



Bedrijfscase 2008

Voorraadbeheer op de hartcatheterisatiekamers



Eindverslag

Mohamed Elfeddy
Cindy de Groot
Robert van der Mast

Atilla Selçuk
Corné Sprong
Pearl Stam

Voorwoord

Wij zijn zes bedrijfswiskunde en informatica studenten in de eindfase van onze bachelor. Samen hebben wij het bedrijf Medical Centre Business Solutions opgericht voor het oplossen van operationele problemen. Wij richten ons voornamelijk op de medische sector. In deze wereld werken mensen met enorm veel kennis van het medische zaken, maar relatief weinig kennis van operationele zaken. Bovendien zijn er binnen een ziekenhuis maar weinig mensen die de tijd en motivatie hebben om zich te verdiepen in de organisatie van de verschillende bedrijfsprocessen. Aangezien het niet onbelangrijk is dat de operationele processen in een ziekenhuis goed verlopen, heeft het VUmc ons ingeschakeld om een oplossing te vinden voor het voorraadprobleem op de afdeling Invasieve Cardiologie.

Het motto van Medical Centre Business Solutions is "Sharp and Simple". Wij kijken met scherpe blik naar het probleem en komen met een ogenschijnlijk simpele oplossing omdat wij de ervaring hebben dat problemen vaak worden veroorzaakt door onoverzichtelijke structuren en procedures.

Wij willen de volgende VUmc medewerkers bedanken voor de tijd en welwillendheid die zij in de achterliggende periode ten toon hebben gespreid:

- Yolande Appelman
- Jeannette Kemp
- Petra van Dongen
- Hester Zonnenschijn
- Jerry Postma (stafadviseur)

In het bijzonder willen wij Arnoud de Bruin (stafadviseur VUmc) bedanken. Hij bracht ons in contact met de juiste mensen in het VUmc en was daarnaast aanwezig bij praktisch elke presentatie om onze voortgang te volgen en ons te voorzien van zeer bruikbare tips ter verbetering.

Verder willen wij ook de medewerkers van de afdelingen Goederenontvangst, Inkoop en LIFT-hulp bedanken voor hun medewerking aan onze bedrijfscase.

Last but not least willen we prof. dr. Rob van der Mei bedanken voor de begeleiding tijdens deze bedrijfscase. Met zijn kritische maar opbouwende feedback hebben wij het uiteindelijke resultaat nog verder kunnen verfijnen.

Management Summary

In opdracht van het VU medisch centrum heeft Medical Centre Business Solutions onderzoek verricht naar het voorraadbeheer op de hartcatherisatiekamers van de afdeling Invasieve Cardiologie. Wij hebben dit onderzoek uitgevoerd met de volgende onderzoeksdoelen:

- Bepaal minimum voorraadniveaus voor stents en ballonnen
- Ontwerp een optimale bestelstrategie voor deze materialen
- Stel functionele specificaties op voor bruikbare voorraadsoftware
- Bepaal het besparingspotentieel van de ontworpen bestelstrategie

Met deze onderzoeksdoelen zijn wij aan de slag gegaan en hebben wij middels simulaties de minimum voorraadniveaus kunnen bepalen, door gebruik te maken van een door ons ontworpen voorraadmodel.

Door over te stappen op de door ons ontworpen bestelstrategie, gebruikmakend van het aanbevolen voorraadmodel, zijn besparingen op de voorraadwaarde van tussen de 30% en 40% mogelijk. Daarnaast kan ook het service level, de kans dat er niet wordt misgripen, omhoog. Een percentage van 98%, wat neerkomt op ongeveer 1 keer per week misgripen, is zeer goed haalbaar. Vergeleken met de huidige 2 tot 3 keer per week misgripen is dat al een forse vooruitgang.

Hogere service levels zijn mogelijk, maar door de hogere voorraadkosten die daarmee gepaard gaan wordt het kostenvoordeel tenietgedaan. Een 100% service level is theoretisch mogelijk, maar zou leiden tot een nog grotere voorraad dan momenteel het geval is, hetgeen ongewenst is.

Door standaardisatie van de materialen door het aantal leveranciers te beperken is een verdere verbetering mogelijk, zowel qua kostenbesparingen als verhoging van het service level. Met het bijhouden van misgripen en het weggooien van materialen is een betere sturing van het voorraadbeheer mogelijk.

Onze belangrijkste adviezen zijn dan ook:

- Voorraadbeheerssoftware gebruiken
- Vaker per week bestellen (2 á 3 maal per week)
- Standaardisatie (minder leveranciers)
- Bijhouden misgripen en weggegooid materiaal

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Management Summary	3
Inhoudsopgave	4
Inleiding	6
<i>Het medisch centrum</i>	6
<i>Afdeling Invasieve Cardiologie</i>	6
<i>Het Probleem</i>	7
<i>Onderzoeksvragen</i>	7
1. Huidige situatie in het VUmc	8
1.1 Huidige situatie op afdeling Invasieve Cardiologie	8
<i>Operationele hartcatheterisatiekamer</i>	8
1.2 Huidige bestelproces	11
<i>Bestellen</i>	11
<i>Fiatteren</i>	11
<i>Afdeling Inkoop</i>	12
<i>Goederen ontvangst</i>	12
<i>Ontvangen</i>	12
<i>Controleren</i>	13
1.3 Gebruikte informatiesystemen.....	13
<i>LIFT: Het i-procurement systeem van Oracle</i>	13
<i>Philips Xper Information Management (XperIM)</i>	13
2. Problemen in de huidige situatie	18
2.1 Hoge kosten als gevolg van te grote voorraden	18
2.2 Misgrijpen als gevolg van het ontbreken van een duidelijke bestelstrategie	18
2.3 Producten ‘verdwijnen’	18
2.4 Producten moeten worden weggegooid als de houdbaarheids-datum overschreden is	19
2.5 Vertraging bij de bestelling van goederen door het gebruikte LIFT-systeem van VUmc	19
2.6 Er moet rekening gehouden worden met gemaakte afspraken met diverse firma’s.....	20
3. Modellen	21
3.1 Voorraadmodel.....	21
3.2 Bestelmodel.....	22
<i>Theoretische modellen</i>	22
<i>Het huidige model op de afdeling Invasieve Cardiologie in het VUmc</i>	24
<i>Een verbeterde situatie</i>	24
4. Simulatie	25
<i>Beschrijving bij flowchart</i>	26
5. Adviezen	27
5.1 Voorraadbeheer software gebruiken	27
5.2 Vaker bestellen.....	27
5.3 Standaardisatie (minder leveranciers).....	30
5.4 Bijhouden misgrijpen en weggoien.....	30
5.5 Materialen sorteren op houdbaarheidsdatum.....	30
5.6 Contracten met leveranciers herzien.....	31
<i>Fiattering</i>	32
<i>Levertijden</i>	32
<i>Transport binnen het VUmc</i>	32
<i>Producten met vaste verpakkingseenheid</i>	33
5.7 Afdeling ‘gevonden materialen’ inrichten.....	33
5.8 Studiematerialen naast reguliere materialen in voorraad opslaan	34

Bijlage 1: Flowchart van het bestelproces	35
Bijlage 2: Oorzaak-gevolg graaf	38
Bijlage 3: Het Projectplan	41
Bijlage 4: De MoSCoW lijst	49
Bijlage 5: Verdelingsfactor	50
Bijlage 6: Resultaten simulatie.....	51
Bijlage 7: Voorraadniveaus.....	55

Inleiding

Dit verslag beschrijft het voorraadprobleem dat zich momenteel voordoet op de afdeling Invasieve Cardiologie van het VU medisch centrum (VUmc).

Het medisch centrum

Het VUmc is één van de acht universitair medische centra in Nederland en is verbonden aan de Vrije Universiteit van Amsterdam. In vergelijking tot de andere academische ziekenhuizen is het VUmc relatief jong. De eerste operaties in het Academisch ziekenhuis van de Vrije Universiteit vonden plaats in 1964. De officiële opening van het VU ziekenhuis volgde in oktober 1966. Op 1 januari 2001 fuseerden de medische faculteit en het ziekenhuis en zo ontstond het VUmc.

Het VUmc houdt zich naast de zorg voor patiënten bezig met het verrichten van wetenschappelijk onderzoek en het verzorgen van opleidingen.

Het ziekenhuis staat voor onderscheidende patiëntenzorg, hoogwaardig wetenschappelijk onderwijs en grensverleggend onderzoek. Het VUmc komt voort uit een christelijke traditie en koppelt geloof in persoonlijke integere en respectvolle behandeling van mensen aan gezonde ambitie en fundamentele nieuwsgierigheid.

Kortom, het VUmc wil beter maken, maar ook beter zijn, nog beter worden en bijdragen aan de medische kennis van morgen.

Afdeling Invasieve Cardiologie

De afdeling cardiologie van het VUmc heeft de beschikking over twee operationele hartcatheterisatiekamers. Hierin worden door een gespecialiseerd team, bestaande uit onder andere een interventiecardioloog, een electriecardioloog en een hartfunctielaborant, diverse invasieve hartfunctieonderzoeken en therapieën, zoals dotterbehandelingen, coronairangiogrammen, pacemaker implantaties en ICD implantaties uitgevoerd.

Per jaar worden er ongeveer 1350 PCI, afkorting van Percutane Coronaire Interventie, behandelingen uitgevoerd, waarvan een aanzienlijk deel spoed behandelingen beslaat. Een PCI behandeling is in feite niets anders dan een dotterbehandeling. Naast de dotterbehandelingen worden er jaarlijks ongeveer 150 pacemakerimplantaties, 175 ICD implantaties, een ICD (implanteerbare cardioverter-defibrillator) is een soort pacemaker met ingebouwde defibrillator, en ongeveer 1100 hartcatheterisaties verricht. Een hartcatheterisatie is een onderzoeksmethode waarmee gedetailleerde informatie over de kransslagaderen rond het hart, de pompfunctie van het hart en de functie van de diverse kleppen kan worden verkregen.



Afbeelding 1 De hartcatheterisatiekamer

Het Probleem

Begrijpelijk is dat voor het uitvoeren van voorgenoemde verrichtingen de nodige uiteenlopende, kostbare en beperkt houdbare materialen worden vereist. Op dit moment kampt de afdeling cardiologie van het VUmc met de volgende problemen die leiden tot zeer hoge (voorraad)kosten:

- Er is weinig inzicht in de actuele voorraadhoogte van de verschillende producten
- Er is sprake van té grote voorraden, er ligt voor veel geld “op de plank”
- Bestellingen zijn maar moeilijk te overzien
- Er “verdwijnen” soms producten
- Producten waarvan de houdbaarheidsdatum overschreden is, moeten worden weggegooid

Momenteel zijn er twee verpleegkundigen verantwoordelijk voor het beheer van de voorraden en het bestellen van nieuwe materialen. Sinds enige tijd worden de bestellingen elektronisch geplaatst via het zogenaamde LIFT systeem, een ziekenhuisbreed *i*-procurement systeem van Oracle. Binnenkort krijgt de afdeling Cardiologie de beschikking over een nieuw Philips systeem, genaamd XperIM, waarin onder andere verschillende functionaliteiten ter attentie van het voorraadbeheer zijn opgenomen. Op dit moment lijkt het bestelproces nog maar weinig gerationaliseerd en bestaat er op de afdeling Cardiologie van het VUmc geen duidelijke bestelstrategie. Verder heeft de afdeling Cardiologie te maken met veel verschillende leveranciers met wie verschillende afspraken zijn gemaakt betreffende afnamehoeveelheden. De levertijden zijn nogal wisselend, maar gemiddeld worden producten binnen een week geleverd.

Onderzoeksvragen

Om voor ons duidelijk te maken wat de opdrachtgevers van ons verwachten hebben zij een aantal onderzoeksvragen opgesteld.

1. Ontwikkel een instrument waarmee er snel een up-to-date overzicht is van de huidige voorraad, waarin tevens wordt aangegeven wanneer er wat besteld moet worden en waarin de afgesproken percentages van productafname zichtbaar zijn en verwerkt worden. Houdt hierbij rekening met de (on)mogelijkheden van XperIM.
2. Wat is de optimale bestelstrategie, geef concrete adviezen en implementeer deze in het instrument.
3. Wat is het besparingspotentieel (in termen van geld) als het voorraadbeheer verder geoptimaliseerd wordt?

1. Huidige situatie in het VUmc

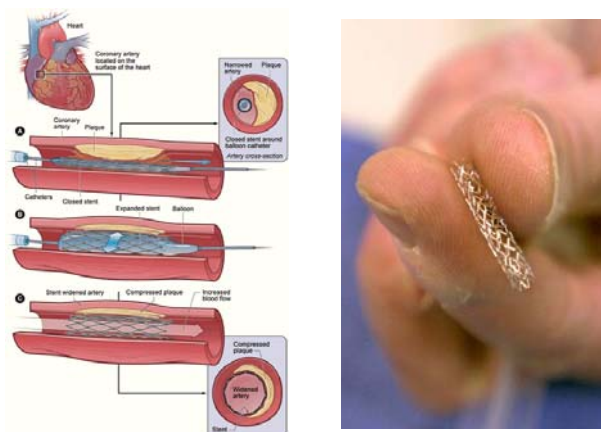
Voorafgaand aan de analyse van de huidige situatie zijn bezoeken gebracht aan verschillende afdelingen en personen binnen het VUmc. Zo is door ons allen een dotterprocedure, ook wel PCI (Percutane Coronaire Interventie) behandeling en/of een catheterisatie bijgewoond op één van de cathkamers. Daarnaast is in kleinere groepen de bestelprocedure en het LIFT-systeem waarin de bestellingen worden gedaan bekeken. Verder is er een bezoek gebracht aan de afdelingen inkoop en goederenontvangst.

1.1 Huidige situatie op afdeling Invasieve Cardiologie

Operationele hartcatheterisatiekamer

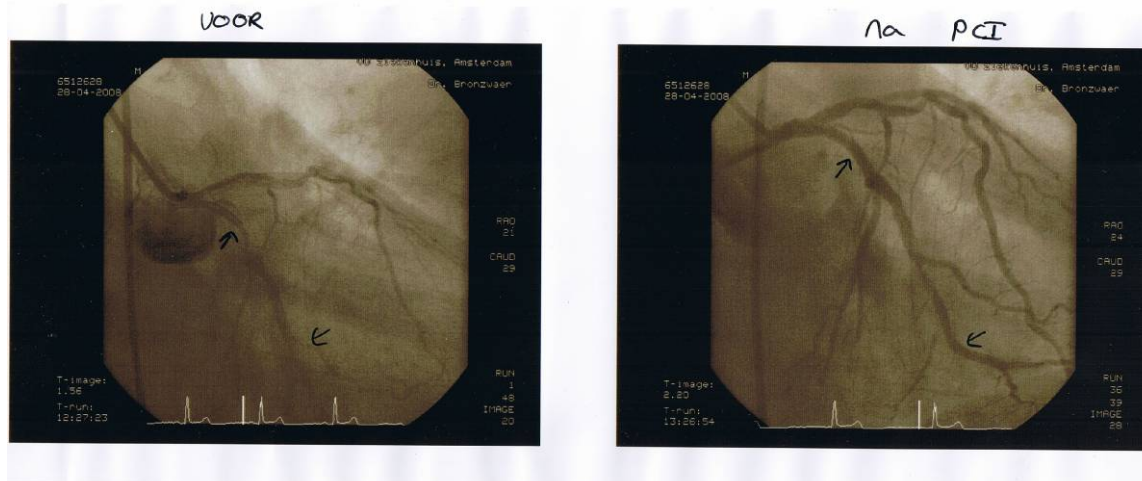
De afdeling Invasieve Cardiologie beschikt over twee operationele hartcatheterisatiekamers. Ook is er de beschikking over een derde hartcatheterisatiekamer met verouderde apparatuur waarvan in uitzonderlijke gevallen nog wel gebruik wordt gemaakt. Bijvoorbeeld bij bepaalde behandelingen die niet vaak uitgevoerd worden. Daarnaast wordt deze kamer gebruikt als opslagruimte voor reserve materiaal. De operationele kamers zijn opgedeeld in twee ruimtes. Een operationele ruimte, waar de interventie daadwerkelijk wordt uitgevoerd, en een ruimte achter een glazen wand, waar onder andere een interventielogboek wordt bijgehouden en waarvandaan wij hebben meegekeken met de interventie. Deze glazen wand beschermt tegen de röntgenstraling die bij de interventie wordt gebruikt om de situatie in de kransslagaderen van de patiënt goed in de gaten te houden. In de operationele ruimte worden ter bescherming loodschorten gedragen.

Tijdens een dotterprocedure worden vernauwingen in de kransslagaderen rond het hart met behulp van stents en ballonnen verholpen. Stents en ballonnen zijn er in verschillende maten. De juiste stent en ballon worden tijdens de interventie gekozen aan de hand van de diameter van het betreffende bloedvat en de lengte van de vernauwing. Door een catheter in de lies of in de pols worden de materialen ingebracht. De werking van de stents en ballonnen is te zien in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 2 De werking van stents en ballonnen

In beide ruimtes hangen beeldschermen waarop de hartslag, bloeddruk en röntgenbeelden van de patiënt af te lezen zijn. Daarnaast zijn in de operationele ruimte schermen beschikbaar waarop de röntgenbeelden op pauze kunnen worden gezet, zodat de situaties op verschillende momenten vergeleken kunnen worden. Op onderstaande afbeelding is te zien hoe de kransslagader er voor en na een interventie uitziet. De pijltjes op de afbeelding geven weer waar de stent respectievelijk ingebracht gaat worden en ingebracht is.



Afbeelding 3 Röntgenfoto vóór en ná een dotterprocedure

Meestal zijn er bij een interventie twee verpleegkundigen hartcatheterisatie en een cardioloog aanwezig. (In het vervolg zullen we met een verpleegkundige altijd een verpleegkundige hartcatheterisatie bedoelen.) Eén van de verpleegkundigen houdt onder andere het interventielogboek bij en geeft de benodigde materialen aan. De andere assisteert de cardioloog bij de interventie.

Overigens wordt dit interventielogboek aan het einde van een behandeling niet opgeslagen. Wel wordt het logboek uitgeprint en bewaard in het dossier van de behandelde patiënt.

's Nachts is er in principe niemand op de afdeling cardiologie aanwezig. Bij een spoedgeval worden er één verpleegkundige en één cardioloog opgeroepen. Zij krijgen een tracer mee naar huis en moeten bij een oproep zo snel mogelijk naar het ziekenhuis komen. Momenteel is men er mee bezig dit aantal uit te breiden naar twee verpleegkundigen en één cardioloog voor de nachtdienst.

De afdeling Cardiologie beschikt, naast twee operationele hartcatheterisatiekamers, ook over twee opslagruimtes. Hierin worden de materialen opgeslagen die gebruikt worden voor invasieve hartfunctieonderzoeken en (dotter)behandelingen. Er is één grote voorraadkamer waar de bestelde materialen via de goederenontvangst binnenkomen en een "voorraadkast" op de hartcatheterisatiekamer. Deze "voorraadkast", van waaruit materialen rechtstreeks worden gebruikt voor de behandeling van de patiënten, wordt bijgevuld vanuit de voorraadkamer.



Afbeelding 4 De voorraadkast op de hartcatheterisatiekamer

Er ligt momenteel een enorme hoeveelheid aan materiaal op de plank. Op 1 januari 2008 lag er voor 1,3 miljoen euro aan materiaal op de afdeling. In 2007 is er voor ruim 8 miljoen euro besteed aan de inkoop van materialen. In totaal gaat het om ruim 700 verschillende producten. De materialen die de meeste kosten met zich mee brengen zijn:

- Pacemakers
- ICD's (implanteerbare cardioverter-defibrillator)
- Ballonnen
- Stents
- DES (Drugs-eluting Stents)

De pacemakers zijn verantwoordelijk voor ongeveer 5 miljoen euro, dit is ruim 60% van het totale bestelbedrag. Er worden per jaar ongeveer 250 pacemakers geïmplant. Een pacemaker heeft een levensduur van ongeveer 5 jaar en wordt daarna vervangen. ICD's zijn veruit het meest kostbaar en zitten rond een prijs van 30.000 euro per stuk.

Een stent is een metalen buisje dat in een vat of kanaal in het lichaam van een patiënt wordt geplaatst, bijvoorbeeld in een bloedvat, met het doel om dit kanaal open te houden. Het buisje wordt in opgevouwen toestand in de patiënt aangebracht en wordt daarna tot de juiste grootte opgerekt door het opblazen van een ballonnetje. Omdat de diameter en de lengte van de vernauwingen per patiënt verschillen, zijn er stents in alle soorten en maten. De prijzen van deze stents variëren van 1200 euro tot 1500 euro. De drugs-eluting stents (DES) zijn stents met een medicatie en hebben daarom een veel kortere houdbaarheid dan de gewone stents.

1.2 Huidige bestelproces

Het huidige bestelproces is opgedeeld in twee delen: de bestellingen voor de voorraadkamer en kasten, en de bestellingen van de ICD's en pacemakers. In totaal zijn er ongeveer 12 verschillende soorten ICD's en pacemakers op voorraad, waarvan ongeveer drie per stuk. Het komt eigenlijk nooit voor dat een ICD of pacemaker niet op voorraad is en volgens de verpleegkundige die verantwoordelijk is voor dit deel van de bestellingen is het voorraadbeheer hiervan behoorlijk goed. Dit is voor ons een reden om ons hier niet in te verdiepen en ons te beperken tot de bestellingen voor de voorraadkamer en kasten.

Bestellen

Momenteel wordt er op de afdelingen cardiologie van het VUmc één maal per week besteld. In principe is er één verpleegkundige die de bestellingen plaatst, wanneer zij afwezig is wordt haar taak overgenomen door een vaste collega.

De verpleegkundige die verantwoordelijk is voor de bestellingen loopt elke maandagochtend alle kasten langs en bepaalt dan aan de hand van een eerder opgestelde lijst en haar kennis van het verbruik hoeveel er besteld moet worden. Van een aantal materialen wordt de huidige voorraad op het oog geschat -de la moet vol zijn-, van andere materialen wordt de voorraad nageteld. Het onderscheid hiertussen wordt gemaakt door de verpleegkundige die de bestellingen doet. De te bestellen hoeveelheden worden wekelijks handmatig ingevuld op de bestellijst. De eerder genoemde bestellijst is een aantal jaar geleden opgesteld. Bij het opstellen van deze lijst is voornamelijk uit gegaan van de ervaring van zowel artsen als assistenten om te bepalen hoeveel er van elk materiaal op de plank moet liggen.

Wanneer blijkt dat de voorraad van een bepaald materiaal niet (meer) voldoet, wordt deze bestellijst naar inzicht aangepast.

Wanneer alle materialen zijn nagelopen worden de bestellingen op de ingevulde lijst ingevoerd in de computer. De bestellingen worden sinds enige tijd elektronisch geplaatst via het ziekenhuisbrede *i*-procurement systeem van Oracle, het zogenaamde LIFT systeem, waar in het vervolg op teruggekomen zal worden.

Fiatteren

Vanwege het feit dat iedereen een maximum bestelbedrag toegewezen heeft gekregen kunnen geen oneindig grote bestellingen gedaan worden. Wanneer het maximumbedrag toch overschreden wordt moet de bestelling worden gefiatteerd door de volgende in de rang. Om een of andere reden kan de verpleegkundige geen orders groter dan €10.000 invoeren, dan loopt het systeem namelijk vast. Om dit probleem te omzeilen wordt de totale bestellijst opgedeeld in verschillende orders.

Zodra alle orders ingevoerd zijn in LIFT moeten deze worden goedgekeurd door een daarvoor bevoegd persoon. In dit geval het hoofd van de zorgeenheid, welke een hoger budget heeft dan de verpleegkundige. Zij opent daarvoor het LIFT systeem en krijgt in één oogopslag te zien voor welke orders een goedkeuring gevraagd is. Ze controleert of de bestellingen kloppen en als dit geval is drukt zij op de knop goedkeuren en wordt de order automatisch doorgestuurd naar de afdeling Inkoop.

Afdeling Inkoop

Zolang er geen nieuwe producten besteld zijn worden de orders van verschillende afdelingen dagelijks om 11 uur automatisch gebundeld en geplaatst bij de verschillende leveranciers. Dit betekent dat wanneer de verpleegkundige en het hoofd zorg eenheid ervoor zorgen dat de order voor 11 uur in het LIFT systeem staat en goedgekeurd is, de bestelling dus dezelfde dag nog geplaatst wordt. In principe zijn de bestelde materialen dan de volgende dag al binnen bij de goederenontvangst.

Wanneer er wel nieuwe producten besteld moeten worden moet er door de afdeling Inkoop een VU nummer aangemaakt worden. Dit gebeurt alleen als een product meer dan twee keer per jaar besteld gaat worden. De verpleegkundige voert in LIFT de gegevens van het nieuwe product in, waaronder de naam, leverancier en prijs van het product. Vervolgens wordt dit doorgegeven aan de afdeling Inkoop, die ervoor zorgt dat het product in LIFT wordt opgenomen en dus besteld kan worden via het systeem. Voor producten die slechts een enkele keer besteld worden is geen VU nummer nodig.

Aangezien er door de afdeling Inkoop prijsafspraken worden gemaakt met de verschillende leveranciers kan de prijs van een product in LIFT anders zijn dan de door de verpleegkundige oorspronkelijk ingevulde prijs. Gezien het feit dat de afdeling Inkoop dagelijks zeer grote hoeveelheden materialen voor het hele ziekenhuis afneemt bij de leveranciers worden er zelden extra vrachtkosten berekend op een bestelling. Echter wanneer er een spoedbestelling wordt geplaatst zal deze met een koerier moeten worden geleverd wat wel de nodige kosten met zich meebrengt. In geval van een spoedorder geldt, voor 15:00 uur besteld betekent voor 09:00 uur de volgende dag in huis. Voor de afdeling Inkoop betekent dit extra werk, omdat de order nu handmatig bij de leverancier moet worden geplaatst.

Goederen ontvangst

Bestelde producten worden door de leverancier afgeleverd bij de afdeling Goederenontvangst van het ziekenhuis. Daar wordt een 'interne geleidebon goederenontvangst' gemaakt, welke de producten naar hun bestemming in het ziekenhuis volgt en aan de hand waarvan bijgehouden wordt of producten op de juiste afdeling aankomen. Verder worden de binnengekomen goederen gesorteerd naar afdeling. Zo worden er bijvoorbeeld bepaalde artikelen door verschillende afdelingen besteld en moet de binnengekomen hoeveelheid verdeeld worden of bevatten sommige orders van een leverancier producten voor verschillende afdelingen.

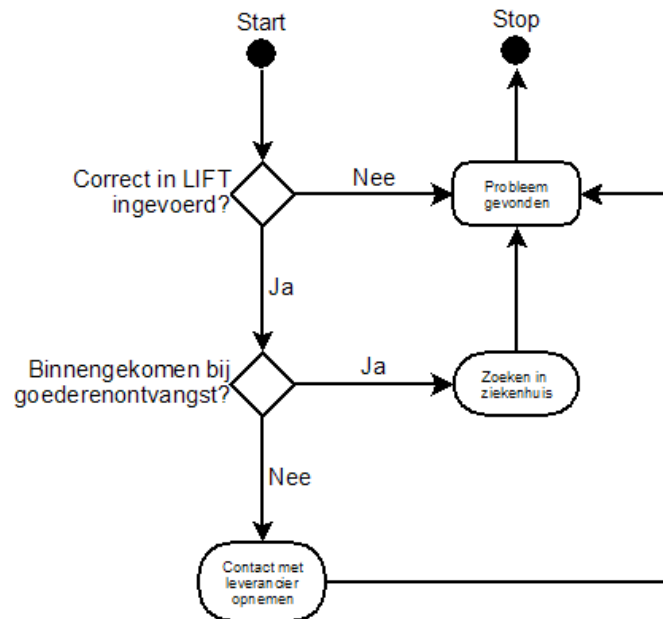
De afdeling transport zorgt ervoor dat de goederen op de juiste afdeling terecht komen.

Ontvangen

Wanneer de goederen binnen zijn op de afdeling cardiologie worden ze neergezet in de voorraadkamer. Zodra er tijd is worden de dozen uitgepakt en wordt aan de hand van de "interne geleidebon goederenontvangst" gecontroleerd of de inhoud op de bon ook daadwerkelijk in de verpakking zit. Bij ieder goederenpakket zijn twee van deze bonnen geleverd. De gecontroleerde bonnen worden afgetekend en vervolgens wordt één van beide bonnen opgehangen voor de afdeling goederenontvangst, en de andere bon gaat naar de verpleegkundige die de bestellingen plaatst. Wanneer een ontvangen pakket niet overeenkomt met wat op de geleidebon staat wordt er een aantekening gemaakt op de bon. Echter wanneer goederen arriveren zonder geleidebon worden deze gewoon opgeborgen, maar wordt hier verder geen notie van gegeven.

Controleren

De verpleegkundige controleert voordat zij aan de nieuwe bestelling begint eerst aan de hand van de geleidebonnen of alle bestellingen van de voorgaande week ook daadwerkelijk ontvangen zijn. Zij tekent dit af op de bestellijst en markeert de missende producten. Mocht zij weten dat de levertijd van de desbetreffende producten langer is dan een week of zij een ander bericht heeft gehad over de vertraagde levering maakt zij zich geen zorgen. In elk ander geval gaat zij uitzoeken waar het mis is gegaan.



Afbeelding 5 Het opsporen van "verdwenen" producten

1.3 Gebruikte informatiesystemen

LIFT: Het *i*-procurement systeem van Oracle

Het *i*-procurement systeem van Oracle, ook wel LIFT genoemd, wordt door alle afdelingen in het ziekenhuis gebruikt voor het plaatsen van bestellingen. Een bestelling plaatsen in het LIFT systeem werkt op een manier vergelijkbaar aan een webwinkel. Elk product heeft een uniek VU nummer waarmee het product binnen de database opgezocht kan worden. De verpleegkundige die de bestellingen doet zoekt een product, geeft het aantal dat besteld moet worden op en plaatst deze bestelling in de winkelwagen. Bij het invoeren van het aantal moet goed opgelet worden of het artikel per stuk of in grotere hoeveelheden wordt besteld. Wanneer zij klaar is met een order wordt de winkelwagen afgerekend. Vervolgens krijgt zij een aanvraagnummer toegewezen en kan doorgedaan worden met het bestellen van de volgende order. Het aanvraag nummer wordt genoteerd op de bestellijst. Aan de hand van dit nummer kan gecontroleerd worden of de juiste bestelling is afgeleverd.

Philips Xper Information Management (XperIM)

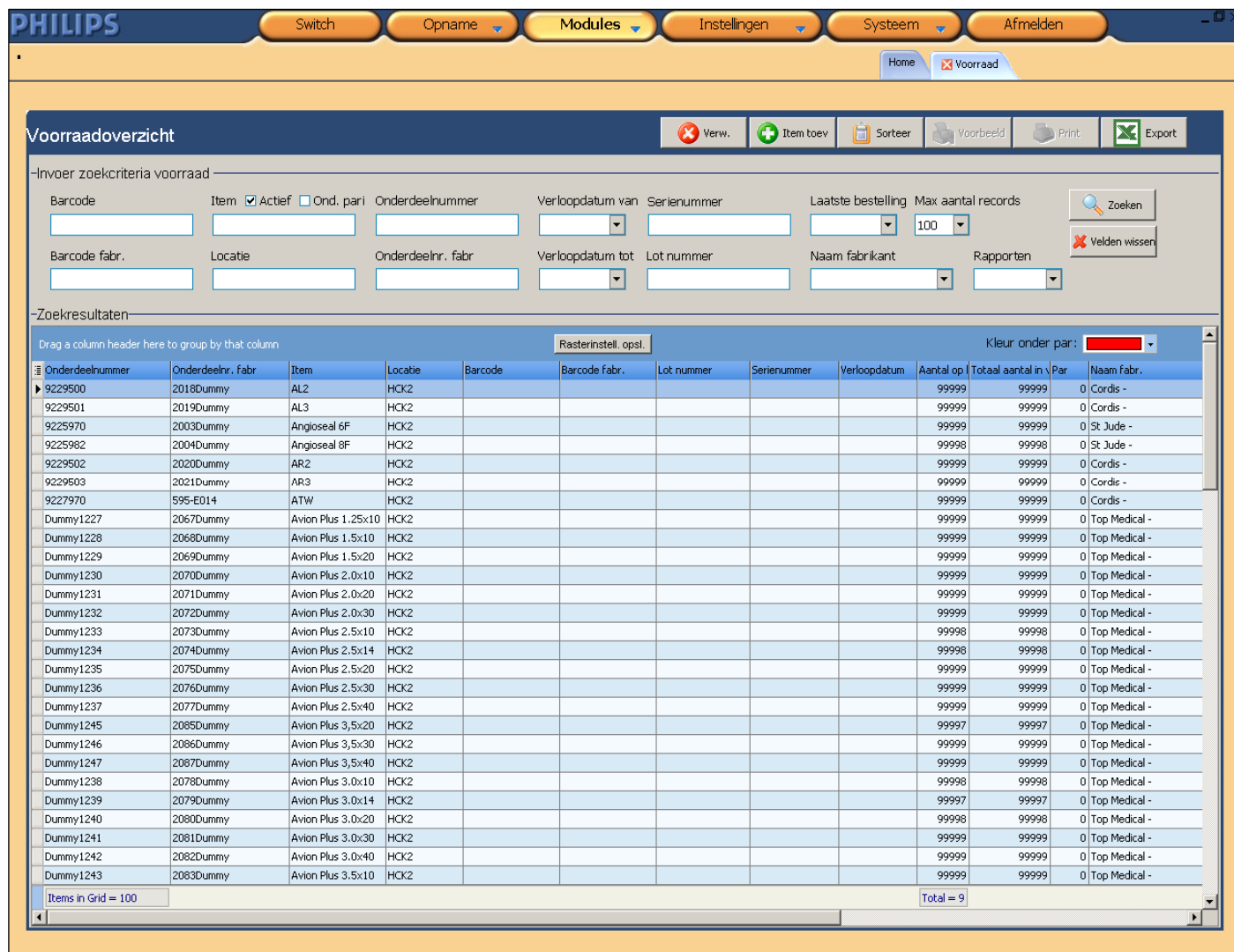
XperIM is een cardiovasculaire workflow oplossing van Philips. De productreeks bestaat uit ondermeer physiomonitoring technologie, rapportering, beeldoverzicht, het plannen, inventaris en intelligent gegevensbeheer voor cardiovasculaire behandelruimtes.

Op dit moment draait er binnen het VUmc een proef waarbij XperIM getest gaat worden op de cath-kamers. Voor de voorraadproblematiek zou voornamelijk de voorraadbeheermodule van XperIM een positieve rol kunnen spelen. De functionaliteiten van de verschillende modules zullen toegelicht worden aan de hand van een aantal schermafdrucken van het systeem.

Voorraadoverzicht

In dit frame zijn invoer zoekcriteria beschikbaar waarmee de gebruiker het benodigde product kan zoeken aan de hand van de meegegeven invoer:

- Onderdeelnummer
- Fabrikant
- Barcode
- Verloopdatum (van/tot)



Voorraadoverzicht

Invoer zoekcriteria voorraad

Barcode: Item: Actief Ond. pari Onderdeelnummer: Verloopdatum van: Serienummer: Laatste bestelling: Max aantal records: 100

Barcode fabr.: Locatie: Onderdeelnr. fabr.: Verloopdatum tot: Lot nummer: Naam fabrikant: Rapporten:

Zoekresultaten

Drag a column header here to group by that column

Onderdeelnummer	Onderdeelnr. fabr	Item	Locatie	Barcode	Barcode fabr.	Lot nummer	Serienummer	Verloopdatum	Aantal op	Totaal aantal in	Par	Naam fabr.
9229500	2018Dummy	AL2	HCK2						99999	99999	0	Cordis -
9229501	2019Dummy	AL3	HCK2						99999	99999	0	Cordis -
9225970	2003Dummy	Angioseal 6F	HCK2						99999	99999	0	St Jude -
9225982	2004Dummy	Angioseal 8F	HCK2						99998	99998	0	St Jude -
9229502	2020Dummy	AR2	HCK2						99999	99999	0	Cordis -
9229503	2021Dummy	AR3	HCK2						99999	99999	0	Cordis -
9227970	595-E014	ATW	HCK2						99999	99999	0	Cordis -
Dummy1227	2067Dummy	Avion Plus 1.25x10	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1228	2068Dummy	Avion Plus 1.5x10	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1229	2069Dummy	Avion Plus 1.5x20	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1230	2070Dummy	Avion Plus 2.0x10	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1231	2071Dummy	Avion Plus 2.0x20	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1232	2072Dummy	Avion Plus 2.0x30	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1233	2073Dummy	Avion Plus 2.5x10	HCK2						99998	99998	0	Top Medical -
Dummy1234	2074Dummy	Avion Plus 2.5x14	HCK2						99998	99998	0	Top Medical -
Dummy1235	2075Dummy	Avion Plus 2.5x20	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1236	2076Dummy	Avion Plus 2.5x30	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1237	2077Dummy	Avion Plus 2.5x40	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1245	2085Dummy	Avion Plus 3,5x20	HCK2						99997	99997	0	Top Medical -
Dummy1246	2086Dummy	Avion Plus 3,5x30	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1247	2087Dummy	Avion Plus 3,5x40	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1238	2078Dummy	Avion Plus 3.0x10	HCK2						99998	99998	0	Top Medical -
Dummy1239	2079Dummy	Avion Plus 3.0x14	HCK2						99997	99997	0	Top Medical -
Dummy1240	2080Dummy	Avion Plus 3.0x20	HCK2						99998	99998	0	Top Medical -
Dummy1241	2081Dummy	Avion Plus 3.0x30	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1242	2082Dummy	Avion Plus 3.0x40	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -
Dummy1243	2083Dummy	Avion Plus 3.5x10	HCK2						99999	99999	0	Top Medical -

Items in Grid = 100 Total = 9

Afbeelding 6 Voorraadoverzicht module in XperIM

Verder is er een Rapportage mogelijkheid met vier categorieën:

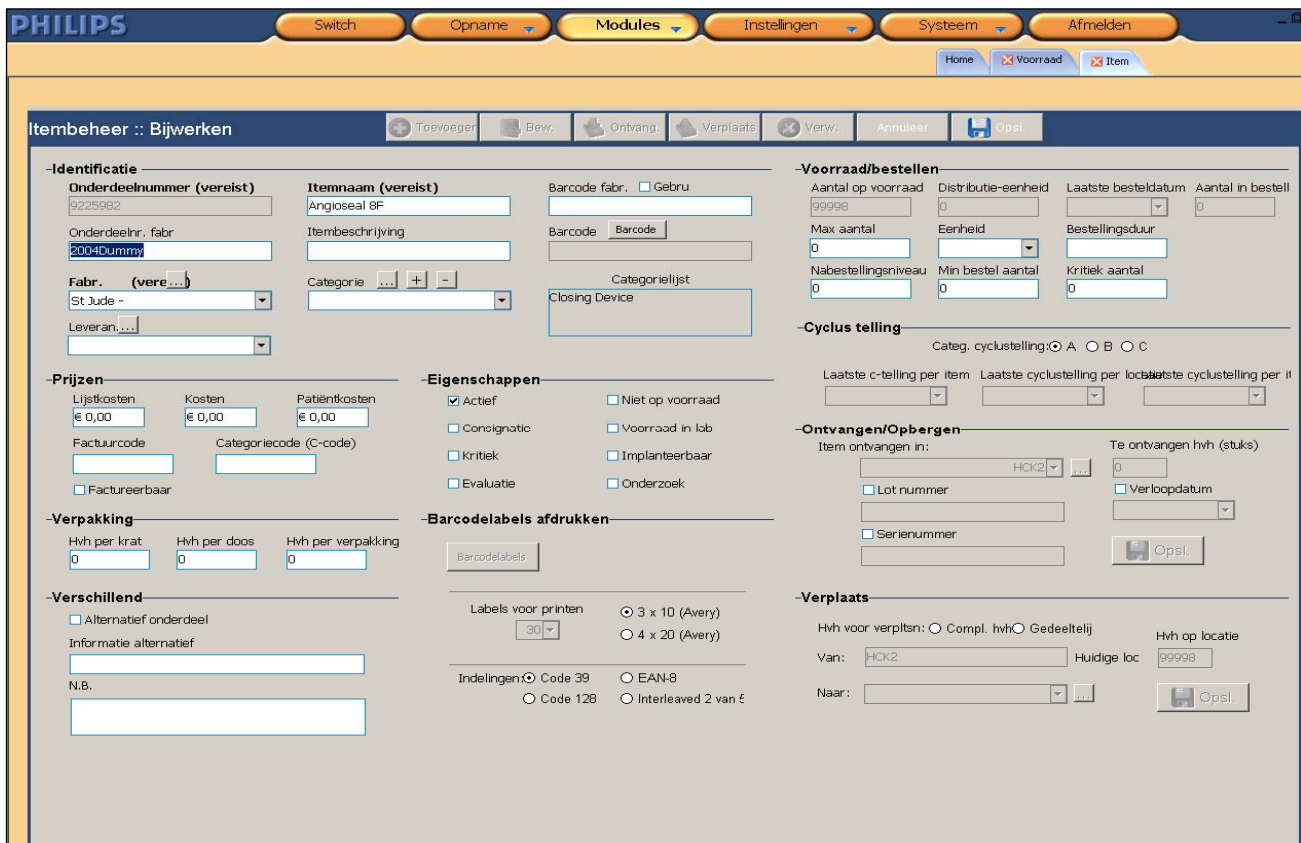
- **All items:** alle artikelen
- **Below par:** artikelen die onder de minimum voorraad zitten
- **Location inv:** op welke afdeling bevinden de artikelen zich
- **Exp aging:** artikelen met een houdbaarheidsdatum hebben

Deze categorieën kunnen gebruikt worden bij het maken van bijvoorbeeld bestellijsten (Below par).

Item beheer

In dit frame heeft de gebruiker inzage in alle producteigenschappen en kan hij deze ook bewerken. Voorbeelden van de producteigenschappen zijn:

- Naam van het product
- Productnummers
- Fabrikant
- Leverancier
- Categorie
- Prijzen
- Maximum aantal.
- Nabestellingsniveau
- Bestellingsduur
- Verpakking
- Cyclustelling: De voorraad moet met de hand ingevoerd worden. Het kan dus voorkomen dat er verkeerd geteld wordt of artikelen over het hoofd gezien worden. Daarom moet er regelmatig geteld worden. Producten worden daarom in 3 klassen onderverdeeld: A, B, C. Deze klassen zijn zelf in te stellen, bijvoorbeeld:
 - o A = 6x per jaar tellen
 - o B = 2x p.j. tellen
 - o C = 1x p.j. tellen



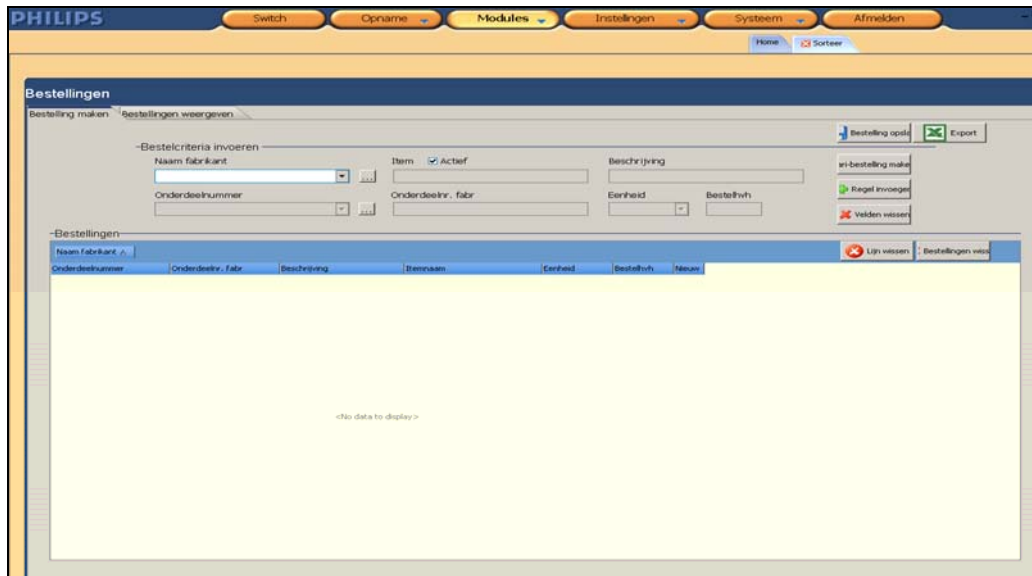
The screenshot shows the 'Itembeheer :: Bijwerken' (Item Management :: Edit) interface. It features a top navigation bar with buttons for 'Switch', 'Opname', 'Modules', 'Instellingen', 'Systeem', and 'Afmelden'. Below this is a sub-navigation bar with 'Home', 'Voorraad', and 'Item'. The main content area is divided into several sections:

- Identificatie:** Fields for 'Onderdeelnummer (vereist)' (9225982), 'Itemnaam (vereist)' (Angioseal 8F), 'Barcode fabr.' (with 'Gebru' checkbox), 'Onderdeelnr. fabr.' (2004Dummy), 'Itembeschrijving', 'Barcode' (Barcode), 'Fabr. (vereist)' (St Jude), 'Categorie' (with '+', '-' buttons), 'Categorielijst', and 'Leveran...'.
- Prijzen:** Fields for 'Lijstkosten' (€ 0,00), 'Kosten' (€ 0,00), 'Patiëntkosten' (€ 0,00), 'Factuurcode', and 'Categoriecode (C-code)'. A 'Factureerbaar' checkbox is also present.
- Verpakking:** Fields for 'Hvh per krat', 'Hvh per doos', and 'Hvh per verpakking', all set to 0.
- Verschillend:** A checkbox for 'Alternatief onderdeel' and a text field for 'Informatie alternatief'. An 'N.B.' field is also present.
- Eigenschappen:** A 'Actief' checkbox is checked. Other options include 'Niet op voorraad', 'Consignatie', 'Voorraad in lab', 'Kritiek', 'Implanteerbaar', 'Evaluatie', and 'Onderzoek'.
- Barcodelabels afdrukken:** A 'Barcodelabels' button and options for 'Labels voor printen' (30) and 'Indelingen' (Code 39, EAN-8, Code 128, Interleaved 2 van €).
- Voorraad/bestellen:** Fields for 'Aantal op voorraad' (9998), 'Distributie-eenheid' (0), 'Laatste besteldatum', 'Aantal in bestel', 'Max aantal', 'Eenheid', 'Bestellingsduur', 'Nabestellingsniveau', 'Min bestel aantal', and 'Kritiek aantal'.
- Cyclus telling:** Radio buttons for 'Categ. cyclustelling' (A, B, C) and fields for 'Laatste c-telling per item', 'Laatste cyclustelling per locatie', and 'Laatste cyclustelling per it'.
- Ontvangen/Opbergen:** Fields for 'Item ontvangen in:' (HCK2), 'Te ontvangen hvh (stuks)' (0), 'Lot nummer', 'Verloopdatum', and 'Serienummer'. An 'Opsl.' button is also present.
- Verplaats:** Fields for 'Hvh voor verpltsn:' (Comp. hvh, Gedeeltelij), 'Hvh op locatie', 'Van:' (HCK2), 'Huidige loc' (9998), and 'Naar:'.

Afbeelding 7 Itembeheer module in XperIM

Bestellingen

In dit frame kan de gebruiker een bestelling maken en deze exporteren naar Excel.

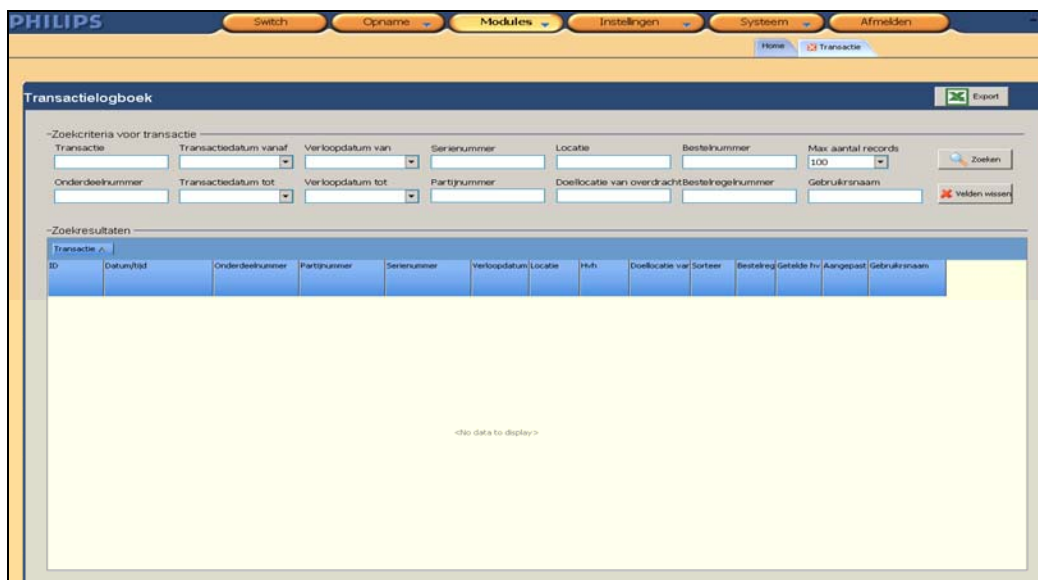


Afbeelding 8 Bestelmodule in XperIM

Transactielogboek

In het transactielogboek kan de complete transactie geschiedenis worden bekeken. Transacties kunnen worden geselecteerd op zoekcriteria als:

- Transactiedatum
- Onderdeelnummer
- Bestelnummer
- Gebruikersnaam



Afbeelding 9 Transactielogboek in XperIM

Analyse:

	Positief	Negatief
Philips XperIM	<ul style="list-style-type: none"> - stabiele software. - duidelijk voorraadbeheer. - gebruiksvriendelijk. - feedback mogelijk. - informatiestructuur is goed. - goed inzicht in voorraden. - snel en eenvoudig genereren van overzicht met te bestellen producten. 	<ul style="list-style-type: none"> - het systeem beschikt niet over daadwerkelijke bestelfunctionaliteit (wel mogelijk om een bestelling te genereren, maar niet om deze door te sturen naar de leverancier). - koppeling met LIFT is voorlopig niet mogelijk vanwege de verschillende beveiligingslagen.

Tabel 1 Analyse van het Philips XperIm systeem

Alternatieven voor XperIM

Het Onze Lieve Vrouwe Gasthuis (OLVG) heeft op de hartcatheterisatiekamers Omnicell-kasten. Elke medewerker heeft een eigen inlogcode voor de kasten. De producten zijn voorzien van streepjescode. Om producten in de kasten te plaatsen of ze er uit te halen moet er worden ingelogd. Hierbij worden de producten langs een barcode scanner gehaald, zodat de voorraad in het systeem automatisch wordt bijgewerkt. Vanuit de centrale systeemdatabank kunnen bestellingen worden gedaan via internet.

Volgens medewerkers van het ziekenhuis werkt dit echter niet goed, omdat je elke keer moet inloggen om de kasten open te kunnen maken, wat vooral vervelend is bij spoedgevallen. Het gebruik van de Omnicell-kasten blijkt in de praktijk dus een negatieve invloed op de workflow te hebben.

2. Problemen in de huidige situatie

2.1 Hoge kosten als gevolg van te grote voorraden

Het afgelopen jaar is er voor ongeveer 100.000 euro aan beperkt houdbare materialen verloren gegaan. Dit is een aanzienlijk bedrag als men weet dat er in totaal voor ruim 8 miljoen is besteed. Zeker wanneer men bedenkt dat van die 8 miljoen ongeveer 5 miljoen is uitgegeven aan pacemakers en ICD's die eigenlijk niet of nauwelijks worden weggegooid. Het grote probleem zit hem in de stents, en dan in het bijzonder de drug eluting stents, en de ballonnen. Terugkomend op de 8 miljoen euro die in totaal is uitgegeven in 2007, waarvan 5 miljoen euro voor Pacemakers gebruikt is, komen we op een bedrag van ongeveer 3 miljoen euro voor de overige materialen waarvan dus 100.000 euro verloren is gegaan. Dit is ruim 3 procent van het bestelbedrag dat niet besteed is aan pacemakers is.

Een andere oorzaak van het probleem dat er te veel materiaal op de plank ligt is het feit dat er veel gewerkt wordt met studiemateriaal. In de Cardiologie gaat de ontwikkeling van producten razendsnel en er komen dan ook steeds nieuwe en betere materialen op de markt die getest moeten worden voordat ze in gebruik zullen worden genomen. Pas vlak voor aanvang van de behandeling wordt bepaald of er gebruik gemaakt gaat worden van studiemateriaal. Studiemateriaal wordt gebruikt in plaats van de bestaande voorraad, waardoor er tijdens een studieperiode minder gebruik gemaakt wordt van bepaalde materialen uit de voorraad en er dus meer op de plank blijft liggen. Bovendien is het door onregelmatig gebruik van de studiematerialen lastig hier bij het bestellen rekening mee te houden.

2.2 Misgrijpen als gevolg van het ontbreken van een duidelijke bestelstrategie

Ondanks de grote voorraden wordt wekelijks toch 2 á 3 keer per week misgegrepen tijdens een interventie. Bij 60 behandelingen per week komt dit neer op een percentage van 3 tot 5 procent. Misgrijpen gebeurt voornamelijk bij ballonnen en stents. Bij misgrijpen wordt een stent met vergelijkbare maten gebruikt. Dit is echter niet efficiënt.

Om het misgrijpen zo veel mogelijk te beperken kan een spoedbestelling geplaatst worden zodra een bepaalde maat op een of andere manier plotseling heel veel gebruikt wordt, zodat het materiaal in ieder geval de volgende dag weer aanwezig is.

2.3 Producten 'verdwijnen'

Momenteel laat de voorraadadministratie nogal wat te wensen over. Op bestellijsten wordt bijgehouden welke producten wekelijks besteld zijn, welke opgenomen zijn in de voorraad en welke nog binnen moeten komen. Daarnaast wordt er tijdens procedure een logboek bijgehouden, waarin de gebruikte materialen worden vermeld. Dit logboek wordt echter aan het eind van een procedure niet voor voorraadbeheer opgeslagen, maar alleen uitgeprint voor het dossier van de patiënt.

Er is een tijdje geprobeerd de voorraad bij te houden aan de hand van de verbruikte producten en aan de hand hiervan de bestellingen te doen. In de praktijk bleek dit helaas niet te werken, er is nog nooit zo vaak misgegrepen als in die periode. De voornaamste reden hiervan was het niet consequent bijhouden van verbruikte materialen. Het is natuurlijk

logisch dat tijdens een (spoed)interventie het opschrijven van de gebruikte materialen niet de hoogste prioriteit heeft, waardoor het in de haast nogal eens vergeten wordt, of achteraf niet meer precies achterhaald kan worden welke materialen er gebruikt zijn. Mede hierdoor kwam het regelmatig voor dat aan het einde van de dag de administratie niet helemaal klopte en er dus niet correct werd besteld.

2.4 Producten moeten worden weggegooid als de houdbaarheidsdatum overschreden is

Op de afdeling Invasieve Cardiologie wordt veel gewerkt met producten met een houdbaarheid. Deze houdbaarheid verschilt van enkele maanden tot enkele jaren. Er zijn enkele producten, waaronder de des-stent, die lang niet altijd binnen deze periode gebruikt worden en dus weggegooid moeten worden. De kosten van het weggooien lopen op tot ongeveer 100.000 euro per jaar!

Hoewel bij het aanvullen van de voorraad gewerkt wordt volgens het FIFO-principe, First in - first out, komt het geregeld voor dat de houdbaarheidsdatum van producten overschreden wordt. Uit ervaring blijkt dat producten die later op de afdeling worden afgeleverd, niet automatisch ook een houdbaarheidsdatum hebben die verder in de toekomst ligt.

2.5 Vertraging bij de bestelling van goederen door het gebruikte LIFT-systeem van VUmc

Een in het LIFT-systeem ingevoerde bestelling kan op een aantal verschillende manieren vertraging oplopen.

1. *Van een te bestellen product bestaat nog geen VU-nummer*

Wanneer er nieuwe producten besteld moeten worden moet er door de afdeling inkoop een VU nummer aangemaakt worden. Dit gebeurt alleen als een product meer dan twee keer per jaar besteld gaat worden. In LIFT worden de gegevens van het nieuwe product ingevoerd, waaronder de naam, leverancier en prijs van het product. Vervolgens wordt dit doorgegeven aan de afdeling inkoop en deze zorgt ervoor dat het product in LIFT wordt opgenomen en dus besteld kan worden via het systeem. Dit kan enige tijd duren, vanwege personeelstekorten en het maken van prijsafspraken.

2. *De ingevoerde orders moeten worden goedgekeurd*

Na het invoeren van de bestelling moet de order goedgekeurd worden door een daarvoor bevoegde persoon. Het bedrag dat aan orders kan worden besteed is per functiegroep verschillend.

Mocht het maximum bedrag overschreden worden, dan wordt de order na goedkeuring automatisch doorgestuurd naar iemand in een functiegroep met een hoger budget. Dit kan voorkomen worden door de bestelling op te delen in meerdere kleine orders.

3. *Ingevoerde orders 'verdwijnen' op onverklaarbare wijze*

Hoewel de verpleegkundige die de bestellingen van de afdeling Invasieve Cardiologie plaatst geen budget heeft, kan zij geen orders invoeren met een totaalbedrag groter dan 10.000 euro. Doet zij dit wel dan kan het gebeuren dat een order op onverklaarbare wijze uit het systeem verdwijnt, of in ieder geval nooit bij de leverancier aankomt en dus nooit besteld wordt.

2.6 Er moet rekening gehouden worden met gemaakte afspraken met diverse firma's

Er worden zowel door de cardiologen op de afdeling Invasieve Cardiologie als door de afdeling Inkoop afspraken gemaakt met leveranciers van producten.

De afdeling Inkoop maakt deze prijsafspraken met alle leveranciers waarbij door het ziekenhuis producten besteld worden. Deze prijsafspraken worden per artikel gemaakt of zijn gebaseerd op het totaal door de leverancier gefactureerde bedrag van het afgelopen jaar.

Bij de afspraken door cardiologen moet gedacht worden aan een afspraak over het bestellen van een bepaald percentage van het totaal te gebruiken materiaal bij een bepaalde leverancier. Bijvoorbeeld: "We bestellen 70 procent van de dit jaar te gebruiken stents bij leverancier A en 30 procent bij leverancier B."

3. Modellen

3.1 Voorraadmodel

In de logistiek streeft men naar minimale kosten bij een gegeven service level of omgekeerd naar een maximaal service level bij gegeven (maximale) kosten.

Om een hoog service level te behalen zou men er voor kunnen zorgen dat er van alle producten altijd een ruime voorraad aanwezig is. Met een streefniveau van enkele malen de gemiddelde vraag gedurende de leadtime (de tijd tussen bestellen en ontvangen van het bestelde product) zal men nauwelijks te maken krijgen met tekorten. Dit kan echter tot hoge voorraadkosten leiden. De efficiëntie kan worden verhoogd door het voorraadmodel zorgvuldig te kiezen. Aan de hand van de te verwachten vraag en de leadtime van het product kan berekend worden welke voorraad het beste aan gehouden kan worden, bij welke hoeveelheid er besteld moet worden, en hoeveel er besteld moet worden.

Wanneer de vraag naar een product constant is, wordt het orderpunt bepaald door de totale constante vraag gedurende de leadtime. In de realiteit is er vaak sprake van zowel een variabele vraag als een variabele leadtime, waardoor men naast de normale voorraad ook een veiligheidsvoorraad zal moeten overwegen. Een afweging moeten worden gemaakt tussen de voorraadkosten en het service level (de kans dat een bepaald product in voorraad is). De variantie van de vraag kan in de praktijk berekend worden aan de hand van cijfers van een periode in het verleden. De variantie van de leadtime is vaak lastiger te berekenen, vooral wanneer er producten zijn die slechts enkele keren per jaar worden besteld, zodat er geen betrouwbare variantie berekend kan worden.

Bij het opstellen van een voorraadmodel is het gebruik van betrouwbare data van groot belang. Door in de berekening van de veiligheidsformule gebruik te maken van de varianties in vraag en leadtime zal de veiligheidsvoorraad stijgen, tegelijkertijd zal ook de betrouwbaarheid van de berekende veiligheidsvoorraad toenemen.

Een veiligheidsvoorraad kan met onderstaande formule berekend worden:

$$VV = k \sqrt{\sigma_D^2 G_{LT} + \sigma_{LT}^2 G_D^2}$$

Waarbij:

G_{LT} is de gemiddelde levertijd in dagen

G_D^2 is het kwadratisch gemiddelde van de vraag per dag (#items/per dag)²

σ_D^2 is de variantie van de vraag

σ_{LT}^2 is de variantie van de levertijd

k is de veiligheidsfactor en wordt bepaald aan de hand van de normale verdelingstabel (zie bijlage 5)

Wat opvalt bij deze formule, is de asymmetrische structuur onder het wortelteken. De vraag die vaak gesteld wordt, is waarom de gemiddelde vraag in het kwadraat genomen wordt, terwijl dit bij de gemiddelde levertijd niet het geval is. Dit heeft te maken met de vraag gedurende de levertijd. Door gebruik te maken van deze formule wordt de vraag van verschillende maanden niet als dezelfde gezien, maar kan een maand met een kleine vraag een maand met een grote vraag compenseren.

3.2 Bestelmodel

Theoretische modellen

In de literatuur staan talloze bestelstrategieën in modelvorm beschreven. Het doel van deze modellen is over het algemeen het minimaliseren van de kosten binnen een gegeven service level. Vanzelfsprekend is een hoog service level in een ziekenhuis van groot belang. Echter zal een hoger service level ook hogere kosten met zich meebrengen. Daarnaast is ook de leveringsfrequentie een belangrijk aspect voor de bestelstrategie en de grootte van de voorraad. In de bestelstrategieën spelen het bestelmoment en de bestelhoeveelheid een belangrijke rol. Onderstaande tabel geeft een aantal verschillende bestelmodellen weer, die gebruikt kunnen worden.

Bestelmodel	Bestelmoment	Bestelhoeveelheid
(R,Q)	vast	vast
(R,S)	vast	variabel
(S,Q)	variabel	vast
(s,S)	variabel	variabel

Tabel 2 Verschillende enkelvoudige bestelmodellen

Waarin:

- R is een vaste periodelengte waarna er besteld kan worden
- s is het bestelniveau wat aangeeft bij welk voorraadniveau besteld moet worden
- Q is de bestelhoeveelheid (nQ is n maal een bestelhoeveelheid)
- S is de bovengrens tot waar besteld wordt

In onderstaande tabel is te zien hoe deze verschillende enkelvoudige bestelmodellen gecombineerd kunnen worden.

Enkelvoudige modellen	Combinatiemodellen
(R,nQ),(s,nQ)	$(R,nQ) + (s,nQ) = (R,s,nQ)$
(R,S),(s,S)	$(R,S) + (s,S) = (R,s,S)$

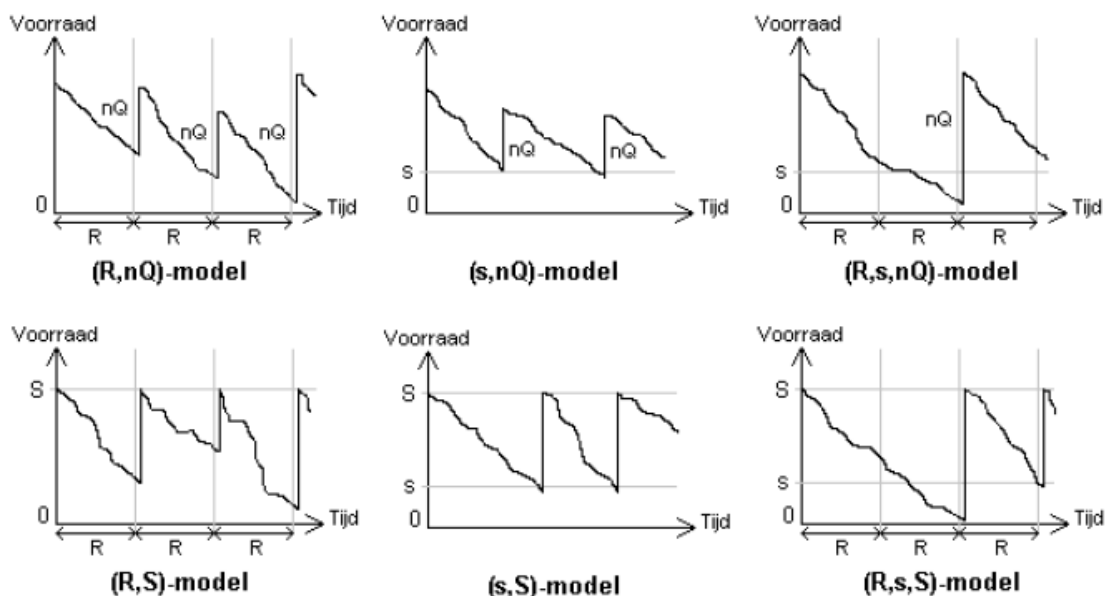
Tabel 3 Combinatiemodellen

Hieronder zijn alle modellen samengevat:

Model	Omschrijving
(R,nQ)	Na een vaste periode van R tijdseenheden wordt de voorraad aangevuld met Q eenheden of een veelvoud n van Q eenheden.
(s,nQ)	Zodra het voorraadniveau op of onder het bestelniveau s komt, wordt de voorraad aangevuld met de bestelhoeveelheid van Q eenheden of een veelvoud n van Q eenheden
(R,s,nQ)	Na een vaste periode van R tijdseenheden wordt gekeken of de voorraad van een artikel tot of onder bestelniveau s is gedaald. Als dit het geval is dan wordt een bestelling van Q eenheden, of een veelvoud n van Q eenheden, gedaan.
(R,S)	Na een vaste periode van R tijdseenheden wordt de voorraad aangevuld tot het maximumniveau S.
(s,S)	Wanneer de voorraad op of onder bestelniveau s komt, wordt de voorraad aangevuld tot het maximumniveau S. De bestelhoeveelheid is het verschil tussen S en het voorraadniveau op het bestelmoment.
(R,s,S)	Met een tusseninterval van R periodes wordt er gecontroleerd wanneer de voorraad van een artikel op of onder het bestelniveau s ligt en aangevuld kan worden tot het maximumniveau S.

Tabel 4 Samenvatting bestelmodellen

In Afbeelding 10 staan schetsen van verschillende bestelmodellen om een visuele voorstelling te kunnen maken.



Afbeelding 10 Schetsen van verschillende bestelmodellen

Het huidige model op de afdeling Invasieve Cardiologie in het VUmc

In §1.2 is het huidige bestelproces uitgebreid beschreven. In de huidige situatie wordt besteld volgens een soort van (R,s) -model. Er wordt momenteel eenmaal per week besteld. Wanneer het voorraadniveau van een product onder het bestelniveau s zakt, wordt er bijbesteld tot aan dit niveau. In bepaalde gevallen wordt er soms meer besteld als wordt verwacht dat het betreffende product op korte termijn meer verbruikt wordt. Elk product heeft een vaste bestelhoeveelheid, er kan bijvoorbeeld per stuk, per vijf stuks of per doos besteld worden. Het kan dus gebeuren dat het niet mogelijk is om precies tot de veiligheidsvoorraad, die doorgaans gelijk is aan het bestelniveau, aan te vullen in verband met een verplichte minimum bestelgrootte. In dit geval wordt de veiligheidsvoorraad overschreden onder het motto "beter te veel dan te weinig".

Het verbruik van de materialen is moeilijk te voorspellen. Het kan dan ook voorkomen dat een bepaald product in een bepaalde week veel meer dan gemiddeld gebruikt wordt en dus op een gegeven moment niet meer op voorraad is. Er kan dan een spoedbestelling worden geplaatst.

Een verbeterde situatie

Het in onze optiek meest geschikte model is een (s,S) -model, waarbij direct besteld wordt zodra voorraadniveau op of onder het bestelniveau komt. Een ander geschikt model is een (R,S) -model, dat het aantal keer misgrijpen tot een minimum zou moeten kunnen beperken. In dit model wordt elk artikel tot de maximumcapaciteit bevoorraad bij een bestelmoment. Dit zal echter leiden tot grote voorraden, met onnodig hoge kosten tot gevolg. Bovendien zullen veel producten de houdbaarheidsdatum overschrijden en weggegooid moeten worden.

Aangezien het niet mogelijk is het voorraadniveau continu in de gaten te houden en het gewenst is de kosten te minimaliseren, is het realistischer gebruik te maken van een combinatie van het (s,S) en het (R,S) model, namelijk een (R,s,S) -model. Hierin wordt gebruikt gemaakt van een vooraf vastgestelde periode R , een bestelniveau s en een maximumniveau S .

Het maximumniveau S , ook wel streep punt genoemd, stellen we hierbij gelijk aan de veiligheidsvoorraad (zoals beschreven in hoofdstuk 3.1) met daaraan toegevoegd de gemiddelde levertijd in dagen maal het gemiddelde verbruik per dag. (Deze gemiddelde levertijd is overigens een kwantiel van alle bekende levertijden geordend op toenemende lengte.)

Het bestelniveau s , ook wel orderpunt genoemd, berekenen we door een deel van het streep punt af te trekken. Hoe hoger het service level, hoe kleiner dit deel doorgaans is en dus hoe dichter het orderpunt bij het streefniveau ligt.

4. Simulatie

Om de huidige strategie met nieuwe strategieën te kunnen vergelijken, hebben we gebruik gemaakt van simulatie. Deze simulatie bootst het bestelproces na voor verschillende voorraadmodellen en parameters. Hiervan worden vervolgens de prestaties berekend, zoals het service level en de gemiddelde waarde van voorraad op de plank.

Bij het modelleren van het bestelproces wordt een aantal vereenvoudigingen gebruikt:

- Bestellingen komen binnen en worden geplaatst aan het begin van de dag
- Het verbruik van artikelen is Poisson verdeeld, historische data geeft een goed beeld van toekomstig verbruik
- Er is geen correlatie tussen het gebruik in opeenvolgende dagen
- Alles wat besteld is zal uiteindelijk ook geleverd worden
- De geleverde hoeveelheid is gelijk aan de bestelde hoeveelheid

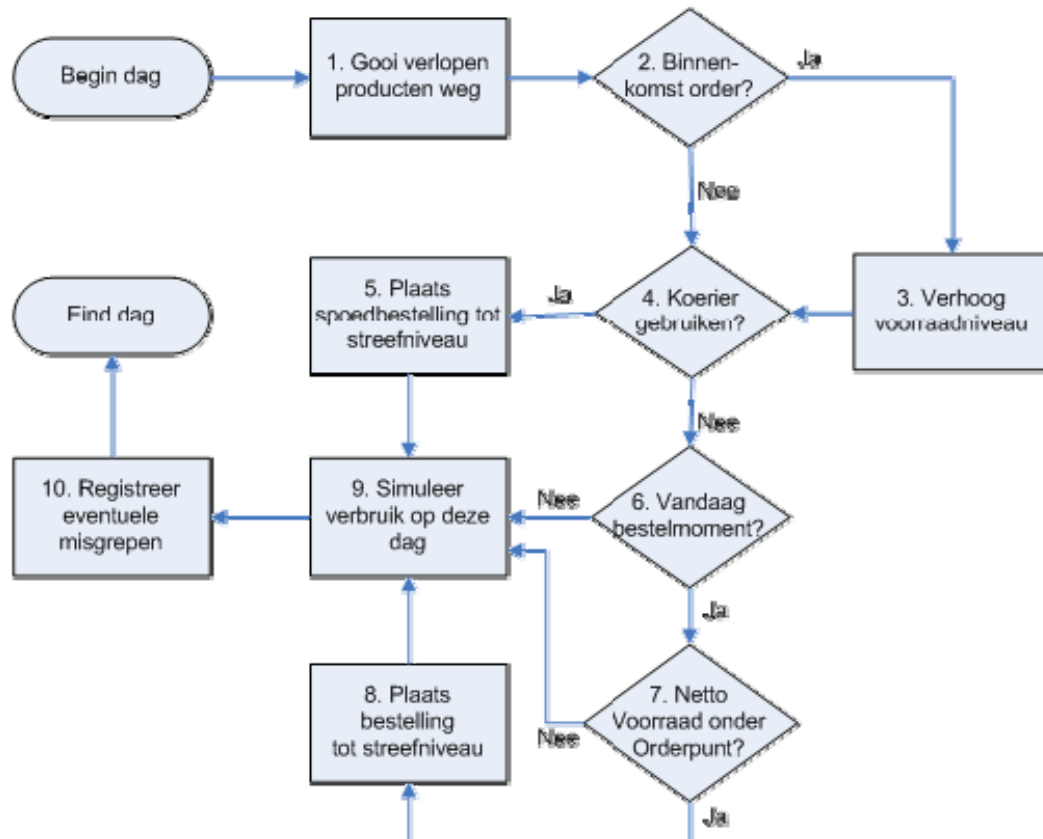
De gehanteerde streefniveaus en orderpunten zijn afhankelijk van het gekozen voorraadmodel. We hebben naast een nabootsing van de huidige situatie ook gesimuleerd op basis van door ons ontwikkelde voorraadmodellen. In eerste instantie hadden we een tweetal modellen ontwikkeld, één met een vast streefniveau en één met een variabel streefniveau (afhankelijk van actuele situatie en verwachtingen op basis van historische gegevens), maar het model met een variabel streefniveau hebben we om praktische redenen niet meer gebruikt. Een dergelijk model vraagt namelijk om extra functionaliteit van de voorraadbeheerssoftware die doorgaans niet standaard aanwezig is. Daarnaast is een dergelijk model ook niet direct inzetbaar in de huidige situatie (zonder voorraadbeheerssoftware), terwijl dit met het model met vaste streefniveaus wel mogelijk is (het is immers mogelijk om deze op elk willekeurig moment te printen en bij de hand te houden bij het bestellen).

Het model met een vast streefniveau leverde in de simulaties ongeveer vergelijkbare resultaten op, wat ons sterkte in ons besluit om het model met variabel streefniveau niet te gebruiken.

De resultaten van de simulatie zijn terug te vinden in bijlage 6. Hierin zijn de rentekosten voor verschillende parameters, waaronder het service level, berekend.

Kwantiel staat hierbij voor de waarde die gebruikt is om het kwantiel van de levertijden uit te rekenen. Divider is de waarde die gebruikt is bij deling van het streefniveau om het orderpunt te berekenen. In formule vorm: $\text{orderpunt} = \text{streefniveau} - (\text{streefniveau}/\text{divider})$

Het verloop van een dag wordt als volgt gesimuleerd:



Afbeelding 11 Flowchart van de simulatie van één dag voor één artikel

Beschrijving bij flowchart

1. Producten worden weggegooid als ze op de bewuste dag hun houdbaarheidsdatum hebben bereikt of overschreden.
2. Per weekdag is gedefinieerd of op deze dag leveringen kunnen plaatsvinden.
3. Een binnengekomen bestelling zorgt voor een toename van de huidige voorraad met het ontvangen aantal exemplaren. (De simulatie houdt geen rekening met discrepanties tussen bestelde en ontvangen aantallen)
4. Of een koerier wordt gebruikt hangt af van de gesimuleerde bestelstrategie – sommige strategieën maken geheel geen gebruik van koeriers - en het voorraadniveau.
5. Een spoedbestelling ter grootte van het streefniveau wordt geplaatst.
6. De mogelijkheid om een bestelling te plaatsen is per weekdag gedefinieerd.
7. De netto voorraad is het voorraadniveau + geplaatste bestellingen en spoedbestellingen
8. De bestelling brengt het netto voorraadniveau op het streefniveau
9. Het verbruik is een trekking uit een Poisson verdeling. Ieder weekdag heeft een eigen waarde voor λ , die berekend is uit het historische aantal behandelingen per weekdag.
10. Als het verbruik van de dag de voorraad onder 0 brengt wordt het overige verbruik beschouwd als misgrepen.

5. Adviezen

In dit hoofdstuk zullen we nader ingaan op de volgende adviezen en aanbevelingen:

- Voorraadbeheer software gebruiken
- Vaker per week bestellen
- Standaardisatie (minder leveranciers)
- Bijhouden misgrijpen en weggooien
- Contracten met leveranciers herzien
- Producten bijvullen op houdbaarheidsdatum
- Afdeling 'gevonden materialen' inrichten
- Studiematerialen naast reguliere materialen in voorraad opslaan

5.1 Voorraadbeheer software gebruiken

Er is op dit moment geen echte bestelstrategie. De bestellingen worden gedaan op basis van de ervaring van de besteller. Het komt vaak voor dat er teveel besteld wordt (veiligheidsmarge wordt te hoog ingeschat), waardoor er te grote voorraden ontstaan. Aan andere kant komt het voor dat er te weinig besteld wordt waardoor er in bepaalde periodes misgegrepen wordt.

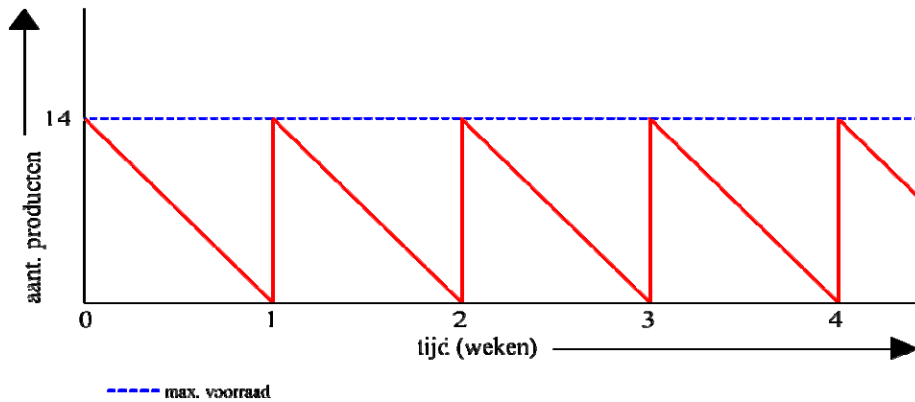
Ons advies aan de afdeling is om een voorraadbeheer software te gebruiken met de functionele vereisten welke terug te vinden zijn in de bijlage. Eén van de belangrijkste eigenschappen is dat deze software integreerbaar moet zijn in het LIFT-systeem, omdat hierin alle bestellingen worden ingevoerd en doorgestuurd. Op dit moment wordt het voorraadbeheer software XperIM van Philips getest op de afdeling. Deze software voldoet grotendeels aan de functionele vereisten. Alleen kan deze (nog) niet geïntegreerd worden in het huidige bestelsysteem LIFT. Als er een koppeling gelegd kan worden tussen XperIM en LIFT, dan is XperIM uitermate geschikte software om in de toekomst de bestellingen te doen.

Uit onze gesprekken met de medewerkers van het LIFT-systeem bleek dat veel van de functionele vereisten, zoals vermeld in de bijlage, al aanwezig zijn in LIFT. Deze functies in LIFT worden echter nog niet gebruikt. Wij adviseren daarom het management om samen met medewerkers van de afdeling LIFT-hulp en Inkoop deze functionele vereisten door te nemen en te kijken in hoeverre de functionele vereisten geïmplementeerd kunnen worden in het LIFT-systeem. Als het mogelijk is om alle functionele vereisten in LIFT te implementeren is een extra software (XperIM) overbodig.

5.2 Vaker bestellen

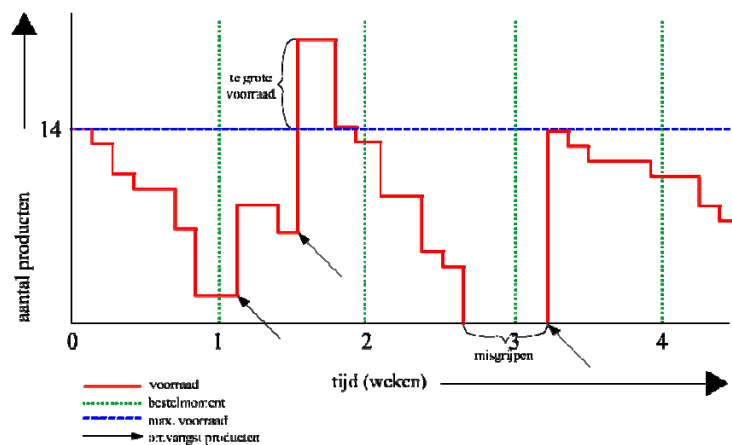
Zoals eerder vermeld kampt de afdeling Invasieve Cardiologie met te grote voorraden. Uit een inventarisatie eind 2007 bleek dat er voor 1,3 miljoen euro aan materiaal op voorraad was. Uit onze gesprekken met verpleegkundigen blijkt dat er slechts één keer per week besteld wordt. Het is voor de afdeling van cruciaal belang dat een product aanwezig is. Er wordt daarom in één keer heel veel besteld. Aan het einde van de week kan het dan gebeuren dat er veel stents op de plank blijven liggen. Echter komt het ook voor dat een bepaalde stent in een week erg vaak gebruikt wordt en dat deze aan het einde van de week niet meer op voorraad is. Dit brengt de nodige stress en frustratie met zich mee.

Wij adviseren vaker per week te bestellen. Uit onze simulatie blijkt dat het het beste is om drie keer per week te bestellen. Er wordt dan besteld op de maandag, woensdag en vrijdag. Hierdoor bestel je per keer veel minder waardoor de voorraad op niveau blijft en is er daarnaast een beter overzicht van de voorraad. Hieronder volgen een aantal grafische voorbeelden van de huidige en de uit de situatie blijkende aanbevolen situatie.



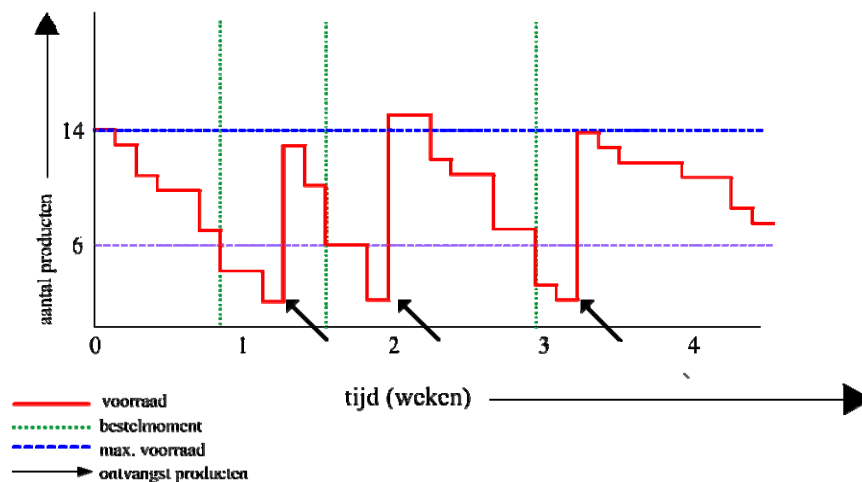
Afbeelding 12 Weergave van de ideale situatie

In afbeelding 12 staat een weergave van de ideale situatie. In deze situatie is het verbruik lineair en wordt er wekelijks besteld. De materialen worden direct na het plaatsen van de bestelling geleverd. In deze situatie wordt dus nooit misgegrepen en er ligt altijd zo min mogelijk voorraad op de plank.



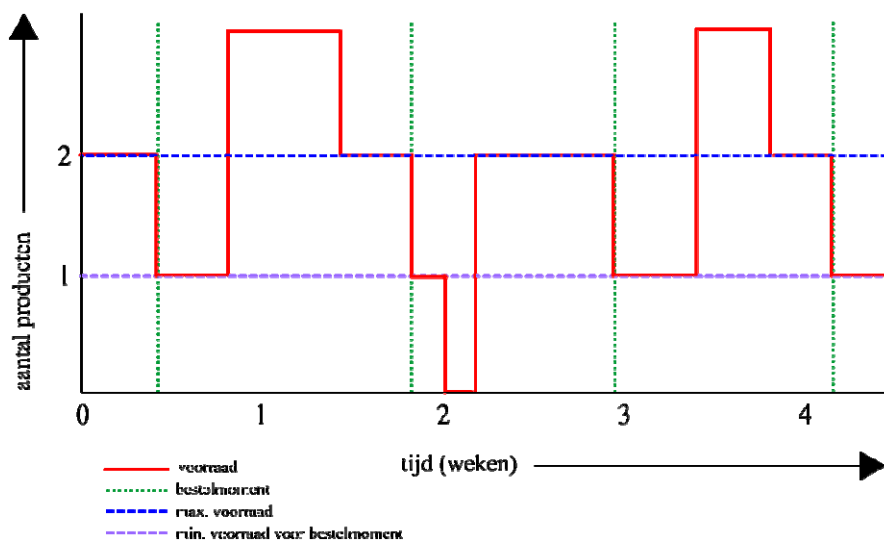
Afbeelding 13 Vereenvoudigde weergave van de huidige situatie

Bovenstaande afbeelding geeft een vereenvoudigde weergave van de huidige situatie. Zowel het verbruik als de levertijden zijn variabel en er zijn vaste bestelmomenten (één keer per week). Op elk bestelmoment wordt er besteld tot het streefniveau. Zoals ook in de grafiek te zien is krijgt men door het variabele verbruik en de variabele levertijden nu te maken met te grote voorraad en misgrijpen.



Afbeelding 14 Vereenvoudigde weergave van de aanbevolen situatie

Evenals in afbeelding 13 hebben we in de afbeelding hierboven te maken met variabele levertijden en variabel verbruik. Het grote verschil met de vorige situatie is het variabele bestelmoment. Dit heeft te maken met het invoeren van een orderpunt. Zodra de voorraad het orderpunt heeft bereikt wordt een bestelling geplaatst. De grootte van de bestelling wordt naast het aanvullen tot het streefniveau bepaald aan de hand van het te verwachten verbruik binnen de levertijd.



Afbeelding 15 Reële weergave van de aanbevolen situatie

Aangezien er in de praktijk bij de stents en ballonnen nooit sprake is van een streefniveau van veertien producten is de situatie in afbeelding 15 realistischer. Naast het feit dat het streefniveau en orderpunt in deze situatie dichterbij elkaar liggen zijn de parameters gelijk gebleven.

5.3 Standaardisatie (minder leveranciers)

De materialen die de afdeling Cardiologie gebruikt, komen van verschillende leveranciers. Het komt zelfs voor dat hetzelfde product door verschillende leveranciers wordt geleverd, waardoor het in sommige gevallen moeilijk is om bepaalde producten met elkaar te gebruiken. Ter illustratie: om een stent van 3,0 mm op te blazen heb je een ballon nodig van 3,0 mm. Als beide producten van dezelfde leverancier komen, kunnen ze goed met elkaar gebruikt worden. Komen ze beide van andere leveranciers, dan kan het voorkomen dat de stent iets minder of meer uitrekt dan 3,0 mm en de ballon iets meer of minder kan worden opgeblazen. Artsen weten bij welke producten dit het geval is en gebruiken die combinaties meestal niet. Een gevolg hiervan is dat bepaalde producten te lang op de planken liggen, op den duur verlopen en daarna worden weggegooid.

Ons advies is om het aantal leveranciers te verminderen. Zoveel mogelijk proberen om materialen die met elkaar gebruikt worden bij dezelfde leverancier te halen (standaardisatie van leveranciers). Hierdoor zal het de hoeveelheid weggegooid materiaal aanzienlijk verminderen. Het is ook mogelijk om extra kortingen bij leveranciers te behalen, omdat je meer producten koopt per leverancier.

5.4 Bijhouden misgrijpen en weggoaien

Er wordt twee à drie keer per week misgegrepen en regelmatig worden materialen weggegooid. Tot op heden worden deze producten niet bijgehouden. Hierdoor is het niet mogelijk om een overzicht te krijgen van welke materialen het meest worden weggegooid en bij welke materialen wordt misgegrepen.

Wij adviseren het management om deze producten bij te houden. Dit kan heel simpel in bijvoorbeeld Microsoft Excel. Aan het eind van het jaar is het dan mogelijk om grafieken te genereren van de materialen die het meest worden weggegooid en van de materialen waarbij het meest wordt misgegrepen. In de toekomst kan dan bij het bestellen rekening gehouden worden met deze producten.

Misgrijpen en weggoaien staan tevens vermeld in het lijstje van de functionele vereisten. Het is natuurlijk overzichtelijker om dit te implementeren in de voorraadbeheer software, zodat je alles bij elkaar hebt in één systeem.

5.5 Materialen sorteren op houdbaarheidsdatum

Van alle producten in de voorraadkamer hebben de DES-stents de kortste houdbaarheid. De oorzaak hiervan is dat deze stents een medicatie (drug) bevatten. Een DES-stent is ongeveer één jaar houdbaar. Het bijvullen van deze stents in de voorraadkamer gaat volgens het FIFO principe (First in - first out). Hieronder twee foto's waarop te zien is hoe de stents worden opgeborgen.



Afbeelding 16 Voorraadkasten (DES-stents)

De nieuwe producten worden 'achteraan' in de la bijgevuld en worden 'voorin' weggenomen. Toch komt het voor dat er stents in de la zitten die verlopen zijn, terwijl stents daarachter nog houdbaar zijn. Het kan dus gebeuren dat stents uit een latere bestelling eerder verlopen. Een mogelijke oorzaak hiervan is dat de leverancier niet consequent volgens het FIFO principe sorteert. Producten worden pas geleverd zodra er een order binnenkomt. Zo kan het voorkomen dat producten bij de leverancier al enige tijd op voorraad hebben gelegen, waardoor de producten die binnenkomen op de afdeling Invasieve Cardiologie variabele houdbaarheid hebben.

Ons advies betreffende dit voorraadprobleem is om de nieuwe producten niet 'achteraan' in de la bij te vullen, maar eerst te kijken naar de houdbaarheidsdatum en zo de producten op houdbaarheid te sorteren. Dit kost wel extra tijd en daardoor extra geld, maar je voorkomt daarmee dat meer materialen worden weggegooid. Er moet echter wel gekeken worden in hoeveel procent van de gevallen producten worden weggegooid als gevolg van het niet op houdbaarheid sorteren! Materialen kunnen namelijk ook verlopen doordat ze niet gebruikt worden vanwege het gebrek aan geschikte patiënten.

Vorig jaar is er voor €100.000,- aan materiaal weggegooid, waarbij het overgrote deel bestond uit verlopen stents. Als de voorraad op houdbaarheidsdatum bijgevuld zou worden, dan duurt het bijvullen per week ongeveer vier uur langer (volgens een schatting van de zorgmanager). De loonkosten voor een verpleegkundige bedragen €19,93 per uur. Er vanuit gaande dat het bijvullen door een willekeurige verpleegkundige wordt gedaan zou dat dus per jaar een extra kostenpost van $52 \text{ weken} \times 4 \text{ uur} \times € 19,93 = € 4145,44$ opleveren. Ten opzichte van het weggegooid materiaal ter waarde van €100.000,- is dit 4,15%.

Het bijvullen op houdbaarheidsdatum is dus pas relevant als hiermee meer dan 4,15% bespaard kan worden op het weggegooid materiaal. Één (DES) stent kost ongeveer €1200,-. Dit betekent dat het kosteneffectief is als er per jaar vier of meer stents weggegooid worden als gevolg van het niet op houdbaarheid sorteren. Een andere optie is het eerder genoemde standaardiseren van producten waardoor producten minder lang op de plank blijven liggen.

5.6 Contracten met leveranciers herzien

Zoals al bij de probleemanalyse is gebleken laten de levertijden van de verschillende leveranciers van de afdeling Invasieve Cardiologie nog wat te wensen over. In theorie zouden de leveranciers het overgrote deel van de bestelde materialen binnen 24 uur te leveren. Echter, dit gebeurt zelden. In veel gevallen komen de producten drie of vier dagen na de bestelling op de afdeling binnen. Soms duurt het zelfs één tot enkele weken.

Deze periode is inclusief:

1. de tijd totdat de bestelling gefiatteerd wordt
2. de tijd totdat de bestelling naar de leverancier wordt doorgestuurd
3. de levertijd van de leverancier
4. de periode tussen de aankomst bij goederenontvangst en ontvangst op de afdeling

Tijdens het bestellen houdt de verpleegkundige natuurlijk rekening met de bestellingen die nog geleverd moeten worden, maar omdat het niet bekend is wanneer deze aankomen, heeft de verpleegkundige moeite met het inschatten van de juiste aantallen. Hierdoor krijg je situaties waarbij je te hoge voorraden hebt of waarbij de gehele voorraad verbruikt is en er misgegrepen wordt.

Fiatting

Ten aanzien van de fiatting adviseren wij goede afspraken te maken over wat de doen zodra er een nieuwe bestelling is ingevoerd in LIFT of standaardtijden waarop de bestelling gefiatteerd wordt af te spreken. Een andere optie is het verhogen van het fiattingniveau van degene die de bestelling invoert waardoor fiatting vermeden kan worden. Door het fiatting voor 11 uur te realiseren kan de bestelling dezelfde dag nog worden geplaatst bij de leveranciers. In de praktijk zal dit momenteel nog niet lukken omdat de voorraadkasten nageteld moeten worden om een beeld te krijgen van de huidige voorraad.

Levertijden

In onderstaande tabel staan de gemiddelde levertijden per leverancier weergegeven. Hierbij hebben we twee besteldata die resulteerden in extreem lange levertijden buiten beschouwing gelaten. De oorzaak van deze extreme data is onbekend, maar een verklaring zou gevonden kunnen worden in het kwijtraken van de bestelling in LIFT.

Leverancier	Gemiddelde levertijd (in dagen)
ABBOTT	1.6
BIOTRONIK	3.2
BOSTON	1.3
BRAUN	3.8
CORDIS	2.4
MEDTRONIC	3.1
TERUMO	3.3

Tabel 5 Gemiddelde levertijden per leverancier

Ons advies omtrent de lange levertijden van de leveranciers is om de contracten te herzien op leveringsvoorwaarden en wellicht een prijsreductie te bedingen als de levertijd overschreden wordt. Daarnaast zouden producten waarvan de voorraad snel aangevuld moet worden bijvoorbeeld besteld kunnen worden bij Abbott of Boston welke duidelijk een kortere gemiddelde levertijd hebben dan de andere leveranciers. Op deze manier kunnen de extra kosten voor een spoedorder zo veel mogelijk voorkomen kunnen worden.

Transport binnen het VUmc

Een andere oorzaak van de lange levertijden is de vertragingen die optreden bij de afdeling Goederenontvangst. De binnengekomen goederen moeten worden gecontroleerd, gesorteerd en vervolgens worden doorgestuurd naar de juiste afdeling. Er is al enig contact geweest tussen medewerkers van de afdeling Invasieve Cardiologie en Goederenontvangst om het belang van een snelle ontvangst uit te leggen en te benadrukken.

Dit heeft ertoe geleid dat materialen vrijwel direct naar de afdeling gebracht worden en er soms wel vier keer per dag goederen arriveren.

Ons advies omtrent dit punt is dan ook het blijven communiceren met de afdeling Goederenontvangst om de ernst van de situatie te verduidelijken. Dit is een goed voorbeeld van het feit dat met praten alleen al heel veel bereikt kan worden.

Door de periode tussen het bestelmoment en ontvangst te verkleinen wordt het bestellen overzichtelijker en zijn de juiste aantallen beter in te schatten. Bovendien verklein je de kans op te grote voorraden en situaties waarin je misgrijpt.

Producten met vaste verpakkingseenheid

Op de afdeling Invasieve Cardiologie zijn heel veel verschillende materialen aanwezig waarvan er een aantal zeer weinig wordt gebruikt. Het streefniveau van deze materialen is vaak gelijk aan één. Dus wanneer het product verbruikt is, wordt er tijdens het volgende bestelmoment één van besteld. Echter, een aantal van deze producten kunnen alleen besteld worden in verpakkingen van meerdere eenheden. Hierdoor krijg je grote voorraden en de houdbaarheid van deze materialen verlopen op den duur en worden vervolgens weggegooid.

Ons advies is om contact op te nemen met de leverancier van deze materialen, wellicht is het in overleg wel mogelijk om deze producten per stuk te bestellen. Mocht dit niet mogelijk zijn, dan zou er gekeken kunnen worden of er andere leveranciers zijn die dit product wel per stuk verkopen. Een andere optie is het gezamenlijk inkopen met andere ziekenhuizen. Wellicht hebben zij hetzelfde probleem of is het mogelijk (eventueel tegen iets hogere kosten) één artikel over te kopen. Mochten deze opties extra kosten met zich meebrengen dan moeten deze wel opwegen tegen de opbrengsten: het minder weggooien van materiaal en lagere opslag- en voorraadkosten door het minder lang opslaan én verkleinen van de omvang van de voorraad.

5.7 Afdeling 'gevonden materialen' inrichten

Het komt het regelmatig voor dat er materialen afgeleverd worden die niet door de afdeling besteld zijn of op de verkeerde afdeling zijn bezorgd. Zo komt het ook voor dat andere afdelingen producten voor de afdeling Invasieve Cardiologie ontvangen.

Het kan zijn dat de materialen op een andere afdeling zijn bezorgd, maar ook verwisseling van kamernummers (5D141 in plaats van 5D114) gebeurt regelmatig. Het kost heel veel tijd om producten terug te vinden die zich volgens LIFT wel binnen het ziekenhuis zouden bevinden maar niet op de afdeling afgeleverd zijn.

Wij adviseren een centrale plaats, bijvoorbeeld op de afdeling Goederenontvangst, in te ruimen voor 'gevonden (of verdwaalde) materialen'. Mocht een afdeling materialen ontvangen die niet voor hen bestemd zijn dan kunnen deze verkeerd bezorgde materialen naar deze 'afdeling' gebracht worden waar ze worden opgeslagen. Als dit consequent gedaan wordt door alle afdelingen, kunnen met één telefoontje een heleboel van deze 'verdwenen' producten snel gevonden worden. De producten kunnen vervolgens bijvoorbeeld afgehaald worden door de desbetreffende afdeling. Deze oplossing leidt tot minder tijd die besteedt moet worden aan zoeken, minder irritatie, minder spoedorders en indirect dus tot een vermindering van de kosten.

5.8 Studiematerialen naast reguliere materialen in voorraad opslaan

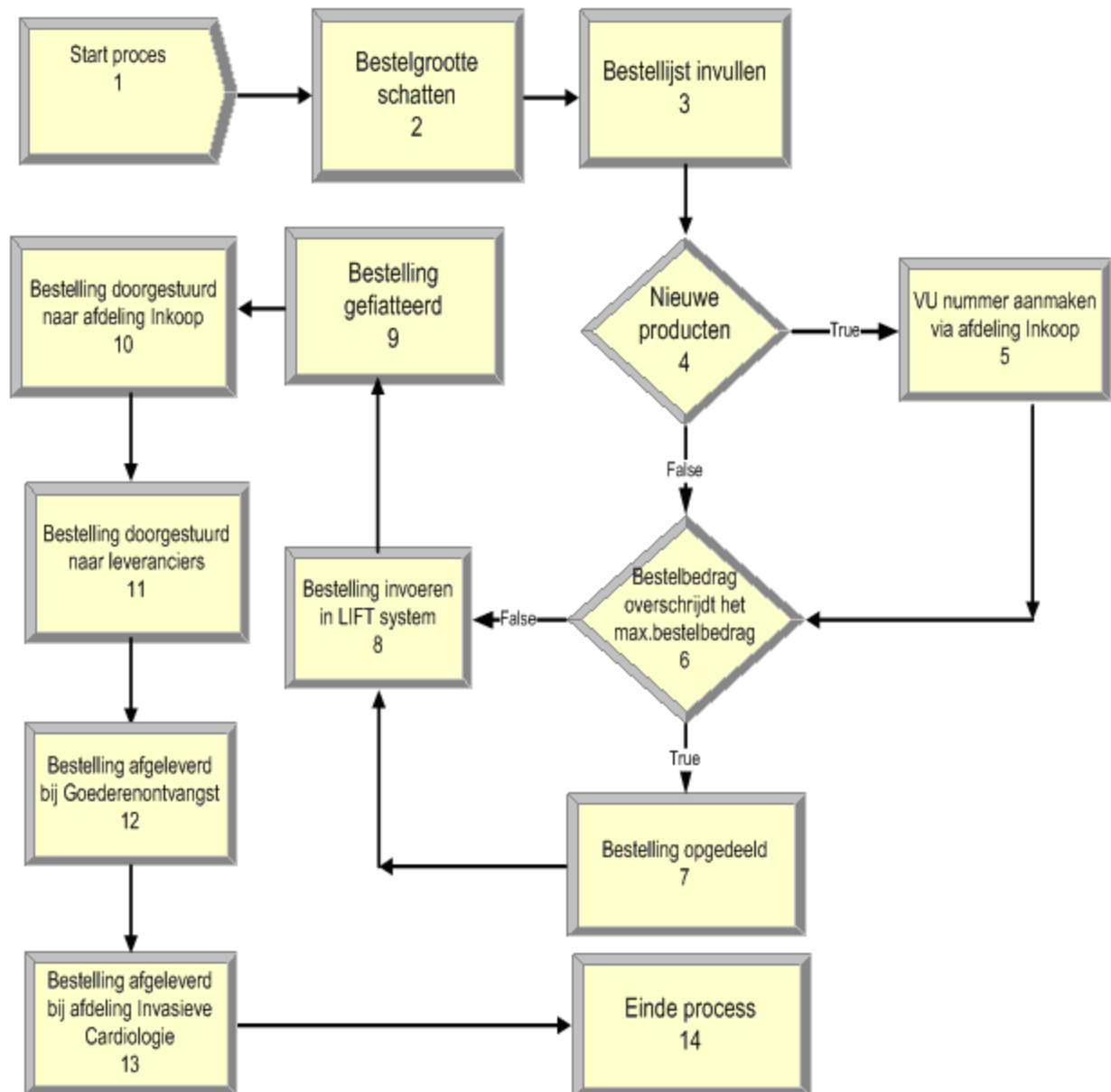
Op de afdeling Invasieve Cardiologie wordt veel gewerkt met studiematerialen. Niet elke patiënt is geschikt voor een bepaalde studie en bovendien moeten patiënten toestemming geven voor het gebruik van studiematerialen. In sommige gevallen zijn de studiematerialen vergelijkbaar met materialen in de voorraadkamer, in andere gevallen worden nieuwe producten getest. De komst van nieuwe studiematerialen wordt ongeveer één maand van te voren bekend gemaakt. Dan is ook bekend om welke producten het gaat.

Hoewel van te voren al duidelijk is welke patiënten wel en niet geschikt zijn voor de studie kan men niet met 100% zekerheid te zeggen wanneer studiematerialen gebruikt kunnen worden. Een studiepatiënt kan namelijk op het moment dat hij de cathkamer binnen gebracht is van mening veranderd zijn en soms blijkt op het moment van interventie een patiënt toch niet voor de studie geschikt te zijn. Het is dus heel moeilijk van te voren in te schatten wanneer er gebruik gemaakt zal worden van studie en wanneer van reguliere materialen. Beide voorraden worden dan ook naast elkaar gebruikt. Aangezien de studies gemiddeld enkele weken duren, zullen de kosten die deze tijdelijke extra voorraden met zich zeer beperkt zijn. Mocht blijken dat een regulier product tijdelijk toch niet gebruikt worden, dan wordt deze in de betreffende periode ook niet besteld.

Mocht in de praktijk blijken dat de kosten die een 'dubbele' voorraad met zich meebrengt toch hoger zijn dan nu het geval lijkt te zijn, dan zou bijgehouden kunnen worden hoeveel patiënten met studiemateriaal en hoeveel patiënten met regulier materiaal behandeld zijn. Er kan vervolgens een percentage berekend worden van het aantal studiepatiënten in die periode ten opzichte van het totaal aantal patiënten.

Als er op den duur een trend is te ontdekken in deze waarden, kan hier in de toekomst rekening mee gehouden worden bij het bestellen van materialen in studieperioden.

Bijlage 1: Flowchart van het bestelproces

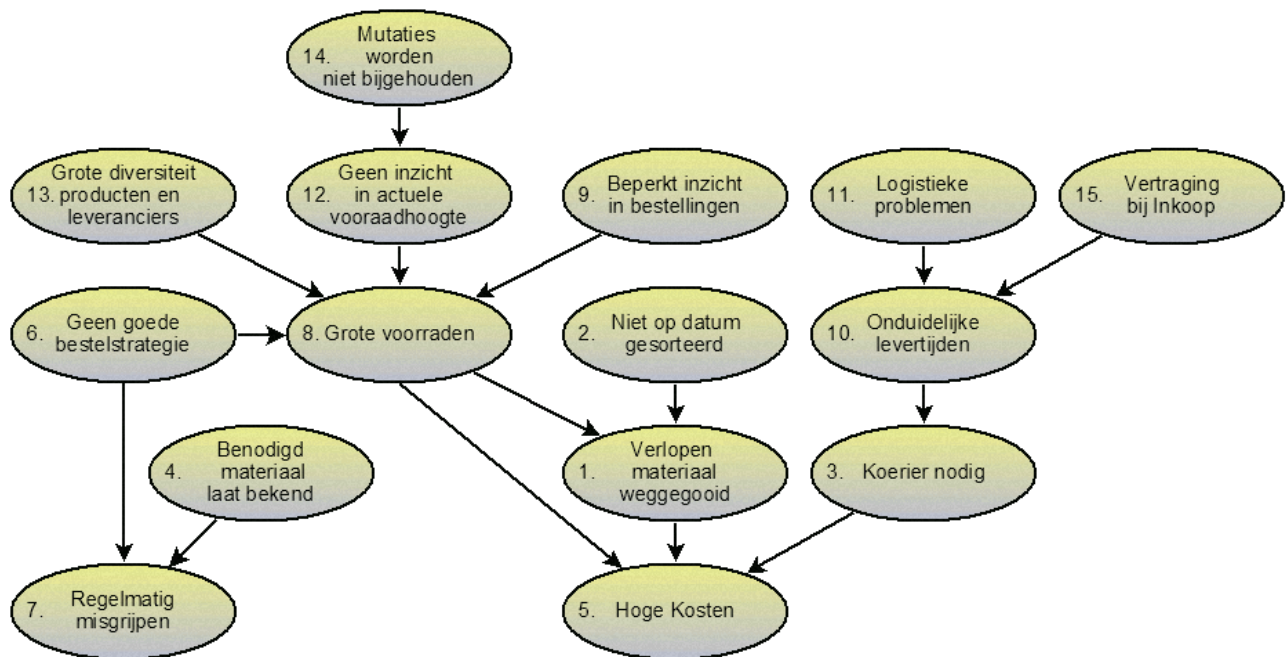


Uitleg bestelproces

1. Momenteel wordt er op de afdelingen cardiologie van het VUmc eenmaal per week besteld. In principe is er één verpleegkundige die de bestellingen plaatst, wanneer zij afwezig is wordt haar taak overgenomen door een vaste collega.
2. De verpleegkundige die verantwoordelijk is voor de bestellingen loopt elke maandagochtend alle kasten langs en bepaalt dan aan de hand van een eerder opgestelde lijst en haar kennis van het verbruik, hoeveel er besteld moet worden. Van een aantal materialen wordt de huidige voorraad op het oog geschat, de la moet vol zijn, van andere materialen wordt de voorraad nageteld.
3. De eerder genoemd bestellijst is een aantal jaren geleden opgesteld. Bij het opstellen van deze lijst is voornamelijk uitgegaan van de ervaring van zowel artsen als assistenten om te bepalen hoeveel er van elk materiaal op de plank moet liggen. Naar inzicht van de verpleegkundige wordt deze bestellijst aangepast wanneer blijkt dat de voorraad van een bepaald materiaal niet meer voldoet. Wanneer de verpleegkundige alle materialen is nagelopen, gaat zij aan de hand van de door haar ingevulde lijst de bestellingen invoeren in de computer.
4. Zolang er geen nieuwe producten besteld worden, worden de orders van verschillende afdelingen dagelijks om 11 uur automatisch gebundeld en geplaatst bij de verschillende leveranciers. Dit betekent dat wanneer de verpleegkundige en het hoofd zorgen ervoor zorgen dat de order voor 11 uur in het LIFT systeem staat en goedgekeurd is, de bestelling dezelfde dag nog geplaatst wordt. In principe komen de bestelde materialen dan de volgende dag binnen bij de goederenontvangst.
5. Wanneer er nieuwe producten besteld moeten worden moet er door de afdeling inkoop een VU nummer aangemaakt worden. Dit gebeurt alleen als een product meer dan 2 keer per jaar besteld gaat worden. De verpleegkundige voert in LIFT de gegevens van het nieuwe product in, waaronder de naam, leverancier en prijs van het product. Vervolgens wordt dit doorgegeven aan de afdeling inkoop en deze zorgt ervoor dat het product in LIFT wordt opgenomen en dus besteld kan worden via het systeem. Voor producten die slechts een enkele keer besteld worden is geen VU nummer nodig.
6. Vanwege het feit dat iedereen een maximum bestelbedrag toegewezen heeft gekregen kunnen geen oneindig grote bestellingen gedaan worden. Wanneer iemand zijn maximumbedrag overschrijdt moet een volgende in rang de bestelling fiatteren.
7. Om het probleem van stap 6 te omzeilen kan de totale bestelling worden opgedeeld in verschillende orders.
8. De orders worden ingevoerd in het LIFT systeem.
9. Zodra alle orders ingevoerd zijn in LIFT moeten deze worden goedgekeurd door een daarvoor bevoegd persoon. In dit geval het hoofd van de zorgseenheid, welke een hoger budget heeft dan de verpleegkundige.
10. Het hoofd van de zorgseenheid opent daarvoor het LIFT systeem en krijgt in één oogopslag te zien voor welke orders een goedkeuring gevraagd is. Ze controleert of de bestellingen kloppen en als dit geval is drukt zij op de knop goedkeuren en wordt de order automatisch doorgestuurd naar de afdeling inkoop.

11. De bestelling wordt doorgestuurd naar leveranciers.
12. De bestelling wordt afgeleverd bij goederenontvangst.
13. De afdeling transport zorgt ervoor dat de goederen op de juiste afdeling terecht komen. Wanneer de goederen binnen zijn op de afdeling Invasieve Cardiologie worden ze neergezet in de voorraadkamer. Zodra er tijd is worden de dozen uitgepakt en wordt aan de hand van de “interne geleidebon goederenontvangst” gecontroleerd of de inhoud op de bon ook daadwerkelijk in de verpakking zit. Bij ieder goederenpakket zijn twee van deze bonnen geleverd. De gecontroleerde bonnen worden afgetekend en vervolgens wordt één van beide bonnen opgehangen voor de afdeling goederenontvangst, de andere bon gaat naar de verpleegkundige die de bestellingen plaatst. Wanneer een ontvangen pakket niet overeenkomt met hetgeen op de geleidebon staat wordt er een aantekening van gemaakt.
14. Eind van het bestelproces.

Bijlage 2: Oorzaak-gevolg graaf



Uitleg Oorzaak-gevolg graaf

1. De cardiologie afdeling gebruikt diverse producten met verschillende houdbaarheid. Het komt voor dat de voorraad groter is dan de vraag in een bepaalde periode, waardoor producten niet op tijd gebruikt worden en verlopen.
2. Voor producten met een verloopdatum wordt FIFO gebruikt: achteraan toevoegen & vooraan pakken. Voor nieuw binnengekomen producten geldt niet altijd dat deze langer houdbaar zijn dan de al aanwezige producten.
3. Bij dreigende tekorten in de voorraad wordt een spoedbestelling geplaatst. Spoedbestellingen die voor 15:00 uur worden geplaatst komen de volgende dag voor 9:00 zonder extra transportkosten aan. Voor spoedbestellingen na 15:00 uur moet een koerier worden geregeld, dit brengt extra kosten met zich mee.
4. De materiaalkeuze hangt af van de anatomie van de patiënt en is pas bekend op het moment dat de interventie plaatsvindt.
5. Hoge kosten worden veroorzaakt door verschillende factoren:
 - De voorraden zijn te groot. Het geld dat is besteed aan materiaal dat op de plank blijft liggen had ook geïnvesteerd kunnen worden, dus leiden grote voorraden tot rentekosten
 - Koeriers kosten bij spoedorder (3)
 - Materiaal dat moet worden weggegooid vanwege een verlopen houdbaarheid had niet aangeschaft hoeven worden (1)
6. De streefniveaus voor de verschillende materialen berusten op nattevingerwerk van de cardiologen en verpleegkundigen, en zijn niet wiskundig onderbouwt.
7. Ondanks de grote voorraden van sommige producten wordt er toch twee of driemaal per week misgripen. Een oorzaak van het misgrijpen is dat levertijden grillig en onduidelijk zijn. Besteld materiaal komt daarom te laat aan.
8. Dit komt door de variabele vraag naar de materialen. Van tevoren is niet bekend welke materialen precies nodig gaan zijn voor een operatie. De afdeling hanteert een veilige marge, echter blijven daardoor producten langer op de plank liggen.
9. Nadat de bestelling is geplaatst, is het moeilijk om inzicht te krijgen in de actuele staat van een bestelling.
10. De levertijden variëren sterk: van een enkele dag tot meer dan een week. In principe geldt dat er binnen 24-uur geleverd moet worden, maar dit wordt lang niet altijd gehaald.
11. Ontvangen goederen worden niet altijd op de juiste plaats in het ziekenhuis afgeleverd. Het traceren van deze goederen levert vertraging op en lukt niet altijd.
12. Mutaties in de voorraad worden niet bijgehouden, er wordt enkel wekelijks geteld. Hierdoor is de voorraad op andere momenten in de week niet bekend.
13. Er zijn ongeveer 800 verschillende producten.

14. Gebruikte materialen worden niet geregistreerd om de actuele voorraden bij te werken. Dit is een tijd lang geprobeerd, maar vanwege de vele fouten leidde dit tot een toename aan misgrepen ten opzichte van de huidige situatie.
15. Als er nieuwe producten moeten worden besteld die niet in LIFT staan moet er een nieuw VU-nummer worden aangemaakt. Dit kan enige tijd kosten, afhankelijk van de werkdruk op de afdeling Inkoop.

Bijlage 3: Het Projectplan

Projectplan

15 mei 2008

Versie 1.3

Opbouw

1. Inleiding	3
2. Projectbeschrijving	3
2.1 Projectdoel	3
2.2 Project resultaat	3
2.3 Uitgangspunten en voorwaarden	3
3. Fasering en activiteiten	4
3.1 Probleembeschrijving	4
3.2 Omgevingsanalyse	4
3.3 Data-analyse	4
3.4 Ontwerp en ontwikkeling	4
3.5 Implementatie	5
3.6 Evaluatie en afronding	5
4. Projectbeheersing	5
4.1 Tijd	5
4.2 Informatie	6
4.3 Organisatie	6
4.4 Communicatie	6
4.5 Risicobeheersing	6
Bijlage A	7

1 Inleiding

Onderstaand het projectplan voor het voorraadbeheer op de afdeling Invasieve Cardiologie van het VU Medisch Centrum (VUmc).

2 Projectbeschrijving

2.1 Projectdoel

Uit interviews en onderzoek blijkt dat de afdeling Cardiologie van het VUmc kampt met de volgende problemen:

1. Geen duidelijke bestelstrategie met als gevolg 'misgrijpen'
2. Te grote voorraden met als gevolg te hoge kosten
3. Slechte voorraadadministratie, waardoor er soms producten 'verdwijnen'
4. Houdbaarheid van producten, waardoor producten die over datum zijn weggegooid moeten worden
5. Vertraging bij de bestelling van goederen door het gebruikte LIFT-systeem van VUmc
6. Er moet rekening gehouden worden met gemaakte afspraken met diverse firma's

Het doel van dit project is het optimaliseren van het voorraadbeheer en het verbeteren van de voorraadadministratie, waarbij het ook mogelijk wordt om snel en overzichtelijk inzicht te krijgen in de huidige voorraad. We zullen een bestelstrategie proberen te bedenken, waarmee:

1. Er minder vaak bij een interventie benodigde producten niet op voorraad zijn en er dus minder vaak misgegrepen zal worden
2. De kosten van weggegooid materiaal worden geminimaliseerd
3. De voorraad en dus de voorraadkosten worden verlaagd
4. Er aan de gemaakte afspraken met firma's kan worden voldaan

Kort samengevat is de aard van het project het verbeteren van het voorraadbeheer op de afdeling Invasieve Cardiologie.

2.2 Projectresultaat

Het project resultaat bestaat uit drie onderdelen:

- Een instrument waarmee er snel een up-to-date overzicht is van de huidige voorraad. Hierin zal tevens worden aangegeven wanneer en wat besteld moet worden en waarin de afgesproken percentages van productafname zichtbaar zijn en verwerkt worden.
- Een optimale bestelstrategie waarbij we concrete adviezen zullen geven en deze tevens in het instrument implementeren.
- Een besparingspotentieel als het voorraadbeheer verder wordt geoptimaliseerd.

Bij dit instrument moet in eerste instantie gedacht worden aan een excelsheet, welke, mocht er tijd voor beschikbaar zijn, uitgebreid kan worden naar een (geïntegreerde) applicatie. Een belangrijk uitgangspunt is dat deze applicatie gebruiksvriendelijk moet zijn.

2.3 *Uitgangspunten en randvoorwaarden*

De opdrachtgever eist een advies m.b.t. het verbeteren van de huidige situatie op het gebied van voorraadbeheer. Hij verwacht dat het resultaat van dit project zal leiden tot een bestelstrategie en een overzichtelijke voorraadadministratie, waarmee de (voorraad)kosten, irritatie van het misgrijpen en de tijd die het bestelproces momenteel kost verminderd worden.

Bij het verbeteren van de huidige situatie dient rekening gehouden te worden met:

- Het LIFT-systeem voor het doen van bestellingen
- Het recent aangeschafte XperIM systeem van Philips waarin o.a. functionaliteiten t.a.v. voorraadbeheer aanwezig zijn
- De afdeling inkoop, welke de bestellingen plaatst bij de leveranciers
- De leveranciers m.b.t. levertijden en materialen
- De houdbaarheid van producten
- De gemaakte afspraken met de firma's
- De beschikbaarheid van de voorraadbeheerder

Daarnaast eisen de opdrachtgever en toekomstige gebruikers dat het resultaat gemakkelijk te implementeren en te gebruiken moet zijn.

3 Fasering en activiteiten

Het project kan onderscheiden worden in de volgende fasen:

1. Probleembeschrijving
2. Omgevingsanalyse
3. Data-analyse
4. Ontwerp en ontwikkeling
5. Implementatie
6. Evaluatie en afronding

3.1 *Probleembeschrijving*

Deze fase start met een introductie van het project, waarbij de opdrachtomschrijving wordt uitgedeeld. Vervolgens staat een bedrijfsbezoek gepland. Er wordt een rondleiding gegeven op de afdeling Cardiologie en er is een mogelijkheid om vragen te stellen. Aan het eind van deze fase wordt een presentatie gehouden.

3.2 *Omgevingsanalyse*

In deze fase gaan we in groepen op bezoek bij verschillende afdelingen om de huidige situatie vast te stellen. Alle consultants kijken mee tijdens een dotterprocedure op de afdeling cardiologie. Daarnaast wordt er een bezoek gebracht op de afdeling inkoop om het inkoopproces op deze afdeling te analyseren.

Verder kijken er twee personen mee tijdens het bestellen en analyseren twee anderen de op de afdeling gebruikte it-systemen. Ook wordt er een dag meegelopen op de afdeling goederenontvangst om te kijken hoe de ontvangen goederen worden verwerkt. Resultaten uit deze analyse worden gebruikt tijdens de volgende fasen van het project.

3.3 *Data-analyse*

In deze fase worden gegevens uit de vorige fase, de omgevingsanalyse, en datagegevens van de afgelopen jaren van de afdeling geanalyseerd. Hierbij moet duidelijk zijn welke producten we precies gaan analyseren. Aan het eind van deze fase wordt een presentatie gehouden over de aanpak en analyseresultaten uit de twee analyse fasen.

3.4 *Ontwerp en ontwikkeling*

Als we alle data geanalyseerd hebben is het tijd voor het ontwerpen en ontwikkelen van een bestelstrategie en een instrument waarmee snel een up-to-date overzicht van de huidige voorraad zichtbaar is.

3.5 *Implementatie*

In deze fase gaan we de bestelstrategie en het instrument implementeren.

3.6 *Evaluatie en afronding*

Uiteindelijk volgt in deze fase de eindpresentatie en zal een eindverslag worden opgeleverd. Overigens zal niet alleen in deze fase maar na elke fase met de klant geëvalueerd worden, dit kan zowel per email als door middel van persoonlijk contact worden gedaan. Er zal dan onder andere geëvalueerd worden of nog aan de opdracht en wensen van de opdrachtgever wordt voldaan.

4 Projectbeheersing

4.1 Tijd

De planning hebben we vastgelegd in een Gantt-chart, welke we hebben toegevoegd in bijlage A.

Gedurende het project zijn de volgende mijlpalen vastgelegd:

Wk.16	donderdag 17 april 2008	<i>Presentatie 1:</i> Probleemstelling
Wk.18	maandag 28 april 2008	Oplevering Projectplan
Wk.19	dinsdag 6 mei 2008	<i>Presentatie 2:</i> Beschrijving data + aanpak
Wk.21	maandag 18 mei 2008	Tussenpresentatie voor de klant
Wk.21	donderdag 22 mei 2008	<i>Presentatie 3:</i> Presentatie+oplevering tussenverslag
Wk.24	maandag 16 juni 2008	Pica VUmc
Wk.25	dinsdag 24 juni 2008	<i>Presentatie 4:</i> Eindpresentatie + oplevering eindverslag
Wk.26	donderdag 26 juni 2008	Eindpresentatie voor de klant

Om goed en op tijd te kunnen leveren zullen we veel communiceren met de klant. Na iedere fase zal er om feedback worden gevraagd, om zo te voorkomen dat het eindresultaat niet voldoet aan de wensen van de klant. Daarnaast is het heel belangrijk om ons te houden aan de het projectplan en onderling gemaakte deadlines en de mijlpalen volgens planning te bereiken. Tot slot zal er na de analyse een MoSCoW lijst gemaakt worden met de Must-, Should-, Could- en Won't haves van het instrument. Hiermee worden de eigenschappen van het resultaat naar mate van vereiste gesorteerd.

4.2 Informatie

Wekelijks vindt er op maandag- en donderdagochtend overleg met het team plaats. Op donderdag is ook de commissaris bij deze vergadering aanwezig. Alle besproken onderwerpen en afspraken worden vastgelegd in de notulen en worden op dezelfde dag in een kort verslag per mail aan alle groepsleden verstuurd. Het doel van deze vergaderingen is het bespreken van de vorderingen, overleggen m.b.t. onduidelijkheden en evalueren van het project. Alle documenten die betrekking hebben op het project worden opgeslagen in een projectdossier. Er wordt wekelijks mondeling en/of schriftelijk gerapporteerd aan de commissaris. Daarnaast volgt aan het eind van elke fase een rapportage aan de klant. Deze rapportage kan zowel een presentatie, als een schriftelijk document zijn.

Voor de externe communicatie is een contactpersoon aangesteld. Zodat precies duidelijk is wat en wanneer is gecommuniceerd naar o.a. de opdrachtgever.

4.3 Organisatie

Dit project is georganiseerd als afsluitende opdracht van onze bachelor Bedrijfswiskunde en informatica. Opdrachtgever is de afdeling Cardiologie van het VUmc. De projectgroep bestaat uit zes consultants, welke ieder gelijke verantwoordelijkheid hebben.

4.4 Communicatie

Naast onze opdrachtgever dienen we bij dit project rekening te houden met:

- de op de afdeling werkende interventiecardiologen
- de zorgen van de afdeling Cardiologie
- de stafadviseur divisie IV

- manager bedrijfsvoering van Divisie IV
- de patiënten op de afdeling Cardiologie
- de afdeling inkoop van het VUmc
- leveranciers van de benodigde materialen en
- de wensen van onze commissaris

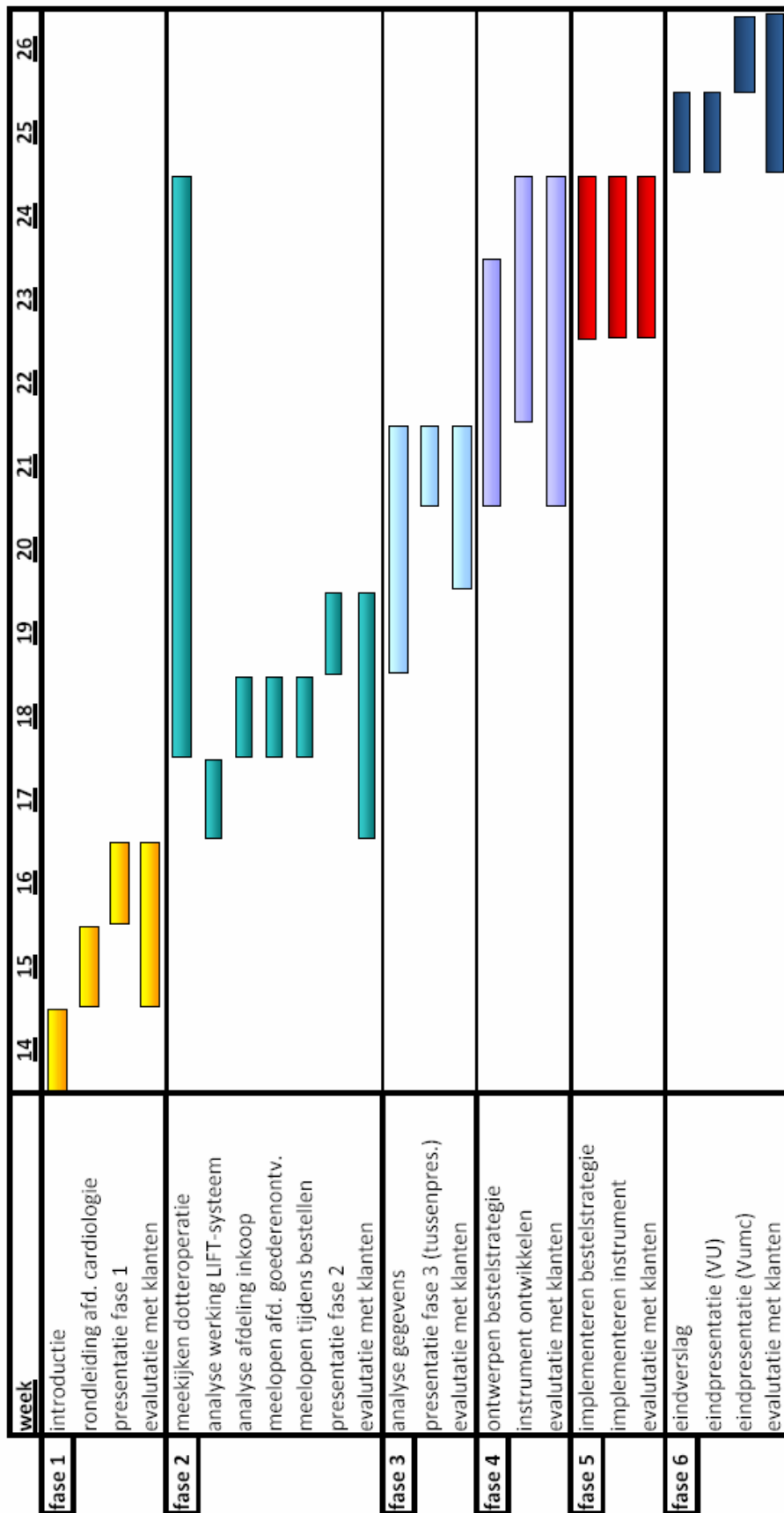
In de omgevingsanalyse zal nader worden ingegaan op belangen van deze stakeholders en het reilen en zeilen op de verschillende afdelingen.

Voor communicatie wordt gebruik gemaakt van email om afspraken te maken met (contact)personen en feedback te vragen. Verder zullen er verschillende bedrijfsbezoeken gepland worden, waarbij persoonlijk contact met de stakeholders mogelijk is.

4.5 Risicobeheersing

Risico	Oplossing
Ziekte, Afhaken of afwezigheid van teamlid	Zorgen dat zijn taken door een ander overgenomen kunnen worden
Deadline niet behalen	Ruime planning maken
Onjuiste of te weinig data	Vooraf bedenken welke data benodigd en geschikt is (checken op juistheid)
Gevoelige data	Afspraken maken over welke data wel en niet voor het project beschikbaar is
Klant niet tevreden met eindresultaat	Veel communiceren en feedback vragen aan opdrachtgever
Miscommunicaties	Afspreken dat iedereen vraagt als hij of zij iets niet 100% begrijpt en de tijd nemen om iets nogmaals uit te leggen.
Probleem verkeerd begrepen of afdwalen van hoofdprobleem	Communicatie met klant!

Bijlage A



- fase 1: probleemomschrijving
- fase 2: omgevingsanalyse
- fase 3: data-analyse
- fase 4: ontwerp en ontwikkeling
- fase 5: implementatie
- fase 6: evaluatie en afronding

Bijlage 4: De MoSCoW lijst

Must have:

- Aan de hand van een wiskundig model een minimale voorraad bepalen van alle stents en ballonnen
- Van deze producten (stents en ballonnen) een optimale bestelstrategie ontwerpen
- Advies voor de functionele specificaties van een instrument waarmee de voorraad beheerd kan worden. (Bijvoorbeeld Philips XperIM of uitbreiding van het LIFT systeem)
- Een besparingspotentieel bepalen (in termen van tijd en geld) aan de hand van deze producten (stents en ballonnen)
- Bijhouden van producten waarbij misgegrepen wordt
- Bijhouden van producten die weggegooid worden
- Advies geven over hoe producten te gebruiken bij studiemateriaal en komst van nieuwe producten

Should have:

- Advies geven over hoe producten met houdbaarheidsdatum bij te vullen
- Advies geven over hoe voorraadlijsten op voorraadkamer en cathkamer bij te houden
- GUI maken (vormgeven) van het te ontwikkelen instrument voor gebruiksvriendelijkheid
- De bestelstrategie evenals de minimum voorraad implementeren in het te ontwikkelen instrument

Could have:

- Bestelstrategie ontwerpen en besparingspotentieel geven voor ICD's en pacemakers
- Contracten leveranciers herzien op leveringsvoorwaarden
- Verbeteren logistiek bij ontvangst goederen voor vlottere doorstroming van goederen naar de afdeling(en)

Won't have:

- Barcode aan producten toekennen
- LIFT-systeem verbeteren

Bijlage 5: Verdelingsfactor

Service Level	Service Factor	Service Level	Service Factor
50%	0	90%	1.28
55%	0.13	91%	1.34
60%	0.25	92%	1.41
65%	0.39	93%	1.48
70%	0.52	94%	1.55
75%	0.67	95%	1.64
80%	0.84	96%	1.75
81%	0.88	97%	1.88
82%	0.92	98%	2.05
83%	0.95	99%	2.33
84%	0.99	99.5%	2.58
85%	1.04	99.6%	2.65
86%	1.08	99.7%	2.75
87%	1.13	99.8%	2.88
88%	1.17	99.9%	3.09
89%	1.23	99.99%	3.72

Bijlage 6: Resultaten simulatie

Dit zijn de parameters voor gegeven service level en bestelmomenten die tot de laagste geschatte rentekosten leiden.

De huidige strategie haalt een 95% service level en heeft €21.751,- aan rentekosten. Alleen materialen met een minimumvoorraad van meer dan 0 zijn beschouwd.

Service level	Parameters			Kosten
	K	KWANTIEL	DIVIDER	Rente
99,0%	1,8	1	2,5	€33.059
98,5%	1,4	1	2,5	€30.187
98,0%	1,2	1	2,5	€28.624
97,5%	1,9	0,9	5	€15.480
97,0%	1,8	0,9	4	€14.922
96,5%	1,6	0,9	5	€13.969
96,0%	1,4	0,9	5,5	€13.224
95,5%	1,5	0,9	3,5	€13.107
95,0%	1,9	0,8	5	€11.476
94,5%	1,8	0,8	6	€11.029
94,0%	1,8	0,7	5,5	€10.708
93,5%	1,9	0,6	5	€10.415
93,0%	1,7	0,7	5,5	€10.185
92,5%	1,8	0,6	5,5	€9.618
92,0%	1,8	0,6	5	€9.579
91,5%	1,5	0,7	5	€9.224
91,0%	1,7	0,6	5	€9.189
90,5%	1,4	0,7	5,5	€8.823
90,0%	1,4	0,7	4	€8.776
89,5%	1,5	0,6	6	€8.614
89,0%	1,2	0,8	6	€8.479
88,5%	1,3	0,7	5	€8.260
88,0%	1,5	0,5	5,5	€8.169
87,5%	1,3	0,6	6	€7.985
87,0%	1,1	0,7	5,5	€7.888
86,5%	1,4	0,5	4	€7.846
86,0%	1,2	0,6	6	€7.720
85,5%	1,2	0,6	5,5	€7.710
85,0%	1,3	0,5	6	€7.518

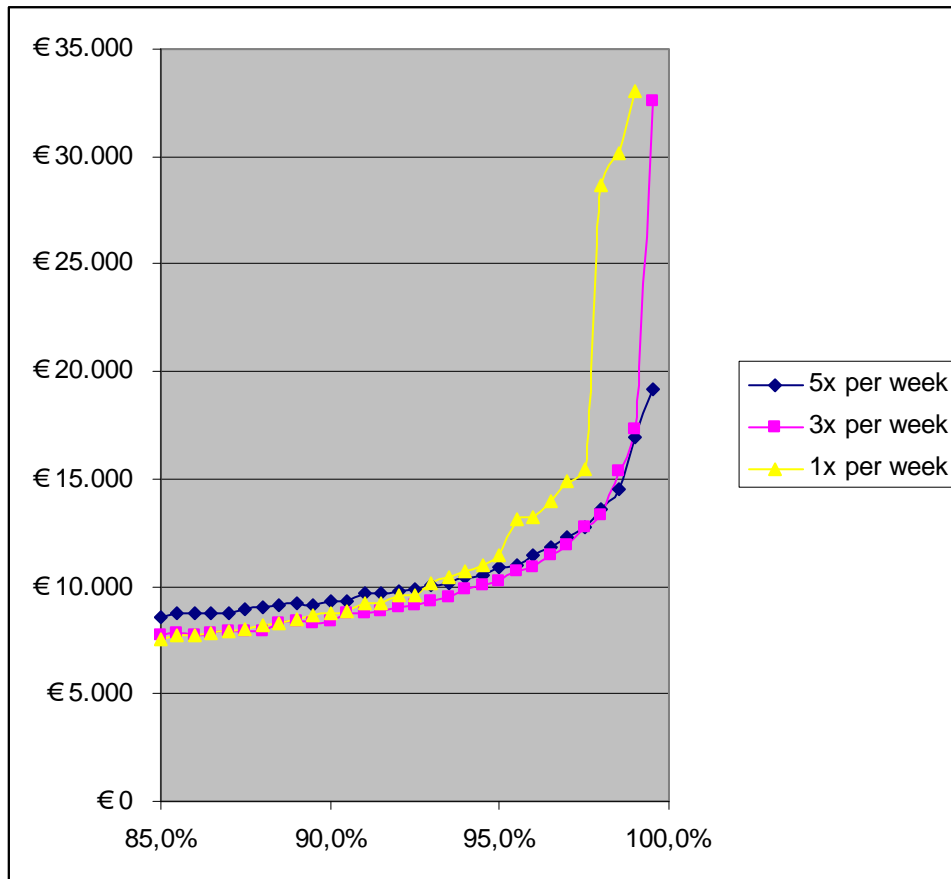
Tabel A: Bij bestellen op maandag

Service level	Parameters			Kosten
	K	KWANTIEL	DIVIDER	Rente
99,5%	1,5	1	2,5	€ 32.545,90
99,0%	1,7	0,9	5,5	€ 17.319,70
98,5%	1,4	0,9	5	€ 15.396,10
98,0%	1,8	0,8	5,5	€ 13.334,50
97,5%	1,6	0,8	5,5	€ 12.726,20
97,0%	1,8	0,6	6	€ 11.876,50
96,5%	1,5	0,7	5	€ 11.415,40
96,0%	1,3	0,8	6	€ 10.869,90
95,5%	1,2	0,8	5,5	€ 10.666,60
95,0%	1,2	0,7	6	€ 10.213,50
94,5%	1	0,8	6	€ 10.015,00
94,0%	1,2	0,6	6	€ 9.826,44
93,5%	1	0,7	5,5	€ 9.511,56
93,0%	1,1	0,6	5,5	€ 9.339,16
92,5%	0,9	0,7	5,5	€ 9.077,35
92,0%	1	0,6	5,5	€ 9.039,65
91,5%	0,9	0,6	6	€ 8.827,59
91,0%	0,8	0,7	6	€ 8.770,42
90,5%	0,8	0,7	3,5	€ 8.705,36
90,0%	0,7	0,7	6	€ 8.414,10
89,5%	0,8	0,6	5,5	€ 8.324,62
89,0%	0,6	0,8	5,5	€ 8.346,97
88,5%	0,6	0,7	5,5	€ 8.263,97
88,0%	0,7	0,6	6	€ 7.940,41
87,5%	0,7	0,6	5,5	€ 7.936,26
87,0%	0,7	0,6	5	€ 7.913,87
86,5%	0,8	0,5	6	€ 7.852,51
86,0%	0,8	0,5	5	€ 7.765,85
85,5%	0,6	0,6	4	€ 7.774,97
85,0%	0,7	0,6	3	€ 7.770,08

Tabel B: Bij bestellen op maandag, woensdag en vrijdag

Service level	Parameters			Kosten
	K	KWANTIEL	DIVIDER	Rente
99,5%	1,9	0,9	5,5	€ 19.209
99,0%	1,4	0,9	5,5	€ 16.978
98,5%	1,7	0,8	6	€ 14.475
98,0%	1,5	0,8	5,5	€ 13.548
97,5%	1,7	0,6	5,5	€ 12.789
97,0%	1,3	0,8	5,5	€ 12.278
96,5%	1,4	0,6	5	€ 11.799
96,0%	1,4	0,5	6	€ 11.434
95,5%	1	0,7	6	€ 10.986
95,0%	1	0,7	5	€ 10.866
94,5%	0,9	0,7	5,5	€ 10.487
94,0%	1	0,6	5,5	€ 10.418
93,5%	0,8	0,7	5,5	€ 10.190
93,0%	0,8	0,7	5	€ 10.096
92,5%	0,7	0,7	6	€ 9.856
92,0%	0,9	0,5	5,5	€ 9.751
91,5%	0,6	0,8	6	€ 9.704
91,0%	0,6	0,7	5,5	€ 9.661
90,5%	0,7	0,6	6	€ 9.322
90,0%	0,7	0,6	5,5	€ 9.297
89,5%	0,8	0,5	5	€ 9.121
89,0%	0,6	0,6	5	€ 9.189
88,5%	0,8	0,5	4	€ 9.100
88,0%	0,7	0,5	5,5	€ 9.014
87,5%	0,4	0,7	5	€ 8.890
87,0%	0,5	0,6	5,5	€ 8.772
86,5%	0,3	0,8	6	€ 8.778
86,0%	0,3	0,8	5,5	€ 8.764
85,5%	0,5	0,6	3,5	€ 8.736

Tabel C: Bij bestellen op iedere weekday



Afbeelding D: Grafische weergave van kosten voor gegeven service level en bestelmomenten

Bijlage 7: Voorraadniveaus

Onderstaand vindt u het orderpunt en streefpunt voor de materialen die wij hebben onderzocht (minimumvoorraad van meer dan 0). Deze niveaus zijn geschikt om een 98% service level te halen.

artikel	orderpunt	streefpunt	artikel	orderpunt	streefpunt	artikel	orderpunt	streefpunt
1000514	1	1	1002808	4	4	718883	1	1
1000515	1	1	1002809	5	5	722293	1	1
1000516	4	4	1002810	3	3	724108	2	2
1000517	5	6	1002811	6	7	724130	1	1
1000518	4	4	1002812	11	13	724141	2	2
1000519	7	8	1002813	11	13	724163	1	1
1000520	1	1	1002814	8	9	724185	1	1
1000521	1	1	1002815	8	9	724196	4	4
1000522	3	3	1002816	4	4	724207	3	3
1000523	4	4	1002817	2	2	724218	2	2
1000524	2	2	1002818	10	12	724229	1	1
1000525	4	4	1002819	13	15	724240	1	1
1000526	1	1	1002820	7	8	724251	1	1
1000527	1	1	1002821	6	7	724262	2	2
1000528	2	2	1002822	3	3	724273	2	2
1000529	2	2	1002867	4	4	724284	3	3
1000530	1	1	585046	1	1	724295	1	1
1001506	4	4	585057	1	1	724306	1	1
1001748	2	2	592999	1	1	724328	2	2
1001749	11	13	593032	1	1	724339	1	1
1001750	8	9	599346	1	1	724350	1	1
1001751	2	2	604109	1	1	724383	1	1
1001752	2	2	604120	1	1	724405	1	1
1001753	8	9	604131	1	1			
1001754	4	4	615670	1	1			
1001755	2	2	615681	1	1			
1001756	1	1	660484	2	2			
1001757	1	1	660495	1	1			
1002646	2	2	660506	1	1			
1002647	1	1	660517	1	1			
1002649	1	1	700480	1	1			
1002650	1	1	700546	1	1			
1002651	2	2	700612	1	1			
1002652	1	1	700678	1	1			
1002795	3	3	718388	4	4			
1002796	5	5	718476	1	1			
1002797	3	3	718531	2	2			
1002801	1	1	718542	2	2			
1002802	1	1	718608	5	6			
1002803	2	2	718619	3	3			
1002804	1	1	718696	3	3			
1002805	1	1	718707	2	2			
1002806	3	3	718784	2	2			
1002807	3	3	718795	1	1			