZOL. Op deze manier worden beperking één en twee gedeeltelijk of zelfs volledig weggewerkt. Door de uitbreiding van het onderzoek in deze richting zullen meer gedetailleerde en waarheidsgetrouwe conclusies kunnen worden getrokken.

Een andere mogelijke volgende stap in het onderzoek betreft het onderzoeken van andere mogelijkheden tot integratie. De simulatie in deze masterproef beperkt zich tot de analyse van de integratie van goederen- en maaltijdstromen. Andere opties, zoals het bundelen van andere goederenstromen, werden niet in overweging genomen. Vooraleer ingrijpende wijzingen in het goederen- en maaltijdtransport worden geïmplementeerd, zal het noodzakelijk zijn om ook andere opties te overwegen. Enkel dan kan een goede vergelijking worden gemaakt tussen de effecten van meerdere scenario's en worden bepaald welk scenario het meest interessant is voor het ZOL.

## HOOFDSTUK 4: ALGEMENE CONCLUSIES

---

Het streven naar een efficiënter georganiseerde toeleveringsketen binnen een ziekenhuis wint, in recente jaren, steeds aan belang door het toedoen van diverse redenen. Zo zorgen de toenemende concurrentie, een vergrijzende populatie, een steeds meer kritische patiënt die zichzelf als centrum van de ziekenhuisdiensten beschouwt, zware budgettaire restricties, groeiende invloed van patiënten-associaties en de steeds bredere waaier van aangeboden medische diensten voor een verhoogde druk op de bestaande medische- en managementondersteuningssystemen. Daarnaast staat in ziekenhuizen het welzijn van de patiënten centraal en niet, zoals in commerciële of industriële bedrijven, het winstbejag. Deze twee redenen maken specifiek onderzoek naar verbeteringen binnen de toeleveringsketen van ziekenhuizen noodzakelijk.

Binnen deze masterproef werd een antwoord gezocht op de centrale onderzoeksvraag:

### **“Hoe kunnen bestaande toeleveringsketens in ziekenhuizen worden verbeterd?”**

Het antwoord op deze vraag zit vervat in vijf deelvragen. In deze sectie worden de conclusies omtrent deze deelvragen toegelicht.

### **“Welke systemen, technologieën en technieken worden in de wetenschappelijke literatuur aangehaald om de toeleveringsketen van een ziekenhuis te verbeteren?”**

De systemen, technologieën en technieken uit de wetenschappelijke literatuur werden opgedeeld in drie verbeteringsdomeinen.

Een eerste domein omvat mogelijke maatregelen binnen de *beleidsvoering* van het ziekenhuis. Het stimuleren van een open geest, de introductie van logistieke medewerkers met een medische achtergrond, een proactieve ondersteuning door de logistieke dienst op het medische gebeuren en een analyse van de belangenpartijen kunnen leiden tot verbeteringen binnen de toeleveringsketen. De beleidsmaatregelen leiden voornamelijk tot verbeteringen door een hogere graad van professionalisme, een betere integratie van de logistieke dienst in de algemene werking van het ziekenhuis en het verkrijgen van noodzakelijke inzichten in noden en prioriteiten van belangenpartijen.

In een tweede domein wordt de aandacht verlegd naar *vernieuwende distributie- en bevoorradingstechnieken*. De technieken die werden voorgesteld zijn: geautomatiseerde transport systemen (AGV), het leeg-vol Kanban bevoorradingssysteem waarbij signaleringskaarten en het *two-bin* principe worden gehanteerd, het gebruik van RFID-technologie in het voorraad- en distributiemodel en de toepassing van ERP-systemen. De voornaamste voordelen van deze technieken zijn het besparen van tijd, het reduceren van operationele kosten door taken zonder toegevoegde waarde niet te laten uitvoeren door arbeiders en het verbeteren van het voorraadsysteem. Dit is mogelijk door het verbeteren van de voorraadrotatie, het vermijden van stockbreuken en menselijke fouten, een hogere kwaliteit van informatie en een toenemende eenvoudigheid en flexibiliteit.



Een derde en laatste domein concentreert zich rond het *uitbesteden van logistieke activiteiten*, meer specifiek op de toepassing van een voorraadloos model. Hierbij wordt het centrale magazijn overbodig door een directe levering van 3PL naar de dienstmagazijnen. Mogelijke voordelen bij deze toepassing zijn een verhoging van de servicegraad en/of van de efficiëntie en op termijn een daling in inkoop- en voorraadkosten.

**“Moet de distributie binnen de interne toeleveringsketen rekening houden met regelgevingen en richtlijnen van de overheid?”**

Ziekenhuizen zijn niet onderworpen aan een specifieke regelgeving betreffende de interne distributie van goederen. Echter, vele ziekenhuizen leggen zich op dit ogenblik toe op het behalen van een JCI-accreditatie. Hierbij dienen ze te voldoen aan 300 standaarden die het ziekenhuis evalueert op de zorgverstrekking en de gehele organisatie rond de patiënt. Om aan deze strenge en veeleisende standaarden te voldoen moeten vele ziekenhuizen hun werking verbeteren, ook op logistiek vlak. De GDP-regelgeving van de Europese Unie (2013) is een regelgeving die enkel van toepassing is op groothandelaars van medische producten en richt zich tot de ondersteuning van alle logistieke activiteiten die bestaan uit het aankopen, bewaren, leveren en exporteren van medische producten. Het overnemen van de principes uit de GDP-regelgeving door ziekenhuizen kan een grote stap voorwaarts betekenen voor de logistieke processen en het behalen van de JCI-accreditatie. Vandaar dat ziekenhuizen toch enigszins rekening gaan houden met bestaande regelgevingen en richtlijnen, ook al zijn ze dit in regel niet verplicht.

**“Hoe kunnen de effecten van de implementatie van nieuwe systemen, technologieën en technieken, volgens de wetenschappelijke literatuur, worden gemodelleerd?”**

Het onderzoek in deze masterproef naar inzichten in verband met de modellering van logistieke activiteiten werd uitgevoerd met het oog op het praktijkgedeelte, vervat in deelvraag vier en vijf. De onderstaande conclusies betreffen enkel deze die relevant zijn voor het praktijkgedeelte.

Een eerste conclusie duidt op het belang van het in kaart brengen van de bedrijfsprocessen en goederenstromen, voorafgaand aan de eigenlijke simulatie. Deze beschrijving zorgt ervoor dat medische en management objectieven kunnen worden gefuseerd binnen een simulatiemodel. Vanuit een medisch perspectief resulteert de beschrijving in een betere patiëntveiligheid door risicoreductie en efficiënter gebruik van medisch personeel. Vanuit een management perspectief legt het in kaart brengen van processen en stromen de fundering voor een optimalisatie van het materialen- en stromenbeheer binnen bedrijfsprocessen door een blootlegging van de sterke en zwakke punten.

Een tweede conclusie breidt een vervolg aan conclusie één en argumenteert de noodzakelijke identificatie van zeven differentiatie-assen (patiënt, arts, verplegend personeel, management, politiek beleid, maatschappij en zorgverlenings-utopie) om op die manier de wensen en noden van alle medische belangenpartijen te integreren in het model.

Tot slot kan worden besloten dat het opnemen van praktische werkschema's, waarbij een gebalanceerde werkdruk wordt nagestreefd, in het simulatiemodel leidt tot een realistischere modellering waarbij de resultaten een grotere rol van betekenis hebben.

### **"Hoe is de interne toeleveringsketen van een ziekenhuis gestructureerd?"**

Voor een antwoord op deze deelvraag verleende het ziekenhuis Oost-Limburg zijn toestemming tot studieobject. De interne toeleveringsketen van het ZOL wordt omschreven door de bedrijfsprocessen en de stromen in kaart te brengen waarvoor de interne dienst logistiek verantwoordelijk is. Deze stromen zijn: economaatgoederen, apotheekgoederen, *cross-dockings* en maaltijden. De betrokken procedures worden per stroom uitgetekend en betreffen: de bestelprocedure, het transport, de fijndistributie op de dienstmagazijnen en eventueel de retourstroom. De proces- en stroomanalyse was een noodzakelijke stap met het oog op de eigenlijke simulatie, deelvraag vijf. Uit de structuur van de interne toeleveringsketen werden onderstaande bemerkingen vastgesteld.

Bij de *economaatsgoederen* worden de producten vaak niet optimaal gegroepeerd op de transportkarren in het centrale magazijn, waardoor de goederen dikwijls worden gehegroepeerd op het moment dat ze naar de betrokken dienst worden getransporteerd. Daarnaast worden, in het geval dat de logistiek assistenten niet beschikbaar zijn, de fijndistributie-taken toegewezen aan verplegend personeel. Dit heeft mogelijks tot gevolg dat de kwaliteit van de patiëntenzorg daalt. Ten derde wordt opgemerkt dat de levering en fijndistributie niet op elkaar zijn afgestemd. Hierdoor moeten dikwijls teveel handelingen worden uitgevoerd en worden de goederen tijdelijk incorrect gestockeerd. Tot slot kan worden gesproken van een gebrek aan een optimaal voorraadbeheer in de dienstmagazijnen die zonder een leeg-vol systeem werken. Doordat deze verantwoordelijkheid bij de diensten ligt en niet bij het logistieke departement, wordt een algehele optimalisatie van voorraden binnen het ziekenhuis belemmerd.

Binnen de categorie *apotheekgoederen* worden drie bemerkingen aangehaald. Zoals bij de economaatsgoederen, wordt een goede samenstelling van de goederen op de transportkar belet door een aantal factoren. Het ziekenhuis tracht zo vaak als mogelijk gebruik te maken van gestandaardiseerde bakken. Op deze manier kunnen goederen voor één dienst gemakkelijk worden gegroepeerd in één of meerdere bakken. Echter, de bakken zijn niet altijd volledig gevuld waardoor een grote hoeveelheid lucht wordt getransporteerd. Naast de gestandaardiseerde bakken, moeten ook andere verpakkingseenheden worden vervoerd. Een voorbeeld hiervan zijn de perfusies of verpakkingen die grote producten bevatten. Hierdoor moeten uiteenlopende verpakkingsgroottes worden getransporteerd en dus wordt het efficiënt samenstellen van de goederen op de transportkar bemoeilijkt. Tot slot worden de apotheekgoederen door verschillende soorten transportkarren, en niet door één gestandaardiseerde transportkar, naar de diensten overgebracht. Een tweede bemerking is de variëteit in bestelprocedures. Het groot aantal verschillende bestelprocedures maakt het gebeuren complex, niet gestandaardiseerd en niet transparant. Een derde bemerking betreft, zoals bij de economaatsgoederen, het niet op elkaar afstemmen van levering en fijndistributie.

Aangaande de *cross-dockings* kunnen twee opmerkingen worden vastgesteld. Deze goederen worden, door het onvoorspelbare karakter van de leveringen, vaak via extra niet-geplande leveringen naar de betrokken dienst gebracht. Indien dit niet het geval is, worden de goederen tijdelijke gestockeerd tot op het moment van de volgende levering van een andere productcategorie. Aangezien deze categorie slechts een beperkt aantal goederen vertegenwoordigt en het onvoorspelbaar karakter de zaak erg complex maakt, is het zoeken naar een oplossing voor deze bemerkingen misschien weinig relevant.

Na de analyse van het *maaltijdtransport* kon ook hier een bemerking op de huidige werking worden gemaakt. Bij de levering van maaltijden doen zich steeds 'lege' inefficiënte transportritten voor. Namelijk, werknemers lopen met lege handen terug naar de dienst logistiek wanneer ze de maaltijden naar de betrokken dienst brachten, en omgekeerd na de nuttiging van de maaltijden.

In overleg met het ziekenhuis Oost-Limburg werd geopteerd voor een grondigere analyse en het zoeken naar een oplossing rond de 'lege' transportritten binnen het maaltijdtransport.

### **"Welk effect heeft de integratie van het goederen- en maaltijdtransport op de toeleveringsketen?"**

Op basis van enkele assumpties wordt onderzocht, door gebruik te maken van simulatiemodellen, of de integratie van de goederen- en maaltijdstromen naar de verpleegafdeling GV5 een goede oplossing biedt om het probleem van de 'lege' ritten in het maaltijdtransport aan te pakken. De integratie zou een goede oplossing zijn indien het aantal 'lege' ritten afneemt en de totale tijd gespendeerd aan het maaltijdtransport vermindert.

Uit de analyse van de huidige situatie blijkt dat het maaltijdtransport de minst efficiënt georganiseerde stroom is omwille van het groot aantal 'lege' transportritten. Per week gaan gemiddeld bijna 245 minuten verloren aan deze inefficiënte ritten.

Door de leveringen van goederen en maaltijden op mekaar af te stemmen, of met andere woorden te integreren, kan een statistisch significante wekelijkse tijdswinst van anderhalf uur worden gerealiseerd. De tijd gespendeerd aan de 'lege' transportritten daalt naar 157 minuten per week. Bovendien wordt het goederentransport niet gehinderd of afgeremd en worden de werkschema's in het alternatief model dusdanig opgesteld dat ze praktisch realiseerbaar zijn en de dienstverlening naar de patiënt niet belemmeren. Uit bovenstaande argumentatie kan worden afgeleid dat de integratie een verbetering is voor de interne toeleveringsketen van het ZOL.

De praktische uitvoerbaarheid van het voorstel hangt echter nog af van drie randvoorwaarden. Goede afspraken tussen de apotheek, logistieke dienst en betrokken afdelingen zijn noodzakelijk, voldoende transportkarren moeten voorhanden zijn en de karren moeten tijdelijk kunnen worden gestockeerd op de betrokken diensten.

## **Beperkingen en aanbevelingen voor verder onderzoek**

In de simulatie werd getracht om de goederen- en maaltijdstromen naar verpleegdienst GV5 zo getrouw mogelijk weer te geven. Toch dient rekening te worden gehouden met enkele *beperkingen* waardoor de stromen in het simulatiemodel mogelijks verschillend zijn met de werkelijkheid.

Een eerste beperking kan worden gelinkt aan het feit dat de goederen- en maaltijdstromen slechts naar één verpleegdienst gesimuleerd. Hierdoor worden de voordelen door de integratie enkel toegewezen aan deze dienst, terwijl in de werkelijkheid de voordelen mogelijks worden uitgesmeerd over meerdere diensten.

Daarnaast kunnen bepaalde consolidatiemogelijkheden, waarbij de goederen van één productcategorie voor meerdere diensten op één transportkar worden geconsolideerd, niet worden opgenomen. Een volgende beperking betreft de veralgemeenbaarheid van de conclusies. De sterke individuele karakteristieken van ziekenhuizen beperken de veralgemeenbaarheid aangezien deze karakteristieken het resultaat sterk kunnen beïnvloeden.

Tot slot mag de simulatie niet aanzien worden als een certitude. Het is noodzakelijk dat het logistieke departement de dynamieken inzake relaties en interacties tussen de diverse belangenpartijen doorgrondt vooraleer aanpassingen of verbeteringen door te voeren in bepaalde processen.

De masterproef biedt een voorproef naar de mogelijkheden van integratie van verschillende goederenstromen binnen ziekenhuizen. Maar, gelet op bovenstaande beperkingen, is het noodzakelijk om het onderzoek uit te breiden om algehele waarheidsgetrouwe conclusies te kunnen trekken over de effecten van de integratie op het ziekenhuis in zijn geheel.

Een mogelijke volgende stap in het onderzoek, is het simuleren van de integratie van het goederen- en maaltijdtransport naar alle verpleegdiensten of alle diensten binnen één letterblok van het ZOL. Op deze manier kunnen de effecten van de integratie wel worden uitgesmeerd over meerdere diensten en kunnen consolidatiemogelijkheden worden opgenomen.

Een andere mogelijke volgende stap in het onderzoek betreft het onderzoeken van andere mogelijkheden tot integratie. Vooraleer ingrijpende wijzingen in het goederen- en maaltijdtransport worden geïmplementeerd, zal het noodzakelijk zijn om ook andere opties te overwegen. Enkel dan kan een goede vergelijking worden gemaakt tussen de effecten van meerdere scenario's en worden bepaald welk scenario het meest interessant is voor het ZOL. Een concrete andere mogelijke integratie betreft de integratie van economaats- en apotheekgoederen.



## LIJST GERAADPLEEGDE WERKEN

---

- Aanæs, H., Christensen, K.H., Dawids, S., Fan, Z., Kristensen, J.K., & Özkil, A.G. (2009) Service robots for hospitals: A case study of transportation tasks in a hospital. *IEEE International Conference on Automation and Logistics, Shenyang, China August 2009*, 289-294.
- Aptel, A., & Pourjalali, H. (2001). Improving activities and decreasing costs of logistics in hospitals: A comparison of U.S. and French hospitals. *International Journal of Accounting*, 36(1), 65-90.
- Axline, S., Markus, M.L., Petrie, D. & Tanis, C. (2000). 'Learning from adopters' Experiences with ERP: Problems encountered and success achieved. *Journal of Information Technology*, 14(4), 245-265.
- Barber, A., Dean, B., & Taxis, K. (1999). Hospital drug distribution systems in the UK and Germany: A study of medication errors. *Pharmacy World & Science*, 21(1), 25-31.
- Beaulieu, M., Landry, S., Rivard-Royer, H. (2002). Hybrid stockless: A case study, lessons for health-care supply chain integration. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(4), 414-424.
- Beaulieu, M., & Landry, S. (2000). Étude internationale des meilleures pratiques de logistique hospitalière. *Groupe de recherche CHAINE*, working paper n°00-05.
- Beaulieu, M., & Landry, S. (2003). Healthcare logistics in Japan. *Groupe de recherche CHAINE*, working paper n°03-06e.
- Beaulieu, M., Blouin, J.P., & Landry, S. (2004). Réapprovisionnement des unités de soins: Portrait de six hôpitaux Québécois et Français. *Logistique & Management, Special Issue*, 13-20.
- Becchetti, L., Leonardi, S., Marchetti-Spaccamela, A., & Pruhs, K. (2006). Online Weighted Flow Time and Deadline Scheduling. *Journal of Discrete Algorithms*, 4, 339-352.
- Bendavid, Y., & Boeck, H. (2011). Using RFID to improve hospital supply chain management for high value and consignment items. *Procedia Computer Science*, 5, 849-856.
- Benton, W.C., & Li, L.X., (1996). Performance measurement criteria in health care organizations: Review and future research directions. *European Journal of Operational Research*, 93(3), 449-468.
- Bohmer, R., Christensen, C.M., & Kenagy, J. (2000) Will disruptive innovations cure health care? *Harvard Business Review*, 78(5), 102-112.
- Boonstra, A., & Govers, M. (2009). Understanding ERP system implementation in a hospital by analyzing stakeholders. *New Technology and Employment*, 24(2), 177-193.

Botterman, M., Schindler, R., Van Oranje, C., & Vilamovska, A.M. (2010). Policy options for radio frequency identification (RFID) applications in health care: A prospective view. Geraadpleegd via [http://www.rand.org/pubs/technical\\_reports/2010/RAND\\_TR767-1.pdf](http://www.rand.org/pubs/technical_reports/2010/RAND_TR767-1.pdf).

Buyurgan, N., Landry, S., & Philippe, R. (2013). *The value of RFID: Benefits vs. costs*. London: Springer London.

Byttebier, I. (2002). *Creativiteit Hoe? Zo!*, Tielt: Lannoo.

Çakici, Ö.E., Groenevelt, H., & Seidmann, A. (2011). Using RFID for the management of pharmaceutical inventory: System optimization and shrinkage control. *Decision Support Systems*, *51*, 842-852.

Caroll, J. (2002). Crossing the quality chasm: A new health system for the 21st century. *Quality Management in Health Care*, *10*(4), 60-62.

Cho, F., Kusunoki, K., Sugimori, Y., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human System. *International Journal of Production Research*, *15*(6), 553-564.

Chow, G., & Heaver, T.D. (1994). Logistics in the Canadian health care industry, *Canadian Logistics Journal*, *1*(1), 29-73.

Coustasse, A., Slack, C., & Tomblin, S. (2013). Impact of radio-frequency identification (RFID) technologies on the hospital supply chain: A literature review. *Perspectives in Health Information Management*, *10*, 1-17.

De Vries, J. (2010). The shaping of inventory systems in health services: A stakeholder analysis. *International Journal of Production Economics*, *133*(1), 60-69.

De Vries, J., & Huijsmans, R. (2011). Supply chain management in health service: An overview. *Supply Chain Management: an International Journal*, *16*(3), 159-165.

Dellaert, N., & Van de Poel, E. (1996). Global inventory control in an academic hospital. *International Journal of Production Economics*, *46-47*, 277-284.

Dery, K., R. Hall, & Wailes, N. ERPs as technologies-in-practice: Social construction, materiality and the role of organizational factors. *New Technology, Work and Employment*, *21*(3), 229-241.

Dibcruz, M., Michelon, P., & Gascon, V. (1994). Using the tabu search method for the distribution of supplies in a hospital. *Annals of Operations Research*, *50*, 427-35.

Erenguc, S.S., Nicholson, L., & Vakharia, A.J. (2004). Outsourcing inventory management decisions in healthcare: Models and application. *European Journal of Operational Research*, *154*, 271-290.

European Union (2013). Guidelines of 7 march 2013 on good distribution practice of medicinal products for human use. *Official Journal of the European Union*, *68*, 1-14.

- Fiegl, C., & Pontow, C. (2009). Online scheduling of pick-up and delivery tasks in hospitals. *Journal of Biomedical Informatics*, 42, 624-632.
- Garvican, L., Littejohns, P., & Wyatt, J.C. (2003). Evaluating computerized health information systems: Hard lessons still to be learnt. *British Medical Journal*, 326, 864-870.
- GS1 Canada (2010). EPC/RFID in health care. geraadpleegd op: <http://www.gs1ca.org/page.asp?intPageID=1428>.
- Haux, R. (2006). Health information systems: Past, present, future. *International Journal of Medical Informatics*, 75(3), 268-281.
- Hayes, R.H., & Wheelwright, S.C. (1985). Competing through manufacturing. *Harvard Business Review*, 63(1), 99-109.
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2010), *Introduction to Operations Research*, Columbus, OH: McGraw-Hill.
- Holmgren, H.J., & Wentz, J.W. (1982). *Material management and purchasing for the health care facility*. Washington, DC: AUPHA Press.
- Iannone, R., Lambiase, A., Miranda, S., Riemma, S., & Sarno, D. (2013). Modelling hospital materials management processes. *International Journal of Engineering Business Management*, 5, 1-12.
- IDTechEx (2009). RFID for health care and pharmaceuticals 2009-2019. *IDTechEx*, July 2009.
- Jarett, P.G. (1998). Logistics in the health care industry. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 28(9/10), 741-742.
- Joint Commission International (2011). Joint commission international accreditation standards for hospitals: standards lists version. *Joint Commission International*, 1-40.
- Kelle, P., Schneider, H., & Woosley, J. (2012) Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case. *Operations Research for Health Care*, 54-63.
- Kuljis, J., & Paul, R.J. (2007). Healthcare distinctiveness and singularities. *The Fifth IMS International Conference on Quantitative Modelling in the Management of Healthcare*, 2-4 April 2007.
- Kuljis, J., Paul, R.J., & Stergioulas, L.K. (2007). Can health care benefit from modeling and simulation methods in the same way as business and manufacturing has? *Winter Simulation Conference*, Dec. 2007, 1449-1453.
- Landry, S., & Philippe, R. (2004). How logistics can service healthcare. *Supply Chain Forum*, 24-30.



Lapierre, S.D., & Ruiz, A.B. (2007). Scheduling logistic activities to improve hospital supply systems, *Computers & Operations Research*, 34, 624-641.

Megowa, N., & Schulz, A. (2004). Online scheduling to minimize average completion time revisited. *Operations Research Letters*, 32, 485-490.

Perrin, R.A. (1994) Exchange cart and par level supply distribution systems: Form follows function. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(4), 412-424.

US Department of Health and Human Services (2004). health care financing review: business, households and government: National health care expenditures. *Office of Research and Demonstrations, Baltimore, MD, Summer*.

Ziekenhuis Oost-Limburg (2012). Jaarverslag 2012. *Ziekenhuis Oost-Limburg*, 32-36.

# BIJLAGEN

## Bijlage A: Overzicht diensten ZOL

DIENSTEN	LOCATIE	BENAMING	BELEVDAG
GOPD	H1.00	OPERATIEKWARTIER DAGZH	di
GOPD	H1.00	OPERATIEKWARTIER DAGZH	vrij
GAK	G0.10	AANKOOPDIENST	do
GLKA	Z1.70	AFNAME	woe
GLAP	A0.45	ANATOMO	di
GAP	G9.80	APOTHEEK SJ	woe
GAD	C1.50	ARBEIDSGENEESKUNDE	do
GAUL	G9.10	AULA	do
GBAD	A0.19	BADGEBEHEER	ma
GBKD	J0.58	BEDRIJFSKUNDIGE DIRECTIE	ma
GBD	J0.67	BEHEER EN DIRECTIE	ma
GBDA	J0.60	BELEIDSADVISEURS	ma
GBSD	D3.1?	BESCHIKBAARHEIDSDIENST (inslapers)	di
GBLB	A0.14	BLOEDDEPOT (labo klin.)	ma
GBH	G0.55	BOEKHOUDING	do
GCAB	A0.27	CAB	di
GCRE	G1.70	CARDIALE REVALIDATIE	woe
GCAS	C0.05	CASE-MANAGEMENT	do
GCL	A1.20	CATLAB	di
GCL	A1.20	CATLAB	vrij
GCL2	D1.2?	CATLAB 2	di
GCL2	D1.2?	CATLAB 2	vrij
GCM	N	CENTRAAL MAGAZIJN	ma
GCMA	C0.32	CENTRAAL MEDISCH ARCHIEF	do
GCS	H0.60	CENTRALE STERILISATIE	di
GCS	H0.60	CENTRALE STERILISATIE	vrij
GDAE	C1.15	DAGZIEKENHUIS ENDOSCOPIE	woe
GDCL	A1.20	DAGZIEKENHUIS HARTKATHETERISATIE	di
GDCL	A1.20	DAGZIEKENHUIS HARTKATHETERISATIE	vrij
GDH1	H1.00	DAGZIEKENHUIS HEELKUNDE 1	di
GDH1	H1.00	DAGZIEKENHUIS HEELKUNDE 1	vrij
GDK1	M0.00	DAGZIEKENHUIS ONCOLOGIE	vrij

GDEB	G0.34	DEBITEURENADM (ZIEKENFONDSADM)	do
GDEB	A0.50	DEBITEURENADMINISTRATIE	do
GBEW	Z0.05	DIENST BEWAKING	ma
GDIE	Z1.61	DIETISTEN	woe
GDN	J0.67	DIRECTIE NURSING	ma
GBDS	J0.67	DIRECTIESECRETARIAAT	ma
GDBW	A0.48	DOCTORAATSASS BIOMED WETENSCH	di
GDRU	G9.54	DRUKKERIJ	do
GEHF	A1.24	ECHO HARTFALEN	di
GECH	Z1.60	ECHO RX	di
GECH	Z1.60	ECHO RX	vrij
GEEG	Z1.40	EEG (NEURO-FYSIOLOGISCHE ONDERZOEKEN)	woe
GEND	C1.15	ENDOSCOPIE	woe
GERE	C0.02	EREDIENST	do
GERG	C1.40	ERGOTHERAPIE	woe
GETC	B0.20	ETHISCH COMITE	ma
GFAZ	A0.19	FACILITAIRE ZAKEN	ma
GFAC	G0.74	FACTURATIE	do
GFD	J0.58	FINANCIËLE DIRECTIE	ma
GFDB	G0.75	FINANCIËLE DIRECTIE BELEIDSINFORMATIE	do
GFIN	G0.75	FINANCIEN + secretariaat financien	ma
GFYS	C1.40	FYSIO	woe
GFED	G1.25	GENK FERTILITEIT DAGZIEKENHUIS	woe
GFEL	G1.45	GENK FERTILITEIT LABO	woe
GGIP	G1.50	GIPSKAMER (raadpleging)	woe
GHB	D1.20	HARTBEWAKING	do
GHB	D1.20	HARTBEWAKING	ma
GHFK	A1.24	HARTFALENKLINIEK	di
GHM	D0.60	HEMO - VERBLIJF	do
GHM	D0.60	HEMO - VERBLIJF	ma
GHD	A0.19	HUISHOUD.DIENST	ma
GHYZ	H9.10	HYPERBARE ZUURSTOFTANK	di
GINF	B0.30	INFORMATIEVERWERKING	ma
GSPI	H0.00	INTENSIEVE SPOEDGEVALLEN	di
GIZ1	F1.00	INTENSIEVE ZORGEN 1	ma
GIZ1	F1.00	INTENSIEVE ZORGEN 1	vrij
GIZ1	F1.00	INTENSIEVE ZORGEN 1	woe

GIZ2	A2.50	INTENSIEVE ZORGEN 2	ma
GIZ2	A2.50	INTENSIEVE ZORGEN 2	vrij
GIZ2	A2.50	INTENSIEVE ZORGEN 2	woe
GMIC	B1.00	INTENSIEVE ZORGEN MATERNITEIT	vrij
GNIC	B1.60	INTENSIEVE ZORGEN NEONATOLOGIE	di
GNIC	B1.60	INTENSIEVE ZORGEN NEONATOLOGIE	vrij
GICB	C0.10	INTERCULTUREEL BEMIDDELAAR	do
GIPT	Z1.60	INTERN PATIENTENTRANSPORT	di
GTRI	A0.19	INTERN TRANSPORT	ma
GBDI	G0.80	INTERNE AUDIT	ma
GKEU	A0.16	KEUKEN	do
GKEU	A0.16	KEUKEN	ma
GKEA	A0.16	KEUKEN AFWAS	do
GKEA	A0.16	KEUKEN AFWAS	ma
GREF	A0.16	KEUKEN RESTAURANT	do
GREF	A0.16	KEUKEN RESTAURANT	ma
GKAD	A0.16	KEUKEN VOEDINGSADMINISTRATIE	do
GKAD	A0.16	KEUKEN VOEDINGSADMINISTRATIE	ma
GZ15	H1.00	Kleine ingrepen SJ	di
GZ15	H1.00	Kleine ingrepen SJ	vrij
GKIU	G1.60	KLEINE INGREPEN UROLOGIE	woe
GLKM	A0.14	KLINISCHE BIOLOGIE - MICROBIOLOGIE	ma
GIKZ	G0.80	KWALITEITSADVISEUR	do
GLKL	A0.14	LABO	ma
GLMD	A0.14	LABO VOOR MOLECULAIRE DIAGNOSTICS	ma
GLIA	C0.05	LIAISON EPSOMA	do
GLIG	C0.05	LIAISON GERIATRIE	do
GLIN	A0.19	LINNENKAMER	ma
GLIT	G1.60	LITHOTRIPTOR	woe
GLOG	C1.76	LOGOPEDIE	woe
GLF	G1.80	LONGFUNCTIE	woe
GLCR	A0.48	LSM PROJECT: Post Doc doctoraatsstudenten	di
GMAN	C1.15	MANOMETRIE	woe
GMAT	J1.00	MATERNITEIT	do
GMAT	J1.00	MATERNITEIT	ma
GMS	C0.32	MED. SECRETARIAAT	do
GMKK	D9.00	MED.KOSTEN KLINIEKEN	ma

GMD	J0.67	MEDISCHE DIRECTIE	ma
GMC	D1.70	MEDIUM CARE	do
GMC	D1.70	MEDIUM CARE	ma
GMK	J1.00	MELKKEUKEN	vrij
GMKG	D3.10	MKG	di
GMOR	C0.15	MORTUARIUM	di
GFOZ	Z1.55	MTA OOGZIEKTEN fluo	woe
GLOZ	Z1.55	MTA OOGZIEKTEN laser	woe
GMZG	D3.10	MZG	di
GMN	B1.60	NEONATALOGIE n*	di
GNMR	Z1.60	NMR	di
GNMR	Z1.60	NMR	vrij
GLNU	Z1.10	NUCLEAIRE GENEESKUNDE IN VIVO	woe
GOMB	J0.30	OMBUDSDIENST	ma
GOPR	A1.49	OP - RECOVERY	di
GOPR	A1.49	OP - RECOVERY	vrij
GOMK	Z1.45	OPERATIEKWARTIER MKA	woe
GOP	A1.00	OPERATIEKWARTIER SJ	di
GOP	A1.00	OPERATIEKWARTIER SJ	do
GOP	A1.00	OPERATIEKWARTIER SJ	ma
GOP	A1.00	OPERATIEKWARTIER SJ	vrij
GPLO	A0.27	OPNAMEPLANNING	di
GCI/CK	Z0.10	PATIENTENADMINISTRATIE	do
GPAS	H0.00	PATIENTENADMINISTRATIE SPOED	di
GPAT	C0.15	PATIENTENBEGELEIDING	do
GPED	J2.00	PEDIATRIE	do
GPED	J2.00	PEDIATRIE	ma
GPC	G9.02	PERS & COMMUNICATIE	do
GPAD	G0.65	PERONEELSADMINISTRATIE	do
GPD	J0.58	PERONEELSDIRECTIE	ma
GPRE	G9.01	PREVENTIE	do
GPSD	B0.50	PSYCHIATRIE DAGKLINIEK	ma
GPSP	F0.00	PSYCHIATRIE ERGOTHERAPIE	ma
GPSH	F0.00	PSYCHIATRIE OPNAME	ma
GPSE	F0.00	PSYCHIATRIE PARAMEDICI	ma
GF0P	F0.00	PSYCHIATRIE PSYCHOLOGEN	ma
GTEP	A1.30	PSYCHIATRIE TEPST	di

GRAH	G0.25	RAADPLEGING ABDOMINALE HEELKUNDE	woe
GRA		RAADPLEGING ALGEMEEN	woe
GRHE	G0.25	raadpleging algemene heelkunde	woe
GRCA	G1.70	RAADPLEGING CARDIOLOGIE	woe
GRFY	C1.40	RAADPLEGING FYSIOTHERAPIE	woe
GRFS	C1.40	RAADPLEGING FYSIOTHERAPIE (GHEYSEN)	woe
GRGE	C1.15	RAADPLEGING GASTRO-ENTEROLOGIE	woe
GRGY	G1.30	RAADPLEGING GYNAECOLOGIE	woe
GRHC	G0.90	RAADPLEGING HARTCHIRURGIE	woe
GRHU	G0.20	RAADPLEGING HUIDZIEKTEN	woe
GRPE	G0.30	RAADPLEGING KINDERGENEESKUNDE	woe
GRNK	Z1.30	RAADPLEGING KNO	woe
GRMZ	G0.37	RAADPLEGING METABOLE ZIEKTEN	woe
GRMK	Z1.45	RAADPLEGING MKA	woe
GRNF	D0.50	RAADPLEGING NEFROLOGIE	ma
GRNC	G0.95	RAADPLEGING NEUROCHIRURGIE	woe
GRON	M0.00	RAADPLEGING ONCOLOGIE	vrij
GROO	Z1.55	RAADPLEGING OOGZIEKTEN	woe
GROR	G1.50	RAADPLEGING ORTHOPEDIE	woe
GRPC	G0.20	RAADPLEGING PLAST. HK	woe
GRPS	F0.00	RAADPLEGING PSYCHIATRIE	ma
GRTH	G0.35	RAADPLEGING THORACOVASCULAIRE HEELK.	woe
GRUR	G1.60	RAADPLEGING UROLOGIE	woe
GRNE	Z1.75	RAADPLEGING ZENUWZIEKTEN (neurologie)	woe
GRT	K9.00	RADIOTHERAPIE	vrij
GRTP	G9.22	RUIMTEPLANNING	do
GRX	Z1.60	RX	di
GRX	Z1.60	RX	vrij
GRXD	Z1.60	RX-DIGITALISATIE	di
GRXS	Z1.60	RX-SECRETARIAAT	di
GCT	Z1.60	SCANNER	di
GCT	Z1.60	SCANNER	vrij
GSM	A0.35	SCHOONMAAK	do
GSMG	G9.00	SCHOONMAAK G-BLOK	do
GSA	G0.36	SECRETARIAAT ANAESTHESIE	woe
GSPA	H0.00	SECRETARIAAT ANAESTHESIE SPOED	di
GDS1	A0.70	SECRETARIAAT DIVISIE-MANAGEMENT	do

GSP	H0.00	SPOED	di
GSP	H0.00	SPOED	vrij
GSCT	H0.00	SPOED CT RADIOLOGIE	di
GSRX	H0.00	SPOED RADIOLOGIE	di
GSTV	G0.80	STAFDIENST VERPLEGING	ma
GSTO	A3.50	STOMACONSULTATIE	ma
GSCC	G0.91	STUDIECENTRUM CARDIO	woe
GTD	G9.32	TECHNISCHE DIENST	do
GTDW	H9.00	TECHNISCHE DIENST WERKHUIZEN	di
GTEL	B0.40	TELEFONIE	ma
GTLM	B0.40	TELEMATICA	ma
GTAN	B0.40	TELEMATICA - ALG. ADM. NETWERK	ma
GTRA	C0.05	TRACE project	do
GULD	D9.00	UITLEENDIENST	ma
GVK	A1.11	VERLOSKAMER	vrij
GV1	B3.00/D20	VERPLEEGAFDELING 1	do
GV1	B3.00/D20	VERPLEEGAFDELING 1	ma
GV2	D1.50	VERPLEEGAFDELING 2	do
GV3	A3.00	VERPLEEGAFDELING 3	do
GV3	A3.00	VERPLEEGAFDELING 3	ma
GV4	A3.50	VERPLEEGAFDELING 4	do
GV4	A3.50	VERPLEEGAFDELING 4	ma
GV5	C2.50	VERPLEEGAFDELING 5	di
GV5	C2.50	VERPLEEGAFDELING 5	vrij
GV51	M1.00	VERPLEEGAFDELING 51	di
GV51	M1.00	VERPLEEGAFDELING 51	vrij
GV52	C2.00	VERPLEEGAFDELING 52	di
GV52	C2.00	VERPLEEGAFDELING 52	vrij
GV53	B3.50/D25	VERPLEEGAFDELING 53	di
GV53	B3.50/D25	VERPLEEGAFDELING 53	vrij
GV54	M1.50	VERPLEEGAFDELING 54	di
GV54	M1.50	VERPLEEGAFDELING 54	vrij
GV7	B2.00	VERPLEEGAFDELING 7	di
GV7	B2.00	VERPLEEGAFDELING 7	vrij
GV8	B2.50	VERPLEEGAFDELING 8	di
GV8	B2.50	VERPLEEGAFDELING 8	vrij
GVPD	J0.67	VERPLEEGK. PARAMEDISCHE DIRECTIE	ma

GTR	A0.19	VERVOER	ma
GVO	G9.03	VORMING & ORGANISATIEONTWIKKELING	do
GWGD	J2.00	WIEGEDOOD	ma
GZHH	B0.20	ZIEKENHUISHYGIENE	ma
GZC	J0.36	ZORGCOORDINATOREN	ma



## Bijlage B: Overzicht beleving economaatsgoederen

Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag	
GBLB	GBDS	GMOR	GIZ2	GKAD	GVK
GLMD	GBD	GCAB	GDAE	GREF	GCL
GLKL	GDN	GPLO	GRGE	GKEA	GDCL
GLKM	GMAT	GLAP	GEND	GKEU	GOPR
GKAD	GWGD	GLCR	GMAN	GSM	GIZ2
GREF	GPED	GDBW	GRFS	GDEB	GMIC
GKEA	GCM	GDCL	GFYS	GDS1	GNIC
GKEU	GBEW	GCL	GERG	GV3	GV7
GTR		GHFK	GRFY	GV4	GV8
GTRI		GEHF	GLOG	GV1	GV53
GHD		GTEP	GIZ1	GLIG	GV52
GLIN		GOPR	GRHU	GERE	GV5
GFAZ		GMN	GRAH	GTRA	GCL2
GBAD		GNIC	GRPE	GCAS	GIZ1
GIZ2		GV7	GRTH	GLIA	GSP
GV3		GV8	GSA	GICB	GCS
GV4		GV53	GRMZ	GPAT	GOP
GZHH		GV52	GRHC	GMS	GDH1
GETC		GV5	GSCC	GCMA	GOPD
GINF		GCL2	GRNC	GAD	GMK
GTAN		GMKG	GRPC	GHM	GRT
GTLM		GMZG	GRHE	GHB	GRON
GTEL		GBSD	GFED	GV2	GDK1
GRPS		GSPA	GRGY	GMC	GV51
GPSD		GSRX	GFEL	GAK	GV54
GV1		GSCT	GROR	GDEB	GZ15
GSTO		GPAS	GGIP	GBH	GCT
GRNF		GSP	GRUR	GPAD	GRX
GHM		GSPI	GLIT	GFAC	GNMR
GHB		GCS	GKIU	GFDB	GECH
GMC		GOP	GRCA	GIKZ	
GMKK		GDH1	GLF	GSMG	
GULD		GOPD	GAP	GPRE	
GPSE		GTDW	GCRE	GPC	
GPSH		GHYZ	GLNU	GVO	
GPSP		GV51	GRNK	GAUL	
GF0P		GV54	GEEG	GRTP	
GIZ1		GZ15	GOMK	GTD	
GSTV		GRXD	GRMK	GDRU	
GFIN		GIPT	GROO	GOP	
GBDI		GCT	GLOZ	GMAT	
GOP		GRXS	GFOZ	GPED	
GOMB		GRX	GDIE	GCI/CK	
GZC		GNMR	GLKA		
GBKD		GECH	GRNE		
GPD			GRA		
GFD					
GBDA					
GVPD					
GMD					

## Bijlage C: Scanlijst economaatsgoederen

MAANDAG		
1	GV52	4 plaatsen
2	GV5	4 plaatsen
3	GDH1	magazijntje
4	GNMR	rechts achter deur
5	GCT	magazijntje
6	GRX	2 x secretariaat en magazijn
7	GV53	berging
8	GV7	berging
9	GV8	berging
10	GV51	berging
11	GV54	zie GM10
12	GNIC	berging
13	GOP	loket SAS OP
14	GOPD	loket SAS OP
15	GOPR	loket SAS OP
16	GCS	gang
17	GSP	berging
18	GSRX	gang aan het keukentje
19	GHYZ	berging

DINSDAG		
1	GAP	bureel adm.
2	GIVF	ingang links
3	GDAE	keukentje
4	GEND	berging
5	GRGE	secretariaat
6	GIZ1	berging
7	GIZ2	2 plaatsen

WOENSDAG		
1	GHM	berging
2	GHB	berging
3	GMC1	keuken
4	GV2	berging
5	GV1	2 plaatsen
6	GV3	berging
7	GV4	berging
8	GIZ2	2 plaatsen
9	GPED	berging
10	GMAT	berging
11	GOP	loket SAS OP
12	GOPR	loket SAS OP
13	GKEU	berging

DONDERDAG		
1	GV52	4 plaatsen
2	GV5	4 plaatsen
3	GDH1	magazijntje
4	GCT	magazijntje
5	GRX	2 x secretariaat en magazijn
6	GNMR	rechts achter deur
7	GRT	berging
8	GIZ2	2 plaatsen
9	GV7	berging
10	GV8	berging
11	GV53	berging
12	GV51	berging
13	GV54	zie GM10
14	GDK1	bureel
15	GNIC	berging
16	GMK	berging
17	GMIC	berging
18	GVK	berging
19	GIZ1	berging
20	GOP	loket SAS OP
21	GOPD	loket SAS OP
22	GOPR	loket SAS OP
23	GCS	gang
24	GSP	berging

VRIJDAG		
1	GHM	berging
2	GHB	berging
3	GMC1	keuken
4	GPSO	berging
5	GV3	berging
6	GV4	berging
7	GV1	2 plaatsen
8	GIZ2	2 plaatsen
9	GPED	berging
10	GMAT	berging
11	GIZ1	berging
12	GOP	loket SAS OP
13	GOPR	loket SAS OP
14	GKEU	berging

## Bijlage D: Scanlijst AMS-goederen

Scannen op maandag voor	Scannen op maandag voor	Scannen op dinsdag voor	Scannen op woensdag voor	Scannen op donderdag voor
Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag
GV3 (A30)	GDK1	GV3 (A30)	GV51+71 (M10+11)	GV3 (A30)
GV4 (A35)	GV51+71 (M10+11)	GV4 (A35)	GV54 (M15)	GV4 (A35)
GV1(B30)	GV54 (M15)	GV1(B30)	GDK1	GV1(B30)
GV53(B35)	GMIC	GV53(B35)	GIZ1	GV53(B35)
GV7 (B20)	GVK	GV8 (B25)	GNIC	GIZ2
GV8 (B25)	GMAT+berging	GIZ2	GMIC	GV8 (B25)
GIZ2	GIZ3	GIZ1	GMK	GVK
GPED	GFED	GSPH (F0)	GV7 (B20)	GNIC
GIZ1	GRX+GECH	GNIC	GPED	GMAT
GNIC	GCT	GSPOED	GIZ2	GIZ1
GSPOED	GNMR	GSPOED RX	GIZ3	GRX+GECH
GV5	GHM	GMC (GSPI)	GFED	GCT
GHB2	GAPC+GAPT	GV5	GAPC+GAPT	GNMR
GHB3		GV2 (D15)	GRT	GSPOED
GHBH		GHB2	GHM	GV5
GMC		GHB3		GHB2
		GHBH		GHB3
		GMC		GHBH
				GMC

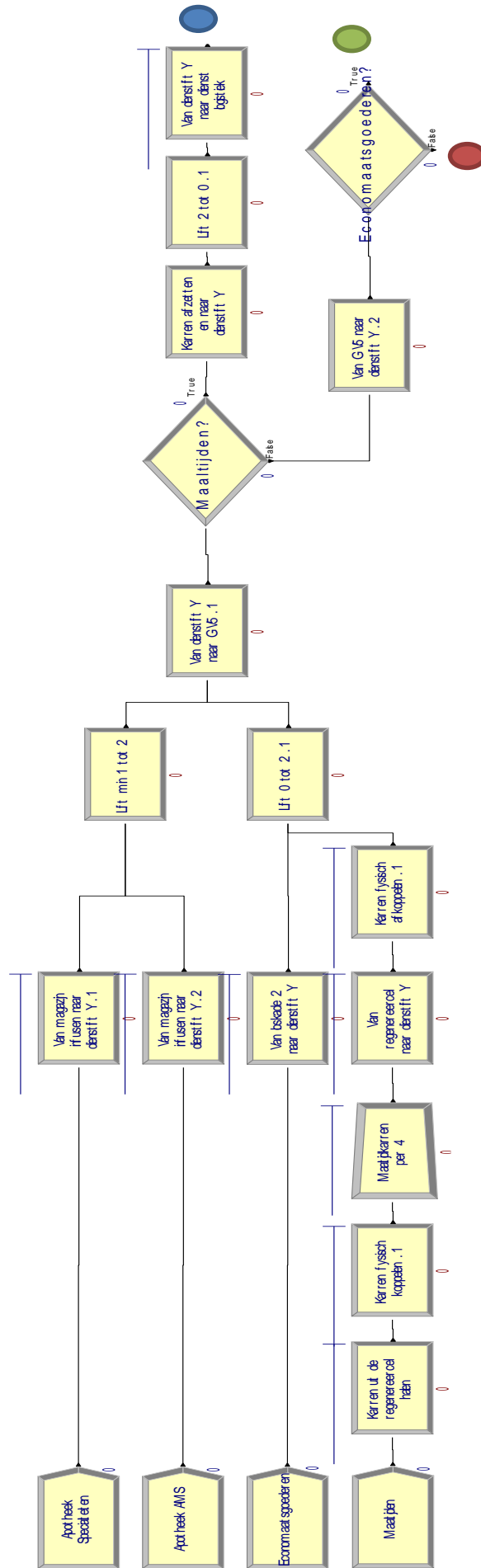
## Bijlage E: Overzicht apotheek transportkarren

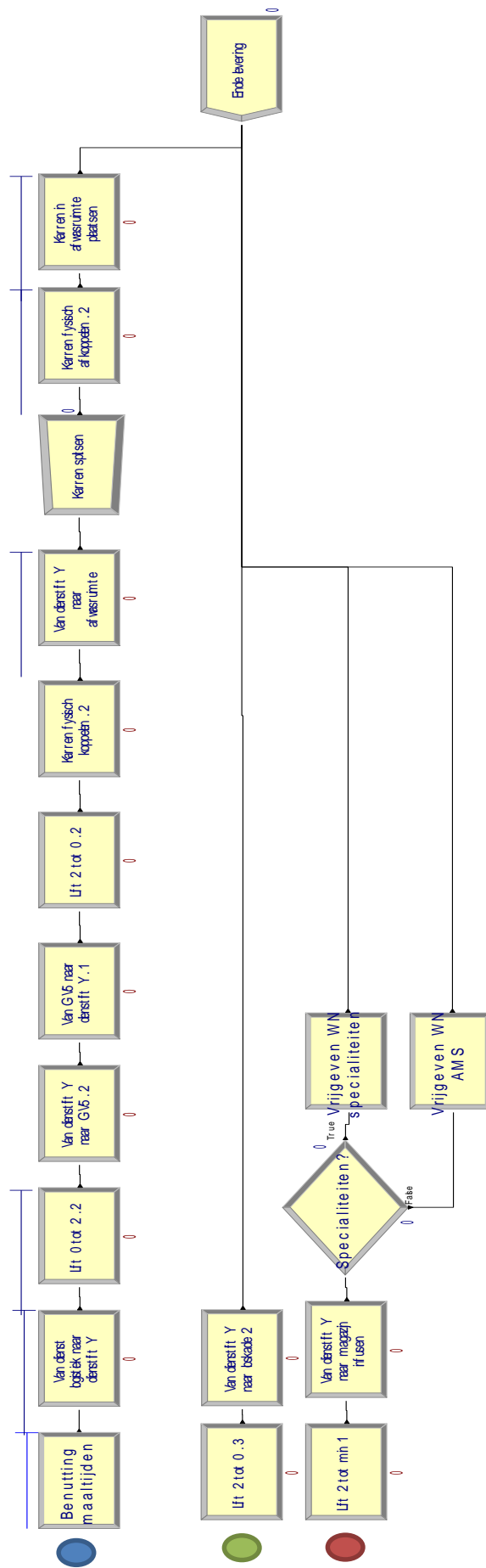
<p><b>APOTHEEK</b></p>			
			
	<p>115 br x 74 d</p>		<p>94 br x 63 d</p>
<p>Apotheektransport intern en extern</p>	<p>Apotheektransport intern en extern</p>	<p>Apotheektransport</p>	<p>Apotheektransport AMS SJ</p>
			
	<p>93 br x 65 d</p>	<p>125 br x 80 d</p>	<p>95 br x 74 d</p>
<p>Apotheektransport intern SJ tafelwagen</p>	<p>Apotheektransport intern SJ</p>	<p>Apotheektransport intern SJ</p>	<p>'gesloten' kar aluminium Belintra transport extern en intern</p>

			
<p>105 br x 72 d</p>	<p>120 x 80</p>	<p>125 br x 80 d</p>	
<p>Apotheektransport gesloten kooi med.techn.diensten</p>	<p>Apotheektransport extern grote hoeveelheden op palet</p>	<p>Nachtleveringen van GSP naar GAP door GBEW</p>	

## Bijlage F: Procesinformatie basismodel (Arena)

Process	Delay type	Action	Resource (#)	Priority	Min. (s)	Value (s)	Max. (s)
Van magazijn infusen naar dienstlift Y .1	Triangulair	Seize Delay	WN Specialiteiten (1)	Medium(2)	120	145	174
Lift 0 tot 2 .1	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	35	55	80
Van magazijn infusen naar dienstlift Y .2	Triangulair	Seize Delay	WN AMS (1)	Medium(2)	120	145	174
Van loskade 2 naar dienstlift Y	Triangulair	Seize Delay	WN Economaat (1)	Medium(2)	75	90	108
Van regenererecel naar dienstlift Y	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (2)	Medium(2)	60	72	86,4
Van dienstlift Y naar GV5 .1	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	25	40	70
Karren afzetten en naar dienstlift Y	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	75	115	185
Van dienst logistiek naar dienstlift Y	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (2)	Medium(2)	75	90	108
Van dienstlift Y naar afwasruimte	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (2)	Medium(2)	60	72	86,4
Van GV5 naar dienstlift Y .2	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	25	40	70
Lift min 1 tot 2	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	45	65	90
Lift 2 tot 0 .1	Triangulair	Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	35	55	80
Van dienstlift Y naar dienst logistiek	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (2)	Medium(2)	75	90	108
Lift 0 tot 2 .2	Triangulair	Seize Delay	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	35	55	80
Van dienstlift Y naar GV5 .2	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	25	35	45
Van GV5 naar dienstlift Y .1	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	75	115	185
Lift 2 tot 0 .2	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	35	55	80
Lift 2 tot 0 .3	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	35	55	80
Van dienstlift Y naar loskade 2	Triangulair	Delay Release	WN Economaat (1)	Medium(2)	75	90	108
Lift 2 tot min 1	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	45	65	90
Van dienstlift Y naar magazijn infusen	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	120	145	174
Karren fysisch koppelen .1	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	15	20	25
Karren uit de regenererecel halen	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	High(1)	20	30	40
Karren fysisch afkoppelen .1	Triangulair	Seize Delay	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	60	80	100
Karren fysisch koppelen .2	Triangulair	Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	60	80	100
Karren in afwasruimte plaatsen	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	20	30	40
Karren fysisch afkoppelen .2	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	High(1)	15	20	25

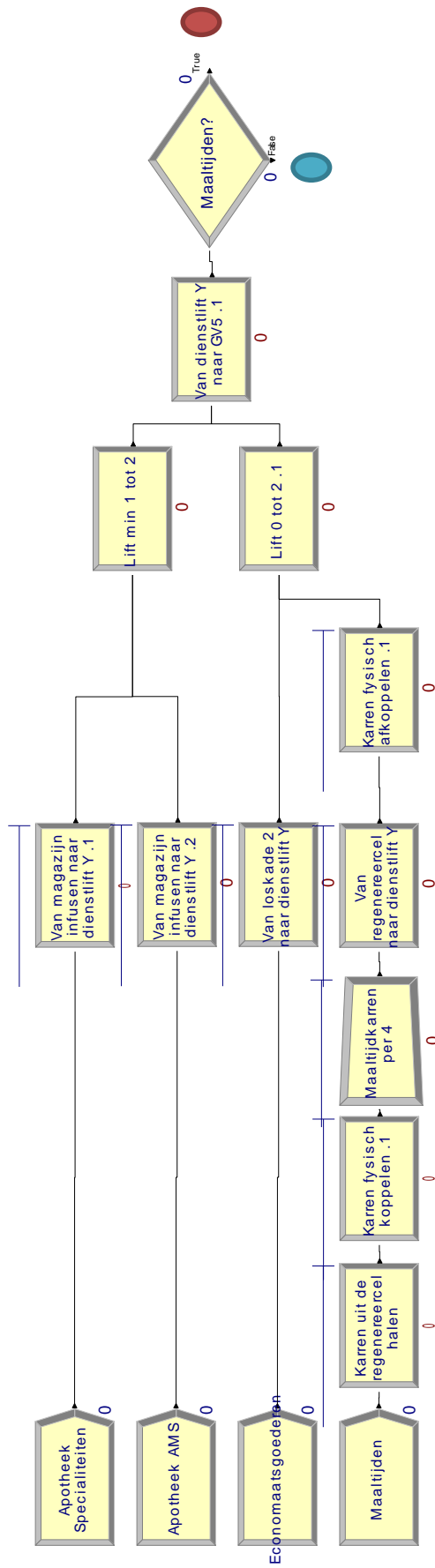


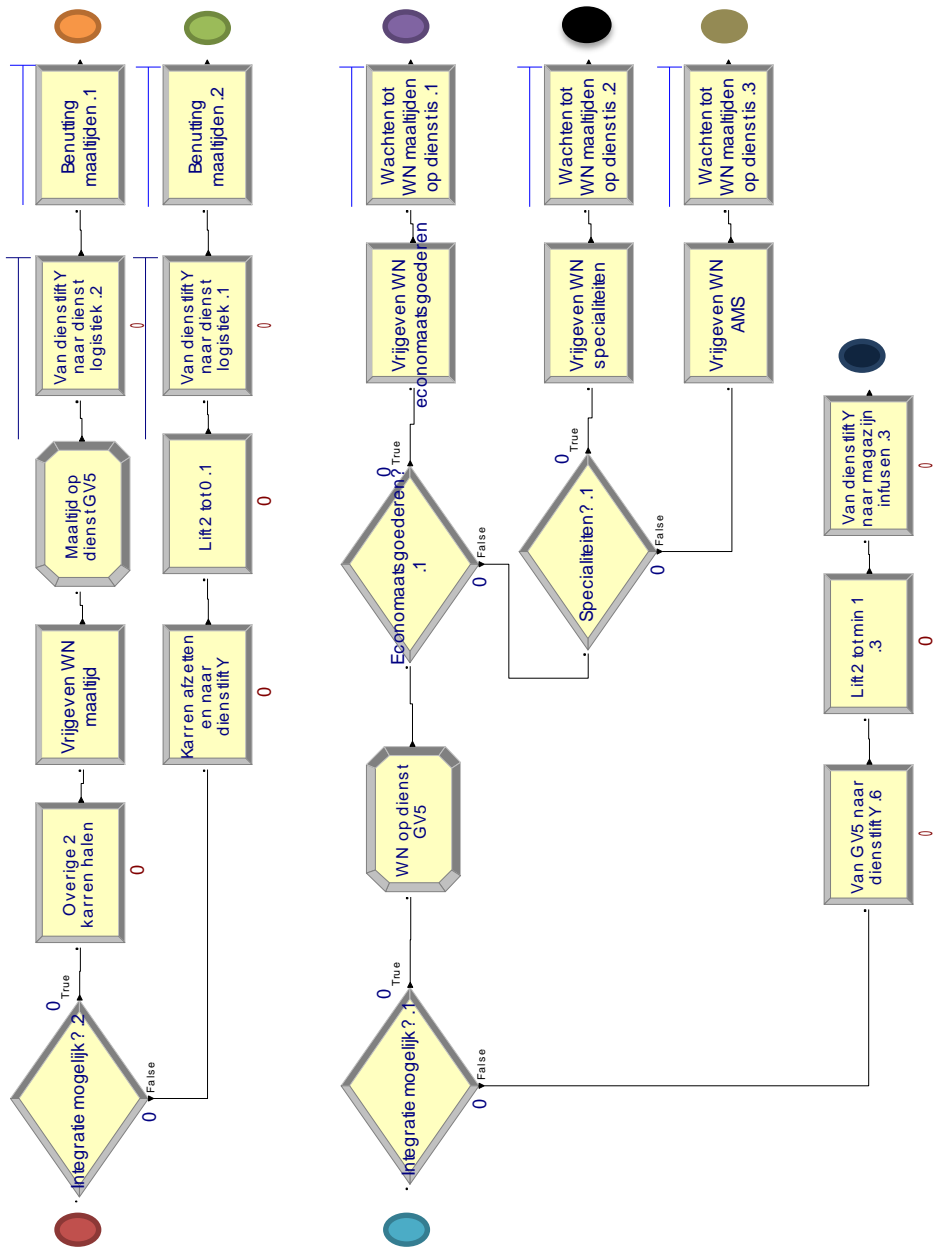


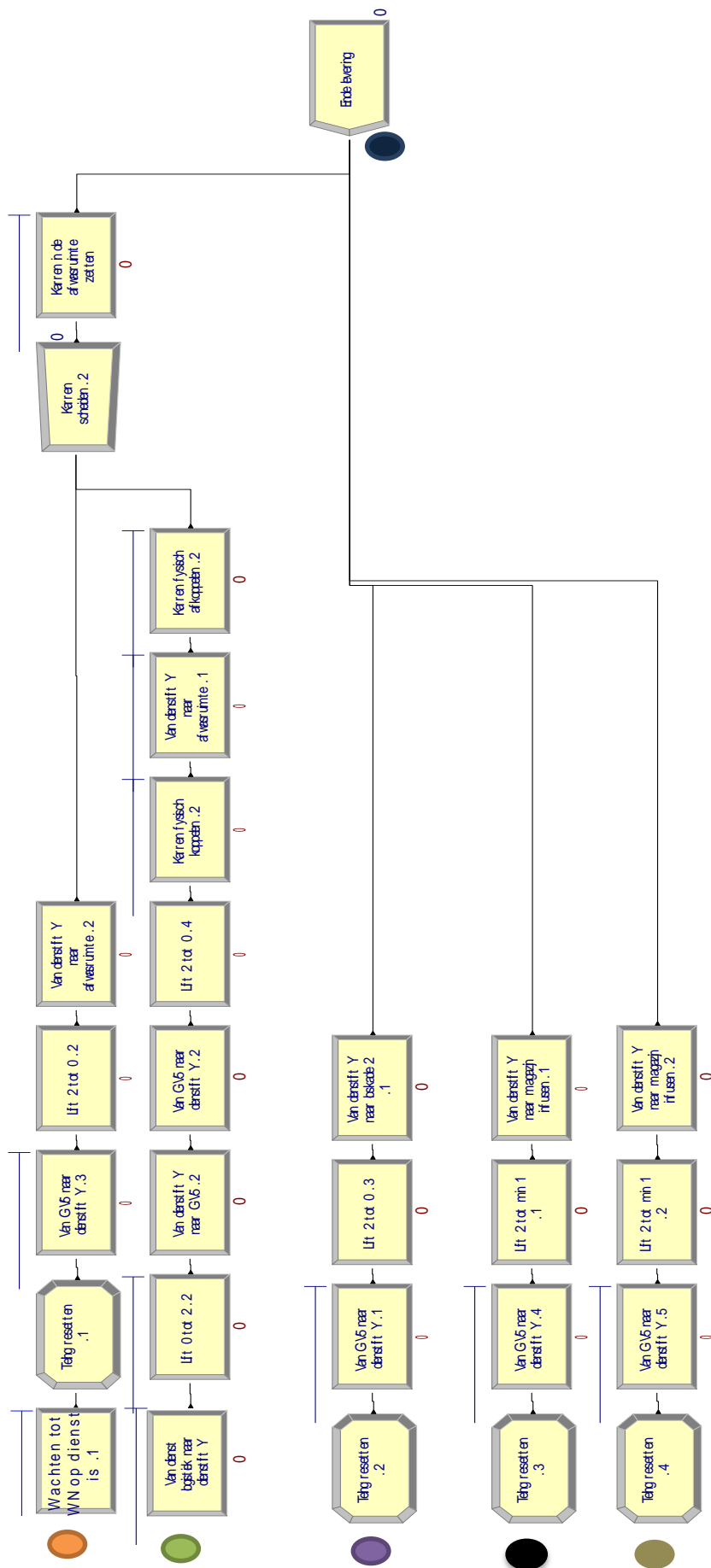


## Bijlage G: Procesinformatie Alternatief model (Arena)

Process	Delay type	Action	Resource (#)	Priority	Min. (s)	Value (s)	Max. (s)
Karren afzetten en naar dienstlift Y	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	75	115	185
Karren fysisch afkoppelen .1	Triangulair	Seize Delay	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	60	80	100
Karren fysisch afkoppelen .2	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	60	80	100
Karren fysisch koppelen .1	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	15	20	25
Karren fysisch koppelen .2	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	60	80	100
Karren in de afwasruimte zetten	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	20	30	40
Karren uit de regenererceel halen	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	High(1)	20	30	40
Lift 0 tot 2 .1	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	35	55	80
Lift 0 tot 2 .2	Triangulair	Seize Delay	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	35	55	80
Lift 2 tot 0 .1	Triangulair	Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	35	55	80
Lift 2 tot 0 .2	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	35	55	80
Lift 2 tot 0 .3	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	35	55	80
Lift 2 tot 0 .4	Triangulair	Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	35	55	80
Lift 2 tot min 1.1	Triangulair	Delay	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	45	65	90
Lift 2 tot min 1.2	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	45	65	90
Lift 2 tot min 1.3	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	45	65	90
Lift min 1 tot 2	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	45	65	90
Overige 2 karren halen	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	50	75	115
Van dienstlogistiek naar dienstlift Y	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (2)	Medium(2)	75	90	108
Van dienstlift Y naar afwasruimte .1	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (2)	Medium(2)	60	72	86.4
Van dienstlift Y naar afwasruimte .2	Triangulair	Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	180	216	259.2
Van dienstlift Y naar dienstlogistiek .1	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (2)	Medium(2)	75	90	108
Van dienstlift Y naar dienstlogistiek .2	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	75	90	108
Van dienstlift Y naar GV5 .1	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	25	40	70
Van dienstlift Y naar GV5 .2	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	25	35	45
Van dienstlift Y naar loskade 2 .1	Triangulair	Delay Release	WN Economaat (1)	Medium(2)	75	90	108
Van dienstlift Y naar magazijn infusen .1	Triangulair	Delay Release	WN Specialiteiten (1)	Medium(2)	120	145	174
Van dienstlift Y naar magazijn infusen .2	Triangulair	Delay Release	WN AMS (1)	Medium(2)	120	145	174
Van dienstlift Y naar magazijn infusen .3	Triangulair	Delay Release	WN Specialiteiten (1)	Medium(2)	120	145	174
Van GV5 naar dienstlift Y .1	Triangulair	Seize Delay	WN Economaat (1)	Medium(2)	25	40	70
Van GV5 naar dienstlift Y .2	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	75	115	185
Van GV5 naar dienstlift Y .3	Triangulair	Seize Delay	WN Maaltijden (1)	Medium(2)	75	115	185
Van GV5 naar dienstlift Y .4	Triangulair	Seize Delay	WN Specialiteiten (1)	Medium(2)	25	40	70
Van GV5 naar dienstlift Y .5	Triangulair	Seize Delay	WN AMS (1)	Medium(2)	25	40	70
Van GV5 naar dienstlift Y .6	Triangulair	Delay	/	Medium(2)	25	40	70
Van loskade 2 naar dienstlift Y	Triangulair	Seize Delay	WN Economaat (1)	Medium(2)	75	90	108
Van magazijn infusen naar dienstlift Y .1	Triangulair	Seize Delay	WN Specialiteiten (1)	Medium(2)	120	145	174
Van magazijn infusen naar dienstlift Y .2	Triangulair	Seize Delay	WN AMS (1)	Medium(2)	120	145	174
Van regenererceel naar dienstlift Y	Triangulair	Seize Delay Release	WN Maaltijden (2)	Medium(2)	60	72	86.4









## **Auteursrechtelijke overeenkomst**

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

**Logistieke beslissingen in de toeleveringsketen van ziekenhuizen**

Richting: **master in de toegepaste economische wetenschappen:  
handelsingenieur-operationeel management en logistiek**

Jaar: **2014**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

**Eerdekens, Dries**

Datum: **29/05/2014**