



**Eindrapport Bachelor Thesis:
“Vooronderzoek naar de proces verbetering
van het Laboratorium van de GD”
“Procesoptimalisatie met behulp van Simulatie”**

Henri Arkink
s0151742
1-06-2011

***Dit onderzoek is uitgevoerd in
samenwerking met:***

***Agri-Information Partners
&
De Gezondheidsdienst voor
Dieren
&
Universiteit Twente***



Voorwoord

Dit eindrapport is geschreven door Henri Arkink en dient als Bachelor Thesis om de Bachelor studie Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente af te ronden. Deze opdracht is ontstaan door een samenwerking tussen enerzijds het ICT consultancy bedrijf Agri Information Partners te Wageningen en anderzijds door het probleem bezittende bedrijf de Gezondheidsdienst voor Dieren te Deventer. Met dank aan het bemiddelingsbureau Integrand is deze opdracht terecht gekomen bij de Universiteit Twente.

Deze opdracht is geschreven om te dienen voor een latere eindopdracht om het laboratorium van de Gezondheidsdienst voor Dieren te optimaliseren met behulp van simulatie. In het verloop van dit rapport is geschreven hoe men tot deze opdracht is gekomen en wat de hoofddoelen van het project zijn. In dit rapport worden de bedrijven Agri Information Partners en de Gezondheidsdienst voor Dieren aangeduid als respectievelijk AIP en de GD. Ook zal de Universiteit Twente in dit project vaak worden afgekort tot de UT.

Voor het resultaat van dit project gaat een dankbetuiging uit naar de samenwerkende bedrijven AIP en de GD. Hierbij gaan speciale dankbetuigingen uit naar Ad Ordelman, Gijs Lagerweij en Roy van der Heide voor hun steun en advies met betrekking tot dit onderzoek. Ook alle betrokken medewerkers van de Universiteit Twente worden via deze weg bedankt voor de inzet en steun die ze aan dit project hebben toegevoegd. Speciale dank gaat hierbij uit naar de heer Mes voor de hulp bij de bouw van het simulatiemodel in dit project. Ook heeft hij hierbij het project vanuit de Universiteit Twente in goede banen geleid waarvoor eveneens veel dank uit gaat.

Management samenvatting

Deze thesis dient als vooronderzoek voor de uiteindelijke opdracht om de proces structuur in het immunologielaboratorium te verbeteren en kosten efficiënter te maken. Bijbehorend kernprobleem voor dit einddoel zijn onduidelijkheden in het huidige proces. Om een start te maken aan de oplossing van dit probleem is een uitgebreide beschrijving gegeven van het huidige test proces in hoofdstuk 5; 'De Procesbeschrijving'. In dit zelfde hoofdstuk is ook een modelweergave gemaakt van de huidige sub processen. Deze flowchart geeft het gehele onderzochte proces binnen de GD weer en is in zijn geheel te vinden in appendix E. Om vervolgens vanuit dit conceptuele model richting een simulatiemodel te gaan, is in deze thesis een literatuuronderzoek uitgevoerd om de best mogelijke simulatietools voor het laboratorium proces te vinden. Dit is uitgevoerd aan de hand van de eisen die hieraan gesteld werden door de GD. Uit dit literatuuronderzoek blijkt dat er zes mogelijke simulatietools voldoen aan deze vereisten, dit zijn de volgende 'tools':

- ShowFlow
- SimCad Pro-Patented Dynamic Process Simulator
- Simio
- Simul8 Professional
- ProModel Optimization Suite
- Tecnomatix Plant Simulation

Binnen dit project is uiteindelijk gekozen voor de laatste tool 'Technomatix Plant Simulation' door positieve ervaringen met deze tool bij de betrokkenen binnen dit onderzoek. Echter zal in een vervolg stadia van dit onderzoek ook met een van de andere vijf simulatietools gewerkt kunnen worden. Met Tecnomatix Plant Simulation is een simulatiemodel gemaakt van de processtructuur binnen de GD aan de hand van het eerder genoemde conceptuele model. De beschrijving van de simulatiebouw is weergegeven in hoofdstuk 7, net als een introductie tot 'Plant Simulation'. Na enig onderzoek is aan de hand van doorlooptijden het gesimuleerde model vergeleken met de werkelijkheid. Uit deze validatiestap van het onderzoek blijkt dat het gesimuleerde model niet significant verschilt van de werkelijkheid. In een vervolgonderzoek zal dit simulatiemodel kunnen leiden tot een verbeterde processtructuur door verschillende experimenten met het model en zijn structuur. Deze thesis wordt vervolgens afgesloten met enkele aanbevelingen tot verbeteringen van het model. Ook worden bij deze aanbevelingen al enkele mogelijkheden genoemd voor experimenten, deze kennis wordt in dit rapport gedeeld door de opgedane ervaring met het proces. Deze aanbevelingen zijn te vinden in hoofdstuk 9, waarop een concluderend hoofdstuk zal volgen. Voor het verdere verloop van het vervolgonderzoek kan geïnformeerd worden bij de GD.

Inhoudsopgave

Voorwoord	- 2 -
Management samenvatting	- 3 -
[1] Introductie	- 6 -
[2] Probleemidentificatie	- 7 -
[2.0] Introductie	- 7 -
[2.1] Probleemkluwen	- 7 -
[2.2] Het kernprobleem	- 8 -
[2.3] De betrokkenen bij het kernprobleem	- 9 -
[3] Probleemaanpak	- 10 -
[3.1] Betrokkenen bij het oplossingsproces	- 10 -
[3.2] Randvoorwaarden aan het oplossingsproces	- 11 -
[3.3] Benodigde middelen voor oplossingsproces	- 11 -
[3.4] Project afbakening	- 12 -
[4] Het onderzoeks ontwerp	- 14 -
[4.1] Het onderzoeks ontwerp en zijn onderzoeksvragen	- 14 -
[4.2] Te verwachten resultaten	- 16 -
[5] De Procesbeschrijving	- 18 -
[6] Simulatietools	- 34 -
[6.1] Simulatietools	- 34 -
[6.2] Keuze uit beschikbare simulatietools	- 35 -
[6.3] Conclusie	- 38 -
[7] Het simulatiemodel	- 39 -
[8] Validatie van het Simulatiemodel	- 48 -
[9] Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek	- 54 -
[9.1] Aanbevelingen voor het Simulatiemodel	- 54 -
[9.2] Aanbevelingen voor experimenten	- 56 -
[9.3] Algemene aanbevelingen	- 57 -
[10] Conclusie	- 58 -
[11] Reflectie	- 65 -

Referenties	- 67 -
Appendices	- 70 -
Appendix A: Interne omzet en monstercijfers (Vertrouwelijk)	- 70 -
Appendix B: Verwijderde monsters (Vertrouwelijk)	- 70 -
Appendix C: Proces Data (Vertrouwelijk)	- 71 -
Appendix D: Proces Flowchart (Vertrouwelijk)	- 71 -
Appendix E: Onderzoeksopzet: 'Literatuuronderzoek Simulatietool'	- 71 -
Appendix F: Criterialijst	- 78 -
Appendix G: Scheiding Simulatie tools.....	- 73 -
Appendix H: De afvlakking van de seizoens piek in 2 ^e kwartaal (Vertrouwelijk).....	- 80 -
Appendix I: Validatietabel (Vertrouwelijk).....	- 80 -
Appendix J: Seizoensinvloeden (Vertrouwelijk)	- 80 -
Appendix K: Definitielijst	- 84 -

[1] Introductie

Deze Bachelor opdracht is uitgevoerd in samenwerking tussen AIP te Wageningen, de GD te Deventer en Henri Arkink vanuit de Universiteit Twente. Agri Information Partners, in dit document meestal aangeduid als AIP, is een consultancy bureau voor ICT diensten in de agrarische sector. Bij deze opdracht ga ik dan ook bezig met een externe opdracht voor de GD Deventer, onder begeleiding en controle van AIP.

De GD, de Gezondheidsdienst voor Dieren, is een onafhankelijk, deskundige leverancier van veterinaire kennis en kunde. Hierbij heeft het bedrijf de algehele diergezondheid te verbeteren als voornaamste doel. Vanuit de bovenste lagen van het bedrijf is opdracht gegeven aan het laboratorium om kosten inzichtelijk te maken en daar waar mogelijk te reduceren. Deze opdracht is nader onderzocht door het 'hoofd bedrijfsvoering'. Uit dit onderzoek is geconcludeerd dat de Immunologie afdeling van het laboratorium de meeste kosten met zich meedraagt. Met deze reden is deze Bachelor Opdracht dan ook beperkt gebleven tot de immunologie afdeling van het laboratorium van de GD. In dit project wordt een vooronderzoek uitgevoerd om met behulp van procesoptimalisatie te trachten de kosten van deze afdeling te reduceren. Deze hoge kosten worden als onnodig beschouwd en vloeien deels nog voort uit de tijd voor de privatisering van de GD enkele jaren terug.

Om dit probleem op te lossen is gestart een onderzoeksopzet te maken. Bij deze onderzoeksopzet komen achtereenvolgens aan bod:

- De probleem identificatie; de vaststelling van het daadwerkelijke probleem
- De probleemaanpak; hoe het probleem aan te pakken
- Het onderzoeks ontwerp; de opzet van het daadwerkelijke onderzoek

Na deze onderzoeksopzet wordt deze thesis gecontinueerd met de vervolgstappen die voortvloeien uit deze onderzoeksopzet. Binnen de GD worden veel afkortingen gebruikt, omdat deze afkortingen snel eigen worden gemaakt zijn in dit project ook regelmatig afkortingen gebruikt, bijvoorbeeld ter aanduiding van bepaalde monster stromen. Voor lezers die niet direct betrokken zijn bij de GD kan dit als moeilijk te lezen worden ervaren, daarom is aan het eind van dit project dan ook een definitielijst toegevoegd in appendix K.

[2] Probleemidentificatie

[2.0] **Introductie**

In de probleem identificatie fase is het de bedoeling te komen tot een globale probleemstelling voor het project. Hiervoor wordt een probleemkluwen opgezet om het verschil te ontdekken tussen de huidige situatie en de gewenste situatie binnen de immunologie sectie van het laboratorium. Vanuit deze probleemkluwen wordt een kernprobleem omschreven, met zijn probleemhebbers. Na de bovenstaande probleemgegevens gevonden te hebben wordt beschreven waar het oplossen van dit probleem toe leidt.

[2.1] **Probleemkluwen**

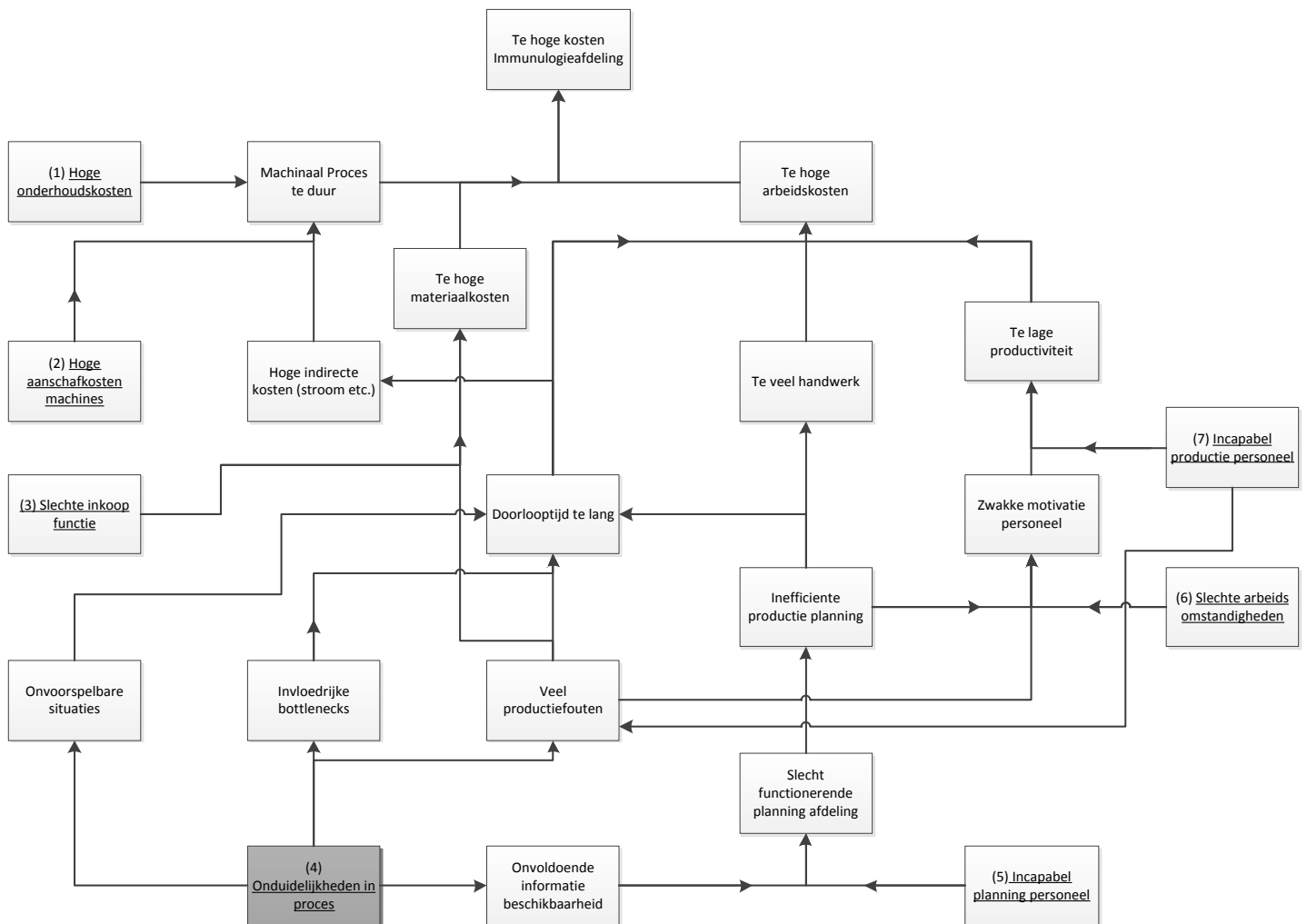
De directie van de GD in combinatie met het ‘hoofd bedrijfsvoering’ heeft ons het volgende probleem voorgelegd: ‘De kosten van de immunologieafdeling van het laboratorium zijn te hoog’. Zoals hierboven genoemd zijn voor dit probleem de causale relaties en zijn kernproblemen in kaart gebracht, door middel van een probleemkluwen. Om tot deze kluwen te komen is met de meest relevante betrokkenen bij de huidige probleemstelling gesproken. Vanuit deze gesprekken zijn nieuwe mogelijke oorzaken en bijbehorende gevolgen duidelijk geworden, aan de hand van deze gevonden oorzaak-gevolg relaties is de bijbehorende probleemkluwen opgezet. Deze probleemkluwen is weergegeven in figuur 1 op de volgende pagina.

In deze kluwen is begonnen met het gegeven probleem vanuit de directie, daar vanuit is voor alle mogelijke causale problemen de kluwen uitgebreid. Zo is er een grote kluwen ontstaan van problemen binnen de immunologieafdeling van de GD. Om een helder beeld te krijgen van de probleemkluwen wordt het volgende voorbeeld genoemd, de mogelijk slecht functionerende planning afdeling kan veroorzaakt worden door onvoldoende informatie beschikbaarheid en incapabel planning personeel.

Om vanuit deze oorzaak-gevolg keten vervolgens een kernprobleem te vinden, is als volgt te werk gegaan. Een kernprobleem moet voldoen aan de voorwaarde dat het een oorzaak moet zijn en geen gevolg/symptoom, het moet dus gesitueerd zijn aan het begin van de causale keten. Om deze kernproblemen te selecteren en zichtbaar te maken zijn in figuur 1 alle zeven mogelijke kernproblemen onderstreept en genummerd. Vervolgens moet een goed kernprobleem duidelijk beïnvloedbaar zijn. In het huidige proces zijn de machines al aangeschaft en werkende, bovendien zal niet het gewenste resultaat aan kostenbesparing behaald worden bij een eventuele verkoop van deze machines. Met deze reden wordt gesteld dat probleem 1 en 2 onvoldoende beïnvloedbaar zijn, zodat het een duidelijke uitwerking op het kosten resultaat heeft. Daarom worden probleem 1 en 2 uitgesloten als mogelijke kernproblemen.

Uit de vijf overgebleven mogelijke kernproblemen wordt een keus gemaakt op basis van de relevantie voor en de invloed op het einde van de causale keten. Hierbij is een duidelijke schifting tussen probleem 3, 5, 6 en 7 en probleem 4 te zien. Probleem 4 is namelijk relevanter en interessanter voor het huidige proces dan de andere vier problemen. Ook is bij kernprobleem 4 de zichtbaarheid van het probleem minder dan bij de andere vier problemen, waardoor dit probleem in

eerdere stadia van kostenreductie onderzoek waarschijnlijk minder aandacht heeft gekregen. De aanpassing van dit probleem zal dan ook meer waarschijnlijk leiden tot de gewenste kosten vermindering. Tevens heeft probleem 4, 'onduidelijkheden in het proces', op veel hoger gelegen problemen in de causale keten invloed. Resumerend wordt dan ook probleem 4; 'onduidelijkheden in het proces' als het kernprobleem van dit onderzoek aangewezen. (TSM Business School, 2005)



Figuur 1:

[2.2] Het kernprobleem

Het kernprobleem wordt dus gevormd door de onduidelijkheden in het proces. In de huidige situatie is er een conceptueel model aanwezig waarin de goederenstromen worden weergegeven tussen verschillende machines. Met machines wordt hier op alle processtappen zoals de analyse met de robot, de analyse met de hand maar ook het sorteren gedaan. Vanuit dit conceptuele model is er echter onduidelijkheid over gebeurtenissen in bepaalde situaties. Hierbij wordt als voorbeeld de onzekerheid van bottlenecks tijdens het proces en in zijn verschillende stadia gesteld. Voor dit probleem is er bij de GD onderzoek gedaan naar de gebruikte werkwijzen en procedures, dit heeft inmiddels geresulteerd in kosten gereduceerd proces. Ook is er al gekeken naar de huidige

organisatie van het hele laboratorium proces, hierbij zijn wederom enkele wijzigingen toegepast die tot een verbeterd kosten resultaat hebben geleid. Toch bestaat bij het ‘hoofd bedrijfsvoering’ het idee dat de huidige situatie in het laboratorium niet de optimale situatie is. Als gewenste situatie ziet het ‘hoofd bedrijfsvoering’ een optimale proces structuur van de huidige immunologie afdeling van het laboratorium. Deze gewenste situatie moet bereikt worden door analyses aan de hand van een simulatiemodel waarin het totale proces en zijn onzekerheden in verschillende stadia in kaart kunnen worden gebracht. Hiermee zal een groot aantal onduidelijkheden in het huidige proces kunnen worden weggenomen. Aan de hand van dit simulatiemodel zullen onder andere doorlooptijden en bottlenecks duidelijk worden. Uiteindelijk is het simulatiemodel alleen een tool om onze gewenste situatie te kunnen bereiken. De eventuele aanpassingen van het proces en zijn bottlenecks zouden dan moeten leiden tot een verbetering van het totale proces. Uiteindelijk zullen deze verbeteringen bijvoorbeeld een verkorting van de doorlooptijd kunnen inhouden, hierdoor kunnen veel kosten worden bespaard en bovendien kan deze verkorte wachttijd in de toekomst leiden tot een verbeterde klanttevredenheid. Samenvattend is het hierbij duidelijk geworden er een probleem is; er bestaat een verschil tussen de huidige en gewenste situatie binnen de GD Deventer. (TSM Business School, 2005) De op te lossen probleemstelling luidt dan ook; de te hoge kosten van de immunologieafdeling van het laboratorium van de GD. Met als uiteindelijke doel van deze opdracht:

- Het Doel: *‘Verlaag de kosten van het immunologie laboratorium’*

[2.3] De betrokkenen bij het kernprobleem

Om dit probleem duidelijker in beeld te brengen, wordt in deze paragraaf een situatie geschetst van alle betrokkenen bij het huidige probleem. Deze probleemhebbers zijn in de huidige situatie allen duidelijk aanwezig in het probleem. De hoofddirectie van de GD Deventer heeft namelijk het probleem dat er te veel kosten worden gemaakt door het bedrijf. Deze directie heeft gekeken naar de oorzaak van de desbetreffende hoge kosten, hierbij zijn zij onder andere gestuit op de kosten van het laboratoriumproces binnen het bedrijf. Het hoofdbestuur is over dit probleem met het ‘hoofd bedrijfsvoering’ gaan communiceren, vervolgens heeft hij gekeken in welke mate, welke kosten, waar vandaan komen. Via deze analyse is de laboratorium directeur uitgekomen bij de immunologie afdeling die de meeste kosten met zich meebrengt. Van alle zeven afdelingen van de GD bracht de immunologieafdeling namelijk 43% van de totale kosten met zich mee, duidelijk afstand nemend van de andere afdelingen wat betreft de kosten, zie hiervoor appendix A. Vervolgens is het ‘hoofd bedrijfsvoering’ samen met de ‘process-flow manager’ van de GD en het externe bedrijf AIP naar een oplossing gaan zoeken voor het probleem. In deze fase van het probleem proces is deze bachelor opdracht ontstaan, met de hierboven genoemde probleemstelling en het doel.

[3] Probleemaanpak

In de probleem aanpak fase van dit verslag wordt de planning voor het oplossingsproces weergegeven. Hierbij moet duidelijk worden wie er bij het oplossen van het probleem betrokken zijn en hoe hierbij de rolverdeling en belangen richting het probleem in elkaar zitten. In deze fase wordt ook een opzet gegeven voor het verkrijgen van de benodigde informatie in latere fasen van het onderzoeksproces. Afsluitend in de probleemaanpak worden de randvoorwaarden en de afbakening van het probleem duidelijk gemaakt.

[3.1] Betrokkenen bij het oplossingsproces

De betrokkenen bij het oplossingsproces zijn enigszins anders dan de betrokkenen bij het kernprobleem. Zo zal de directie geen participatie hebben in het oplossingsproces. Bij het oplossingsproces zal de 'proces-flow manager' wel duidelijk betrokken zijn, door zijn kennis over het huidige proces. Hij zal eveneens ideeën kunnen leveren voor eventuele latere experimenten en veranderingen van het proces. Twee andere betrokkenen in het oplossingsproces zijn het 'hoofd bedrijfsvoering' van de GD en mijn begeleider bij AIP. Zij zullen beiden zowel een overzichtelijke als een adviserende rol gaan spelen in het oplossingsproces. Ook zal het 'hoofd bedrijfsvoering' in combinatie met de 'proces-flow manager' een idee moeten geven over de compleetheid van het proces model. Buiten deze medewerkers van de GD zal de data analist van het lab benodigd zijn voor de benodigde data voor het zo exact mogelijk in kaart brengen van het productieproces. Aangezien de medewerkers van het proces uiteindelijk zullen moeten worden overtuigd van de verbetering van het proces, lijkt het verstandig om ook één van hen te betrekken bij de proces details en het simulatiemodel. Dit zal echter in het project niet vaker dan 1 á 2 keer voorkomen. De laatste betrokkene in het oplossingsproces is mijn uiteindelijke begeleider van de bachelor opdracht vanuit de Universiteit Twente. Hij zal een hulp –en toezichthoudende functie uitoefenen in zowel de opzet van het onderzoek als het uiteindelijke resultaat.

De verantwoordelijkheid voor het project ligt bij mij, maar mijn begeleiders vanuit AIP en de GD zullen hierbij een begeleidende functie uitoefenen, terwijl het oplossingsproces onder toezicht staat van de Universiteit Twente. Toch zullen de belangen bij het oplossen van het probleem grotendeels het zelfde zijn; een goed eindproduct afleveren om op deze manier een tevreden indruk achter te laten bij de GD en de andere betrokkenen. De belangen van de betrokken medewerkers van de GD zullen anders liggen, zij zullen voornamelijk gebaat zijn bij het eindresultaat. De medewerkers bij de data analyse en productielijn gaan alleen indirect baat hebben bij de kosten verlaging, namelijk een verhoogde tevredenheid vanuit hogerop in bedrijfshiërarchie.

[3.2] **Randvoorwaarden aan het oplossingsproces**

Zoals bij de meeste problemen is het oplossingsproces beperkt door een aantal randvoorwaarden. De meest voorname restrictie in dit oplossingsproces is de tijd, het onderzoek is namelijk gerelateerd aan de beperkingen van een Bachelor opdracht. Voor deze Bachelor opdracht geldt een doel van een gecompleteerde opdracht binnen tien weken vanuit de Universiteit Twente. Aangezien dit het doel is en niet een absolute restrictie, wordt de maximale beschikbare tijd van de opdracht op 12 weken gezet. Hierbij worden dan ook onvoorziene situaties en uitloop meegenomen. Om toch het doel te dienen is een planning gemaakt voor een gecompleteerde opdracht binnen 10 weken. Zoals bovenstaand genoemd bevat deze planning een eventuele uitloop van twee weken.

De randvoorwaarde tijd brengt nog een ander belangrijk aspect naar voren. Door de beschikbaarheid van enkel tien weken voor het oplossen van dit project moet geconcludeerd worden dat het hoofddoel na deze tien weken niet bereikt kan worden. Het doel voor dit project wordt dan ook om een vooronderzoek te gaan doen naar dit uiteindelijke doel. Om in een latere fase te dienen voor een vervolgonderzoek voor een andere student of eventueel ander bedrijf.

Een andere randvoorwaarde aan het onderzoek zijn de kosten die voor het onderzoek kunnen worden gemaakt. De GD wil juist een vermindering van de kosten en daarom moeten de kosten overzichtelijk en binnen de perken worden gehouden. Zo zal dit ons onderzoek zich dan ook beperken tot een vrije licentie van de simulatietool om geen overbodige kosten aan het onderzoek op te hangen door een volledige versie aan te schaffen voor dit project.

Een ander belangrijk aspect in het hele project is de data verzameling, om het gewenste doel te bereiken is er een bepaalde hoeveelheid data benodigd. Hierbij gaat het voornamelijk om proces -en aankomsttijden. Deze data is alleen verkrijgbaar bij de GD zelf, omdat het onderzoek gedaan wordt voor de GD verwachten we geen directe problemen met de data verzameling. Wel kan het zo zijn dat de GD de benodigde data niet beschikbaar is, in dit geval moet in een latere fase van dit project gezocht worden naar alternatieve oplossingen om de benodigde informatie toch te verkrijgen.

[3.3] **Benodigde middelen voor oplossingsproces**

Zoals bovenstaand vernoemd is alle benodigde data van de GD nodig, om een correct en met de realiteit overeenkomend model te bouwen. De benodigde exacte data is op dit moment in het onderzoeksproces nog niet te benoemen en zal verder aan bod komen vanaf hoofdstuk 5. Hierbij zal het voornamelijk gaan om historische gegevens van aankomst -en procestijden en types monsters. Andere benodigde informatie voor het project is ook afkomstig van de GD, namelijk de precieze informatie over het te doorlopen proces. Zonder een correcte proces weergave zal het immers onmogelijk worden om tot de gewenste situatie te komen. Deze correcte proces weergave zal zo exact mogelijk zijn, maar moet wel binnen de gestelde tien weken te bereiken zijn realiserende dat tien weken te kort is om een heel gedetailleerd proces weer te geven. Daarom wordt de keuze gemaakt om proces zo exact mogelijk in kaart te brengen en niet zo gedetailleerd mogelijk, uit eerder onderzoek van Ceglowski blijkt dit een goede keus te zijn. (Ceglowski, 2006)

Binnen dit project worden geen problemen verwacht met het verkrijgen van de benodigde informatie door het belang van de GD zelf bij het onderzoek. Toch zal bij de benadering van de data analist en de medewerker in het productieproces een duidelijke uitleg van ons doel benodigd zijn, om de daadwerkelijke informatie te vergaren. Deze mensen zijn namelijk niet direct betrokken bij het onderzoek en zullen zonder uitleg van ons doel incomplete of onjuiste informatie kunnen verschaffen. Een reden hiervan kan zijn dat ze de importantie van het onderzoek niet kennen, deze situatie moet dus zoveel mogelijk vermeden worden.

Een andere belangrijke partij is AIP met zijn kennis en ervaringen. AIP zal een belangrijke rol spelen in het onderzoek met de GD om het volgens haar normen en waarden te laten verlopen, er wordt namelijk een service vanuit AIP geleverd. Ook zal haar kennis en ervaring over onderzoeken van grote waarde kunnen zijn. Verder zal ook de kennis van de Universiteit Twente benodigd zijn om de juiste informatie te verschaffen om het project in goede banen te leiden. De kennis van de Universiteit Twente zal eveneens benodigd zijn om de daadwerkelijke onderzoeken op een correcte manier uit te voeren. Hiervoor zullen voornamelijk de bibliotheek van de Universiteit Twente en zijn andere beschikbaar gestelde informatiebronnen benodigd zijn.

Al deze informatievergaring zal moeten plaatsvinden om tot een welgefundeerd eindrapport te komen dat kan dienen voor een later onderzoek. Verdere informatie voor het project lijkt allemaal beschikbaar te zijn in deze fase van het onderzoek. Concluderend is dus de te vergaren kennis:

- Historische data om proces -en aankomst tijden te vergaren
- De exacte proces beschrijving van de immunologie afdeling voor een correct model

[3.4] Project afbakening

De hierboven genoemde kennispunten zijn te vergaren bij de GD door middel van empirische onderzoeken. Dit empirisch onderzoek zal opgezet en uitgevoerd worden aan de hand van de Methodologische Checklist (Heerkens, 2004). Echter is er door de tijdsrestrictie van deze opdracht geen tijd om de exacte omschrijving en uitleg van deze empirische onderzoeken volgens de Methodologische Checklist vast te leggen in dit rapport. Wel wordt voor de toekomstige gebruiker een duidelijk beeld schetsen hoe we aan deze informatie zijn gekomen. Dit wordt gedaan door een duidelijke beschrijving te maken van de manier van data verzameling en verwerking. Op basis van dit proces onderzoek wordt de benodigde informatie vergaard voor de omzetting van een conceptueel model naar een simulatiemodel, deze stap wordt beschreven in hoofdstuk 7. Dit betreffende onderdeel van dit project wordt niet geanalyseerd volgens de ABP methode (TSM Business School, 2005). Voor de werkwijze van het bouwen van een simulatiemodel wordt namelijk het boek *Simulation, Modeling & Analysis* (Law, 2007) gebruikt.

Het gebruik van een simulatiemodel wordt vooraf gegaan door een literatuurstudie, dat als doel heeft een juiste simulatietool te vinden voor het simuleren van het huidige proces van de GD. Dit literatuuronderzoek wordt ook uitgevoerd om in eventuele verdere onderzoeksfases als vervolg op dit onderzoek, een aan de eisen van de GD voldoende tool te kunnen aanbevelen. Vanaf dit moment begint de echte afbakening van het project, zoals ook al genoemd bij de restricties zal er

onvoldoende tijd beschikbaar zijn om het simulatiemodel uitgebreid te analyseren. Deze stap is in overeenstemming met de GD en AIP dan ook open gelaten voor een volgende afstudeeropdracht.

Wel wordt een zo realistisch mogelijk simulatiemodel gebouwd, dat uiteindelijk wordt getest op validiteit met de reële doorlooptijden van de verschillende types monsters. Op deze manier wordt het hoofddoel bereikt, namelijk een antwoord op de vraag of een realistisch simulatiemodel mogelijk is voor het proces van de GD. Om verdere experimenten, verbeteringen en aanbevelingen toe te voegen en aannames te concretiseren zal een uitgebreid extra onderzoek nodig zijn, dit valt dus buiten de grenzen van deze thesis. Het vervolg project zal dus leiden tot een waar nodig verbeterd en concreter model. Vanuit dit verbeterde model zullen verschillende experimenten gedaan kunnen worden om de 'process-flow' in het laboratorium te verbeteren. Het vervolg project zal continueren met een uitgebreid analyse -en aanbevelingenrapport aan de hand van experimenten met het eventueel verbeterde simulatiemodel. Aan de hand van deze analyses en experimenten kunnen er verbeteringen voor het totale laboratorium proces worden voorgesteld.

[4] Het onderzoeks ontwerp

[4.0] **Introductie**

In deze fase van ons onderzoek wordt een duidelijk beeld geschetst van het probleem en het komen tot een oplossing. Hierbij worden aan de hand van ons kernprobleem, enkele onderzoeksvragen en een onderzoeks ontwerp opgezet om het probleem op te lossen. Het doel in deze fase van dit onderzoek is om een weg uit te stippelen richting de gewenste situatie.

Zoals eerder beschreven is ons kernprobleem:

- Het Kernprobleem: *‘Onduidelijkheden in het proces van het Immunologie laboratorium’*

Dit probleem is ontstaan uit het aangegeven hoofdprobleem van de directie, namelijk de te hoge kosten in dit laboratorium. Het doel van het oplossen van dit probleem is om uiteindelijk te komen tot een stevig gefundeerde voorbereiding voor de optimalisatie van het laboratorium.

- Het Doel: *‘Een stevig gefundeerde voorbereiding voor de optimalisatie van het productieproces van het laboratorium van de GD aan de hand van een simulatiemodel’*

Dit doel moet bereikt worden door het huidige proces in kaart te brengen en potentiële verbeterpunten aan het licht te brengen. Dit wordt gedaan door een simulatiemodel te bouwen van het huidige proces. Aan de hand van dit model kan in een vervolgoopdracht een uitgebreide analyse aan de hand van experimenten worden geschreven. Deze analyses en experimenten zullen uiteindelijk een verscherpt beeld van de werkelijkheid verschaffen en potentiële verbeterpunten binnen het laboratorium aan het licht brengen.

Bovenstaand probleem wordt opgelost door in dit hoofdstuk een duidelijke structuur aan te brengen voor het verdere verslag. Daarvoor wordt hieronder eerst een onderzoeks ontwerp met onderzoeksvragen opgesteld, deze vragen moeten vervolgens beantwoord worden om tot ons doel te komen. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met de te verwachten resultaten aan het einde van deze thesis.

In dit onderzoeksproces zullen er regelmatig enkele iteratieve stappen moeten worden ondergaan om tot een correct model te komen. Zo zal het in ons proces voorkomen dat er met de modelbouw gestart is maar dat er toch nog blijkt dat een deel van een processtap onvolledig is. Dit wordt vervolgens opgelost door een stap terug te gaan in het onderzoeks ontwerp (iteratief onderzoek) en vandaar uit weer verder te werken in het onderzoek.

[4.1] **Het onderzoeks ontwerp en zijn onderzoeksvragen**

Om tot het eind doel te komen wordt een duidelijke structuur in ons onderzoek aangebracht. Als eerste is het van groot belang om het huidige proces correct in kaart te brengen. Om dit subdoel te bereiken starten wordt na dit hoofdstuk gestart met hoofdstuk 5: ‘De Procesbeschrijving’. In dit hoofdstuk gaan wordt zo exact mogelijk in kaart gebracht hoe de huidige situatie in elkaar steekt. Dit wordt gedaan door de volgende onderzoeksvraag voor hoofdstuk 5 centraal te stellen:

- Onderzoeksvraag 1: *‘Hoe ziet het huidige immunologie testproces in het laboratorium van de GD eruit?’*

Om deze vraag te ondersteunen en een nog completer beeld van het proces te krijgen is ook informatie nodig over de tijden per proces. Deze tijden zijn benodigd om een goed inzicht te krijgen in hoelang elke processtap duurt. Om ook een beeld te krijgen van de doorstroom van producten per dag, is er ook informatie nodig over hoeveel monsters er per dag aankomen bij de GD. Beide informatiestromen zijn ook van essentieel belang om een goed simulatiemodel te bouwen. Om deze informatiestromen duidelijk te krijgen wordt bij elke stap in de procesflow ook een modelbouw paragraaf geïntroduceerd. Hierbij is uit privacy overwegingen besloten om de daadwerkelijke data niet in het verslag toe te voegen, maar in bijlages te plaatsen. Op deze manier kan aan de privacy-overeenkomst tussen de verschillende partijen voldaan worden door de openbare versie van dit project zonder privacygevoelige bijlages te publiceren.

Zo wordt het huidige proces vastgelegd in een conceptueel model en zijn bijbehorende beschrijving. Vervolgens wordt de gevonden processtructuur en zijn bijbehorende data geïmplementeerd in een simulatiemodel, om de modelweergave en data vergaring te valideren aan de realiteit. Om dit simulatiemodel te bouwen is er echter wel kennis nodig over simulatie programma's, de zogenoemde 'simulatiertools'. Met deze reden wordt gecontinueerd met de volgende onderzoeksvraag:

- Onderzoeksvraag 2: *‘Welke simulatiemodel(s) voldoen aan de eisen voor het simuleren van het test proces van de GD?’*

Deze vraag wordt beantwoord in het zesde hoofdstuk 'Simulatiertools' door middel van een literatuuronderzoek. Vervolgens wordt de gewenste simulatiemodel vanuit deze onderzoeksvraag gebruikt om de realiteit te gaan simuleren, dit proces wordt beschreven in het hoofdstuk: 'Het Simulatiemodel'. In dit zevende hoofdstuk wordt duidelijk gemaakt hoe de antwoorden op de onderzoeksvragen in hoofdstuk 5 en 6 gebruikt worden om tot een simulatiemodel te komen. De onderzoeksvraag behorende tot dit hoofdstuk luidt:

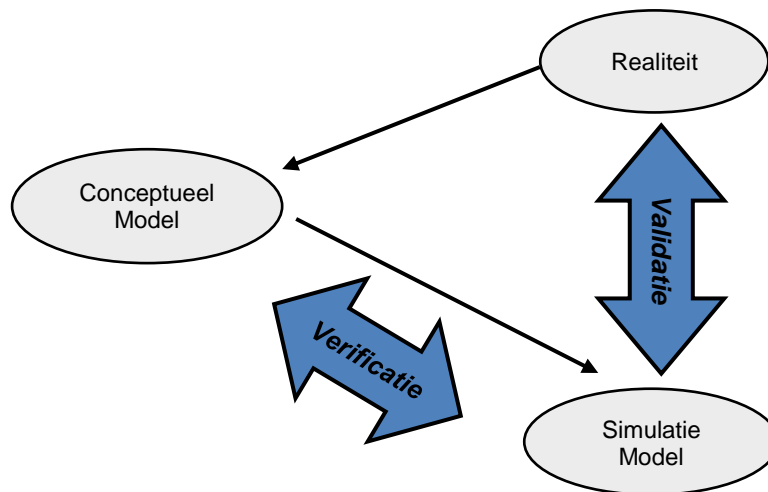
- Onderzoeksvraag 3: *‘Hoe vertalen we het conceptuele model van hoofdstuk 5 in een simulatie model?’*

Dit hoofdstuk is een iteratief proces gebleken door dat er steeds meer vragen ontstonden naar mate de diepgang in het model toenam. Zodoende komen we aan een compleet simulatie model door vele verificatiestappen aan de hand van het conceptueel model.

Na de beantwoording van deze drie vragen wordt de resterende tijd besteed aan het onderzoeken van het huidige proces. Zo worden met behulp van het gebouwde simulatiemodel in hoofdstuk 7 experimenten uitgevoerd om het simulatiemodel te valideren aan de werkelijkheid. Hierbij wordt de nadruk gelegd op de doorlooptijden van de verschillende tests. Hierbij wordt bijvoorbeeld gekeken naar de doorlooptijd in verschillende kwartalen, zodoende wordt duidelijk welke invloed een seizoens piek bijvoorbeeld heeft. Ook voor dit onderwerp is een afzonderlijk hoofdstuk geschreven, namelijk hoofdstuk 8 met de titel: 'Validatie en analyse van het simulatiemodel'. De bijbehorende onderzoeksvraag voor dit hoofdstuk zal zijn:

- Onderzoeksvraag 4: *‘In welke mate is het simulatiemodel valide aan de realistische situatie?’.*

Zoende is het bouwen van een simulatiemodel gecompliceerd volgens het model in figuur 2:



Figuur 2:

Als laatste punt van ons onderzoek wordt aan de hand van hoofdstuk 8 een aanbevelingenrapport geschreven voor eventuele verbeteringen en mogelijkheden van het model voor een toekomstig onderzoek. Met deze aanbevelingen zal in een later stadium dat buiten het bereik van deze opdracht valt, het simulatiemodel naar mening van de opdrachtgever verbeterd kunnen worden. Vervolgens zal het mogelijk zijn met dit simulatiemodel analyses te maken aan de hand van verschillende experimenten. Zo moeten deze analyses in de toekomst een idee gaan verschaffen over het huidige systeem en de impact van veranderingen hieraan. Met als hoofddoel een voor zover mogelijk optimaal test proces te creëren binnen het laboratorium van de GD.

Reflecterend op het gehele onderzoek wordt een afsluitend hoofdstuk met de uiteindelijke conclusies die we kunnen trekken uit het project. Na dit hoofdstuk volgt er nog een kort geschreven reflectie hoofdstuk waarin terug wordt gekeken op het verloop en de afloop van het gehele project.

[4.2] Te verwachten resultaten

Vanuit het bovenstaande onderzoek wordt een al dan niet valide simulatiemodel voor de procesanalyse van het laboratorium verkregen. Dit model volgt uit een duidelijke procesbeschrijving en procesmodel in combinatie met een onderzoek naar een geschikte simulatietool voor de processimulatie. Daarnaast wordt een lijst toegevoegd met aanbevelingen voor de uitbouw van het model en eventuele aanbevelingen voor experimenten in het proces. Met deze resultaten kan de GD wellicht in combinatie met AIP een verder onderzoek starten naar het optimalisatieproces van het laboratorium. Dit kan bereikt worden door dit model als basis te gebruiken en aanbevelingen te gebruiken om een analyse over de huidige processtructuur te doen.

Verder moet in dit verslag goed geformuleerd worden wat er precies in welke stap gedaan wordt. De reden hiervoor is dat er op dit onderzoek hoogstwaarschijnlijk een vervolgonderzoek komt naar verbeteringen in het laboratorium proces. Overigens zal het model ook enige aanpassingen vergen aangezien in enkele processtappen gefundeerde schatting zijn gemaakt van bepaalde proces- en aankomsttijden. Deze schattingen zullen uiteraard in de latere fase na dit onderzoek verbeterd kunnen worden door onderzoek te doen naar deze geschatte tijden. Voor dit onderzoek is het maar in beperkte mate haalbaar om processen individueel te onderzoeken in verband met de tijdsrestrictie van 10 weken. Toch wordt verwacht met de kennis van de aanwezige personeels –en stafleden van de GD een reëel model te bouwen op basis van gefundeerde schattingen. Met deze veronderstelling van een later vervolgonderzoek, is een duidelijke beschrijving van manier van werken in het verslag dus benodigd.

[5] De Procesbeschrijving

In het komende hoofdstuk wordt duidelijk gemaakt hoe het huidige proces er uit ziet. Deze fase moet zorgvuldig worden afgerond, om eventuele onvolledigheden te vermijden. Het doel van dit hoofdstuk is het huidige proces in kaart brengen, met als onderzoeksvraag: 'Hoe ziet het huidige testproces in het Immunologie laboratorium er uit binnen de GD?'. Hierbij wordt het proces niet alleen uitgebreid beschreven voor een volgend onderzoek maar ook duidelijk in kaart gebracht doormiddel van een flowchart. Deze flowchart is een begin voor het uiteindelijke simulatiemodel, zo dient de flowchart als het conceptuele model dat uiteindelijk moet leiden tot een simulatiemodel. Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden behandelt dit hoofdstuk stapsgewijs alle afdelingen in het laboratorium, door de opeenvolgende paragrafen per afdeling. Met het beantwoorden van deze onderzoeksvraag is het eerste doel bereikt in dit onderzoek en kunnen we verder gaan naar de volgende stap in het onderzoeksproces.

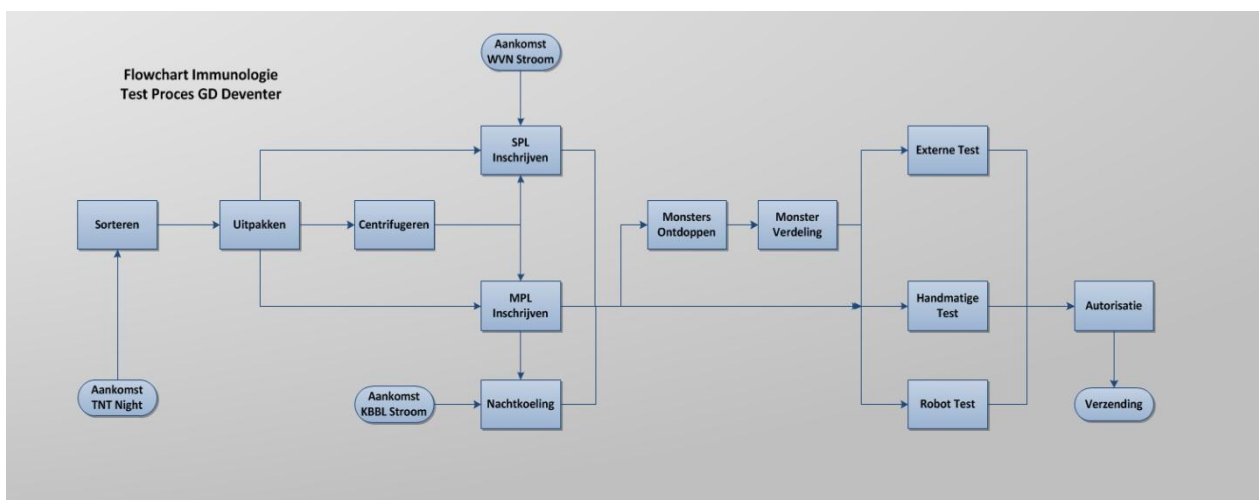
[5.0] Algemeen

Zoals hierboven genoemd is het doel in dit hoofdstuk inzicht te krijgen in het immunologie test proces van het laboratorium van de GD. Hierbij beperken we ons tot varkens en runderen. Deze stroom is namelijk geheel verschillend van het pluimvee immunologie test proces. De andere grote stroom, de pluimvee tests, worden dan ook via afzonderlijke afdelingen bewerkt en daarom ook niet meegenomen in dit onderzoek. De overige dieren worden bij de GD maar in heel beperkte mate op immunologie getest, zo bevatten de varkens en runderen ruim 92% van het geheel, exclusief de afzonderlijk pluimvee stroom. Deze varkens -en runderen stroom brengt dan ook de meeste kosten met zicht mee zoals te zien is in appendix A, met deze reden focust het onderzoek zich dan ook volledig op deze twee diersoorten in het proces.

Het laboratorium is ingedeeld in verschillende afdelingen, die verschillende stappen van het gehele proces afwerken. Deze afdelingen met zijn processen worden hieronder uitgewerkt. We maken in dit hoofdstuk voor het eerst kennis met de twee verschillende stromen, namelijk de SPL en MPL stroom. De MPL stroom(Maatwerk Productie Laboratorium monsters) bevat de monsters die binnenkomen aangestuurd door de klant zelf of door zijn dierenarts. Dit gebeurt voornamelijk in niet standaard situaties, zoals plotselinge verschijnselen bij dieren, verwerping van nageslacht, export bij verkoop etc. Bij deze stroom is de dagelijkse aankomst van monsters lastig te voorspellen omdat de GD hier geen rol in speelt. Bij de SPL stroom (Standaard Productie Laboratorium monsters) ligt dit echter anders, dit is namelijk de stroom die grotendeels wordt aangestuurd door de GD. Deze stroom bevat voornamelijk routine controles om een bepaalde ziektevrije status voor een bedrijf en zijn vee te behalen en vervolgens te behouden. Dat deze stroom wordt aangestuurd door de GD houdt in dat de GD op bepaalde momenten aangeeft aan de dierenartsen dat er van het betreffende bedrijf een aantal monsters nodig zijn van een aantal willekeurig gekozen dieren. Deze dieren worden dan getest bij de GD aan de hand van het certificeringsprogramma waar de cliënt aan mee doet. Een voorbeeld van een certificeringsprogramma dat bij de GD wordt gebruikt is het COS (Certificering Ondersteunend Systeem). Dit systeem bevat een lijst van gekozen ziektes door de klant waar het betreffende bedrijf dan vrij van is. Als de GD dan een melding geeft van het benodigde testproces moeten er binnen een vastgestelde periode monsters worden aangeleverd. Zo weet de GD dat

wanneer het een bepaald aantal aanvragen tot tests richting de klant doet, deze tests ook binnen deze periode moeten worden verwerkt in het testproces. Zo bestaat er de mogelijkheid drukke en rustige perioden enigszins te stabiliseren. Hiermee hebben we dus al drie verschillende stromen genoemd, de MPL stroom en de COS stromen (opgesplitst in COS Rund en COS Varken). Dan zijn er nog vier extra SPL stromen die we hierbij nog niet genoemd hebben. In feite zijn deze stromen ook onderdeel van het COS programma. Deze stromen zijn echter wel opgesplitst, te noemen de twee slachtlijnen, wederom opgesplitst in Slachtlijn Rund en Slachtlijn Varken monsters die afkomstig zijn van slachthuizen. En de twee melk- stromen, waarbij maandelijks een Tankmelk stroom binnenkomt en dagelijks een MPR Rund stroom van individuele dieren.

Alle tijden van processen en stromen die later in dit verslag genoemd worden en niet verder gespecificeerd zijn, zijn gebaseerd op kennis van ervaren werknemers en teamleiders. Met de beschikbaarheid van deze gedeelde kennis zijn we tot onderstaande procesbeschrijving gekomen. Hieronder volgt een oppervlakkig totaalbeeld van het huidige proces, in figuur 3. Al deze stappen in het proces worden individueel weergegeven door middel van een procesflow van de afdeling aan het eind van elke paragraaf.



Figuur 3:

[5.1] Het Aankomstproces

Het aankomstproces van de immunologieafdeling van de GD is opgebouwd in meerdere fasen. Zo komt de TNT Night Service 's ochtends altijd voor 7 uur aan met twee grote postkarren vol met monsters. Het grootste deel van deze monsters bevat bloed en melk van runderen en varkens. Ook komen hier enkele andere reageerbuisjes aan van pluimvee, schapen, geiten, niet-immunologische onderzoeken etc. De Schapen & Geiten aankomststromen nemen we tot en met de uitpakfase wel mee, omdat deze van grote invloed zijn op het sorteer en uitpakproces. De overige stromen laten we in zijn geheel buiten beschouwing omdat de stromen niet door ons proces gaan, of omdat de aantallen hiervan miniem (<1%) zijn vergeleken tot de rund -en varkensstroom.

Hier opvolgend komt er een soort gelijke stroom binnen om 8 uur bij de service balie, wederom komt deze stroom van de TNT af. Deze stroom kan qua types monsters als gelijke worden gezien aan de TNT Night stroom. Het enige verschil is dat hij tijdens het sorteerproces van de TNT Night stroom

aankomt, hierin wordt hij echter direct meegenomen, met deze reden verwaarlozen we dit verschil en tellen we de stromen bij elkaar op.

Vervolgens komt er tussen 10:30 en 11:00 de volgende stroom aan van het testbedrijf Qlip. Deze stroom bevat enkel melk en is voor meer dan 84% de totale MPR Rund- stroom en de gehele maandelijkse Tankmelk stroom, eveneens is deze stroom al ingeschreven en ingepakt in rekken. We voegen deze stroom dan ook pas in als het in paragraaf 4 genoemde proces van monster verdelen begint.

De overige kleine 16% van de melkstroom MPR Rund komt van West-Veluwe en Nijland. Deze aanlevering gebeurt echter alleen op dinsdag, donderdag en in het huidige systeem ook op vrijdag rond 17:00 uur. Echter in 2010 was het nog niet het geval dat er ook vrijdags werd geleverd, daarom nemen we in onze situatie alleen de dinsdag en donderdag van aankomst mee. Deze stroom wordt de dag na aankomst ingeschreven en verder in het proces verwerkt en de uitpaktijd van deze monsters is verwaarloosbaar. Daardoor komt de stroom eigenlijk direct de volgende ochtend bij de inschrijfafdeling binnen. Zodoende beschouwen we dan ook als aankomsttijd van de West-Veluwe & Nijland stroom de volgende dag om 7 uur 's ochtends.

Als laatste inkomende monster stroom behandelen we de balie stroom. Deze stroom bevat de monsters die worden afgeleverd bij de receptiebalie van de GD en eventuele andere klantaanvragen via de telefoon (het Belrek). Dit is een klein percentage (<1%) van het geheel, deze stroom kan bovendien op elk moment van de dag worden behandeld. Deze stroom is qua aankomst en verwerking totaal onvoorspelbaar, doordat er ook geen gegevens beschikbaar zijn van de betreffende monsters worden ze beschouwd als monsters van de TNT Night stroom.

Deze stromen vormen samen het aankomstproces in het laboratorium. Echter zijn er virtueel nog meer inkomende stromen in het proces. Zo komen onder andere enkele test terug uit de koeling op sommige punten omdat ze moeten worden her-test na een positieve eerste test. Vaak komen deze tests weer binnen bij de monsterverdeling, nadat ze voor de zekerheid in koelblokken zijn opgeslagen. Deze stroom nemen we mee in het testproces, door de monsters te behandelen als standaard aankomstmonsters zodat ze het hele proces gewoon doorlopen. We verwaarlozen door deze maatregel de monsters niet, maar besparen hiermee wel veel tijd tijdens het simuleren en analyseren van het proces.

Concluderend hebben we dus samengenomen drie hoofd stromen. De binnenkomende stroom van TNT Night die overigens ook de stroom van de Balie en TNT Post bevat. En de twee melkstromen van Qlip, enerzijds dagelijks rond 11:00 en de andere van West-Veluwe en Nijland die alleen op dinsdag en donderdag tegen het einde van de dag aankomt. Na deze stromen inzichtelijk te hebben gemaakt komen we aan bij de eerste stap in ons productieproces; de uitpakafdeling. Voor dat we naar deze stap gaan vervolgen we met de modelbouw van de aankomsten.

[5.1.2] **Modelbouw van aankomsten**

Van het hierboven genoemde aankomstproces moeten we meer duidelijkheid krijgen om de informatie te verwerken in een simulatiemodel. Zodoende zijn we op zoek gegaan naar gegevens die kunnen leiden tot bijvoorbeeld aankomstaantallen. Na enig onderzoek is het gebleken dat de meest overeenkomende gegevens de gegevens van de inschrijfafdeling zijn. In deze gegevens wordt per

aankomstmonster weergegeven op welke dag ze zijn aangekomen, welke tests dat ze hebben ondergaan en tot welk type monster ze behoren.

Uit de verkregen lijst met geteste monsters over 2010 hebben we zodoende eerst uitsplitsingen gemaakt in 15 categorieën monsters, waarvan enkelen al eerder zijn genoemd in dit document. Zo beginnen we met de TNT Night stroom die we op gaan delen in een 12-tal stromen. Hier komen namelijk de COS Rund, COS Varken, Schaap & Geit, Slachtlijn Rund, Slachtlijn Varken en de MPL stromen binnen. Enkele van deze stromen moeten we nog eerst opsplitsen voor binnenkomst om prioriteitsregels binnen het proces te kunnen toepassen. Zo heeft de BVD_PCR stroom binnen de COS Rund voorrang op de andere SPL stromen, daarom splitsen we de BVD_PCR stroom dan ook uit de COS Rund stroom.

Vervolgens hebben we de al eerder genoemde MPL stroom, van deze stroom is bekend dat het een voorkeur van behandeling geniet boven alle SPL stromen. Echter geniet deze stroom ook nog weer een prioriteitensysteem binnen zijn eigen monsters. Zo splitsen we de MPL stroom in Export, KI en overig, om de hogere prioriteit van de KI en Export monsters ten opzichte van de andere monsters. Deze splitsing verschaft nog niet voldoende duidelijkheid door de verschillende materialen van de monsters. Zo moeten de meeste van deze monsters (de Bloed en Melk monsters) wel door de centrifuge maar enkelen (de diversen) ook niet, om dit in het model te implementeren splitsen we de drie verschillende stromen weer op in twee verschillende stromen van bloed/melk respectievelijk diversen. Deze splitsingen leveren ons zes verschillend aankomststromen MPL op, deze optellend bij de eerdere zes komen we tot een totaal van 12 binnenkomende aankomststromen van de TNT Night Service. Deze stromen zijn dan nog exclusief de aankomende melkmonsters die niet via TNT Night aankomen. Deze monsters worden ook weer opgedeeld in drie verschillende stromen, waaronder de Tankmelk Rund en MPR Individuele melkmonsters. Vanuit de MPR Individuele monsters maken we nog weer een opsplitsing tussen de aankomst via KBBL en de aankomst van West-Veluwe en Nijland door de verschillen in aankomsttijd. Op deze manier komen we aan een totaal van 15 verschillende stromen:

- BVD_PCR
- COS Varken
- COS Rund
- Schaap & Geit
- Slachtlijn Rund
- Slachtlijn Varken
- MPL Export (Bloed/Melk)
- MPL Export (Diversen)
- MPL KI (Bloed/Melk)
- MPL KI (Diversen)
- MPL Overig (Bloed/Melk)
- MPL Overig(Diversen)
- West-Veluwe & Nijland MPR Melk
- Tankmelk Rund
- MPR Rund Melk

Nadat we alle monsters in deze categorieën hebben in gedeeld, zijn we begonnen om eerst alle duplicaten aan inschrijfnummers te verwijderen, omdat deze monsters meerdere keren zijn getest. Dit zou zowel een her- test als een andere test kunnen zijn. Vervolgens hebben we monsters verwijderd of samengevoegd omdat ze niet binnen de grenzen van ons onderzoek behoren of eenzelfde proces als andere gelijkwaardige monsters ondergaan. Zo hebben we monsters verwijderd met verschillende redenen zoals het behoren tot een andere afdeling of het niet meer bestaan van een bepaalde test. In Appendix B is een lijst te vinden met reden van verwijdering en bijbehorende test soorten. Op deze manier verkrijgen we een complete lijst van aankomstaantallen over 2010. We gebruiken hierbij de reële aantallen en geen kansverdeling over deze aantallen, omdat dit de voorkeur betreft van het opdracht gevende bedrijf.

Bij deze data hebben we geen indicatie van de hoeveelheid aankomende monsters van Veluwe & Nijland, wel weten we dat deze monsters dinsdag en donderdag aankomen. We hebben hiervoor het uiteindelijke percentage West-Veluwe en Nijland melk van de KBBL Melk monsters gebruikt. We hebben dit berekend aan de hand van een vast aantal van het totale aantal West-Veluwe en Nijland monsters dat in een jaar is binnengekomen, dit percentage (15,3%) is gebruikt als West-Veluwe en Nijland monsters die nog in de MPR Rund aankomst aantallen zijn inbegrepen. Vervolgens hebben we voor de dinsdag aankomst dit percentage genomen over de gemiddelde MPR aankomst van maandag, dinsdag en de helft van woensdag. Op een vergelijkbare manier hebben we dan ook de aankomst voor donderdag berekend, door het percentage te gebruiken van donderdag, vrijdag en de helft van woensdag. Zodoende komen we aan de aankomstaantallen van alle dinsdagen en donderdagen in 2010. Vervolgens zijn deze aantallen monsters verwijderd bij de MPR Rund stroom de woensdag en vrijdag, omdat de monsters de dag na aankomst pas zijn geregistreerd. Zo zijn de betreffende monsters volgens het systeem binnengekomen op woensdag en vrijdag, terwijl de echte aankomsten een dag eerder waren. Van deze dagen nemen we dan ook de aantallen ingekomen monsters.

Om vervolgens een duidelijke lijst van aaneensluitende dagen te creëren van de aankomst aantallen per dag, geven we nummers mee aan de dagen. Zo verwijderen we dus eerst de zaterdag en zondagen uit de aankomstgegevens, omdat er niet in het weekend wordt gewerkt. Wel bevatten deze dagen incidenteel aankomstaantallen, deze gegevens voegen we in de meeste gevallen bij een dag eerder, omdat deze aantallen dan na middernacht in het systeem werden verwerkt. De Tankmelk aantallen in het weekend vormen hierbij een uitzondering, deze voegen we in bij de eerstvolgende werkdag, omdat deze aantallen in het weekend worden ingestuurd in het systeem vanuit een extern bedrijf. Deze monsters komen fysiek dus pas op de eerst volgende werkdag binnen.

Ook hebben we hier de feestdagen verwijderd, waar ook alleen in de bovengenoemde incidentele gevallen aankomstaantallen aangegeven stonden. Hiermee zijn we op vergelijkbare manier als hierboven genoemd omgesprongen. Voor de duidelijkheid zijn hierbij dus Bevrijdingsdag, Koninginnedag, 2^e Paasdag, Hemelvaart, 2^e Pinksterdag en Nieuwjaarsdag verwijderd, omdat op deze dagen niet wordt gewerkt. Zo zijn er over het jaar 2010, 255 werkbare dagen overgebleven. Samenvattend zijn we dus tot een lijst gekomen van 15 verschillende types aankomsten, per 255 werkbare dagen. Deze aantallen worden rechtstreekse input bij de hierna beschreven uitpakafdeling.

[5.2] De Uitpakafdeling

Het uitpakproces kan elke ochtend vanaf 7 uur beginnen omdat de monsters van TNT Night en West-Veluwe & Nijland dan altijd binnen zijn. Vanaf de starttijd bij de uitpakafdeling wordt aangevangen met het sorteren van de aangekomen karren met monsters van TNT Night Service. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de bovengenoemde maatwerk stroom MPL en de zes bovengenoemde standaard aankomst monsters. Hierbij worden de genoemde SPL stromen in bakken uit gesorteerd, terwijl de MPL monsters ook daadwerkelijk worden uitgepakt. Zoals al eerder genoemd is de MPL stroom de stroom met spoed, dat is de reden dan ook dat de MPL direct wordt uitgepakt en de SPL stroom alleen wordt gesorteerd. Bij het uit sorteren van deze stroom wordt weer onderscheid gemaakt in verschillende stromingen binnen de MPL, dit wordt aangegeven met kleurverschillen in de rekjes. Dit is vanwege de mate van spoed dat de tests hebben, zo moeten bijvoorbeeld van de Export en KI de tests de volgende dag al binnen zijn.



De volgorde die hier aangegeven wordt luidt als volgt:

Uitpakafdeling:

- Export
- KI
- Klachten rund
- Verwerpers
- Alle monsters varkens
- Antistoffen
- Belrek (Bij missende gegevens)

Omdat op de Export -en KI stroom na, de andere stromen erg klein zijn en grotendeels gelijk worden behandeld nemen we deze stromen samen in ons model. Voor de duidelijkheid sorteren we in het proces dus alleen de Export en KI monsters uit van de overige monsters van de MPL-stroom. Nadat de SPL-stroom is gesorteerd en de MPL is uitgepakt, gaan de MPL monsters richting de centrifuge indien het om bloed of melk gaat. Bestaan de monsters uit andere materialen, verderop aangeduid als diversen, dan worden ze direct doorgestuurd naar de inschrijfafdeling omdat ze geen centrifuge stap behoeven. Hierbij wordt aan de Export -en KI-stroom voorrang verleend boven de andere stroom. Als er dan bijvoorbeeld twee rekjes klaar volledig uitgepakt zijn en de machine met een capaciteit van 2 rekjes leeg staat worden ze eerst gecentrifugeerd voordat er wordt gecontinueerd met het uitpakken. Dezelfde mensen die sorteren pakken de monsters ook uit en centrifugereren ze indien nodig. Nadat alle benodigde monsters gecentrifugeerd zijn wordt de betreffende MPL-stroom doorgeschoven naar de inschrijfafdeling voor MPL monsters.

Na het uitpakken van de MPL-stroom en het sorteren van de SPL-stroom, blijven er twee mensen over in de uitpakruimte om de SPL monsters uit te pakken en te centrifugereren. De overige mensen worden verplaatst naar de inschrijfafdeling, waarbij zij helpen de monsters in te schrijven. De twee overgebleven mankrachten beginnen dan met het uitpakken van de SPL-stroom, in de onderstaande volgorde:

1. COS Varken
2. COS Rund
3. Schaap & Geit
4. Slachtlijn Rund
5. Slachtlijn Varken

De overgebleven stroom BVD_PCR monsters worden apart behandeld, zo worden deze monsters door één persoon apart uitgepakt, maar wel op dezelfde afdeling. Deze bloed monsters worden apart genomen omdat ze steriel moeten worden gepipetteerd en behandeld, bovendien heeft deze stroom een hogere prioriteit dan de overige SPL stromen. Naast deze BVD_PCR stroom worden de twee COS stromen als eerst uitgepakt vanuit de eigenlijke uitpakafdeling en doorgevoerd naar de inschrijving. Vervolgens worden de schapen & geiten behandeld, deze stroom vervolgt ons proces echter niet en wordt na het uitpakken een andere richting ingevoerd die niet op ons onderzoek van toepassing is. Vervolgens worden de twee slachtlijnen als laatst behandeld, deze stromen hebben de laagste prioriteit omdat het monsters zijn van al overleden dieren. Bij dit uitpak –en sorteerproces gelden batchgroottes van 72 monsters in het geval van serum en 96 monsters in het geval van melk. Bovendien worden de diverse monsters als individueel product behandeld.

Ook bij de SPL stromen geldt; als een rekje vol is wordt deze doorgeschoven naar de centrifuge in het geval van bloed. Bij de SPL stroom geldt dit echter niet voor de aankomst van melk. De enige melkstroom die hier binnenkomt, is de melkstroom van West-Veluwe & Nijland, deze stroom wordt zonder tussenstap direct doorgevoerd naar de inschrijving en verderop in het proces opgeroomd in plaats van te worden gecentrifugeerd. Als de rekjes met bloed gecentrifugeerd zijn, worden deze in de buffer voor SPL inschrijving geplaatst om op eerder genoemde volgorde te worden ingeschreven.



Centrifuges:

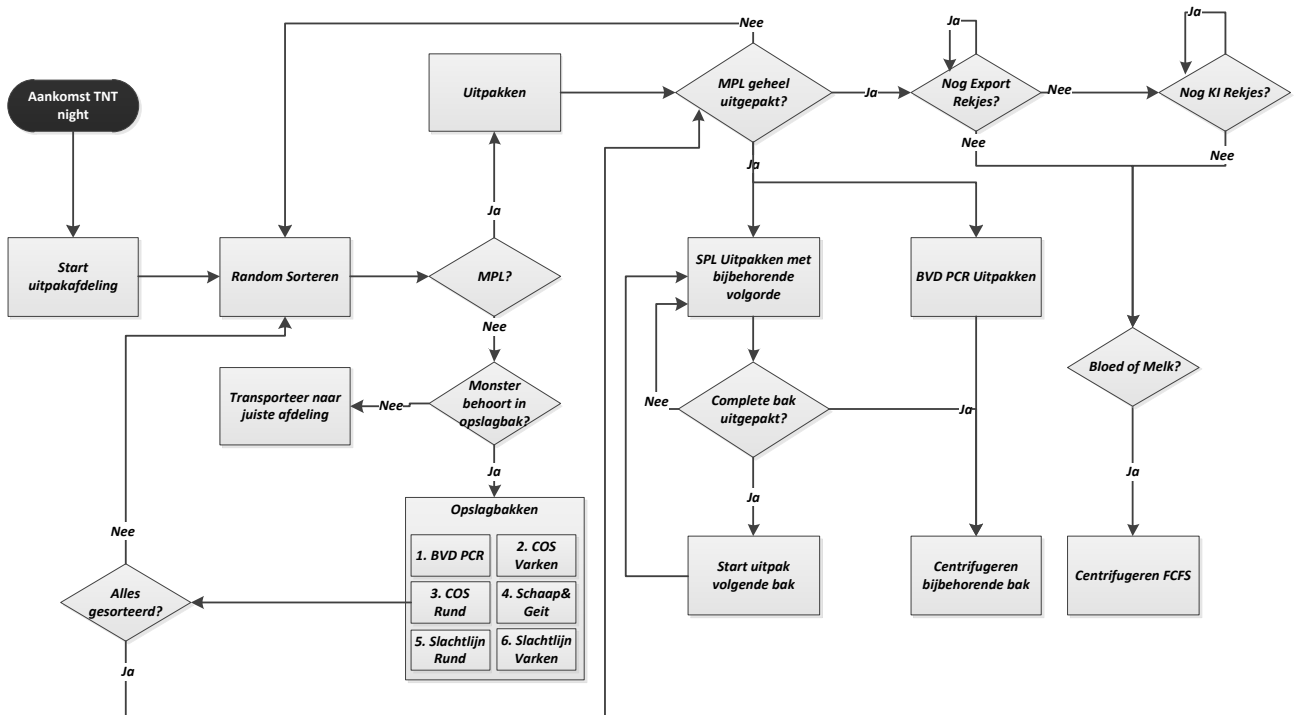
Tussen dit proces komt rond 11 uur de Qlip-stroom aan met Melk monsters, deze bevatten zowel de MPR Rund als de Tankmelk Rund stroom. Dit betekent niet dat alle tests van de SPL al tot zover klaar zijn, maar de melkmonsters die hier aankomen hebben geen inschrijving meer nodig omdat dit al bij een ander testbedrijf (Qlip) gedaan is. Deze monsters worden dan ook direct richting de koeling getransporteerd om een nacht op te romen. Dit vervoeren vergt ongeveer een kwartier werk en wordt gedaan door een vaste werknemer die niet aan het uitpakken is, deze tijd wordt dan ook verwaarloosd in de modelbouw hieronder.

[5.2.1] Modelbouw uitpakafdeling

Aan de start van de uitpakafdeling komen dus een aantal groepen monsters binnen, afhankelijk van de aankomstdag. Er zijn mogelijkheden tot 15 verschillende types aankomstmonsters, deze 15 verschillende types hebben we dan ook als 15 verschillende batches getypeerd. Als we elk individueel monster in ons begin model gaan behandelen wordt het namelijk erg onoverzichtelijk. Van deze 15 monsters gaan er 12 (enkel de SPL-melk monsters niet) direct de sorteerfase in. In deze sorteerfase wordt het onderscheid gemaakt tussen MPL -en SPL-monsters, hierbij worden de MPL monsters zoals bovenstaand al beschreven direct uitgepakt in het bijbehorende rekje. De SPL monsters worden

opgeslagen in bijbehorende buffers, tot het moment dat alle MPL monsters zijn uitgepakt en gesorteerd. In ons model maken we dus maximaal 15 batches aan per dag die allen een monsternaam met zich mee krijgen in de vorm van een nummer van 1 tot 15. Op deze manier kunnen ze in het model worden onderscheiden naar prioriteiten en uiteindelijke ziekte types. In deze fase wordt in het model dus eigenlijk alleen onderscheid gemaakt tussen de verschillende aankomstbatches. Bovendien worden de MPL monsters vast doorgestuurd naar de centrifuge indien nodig, dit onderscheid wordt gemaakt door een monstertype in de vorm van Bloed, Melk en Overige. In de volgende stap van ons model worden alle SPL Monsters uitgepakt op de uitpakafdeling, dit proces vergt eigenlijk alleen een prioriteiten systeem en kan pas beginnen als de sorteerfase geheel is afgerond. Daarbij worden als eerst de BVD-PCR monsters door een individueel persoon uitgepakt en tegelijkertijd wordt er door twee andere personen begonnen in de genoemde volgorde van SPL monsters. Is er een volledige opslagbak uitgepakt dan wordt deze weer gecentrifugeerd indien nodig, en vervolgens begint men met de volgende bak op de prioriteitenlijst.

De laatste stap op deze afdeling is de centrifuge waarbij in dezelfde volgorde aan monsters wordt gewerkt. Dus als er meerdere monsters klaar staan om gecentrifugeerd te worden heeft het monster met de meeste prioriteit dus voorrang. Blijkt dit monster onder Schaaap & Geit te vallen dan moet dit monster niet zoals de andere monsters naar de volgende afdeling (in de volgende paragraaf beschreven) worden gebracht, maar verwijderd worden uit ons proces. In werkelijkheid gaan deze monsters naar een andere afdeling, maar dit ligt buiten het bereik van het onderzoek dus verwijderen we deze monsters. We moeten ze echter wel meenemen omdat ze wel tijd kosten bij het sorteren en uitpakken. Voor de bijbehorende procestijden van deze stappen verwijzen we naar Appendix C. De flowchart en zijn beslismodel is in de onderstaande afbeelding weergegeven.



Flowchart Uitpakafdeling:

[5.3]

De Inschrijfafdeling

Voor de inschrijfafdeling zijn er twee op te delen afdelingen. Wederom splitsen we de MPL en SPL inschrijf afdelingen. De MPL monsters hebben nog geen barcode met zich mee gekregen toen het monster is afgenomen. Hierdoor moet deze niet-aangestuurde stroom nog compleet in het data systeem van de GD worden ingevoerd. Hierbij moeten bedrijf, diernummer en testgegevens nog worden ingevoerd, dit neemt veel meer tijd in beslag dan de aangestuurde SPL stroom. Bij deze stroom zijn namelijk per reageerbuisje dankzij de barcode al de gegevens van afkomst van de testen aanwezig. Zo worden daarom voor de SPL stroom alleen de barcodes in gescand en gecontroleerd. Doordat deze twee stromen zoveel van elkaar verschillen is er een aparte afdeling voor het inschrijven. In deze SPL inschrijf afdeling wordt ook de melk stroom van West-Veluwe en Nijland verwerkt. Buiten de MPL melk stroom hebben de overige melk stromen zoals eerder vernoemd geen registratie meer nodig.



Bij de SPL stroom zit vervolgens nog een extra stap, die veroorzaakt wordt door een restrictie aan het LIMS inschrijfsysteem van de GD. Zo worden vele monsters pas 's nachts in het systeem verwerkt omdat het anders overdag overbelast raakt. Uiteraard gebeurt dit met de monsters die de laagste prioriteit hebben. Zo moeten de monsters van Slachtlijn Varken, Slachthuis Rund, West-Veluwe & Nijland en COS Rund een nacht wachten voordat ze naar de Monsterverdeling kunnen. Hierbij zijn de BVD-PCR monsters in de COS Rund stroom wederom een uitzondering, deze gaan dan ook wel direct door naar de monsterverdeling behoeft geen nacht wachttijd. Ook de melkstroom van de SPL afdeling heeft nog een nacht koeling nodig, dit komt niet alleen door de inschrijf restrictie maar ook doordat het monster nog moet worden opgeroomd. Dit is benodigd om de monsterverdeling op de correcte manier de monsters uit te laten pipeteren.

Nadat de mensen op deze afdelingen klaar zijn gaan ze eindcontroles uitvoeren van andere personen. Blijkt dit niet meer nodig dan gaan ze helpen bij de aankomst van andere producten of inschrijvingen.

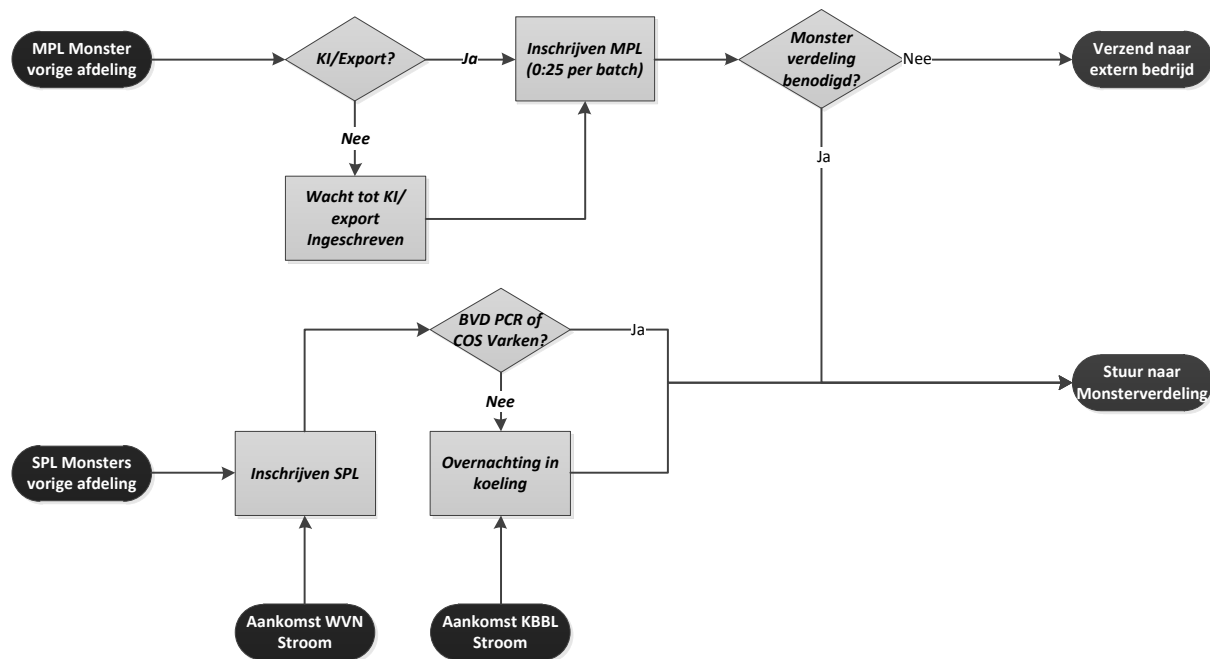
[5.3.1]

Modelbouw van de inschrijfafdeling

Vanuit de uitpakafdeling komen dus twee stromen monsters aan, namelijk de SPL en MPL monsters. Een andere aankomst stroom in deze fase is de WVN stroom, deze monsters treden in deze fase van het proces voor het eerst het model binnen. De aankomst monsters worden vervolgens weer opgedeeld in SPL en MPL monsters omdat deze monsters op verschillende afdelingen worden ingeschreven. De monsters worden vervolgens ingeschreven wederom in de eerder genoemde volgorde, te starten met de export en KI monsters en te eindigen met de monsters die geen spoed behoeven.

De SPL stroom wordt in deze fase opgesplitst zoals hierboven genoemd omdat het inschrijfsysteem niet alle monsters tegelijk kan verwerken. Zodoende worden van de SPL stroom alleen de BVD_PCR monsters en de COS Varken monsters doorgestuurd naar de monsterverdeling. De overige monsters gaan overnachten in de koeling, om aldaar ook door het systeem te worden verwerkt.

De MPL monsters gaan in de ingeschreven volgorde verder naar de volgende stap in het proces. Echter is bij deze stroom de volgende stap niet zeker, zodoende moeten er enkele monsters naar de monsterverdeling terwijl andere monsters direct doorgaan naar het externe test bedrijf. Bijbehorende data voor procestijden en te volgen stappen kan wederom gevonden worden in appendix C. Voordat we continueren met de monsterverdeling volgt hieronder eerst de flowchart van het beslissingsproces in de inschrijfafdeling:



Procesflow Inschrijfafdeling:

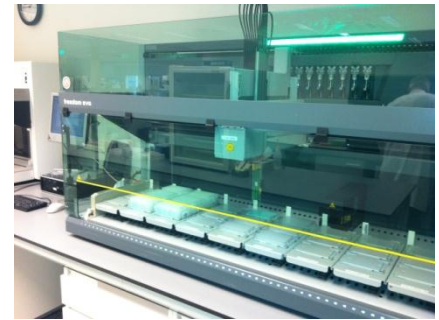
[5.4] De Monsterverdeling

Voordat de monsterverdeling kan starten moet er eerst een andere stap worden voltooid. Zo moeten de reageerbuisjes worden ontdopt voordat ze gepipetteerd kunnen worden. Dit proces wordt opgestart zo snel als het rekje met monsters benodigd is op de monsterverdeling, zodoende ontstaat er geen wachtrij met ontdopte reageerbuisjes om onnodige vervuiling tegen te gaan. De melk -en bloed monsters worden hierbij op een gescheiden manier ontdopt. Zo worden de melk monsters met de hand ontdopt en is er voor de bloedmonsters een ontdop machine. Voor de niet melk of bloed monsters verwaarlozen we het ontdop proces, omdat dit vaak om individuele monsters gaat die geen ontdopping behoeven.

Nadat een rekje monsters ontdopt is worden de monsters zo nodig door de monsterverdeling gepipetteerd in test blokken, maar dit geldt niet voor alle monsters. Deze monsters die geen monsterverdeling behoeven worden hierbij pas gepipetteerd bij het externe testbedrijf, omdat deze ook de test uitvoert. In appendix C wordt middels 'het pad' aangegeven welke externe monsters interne monsterverdeling behoeven en welke monsters niet.

Voor de monsters die wel over de monsterverdeling gaan worden de aangekomen reageerbuisjes uit gepipetteerd in een test plaatje van een bepaalde te testen ziekte.

Op deze manier kan een reageerbuisje op meerdere ziektes worden getest door hem meerdere keren te pipetteren. In een zogenoemd testplaatje is plaats voor 96 monsters, deze 96 plaatsen worden echter niet allemaal gebruikt doordat er enkele controle plaatsen nodig zijn voor elke plaat. Zodoende worden per plaat maar 88 monsters uitgezet en dus getest. Via de pipetteermachine worden de testplaatjes klaargemaakt om getest te worden, zo worden alle ziektes dus in een apart plaatje getest. Dit gebeurt door vijf Genesis machines, waarin een rekje wordt geplaatst dat vervolgens wordt uit gepipetteerd in andere plaatjes die ieder verderop een specifieke test ondergaan. In een Genesis machine kunnen echter maar 6 verschillende ziektes worden uit gepipetteerd dus kan het bijvoorbeeld bij MPL rekjes voorkomen dat ze over meerdere van de machines moeten. Dit is omdat ze meer dan zes verschillende ziekte types bevatten terwijl de machine er maximaal zes kan uitpipetteren. Ook wordt hierbij de BVD_PCR stroom weer apart genomen, omdat deze stroom steriel moet worden behandeld. Voor deze stroom is er dan ook een aparte pipetteermachine.



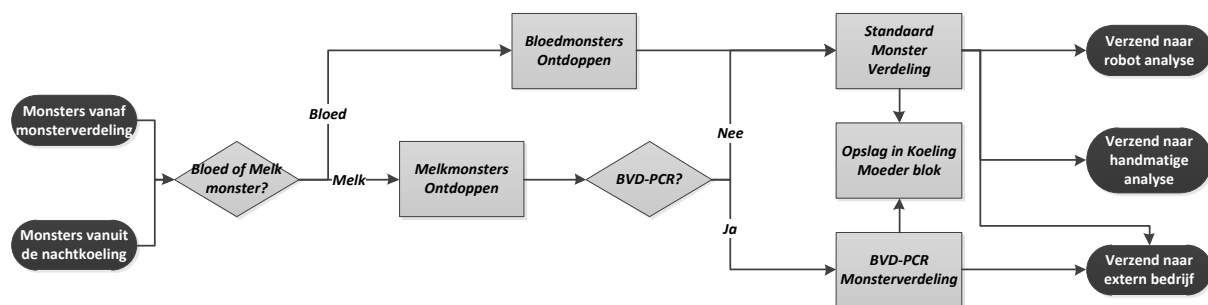
Monsterverdeling Machine:

De testplaatjes zijn na de monsterverdeling direct klaar om door te gaan naar de testrobot, de hand analyse of het externe testbedrijf. Voor dat de volgende fase van het proces start wordt er eerst een reserve blok gemaakt van alle monsters om vervolgens te worden opgeslagen in de koeling. Dit gebeurt ook bij de tests die geen her tests behoeven om eventuele latere aanvragen van de cliënt nog te kunnen testen. In het geval van de externe testen die niet over de monsterverdeling gaan, worden dus ook geen reserve blokken gemaakt.

Bij de monsterverdeling geldt er uiteraard weer dezelfde volgorde vanuit de uitpakafdeling, dit betekent dat de stroom gewoon vervolgt in het 'First Come First Served' idee, op enkele uitzonderingen na. Op deze manier worden dagelijks bijna alle binnenkomende monsters verwerkt, op een enkeling na in het geval van een drukke dag. Wel wordt er bij de monsterverdeling nog rekening gehouden met de planning van de robot, als bijvoorbeeld vandaag of morgen nog een test wordt afgedraaid op de robot moeten deze wachtende monsters bij de monsterverdeling dus ook zo snel mogelijk door de monsterverdeling om nog mee te gaan tijdens de geplande robotsessie. Alleen de MPL-stroom heeft in dit geval een hogere prioriteit.

[5.4.1] Modelbouw van de Monsterverdeling

Bij de monsterverdeling komen wederom twee stromen aan, de stroom vanuit de inschrijfafdeling en de stroom vanuit de nachtkoeling. Zoals hierboven vernoemd moet per test eerst worden ontdopt op het moment dat het rek de monsterverdeling in kan. Omdat er verschillen zijn in het proces van melk monsters ontdoppen en bloed monsters ontdoppen, bouwen we twee verschillende manieren van ontdoppen in voor deze monsters. Zo worden de aankomende stromen dus opgesplitst in melk en bloed monsters. Zoals hierboven al vernoemt vervolgen de monsters dan hun weg naar de Monsterverdeling, echter geldt voor de BVD-PCR monsters een aparte weg naar hun gescheiden monsterverdeling apparaat. Vervolgens worden de monsters dus gepipetteerd in de test blokken door vijf verschillende machines. Daardoor bevat ons model dan ook vijf verschillende processoren die deze handeling kunnen uitvoeren. De daarbij behorende procestijden zijn net als de procestijden van de ontdopping weergegeven in appendix C. Vervolgens wordt bepaald naar welke vervolgstap het monster gaat. Voordat we deze verschillende volgstadpen gaan beschrijven volgt hier nog een proces flowchart van de monsterverdeling:



Procesflow Monsterverdeling:

[5.5] De Testfase

De volgende stap in het gehele proces is de testfase zelf. Deze testfase kan via drie verschillende manieren worden gedaan, namelijk via een extern testbedrijf, over de robot of met de hand. Het externe testbedrijf test de monsters die vanaf de GD worden aangestuurd, voor deze monsters staat een vaste tijd voor dat de uitslag weer binnenkomt. Aangezien deze extern geteste monsters alleen als uitslag terugvloeien naar de GD nemen we ze pas weer op bij de autorisatiefase van het proces. De twee interne testmethodes worden hieronder uitgewerkt.

[5.5.1] Handmatige Analyse

Bij de analyse met de hand worden de tests uitgevoerd die niet op de robot mogelijk zijn of waarvoor het inefficiënt is de robot op te starten. Bij de analyse met de hand zijn de monsters al in testblokken gezet door de monsterverdeling, met deze standaardgrootte van blokken kan men handmatig de test op een eenvoudige manier meervoudig uitvoeren. Door grote pipetten, die testtoevoegingen bij meerdere monsters in een beweging kan toevoegen, worden testblokken snel verwerkt bij het inzetten. Dit inzetten is eigenlijk de fase waarin het monster klaar wordt gemaakt om getest te worden, zo worden de benodigde vloeistoffen toegevoegd om een reactie te laten ontstaan zodat

een negatieve test van een positieve test te onderscheiden is. Na deze inzetfase moet er een bepaald tijd worden gewacht voor dat de reactie binnen het monster plaats vindt om de test te kunnen aflezen, dit wordt logischerwijs de incubatietijd genoemd. Deze incubatietijd is per test verschillend en is afhankelijk van de duur van de reactie. Na deze wachttijd kan een negatieve test van een positieve test worden onderscheiden door middel van kleur verschillen. Als er afwijkende tests zijn wordt dit geregistreerd op een testformulier, indien er geen afwijkende waarden zijn gesignaleerd wordt de tests al voltooid en negatief aangeduid op dit formulier en wordt het test formulier doorgestuurd naar de autorisatiefase.



Hand Analyse:

Het aantal monsters dat in deze stap tegelijk wordt getest ligt aan het aantal monsters dat op het moment van de test staat te wachten op de betreffende test. Bij deze handmatige tests zijn vaste schema's van uitvoering van testen op bepaalde dagen. Zo zijn alle testen die gedaan worden bij de handmatige analyse ingedeeld bij verschillende werkplekken waar de test kan worden uitgevoerd. Dit betekent dus dat elke handmatige test behoort tot een werkplek en dat men op deze werkplek een vast schema heeft van wanneer men welke test doet. Dit schema is samen met de duur van het test proces weergegeven in de data beschrijving van de handmatige analyse in appendix C. Wel bestaan er hierbij uitzonderingen zoals een eenmalige test in de week, die net na de afgeronde test in grote hoeveelheid binnenkomt. Bij een uitzondering als deze kan de test ook op een eerdere dag gedaan worden met behulp van wisselingen tussen de onderlinge testen, of hulp van een andere werkplek. Vaak worden deze schema's alleen in noodgevallen en overschreden deadlines gewijzigd.

[5.5.2] Modelbouw van de Handmatige Analyse

Vanuit de vorige stap komende klaargemaakte testblokken vanuit de monsterverdeling op de testafdeling binnen. Hierbij worden de monsters opgeslagen tot dat het de testdag is voor het betreffende monster. De duur van een test voor deze monsters bij de 'Handmatige Analyse' is afhankelijk van het aantal monsters dat getest moet worden. Hierbij nemen vaak honderden monsters samen bijna net zoveel tijd in als enkele individuele monsters. Dit komt door de eerdergenoemde handige systemen van pipetteren en de incubatie en wachttijden op uitslagen van de test. Er zijn voor het inzetten en aflezen afzonderlijke procestijden, zo hebben we voor de inzetijden gemiddelden per monster uitgezocht. En voor de afleestijd hebben we de tijd genomen voor dat het monster af te lezen is, de incubatietijd dus. Deze tijden zijn weergegeven in de tabel in appendix C, hierin staan overigens ook de tijden van de extern geteste monsters.

De indeling van de vele verschillende tests die met de hand kunnen worden gedaan, gebeurt in 10 werkplekken die allen een vast schema van testen in de week hebben. Dit houdt in dat bijvoorbeeld werkplek 4 alleen op maandag en donderdag op blauwtong test en alleen op dinsdag bijvoorbeeld de Q-koorts tests doen.

Van deze tien werkplekken gebruiken wij er in ons proces zes, omdat de overige vier testplekken over tests gaan die voor ons onderzoek niet van belang zijn. Deze werkplekken worden allen gemiddeld bezet door 1 persoon, alleen bij grote hoeveelheden wachtende tests op een afdeling kan dit gewijzigd worden. Zo zouden extra personen ingezet kunnen worden door bijvoorbeeld mensen van andere werkplekken af te halen. De flowchart van het bijbehorende proces is samengevoegd met de flowchart van de robotanalyse in de volgende paragraaf.

[5.5.3] Robot Analyse

Aan de laatst genoemde stap in het proces loopt parallel de analyse met de robot. De monsters die via de robot gaan kunnen echter ook gewoon met de hand worden getest. Echter wordt hier het onderscheid tussen de twee verschillende manieren van analyseren gemaakt naar gelang het aantal monsters dat getest moet worden. Blijkt hierbij bijvoorbeeld dat het aantal tests op IBRgE nog niet genoeg is om efficiënter op de robot te worden getest terwijl de doorlooptijd al bijna verstreken is, dan worden de tests alsnog met de hand gedaan. Echter komt dit alleen voor tijdens uitzonderingen door de vaak grote aankomsten van monsters voor de robotanalyse.

Bij dit proces wordt dus gewacht totdat er meerdere batches het proces tot aan de monsterverdeling hebben doorlopen voordat er gedraaid kan worden. Zo worden er ongeveer 1 à 2 verschillende tests per dag gedaan, maar dan wel in grote aantallen. Deze robot loopt dan ook gemiddeld maar vier dagen in de week, doordat er maar zes verschillende tests zijn die allen snel en in grote hoeveelheid en verwerkt. Overigens wordt er naar de



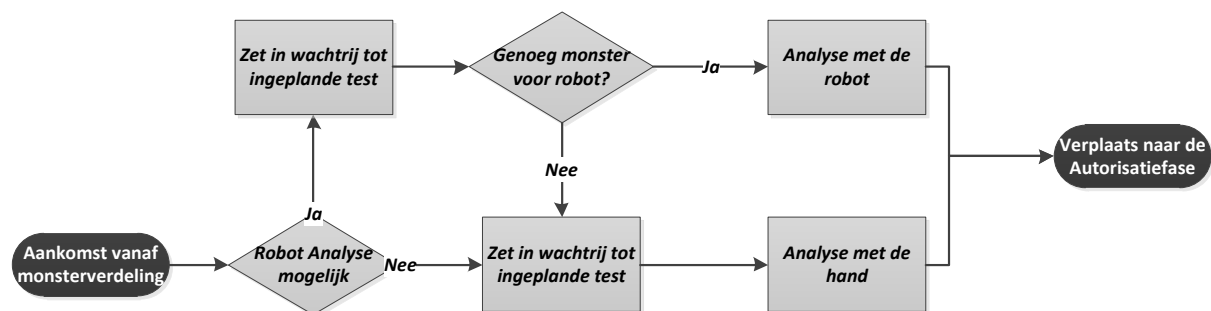
Robot Analyse:

monsterverdeling toe gecommuniceerd welke tests er de betreffende dag gedaan worden, zodat de monsterverdeling deze tests hoge prioriteit kunnen geven om nog mee kunnen bij de robottest van die betreffende dag. Na de daadwerkelijke test hebben ook deze monsters incubatietijd nodig om de testuitslag duidelijk te maken, in deze tussentijd kan de robot geen andere tests uitvoeren. Dit vergt veel tijd van de robot, waarbij de incubatie wachttijd voor enkele tests zelfs op kan lopen tot 12 uur. Door deze lange wachttijden en procestijden, is er een robot aangeschaft die dus ook 's nachts kan doorwerken. Zo zou bijvoorbeeld de incubatietijd van 12 uur 's nachts plaats kunnen vinden waardoor er op de werkvloer geen onnodige wachttijden worden gecreëerd. De grote bulk tests worden ook wel eens 's nachts door de machine getest, door grote hoeveelheden testplaatjes voor de robot klaar te zetten. Op deze manier kunnen grote stapels wachtende plaatjes snel worden weggewerkt zonder personeel. Na deze fase van het proces kunnen de uitslagen worden afgelezen via het robot systeem, dit gebeurt in de in paragraaf 6 genoemde autorisatie fase van ons proces.

[5.5.4] Modelbouw van de robotanalyse

Ook bij de robotanalyse komen de testblokken rechtstreeks aan vanaf de monsterverdeling. Bij deze stap is dit alleen in veel grotere hoeveelheden van minder verschillende types testen. De monsters worden op de machine toegelaten in efficiëntie volgorde. Zo wordt over het algemeen eerst gekeken naar het type test waarvan de meeste monsters aanwezig zijn, daarna wordt er gekeken of dit voldoende is om de monsters kostenefficiënt te testen. Als aan deze twee voorwaarden is voldaan dan wordt dit type monster dus getest. Als dit niet het geval is kijkt men naar de monsters waarvan er daarna het meeste aanwezig zijn. Wederom wordt daarna gecontroleerd of er bij deze test wel aan de efficiëntie restrictie kan worden voldaan. Voor elke test bestaat er namelijk een vastgesteld aantal monsters voordat het qua kosten uit kan om de robot op te starten. Op deze manier wordt er naar alle monsters gekeken, mocht er geen type test aan de restricties voldoen dan wordt er pas weer naar de start procedure gekeken als er nieuwe tests binnenkomen. Duurt het echter te lang en worden er geen aantallen monsters meer verwacht van dat het betreffende type monsters dan worden de monsters in de wachtruimte handmatig getest.

De duur van de robot testen is wederom afhankelijk van het aantal monsters dat getest moet worden. Hierbij zijn er voor het inzetten en aflezen weer verschillende tijden vastgesteld, de inzettijden zijn weer gebaseerd op gemiddelden per monster en de afleestijd bestaat weer uit de incubatietijd. Deze testen en zijn tijden zijn weergegeven in de tabel behorende bij de robotanalyse in appendix C. Het nadeel aan de robot is echter wel dat het een bepaalde insteltijd heeft voordat het testen kan beginnen. Deze insteltijd bedraagt gemiddeld twee uur per test die gedaan wordt, hierbij inbegrepen zijn dan de vultijden van de robot, de aanvoer van het conjugaat voor de test en de schoonmaaktijd. Onderstaand hebben we voor deze fase van het proces gecombineerd met de handmatige analyse weer een flowchart ingevoegd ter verduidelijking:



Procesflow interne tests:

[5.6] De Autorisatie & verzending

De laatste fase van het proces is de autorisatie & verzendingsfase, autorisatie is nodig om een laatste check te doen of de testuitslagen correct zijn ingegeven in de computer. De verzendingsfase verzendt het uiteindelijke testresultaat naar de klant. Zo worden de testen die afgerond zijn die dag geautoriseerd en direct verzonden in het geval van de KI –en Export monsters van de MPL stroom, bij deze spoedtesten wordt de klant namelijk een doorlooptijd beloofd van een dag. Bij de meeste andere typen monsters geldt dat eerst de hele aangevraagde lijst met testen per inzending per klant gereed moet zijn voordat de resultaten worden opgestuurd. Wel wordt voor deze testen in het systeem de autorisatie gedaan op dezelfde dag van uitslag. Verder worden hier dan alle overige inzendingen, die afgerond zijn in hun testfase, voor de laatste keer gecontroleerd en vervolgens verzonden.

Als alle testen valide blijken te zijn, is het resultaat klaar om verzonden te worden. Deze verzending wordt automatisch gedaan door het systeem, hierbij wordt een rapport klaargemaakt voor de aanvrager van de test over de betreffende uitslagen. Enkel in het geval van de Tankmelk uitslagen worden de uitslagen niet opgestuurd tenzij er enkele statussen veranderen. Blijkt dat er een test als niet valide uitvalt in deze fase, dan wordt er hier ook gekeken wat de consequenties hiervan zijn. Dit zou bijvoorbeeld kunnen betekenen dat een test opnieuw moet worden uitgevoerd, deze consequenties liggen echter buiten het bereik van ons onderzoek.

De in eerdere fase opgestuurde extern geteste monsters worden ook terug gecommuniceerd vanuit het externe testbedrijf richting de autorisatieafdeling. Hierbij worden de testen, als dit nodig is, nog weer verwerkt in het systeem. De daadwerkelijke monsters worden daarbij niet opgestuurd, maar worden vernietigd bij het externe bedrijf. Ditzelfde vernietigen gebeurt ook met de geteste monsters vanuit de GD zelf.

[5.6.1] Modelbouw van de Autorisatie en Verzending

Deze laatste fase is eenvoudig opgebouwd, zo wacht het model tot vier uur 's middags alvorens het begint met het autoriseren van de verschillende tests. De duur hiervan wordt net als de van de andere processtappen weergegeven in appendix C, deze duur is uiteraard afhankelijk van het aantal monsters dat die dag wordt afgewerkt. Ook wordt er in ons model rekening gehouden met de Tankmelk monsters, deze gaan namelijk niet langs de verzendfase maar worden gewoon in het systeem bij de autorisatiefase verwerkt. Voor de Tankmelk monsters eindigt daarom het proces in de autorisatiefase. Echter komt er in deze fase juist ook weer een inkomende stroom binnen van extern geteste monsters.

Doordat de flowchart voor deze twee laatste processtappen vanzelfsprekend zijn hebben we deze hier niet toegevoegd. Wel geven we een aaneengesloten flowchart van alle processtappen in appendix D.

[6] Simulatietools

Zoals in het vorig hoofdstuk beschreven is er duidelijke procesbeschrijving en structuur aangebracht aan het proces in de realiteit. In deze fase van dit onderzoek wordt een literatuuronderzoek uitgevoerd om bij deze processtructuur een passende simulatietool te vinden om ons model te simuleren. Dit wordt gedaan door de volgende opgestelde onderzoeksvraag te beantwoorden: 'Welke simulatietool(s) voldoen aan de eisen voor het simuleren van het test proces van de GD?' Een simulatietool is een programma waarmee je processen kunt simuleren en laten werken aan de hand van input die je het model verschaft. Om de juiste simulatietool te vinden wordt een antwoord gezocht op de onderstaand gestelde onderzoeksvragen:

- 'Welke simulatietools zijn er beschikbaar om productieprocessen te simuleren?'
- 'Welke simulatietool voldoet aan welke gestelde criteria van de GD?'
- 'Welke simulatietool voldoet het best aan de gestelde criteria?'

Om de derde onderzoeksvraag te beantwoorden is een literatuuronderzoek niet nodig, om deze vraag te beantwoorden volstaan antwoorden op de eerste twee onderzoeksvragen. Daarom wordt begonnen met een literatuuronderzoek voor de eerste twee vragen in de bovenstaande volgorde. Deze volgorde wordt aangehouden om eerst tot een aantal te beoordelen simulatietools te komen. Na het beantwoorden van deze drie onderzoeksvragen wordt een conclusie getrokken met betrekking tot de te gebruiken simulatietool. In appendix E van dit rapport is de onderzoeksopzet naar de bovenstaande vragen gerapporteerd.

[6.1] Simulatietools

Na het uitvoeren van het onderzoek beschreven in appendix E is gebleken dat er een grote hoeveelheid simulatietools zijn ontwikkeld in de loop der jaren. Zo werd er een artikel gevonden met meer dan 50 verschillende types simulatietools (Abu-Taieh & Sheikh, 2005). Dit artikel heeft direct een groot inzicht verschaft in de bestaande simulatietools. Om de grote hoeveelheid informatie in het artikel te traceren, is *backward search* uitgevoerd op dit artikel. Vanuit hier is een ander relevante artikel gevonden voor dit onderzoek. Het artikel is een software onderzoek dat veelvuldig wordt aangepast en aangevuld aan de hand van de beschikbare software in de huidige situatie (Swain, 2009). Dankzij deze aanpassingen is het duidelijk dat de genoemde softwaretools in het artikel up-to-date zijn en dat eventuele nieuwe software tools toegevoegd zijn. Ook is de kans op niet genoemde tools klein omdat er een duidelijke mogelijkheid op de website bestaat om missende artikelen aan te geven. Door de compleetheid van dit artikel wordt het vaak geciteerd, hierdoor zal elke producent van een software tool op de betreffende lijst willen staan om niet over het hoofd te worden gezien.

Vanuit deze twee publicaties is een lijst opgesteld van relevante software tools voor ons onderzoek. Alle mogelijke softwaretools die onderzocht zijn in de literatuur, zijn nagelopen en gecontroleerd op relevantie tot ons onderzoek. Hierbij is gekeken naar de typische toepassingen in branches van de software en de markten waarin de software wordt gebruikt. Deze software controle is gedaan op basis van de beschikbare informatie op de website van de desbetreffende software tool. Als de gevonden softwaretool betrekking heeft op deze case wordt de betreffende software tool gebruikt.

Maar er is ook de eis aan het software pakket gesteld dat het minimaal in twee van onze gevonden artikelen moet zijn genoemd, zodat het een bekend en daardoor vertrouwelijk product is. Vanuit dit beschreven onderzoek is een lijst ontstaan met 39 software tools:

Nr.	Simulatietool	Leverancier	Nr.	Simulatietool	Leverancier	Nr.	Simulatietool	Leverancier
1	@RISK	Palisade Corporation	14	GoldSim	GoldSim Technology Group	27	SLX	Wolverine Software Corporation
2	Analytica 4.2	Lumina Decision Systems, Inc	15	Micro Saint Sharp	Alion Science and Technology, MA&D Operation	28	SIMUL8 Professional	SIMUL8 Corporation
3	AnyLogic	XJ Technologies	16	Portfolio Simulator	ProModel Corporation	29	SIMUL8 Standard	SIMUL8 Corporation
4	Arena Simulation Software	Rockwell Automation	17	Process Simulator	ProModel Corporation	30	SIMUL8 Web	SIMUL8 Corporation
5	CSIM for Java	Mesquite Software, Inc.	18	ProModel Optimization Suite	ProModel Corporation	31	SLIM	MJC2
6	CSIM20	Mesquite Software, Inc.	19	Proof 3D	Wolverine Software Corporation	32	SLX	Wolverine Software Corporation
7	DecisionTools Suite	Palisade Corporation	20	Proof 5	Wolverine Software Corporation	33	Stat::Fit	Geer Mountain Software Corporation
8	Emergency Department Simulator	ProModel Corporation	21	Renque	Renque Corporation	34	Tecnomatix Plant Simulation	Siemens PLM Software
9	Enterprise Portfolio Simulator	ProModel Corporation	22	Risk Solver	Frontline Systems Inc.	35	Vanguard Business Analytics Suite	Vanguard Software
10	ExtendSim AT	Imagine That Inc.	23	Risk Solver Platform	Frontline Systems Inc.	36	Vanguard Strategic Forecasting Suite	Vanguard Software
11	ExtendSim OR	Imagine That Inc.	24	Risk Solver Premium	Frontline Systems Inc.	37	Vanguard System	Vanguard Software
12	ExtendSim Suite	Imagine That Inc.	25	ShowFlow	Webb Systems Limited	38	WebGPSS	Beliber AB
13	Flexsim	Flexsim Software Products, Inc.	26	Simcad Pro-Patented Dynamic Process Simulator	CreateASoft, Inc	39	XLSim 3.0	AnalyCorp

Tabel 1:

Met deze lijst van simulatietools is de eerste onderzoeksvraag voor de hoofdvraag van dit hoofdstuk opgelost. Met tabel 1 is een antwoord gegeven op de vraag: ‘Welke simulatietools zijn er beschikbaar om productieprocessen te simuleren?’.

[6.2] Keuze uit beschikbare simulatietools

Na een antwoord te hebben gevonden op de eerste onderzoeksvraag, moet een verdere schifting gemaakt worden om tot een uiteindelijke keuze te komen voor een simulatietool. Deze schifting wordt gemaakt door een antwoord te vinden op onderzoeksvraag 2 van dit hoofdstuk: ‘Welke simulatietool voldoet aan welke gestelde criteria van de GD?’. Deze criteria zijn gegeven door het opdracht gevende bedrijf en zijn te vinden in Appendix F. Door de grote hoeveelheid aan beschikbare simulatietools, is besloten aan de hand van enkele criteria directe schiftingen van mogelijke simulatietools te maken. Deze directe schifting zal veel tijdswinst opleveren doordat voor de afgescheiden tools al geen resterend criteria onderzoek meer behoeven.

Bij dit onderzoek wordt begonnen met enkele criteria die duidelijk zijn te controleren. Zo wordt eerst een controle over de tools uitgevoerd, op de criteria die duidelijk te controleren zijn over de betreffende tools. Deze controle wordt gedaan aan de hand van eerdere onderzoeken van onder andere Abu-Taieh & Sheikh (Abu-Taieh & Sheikh, 2005), Swain (Swain, 2009), andere artikelen en een eigen check en controle op de websites van de leveranciers van de softwaretools. De referenties naar de websites van alle tools zijn uiteraard genoemd in de referentielijst, maar zijn in aantal te groot om hier te vernoemen. Deze controles worden uitgevoerd aan de hand van genummerde schiftings:

Schifting 1:

Vanuit de criterialijst zijn een aantal criteria opgesteld waarop de verschillende simulatietools beoordeeld kunnen worden. In overleg met de gezondheidsdienst zijn de tools beoordeeld op verschillende aangepaste punten uit de criterialijst (tussen haakjes vernoemd):

1. De mogelijkheid tot verschaffing van een goedkope (< 250 Euro) studentenlicentie, als deze niet aanwezig is mag het hele software pakket niet meer als 10.000 Euro kosten (criteria 16)
2. De mogelijkheid tot het implementeren van een input verdeling en eventuele procestijden verdelingen (criteria 7)
3. De mogelijkheid tot experimenteren, vooral ook aan de hand van batches (criteria 3 & 6)
4. De mogelijkheid tot animatie van het proces (criteria 9 & 10)

Bij het eerste criteria moet worden vermeldt dat de kosten van ondergeschikt belang zijn van het hele software pakket als er een student versie van het product beschikbaar is. Voor dit onderzoek kunnen we volstaan met een studentversie. We maken deze eerste schifting omdat deze vier criteria als belangrijk en goed te meten worden beschouwd. Deze criteria zijn eerst gecontroleerd bij alle gevonden simulatietools, als een simulatietool niet voldoet aan twee of meer criteria valt de simulatietool af. We hebben dit aantal op twee gesteld om niet het risico te lopen dat we direct teveel tools uitsluiten van ons onderzoek. In appendix G kan exact gevolgd worden welke tool door welk criteria afvalt (na schifting 1 gemarkeerd met rood). Door deze eerste schifting vallen er 15 simulatietools af en houden we nog 24 mogelijke simulatietools over om naar de volgende schifting te gaan.

Schifting 2:

In de tweede schifting van de simulatietools zijn wederom enkele criteria opgezet waaraan voldaan moet worden.

5. De mogelijkheid tot het delen van het model met anderen die niet de kennis of de software hebben om het model te bouwen (criteria 13 & 15)
6. De tool moet leiden tot een duidelijk grafisch model wat het onderscheid tussen hoofd en sub processen duidelijk maakt (criteria 8)

De bovenstaand genoemde criteria zijn de criteria met minder invloed op het eindproduct, maar worden door het grote aantal resterende tools nu wel als afscheidend aanvaard. Doordat het aantal te controleren tools nog steeds een groot aantal is, worden bij deze schifting ook alle individuele tools die niet voldoen aan één enkel criteria verwijderd, waaronder ook de criteria van schifting 1. Deze schifting leidt wederom tot een degelijke afscheiding van 12 simulatietools, na schifting 2 zijn er

dus nog 12 tools over. De afscheiding is wederom in Appendix G te volgen, de afgevalen tools hebben wederom een rode kleur gekregen na schifting 2.

Schifting 3:

In de overgebleven resultaten valt het op dat er meerdere tools van één leverancier komen. Dieper op dit feit ingaand, zullen deze leveranciers de verschillende tools een richting in hebben gestuurd om een zo breed mogelijk publiek te dienen. In deze schifting wordt dan ook naar de best passende tool van de leverancier gekeken voor dit specifieke onderzoek. Hierbij wordt een keuze gemaakt tussen twee tools van de Simul8 Corporation. We verkiezen hierbij de professional editie boven de web editie, omdat de professional editie meer mogelijkheden heeft en minder simulatietijd verbruikt (zie criteria 14).

Van Imagine That Inc. zijn zelfs drie resterende geschikte tools overgebleven, ook voor deze leverancier gaan we een keuze maken voor de best bijpassende tool. De focus van ExtendSim AT is hierbij neergelegd bij high-speed/volume bedrijven, waaronder bedrijven met chemische processen. Ook is ExtendSim AT meer gericht op batches en de OR versie meer gericht op individuele producten. Deze beredenering zorgt ervoor dat we de AT versie verkiezen boven de OR versie. Zoals al gezegd heeft deze leverancier ook nog een 3^{de} versie (3D) van het programma, die zich voornamelijk richt op de 3D presentatie van het programma. De presentatie van het programma is wel belangrijk, maar hoeft niet de hoofdfunctie van ons programma te zijn, aangezien de extra kosten 2500 Euro bedragen voor eventuele latere volle editie aanschaffing, zullen we ook deze functie ondergeschikt achten aan de AT versie. Na deze schifting is ons onderzoek beperkt tot negen mogelijke tools, wederom weergegeven in appendix G.

Schifting 4:

Na het voorgaande onderzoek blijken alle overgebleven tools in voldoende mate te voldoen aan de gestelde beoordelings criteria van de GD. Het eindpunt van de criteria lijst komt in zicht en er zijn nog negen mogelijke tools over. Om dit luxe probleem op te lossen, wordt verder verdiept in de betreffende modellen en op zoek gegaan naar eventuele andere verschil makende details om een vervolg schifting te maken. Hiervoor gebruiken we relevante artikelen en websites van de overgebleven simulatietools. Zo zijn we op zoek gegaan naar eventuele belangrijke criteria in de latere fase van ons onderzoek, hierbij heeft een artikel van een Poolse Universiteit geholpen (Ceglowski, 2006). Door dit artikel vallen de Flexsim en de ExtendSim tools namelijk af. Deze twee tools zijn in negatieve zin duidelijk te onderscheiden van de andere zeven tools op het gebied van output analyse ondersteuning. Dit houdt in dat de tools bijvoorbeeld met data verwerkings programma's als Excel in mindere mate communiceert. Dat deze functie als belangrijk wordt beschouwd door het opdracht gevende bedrijf blijkt uit de door hen opgestelde criteria 9 & 12. Doordat het van belang is dat er met de te gebruiken tool goed daarom worden deze twee tools ook verwijderd van de keuzelijst.

Een ander voorbeeld van een detail is de eigenaar van de Arena simulatietool, deze tool wordt hedendaags in een ander pakket eveneens gebruikt en verder ontwikkeld. Namelijk de Simio tool die ook in dit onderzoek is meegenomen is de verbeterde versie hiervan waarin nog veel wordt ontwikkeld ten opzichte van de Arena tool (Simio LCC). Met deze redenering verkiezen we de Simio

tool boven de Arena tool omdat het dus een soort vervolg op de tool is en sluiten daarvoor de Arena tool uit in ons onderzoek.

Conclusie

Nu aan alle onderzochte criteria door de overgebleven tools wordt voldaan, moet er een keuze gemaakt worden om het proces ook daadwerkelijk te simuleren. Zo zijn de volgende zes simulatietools overgebleven:

- ShowFlow
- SimCad Dynamic Process Simulator
- Simio
- Simul8 Professional
- ProModel Optimization Suite
- Tecnomatix Plant Simulation

Aangezien we deze tools niet meer op criteria kunnen afstrepen, moeten we onze keuze ergens anders op baseren. Waarschijnlijke criteria zullen hierbij de kosten van het aanschaffen van de licentie voor de tool zijn en de daarbij behorende aangeleverde service en hulp bij het programma die geleverd wordt. Deze twee criteria zullen de doorslag geven in de keus voor een van de overgebleven zes tools. Echter is voor een keus op basis van deze criteria een offerte aanvraag nodig vanuit de aanleverende bedrijven. Omdat door het opdracht gevend bedrijf van dit onderzoek nog niet is besloten of men ook daadwerkelijk een tool wil aanschaffen laten we dit achterwege, om geen onnodige tijd te verspillen in dit onderzoek en vanuit de aanleverende bedrijven. In het vervolgonderzoek op dit project moet er daarvoor een keus worden gemaakt of men wel of niet wil continueren met het gebruik van een simulatietool. Is dit gewenst dan zal men op basis van deze twee criteria een keus kunnen maken aan de hand van de ontvangen offertes.

[6.3] **Conclusie**

Naar aanleiding van een stapsgewijze schifting van de gevonden 39 mogelijke simulatietools, is een antwoord gevonden op onderzoeksvraag 3. Hiervoor is wel een lichte aanpassing nodig geweest aan onderzoeksvraag 2. Hierbij is namelijk niet voor elke gevonden tool uit onderzoeksvraag 1 elk criteria onderzocht. Door het grote aantal tools is bij het niet voldoen aan één criteria direct de tool uit dit onderzoek geschrapt. Dankzij vele artikelen en websites van en over simulatietools is er een lijst van enkel zes mogelijke tools overgebleven. Niet al de gebruikte referenties zijn in deze rapportage van dit project toegevoegd omdat het er simpelweg te veel zijn, wel zijn deze referenties opgenomen in de referentielijst aan het eind van het project. Na deze schiftingen zal een keuze gemaakt moeten worden uit de zes goede tools voor ons onderzoek. Deze keus is uiteindelijk gemaakt op basis van de mate van ervaring bij betrokkenen bij het onderzoek. Deze ervaring is namelijk bij enkele betrokken bij dit onderzoek aanwezig bij de simulatietool Plant Simulation van Tecnomatix. Deze tool wordt dan ook gebruikt in het verdere verloop van het onderzoek, mede omdat de mogelijkheid bestaat tot vrije licentie vanuit de Universiteit Twente. Echter worden hier geen conclusies aan verbonden dat het betreffende bedrijf ook deze tool moet gaan werken. Voor het bedrijf is het namelijk wel van belang wat de licentiekosten voor de verschillende tools zijn bij eventueel verder gebruik. Zoals al eerder vermeld is het voor het bedrijf van belang dat een keus wordt gemaakt op basis van offertes van de zes verschillende leveranciers. In dit project wordt de simulatiebouw in het volgende hoofdstuk dan ook niet specifiek voor de Plant Simulation tool beschreven, maar in een algemene stijl met enkel de uitvoering ervan in Plant Simulation.

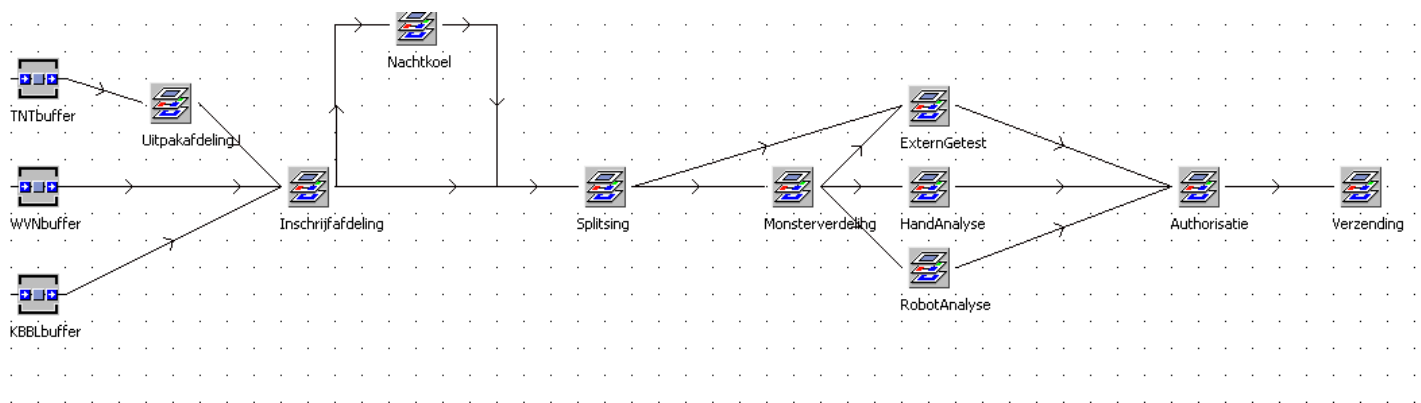
[7] Het simulatiemodel




In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het simulatiemodel is opgebouwd en welke aannames daarbij zijn gemaakt. Net als in de voorgaande hoofdstukken zijn de stappen opgedeeld per afdeling. De onderzoeksvraag die in dit hoofdstuk beantwoordt moet worden luidt: *'Hoe vertalen we het conceptuele model van hoofdstuk 5 in een simulatie model?'*. De weergave van het conceptuele model is weergegeven in appendix D en is opgebouwd en verklaard in hoofdstuk 5. Vanuit hoofdstuk 6 is de conclusie getrokken om met de simulatie tool 'Plant Simulation' te werken. Zodoende geven we eerst een kleine introductie over simulatie en dan vooral voor de software tool Plant Simulation. Na dit inleidende deel wordt de simulatie opbouw echter in een algemene context opgebouwd en niet specifiek voor deze tool weergegeven. Dit wordt gedaan om in de vervolgopdracht en eventuele vervolgstudie niet verplicht te zijn om met Plant Simulation te werken. Ook is het model zodanig opgebouwd dat er zonder veel inspanning veranderingen kunnen worden ingepast, zoals extra ziektypen. Na deze fase van beschrijvingen van individuele afdelingen zullen we nog een afsluitende paragraaf maken waarbij een enkele afdeling in Plant Simulation als voorbeeld integreren en uitwerken.



[7.0] Algemene Inleiding

Een simulatiemodel is een met software nagebouwd proces model, waarmee gefundeerde proces beslissingen kunnen worden gemaakt, zowel kwalitatief als kwantitatief. Zo bevat een simulatiemodel allerlei gegevens over een proces, zoals de weg die te bewandelen is door het proces aan de hand van restricties en ingevoerde methodes. Zodoende kan dit simulatiemodel helpen een proces te verbeteren door in het simulatiemodel enkele van deze factoren en methodes te veranderen en daarna te meten aan de hand van output wat de uitwerkingen en resultaten hiervan zijn. Het doel van simuleren is dan ook managers die belangrijke beslissingen moeten maken, een hulp tool te bieden die ze het gevolg van de veranderingen voorlegt. Aan de hand van dit gevolg en deze resultaten zal dan uiteindelijk een welgefundeerde keuze gemaakt kunnen worden. Beslissingsfactoren hierbij zijn vaak geld en tijd, dit houdt in dat de resultaten uit de experimenten met het model dus uitgedrukt kunnen worden in deze factoren. Een simulatiemodel wordt vaak gebruikt als het daadwerkelijk proberen van veranderingen te veel geld of te veel tijd kost.

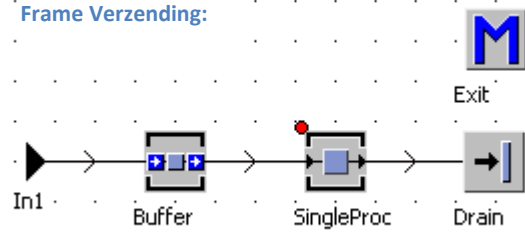
Het uiteindelijke doel van het gehele onderzoek, waar dit vooronderzoek echter maar een onderdeel van is heeft een soort gelijk doel. Zo wil men het laboratorium opnieuw inrichten op een optimale manier, hierbij kan men dus beslissingen nemen aan de hand van een simulatiemodel. In dit onderzoek gaan we dan ook bouwen aan een simulatiemodel, zoals in het voorgaande hoofdstuk te lezen is wordt dit gedaan met de tool: 'Technomatix Plant Simulation'. Dit proces is opgebouwd door eerst de algemene structuur in te voeren in de tool zoals deze structuur ook te zien is in de inleiding van hoofdstuk 5. Voor de duidelijkheid is hieronder een afbeelding ingevoegd van de complete opbouw 'de start' van het model binnen 'Plant Simulation'. Deze opbouw van het proces gebruiken we vervolgens ook weer om de verdere afdelingen in het proces uit te leggen. Zodoende wordt dit hoofdstuk dus een beschrijving aan de hand van deze figuur.








Vanuit deze figuur wordt een kleine introductie gegeven in het Plant Simulation programma, waarbij de bijbehorende bouwblokken waarmee het model wordt opgebouwd tussen de haakjes achter de bijbehorende beschrijving zetten. In deze figuur is te zien dat het model begint met een buffer (), dit is een bouwblok waar in producten kunnen worden opgeslagen om te wachten op een processtep. Een product wordt in Plant Simulation aangeduid als een 'Movable Unit'(), deze bewegende objecten zijn de producten die stapsgewijs langs de bijbehorende bouwblokken gaan. Deze objecten kunnen verplaatsen door dat de stappen aan elkaar zijn verbonden door de pijlen die te zien zijn tussen de verschillende bouwblokken, deze pijlen worden connectoren genoemd. De andere blokken die te zien zijn bij de algemene opbouw van het model zijn de 'Frames' (), dit zijn de aanduidingen voor de verschillende afdelingen. In deze frames kan dieper worden gekeken naar de opbouw, zo is bijvoorbeeld hiernaast een eenvoudige weergave van een afdeling 'frame' (de verzending) weergegeven:

Dit 'frame' start met een zogenaamde 'Interface' () waar vanuit de 'connectoren' van verschillende afdelingen worden verbonden. Daarna is te zien dat de producten weer rechtstreeks in een 'buffer' worden geplaatst. Waar van ze vervolgen naar een zogenoemde 'SingleProc'(), dit is een proces waarbij een eerste echte productiestap wordt ondernomen.

Frame Verzending:



In het geval van het verzend frame wordt zodoende het product verzonden. In plaats van een SingleProc had hier ook een 'ParallelProc' () kunnen staan, dit is ook een productieproces, echter wordt het proces dan uitgevoerd door meerdere processoren binnen het bouwblok. Vervolgens eindigt de keten in de 'drain'(), dit is het eindpunt waarbij de producten uit het proces verdwijnen. Zoals in dit 'frame' te zien is wordt er ook een 'Method' () gebruikt. Een 'method' is een methode bestand die aan het begin of eind van een bouwblok geplaatst kan worden om bijvoorbeeld een prioriteitsregel in te voegen, dit wordt mogelijk gemaakt doordat het een klein programmeerbaar bestand is. In dit geval is de 'method' op het begin van de drain geplaatst om zodoende een eindtijd te registreren van wanneer de producten uit het proces verdwijnen bij de 'drain'. Via deze methode wordt vervolgens een 'table file' () geschreven, wat een tabel is waarin gegevens kunnen worden geregistreerd of uitgelezen. Zodoende worden in dit model de eindtijden geregistreerd in deze 'table file', waarbij vervolgens ook automatisch de doorlooptijd wordt uitgerekend door een eerder geregistreerde begin tijd door de 'method'. Wanneer er dan een product aan komt bij de drain wordt deze methode aangeroepen en dus

automatisch een doorlooptijd in de tabel geschreven. De producten kunnen uiteindelijk door het proces gaan lopen doordat er een 'Event Controller' () in het systeem is gebouwd, dit is een programma dat het ingevoerde proces met zijn producten aan de hand van simulatie tijd kan laten lopen. Uiteraard zit een simulatiemodel veel ingewikkelder in elkaar dan in deze korte weergave is geprojecteerd. Echter wordt het in deze fase van het project voldoende geacht het simulatie model tot in deze mate weer te geven, verdere uitbreiding van uitleg zal enkel kunnen leiden tot verwarring en onleesbaarheid voor hen die niet bekend zijn met simuleren.

Na deze korte introductie in 'Plant Simulation', gaan we verder met de beschrijving van het proces voor onze individuele afdelingen. Zoals ook al in de introductie van dit hoofdstuk genoemd is deze beschrijving niet 'Plant Simulation' specifiek gemaakt, om de mogelijkheden tot andere softwaretools niet te beperken.

[7.1] Aankomsten

Voor het simulatiemodel zijn drie aankomstbronnen gemaakt, namelijk de TNT buffer, de WVN buffer en de KBBL Buffer. Vanuit deze buffers stromen er per dag batches met monsters het systeem in aan de hand van de 15 verschillende typen aankomstmonsters. Voor al deze 15 typen aankomsten wordt een getal meegegeven, dat het aankomstaantal van die dag bevat voor de specifieke aankomst batch. Deze data wordt uit een tabel met aankomstgegevens in het simulatiemodel gehaald die beschreven is in appendix C. Aan deze batches wordt door het systeem ook een afkomst meegegeven, waarin het betreffende type aankomst staat. Met deze toevoeging kan onderscheiden worden om welk type monster het gaat in een latere fase van het proces. Ook wordt er een starttijd aan het monster meegegeven om de doorlooptijd van de monsters te kunnen berekenen in een latere fase. Uiteraard wordt dit aankomststelsel dagelijks gecontinueerd, totdat de aankomstgegevens op zijn en het jaar of kwartaal voorbij is. Bovendien werken we in dit model met 5 dagen in een week, na een vrijdag volgt er direct weer een maandag. Er volgt echter een speciale situatie in het geval van feestdagen, hierbij wordt namelijk de betreffende dag overgeslagen door het proces en zijn er nog maar vier dagen in een week. Hierbij is als input voor de aankomst gegevens gebruik gemaakt van vier verschillende kwartalen, om zodanig ook de seizoensinvloeden mee te kunnen nemen in de analyse. Aangezien kwartaal 2 in 2010 de drukste periode is geweest, zal dit uiteindelijk ook moeten blijken in de doorlooptijden, die daardoor toenemen.

Bij de simulatiebouw van de aankomsten hebben we ook enkel aannames gemaakt:

- Alle genoemde testen in appendix B kunnen buiten beschouwing worden gelaten
- Aanvang van zowel TNT Night als Qlip is gebaseerd op uniforme verdeling
- De aankomsten van Miedema, TNT Post en de Balie stroom zijn gelijk aan de TNT Night aankomststroom
- De WVN aankomst bedraagt niet meer dan een transport naar de koeling, zodat de monsters de volgende dag kunnen worden bewerkt.
- Tests lopen als grote batches door hele proces, zo ook in het uitpakproces

[7.2] De Uitpakafdeling

De aankomsten van de TNT buffer beginnen als enige batches in de uitpakafdeling. Hierbij worden de batches bewerkt op de sorteerafdeling aan de hand van het aantal monsters dat ze bij zich dragen. De bewerkingstijd per batch is dan ook afhankelijk van het aantal monsters dat de batch bezit, deze bewerkingstijd en zijn berekening wordt verder toegelicht in appendix C. Omdat bij het sorteerproces eerst alles gedaan moet zijn voordat er naar de volgende stap gegaan kan worden, wachten alle klare producten in een buffer tot de laatste batch. Daarna vervolgen de MPL monsters in het geval van bloed en melk monsters hun weg naar de centrifuge. De overige MPL monsters worden direct doorgestuurd naar het inschrijfproces. Tegelijkertijd wordt voor de SPL monsters het uitpakproces opgestart in de volgorde die gegeven is in hoofdstuk 5, naast dit proces wordt de stroom BVD via een specifieke eigen processor uitgepakt. De uitpaktijden hiervoor hebben we op eenzelfde manier berekend als in de sorteerfase, deze berekening is dan ook weer te vinden in appendix C. In deze bijlage worden ook de procestijden voor de volgende stap het centrifugeren weer gegeven. De SPL monsters van de TNT Night aankomsten gaan allen over de centrifuge, na deze laatste stap in dit proces worden de Schapen -en Geiten monsters verwijderd uit het proces.

[7.3] De Inschrijfafdeling

Vervolgens worden de monsters in aankomstbatches richting de inschrijfafdeling gebracht. Vanaf dit punt stromen ook de WVN aankomstbatches in, daarna worden alle SPL -en MPL monsters gescheiden door de twee verschillende inschrijfafdelingen voor de monsters, met wederom de procestijden vernoemd in appendix C. Na deze stap worden de betreffende batches opgedeeld in ons simulatiemodel. Zo beschikt elke batch over een ziekteaantal dat gebaseerd is op een vermenigvuldiging van het aantal monsters in de aankomstbatch en de bijbehorende ziektefactor. Deze ziektefactoren zijn gebaseerd op het aantal daadwerkelijke tests, dat gedaan worden op het aankomstmonster. Zo is de ziektefactor van COS Rund bijvoorbeeld gebaseerd op een deling van het aantal tests op jaar basis voor COS Rund door het aantal aankomende COS Rund monsters. De tabel met ziektefactoren is hieronder weergegeven per kwartaal en per aankomstbatch:

Factor:	BVD	COS V	COS R	SL Rund	SL Varken	MPL E-BM	MPL E-D	MPL KI-BM	MPL KI-D	MPL O-BM	MPL O-D	WVN	Tankmelk	MPR
Factor Kwartaal 1:	1.00	1.83	1.22	1.24	1.59	1.84	1.00	3.05	1.08	2.14	1.13	1.04	1.47	1.00
Factor Kwartaal 2:	1.00	1.81	1.14	1.20	1.61	2.02	1.00	2.88	1.00	2.20	1.09	1.01	1.25	1.00
Factor Kwartaal 3:	1.00	1.77	1.13	1.16	1.66	1.87	1.00	3.05	1.16	2.09	1.13	1.01	1.38	1.01
Factor Kwartaal 4:	1.00	1.70	1.14	1.19	1.35	2.28	1.00	2.66	1.00	2.08	1.06	1.03	1.35	1.02
Factor 2010:	1.00	1.78	1.16	1.19	1.57	2.01	1.00	2.91	1.08	2.12	1.10	1.02	1.37	1.01

Ziekte Factoren:

Het vermenigvuldigen van deze factor in eerst instantie met een via een kansverdeling geproduceerde variantie factor van tussen de +0,1 en -0,1, leidt tot de uiteindelijke factor. We voegen deze variantie factor in omdat het bij aankomsten van monsters immers vaak onbekend is welk type er getest wordt. Omdat wij daadwerkelijke gegevens uit 2010 gebruiken geven wij hier dus een variantie factor aan om dat niet elk jaar weer exact die tests moeten worden uitgevoerd. We leggen de gekozen factor van 0,1 overigens verder uit in hoofdstuk 8. Deze gekozen factor wordt vervolgens vermenigvuldigd met het aantal aankomende monsters per dag en per type, zodoende

vormt zich een bepaald test aantal per dag. Vervolgens kijken we in onze andere data tabel, waar we een frequentie van ziekte-tests hebben voor al de 15 aankomsttypes. Via een empirische verdeling worden dan het aantal tests getrokken vanuit de frequenties voor de verschillende ziekten. Zodoende worden er nieuwe batches van ziekte-tests gecreëerd die wederom een bepaald aantal monsters bevat. Voor een verdere uitleg van deze ziekteaantallen verwijzen we naar appendix C waar eveneens een voorbeeld ziekte frequentie tabel toegevoegd is.

Als laatste stap in de inschrijfafdeling worden deze ziektebatches indien nodig verplaatst naar de nachtkoeling, zo niet dan is het volgende betreffende station de monsterverdeling. In deze laatste fase worden ook de KBBL aankomstbatches ingevoegd, die net als alle andere monsters eerst de verandering naar ziektebatches ondergaan en vervolgens in de nachtkoeling eindigen. Deze producten in de nachtkoeling ondergaan een nacht rust en worden vervolgens 's ochtends om 8:00 uur richting de buffer van de monsterverdeling verplaatst.

Een aanname bij deze processtap gemaakt houdt in dat alle monsters uit de nachtkoeling vanaf 7:00 uur 's ochtends weer verder kunnen worden bewerkt door de monsterverdeling.

[7.4] De Monsterverdeling

De volgende processtap is de monsterverdeling, alleen enkele extern geteste ziektes gaan hier niet over heen en worden met die reden direct naar het externe bedrijf verstuurd. Deze ziektes worden hierbij onderscheiden met een bepaald pad wat ze ondergaan, zo krijgen monsters die niet over de monsterverdeling gaan alleen het pad EG (Extern Getest) mee, waar extern geteste monsters die wel over de monsterverdeling moeten het pad MVDEG mee krijgen. Dit geldt overigens ook voor de andere ziektes die intern getest worden, om zodoende een uitsplitsing te krijgen voor de ziektes die handmatig of over de robot worden getest. Deze zogenoemde paden krijgen voor de handmatige analyse respectievelijk de robot analyse de namen MVDHA en MVDRA mee. De paden zijn per test eveneens weergegeven in de testen tabel in appendix C bij de analyse afdelingen.

Voor de beschreven monsterverdeling in deze paragraaf vindt de voorbereidende ontdopping van de monsters plaats, dit gebeurt overigens weer gescheiden voor bloed en melk monsters. De procestijden voor deze voorbehandeling zijn, net als de tijden voor de monsterverdeling zelf, weer beschreven in appendix C. Tussen deze twee stappen wordt een buffer geplaatst met een capaciteit van 1 product, om zodoende niet te veel monsters open te laten staan met de kans op een onnodig vervuild monster. Vervolgens gaan de standaard batches met ziektes door de monsterverdeling, terwijl voor de BVD_PCR monsters de monsterverdeling verwaarloosd wordt. Deze processtap wordt verwaarloosd omdat deze monsters over een aparte monsterverdeling machine gaan. We kunnen deze stap verwaarlozen omdat deze monsters altijd direct kunnen worden verdeeld omdat er een speciale machine voor is, daarom heeft het monster geen invloed meer op de andere stromen in het proces. Omdat het ook voor de BVD doorlooptijd geen verschil maakt sturen we deze monsters direct door naar het externe test bedrijf.

Bij deze monsterverdeling stap zijn weer enkel aannames gedaan om het simulatiemodel te bouwen:

- Het pooling proces van monsters kan buiten beschouwing worden gelaten
- De BVD monsterverdeling tijd kan verwaarloosd worden met betrekking tot de doorlooptijd
- De procestijden voor de 7 monsterverdeling machines zijn allen het zelfde
- De factor van meerdere machines voor enkele rekjes is meegenomen in de procestijd

[7.5] De Externe Test

Vervolgens komen we uit bij de eerste van de drie test mogelijkheden, de externe test. De monsters die extern getest worden gaan via deze processor, met een vastgestelde procestijd die gelijkstaat aan de doorlooptijd van het monster bij het externe bedrijf. De procestijden en de monsters die extern getest worden staan ook weer in de ziektes tabel in appendix C. Deze fase is realistisch te simuleren omdat deze externe bedrijven ook daadwerkelijk wachten met de uitslag van de test te versturen naar de GD tot het moment dat de doorlooptijd verloopt. De enige aanname die we in deze fase van het simulatiemodel maken, is dat er op elk moment van de dag het monster kan worden verzonden als het bij deze processtap aankomt. In realiteit zal men elke dag een bepaalde hoeveelheid bij elkaar nemen om te versturen om de transport kosten te drukken.

[7.6] De Handmatige Analyse

Bij deze tweede mogelijkheid tot testen worden de monsters handmatig intern getest. Hierbij komen alle inkomende monsters in een buffer terecht. Deze monsters worden echter pas doorgestuurd naar de bijbehorende testplaats wanneer het monster die dag ook daadwerkelijk wordt getest. Voor alle tests bestaat er namelijk een schema van dagen waarop ze getest worden, zo worden de spoed monsters in vele gevallen op elke dag getest, maar de minder spoed behoevende monsters bijvoorbeeld alleen op alle woensdagen. Als deze monsters worden doorgestuurd moet eerst bepaald worden naar welke testafdeling ze gaan, zo zijn er in totaal zeven verschillende afdelingen waar monsters handmatig worden getest. Voor elke test is een vaste testafdeling, wederom is deze afdeling toegevoegd in het pad van het monster. Zo zit er achter elk MVDHA pad een toevoeging met een cijfer van 0 tot 6 en 10, omdat dit de aanduidingen van de afdelingen zijn. Bij dit versturen naar de juiste afdeling, wordt ook direct een inzettijd en afleestijd per type monster meegegeven. Deze tijden zijn ook weer genoemd in appendix C samen met de werkbare testdagen per ziektype. Hierbij betreft de inzettijd het daadwerkelijk klaar maken van de test en de afleestijd de wachttijd die het per type monster behoeft voor het kan worden afgelezen.

Ook voor deze fase van het proces zijn er weer enkele aannames gedaan:

- De zeven werkplekken nemen alleen de monsters in bewerking uit ons onderzoek
- Er bestaat in tegenstelling tot de realiteit geen mogelijkheid om voor aankomen monsters in voorgaande stations de test uit te stellen tot een later tijdstip die dag
- De daadwerkelijke afleestijd is te verwaarlozen in vergelijking met de incubatietijd

[7.7] De Robot Analyse

De laatste mogelijkheid tot testen verwerkt de meeste monsters, namelijk de analyse met de robot. De zes grootste monsterstromen in ons proces gaan over deze robot, echter moeten deze monsters eerst aan bepaalde voorwaarden voldoen voor de robot wordt gestart. Zo moeten er in de buffer eerst een bepaalde hoeveelheid monsters zijn voordat de robot effectief gestart kan worden. Wordt dit aantal echter niet bereikt binnen een bepaalde tijd dan moeten de monsters toch getest worden om de deadline van de test te halen. Zodoende moeten de tests na enkele dagen tevergeefs wachten bij de robot op 'mede-monsters', verplaatst worden naar de handmatige analyse om aldaar te worden getest om toch binnen de deadline te komen. Voor al de zes tests zijn er verschillende aantal –en tijdsrestricties opgezet, deze zijn weergegeven in appendix C. Bij deze fase worden de aantallen die in de buffer zitten per test bijgehouden in een tabel in het simulatiemodel, zodoende worden deze aantallen bij aankomst van een nieuwe batch steeds vergeleken met de grens aantallen. Op deze manier wordt bepaald of de betreffende monsters worden doorgestuurd of dat ze in de buffer plaats moeten nemen. In het geval van een bezette robot wordt deze aanstroom echter geblokkeerd en wachten de monsters in een buffer daar voor. Dit wordt gedaan omdat de robot maar een type test tegelijk kan uitvoeren, blijkt deze test vervolgens klaar te zijn dan wordt deze buffer weer geopend om een volgende batch de doorstuur regel te laten doorlopen. Ook in deze test mogelijkheid wordt er onderscheid gemaakt tussen de inzetijd van een batch monsters en de afleestijd die de incubatietijd bevat. Deze tijden zijn dan ook achter de bijbehorende tests in Appendix C bij de robot analyse te vinden.

Overigens is de test robot de enige werkende machine buiten werktijden voor het personeel, zodoende kan de robot vol gestopt worden met monsters en zelfstandig in de nacht verder werken. Dit is erg optimaal in verband met de lange incubatietijden van enkele monsters. Zijn deze monsters vervolgens getest dan worden de resultaten automatisch in het systeem verwerkt, echter volgt hier nog wel een controle stap op de resultaten. Dit is net als in de andere test mogelijkheden de autorisatiefase in de volgende paragraaf.

Ook in deze fase van het proces zijn aannames van het proces gemaakt om tot het simulatie model te komen:

- De beslissing om de robot op te starten wordt gemaakt door de vastgestelde regels voor deze afdeling in appendix C
- Er bestaat geen communicatie tussen voorgaande afdelingen over aankomende monsters
- De testrobot kan op elk moment van de dag worden aangezet, dus ook 's nachts, echter gebeurt dit maar zeldzaam omdat de ontdop machines na 16:00 uur niet meer actief zijn

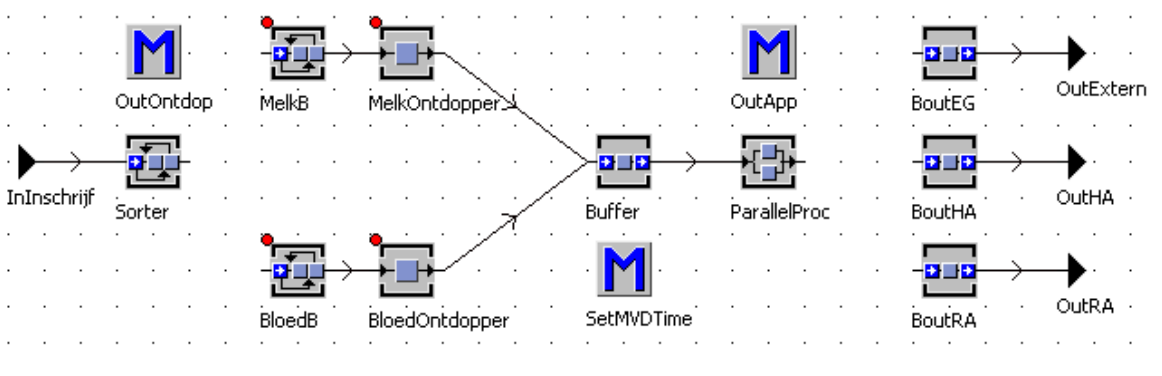
[7.8] De Autorisatie & Verzend Afdeling

Dit gezamenlijke proces is de laatste stap in ons proces en is bovendien niet zo complex opgebouwd. In deze fase wordt namelijk elke dag om 4 uur gekeken welke producten er in de buffer liggen en deze worden gecontroleerd op test uitslag. De procestijden zijn net als voor de andere processtappen weergegeven in appendix C. Na deze stap worden de monsters veelal doorgestuurd naar de verzendfase, echter geldt dit niet voor alle monsters omdat de Tankmelk monsters niet worden verstuurd in de valide gevallen. Deze monsters worden alleen in het systeem verwerkt, zodoende komt voor de Tankmelk monsters in deze fase een eind aan het proces. We nemen in ons simulatiemodel echter aan dat alle tankmelk monsters niet worden verzonden.

In de laatste fase van het proces worden zoals bekend de uitslagen van de testen verzonden aan de klant. Ook dit proces vergt niet veel simulatie inspanning, enkel de proces tijd van deze fase moet worden vastgesteld, dit is wederom gedaan in appendix C. Als laatste stap hierbij wordt uiteraard ook het aantal doorlopen monsters vastgelegd in deze fase, zodat we de aantallen output kunnen beoordelen. De belangrijkste stap hier is echter de vastlegging van de doorlooptijden van de monsters. Aan de hand van deze gegevens kunnen we namelijk zien of het model realistisch is in vergelijking tot de werkelijkheid. Overigens wordt deze stap voor de Tankmelk monsters al uitgevoerd bij de autorisatie. Als eindpunt verdwijnen alle monsters vervolgens uit het proces.

[7.9] Specifieke Plant Simulation bouw voor Monsterverdeling

Om toch een duidelijk beeld te creëren van hoe deze simulatiebeschrijving nu in 'Plant Simulation' is ingebouwd, nemen we als voorbeeld de afdeling; monsterverdeling. Deze afdeling wordt gekozen omdat we binnen deze afdeling een duidelijk beeld kunnen geven voor een lezer die niet bekend is met simuleren. Hieronder volgt eerst de afbeelding van het 'frame' van de monsterverdeling:



Frame Monsterverdeling:

Vanuit de figuur in de introductie van dit hoofdstuk is te zien dat er producten via een 'connector' binnen komen bij de monsterafdeling. Deze producten komen dus binnen bij de 'interface' genaamd 'InInschrijf' die te zien is in de bovenstaande figuur. Vervolgens komen ze in een 'buffer' die een speciale functie heeft, namelijk de 'Sorter'. Deze buffer sorteert de producten eerst op de

bijbehorende prioriteit van het product. Het product bevat namelijk een attribuut waar in is weer gegeven aan de hand van cijfers welke prioriteit het heeft, aan de hand van de 'sorter' worden ze vervolgens ook naar aflopende prioriteit doorgestuurd. Aan het einde van deze 'sorter' functie zit zoals te zien een de 'method' OutOntdop. Deze methode zorgt ervoor dat de producten die vanuit de 'sorter' worden weggestuurd de goede richting ingaan. Zo hebben producten ook een ander 'attribuut' meegekregen, namelijk een 'MonsterType'. Via dit monstertype is af te lezen of een product bloed (=1), melk (=2) of diversen (=3) bevat. Via de genoemde 'method' wordt dan een programmeercode geschreven die ervoor zorgt dat de producten naar de juiste vervolgstap gaan. Deze programmeer code is hiernaast te zien, hierin is te zien dat de bloedmonsters naar de 'BloedB' moeten, wat staat voor bloedbuffer, melk naar 'MelkB' en de diversen die niet worden ontdopt gaan direct richting de 'Buffer' voor de monsterverdeling. De melk en bloed monsters moeten dus eerst worden ontdopt voor ze in naar de monsterverdeling gaan.

```
is
do
    if @.MonsterType=1 then
        @.move(BloedB);
    elseif @.MonsterType=2 then
        @.move(MelkB);
    else
        @.move(Buffer)
    end;
end;
```

'Method' Out Ontdop:

Vervolgens worden deze monsters dus bewerkt in de bijbehorende Melk –en Bloed Ondopper, deze twee processoren hebben tijd nodig om de producten te bewerken. Daarom zijn de gegevens die te lezen zijn in appendix C, in de processoren aangegeven als procestijd per product. Het product blijft vervolgens deze tijd in de processor zitten om vervolgens in de 'Buffer' aan te komen. Bij aankomst bij deze buffer wordt er wederom een 'method' aangeroepen. Bij deze 'method' wordt de producten per stuk een tijd als 'attribuut' meegegeven waarin geregistreerd staat hoe lang het duurt voor dat het product volledig is bewerkt in de monsterverdeling. Voor de duidelijkheid geeft deze 'method' dus de productietijd aan het product mee voor de monsterverdeling. Eenmaal aangekomen in deze monsterverdeling kan de processor vervolgens het attribuut van het product af lezen om het dan ook zo lang te bewerken. Zoals te zien in het frame is deze monsterverdeling een 'ParallelProc', omdat er zeven van deze machines aanwezig zijn die allen op dezelfde manier werken.

Als het product volledig is bewerkt binnen een van deze processoren, komt het aan het eind weer een 'method' tegen, namelijk 'OutApp'. Deze 'method' is vergelijkbaar met de 'method' die we hebben uitgebeeld aan het begin van deze paragraaf, hij stuurt namelijk de producten de juiste vervolgrichting in. Dit gebeurt aan de hand van een 'pad' dat per type monster ingesteld is in een tabel. Zodoende kan van een inkomend monster aan de hand van zijn 'ZiekteType' attribuut uit een tabel worden afgelezen welk 'pad' er bij het betreffende monster behoort. Aan de hand van dit 'pad' worden de monsters dus doorgestuurd naar de, BoutEG wat staat voor 'BufferoutExternGetest' of een van de andere twee mogelijkheden, de 'HandAnalyse'(BoutHA) of de 'RobotAnalyse'(BoutRA). Vervolgens gaan de monsters vanuit deze buffers weer naar de 'Interfaces' om naar de volgende processtap te gaan als daar ruimte voor is.

Deze beschrijving is gegeven om een iets specifiekere beeld te geven van de mogelijkheden met de 'Plant Simulation' tool. Uiteraard is voor alle afdelingen een bijbehorend strokend simulatieproces gemaakt met de procesbeschrijving. Zodoende zijn we gekomen tot een geheel lopend proces waarmee dus experimenten gedaan kunnen worden. Om te kijken of dit model ook daadwerkelijk enigszins overeenstemt met de realiteit vervolgen we met het 'Validatie van het Simulatiemodel' hoofdstuk.

[8] Validatie van het Simulatiemodel

Dit hoofdstuk is geschreven om de onderzoeksvraag: 'In welke mate is het simulatiemodel valide aan de realistische situatie?' te beantwoorden. Hierbij kunnen we aangeven of het model voldoet aan de veronderstelling dat het overeen moet komen met de realiteit. Bij deze validatie van het model is de doorlooptijd van de producten gebruikt als controle. Voor deze doorlooptijd zijn er immers geen directe ingevoegde waardes gebruikt, waardoor aan de hand van de reële gegevens van de GD een goed beeld geschetst wordt over de juistheid van het model.

[8.1] De Validatie

Met het in hoofdstuk 7 beschreven model zijn vervolgens proces doorlooptijden gesimuleerd. Zo zijn er van alle vier kwartalen resultaten uit het simulatiemodel gestroomd, net als over het gehele jaar 2010. Hierbij zijn echter nog wel enkel veranderende factoren ingesteld. Zoals een nauwkeurigheidfactor bij het ontstaan van de ziektes in de inschrijfafdeling, zodoende worden er afwijkingen gesimuleerd aan aantallen testen die ontstaan uit bepaalde aankomst batches. Na enig onderzoek blijkt zowel voor de vier kwartalen van 2010 en voor geheel 2010 dat deze factor weinig tot geen invloed heeft. Hierbij is als standaard een afwijking van 0,1 (10%) ingesteld bij de test ontwikkelingen. Als we deze factor gaan variëren van 0,01 tot 0,2 blijkt dit in 94% van de gevallen een kleinere afwijking dan een uur op het gemiddelde te hebben. Een factor groter als 20% testen we hier niet omdat vanuit de GD de wens bestaat om het proces zo reëel mogelijk te simuleren over 2010, met een grotere afwijking wordt aan dit criteria niet meer voldaan. Aangezien de GD werkt met halve dagen als kleinste eenheid in de gemiddelde doorlooptijden, verwaarlozen we deze toch al minimale verschillen in enkele uren. Doordat de verschillen dus geen tot weinig invloed hebben worden deze factor standaard op 0,1 gezet. Andere variërende factoren in het proces zijn de 'Seed Values', deze waarden zijn de begingetallen waar van uit het simulatiemodel willekeurig getallen trekt voor zijn kansverdelingen. Als deze waardes niet veranderen zullen ook aan de resultaten geen veranderingen te zien zijn, met betrekking tot de verdelingen die gebruikt zijn in het model. Om dit te voorkomen is in het model ingesteld dat bij elke herstart van het model deze 'Seed Values' worden veranderd. Deze veranderende 'Seed Values' worden dus gebruikt om gemiddelden te vinden van verschillende runs van het simulatiemodel.

Bij deze experimenten is ook gekeken naar rare uitschieters in het proces, zo is voor de doorlooptijd per test gekeken voor welke dag ze het totale proces hebben doorlopen. Hierbij hebben is een tabel gecreëerd die voor alle tests het aantal dagen bijhoudt waarbinnen de tests zijn afgerond. Zo is voor 16 verschillende dagen bijgehouden hoeveel tests er per test type voor die dag binnen kwamen. Uiteindelijk zijn op deze manier ook enkele kleine fouten in het simulatiemodel ontdekt, dit viel in de meeste gevallen op door uitschieters in de doorlooptijd. Deze uitschieters zijn nu dan ook zo volledig mogelijk gefilterd uit het simulatie model door de fouten op te sporen.

Een andere uitschieter in ons proces is de stroom met nummer 32 (uit privacy overwegingen is de naam hier weggelaten), deze stroom piekt enorm in het 2^e kwartaal. Deze piek heeft een zeer grote invloed in het proces, zodoende dat deze test over het 2^e kwartaal drie maal het gemiddelde aantal monsters bevat. Omdat dit ook nog een de grootste test stroom is over het gehele proces met 43,5 % van alle tests heeft dit een enorme invloed op ons simulatiemodel. Dit heeft de GD zelf ook gemerkt

aan een ophoping van dit type monsters in het 2^e kwartaal in 2010. We zullen dit ook weer zien in de seizoensinvloeden van de kwartaalvergelijkingen in paragraaf 8.2. Echter gaat de GD deze piek glad strijken over het gehele jaar, hier bestaat ook de mogelijkheid voor omdat het bedrijf de stroom zelf aanstuurt. Om onze model gemiddelden representatief te houden en niet te veel afhankelijk te maken van deze piek spreiden wij de stroom ook uit over het gehele jaar in het model. Dit kunnen we doen door alleen de aankomstaantallen te veranderen en zodoende te verspreiden over de betreffende aankomst stromen, dit is representatief voor het model door het feit dat de GD zelf ook aangeeft dat dit een eenmalige fout in de planning is geweest. Deze vervlakking van de piek wordt verder uitgelegd en beschreven in appendix H.

Om vervolgens onze laatste onderzoeksvraag te beantwoorden, moeten we kijken of ons model de realistische situatie simuleert. Dit gaan we doen door een vergelijking te maken tussen de realiteit en het gesimuleerde proces. We maken deze vergelijking aan de hand van de doorlooptijden voor beide processen. Hierbij worden de doorlooptijden gebruikt omdat deze variabele niet rechtstreeks aan het model wordt meegegeven, maar voortvloeit uit ingevoerde andere variabelen die in hoofdstuk 7 beschreven zijn. Zodoende is de doorlooptijd een onafhankelijke variabele, die te vergelijken is met de realiteit. Deze variabele wordt ook gebruikt omdat het opdracht gevend bedrijf juist op zoek is naar de resultaten in doorlooptijden van de producten bij eventuele aanpassingen. Na enige aanpassingen kun je dus direct zien wat het eind resultaat is door de doorlooptijden te vergelijken. Om nu het simulatiemodel te vergelijken met de realiteit zijn de gemiddelde reële doorlooptijden van 2010 nodig om een vergelijking mee te maken.

Zodoende is binnen de GD op zoek gegaan naar de gemiddelde doorlooptijden van de verschillende tests van 2010, deze doorlooptijden zijn in appendix I genoemd. Deze tijden vergelijken we vervolgens met de gemiddelden van vijf simulaties met enkel andere 'Seed Values' van het simulatiemodel. Deze reële doorlooptijden binnen de GD van 2010 hebben als afrondingsgrootte minimaal halve dagen, dit houdt dus in dat de gemiddelden afgerond zijn op halve dagen. Zodoende worden bij de vergelijking bij het simulatiemodel ook het gemiddelde van een aantal simulatie runs op halve dagen afgerond. Bij deze vergelijking nemen we ook de aantallen monsters en de afwijkingen daarvan mee, zo is een test met veel monsters belangrijker dan een test met enkele monsters. Met deze reden worden de vermenigvuldigingen van de gemiddelde afwijking en de aantallen monsters die behoren tot de tests gebruikt. Deze waarden zijn weergegeven in tabel I.

Uit deze tabel blijkt dat de tijden over het algemeen redelijk overeenkomen. Hierbij zijn er echter enkele uitschieters, deze uitschieters zijn in de meeste gevallen niet te voorkomen in het model. Dit kan meerdere redenen hebben maar gebeurd gemiddeld genomen alleen bij de kleine testen. Een van de redenen hiervoor is dat de testdagen bekend zijn bij de klant, hier sturen de klanten de monsters dan ook op aan waardoor de doorlooptijden korter zijn dan bij een willekeurige aansturing. Deze verschillen zijn bijvoorbeeld terug te vinden bij de testen 6 en 7 (die uit privacy overwegingen niet verder worden benoemd maar te zien zijn in appendix I). Uiteraard zitten er zoals in de voorgaande hoofdstukken genoemd enkele aannames in het model die niet op de realiteit gebaseerd zijn. Doordat deze onvolledigheden geen grote consequenties met zich mee brengen, door alleen een redelijke invloed te hebben bij de kleinere tests, accepteren we de verschillen in deze fase.

Zoals bovenstaand vernoemd wordt het aantal tests ook mee genomen in de vergelijking van verschillen in doorlooptijden, om het belang van de frequent voorkomende tests niet te

onderschatten. Nu wordt de validiteit gecontroleerd van het simulatiemodel door te berekenen of de verschillen significant zijn of niet. Hierbij moeten we opmerken dat onze gegevens ook op gemiddelden zijn gebaseerd en dat daardoor de afwijking per monster groter of kleiner kan zijn. Echter moet worden hierbij dan ook vermeld worden dat er vanuit de GD enkel op halve dagen afgeronde gemiddelden van doorlooptijden per product beschikbaar waren. Om een vergelijkbare situatie te creëren hebben we vijf runs gedaan op ons simulatiemodel en daar gemiddeldes van genomen op basis van halve dagen. Hierbij worden vijf runs gebruikt van het simulatiemodel om goede gemiddeldes te creëren, het aantal vijf is hiervoor het minimale aantal om een sterk gemiddelde te vinden volgens Law (Law, 2007). In dit simulatiemodel zijn er gemiddeld 2.082.425 monsters getest per run wat een groot genoeg aantal is om te leiden tot goede gemiddelden voor de verschillende tests. De resultaten van de gemiddelden van deze simulatieruns zijn te vinden in de tabel in appendix I.

Uit deze tabel vergelijken we de twee situaties eerst op een eenvoudige manier door het gemiddelde verschil per monster te zoeken. Hiervoor hebben we de absolute verschillen gezocht tussen de twee situaties en deze met het bijbehorende test aantal vermenigvuldigd, om vervolgens het geheel daarvan te delen door het totaal aantal monsters over 2010. Dit brengt ons op een gemiddelde afwijking per test van $1/3^e$ dag, over het algemeen kunnen we hieruit concluderen dat het simulatiemodel geen grote afwijking vertoont met de realiteit doordat de gemiddelde afwijking kleiner is dan de kleinste afrondingseenheid. Ook als we dit vergelijken met de gemiddelde doorlooptijd per monster van meer dan 5 dagen kunnen we concluderen dat een gemiddelde afwijking van $6\ 2/3^e$ % weinig is.

Vervolgens wordt gekeken naar het aantal tests en de daarbij behorende afwijkingen. De resultaten zijn hiervan te zien in de tabel hiernaast. Uit deze tabel kunnen we zien dat de 96,3% een maximale afwijking heeft van 1 dag. Dit betekent dus dat meer dan 96% van de monsters binnen een fout afwijking van 20% zit. Waarvan weer 87,8% binnen een foutmarge van 10% zit, dat wil zeggen

Verskil in dagen:	Aantal Monsters:	Percentage totaal:	Percentage binnen:
0	1016390	48,8%	48,8%
0,5	811374	39,0%	87,8%
1	177880	8,5%	96,3%
1,5	75630	3,6%	99,9%
2,5	1151	0,1%	100,0%
Eindtotaal:	2082425	100,0%	-

minder dan een halve dag. Aangezien er enkel 0,1% van [Tabel: Afwijking Aantallen:](#) het totaal aantal monsters een grotere afwijking heeft dan anderhalve dag, kunnen we ook uit deze tabel concluderen dat de verschillen niet onoverbrugbaar groot zijn.

Om dit ook wetenschappelijk te onderbouwen kijken we vervolgens of de verschillen tussen de twee situaties significant genoeg zijn om geen conclusies te trekken uit het model. Voor deze onderbouwing wordt het boek van Law (Law, 2007) gebruikt. Voor deze onderbouwing wordt de gepaarde t-test gebruikt op de volgende manier:

Om te beginnen stellen we twee hypothesen op:

$H_0: \mu_z = 0$ (er is geen significant verschil in de vergeleken data)

$H_1: \mu_z > 0$ (er is een significant verschil in de vergeleken data)

Hierbij verwerpen we H_0 als de waarde 0 niet in het betrouwbaarheidsinterval van de verschillen in de gemiddelde doorlooptijden ligt. Deze vergelijking wordt gemaakt tussen de werkelijke gemiddelden in halve dagen tegenover de gesimuleerde gemiddelden afgerond op halve dagen. Het betrouwbaarheidsinterval wordt berekend aan de hand van de formules hieronder:

$$\bar{W} \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}[\bar{W}]}$$

$$\bar{W} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n W_j \quad \text{and} \quad \text{Var}[\bar{W}] = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{j=1}^n [W_j - \bar{W}]^2$$

Waarbij W het gemiddelde verschil in doorlooptijd tussen het gesimuleerde model en de realiteit is per monster. De variantie wordt berekend aan de hand van de individuele monsters.

Om vervolgens de gemiddelde W waarde te berekenen, vermenigvuldigen we het aantal monsters dat in de run getest is met de gemiddelde afwijking per run in halve dagen. Zodoende komen we op een gemiddelde W waarde van:

$$\bar{W} = \frac{1}{2082425} * -64,5 = -0,000031$$

Om de variantie van deze \bar{W} waarde vervolgens te berekenen gebruiken we deze W waarde in vergelijking tot de reële verschillen in doorlooptijd. Dit levert de volgende berekening op:

$$\text{Var}[\bar{W}] = \frac{1}{4.336.491.798.000} * 558.084,748 = 1,29E - 7$$

Zoals al eerder genoemd wordt deze test gedaan over een aantal van 2082425 monsters, dit betekent voor de student verdeling een oneindig aantal vrijheidsgraden. We gebruiken hier verder een standaard alfa van 0,05, die een t-waarde met zicht mee brengt van 1.96.

Vervolgens gaan we op zoek naar het betrouwbaarheidsinterval voor deze simulatie. Dit levert de volgende linker grens op:

$$-0,000031 - (1,96 * \sqrt{(1,29E - 7)}) = -0,000734$$

En de volgende rechter grens:

$$-0,000031 + (1,96 * \sqrt{(1,29E - 7)}) = 0,000678$$

Hieruit kunnen we concluderen dat tussen deze intervallen de waarde 0 zit, of terwijl de verschillen zijn niet significant en dus verwerpen we de hypothese H_0 niet. Dit betekent dat ons model de reële situatie nabootst met een betrouwbaarheid van 95%. Zodoende kunnen we concluderen dat we een goed model hebben nagebootst dat op vele fronten overeenkomt met de werkelijkheid.

Als je oppervlakkig naar de verschillen in doorlooptijd kijkt, blijkt dit ook te kloppen. De gemiddelde simulatie doorlooptijden vergeleken met de reële doorlooptijden verschillen in vele gevallen maximaal een halve dag op enkele kleine test uitzonderingen na zoals ook in de afwijkingen aantallen tabel op de vorige pagina te zien is. Omdat deze halve dagen ook daadwerkelijk de minimale afrondingseenheid bedragen kunnen we stellen dat dit een kleine afwijking is. Ook procentueel is dit

verschil van een halve dag in vergelijking met de gemiddelde doorlooptijd van meer dan vijf dagen klein. We kunnen hierbij zeggen dat de afwijking van deze producten daarom kleiner is dan 10% van de gemiddelde doorlooptijd. Bovendien blijken deze verschillen in doorlooptijden, de ene keer een halve dag meer en voor de andere test een halve dag minder te zijn. Deze schommelingen zorgen voor een bepaald evenwicht, waardoor in het model de positieve afwijkingen enigszins de negatieve afwijkingen opvangen. Waardoor er in het model ook geen grote afwijkingen ontstaan bijvoorbeeld wat betreft de wachttijden van de individuele producten, doordat men enerzijds langer moet wachten en anderzijds korter.

Aparte aandacht schenken we hierbij nog even aan de grote bulkstromen van de GD, meestal gedraaid over de robot. Hierbij zien we dat de zes grootste stromen een maximale afwijking van een halve dag hebben, waarvan er zelfs twee tests zijn de minimale afwijking vertonen. Deze resultaten zijn samen met de exacte cijfers van bovenstaande berekening te vinden in de tabel in appendix I. Omdat deze stromen een grote invloed in het gehele proces hebben is het belangrijk dat deze stromen dicht bij de werkelijkheid komen.

[8.2] **Seizoensinvloeden**

Vervolgens verduidelijken we de invloed van de grootte van aankomstaantallen op de doorlooptijd van het model aan de hand van de kwartaal aankomsten. Zo is bovenstaand al genoemd dat de piek in het 2^e kwartaal een grote invloed heeft op de doorlooptijden. Met deze reden hebben we deze piek dan ook glad gestreken. Toch willen we graag een duidelijk beeld creëren van de invloed op deze doorlooptijd door verschillen in aantallen. Om deze seizoensinvloeden op de monsteraantallen te analyseren maken we een vergelijking tussen het 2^e kwartaal ‘het drukste kwartaal’ en 4^e kwartaal ‘het rustigste kwartaal’ zonder het glad strijken van de piek. Wederom gebruiken we hier 5 runs van het simulatiemodel om de gemiddelde doorlooptijden te creëren. De resultaten hiervan zijn wederom weergegeven in de tabel in appendix J.

Uit deze tabel blijkt dat de grootste problemen met seizoensinvloeden ontstaan bij de robot analyse. Zo blijkt dat er een sterk stijgende lijn bij de doorlooptijd ontstaan als je het 4^e kwartaal ten opzichte van geheel 2010 en kwartaal 2 uitzet in de tabel. Bij vijf van de zes robot testen heeft dit zelfs enorme gevolgen met verhogingen van de doorlooptijd van meer dan 100%. Ook bij de andere handmatige testen is dit verschil te zien, echter in veel beperktere mate, hier zijn de verschillen gemiddeld genomen een halve dag. De verschillen bij de robot zijn echter goed te verklaren, omdat de aantallen enorm toenemen van de testen die over de robot gaan. Zodoende ontstaat er een grote wachtrij voor de robot die niet meer dan één test tegelijk kan uitvoeren. Wanneer de te testen aantallen oplopen lopen ook automatisch de testtijden op, waardoor een opstopping ontstaat. Deze opstoppingen ontstaan in realiteit ook, echter wordt er dan voor andere oplossingen gekozen zoals het helpen inzetten met de hand als de wachtrij voor de robot te groot wordt. Deze restrictie is in ons model echter alleen ingebouwd op het moment dat producten te lang staan te wachten. Maar door de grote test aantallen, wordt deze tijdscontrole in ons model vaak te onregelmatig aangevraagd waardoor de procestijd al enorm is toegenomen. De monsters worden in ons simulatiemodel zodoende niet meer naar de handanalyse verplaatst omdat de aantallen al te groot zijn geworden. Echter door deze grote aantallen duren de robottests steeds langer waardoor het nog langer duurt voor dat de doorschuifregel weer wordt aangevraagd en eventueel wordt toegepast.

We kunnen hier dus concluderen dat ons model ook gevoelig is voor seizoensinvloeden, wat een goede zaak is. Echter zal er in een vervolgonderzoek nog wel gekeken moeten worden naar een optie om naast de robot ook met de hand in te gaan zetten, als de test aantallen te groot worden. In ons model hebben deze grote aantallen waarschijnlijk een grotere invloed dan in de realiteit. Hierover kan bijvoorbeeld worden nagedacht in het vervolg onderzoek. Omdat er ook andere zaken zijn die tijdens dit onderzoek zijn opgevallen maken we na dit hoofdstuk een hoofdstuk met aanbevelingen ter ondersteuning van het toekomstig onderzoek.

[9] **Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek**

Uiteindelijk zijn er vele uren aan dit project gewerkt, in deze tijd zijn er natuurlijk ook enkele ideeën ontstaan over verbeteringen van het model en eventuele latere experimenten. Omdat het zonde zou zijn om deze ideeën zo maar buiten beschouwing te laten, is dit aanbevelingen hoofdstuk voor toekomstig onderzoek bijgevoegd. In dit hoofdstuk worden beknopt enkele ideeën naar voren gebracht voor verbeteringen aan het simulatiemodel en eventuele experimenten die resultaten zouden kunnen opleveren. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met enkele algemene aanbevelingen omdat hier door het opdracht gevend bedrijf naar werd gevraagd.

[9.1] **Aanbevelingen voor het Simulatiemodel**

Zoals al eerder genoemd in dit rapport zaten we met een strakke tijdsrestrictie van 10 weken, uiteraard is dit tijdsbestek te klein om het gewenste resultaat een optimaal testproces in het laboratorium te bereiken. Om dit resultaat op den duur wel te bereiken is dit onderzoek een voorbereidend onderzoek geweest. Doordat dit onderzoek een simulatiemodel heeft opgeleverd dat bovendien grotendeels overeenkomt met de werkelijkheid, zijn we in staat om het totaal project toch enkele aanbevelingen te doen om het simulatiemodel te verbeteren in een later onderzoek. Zodoende noemen we hier enkele aanbevelingen voor het verbeteren van het simulatiemodel.

Procestijden uitpakafdeling

Deze aanbevelingen worden gestart bij de uitpakafdeling, bij deze afdeling zijn in het simulatiemodel de monsters in aankomstbatches gesplitst. Voor deze aankomstbatches zijn echter geen exacte procestijden in deze uitpakafdeling te bepalen. In het huidige simulatiemodel is zoals ook in appendix C beschreven een schatting gemaakt op basis van gemiddelden en ervaringen van betrokken werknemers. Echter zou het realistischer zijn om met een formule idee van uitpak- en inschrijftijden te werken. Zo is het bij de MPL monsters moeilijk in te schatten hoeveel tijd deze twee processen kosten. Omdat de procestijden van een MPL rekje afhankelijk zijn van het aantal verschillende cliënten die monsters aan hebben geleverd in dat rekje, stellen we voor een formule in te voeren voor een X aantal seconden per monster en een Y aantal seconden per cliënt aan procestijd. Waarbij met een klein onderzoekje realistische schattingen kunnen worden gemaakt van deze X en Y waarden. Ook bij andere procestijden zal op deze manier gewerkt kunnen worden, hierbij zou bijvoorbeeld gedacht kunnen worden aan de procestijd van de monsterverdeling en het aantal verschillende ziektes per aankomend rekje.

De monsterverdeling

De huidige procestijden bij de monsterverdeling zijn met een ruime schatting gebaseerd op procestijden uit het verleden. Echter is de procestijd hierbij ook weer afhankelijk van meerdere factoren. In het huidige proces worden de monsters opgesplitst per ziekte alvorens de monsterverdeling begint, terwijl dit in de reële situatie pas aldaar gebeurt. Aan de hand van de aankomstrekjes op de verbeterde manier kan een aantal ziektes per rekje worden bepaald, dit geeft direct aan hoe vaak een bepaald rekje door de monsterverdeling moet. Als dit wordt gedaan in

combinatie met de vaste schema's van de monsterverdeling en het uitzetten van zijn ziektes wordt hierbij een veel exactere manier van het reële proces uitgebeeld.

Robotprioriteit stelling

Een andere te verbeteren stap is het proces bij de robot, wat al eerder genoemd is bij het analyseren van de seizoensinvloeden. Als de aankomst aantallen ruim boven gemiddeld komen in het proces, lopen de monsters in het robotproces hoge wachttijden op. In werkelijkheid zou in dit geval naast de robot ook met de hand dezelfde producten kunnen worden ingezet. Ook zit er op de robot een bepaalde maximum capaciteit die in het huidige model eveneens niet is meegenomen. Bovendien wordt in realiteit bij het starten van een robot test eerst gecontroleerd of er in voorgaande stappen nog de betreffende tests bezig zijn. Blijkt dit het geval te zijn dan wordt op deze testen gewacht zodat ze nog met de huidige testbatch mee kunnen door de robot.

Deze onvolledigheden in combinatie met de instabiele huidige prioriteiten regel, zorgen voor veel ruimte voor verbetering. Het probleem hierbij is alleen dat het enige tijd vergt voor dat er een realistisch systeem kan worden geformuleerd. De huidige beslissing of er getest kan worden gaat voornamelijk op basis van menselijke ervaring in combinatie met enkele regels. Als hiervoor in plaats een duidelijk stappenplan van prioriteiten kan worden geschetst is er veel te verbeteren bij het simuleren van deze proces stap.

Personeel

Als laatste verbeteringspunt van het huidige simulatiemodel noemen we de simulatie van werkrachten. In het huidige proces zijn de procestijden veelal afhankelijk van het aantal personeel dat bij een proces aanwezig is en het daarbij behorende werktempo. In de huidige simulatie is de invloed van personeel echter totaal afgebakend door personeelsvariabiliteit achterwege te laten in procestijd berekeningen. Als deze invloeden in het systeem kunnen worden ingebouwd, is het mogelijk aan de hand van deze werkrachten experimenten uit te voeren. Zo kan bijvoorbeeld worden gekeken naar welke uitwerkingen veranderingen in aantallen werkrachten met zich mee brengen. Vooral in het begin van het proces bij de uitpakafdeling is dit van belang, omdat hier in de reële situatie veel mee wordt geschoven.

Uiteraard is er aan het huidige simulatiemodel nog meer te verbeteren. Echter zijn hier de vier belangrijkste punten aangestipt om het simulatiemodel nog dichter bij de werkelijkheid te brengen. Verder is het een belangrijk punt om aannames die gemaakt zijn in de eerdere hoofdstukken ook nog eens door te nemen op zoek naar eventuele toe te passen verbeteringen.

Doordat er nu een stevig fundament staat voor het simulatiemodel is het eenvoudiger geworden veranderingen toe te passen, toch moet hierbij worden uitgekeken dat er niet te veel tijd in wordt gestopt. Zodoende kun je met een simulatiemodel enorm veel tijd verliezen op nog maar kleine effecten. Na de voorgestelde veranderingen en eventuele voorstellen uit het vervolgonderzoek stellen wij dan ook voor om meer tijd te besteden aan eventuele experimenten met het huidige proces. Ook hiervoor zijn enkele aanbevelingen uitgewerkt in de volgende paragraaf.

[9.2] **Aanbevelingen voor experimenten**

Bij eventuele experimenten in een latere fase is het van belang dat er bepaalde factoren zijn waarmee verbeteringen kunnen worden gemeten. Uiteraard zal de doorlooptijd van de producten hierbij van belang zijn, een andere belangrijke variabele is de invoeging van personeels variabiliteit en het aantal uren en werknemers dat hiermee gemoeid. Hierdoor kan een kostenpost worden toegewezen aan het aantal personeelsleden dat wordt toegewezen ten opzichte van de doorlooptijden winst bij eventuele extra inzet van personeel. Zodoende kan een mogelijke onderzoeksvraag worden: ‘Welke aanpassingen van het huidige proces brengen de meeste tijd en kostenwinsten met zich mee?’ Om hier vervolgens bijvoorbeeld een Pareto analyse over te maken om te kijken welke veranderingen het meest efficiënt zijn. Ook in deze paragraaf noemen we weer drie aanbevelingen die kunnen leiden tot mogelijke experimenten over het huidige proces.

Uitpakafdeling

Bij de huidige uitpakafdeling wordt er veel geschoven tussen personeelsleden en heerst er een vrije begintijd voor personeel. Voor het proces kan het echter van groot belang zijn dat dit personeel begint met sorteren en uitpakken op een vaste vroege tijd, nu beginnen sommige werknemers om 7:15 en anderen om 8:30 op deze afdeling. Als hier een vaste tijd wordt ingesteld van bijvoorbeeld half acht, wordt de doorstroom richting de inschrijfafdeling veel constanter en kan er bovendien eerder en beter gepland begonnen worden. Deze verandering kan zijn uitwerkingen door het gehele proces hebben omdat monsters dan ook te laat voor een test batch kunnen komen. Hierdoor is het een goed experiment om te kijken welke invloed deze verandering heeft op de gemiddelde doorlooptijd en eventuele personeelskosten van het proces. Ook kan er hierbij geëxperimenteerd worden met het aantal werknemers op deze afdeling, zo kan een extra werknemer wederom voor een snellere doorstroom van monsters zorgen.

Robot Analyse

Een andere mogelijkheid tot experimenteren is het frequenter gebruik van de robot in tijden van lage aantallen tests voor de robot. Zo staat de robot over het algemeen meestal vrijdagmiddag stil. Een mogelijkheid zou zijn om hier een van de frequent voorkomende handmatige tests extra op te laten draaien. Zodoende zou er wederom een vergelijking gemaakt kunnen worden over de kosten en doorlooptijd winsten. Zo zou er misschien een personeelslid minder gebruikt kunnen worden bij de handmatige tests, terwijl de robot over meer producten kan worden afgeschreven.

De monsterverdeling

Een andere mogelijkheid tot experimenteren is om de monsterverdeling ook 's nachts te laten draaien door een vol automatische robot die zich zelf ook kan aanvullen. Voor de GD is dit een reële optie om in te voegen, met het experimenteren van deze factor kan exact worden nagegaan hoeveel tijdsbesparing en doorlooptijd verkorting dit oplevert. Ook kan dit leiden tot de verkoop van machines die daarbij overbodig zijn geworden door de toegenomen capaciteit.

Dit zijn wederom maar enkele voorbeelden van experimenten met het huidige proces die kosten –en doorlooptijd winsten met zicht mee kunnen brengen. Vervolgens voegen we nog een paragraaf aan dit hoofdstuk toe met algemene proces aanbevelingen.

[9.3] Algemene aanbevelingen

Deze algemene aanbevelingen paragraaf is geschreven op extra verzoek van het opdracht gevend bedrijf, met als doel een buitenstaander objectief naar de huidige proces verloop te laten kijken. En eventuele opmerkelijke zaken of mogelijke verbeteringen te noemen.

Een van deze opmerkelijke zaken is het feit dat er vier centrifuges aanwezig zijn die allen geen volledige bezetting op een dag hebben. Een kleine verandering in het proces zou eenvoudig één of meerdere centrifuges kunnen schelen. Naast het voorgestelde experiment van alle werknemers op een vast tijdstip te laten beginnen, kan het hier helpen om een andere volgorde in te nemen bij het proces. Zo worden bij het uitpakken monsters onderscheiden bij MPL en SPL en hierbij wordt direct een sticker op het monster geplaatst. Als men in plaats van gekleurde rekjes gekleurde stickers gebruikt, bestaat er de mogelijkheid om verschillende types gezamenlijk direct in de centrifuge te doen om ze vervolgens later per kleur weer uit te sorteren. Omdat de centrifuge machine toch weer moet worden uitgepakt kan dit sorteren net zo goed aldaar plaats vinden. Bovendien leidt dit tot een verbetering van de bezetting van de centrifuges doordat monsters niet eerst hoeven te wachten op een vol rekje van hun ziektype voordat er wordt gecentrifugeerd. Zodoende gaan monsters in een constantere stroom door de centrifuge en wordt daardoor de bezettingsgraad evenwichtiger. Hierdoor worden wachttijden bij de centrifuges verminderd en zouden er eventueel zelfs machines verkocht kunnen worden. Of dit ook daadwerkelijk haalbaar is wordt bij het opdracht gevende bedrijf neergelegd.

Een andere opvallende constatering is het gegeven dat werknemers veel kennis over hun eigen afdeling hebben, maar eigenlijk niet weten wat er in andere afdelingen gebeurt. Op deze manier van werken wordt er bij alle beslissingen die door het personeel zelf genomen worden in de zogenoemde 'hokjes' gedacht. Dit kan tot ergernis leiden bij voorgaande of opvolgende afdelingen. Bovendien kunnen veranderingen daardoor een kleine verbetering opleveren voor de ene afdeling terwijl de opvolgende afdelingen er allemaal hinder van ondervinden. Oplossingen hiervoor zijn er in vele mogelijkheden, zodoende kunnen werknemers op rustige dagen stuk voor stuk eens uitwissen van afdelingen om zo te kijken hoe processen verlopen op andere afdelingen. Ook zou het lezen van de procesbeschrijving in dit onderzoek voor vele werknemers al een grote verduidelijking zijn van het proces waarin ze deelnemen. Op deze manier zal er meer respect en een bredere visie en denkbeeld worden gecreëerd bij de werknemers.

Als laatste punt noemen we de vele tests in de testcyclus van de GD die een kortere doorlooptijd hebben dan er richting de klant wordt gecommuniceerd. In vele test gevallen is het in dit onderzoek gebleken dat er 100% van de tests afgeleverd worden binnen een bepaalde tijd, terwijl de doorlooptijd die de klant beloofd wordt veel hoger ligt. Wanneer deze maximale doorlooptijd niet nodig is verlaag hem dan, dit levert een verbeterde concurrentiepositie op de markt op zonder veel inspanningen.

[10] **Conclusie**

Aan het eind van dit project aangekomen kunnen we concluderen dat we een stevig gefundeerde procesbeschrijving hebben opgezet, die vervolgens omgezet is in een conceptueel proces model. Dit conceptuele procesmodel bestaat voornamelijk uit flowcharts van de verschillende afdelingen, die vervolgens in zijn geheel het test proces binnen de Immunologie afdeling van de GD uitbeeldt. Deze uitbeelding is te vinden in appendix D van dit rapport.

Vanuit dit conceptuele model hebben we een simulatiemodel gebouwd. Hiervoor hebben we de Plant Simulation tool gebruikt, echter is deze simulatietool niet de enige 'tool' die voldoet aan de vereisten van de GD zoals ook in hoofdstuk 6 van dit rapport te lezen is. Om deze juiste tools te vinden hebben we een literatuuronderzoek gedaan naar alle mogelijk te gebruiken simulatietools. Aan de hand van de opgestelde criteria lijst bevelen we via dit onderzoek aan om het proces verder te gaan simuleren in een van de onderstaande 6 simulatiemodellen:

- ShowFlow
- SimCad Dynamic Process Simulator
- Simio
- Simul8 Professional
- ProModel Optimization Suite
- Tecnomatix Plant Simulation

Aangezien deze tools allen voldoen aan de gestelde criteria zal er op basis van andere criteria een keuze gemaakt moeten worden. Waarschijnlijke criteria bij deze keuze zullen de kosten van het aanschaffen van de licentie voor de tool en de service hierbij zijn. Echter zal voor het meten van deze criteria een offerte moeten worden opgevraagd. Aangezien door het bedrijf nog geen keuze is gemaakt of men ook daadwerkelijk een licentie aan wil schaffen, zou dit tijdsverspilling voor zowel dit project als de leverancier zijn. Mocht deze keus wel worden gemaakt en een licentie benodigd zijn, kan men altijd bij deze zes bedrijven een offerte naar eigen inrichting van service en opties aanvragen.

Zoals al gezegd hebben wij om het daadwerkelijke simulatiemodel te maken de tool Plant Simulation gebruikt. Deze keus is gemaakt op basis van ervaring met de tool bij de betrokkenen en een beschikbare vrije licentie vanuit de Universiteit Twente. Met deze tool zijn we dan ook begonnen het conceptuele model van hoofdstuk 5 te implementeren in de simulatietool. Zodoende zijn we door middel van een iteratief proces gekomen tot een werkend simulatiemodel dat we vervolgens hebben gevalideerd aan de werkelijkheid. Bij deze validatie hebben we gebruik gemaakt van de doorlooptijden van het model en de doorlooptijden in de realiteit. Uit deze validatie bleek vervolgens dat ons model in 95% van de gevallen geen significant verschil vertoond met de werkelijkheid. Om hierbij een voorbeeld te stellen wordt 96,3 % van de monsters gesimuleerd met een fout die kleiner is als één dag, terwijl de gemiddelde doorlooptijd groter dan 5 dagen is per monster.

Uit deze percentages blijkt dat het model op een goede manier is opgebouwd, echter blijft er wel voldoende ruimte voor verbetering. Voor deze verbetering is er echter geen ruimte meer in deze thesis, dit proces zal dus worden doorgeschoven naar een toekomstig vervolgonderzoek. In het voorgaande hoofdstuk van dit rapport worden daarvoor nog wel enkele aanbevelingen gedaan, ter verbetering van het model en het proces en eventuele mogelijke experimenten.

[11] **Reflectie**

Met het kiezen voor deze opdracht is achteraf zeker niet voor de makkelijkste weg gekozen. Zo waren de verwachtingen alvorens niet alleen een representatief simulatiemodel te bouwen, maar ook om er verschillende experimenten mee uitvoeren en daar enkele conclusies aan te verbinden. Bij de planning bleek zodoende een grote onderschatting van de hoeveelheid werk.

Zodoende is bij deze thesis geleerd dat een hoge doelstelling goed is, maar dat deze wel realistisch moet zijn. Bij dit onderzoek bleek de doelstelling onrealistisch, zo was na de eigenlijke deadline alleen nog maar de procesanalyse voltooid. Nadat er een akkoord was met de betreffende bedrijven dat het hier dan ook bij zou blijven is met mijn onderzoeksbegeleider toch besloten om nog een poging te doen voor het simulatiemodel. Zodoende is er toch nog veel voldoening uit mijn werk gehaald, enkel een procesomschrijving als Bachelor Thesis voldeed namelijk niet aan mijn verwachtingen. Deze verandering heeft er toch toe geleid dat ik tevreden en voldaan terug kan kijken op mijn opdracht. Nadien ben ik blij dat ik deze stap heb ondergaan, omdat ik er veel uit heb geleerd. Niet alleen het bouwen van een simulatiemodel is namelijk een hele uitdaging, ook het weergeven van de realiteit erin is een kunst op zich. Uiteindelijk is er voor deze opdracht ruimvoldoende

tijdsbesteding geweest, zo is er niet alleen de gewenste 420 uur bereikt maar is er ruim 600 uur aan de opdracht besteed. Ook de positieve reacties van beide bedrijven hebben uiteindelijk geleid tot een tevreden gevoel, eveneens het gegeven dat het bedrijf het ook daadwerkelijk gaat gebruiken laat een positief gevoel achter.

Achteraf kan ik toch zeggen dat ik blij ben dat ik voor deze opdracht heb gekozen. Zo heb ik samengewerkt met twee inspirerende bedrijven waarbij ik veel heb geleerd. Het doel van de bachelor opdracht is simpelweg het in contact komen met de bedrijfswereld en zodoende een kleine werkervaring op te doen voor de toekomst. Hierbij durf ik gerust te zeggen dat dit voor mij volledig geslaagd is, zodoende heb ik veel geleerd van processtructuren en de manier van werken in het echte bedrijfsleven. Ook kwamen we zodoende tegen dat er vaak tegenstrijdigheden op de werkvloer plaats vonden, hiervan hebben we geleerd dat de beste kennis vergaring wordt bereikt door zelf de werkvloer op te gaan. Directe communicatie via spreken met elkaar leidt vaak enkel tot de gewenste antwoorden, waar indirecte communicatie als e-mail in vele gevallen traag en misleidend werkt.

Uiteindelijk wil ik iedereen betrokken bij deze thesis danken voor de overdracht van kennis en ervaringen in verschillende stappen van dit onderzoek. Ik zal er op terug kijken als een leuk en leerzaam onderzoek bij een tweetal welwillende bedrijven waar ik veel contacten heb opgedaan. Speciale dank gaat hierbij nogmaals uit naar mijn begeleider vanuit de Universiteit, de heer Mes. Zonder zijn steun en hulp bij dit project had dit resultaat er niet gestaan.

Referenties

Documenten:

- Abu-Taieh, E., & Sheikh, A. E. (2005). Commercial simulation Packages: A Comparative Study. *Information Journal of Simulation*, 66-76.
- Ceglowski, C. (2006). Business Process Modeling Using Simulation Software. *Polish Association For Knowledge Management*, 4-14.
- Heerkens, H. (2004). *Methodologische Checklist*. Enschede: Universiteit Twente.
- Law, A. M. (2007). *Simulation Modeling & Analysis*. Tucson: Mc Graw Hill.
- Levy, Y., & Ellis, T. (2006). A systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. *Informing Science Journal*, 190-192.
- Swain, J. (2009, December 30). *OR/MS Today*. Opgeroepen op Februari 14, 2011, van Lionheart Publishing Inc.: www.lionhrtpub.com/orms/surveys/Simulation/Simulation.html
- TSM Business School. (2005). *De Algemene Bedrijfskundige Probleem Aanpak*. Enschede: Universiteit Twente.
- TSM Business School. (2005). *De Algemene Bedrijfskundige Probleem Aanpak*. Enschede: TSM Business School.

Websites:

- @Risk. (sd). *Palisade Corporation*. Opgeroepen op Februari 10, 2011, van <http://www.palisade.com/risk/>
- Analytica. (sd). *Lumina*. Opgeroepen op Februari 10, 2011, van <http://www.lumina.com/>
- Anylogic. (sd). *XJ Technologies*. Opgeroepen op Februari 10, 2011, van <http://www.xjtek.com/>
- Arena Simulation, . (sd). *Arena Simulation*. Opgeroepen op Februari 10, 2011, van 'Arena Simulation': www.arenasimulation.com
- Blues Simulation System, . (sd). *S. Raczynski*. Opgeroepen op Februari 11, 2011, van <http://www.raczynski.com/pn/bluesss.htm>
- Clinical Trials Simulator, -. (sd). *Pro Model Corporation*. Opgeroepen op Februari 11, 2011, van <http://www.promodel.com/solutions/pharma/clinicaltrials.asp>
- CSIM. (sd). *Mesquite Software*. Opgeroepen op Februari 11, 2011, van <http://www.mesquite.com/products/csfeatures.htm>

DecisionTools Suite. (sd). *Palaside Corporation*. Opgeroepen op Februari 11, 2011, van http://www.palisade.com/decisiontools_suite/

Emergency Department Simulator. (sd). *ProModel Corporation*. Opgeroepen op Februari 11, 2011, van <http://www.promodel.com/products/edsimulator/>

Enterprise Portfolio Simulator. (sd). *ProModel Corporation*. Opgeroepen op Februari 11, 2011, van <http://www.promodel.com/products/eps/>

ExtendSim. (sd). *Imagine That Inc.* Opgeroepen op Februari 11, 2011, van <http://www.extendsim.com/>

FlexSim. (sd). *Flexsim Software Products Inc.* Opgeroepen op Februari 11, 2011, van www.flexsim.com/

ForeTell-DSS. (sd). *DecisionPath Inc.* Opgeroepen op Februari 11, 2011, van www.decpath.com/

GoldSim. (sd). *GoldSim Technology Group*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van www.goldsim.com/

Integrated Performance Modelling Environment. (sd). *Alion Science and Technology MA&D Operation*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van www.alionscience.com/Technologies/

MedModel Optimization Suite. (sd). *ProModel Corporation*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van www.promodel.com/products/

Micro Saint Sharp. (sd). *Alion Science and Technology MA&D Operation*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van www.maad.com

Portfolio Simulator. (sd). *ProModel Corporation*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van <http://www.promodel.com>

ProModel Optimization Suite. (sd). *ProModel Corporation*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van <http://www.promodel.com>

Proof. (sd). *Wolverine Software Corporation*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van www.wolverinesoftware.com

PSM++. (sd). *S. Raczynski*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van <http://www.raczynski.com>

QMS. (sd). *QuantMethods*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van www.quantmethods.com/

REACT. (sd). *MJC2*. Opgeroepen op Februari 13, 2011, van www.mjc2.com/

Renque. (sd). *Renque corporation*. Opgeroepen op Februari 13, 2011, van www.renque.com

Risk Solver. (sd). *Fronline Systems Inc.* Opgeroepen op Februari 13, 2011, van www.solver.com/

ServiceModel Optimization. (sd). *ProModel Corporation*. Opgeroepen op Februari 13, 2011, van www.promodel.com

ShowFlow. (sd). *Webb Systems Limited*. Opgeroepen op Februari 12, 2011, van www.showflow.com/

SimCad Pro-Patented Dynamic Process Simulator. (sd). *CreateASoft Inc.* Opgeroepen op Februari 12, 2011, van www.createasoft.com/

Simio. (sd). *Simio LLC.* Opgeroepen op Februari 13, 2011, van www.simio.com/

Simio LCC.(sd).*Simulation-Arena.*Opgeroepen op Juni 21, 2011, van www.simulation-arena.com/

Simul8. (sd). *SIMUL8 Corporation.* Opgeroepen op Februari 14,2011, van www.simul8.com/

simulation, T. P. (sd). *Siemens PLM Software.* Opgeroepen op Februari 14, 2011, van www.plm.automation.siemens.com

SLIM. (sd). *MJC2.* Opgeroepen op Februari 14, 2011, van www.mjc2.com

SLX. (sd). *Wolverine Software corporation.* Opgeroepen op Februari 14, 2011, van www.wolverinesoftware.com

Stat::Fit. (sd). *Geer Mountain Software Corporation.* Opgeroepen op Februari 14, 2011, van www.geerms.com

Vanguard. (sd). *Vanguard Software.* Opgeroepen op Februari 14, 2011, van www.vanguardsw.com

WebGPSS. (sd). *Beliber AB.* Opgeroepen op Februari 14, 2011, van www.webgpss.com

XLSim. (sd). *AnalyCorp.* Opgeroepen op Februari 14, 2011, van www.analycorp.com

Appendices

In dit afsluitende appendices deel van het rapport worden de documenten weer gegeven waar naar is verwezen in het bovenstaande document. Deze documenten worden niet relevant genoeg geacht om in de hoofdtekst van het document te staan of zijn te privacygevoelig om in het document genoemd te worden. Toch zijn ze in vele gevallen essentieel voor het betreffende bedrijf, en zijn bovendien ook voor mensen buiten de bedrijven te belangrijk om achterwege te laten bij het onderzoek.

Zodoende zijn er dus voor de publiekelijke versies zijn enkele vertrouwelijke appendices uit het verslag verwijderd. Dit is gebeurd in overleg met de GD, AIP en de Universiteit Twente. Voor het eventuele opvragen van deze vertrouwelijke documenten kunt u contact opnemen met de auteur van die rapport.

Appendix A: Interne omzet en monstercijfers (Vertrouwelijk)

Appendix B: Verwijderde monsters (Vertrouwelijk)

Appendix C: Proces Data (Vertrouwelijk)

Appendix D: Proces Flowchart (Vertrouwelijk)

Hieronder wordt de gehele proces flowchart weergegeven van het proces binnen de GD. Zodoende worden alle genoemde stappen in hoofdstuk 5 samengevat in de onderstaande flowchart:

Appendix E: Onderzoeksopzet: 'Literatuuronderzoek Simulatietool'

Gebruikte databases en zoektermen

Om de betreffende data te verzamelen voor de twee onderzoeksvragen zullen we enkele databases en zoektermen moeten definiëren. Vanuit eerder goede ervaringen gaan we bij de data verzameling gebruik maken van vier verschillende databases, namelijk: Web of Knowledge, Science Direct, Scopus en Google Scholar. Met deze vier databases verwachten we goede resultaten te vinden ten behoeve van onze onderzoeksvragen. Om deze goede resultaten te vinden zullen we zoektermen moeten gebruiken, we gebruiken voor de eerste onderzoeksvraag de volgende zoektermen:

(de betreffende zoektermen zijn vertaald omdat de databases in het Engels werken)

- Simulationtools *(simulatietool)*
- Simulation *(simulatie)*
- Businessproces *(bedrijfsproces)*
- Proces *(proces)*
- Visualise *(visualiseren)*
- Optimisation *(optimalisatie)*

Om de tweede onderzoeksvraag beantwoord te krijgen, voegen we nog enkele zoektermen bij:

- [.. naam simulatietool..]
- Criteria *(criteria)*
- Processtimes *(procestijden)*
- Price *(prijzen)*
- Experiment *(experimenteren)*
- Analyse *(analyseren)*
- Variability *(variabiliteit)*

Vervolgens zijn we met combinaties van de bovenstaande zoektermen en het gebruik van Boolean Operators deze zoektermen gaan gebruiken. Na deze zoektermen te hebben gebruikt voor de eerste onderzoeksvraag, is er een wijziging aangebracht aan het zoekproces. We kwamen er namelijk achter dat het modelleren van bedrijfsprocessen in de professionele wereld vaak wordt aangeduid met BPS (bedrijfs proces simulatie) & BPM (bedrijfs proces modellering). Hierdoor zijn we deze zoektermen gaan invoegen in het zoekproces.

Bij de tweede onderzoeksvraag hebben we ook de namen van de gezochte simulatietools toegevoegd die we hebben gevonden in onderzoeksvraag 1. Om na dit zoekproces geen belangrijke

artikelen over het hoofd te hebben gezien hebben we ook bij beide onderzoeksvragen nog eens *forward* en *backward search* gebruikt. Dit houdt in dat we bij *backward search* de gevonden artikelen op eventuele relevante referenties of auteurs hebben gecontroleerd. In enkel situaties heeft dit geleid tot relevante artikelen, nadien hebben we daarom ook *forward search* op de artikelen toegepast. *Forward search* houdt in dat gezocht wordt naar artikelen waarbij de desbetreffende auteurs geciteerd worden in andere relevante artikelen. (Levy & Ellis, 2006)

Selectie en prioritering criteria

Voor beide onderzoeken heeft de bovenstaande omschrijving van het zoekproces geleid tot een hele lange lijst van artikelen. Om uit deze lijst een selectie te maken van te onderzoeken artikelen hebben we de relevantie van de titel van het artikel gebruikt om een schifting te maken. Na deze schifting hebben we uit de geselecteerde artikelen de bruikbare en relevante artikelen geselecteerd op basis van het aantal geciteerde andere artikelen, de mate van recentheid en de relevantie en kwaliteit van de *abstracts* van de artikelen. Van hier uit hebben we de overgebleven geselecteerde artikelen gelezen en gebruikt voor het beantwoorden van onze onderzoeksvragen.

Appendix F: Criterialijst

Criteria	Criteria type:	Simulatie tool X	Simulatie tool Y
Simulatie:			
(1) Benoemen van producten (IBR, bloed & melk) en het volgen van de producten door proces	Eis		
(2) Prioriteiten, wachttijden en inzetmomenten toekennen aan producten	Eis		
(3) Input op operationeel en tactisch niveau variëren (dag, periodiek en jaarlijks)	Eis		
(4) Resource beschikbaarheid kunnen limiteren aan werktijden ('s nachts doorwerken)	Eis		
(5) Menselijke input (HR) kunnen koppelen aan de verschillende processen	Eis		
(6) Input op strategisch niveau kunnen variëren (scenario's en experimenten analyse)	Wens		
(7) Variabiliteit van processing times kunnen definiëren in programma (tijds verdelingen)	Wens		
Model presentatie:			
(8) Detailering en abstractie middels hoofd en sub-processen	Wens		
(9) Visueel maken van de grootte van de monster stroom (als eSankey)	Wens		
(10) Hergebruik procesmodel voor kwaliteitszorg en P&O doeleinden	Wens		
Rapportage doeleinden:			
(11) Rapportage differentieren per monster stroom	Eis		
(12) Output mogelijk van resultaten naar EXCEL of BI (zoals Chrystal)	Wens		
(13) Publicering en delen van processtructuur, bijvoorbeeld per internet	Wens		
Niet-functionele criteria:			
(14) Simulatieproces van een jaar moet binnen een uur kunnen worden gesimuleerd	Wens		
(15) Complexiteit: proces moet aanpasbaar zijn voor bedrijfsmensen	Wens		
(16) Licentie prijs moet blijven binnen bepaald bedrag (Euro's)	Wens		

Appendix G: Scheiding Simulatie tools

In de hiernaast staande tabel is per simulatietool bijgehouden bij welke schifting de tool is afgevallen. Na de 4^e schifting zijn er zodoende nog 6 verschillende tools overgebleven die in deze tabel met groen zijn gemarkeerd. De afgevallen tools zijn hierbij vanaf het moment dat ze afgevallen zijn met rood gemarkeerd.

Nr.:	Software tool:	Afwijzing op criteria:				Eindresultaat:
		Schifting 1:	Schifting 2:	Schifting 3:	Schifting 4:	
1	@RISK		3 & 5			
2	Analytica 4.2	3 & 4				
3	AnyLogic		1			
4	Arena Simulation Software				*	
5	CSIM for Java	2 & 3				
6	CSIM20	2 & 3				
7	DecisionTools Suite		3			
8	Emergency Department Sim	1 & 4				
9	Enterprise Simulator		4 & 6			
10	ExtendSim AT				*	
11	ExtendSim OR			*		
12	ExtendSim Suite			*		
13	Flexsim				*	
14	GoldSim	2 & 4				
15	Micro Saint Sharp		2			
16	Portfolio Simulator	4 & 1				
17	Process Simulator		4			
18	ProModel Optimization					
19	Proof 3D	2 & 3				
20	Proof 5	2 & 3				
21	Renque		2			
22	Risk Solver	3 & 4				
23	Risk Solver Platform	3 & 4				
24	Risk Solver Premium	3 & 4				
25	ShowFlow					
26	Simcad Dynamic Simulator					
27	Simio					
28	SIM UL8 Professional					
29	SIM UL8 Standard		5			
30	SIM UL8 Web			*		
31	SLIM		5			
32	SLX	2 & 3				
33	Stat::Fit	3 & 4				
34	Plant Simulation					
35	Vanguard Business		4			
36	Vanguard Strategic		4			
37	Vanguard System		4			
38	WebGPSS	2 & 3				
39	XLSim 3.0	2 & 3				

Appendix H: De afvlakking van de seizoens piek in 2^e kwartaal (Vertrouwelijk)

Appendix I: Validatietabel (Vertrouwelijk)

Appendix J: Seizoensinvloeden (Vertrouwelijk)

Appendix K: Definitielijst

- BVD:** Een melk test stroom die in vele gevallen apart wordt behandeld en vervolgens extern wordt getest
- Conjugaat:** Een toevoeging bij een monster om tot een testresultaat te komen
- COS:** Certificering Ondersteunend Systeem, system van de GD waaraan klanten kunnen deelnemen om zodoende een bepaalde ziekte vrije verklaring te kunnen afleveren.
- COS R / Rund:** Onderdeel van bovengenoemde het gaat hierbij echter alleen om monsters van runderen.
- COS V/Varken:** Zelfde als bovenstaand alleen dan voor varkens monsters
- KBBL:** Transportbedrijf dat monsters aanlevert bij de GD in opdracht van klanten
- KI:** Kunstmatige Inseminatie
- Incubatie:** Bepaalde stap die een monster moet ondergaan voordat hij kan worden afgelezen
- MPL:** Maatwerk Productie Lijn, de monsterstroom die aangestuurd wordt door de cliënt zelf, deze bevat vaak spoed dan de SPL monsters
- MPL (B+M):** Bovenstaande uitgesplitst in de spoed stroom Export monsters, waarbij de B+M voor Bloed en Melk monsters staat
- MPL (D)** Bovenstaande uitgesplitst in de spoed stroom Export monsters, waarbij de D voor Diversen staat, monsters die dus afwijken van de standaard bloed en melk monsters staat
- MPLKI (B+M)** Bovenstaande MPL stroom uitgesplitst in de spoed stroom KI monsters, waarbij de B+M voor Bloed en Melk monsters staat
- MPLKI (D)** Bovenstaande uitgesplitst in de spoed stroom KI monsters, , waarbij de D voor Diversen staat, monsters die dus afwijken van de standaard bloed en melk monsters

- MPLO (B+M)** Bovenstaande uitgesplitst de overige stromen zonder KI en Export, waarbij de B+M voor Bloed en Melk monsters staat
- MPLO (D)** Bovenstaande uitgesplitst de overige stromen zonder KI en Export, waarbij de D voor Diversen staat, monsters die dus afwijken van de standaard bloed en melk monsters
- Ontdoppen:** Processtap waarbij de doppen van de monsters worden gehaald om ze te pipetteren
- Opromen:** Processtap waarbij de monsters een nacht in de koeling verblijven om zo een stabiele staat te verkrijgen
- Qlip:** Extern testbedrijf dat ook melk monsters test en ze ook doorspeelt naar de GD
- SL Rund:** Slachtlijn Rund, de runder monsters die vanuit het slachthuis worden aangestuurd
- SL Varken** Slachtlijn Varken, de varkens monsters die vanuit het slachthuis worden aangestuurd
- SPL** Standaard Productie Lijn, de monsterstroom die aangestuurd wordt door de GD zelf richting de cliënt, deze stroom bevat vaak minder spoed dan de MPL monsters
- WVN:** West-Veluwe & Nijland een extern bedrijf dat eveneens monsters aanstuurt richting de GD