



Verbetering van
planning & scheduling
binnen Johma



A. Veenliet



Afstudeerscriptie Johma

Verbetering van planning & scheduling
binnen Johma

Enschede, 11 februari 2008

Johma

De Pol 35

7581 CZ Losser

<http://www.johma.nl>

Afstudeercommissie:

R.H. Lesscher (Johma)

Dr. Ir. E.W. Hans (Universiteit Twente)

Dr. Ir. J.M.J. Schutten (Universiteit Twente)

Auteur:

Arjan Veenliet

Haaksbergerstraat 474c

7545 GB Enschede

Managementsamenvatting

De productie van aardappelhoudende salades verloopt niet optimaal. Er zijn hoge tussenvoorraden en tevens is er stilstand bij de afvullijnen. Een onderzoek naar de oorzaak en oplossing van deze problemen geeft de volgende resultaten.

Een analyse van de huidige plannings- en schedulingsprocessen toont aan dat de planning van producten op Make-To-Order (MTO) en intuïtieve ad hoc basis gebeurt. Deze manier van plannen zorgt voor kleine productiebatches want de klant vraagt kleine hoeveelheden product. Het productieproces van Johma werkt het efficiëntst met grote batches, voornamelijk door het continue karakter van de aardappelbereiding. Door vanuit voorraad de klant te beleveren is het mogelijk om in grotere batches te produceren. De reden om niet op voorraad te produceren ligt in de gedachte dat voorraden leiden tot veel verspilling van eindproduct doordat de producten niet voor de interne houdbaarheidsdatum worden verkocht. Een vergelijking tussen de huidige geplande batches gegeven de huidige vraag en Make-To-Stock (MTS) strategieën gegeven de huidige vraag tonen aan dat een MTS-strategie bij een zelfde servicelevel niet leidt tot veel verspilling. Tevens tonen simulaties met een gesimuleerde vraag dezelfde bevindingen voor een MTS-strategie aan. Het blijft wel noodzakelijk om de performance bij te houden zodat planners op tijd kunnen bijsturen.

Een tweede belangrijke uitkomst van de analyse van de huidige plannings- en schedulingprocessen is de geringe ondersteuning voor de uitvoering van deze taken. Met name de schedulingtaken hangen voor uitvoering af van de kennis van de scheduler. De offline schedulingstaak bestaat uit het opstellen van de productieprogramma's voor de volgende dag. De opgestelde productieprogramma's zijn echter regelmatig niet haalbaar. De scheduler heeft niet de juiste beslissingsondersteunende systemen om dit te voorkomen. Tevens moet gedurende de dag de productiestatus worden bijgehouden om zo op tijd bij te sturen (online scheduling). Momenteel kost het veel tijd om de benodigde gegevens te verzamelen en gebeurt dit slechts één tot enkele malen op een dag. Hierdoor wordt er te laat op afwijkingen gereageerd. Met de juiste ondersteuning kunnen de schedulingtaken correct worden uitgevoerd. Een verder onderzoek naar beslissingsondersteunende systemen wordt dan ook aangeraden.

Door een deel van de producten volgens een MTS-strategie te produceren is het mogelijk om in grotere batches te produceren. Dit zorgt voor een efficiënter verloop van het productieproces. Momenteel staan afvullijnen gemiddeld 5,7% van de bedrijfstijd stil door omstellingen. Door het aantal omstellingen te

verminderen zullen afvullijnen in minder tijd hetzelfde werk kunnen uitvoeren. Hierdoor is het ook mogelijk om de snelheid van de aardappelafdeling te verhogen. Het aantal omstellingen is bij de geanalyseerde producten minstens gehalveerd door middels een MTS-strategie in grotere batches te produceren. Dit levert besparingen op in tijd en verspilling van tussenproduct. Deze besparing kan oplopen tot € 130.000 op jaarbasis. Het plannen van productieorders volgens een MTS-strategie vereist minder aandacht van de planner, deze hoeft immers enkel te reageren in probleem- en uitzonderingsgevallen. Om negatieve gevolgen zoveel als mogelijk uit te sluiten is het raadzaam om in stappen producten volgens een MTS-strategie te plannen.

Voorwoord

Na meer dan vier jaar theoretische kennis op te doen binnen de opleiding Technische bedrijfskunde is het tijd om deze kennis in de praktijk te gebruiken. De afronding van de studie dient dan ook te gebeuren door een theoretisch onderbouwd onderzoek in de praktijk: de afstudeeropdracht. In mijn geval is dit een onderzoek bij de saladeproducent Johma naar de mogelijkheden om de planning en beheersing van het productieproces te verbeteren. Dit onderzoek sluit prima aan bij de specialisering binnen mijn studie, namelijk productie en logistiek management.

Tijdens deze periode heb ik kunnen meekijken in de dagelijkse praktijk van een dynamisch productiebedrijf. Naast het nut hiervan voor mijn onderzoek, is dit voor mij persoonlijk ook een van de grotere leermomenten van mijn studie geweest. Het is zeer leerzaam geweest om de mensen, taken en verschillende belangen van de afdelingen te leren kennen en ervaren. De verschillende inzichten en ervaringen die ik heb opgedaan tijdens werk, overleg en zelfs pauzes hebben gezorgd voor een prettige en inspirerende periode.

Ik heb met veel plezier aan het onderzoek gewerkt en dit werd mede veroorzaakt door de mensen binnen de afdeling Operations. De enthousiaste medewerking en prettige werksfeer die uit ging van deze mensen hebben het onderzoek mogelijk gemaakt en mijn periode bij Johma als zeer plezierig doen ervaren. Daarom gaat mijn dank uit naar alle mensen binnen de afdeling Operations. Bovendien wil ik bij dezen mijn directe begeleiders vanuit Johma, Ralf Lesscher en de Universiteit, Marco Schutten en Erwin Hans speciaal bedanken voor hun opbouwende kritiek en begeleiding gedurende het onderzoek. Mede dankzij hun begeleiding is dit onderzoek tot stand gekomen.

Enschede, 11 februari 2008

Arjan Veenvliet

Inhoudsopgave

1	Introductie en aanleiding	8
1.1	Introductie Johma	8
1.1.1	Uniq plc	8
1.1.2	Johma	9
1.1.3	Producten en markten	9
1.1.4	Productieproces	10
1.1.5	Planning en aansturing	12
1.2	Probleemsituatie	12
1.2.1	Aanleiding	12
1.2.2	Problemen	13
1.2.3	Probleemeigenaren	14
1.2.4	Mogelijke oorzaken	14
1.3	Onderzoek	16
1.3.1	Probleemstelling	16
1.3.2	Afbakening	17
1.3.3	Doelstelling	18
1.3.4	Onderzoeksvragen	18
1.3.5	Probleemaanpak	19
2	Omschrijving van de huidige situatie	22
2.1	Productieproces	22
2.1.1	Aardappelafdeling	22
2.1.2	Husa/kasa-afdeling	25
2.1.3	Afvulafdeling	26
2.1.4	Overige afdelingen	27
2.2	Procesvoorwaarden	27
2.2.1	Aardappelafdeling	28
2.2.2	Husa/kasa-afdeling	28
2.2.3	Afvulafdeling	29
2.2.4	Totaaloverzicht	30
2.3	Planning/aansturing	31
2.3.1	Weekplanning	32
2.3.2	Dagplanning	33
2.3.3	Kanban	34
2.4	Problemen uitvoering planning	36
2.5	Conclusie	37
3	Theoretisch kader	40
3.1	Typering proces	40
3.1.1	Interne structuur	40
3.1.2	Logistieke product/markt-relatie	41
3.2	Raamwerk	41
3.2.1	Strategisch niveau	44
3.2.2	Tactisch niveau	44
3.2.3	Operationeel niveau	45
3.3	Tactische en operationele aansturing	45
3.3.1	ELSP en EOQ	46
3.3.2	MTO-beleid	47

3.3.3	Operational scheduling en control.....	48
3.4	Taakverdeling en Informatieverwerking.....	50
3.4.1	Flexibiliteit	50
3.4.2	Taakverdeling	52
3.4.3	Informatieverwerkende capaciteit.....	52
3.5	Lean Manufacturing.....	54
3.5.1	De lean gedachte.....	54
3.5.2	Kanban.....	55
3.6	Conclusie	56
4	Verbeterpunten voor tactische/operationele aansturing.....	58
4.1	Kanban	58
4.2	Aanpak	59
4.3	(s,Q)-planning op basis van de werkelijke vraag.....	61
4.3.1	Selectie van producten.....	63
4.3.2	Hardlopende producten.....	63
4.3.3	Continue producten.....	64
4.3.4	Zomerproducten.....	65
4.3.5	Feestdagproducten.....	65
4.3.6	Langzaamlopende producten.....	67
4.3.7	Analyse	67
4.4	Simulatie van (s,Q)-planning.....	69
4.4.1	Werkwijze.....	69
4.4.2	Hardlopende producten.....	71
4.4.3	Continue producten.....	71
4.4.4	Zomerproducten.....	72
4.4.5	Feestdagproducten.....	73
4.4.6	Langzaamlopende producten.....	73
4.4.7	Analyse	74
4.5	MTO-producten	76
4.6	Scheduling	77
4.6.1	Offline scheduling	77
4.6.2	Online scheduling.....	78
4.7	Taakverdeling en informatieverwerking.....	79
4.7.1	Informatieverwerking.....	79
4.7.2	Taakverdeling.....	80
4.8	Software ondersteuning	82
4.9	Conclusie	83
5	Conclusies en aanbevelingen.....	84
5.1	Tactische/Operationele aansturing.....	84
5.1.1	Planning.....	84
5.1.2	Scheduling	85
5.1.3	Taakverdeling en informatieverwerking.....	85
5.2	Potentiële voordelen.....	86
5.3	Implementatietraject	87
5.4	Overige aanbevelingen.....	88
5.5	Conclusie	89
	Referenties.....	90
	Bijlagen.....	92

1 Introductie en aanleiding

Johma ondervindt al enkele jaren een probleem in de afstemming tussen twee verschillende productiestappen. Dit zorgt voor onrust op de werkvloer in onder andere de vorm van hoge tussenvoorraden en onnodige leegstanden. Dit eerste hoofdstuk bespreekt het onderzoekskader en de aanleiding van het onderzoek. Als eerste geeft paragraaf 1.1 een korte bedrijfsbeschrijving van Johma en de producten en processen binnen Johma. Vervolgens beschrijft paragraaf 1.2 de probleemsituatie en daarmee de aanleiding van dit onderzoek. Hierna volgt in paragraaf 1.3 de onderzoeksopzet met daarin de onderzoeksdoelstelling en onderzoeksvragen.

1.1 Introductie Johma

In deze paragraaf volgt een bedrijfsschets van het probleemhebbende bedrijf, Johma. Johma maakt sinds enige jaren onderdeel uit van Uniq plc, een groep van ondernemingen die zich richt op gekoelde voeding. Ten eerste volgt een korte beschrijving van Uniq plc en de positionering van Johma binnen deze groep. Hierna volgt een beschrijving van Johma, de producten van Johma en de belangrijkste processen binnen het bedrijf.

1.1.1 Uniq plc

Johma is sinds 1999 onderdeel van Uniq plc, een Engels beursgenoteerd bedrijf dat gekoelde en diepgevroren voedingsmiddelen produceert. De productgroep van Uniq bestaat met name uit desserts, salades, sandwiches, vis en kant-en-klare maaltijden voor verkoop in Europa. In totaal zijn er circa 7600 mensen werkzaam bij Uniq verdeeld over 20 locaties. Zeven locaties zijn gevestigd in het Verenigd Koninkrijk, de overige dertien locaties zijn gevestigd op het Europese continent. Het Europees continent is opgedeeld in een Noord-Europees en Zuid-Europees district. Het Noord-Europese district bestaat uit zes productielocaties die als volgt zijn verdeeld over drie landen. Vier locaties zijn gevestigd in Duitsland en vallen onder Nadler Fine Food GmbH; hier wordt een grote verscheidenheid aan salades, hors-d'oeuvres, vis- en regionale specialiteiten gemaakt onder de merken Nadler, Hopf en Pfennig. Eén locatie is gevestigd in Polen waar, onder het merk Lisner, premium kwaliteit visproducten worden gemaakt. De zesde locatie is gevestigd in Nederland waar, onder de merken Johma en Gourmet, met name salades en sandwiches worden geproduceerd. Deze locatie is het onderwerp van dit onderzoek en hieronder volgt een uitgebreidere beschrijving.

1.1.2 Johma

Johma werd in 1968 opgericht in Losser. Sindsdien is het via een reeks van fusies en overnames uiteindelijk in handen van Uniq plc gekomen. Naast de bekende Johma salades worden, in een nabijgelegen locatie in Losser, ook sandwiches gemaakt door Johma. Deze sandwichdivisie zal echter niet verder worden besproken aangezien het onderzoek betrekking heeft op de saladeproductie. In het bijna veertigjarige bestaan is Johma uitgegroeid tot een bedrijf met binnen de saladedivisie circa 400 werknemers. In de rest van het verslag zal met Johma de saladedivisie worden aangeduid. Alvorens er verder wordt ingegaan op de producten en processen volgt eerst een korte beschrijving van de organisatie binnen Johma.

Er zijn vier afdelingen binnen Johma, te weten: Marketing & Sales, Operations, Finance en Human Resources. De afdeling Operations is hierbij verantwoordelijk voor het traject van grondstof tot aan distributie van het eindproduct. Binnen Operations vallen onder andere de functies op het gebied van productie, planning, supply chain management, kwaliteit en de coaching voor lean manufacturing (een later te beschrijven productiefilosofie). Het onderzoek speelt zich met name af binnen deze afdeling.

1.1.3 Producten en markten

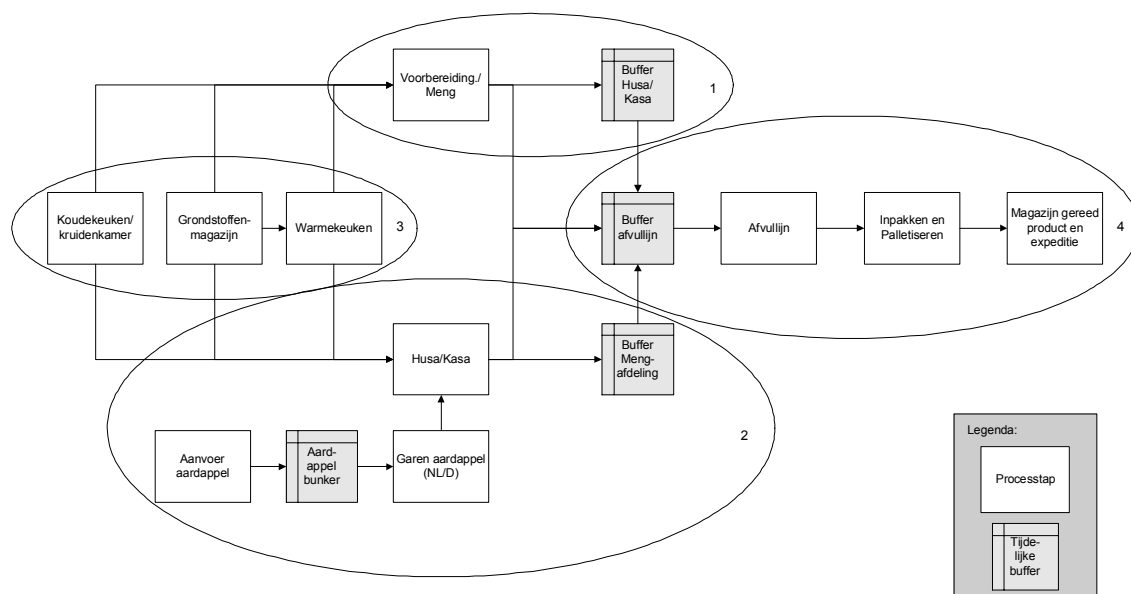
Johma geniet binnen Nederland grote bekendheid als saladeproducent. De producten van Johma zijn zeer divers en variëren van kleine snacksalades tot 10-kiloverpakkingen. Mede door deze verscheidenheid aan verpakkingen zijn er zeer veel verschillende eindproducten. De grote hoeveelheid verschillende verpakkingen ontstaat onder andere door de verschillende markten die Johma bedient. Dit zijn de volgende markten: het levensmiddelenkanaal, het horecakanal, het cateringkanaal, het tankstationkanaal en speciaalzaken. Naast de bekende verpakkingen uit de supermarkt (het levensmiddelenkanaal) zijn er voor de verschillende markten allerlei verpakkingsvormen. Zo gebruikt bijvoorbeeld het tankstationkanaal veel portieverpakkingen. Naast de eigen merken produceert Johma huismerken voor supermarkten, dit beïnvloedt de grote hoeveelheid eindproducten. Het assortiment dat Johma levert aan de verschillende markten bestaat voornamelijk uit salades, maar ook Quiches, sauzen en vishapjes maken onderdeel uit van het assortiment. De salades vallen op te delen in een viertal productgroepen, namelijk brood en toastsalades, aardappelhoudende maaltijdsalades, groentesalades en tussendoortjes.

Naast Nederland bedient Johma ook de Belgische en Duitse markt, mede veroorzaakt door de opname in de Uniq-groep. Dit gebeurt onder het eigen merk, maar ook salades van concerngenoten worden hier gemaakt onder een andere merknaam. Voornamelijk voor Nadler in Duitsland worden veel aardappelhoudende salades bij Johma geproduceerd.

De producten van Johma zijn onderhevig aan een variabele vraag. Ten eerste is er onvoorspelbare variabiliteit veroorzaakt door seizoensinvloeden. Zo zorgt droog en zomers weer voor een verhoogde vraag naar salades voor bij de barbecue. Ten tweede spelen de feestdagen een grote rol. Tijdens feestdagen worden er bijvoorbeeld veel saladeschotels verkocht. De saladeproductie stijgt aanzienlijk in de aanloop naar de feestdagen. Deze twee verschijnselen zorgen samen voor variabiliteit in de vraag naar salades. Volumes zijn zomers bijna vier keer zo groot als in rustigere perioden. In de zomermaanden kan de vraag binnen een week verdubbelen als er een omslag van regenachtig naar warm en zonnig weer plaatsvindt. In het algemeen geldt dat 80% van het jaar de vraag relatief goed te voorspellen is en in de overige 20% is de vraag nog wisselvalliger dan het weer.

1.1.4 Productieproces

Het productieproces zal eerst globaal worden weergegeven voordat we beginnen met een korte beschrijving van de aansturing betreffende dit proces. Het proces is schematisch weergegeven in Figuur 1. Zoals te zien in figuur 1 zijn er twee stromen te identificeren, als eerste is er de stroom van niet-aardappelhoudende salades (cirkel 1) en ten tweede de stroom van aardappelhoudende salades (cirkel 2). Deze stromen krijgen grondstoffen vanuit dezelfde afdelingen, weergegeven binnen cirkel 3 in figuur 1. Beide soorten salades vervolgen ook hetzelfde eindtraject wat betreft afvullen, inpakken en expeditie. Deze stappen zijn weergegeven in de vierde cirkel.



Figuur 1: Schema globaal productieproces

De stroom van niet-aardappelhoudende salades, die de bovenkant van het schema beslaat, ziet er als volgt uit. Op de voorbereiding/mengafdeling worden de grondstoffen volgens receptuur verzameld, vervolgens gemengd in de menger en de menger wordt geleegd in trechters (het interne transportmiddel). De trechters komen in een tussenbuffer van de mengafdeling of komen direct in de buffer van de desbetreffende afvullijn. De grondstoffen komen vanaf de drie afdelingen die binnen cirkel 3 zijn aangegeven in figuur 1 en zijn onder andere de volgende: kruiden, sauzen en garnituren. Sommige grondstoffen, zoals wortels en uien, dienen eerst ontdooid (geblancheerd) te worden, dit gebeurt in de warme keuken. Voordat we het proces verder stroomafwaarts volgen wordt eerst de stroom van aardappelhoudende salades besproken.

De stroom van aardappelhoudende salades heeft een soortgelijk verloop. De voorbereiding/mengafdeling heeft binnen de productie van aardappelhoudende salades de naam husa/kasa (*huzarensalade/kartoffelsalade*), maar voert in principe dezelfde taken uit. Ook hier worden de grondstoffen verzameld en vervolgens gemengd. De aanvoer van aardappelen zorgt voor het verschil met het hierboven beschreven proces. Na binnenkomst van de aardappelen bij Johma worden ze tijdelijk opgeslagen in bunkers. Hierna volgt een bereidingsproces binnen de vrijwel geheel geautomatiseerde aardappelafdeling. Het bereidingsproces verschilt naargelang de aardappel voor een ander soort salade wordt gebruikt. In eerste instantie is het voldoende om deze verschillen in hoofdlijnen te beschrijven, later zullen verdere details worden besproken. Het verschil zit voornamelijk tussen het proces van aardappelen bestemd voor salades voor de Duitse markt en aardappelen bestemd voor salades voor de Nederlandse markt. Naast verschillen in het bereidingsproces worden ook verschillende aardappelrassen gebruikt voor Duitse of Nederlandse salades, namelijk Hansa's voor Duitse salades en Bintjes voor Nederlandse salades. Na het bereidingsproces komen de aardappelen via een transportband bij een drietal mengers op de husa/kasa-afdeling. Als het mengproces klaar is worden de mengers geleegd in de trechters die vervolgens in de buffer op de afdeling of in de buffer bij de afvullijn komen.

Na het mengen van de salades via één van beide processtromen (aardappelhoudend en niet-aardappelhoudend) komen de trechters bij de afvulafdeling. In Figuur 1 is de afvulafdeling samen met de opslag en expeditie weergegeven in cirkel 4. De afvulafdeling bestaat uit circa twintig afvullijnen die de salades in de primaire verpakking (de bakjes met deksels) afvullen. Na het afvullen komen de bakjes in trays of kratjes, de secundaire verpakking, die vervolgens geautomatiseerd of handmatig op een pallet worden gestapeld. Deze pallets komen vervolgens bij het Magazijn Gereed Product (MGP) waar ze

tijdelijk worden opgeslagen. Vanaf het MGP worden de orders gepickt en in de vrachtwagens geladen voor distributie.

1.1.5 Planning en aansturing

Om een compleet beeld te hebben van de context van het onderzoek, zal kort de planning en aansturing van het productieproces worden besproken. Er wordt binnen Johma gewerkt met een weekplanning, dagplanning, schedules per machine of afdeling en een kanbansysteem. Bij de week- en dagplanning spreken de namen voor zichzelf, deze geven aan welke producten op welke dag worden gemaakt. Voor de weekplanning is dit globaal; de te produceren hoeveelheid wordt aangegeven zodat de benodigde hoeveelheid ploegen kan worden ingeschat. Bij de dagplanning is het bekend welke producten geproduceerd worden en op welke afvullijn deze afgevuld worden. De schedules die vervolgens tot stand komen, geven de volgordes aan voor de afvullijnen. Met gebruik van een standaard voorbereidingstijd kunnen zo ook de productievolgordes voor de twee voorbereidende afdelingen bepaald worden.

Het kanbansysteem zorgt vervolgens voor verdere operationele aansturing. In dit systeem geven de afvullijnen de kanbankaarten uit. Deze geven de voorbereidende afdelingen de toestemming om een trechter met het specifieke recept dat op de kanbankaart staat te vullen. Dus in feite wordt de productie op de voorbereiding/mengafdelingen aangestuurd door de afvullijnen. Dit levert echter problemen op waar de volgende paragraaf dieper op in gaat.

1.2 Probleemsituatie

Nu er een beeld is van de processen en producten binnen Johma zal in deze paragraaf de probleemsituatie worden beschreven. De aanleiding, de problemen, de probleemeigenaren en gebieden waarin de oorzaken van deze problemen liggen worden opeenvolgend in deze paragraaf besproken. Paragraaf 1.3 bespreekt vervolgens de onderzoeksopzet.

1.2.1 Aanleiding

De aanleiding voor dit onderzoek is dat er door Johma enkele problemen worden ondervonden in de uitvoering van het proces op de werkvloer. De initiële doelstelling luidde als volgt: *een analyse van de afstemming tussen de verschillende productiestappen en het uitbrengen van een uitvoerbaar advies voor de optimalisatie hiervan*. De huidige werkwijze van afstemming zorgt voor een inefficiënte productiestroom door de fabriek. Twee opvallende kenmerken hiervan zijn grote tussenvoorraden tussen de verschillende processtappen en leegstand bij de afvulafdeling doordat er geen toevoer van (juiste)

salade is. In de rustigere maanden van het jaar ondervindt Johma al hinder van deze tussenvoorraden en leegstanden. Naarmate het productievolume groter wordt is te verwachten dat deze problemen een steeds grotere rol gaan spelen. Met name gaat het hier om de productiestroom van de aardappelhoudende salades binnen de fabriek. Bij de niet-aardappelhoudende salades komen deze problemen in mindere mate voor.

Het is nog belangrijker geworden om deze stroom van de aardappel door de fabriek te verbeteren aangezien er een belangrijke vergroting van de productiehoeveelheid plaatsvindt. Momenteel wordt er in Losser circa 18.000 ton aardappelsalade per jaar geproduceerd, waarvan rond de 10.000 ton voor Duitse salades en 8.000 ton voor Nederlandse salades is bestemd. Naast de stapsgewijze verhoging van de productie voor Duitsland, vindt vanaf augustus/september 2007 een overheveling van de productie van OK (Ohne Konservierung) salades naar Nederland plaats. Dit zorgt voor circa 11.000 ton salade per jaar extra. Een belangrijk gegeven over deze OK-salades is dat ze, zoals de naam al zegt, geen conserveringsmiddelen bevatten. Dit houdt in dat OK-salades sneller aan bederving onderhevig zijn en dus sneller verwerkt moeten worden.

1.2.2 Problemen

Zoals hierboven al kort beschreven, verloopt de productie van de aardappelhoudende salades niet optimaal. Dit uit zich in twee belangrijke problemen op de werkvloer: hoge tussenvoorraden en leegstand bij de afvullijnen. Zeker voor de OK-salades zal een situatie met hoge tussenvoorraden niet gewenst zijn, aangezien deze zo snel mogelijk verwerkt moeten worden door het gebrek aan conserveringsmiddelen. Daarnaast is het een probleem als de husa/kasa-afdeling door het opbouwen van een hoge tussenvoorraad beslag legt op een groot aantal trechters. Dit kan tot gevolg hebben dat ook de mengafdeling van niet-aardappelhoudende salades problemen ondervindt door een tekort aan trechters. Het opbouwen van tussenvoorraden gebeurt op momenten dat er geen vraag is vanaf de afvullijnen. De husa/kasa-afdeling is in de huidige situatie wel gedwongen om op deze momenten door te blijven vullen. De geautomatiseerde aardappelafdeling blijft namelijk aardappelen toevoeren richting deze afdeling. Dit betekent dus een verstoring van het kanbansysteem, aangezien de trechters niet meer op aanvraag gevuld worden. Opstarten en omstellen op de aardappelafdeling neemt veel tijd in beslag en om deze reden is tot doel gesteld dat omstellen van aardappelbereiding voor Duitse salades naar aardappelbereiding voor Nederlandse salades, hooguit één keer per dag gebeurt.

Stilstand bij de afvullijnen vindt vaak plaats tijdens het begin van de productiedag. De aardappelafdeling en de husa/kasa beginnen beiden om 6 uur en de afvullijnen beginnen om 7 uur. Normaal gesproken

wordt de productiedag ervoor een opstartprogramma (een aantal trechters die worden gevuld voor de volgende productiedag) ingepland zodat de afvullijnen kunnen starten. Tijdens dagen dat er geen opstartprogramma klaarstaat voor de afvullijnen van aardappelhoudende salades, is er om 7 uur vaak niet voldoende salade voor alle afvullijnen die dan zouden beginnen. Er staat geen opstartprogramma klaar op dagen dat de productiedag ervoor de aardappelafdeling niet heeft gedraaid. Het opstartprogramma zorgt echter ook niet altijd voor voldoende input voor de afvullijnen aangezien er op dagen met opstart nog steeds stilstand is aan het begin van de productiedag. Dit betekent dat er teveel afvullijnen aardappelsalades aanvragen en de aardappelafdeling en husa/kasa-afdeling niet aan deze vraag kunnen voldoen. Naast deze stilstanden aan het begin van de dag zijn er echter ook stilstanden tijdens een productiedag door een onjuiste aanvoer van aardappelsalades. Tevens zorgt een trechter tekort ervoor dat de mengafdeling van niet-aardappelhoudende salades geen mengers kan legen in trechters, zoals reeds beschreven moeten de trechters immers naar de husa/kasa-afdeling. Dit zorgt voor stilstanden op niet-aardappelhoudende salade verwerkende afvullijnen door tekorten aan salade.

Een groot probleem dat voortvloeit uit onder andere de bovenstaande problemen is de onrust op de werkvloer. Er is steeds veel afstemming nodig over aan te houden productievolgordes. Hiernaast zorgen situaties met grote buffers na de husa/kasa-afdeling voor problemen op de andere mengafdeling (trechter tekorten) en voor onbegrip op de afvulafdeling (“waarom wordt mijn salade niet gemengd?”). Het is dus van groot belang om de aansturing van de verschillende productiestappen te verbeteren en gelijktijdig de productie en productiestromen efficiënt te houden/maken.

1.2.3 Probleemeigenaren

De probleemeigenaren betrokken bij dit onderzoek zijn de afdelingen Planning en Productie. Binnen de planningsafdeling gaat het hier voornamelijk om het Hoofd Planning, de eindproductplanners en de scheduler. Binnen de afdeling productie om het hoofd van productie en de ploegchefs van fabricage (mengafdelingen en aardappelafdeling) en de ploegchefs van de afvulafdeling. Dit zullen ook de eerste aanspreekpunten zijn. Met name deze afdelingen ondervinden de grootste gevolgen van de hierboven beschreven problemen, onder andere in de vorm van opnieuw moeten plannen en het oplossen van problemen tussen de afvul- en husa/kasa-afdeling.

1.2.4 Mogelijke oorzaken

Mogelijke oorzaken voor de ondervonden problemen kunnen we terugvinden in de volgende gebieden:

- Er zijn veel verstoringen binnen het huidige productieproces. Zo zorgt een storing binnen de aardappelafdeling voor een vertraging in de aanvoer van aardappelen die tot gevolg heeft dat de aanvoer van aardappelsalades richting de afvullijnen vertraging oploopt. Hiernaast ondervinden de afvullijnen regelmatig verstoringen, wat zorgt voor een uitstel in de aanvraag van salades. Dit kan in het geval van aardappelsalades betekenen dat er een tussenbuffer moet worden aangelegd door de husa/kasa-afdeling, aangezien de aardappelafdeling aardappelen blijft aanvoeren.
- Het kanbansysteem is op een onjuiste manier in gebruik genomen of wordt onjuist gebruikt. Dit kan leiden tot een situatie waarin de husa/kasa-afdeling onmogelijk aan de aanvraag op basis van kanban kan voldoen.
- De wijze waarop het productieplan wordt opgesteld en gescheduled veroorzaakt de problemen. Dit kan inhouden dat het planningsproces zoals hij nu bestaat zorgt voor onwerkbaar situaties op de productievloer.
- Het niet willen/kunnen volgen van het schedule zorgt voor frictie in de afstemming tussen de verschillende afdelingen.
- Procesvoorwaarden oefenen een grote invloed uit op de (on)mogelijkheden die productie heeft om het kanbansysteem of schedules uit te voeren. Een gegeven dat hier zeker nogmaals benadrukt dient te worden zijn de lange omsteltijden van de aardappelafdeling voor omschakeling tussen de bereiding van aardappelen voor Duitse salades naar bereiding voor aardappelen voor Nederlandse salades. Hierdoor is er grote inflexibiliteit in het productieproces dat op zijn beurt weer invloed uitoefent op de reeds hierboven beschreven punten.
- De reeds eerder beschreven variabele klantvraag speelt een grote rol. Naast de variabiliteit door onder andere het weer, hebben klanten momenteel vaak de mogelijkheid om producten voor dezelfde dag, de volgende dag en de daaropvolgende dag te bestellen. Dit zorgt voor veel onzekerheid in het planningsproces.
- Onjuiste communicatie en taakverdeling levert problemen op in de uit te voeren processen. Voor een deel betreft dit de werkvloer. Daardoor ontstaan er bijvoorbeeld onnodige wachttijden. Een ander deel van dit probleem betreft de communicatie en taakverdeling tussen planning, productie en verkoop. Gebrekkige informatiedeling en communicatie zorgen er soms voor dat orders over het hoofd worden gezien door planning, dat verkoop irreële eisen doorgeeft richting planning of dat bepaalde beslissingen op verkeerde plaatsen worden genomen.

1.3 Onderzoek

Nu er een beeld is van de problemen en de context van het onderzoek, kan deze paragraaf de opzet van het onderzoek behandelen. Als eerste wordt de probleemstelling van het onderzoek gegeven om zo de richting van het onderzoek scherp te krijgen. Hierna volgt er een bespreking van de afbakening om de focus van het onderzoek aan te geven. Tenslotte bespreekt deze paragraaf achtereenvolgens de doelstelling, de onderzoeksvragen en per vraag de probleemaanpak.

1.3.1 Probleemstelling

De probleemstelling van het onderzoek is als volgt geformuleerd:

Het reduceren van de inefficiëntie binnen het productieproces, die zich uit in hoge tussenvoorraden en leegstanden.

De Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak (ABP) (TSM, 2001) is als leidraad voor het onderzoek gebruikt. De ABP bevat de volgende 7 fasen:

1. Probleemidentificatie
2. Het formuleren van de probleemaanpak
3. Probleemanalyse
4. Formulering van alternatieve oplossingen
5. Beslissing
6. Implementatie
7. Evaluatie/terugkoppeling

Een handelingsprobleem betreft het veranderen van een aspect van de wereld om ons heen. In het hierboven beschreven probleem is dit aspect de aansturing van het productieproces binnen Johma. De ABP richt zich op handelingsproblemen en is daarom bruikbaar in dit onderzoek. De eerste fase van de aanpak bevat de globale probleemomschrijving en probleemstelling. De tweede fase bestaat uit het opsplitsen van het probleem en het beschrijven van de aanpak per deelprobleem. Dit zal in paragrafen 1.3.4 en 1.3.5 gebeuren. De hierop volgende fasen zijn terug te vinden in de formulering van de onderzoeksvragen. Ten eerste vindt een verdere analyse van het probleem plaats om vervolgens aanbevelingen voor oplossingen aan te dragen. De mate van implementatie en terugkoppeling zal gering zijn, aangezien er in de tijd die voor dit project staat waarschijnlijk niet daadwerkelijk geïmplementeerd zal worden.

1.3.2 Afbakening

In paragraaf 1.2 is geconstateerd dat de problemen zich vooral voordoen in de productie en verwerking van aardappelhoudende salades. De voornaamste oorzaak hiervan lijkt het gebrek aan flexibiliteit in de omschakeling van aardappelsoorten bij de aardappelafdeling, aangezien dit het voornaamste verschil is met de productie van niet-aardappelhoudende salades. In dit onderzoek zullen is dus een analyse gemaakt van de planning, afstemming en uitvoering van processen binnen de aardappelafdeling, husa/kasa-afdeling en de afvullijnen. Het proces van niet-aardappelhoudende salades valt buiten de scope van dit onderzoek.

Met betrekking tot de probleemgebieden uit paragraaf 1.2.4, te weten verstoringen, kanbansysteem, planning/schedulingprocessen, procesvoorwaarden, variabiliteit in de vraag en communicatie/taakverdeling problemen, kunnen we de volgende afbakening maken. Verstoringen zijn ongeacht de uitkomst van dit onderzoek altijd onwenselijk en binnen Johma zijn ook diverse projecten opgezet om deze zo ver mogelijk terug te dringen. Dit zal dus een gebied zijn waar het onderzoek zich verder niet op richt.

Het kanbansysteem en de planning- en schedulingprocessen verzorgen de aansturing tussen de verschillende productiestappen en aangezien deze aansturing het hoofdgebied van het onderzoek is zullen we deze twee gebieden verder uitdiepen in het onderzoek. De procesvoorwaarden hebben een grote invloed in de totstandkoming en realisatie van de planning en schedules en zullen om deze reden ook onderwerp van het onderzoek zijn. Communicatie, informatiedeling en taakverantwoordelijkheden oefenen ook invloed uit op de totstandkoming en uitvoering van de planning. De problemen en mogelijke oplossingen in dit vlak komen dan ook aan bod in het onderzoek.

Tenslotte is er nog de variabiliteit in de vraag. Het weer kan men niet beheersen en deze variabiliteit zal altijd een rol blijven spelen. De bestelmomenten van de klant kunnen wel gecontroleerd worden. Johma is momenteel bezig met het inzichtelijk krijgen van de klantvraag. Hiernaast wordt er geprobeerd het grootste deel van de klanten te laten confirmeren aan dag A voor dag C bestellingen. Dit betekent dat vandaag voor 10 uur de bestellingen voor overmorgen binnen moeten zijn. Het in kaart brengen en reguleren van de vraag zal ongeacht de uitkomst van dit onderzoek belangrijk zijn. Aangezien de variabiliteit van de vraag wel grenzen legt aan de mogelijkheden van de planningsbeslissingen zal dit terugkeren in besprekingen van oplossingsrichtingen.

1.3.3 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is:

Tot adviezen komen waarmee de aansturing van het productieproces van aardappelhoudende salades kan worden verbeterd om zo de efficiëntie te verhogen.

De efficiëntie van het proces valt hierbij uit te drukken in de hoogte van tussenvoorraden en tijd van leegstand ten gevolge van geen salade (geen input) bij de afvullijnen. Voor beide factoren zal een verlaging worden nagestreefd, met name leegstanden van de afvullijnen door een gebrekkige aanvoer van aardappelhoudende salades moeten zo veel mogelijk voorkomen worden. Hiernaast zal een verbeterde aansturing moeten zorgen voor rust binnen de uitvoering van het proces. Om tot aanbevelingen te komen vindt een analyse van de mogelijke oorzaken op het gebied van plannings- en uitvoeringsproblemen plaats. Het hoofdgebied van dit onderzoek zal dus de aansturing door middel van planning, scheduling en kanban zijn. Tevens zal de communicatie en taakverdeling tussen verschillende afdelingen geanalyseerd worden, daar dit een wezenlijk onderdeel is van het aansturingproces en zoals aangegeven in paragraaf 1.2.4 de communicatie gebrekkig verloopt. Uit deze analyse volgen aanbevelingen en verbeterpunten voor de aansturing en tenslotte wordt een implementatieplan opgesteld om de uitvoering te borgen.

1.3.4 Onderzoeksvragen

Om tot dit doel te komen zijn vijf onderzoeksvragen geformuleerd. Deze zullen na beantwoording leiden tot aanbevelingen richting Johma om de inefficiëntie van het productieproces voor aardappelhoudende salades te verbeteren.

1. Hoe ziet het huidige productieproces en de aansturing van dit proces er momenteel uit?
2. Welke theorieën over planning, scheduling en kanbansystemen zijn toepasbaar binnen dit productieproces?
3. Welke taakverdelingsproblemen spelen er binnen Johma tussen de afdelingen?
4. Hoe kan de aansturing van het productieproces en de communicatie binnen Johma worden verbeterd om het productieproces efficiënter te laten verlopen?
5. Welke aanbevelingen zijn er richting Johma om de voorgestelde oplossing te implementeren?

1.3.5 Probleemaanpak

Nu het probleem is opgedeeld in deelproblemen kan deze paragraaf per deelprobleem de aanpak bespreken. De paragraaf bespreekt per onderzoeksvraag de werkwijze om een antwoord te verkrijgen.

Ten eerste moet het huidige productieproces van aardappelhoudende salades geanalyseerd en in kaart worden gebracht (paragraaf 2.1). Hieruit zullen vaste procesvoorwaarden volgen (paragraaf 2.2) die als input bij aanbevelingen voor de aansturing dienen. Tijdens deze analyse wordt ook de huidige situatie gekwantificeerd aan de hand van de 2 indicatoren voor inefficiënte stroom (de tussenvoorraden en leegstanden met betrekking tot aardappelhoudende salades). In deze stap vindt ook een analyse plaats van de huidige werkwijze van tactische en operationele aansturing (paragraaf 2.3). Tevens worden problemen die productie heeft met de huidige schedules boven water gehaald (paragraaf 2.4). Dit gebeurt door analyses van de processen te maken en gesprekken met betrokkenen te voeren, dit zal de benodigde informatie opleveren.

Ten tweede geeft een literatuuronderzoek inzicht in toepasbare theorieën voor aansturing van het productieproces. Dit zullen theorieën op het gebied van productieplanning en scheduling zijn (paragraaf 3.1, 3.2 en 3.3). Ook theorie over lean manufacturing wordt behandeld om zo de operationele aansturing middels kanban te kunnen beoordelen (paragraaf 3.5). Deze theorieën worden gezocht in boeken en wetenschappelijke artikelen die raakvlakken hebben met manufacturing planning and control. De uitkomsten van deze stap vormen het theoretisch kader van het verdere onderzoek.

Ten derde gaat paragraaf 3.4 als tussenstap verder in op taakverdelings- en informatieverwerkingsissues tussen de verschillende afdelingen. In een vroeg stadium is gebleken dat communicatiestructuur en informatiedeling tussen verschillende afdelingen ontbreekt of niet optimaal verloopt. Deze problemen zorgen voor een verdere terugval in de aansturing omdat belangrijke gegevens in verschillende stadia ontbreken of onjuist zijn. Uit deze stap volgen aanbevelingen die de taakverdeling en informatieverwerking kunnen verbeteren en zo bijdragen aan efficiëntere aansturing van de productieprocessen.

Ten vierde beschrijven we de voorgestelde oplossing voor tactische en operationele aansturing. Deze volgt uit de kenmerken van de huidige situatie, inclusief de procesvoorwaarden, de theorieën uit de tweede stap en de bespreking van theorie omtrent taakverdeling en informatieverwerking uit de derde stap. Paragraaf 4.1 behandelt de bevindingen omtrent het kanbansysteem. Hierna komen de onderzoeksresultaten en aanbevelingen betreffende de planning aan bod (paragrafen 4.2 tot en met 4.5).

Tevens bespreekt deze stap de aanbevelingen voor de operationele aansturing (paragraaf 4.6). Tot slot volgt een behandeling van de aanbevelingen omtrent de taakverdeling en informatieverwerking (paragrafen 4.7 en 4.8).

Tenslotte komen de conclusies en aanbevelingen richting Johma die volgen uit het onderzoek aan bod. Eerst wordt de aangedragen oplossing uit stap 4 verder besproken en toegelicht met betrekking tot de potentiële verbeteringen (paragrafen 5.1 en 5.2). Hierna volgt een bespreking van het implementatietraject om zo een juiste implementatie te verzekeren (paragraaf 5.3).

Ter afsluiting van deze onderzoeksopzet enkele opmerkingen betreffende medewerking en tijdsplanning. Ondanks toegezegde medewerking zullen er ook tegenstrijdige belangen zijn tussen de betrokkenen: iedereen zal naar efficiëntie binnen zijn afdeling streven, wat waarschijnlijk niet altijd zal leiden tot algehele verbeteringen. Aangaande de tijdsplanning dient opgemerkt te worden dat dit onderzoek zoals reeds eerder gezegd gebonden is aan een tijdlimiet. Dit rapport levert de adviezen die uit het onderzoek volgen. Deze adviezen dienen door Johma geïmplementeerd te worden.

2 Omschrijving van de huidige situatie

Hoofdstuk 1 heeft de problemen binnen de aansturing van het productieproces behandeld. Om gedegen oplossingen aan te dragen is het van belang om een analyse van de huidige situatie te maken. Dit gebeurt in hoofdstuk 2. Eerst geeft paragraaf 2.1 een korte beschrijving van het huidige productieproces binnen Johma, waarin de verschillende afdelingen worden geïntroduceerd. Vervolgens bespreekt paragraaf 2.2 het huidige systeem voor operationele aansturing. Hierna geeft paragraaf 2.3 een beschrijving van de procesvoorwaarden binnen de verschillende productie stappen. Paragraaf 2.4 geeft een beeld van de belangrijkste problemen die er zijn met de uitvoering van de planning. Tot slot geeft paragraaf 2.5 enkele conclusies.

2.1 Productieproces

Deze paragraaf beschrijft het productieproces, dat reeds is geïntroduceerd in paragraaf 1.1.4 en Figuur 1. Paragraaf 2.1.1 bespreekt de eerste stap binnen het productieproces van aardappelhoudende salades: de aardappelafdeling. Paragraaf 2.1.2 bespreekt de volgende stap, de verwerking op de husa/kasa-afdeling. Vervolgens komt de afvalafdeling aan bod in paragraaf 2.1.3. Tenslotte bespreekt paragraaf 2.1.4 kort de overige afdelingen.

2.1.1 Aardappelafdeling

De aardappelafdeling verzorgt de verwerking van de aardappel voor productie van aardappelhoudende salades. Na deze verwerking komen de aardappelen op husa/kasa-afdeling om tot salade vermengd te worden. Hier komen we straks op terug, eerst worden de processen en producten van de aardappelafdeling besproken. De input van de aardappelafdeling zijn aardappelen en deze zijn in twee groepen in te delen. Ten eerste is er wat intern de Duitse aardappel wordt genoemd. Dit is een aardappel van het ras Hansa. Hansa's zijn beschikbaar in ongeveer de periode van half september tot begin juli, in de overige maanden worden er vervangende rassen zoals de Annabelle en Obelix gebruikt. Ten tweede is er de Nederlandse aardappel. Dit is gewoonlijk een aardappel van het ras Bintje. Ook dit ras is echter slechts in een beperkte periode beschikbaar, in dit geval ongeveer vanaf eind oktober tot eind juli. Tijdens de overige maanden worden onder andere de Berber en Corinne ter vervanging ingezet.

Het verwerkingsproces van beide soorten aardappel ziet er in grote lijnen hetzelfde uit. Het proces wordt eerst integraal besproken en de verschillen komen aan bod bij de bespreking van de producten die de aardappelafdeling levert. De aardappelafdeling is sterk geautomatiseerd met automatisch transport tussen de verschillende stappen. Het is min of meer een continu proces tussen verschillende omstellingen en

ook de aanvoer richting de volgende afdeling is continu. Er is dus in feite een push-mechanisme in de aanvoer van aardappelen richting de rest van het productieproces. Achtereenvolgens voert de aardappelafdeling de volgende processtappen uit:

- Ontvangst & controle: in drukke perioden komt enkele keren op een dag een rit met Duitse of Nederlandse aardappelen binnen. Deze worden steekproefsgewijs op een aantal punten (zoals zetmeelgehalte, grootte en rot) gecontroleerd. Na goedkeuring komen de aardappelen in een bunker, gescheiden naar soort.
- Sortering glazige aardappel: met behulp van een zoutbad worden glazige aardappelen gescheiden van bruikbare aardappelen. Glazige aardappelen zijn aardappelen met een laag zetmeelgehalte. Dit is een probleem dat ontstaat door wisselende weersituaties in de groeiperiode, zoals in de zomer van 2006 (extreem warm in juli en koeler en nat in augustus).
- Zandcyclonen & voorwassen: met behulp van een zandcycloon wordt zoveel mogelijk zand van de aardappel verwijderd.
- Steencycloon: de steencycloon filtert stenen en takken zoveel mogelijk van de aardappelstroom.
- Stoomschillen: met behulp van stoom wordt de schil van de aardappel week gemaakt en vervolgens wordt de aardappel ontveld.
- Borstelen: aardappelen worden vervolgens geborsteld zodat eventuele schilresten verder worden verwijderd.
- Pitband controle: de aardappelen komen over de pitband langs een operator voor visuele controle. Hier worden onder andere rotte aardappelen, stenen en takken die zijn achtergebleven verwijderd en zeer grote aardappelen worden gehalveerd.
- Snijden: de snijmachines snijden de aardappelen in schijven, blokjes van 6 mm³ of blokjes van 12 mm³.
- Pulsar sortering: met behulp van een pulsar worden schijven of blokjes met in verhouding te veel zwarte plekken gescheiden en afgevoerd.
- Blancheren: de Nederlandse aardappel gaat door de blancheur om de structuur te verstevigen.
- Stomen & afkoelen: met behulp van de Heat-Hold worden de aardappelen gestoomd bij een temperatuur van circa 98°C en afgekoeld bij een temperatuur van circa 3°C.

Het totale proces vanaf het moment dat de aardappelen uit de bunker komen totdat de aardappelen de aardappelafdeling verlaten (en bij de husa/kasa-afdeling binnenkomen) duurt tussen de 50 minuten en een uur. De laatste stap, het stomen en afkoelen, neemt hiervan ongeveer een half uur in beslag.

De aardappelafdeling kent acht tussenproducten die worden verwerkt op de husa/kasa-afdeling. Deze producten komen tot stand door variaties in de soort (Duitse of Nederlandse aardappel), de vorm en de hardheid. Daarom zal nu per soort worden aangegeven welke producten er van worden gemaakt op de aardappelafdeling.

Duitse aardappel (Hansa's of vervangende rassen):

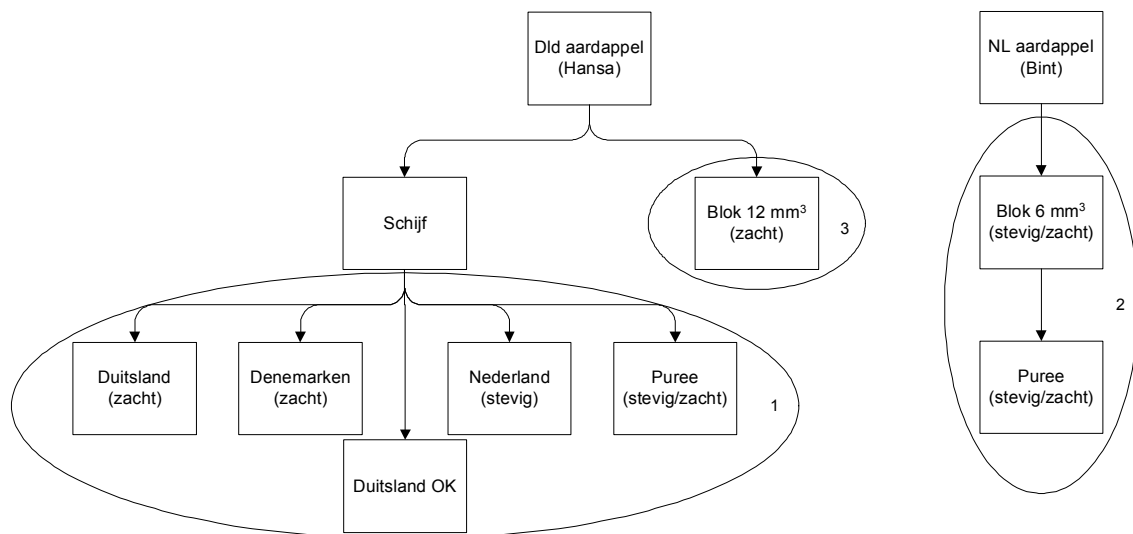
- Schijven
- Blokjes van 12 mm³
- Puree

De schijfproducten vallen verder onder te verdelen in schijven voor salades op de volgende markten: Denemarken, Duitsland en Nederland. Deze verschillen onderling in hardheid. Deense en Duitse schijven zijn zachter dan de schijf die gebruikt wordt voor Nederlandse salades. De OK-salades zijn ook schijfproducten. Er is een grondige reiniging nodig voordat de productie van OK-salades start, maar tijdens productie kunnen de verschillende schijfsoorten naast elkaar worden geproduceerd. Er is een tussenreiniging voor OK-productie nodig als er langer dan 4 uur OK-salades geproduceerd dienen te worden. Puree kan van alle soorten schijfproducten worden gemaakt. Dit gebeurt op de husa/kasa-afdeling. Blokjes van 12 mm³ zijn bestemd voor de Deense markt. Wat betreft omstellingen binnen de Duitse aardappelproducten constateren we dat veranderingen in de hardheid geen stop in de output veroorzaken. De verandering van schijven naar blokjes (verandering in de snit) heeft wel een omschakeling nodig die de output tijdelijk staakt.

Nederlandse aardappelen (Bintjes of vervangende rassen):

- Puree
- Blokjes van 6 mm³

Aangezien een groot deel van deze blokjes gepureerd wordt op de husa/kasa-afdeling, gaat de Nederlandse aardappel door de blancheur om de structuur te verstevigen. Aardappelen voor puree en voor blokjes kunnen gewoon door elkaar geproduceerd worden en er zijn geen omstellingen nodig die de output beïnvloeden.



Figuur 2: Aardappelproducten

Figuur 2 vat de bovenstaande beschrijving samen. Er zijn drie groepen waarneembaar waartussen omstellingen noodzakelijk zijn, namelijk (1) aardappelschijven, (2) blokjes van 6 mm³ en (3) blokjes van 12 mm³. Dit is ook de volgorde waarin ze momenteel geproduceerd worden, aangezien de eerste groep schijfproducten bestemd voor Duitse salades bevat en de vrachtwagens richting Duitsland op tijd moeten vertrekken. Tevens bevat de groep schijfproducten de aardappelen voor OK-salades. Door hier mee te starten is een nachtelijke reiniging van de aardappelfabriek mogelijk. Hierna volgt productie van salades op basis van de Nederlandse aardappel zodat deze producten zo vroeg mogelijk gereed zijn. De derde groep, salades met aardappelblokjes van 12 mm³, wordt gewoonlijk aan het eind van de productiedag gemaakt zodat deze de volgende dag kan worden verwerkt. Verschillen en volgordes binnen de groepen zijn niet vast, met de uitzondering dat de Nederlandse schijfproducten na de schijfproducten voor Duitsland en Denemarken worden gemaakt aangezien de hardheid van de aardappel geleidelijk opgehoogd moet worden.

2.1.2 Husa/kasa-afdeling

Na de bereiding van de aardappel komt de aardappel gekoeld aan bij de husa/kasa-afdeling. Via de aanvoerband komen de aardappelen, eventueel via de pureermachine, op weegbanden. Er zijn drie mengers en voor elke menger bevindt zich een weegband. Gemiddeld gaat er 375 kilogram aardappel in één mengcharge. Een charge is de standaardhoeveelheid salade die gemengd wordt en in één trechter past. Dit is circa 600 kilogram salade voor de aardappelhoudende salades. Naast de aardappel komen ook de andere ingrediënten in de mengers. Deze overige ingrediënten, zoals augurken, worteltjes, kruiden en

geëmulgeerde sauzen (vergelijkbaar met mayonaise), worden op deze afdeling verzameld en in de juiste hoeveelheden verdeeld over normwagens. Normwagens zijn bakken op wielen die via een liftsysteem in de mengers geleege kunnen worden. Salades komen na het mengen in trechters. Deze trechters komen in een tijdelijke buffer of worden direct naar de afvulafdeling vervoerd. Deze afdeling verwerkt de acht soorten aardappelproducten (zie figuur 2) tot circa vijftig soorten salades.

Naast het mengen van de salades moet deze afdeling vaak aardappelen opvangen in bakken. Deze aardappelen zijn, als halffabrikaat, bestemd voor twee Duitse productie locaties: Sarstedt en Bottrop. Dit betreft schijfproducten van Duitse aardappelsoorten. Het opvangen gebeurt in bakken van 130 of 150 kilogram en de aantallen kunnen variëren van dertig tot zeventig bakken. Tevens moet de husa/kasa-afdeling blokjes van $6 \times 6 \text{ mm}^3$ en puree van Nederlandse aardappelsoorten opvangen in bakken van 14 kilo. Deze bakken zijn bestemd voor de andere mengafdeling voor verwerking in salades met slechts kleine hoeveelheden aardappel erin. Gemiddeld zijn hier circa 70 bakken voor nodig, maar dit kan oplopen tot 110 bakken.

2.1.3 Afvulafdeling

De afvulafdeling bestaat uit circa 20 afvullijnen waarvan sommige grotendeels geautomatiseerd zijn en andere veel handmatige werkzaamheden vereisen. Verschillende lijnen kunnen verschillende artikelen verwerken. Van de circa 50 recepten die op de husa/kasa-afdeling kunnen worden gemengd, kunnen ongeveer 130 verschillende artikelen worden gemaakt door te variëren in verpakkingsoorten (grootte, vorm, klantspecifiek). Het verschil tussen de afvullijnen is dan ook in het bijzonder de verpakkingvorm die op de lijn verwerkt kan worden. Er zijn 14 afvullijnen geschikt voor het verwerken van aardappelhoudende salades. De operators van de afvullijnen vragen de trechters, als zij deze nodig hebben, aan middels kanbankaarten (in paragraaf 2.3 wordt dit systeem verder besproken). De afvullijnen zijn leidend binnen het productieproces en trekken de salade als het ware door het proces, dit wordt een pull-mechanisme genoemd. Vergelijk dit met het push-mechanisme van de aardappelafdeling en het wordt duidelijk dat in de tussenliggende afdeling, de husa/kasa-afdeling, deze twee systemen samenkomen en voor problemen zorgen. De drukkende en trekkende afdeling moeten precies op elkaar zijn afgestemd om opstoppen of tekorten te voorkomen.

In principe gebeurt er op de afvulafdeling het volgende. De trechters worden opgetakeld en geleege in de verdeler van de lijn. De salades worden vervolgens afgevuld in bakjes (de primaire verpakking) en na eventueel garneren worden de deksels geplaatst. De THT-datum wordt vervolgens op de verpakking geprint en er vindt metaaldetectie plaats. Vervolgens hangt het af van de automatiseringsgraad achter

deze lijn of er veel handwerk nodig is of dat het traject een (gedeeltelijk) automatisch vervolg heeft. De bakjes worden handmatig of met de inpakmachine in dozen of kratjes gepakt. Als de lijn een aansluiting heeft op de automatische palletiser worden de dozen door deze machine automatisch gepalletiseerd, anders gebeurt dit handmatig. Hierna worden de pallets getransporteerd richting het MGP.

2.1.4 Overige afdelingen

Naast deze drie specifieke productieafdelingen zijn er nog enkele afdelingen binnen het productieproces die echter, zoals in hoofdstuk 1 aangegeven, geen grote rol zullen spelen in het onderzoek. Om een compleet beeld te schetsen zullen we ze nu echter kort omschrijven.

- Niet-aardappelhoudende salade mengafdeling: hier worden net als op de husa/kasa-afdeling salades volgens recept gemengd. Echter betreft het hier de niet-aardappelhoudende salades (bijvoorbeeld vis-, kip- en groentesalades)
- Grondstoffenmagazijn: hier worden de grondstoffen gepickt volgens opdracht van de beide voorbereiding/meng afdelingen.
- Verpakkingenmagazijn: in dit magazijn liggen de primaire (bakjes en deksels) en secundaire (trays en kratten) verpakkingen opgeslagen en deze worden volgens opdracht van de afvul- en inpakafdeling geleverd.
- Warme keuken: hier worden bevroren grondstoffen (zoals wortels) snel ontdooid en vervolgens richting voorbereidende afdelingen vervoerd.
- Koude keuken: hier worden alle intern gefabriceerde sauzen gemaakt, die vervolgens worden opgeslagen in tanks.
- Kruidenkamer: kruiden en bindmiddel worden hier volgens recept afgewogen en in emmers gedaan, deze worden vervolgens samen met droge kruiden naar de mengers gebracht.
- Magazijn gereed product (MGP): hier komen de pallets binnen. Deze worden vervolgens gescand, geboekt (grondstoffen afboeken en eindproduct bijboeken) en vervolgens tijdelijk opgeslagen.

2.2 Procesvoorwaarden

Er is een aantal procesvoorwaarden waarmee men tijdens de planning en scheduling rekening moet houden. Deze volgen uit het ontwerp en de kenmerken van het productieproces zoals deze hierboven is beschreven. Achtereenvolgens komen in deze paragraaf de procesvoorwaarden van de aardappelaafdeling, husa/kasa-afdeling en de afvulafdeling aan bod. Tenslotte bespreekt deze paragraaf hoe deze procesvoorwaarden kunnen zorgen voor een volle tussenbuffer of leegstand bij de afvullijnen.

2.2.1 Aardappelafdeling

Aardappelen zijn onderhevig aan kwaliteitsvariaties wat zorgt voor fluctuaties in de output van de aardappelafdeling. De kwaliteit kan aanzienlijk verschillen per toeleveringsrit. Gemiddeld kan worden aangenomen dat het rendementsverlies 25 tot 30% is. Het rendementsverlies bestaat behalve uit slechte kwaliteit aardappelen (te veel vlekken of te weinig zetmeel) ook uit schilverlies en vuil en zand dat uit de stroom worden gefilterd. Bruto kan de aardappelafdeling maximaal 12.000 kg per uur verwerken, dus de maximale netto output aan aardappelen is zo'n 9.000 kg per uur. Dit is dus de hoeveelheid die de husa/kasa-afdeling theoretisch kan gaan verwerken in de mengers (de capaciteit van de husa/kasa-afdeling wordt behandeld in paragraaf 2.2.2). Momenteel wordt de aardappellijn maximaal op 10.000 kg bruto (7.500 kg netto) per uur gesteld om er zo voor te zorgen dat de tussenbuffer na de husa/kasa-afdeling niet te vol raakt. Het opstarten en omstellen tussen de drie productiegroepen voor aardappelen, zoals aangegeven in figuur 2, neemt 30 tot 45 minuten in beslag. Binnen deze drie groepen zijn geen omstellingen nodig. Hiernaast ondervindt de aardappelafdeling regelmatig verstoringen. De beschikbaarheid als gevolg van deze verstoringen (waarbij de opstart en omsteltijden niet zijn meegeteld) ligt op 94,2%. Hierbij moet worden opgemerkt dat wanneer er een storing optreedt, deze gemiddeld anderhalf uur duurt.

2.2.2 Husa/kasa-afdeling

De aardappelen vanaf de aardappelafdeling worden verwerkt tot circa vijftig soorten salades. Afhankelijk van de output van de aardappelafdeling, betreffende het ras en de vorm, kunnen bepaalde recepturen gemengd worden. De capaciteit van de husa/kasa-afdeling is momenteel afhankelijk van de output van de aardappelafdeling. De aardappelafdeling produceert momenteel niet op de maximum capaciteit en daardoor is de input van aardappelen de bottleneck voor de husa/kasa. De input van aardappelen ligt momenteel gemiddeld rond de 6.000 kg/uur en maximaal 7.500 kg/uur, wat neerkomt op voldoende aardappel om zo'n 16 charges per uur te mengen. De hoeveelheid aardappel per charge is gemiddeld 375 kg. Afhankelijk daarvan is de daadwerkelijke hoeveelheid trechters die per uur vanaf deze afdeling als output komen. Hiernaast kan men kiezen om bepaalde recepturen op 1, 2 of 3 mengers te verwerken. Dit heeft invloed op de beschikbaarheid van deze salades op de volgende afdeling. Als de aardappelafdeling echter met de volledige capaciteit van netto 9.000 kg/uur produceert kan de husa/kasa-afdeling de verwerking in de huidige opstelling niet aan. Gemiddeld kan de husa/kasa 21 charges per uur mengen. Dit zorgt ervoor dat de maximale input aan aardappelen 7.900 kg/uur mag zijn. De voornaamste reden

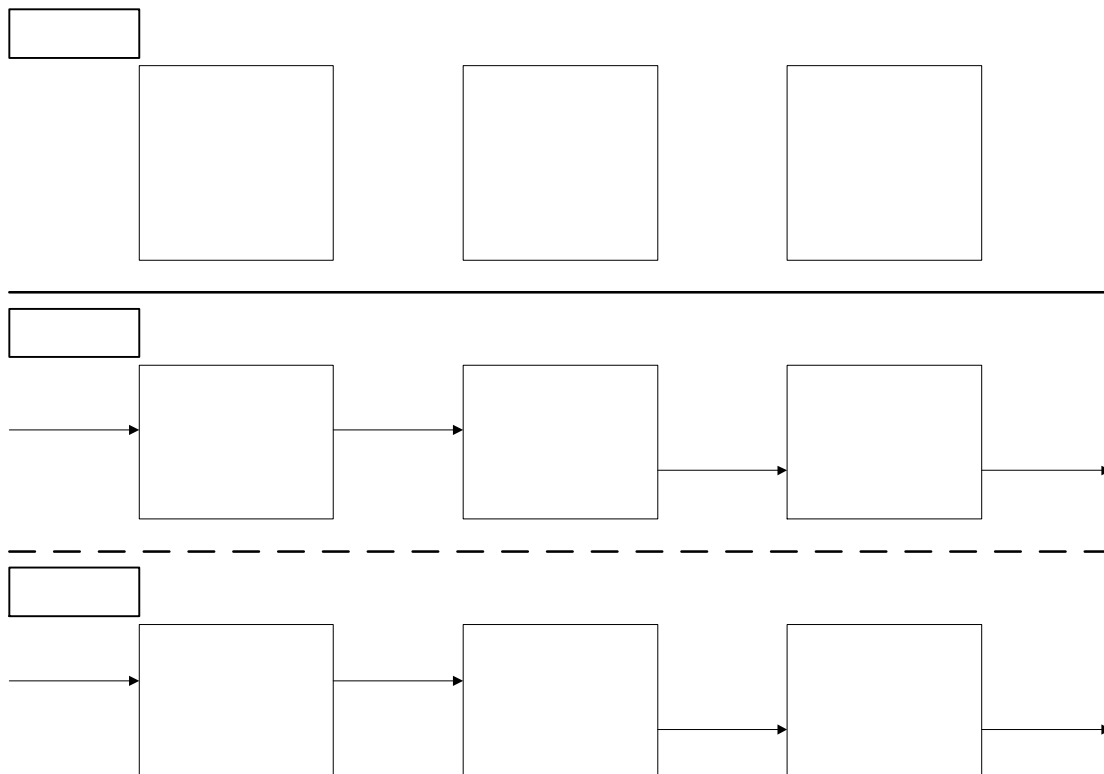
voor deze begrensde capaciteit ligt in de voorbereidende werkzaamheden. Met name het aftappen van saus uit de saustanks neemt veel tijd in beslag.

2.2.3 Afvalafdeling

De gemengde recepturen worden hier afgevuld in verschillende bakjes waardoor een verscheidenheid aan eindproducten ontstaat. De capaciteit is per lijn en per artikel terug te vinden in het schedulingprogramma Vul2000, dit programma wordt besproken in paragraaf 2.3. De netto capaciteit wordt berekend uit drie factoren: banen, takten en OEE (Overall Equipment Effectiveness). De waarde voor banen is het aantal uitvoerbanen dat een afvulmachine heeft. De taktwaarde is het aantal eenheden dat per minuut op één baan wordt verwerkt. De OEE factor is een omrekenfactor voor bruto naar netto capaciteit. Zo zitten onder andere tussenreinigingen, omstellingen en storingen in de OEE verwerkt. Een verdere uitleg van de OEE opbouw is in de bijlage weergegeven (Bijlage 1). Banen vermenigvuldigd met takten vermenigvuldigd met de OEE factor geeft de netto capaciteit van de lijn per artikel. Omsteltijden kunnen aanzienlijk verschillen. Zo zijn bij een lijn bijvoorbeeld drie soorten omstellingen te identificeren: (1) de hoogte van de bakjes anders instellen, (2) de inpakmachine bijstellen en (3) een totale tussenreiniging. Deze omstellingen kunnen los en in combinatie voorkomen. De totale omsteltijd op een dagprogramma is dus afhankelijk van de saladesoorten die na elkaar zijn gepland. In de praktijk wil de operator nog wel eens een andere volgorde kiezen om omstellingen te verminderen, zonder overleg met de scheduler. Dit is een voorbeeld van het onjuist uitvoeren van de planning en onvoldoende communicatie. Een nadeel van het werken met de OEE is dat het een gemiddeld getal is. Alle omstellingen zitten samen met de storingen in de OEE verwerkt en aan de hand van de OEE wordt het dagprogramma opgebouwd. Dan komt het voor dat de tijd op het programma een onder- of overschatting van de werkelijke productietijd is als er respectievelijk veel kleine of veel grote chargehoeveelheden op het programma staan. Hiernaast is de registratie en verwerking van de OEE data onnauwkeurig. De data wordt aan de afvullijn met een pen bijgehouden op registratieformulieren door de operator. Deze moet dus het verantwoordelijkheidsbesef hebben en tijd nemen om alles juist te registreren. Hiernaast wordt er op verschillende plekken binnen de organisatie met verouderde OEE data gewerkt, niet iedereen werkt met dezelfde gegevens. In totaal kunnen de aardappelsalade verwerkende lijnen 16.500 kg salade per uur afvullen. De daadwerkelijke totale productiesnelheid van de afvalafdeling hangt af van de afvullijnen die op dat moment produceren. Dit bespreekt de volgende paragraaf verder, samen met de capaciteiten van de aardappel- en de husa/kasa-afdeling.

2.2.4 Totaaloverzicht

Figuur 3 geeft de hierboven besproken afdelingen en hun productiesnelheden weer. Aardappelsalades bestaan gemiddeld voor 62,5% uit aardappel, dit is gebruikt om de productiesnelheden om te rekenen en met elkaar te kunnen vergelijken. Boven de doorgetrokken streep staan de maximum capaciteiten per afdeling. Onder de doorgetrokken streep staan de productiesnelheden aangepast aan de huidige bottleneck (bottleneck 1: Husa/kasa) en gegeven de volgende bottleneck (bottleneck 2: Aardappelafdeling). De tweede bottleneck is de aardappelafdeling die 12.000 kilo bruto per uur kan verwerken. Dit komt bij de husa/kasa-afdeling neer op voldoende input om 22 à 23 trechters per uur te mengen. De capaciteit van de mixers op de husa/kasa-afdeling is hiervoor voldoende. De huidige maximum capaciteit van 21 trechters per uur komt door de voorbereidende werkzaamheden (zie paragraaf 2.2.2).



Figuur 3: Maximale capaciteit per afdeling en productiesnelheden gegeven de bottleneck

De bottleneck blijkt in de praktijk echter (lang) niet altijd de aanvoer van salades vanuit de husa/kasa-afdeling te zijn. Een eerste indicatie hiervoor is dat er na de husa/kasa-afdeling een tussenbuffer is die regelmatig gestaag groeit tijdens productie op de husa/kasa-afdeling. Dit komt doordat de afname van trechters door de afvulafdeling wordt bepaald door de capaciteiten van de afvullijnen die op dat moment

werken. Dit kan geplande oorzaken hebben (de lijn is niet ingepland die dag), maar ook ongeplande oorzaken (technische en andere verstoringen). Door het feit dat de afvullijnen slechts één of een beperkt aantal verpakkingen kunnen verwerken en de verschillende aardappelproducten uit Figuur 2 niet in alle verpakkingsvormen komen, ligt de daadwerkelijke productiesnelheid van de gezamenlijke afvullijnen al lager dan het theoretische maximum van 16.500 kg/uur. De output van de aardappellijn is op te delen in drie groepen (zie paragraaf 2.1.1 en figuur 2), namelijk: aardappelschijven of puree van Duitse aardappel, aardappelblokjes van 6 mm³ of puree van Nederlandse aardappel en aardappelblokjes van 12 mm³ van Duitse aardappel. De capaciteiten en het aantal afvullijnen per groep verschilt als volgt:

	Totaal	Aardappelschijven	Aardappelblokjes 6mm ³	Aardappelblokjes 12mm ³
Aantal afvullijnen	14	10	9	2
Maximale capaciteit	16.500 kg/uur	15.200 kg/uur	12.750 kg/uur	4.700 kg/uur

Tabel 1: Opsplitsing van de capaciteit van de afvullijnen per aardappelsoort

Aan de hand van deze verdeling is er al een verschil waarneembaar in de (nog steeds enigszins theoretische) maximale capaciteit van de afvullijnen. De helft van deze veertien afvullijnen verwerkt ook nog eens regelmatig niet-aardappelhoudende salades. Tevens staan niet alle artikelen en dus verpakkingsvormen dagelijks op het programma. Deze twee gegevens zorgen ervoor dat op een bepaald moment op de dag de beschikbare afvulcapaciteit voor aardappelhoudende salades nog lager is dan de waarden die staan aangegeven in tabel 1. Zoals reeds aangegeven in paragraaf 1.2 lopen de tussenvoorraden in de huidige situatie regelmatig op. De husa/kasa-afdeling mengt momenteel zo'n 15 à 16 charges per uur. Dit betekent dat de afvulsnelheid voor aardappelhoudende salades op dat moment beneden 9.000 kilogram (15 trechters x 600 kg per trechter) per uur ligt.

2.3 Planning/aansturing

In het huidige systeem voor operationele besturing wordt bij Johma een dagprogramma, afgeleid van een weekplan, gebruikt met daarnaast een kanbansysteem. Hier is in principe het kanbansysteem leidend. Allereerst bespreekt paragraaf 2.3.1 de totstandkoming van de weekplanning. Vervolgens geeft paragraaf 2.3.2 de totstandkoming van het dagprogramma en schedule weer. Hierna wordt in paragraaf 2.3.3 het kanbansysteem besproken.

De afdeling planning heeft drie gebieden die ze kunnen beïnvloeden via de opgestelde planningen en schedules:

- Verspilling: verspilling van product binnen het proces en door te hoge voorraden
- Efficiency: de efficiëntie van het productieproces
- Klanttevredenheid: levering van de juiste hoeveelheid op het gewenste moment

Het doel is om een hoge mate van klanttevredenheid te bereiken met een efficiënt proces en zo min mogelijk verspilling. Deze drie gebieden zijn echter gerelateerd en enigszins tegenstrijdig. Klanten vragen om kleine leverhoeveelheden binnen een korte levertijd. Het productieproces is in principe ingericht om in grotere hoeveelheden te produceren, dit zal ook de verspilling van product in het proces verminderen. Om de klant dan toch in kleine hoeveelheden en snel te kunnen beleveren is voorraad nodig. Door een variabele vraag zorgt dit echter voor verspilling van eindproduct als de voorraad hoog wordt gehouden om zo een hoge klanttevredenheid te realiseren. De producten hebben namelijk een interne houdbaarheid, dit is het aantal dagen dat een product zich binnen het bedrijf mag bevinden, zodat de klant voldoende houdbaarheid heeft. Bij een lagere voorraad eindproduct is er minder verspilling maar zal regelmatig de leverperformance lager zijn dan gewenst. Binnen elk van de nu te bespreken plannings- en aansturingmethoden speelt dit spel.

2.3.1 Weekplanning

's Woensdags wordt de planning voor de week erna gemaakt. Dit bestaat uit een overzicht met per lijn de hoeveelheid kilo's die gemaakt worden per dag. In bijlage 2 is een voorbeeld te zien. Tevens volgt uit deze planning het benodigd aantal manuren. De planning komt tot stand op basis van forecasts (die vraag en seizoensinvloeden meenemen aan de hand van historische data), reeds geplande orders en aankomende acties van klanten en feestdagen waarvoor extra voorraad opgebouwd dient te worden. De planner stelt op woensdag de weekplanning vast op basis van deze gegevens en de beschikbaarheid van personeel in de komende week. De forecasts zijn naar mening van de planners niet nauwkeurig genoeg om een weekplanning te maken die grotendeels vast kan blijven staan in de komende week. Het voorspelde totaal aantal kilo's voor de komende week is (afhankelijk van het weer) een juiste indicatie om het benodigd aantal uren te bepalen. De betrouwbaarheid van de forecasts op eindproductniveau wordt echter als onvoldoende ervaren om betrouwbare weekplanningen samen te kunnen stellen. Na overleg met onder andere de scheduler voert de planner eventuele wijzigingen door. Op donderdag stemt de scheduler de personeelsplanning af met de ploegchefs en staat de definitieve personeelsplanning, inclusief het aantal benodigde inleenuren, vast. Dit is in feite de uitkomst van de weekplanning. De daadwerkelijke productieruns worden per dag vastgesteld in de dagplanning.

2.3.2 Dagplanning

Het dagprogramma wordt de dag voor productie vastgesteld, eerst door een plan (welke producten en op welke afvullijnen) en vervolgens door een schedule (welke volgorde en welke ploegen per lijn). Verkooporders worden in het ERP-systeem ingegeven, ook staan hier de voorraden en reeds geplande productieruns in (die reeds tijdens weekplanningen of verschuivingen tot stand zijn gekomen). De eindproductplanner bepaalt, aan de hand van deze gegevens en gegevens die hij heeft over aankomende acties van klanten en stilstanden van lijnen, welke productieruns worden uitgevoerd of veranderd. In principe gebruikt de planner enkel de geplaatste orders, de voorspellingen worden niet of nauwelijks gebruikt omdat deze op eindproduct niveau als onvoldoende nauwkeurig worden ervaren. De productieruns kunnen worden verschoven, vergroot of verkleind en er kunnen nieuwe runs worden toegevoegd. Op deze manier wordt bepaald welke runs er de volgende dag op het programma staan. Tevens wordt er bepaald wat er voor de daaropvolgende dag kan worden voorbereid als opstartprogramma. In overleg met de scheduler worden de ploegen per lijn vastgesteld en eventuele combi's van lijnen per ploeg gemaakt. De planner loopt iedere dag alle productie- en verkooporders voor morgen en overmorgen door om zo een productieplanning voor morgen samen te stellen. Er is dus een continue controle van en reactie op verkopen in plaats van enkel reageren in het geval van uitzonderingen.

Vervolgens haalt het schedulingprogramma (Vul2000) deze gegevens uit het ERP-systeem. Vul2000 is een binnenshuis gecreëerd systeem. Vul2000 is een in Excel ontwikkeld programma met vele Visual Basic macro's erin verwerkt. Het is door een ex-medewerker van Johma ontwikkeld en er is geen ondersteuning voor verdere ontwikkeling of uitbreiding van het systeem. Vul2000 verdeelt de op het programma staande runs over de lijnen. Elk artikel heeft een standaard lijn toegewezen in het programma. Vervolgens worden de volgordes op de vullijnen bepaald die gebonden zijn aan een aantal randvoorwaarden. De door een scheduler goed uit te voeren regels zijn de volgende:

- Voorbereide salades uit het opstartprogramma moeten als eerst afgevuuld worden.
- Als eerste moeten Duitse aardappelsalades en vervolgens Nederlandse aardappelsalades worden gemaakt, zodat de aardappelafdeling eerst Hansa's en vervolgens na omstellen Bintjes kan verwerken, dit is de huidige volgorde zoals aangegeven in paragraaf 2.1.1
- Tijden van afvullijnen waarop ze beginnen met vullen van Nederlandse aardappelsalades, moeten overeenkomen met de verwachte tijd waarop er door de aardappelafdeling is overgeschakeld naar Nederlands product.

- Voor te bereiden salades voor het opstartprogramma van morgen moeten aan het eind van de dag worden voorbereid en gemengd.

Hiernaast is er nog een aantal lastig te verwerken randvoorwaarden (bijvoorbeeld rekening houden met ombouw werkzaamheden en het afstemmen van lijnen die hetzelfde recept aanvragen) die voor uitvoering zeer afhankelijk zijn van de kennis van de scheduler. Tevens biedt Vul2000 weinig ondersteuning in de verwerking van de randvoorwaarden. Hierna worden ook de volgordes voor de beide voorbereiding-/mengafdelingen gecontroleerd, waarvan de starttijd door het programma een kwartier voor het begin van afvullen worden gezet. Als laatste stemt de scheduler het voorlopige programma af met de ploegchefs van de afvul- en voorbereiding/meng afdelingen en worden eventuele wijzigingen doorgevoerd. Na overeenstemming wordt het programma vastgesteld.

Wat bij de planning en scheduling opvalt, is dat er veel afhankelijk is van de kennis en het buikgevoel van de planners en scheduler over het gehele proces en de (rand)voorwaarden. De afhankelijkheid van mensen zorgt ervoor dat Johma als organisatie kwetsbaarder is betreffende het uitvallen van deze mensen (bijvoorbeeld door ziekte of vertrek). Hiernaast is er weinig ondersteuning voor de uit te voeren taken vanuit de gebruikte software. Door het toenemende aantal randvoorwaarden en afwegingen dat gemaakt moet worden is het steeds moeilijker om enkel op basis van kennis en routine de planning en scheduling uit te voeren.

2.3.3 Kanban

Zoals reeds eerder aangegeven gebruikt Johma naast het dagprogramma een kanbansysteem voor de operationele aansturing. Het kanbansysteem is zo opgezet dat de afvullijnen leidend zijn. De afvullijnen werken in principe volgens het afgegeven dagprogramma. Hierop staat een volgorde van de af te vullen salades. Op basis van dit programma geven de afvullijnen de kanbankaarten voor de aanvraag van salades uit. De afvullijnen hebben genoeg kanbankaarten om trechters voor de komende 2 uur productie aan te vragen. De gedachte hierachter is dat de mengafdelingen de tijd hebben om voorbereidende werkzaamheden en het daadwerkelijk mengen uit te voeren voordat de salade daadwerkelijk nodig is. De kanbankaarten bevatten de volgende informatie: receptnummer, afvullijnnummer, vanaf welke afdeling het product moet komen en de afdeling waar het product heen moet. De operators van de afvullijnen plaatsen de kanbankaart op een bord op de afvulafdeling. De runner, degene die de trechters en kanbankaarten transporteert tussen de afvulafdeling en mengafdelingen, haalt de kaarten op en brengt ze richting de voorbereidende/mengafdelingen en plaatst ze op het kanbanbord van bestemming. Vanaf het kanbanbord worden de kaarten na overleg met de operator van de mengers op een bepaalde volgorde in

de mengkooi geplaatst. Wanneer het mengen van het desbetreffende product begint komen de kaarten op de trechter. De volle trechter gaat via een tussenbuffer of direct richting de desbetreffende afvullijn.

In principe is dit kanbansysteem leidend en is het dagprogramma voor de mengafdelingen slechts een indicatie van de te verwachten aanvragen. Deze afdelingen kunnen vanaf het programma inschatten wat er aangevraagd zal worden en de voorbereiding reeds starten. Het daadwerkelijke mengen en vullen van de trechter mag pas plaatsvinden als de desbetreffende salade is aangevraagd middels een kanbankaart. Bij de voorbereiding/mengafdeling van niet-aardappelhoudende salades levert dit systeem in principe geen problemen op. Op momenten dat er geen salade wordt aangevraagd staat de menger stil en vindt alleen voorbereiding plaats, zodat er alleen nog gemengd dient te worden als er weer salade wordt aangevraagd. Het mengen duurt slechts enkele minuten en daardoor zal dit geen problemen opleveren. De volgordes waarin de salade aanvraag plaatsvindt zorgt ook niet voor grote problemen. De salades staan al voorbereid klaar, of er is vaak nog voldoende tijd om voor te bereiden en de mengers zijn vrij snel beschikbaar. Tussenreinigingen zijn namelijk lang niet altijd nodig en zijn in het algemeen vrij snel afgerond.

Bij de aanvraag richting de husa/kasa-afdeling loopt dit systeem echter minder soepel. Op momenten dat er geen salade aanvraag is blijft in de huidige opzet de aardappelafdeling aardappelen leveren, deze is immers niet makkelijk te stoppen en op te starten. Dit zorgt ervoor dat de husa/kasa-afdeling moet blijven mengen door de continue aanvoerstream van aardappelen die niet tussentijds kan worden opgeslagen en over de mengers wordt verdeeld. Het mengen gebeurt dus niet op aanvraag en de trechters komen dan ook zonder of met een blanco kanbankaart in de tussenbuffer. Hiernaast speelt de volgorde ook een rol, de husa/kasa mengt alleen de aardappelsoort die op dat moment van de band komt. Aanvraag van salades op basis van een ander aardappelsoort, wordt niet aan voldaan totdat de omschakeling plaats heeft gevonden. Bij de husa/kasa-afdeling zie je dus grote verschillen met het idee achter kanban, namelijk het mengen op aanvraag. Dit komt door een botsing van een trekkend en drukkend proces op deze afdeling. Het kanbansysteem is het trekkende proces (Pull), de afvullijnen vragen de salade aan bij de mengafdeling, daardoor krijgt deze de autorisatie om de salade te mengen (een theoretische uitleg van het kanbansysteem volgt in hoofdstuk 3). De aardappelafdeling drukt (Push) echter continu aardappelen naar de husa/kasa-afdeling. Deze push versus pull problematiek wordt enigszins verholpen door een tussenbuffer te maken na de husa/kasa-afdeling, maar dit gaat tegen de gedachte van het kanbansysteem in. Tevens blijkt het niet afdoende aangezien er regelmatig een te volle tussenbuffer is en er regelmatig stilstanden zijn op de afvullijnen. De problematiek bespreken we verder in de volgende paragrafen.

2.4 Problemen uitvoering planning

Nu we de kenmerken van het proces, de procesvoorwaarden en de (werk)wijze van planning en scheduling hebben besproken kunnen we in deze paragraaf problemen met de uitvoering van de planning verder bespreken.

- De als onnauwkeurige ondervonden voorspellingen zorgen voor een weekprogramma dat enkel gebruikt wordt om de totale hoeveelheid kilo's en daarmee samenhangend de personeelsbehoefte te bepalen. De weekplanning is verder geen echte leidraad voor de dagprogramma's in die week. Zoals aangegeven in paragraaf 2.3.2 zien planners zich door de onnauwkeurigheid van de voorspellingen genoodzaakt om elke dag orders voor morgen en overmorgen door te werken en te verschuiven naar hun ervaring. Dit zorgt voor gevoeligheid met betrekking tot variaties in de vraag vanuit de markt. Op zijn beurt uit dit zich in het regelmatig voorkomen van kleinere batches van hetzelfde product die meerdere malen per week op het programma staan.
- De tijden op de programma's van de afvullijnen komen niet altijd overeen met de werkelijke benodigde tijd. Dit komt met name doordat het programma op basis van de OEE op wordt gesteld zoals aangegeven in paragraaf 2.2.3. Met name bij kleine batches onderschat het programma de werkelijk benodigde tijd.
- Vul2000 biedt geen ondersteuning in het plannen van de husa/kasa-afdeling. Er wordt enkel een kwartier voorbereidingstijd genomen en ook worden alle gelijke recepturen op één hoop gegoooid. Het kan echter voorkomen dat een bepaald recept bijvoorbeeld bij afvullijn 2 om 7 uur 's ochtends op het programma staat en bij een andere afvullijn pas later op de dag. Dit is niet terug te zien in het programma voor de husa/kasa-afdeling. De scheduler probeert hier wel zo veel als mogelijk rekening mee te houden, maar krijgt hierbij geen ondersteuning van het scheduling programma Vul2000.
- Er wordt binnen planning niet structureel rekening gehouden met de benodigde tijd voor de werkzaamheden ten behoeve van het opvangen van de bakken en kratten aardappel voor Sarstedt, Bottrop en de andere mengafdeling. Er wordt aangeduid dat een aantal bakken gevuld dienen te worden, maar wanneer deze werkzaamheden dienen te gebeuren wordt aan de teamleider op de husa/kasa-afdeling overgelaten. Deze werkzaamheden kunnen echter wel oplopen tot anderhalf uur werk voor twee werknemers. Tevens is er gedurende deze werkzaamheden geen aanvoer van aardappelen voor salades.

- Zoals aangegeven in paragraaf 2.2.4 is er het probleem dat de capaciteiten tussen de verschillende afdelingen niet overeenkomen. De daadwerkelijke totale capaciteit van de afvullijnen ligt vaak lager dan de capaciteit van de husa/kasa-afdeling en de andere mengafdeling. In rustigere perioden is dit op te lossen door de capaciteit van de husa/kasa-afdeling en daarmee samenhangend de aardappelafdeling te verlagen. Dit is echter niet geheel wenselijk vanuit efficiency overwegingen. Daarnaast is in drukkeren perioden het volume zo groot dat verlaging van de capaciteit bijna onmogelijk is. In de huidige situatie is het vaak het geval dat de hoeveelheid ploegen tussen de twee mengafdelingen en de afvulafdeling niet overeenkomt. De voorbereidende en mengafdelingen werken vaak in twee ploegen terwijl er regelmatig afvullijnen gedurende drie ploegen staan ingepland. Het niet overeenkomen van de capaciteiten en de ploegen zorgt ervoor dat veel trechters vol raken. Dit maakt het noodzakelijk dat de mengafdeling voor niet-aardappelhoudende salades niet verder kan werken omdat er onvoldoende lege trechters beschikbaar zijn.
- Er is momenteel weinig online scheduling: het reageren en verwerken van gebeurtenissen in het dagprogramma. Slechts bij grotere storingen aan de aardappelafdeling of een afvullijn kijken ploegchefs en de scheduler wat de gevolgen zijn voor het programma en proberen hier op te sturen. Het gebeurt echter ook dat in de loop van de dag een lijn steeds verder achter raakt op het programma door kleinere storingen, hier wordt niet of nauwelijks op gereageerd.

2.5 Conclusie

Dit hoofdstuk heeft de productie- en planningsprocessen binnen Johma beschreven. Tevens zijn de problemen die ontstaan uit de huidige manier van aansturing aangegeven. In principe vallen de problemen onder te verdelen in drie gebieden:

- Reageren versus anticiperen
- Push versus pull
- Informatie en taakverdeling

Ten eerste is er de constante reactie op de vraag uit de markt. Doordat voorspellingen op eindproduct niveau als onnauwkeurig worden ervaren, sturen planners niet op de voorspellingen maar op hun eigen ervaring. Dit zorgt er ook weer voor dat er binnen sales geen pogingen zijn om voorspellingen veel nauwkeuriger te krijgen. Het reageren op de marktvraag en het gegeven dat er met een bederfelijk product wordt gewerkt zorgt ervoor dat er in een week op een afvullijn regelmatig batches staan van hetzelfde product, terwijl de afvullijnen het efficiëntst werken met zo groot mogelijke batches en zo min

mogelijk omstellingen op een dag. Dit is terug te zien in lage OEE's en daardoor lagere netto capaciteiten binnen de afvalafdeling. Zoals aangegeven in paragraaf 2.2 is de lage daadwerkelijke capaciteit van de afvalafdeling de reden voor de hoge tussenvoorraad tussen de husa/kasa-afdeling en de afvalafdeling.

Ten tweede is er de constante spanning tussen push en pull binnen de productiesystemen van Johma. Vanuit de aardappelaafdeling is er een push van aardappel richting het productieproces, maar de interne besturing richt zich met name op de afvullijnen die middels een pull systeem (kanban) de salade naar zicht toe trekken. Deze systemen botsen bij de husa/kasa-afdeling en voor deze afdeling is weinig planningstechnische ondersteuning.

Ten derde speelt er een constant probleem in het gebied van beschikbare informatie. Zo verschillen de OEE's die gebruikt worden binnen planning en scheduling van de OEE's die terug te vinden zijn in de OEE database. Hiernaast ontbreekt informatievoorziening en ondersteuning bij bepaalde taken. Voorbeelden zijn het niet meenemen van het klaarmaken van de bakken aardappelen voor Sarstedt, Bottrop en de eigen mengafdeling binnen de planning van de husa/kasa en het ontbreken van structuur in het reageren op gebeurtenissen zoals storingen. Tevens zorgen onduidelijke taakverdelingen en zelfs het ontbreken van verantwoordelijken op bepaalde momenten voor een toename in onjuiste beslissingen.

Deze drie gebieden zijn ook min of meer onderling gerelateerd. In de huidige situatie is er een pull planning (kanbansysteem) voor het productieproces waarin de afvullijnen leidend zijn. De husa/kasa-afdeling krijgt dus nauwelijks planningstechnische ondersteuning. Deze pull planning is gebaseerd op de gedachte dat men niet meer moet maken dan nodig is. Dit resulteert in het reageren op de vraag (met alle variaties van dien). Het proces is min of meer een pushproces. De eerste afdeling binnen het proces (de aardappelaafdeling) is immers niet makkelijk om te schakelen en hierdoor is het op aanvraag produceren van de producten zo goed als onmogelijk. Het pushproces vereist meer inzicht vooraf in de vraag van de klant. Ook zal er wanneer er daadwerkelijk volgens een pushproces zou worden gepland, meer aandacht van planning zijn voor de husa/kasa-afdeling dan dat nu het geval is.

3 Theoretisch kader

Dit hoofdstuk bespreekt enkele theorieën die ondersteuning kunnen geven bij aanbevelingen die gedaan kunnen worden met betrekking tot de problemen uit hoofdstukken 1 en 2. Als eerste bespreekt paragraaf 3.1 het proces vanuit de literatuur zodat er een duidelijk beeld is van de productieprocessen binnen Johma. Paragraaf 3.2 behandelt globaal een raamwerk voor productieplanning en –control structuren. Vervolgens vult paragraaf 3.3 de delen uit dit raamwerk concreter in. In paragraaf 3.4 komt literatuur met betrekking tot taakverdeling en informatiedeling aan bod. Tenslotte behandelt paragraaf 3.5 theorie over lean manufacturing met een focus op kanbansystemen.

3.1 Typering proces

Om de in dit hoofdstuk te bespreken theorie op de juiste situatie te betrekken bespreken we in deze paragraaf eerst het proces in enkele algemene kenmerken. Als eerste wordt in paragraaf 3.1.1 de interne structuur besproken. Vervolgens behandelen we in paragraaf 3.1.2 de logistieke product/markt relatie. Zo is er een duidelijk beeld van de interne processen en de ontkoppeling van deze processen richting de markt (Zijm, 2000).

3.1.1 Interne structuur

De eerste dimensie is de interne structuur van het productiesysteem (Zijm, 2000). De voedselindustrie wordt veelal toebedeeld tot de procesindustrie. De procesindustrie valt op te delen in twee types: continu of batch. Continue processen bestaan vaak uit één of slechts enkele stappen waar het product in grote volumes verwerkt wordt. Voorbeelden hiervan zijn processen in de chemische en olie-industrie. Batchprocessen kenmerken zich door een verschillend aantal discrete processtappen waar batches van het product zich door routeren. Door het feit dat de processtappen niet direct zijn verbonden is het mogelijk om voorraad op te bouwen tussen de stappen.

Zoals blijkt uit de beschrijving van het proces in hoofdstuk 2, valt het productieproces van Johma te typeren als een batchproces. Er worden batches van verschillende recepturen gemaakt op de mengafdelingen die vervolgens op de afvullijnen worden afgevuld in de consumenteneenheden. De aardappelafdeling heeft echter ook kenmerken van een continu proces, de aardappelen worden in een continue stroom verwerkt en er is ook een constante aanvoer van aardappel op de husa/kasa-afdeling. De husa/kasa-afdeling heeft echter voldoende capaciteit om de constante stroom te verwerken en de aandacht ligt hier meer op welke recepturen in welke hoeveelheden gemengd moeten worden. Dit heeft

weer meer kenmerken van batchprocessen, vandaar dat we het proces voornamelijk als een batchproces kunnen behandelen.

3.1.2 Logistieke product/markt-relatie

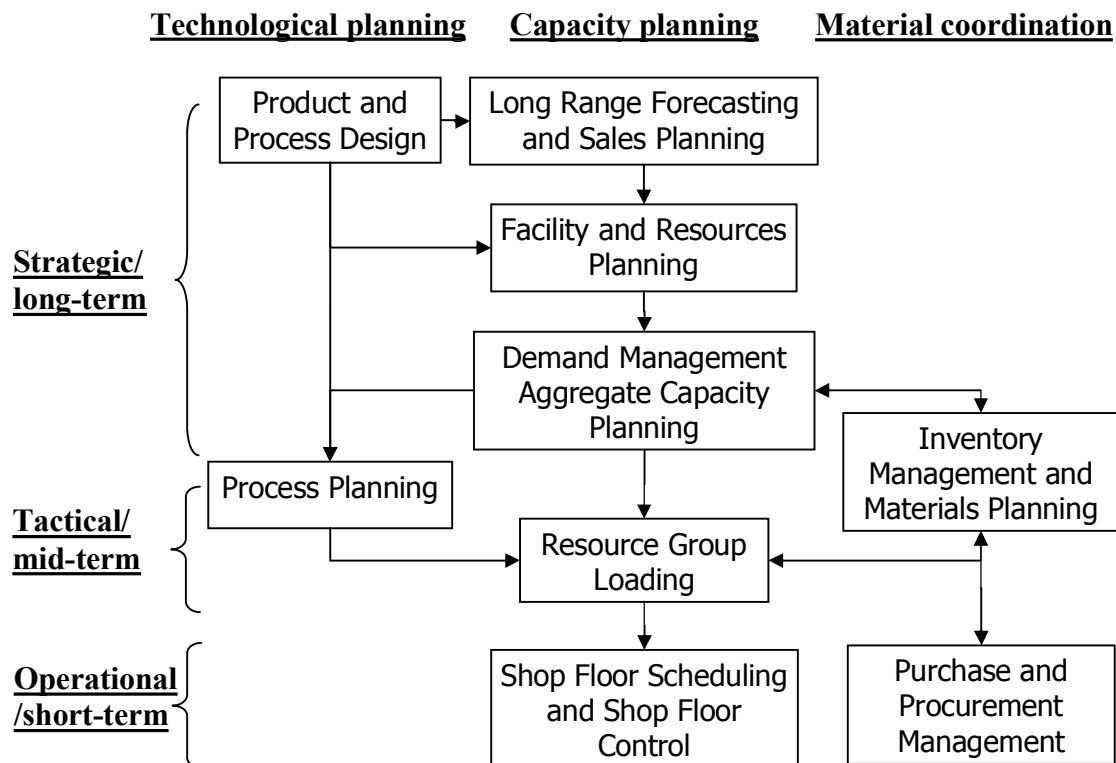
De tweede dimensie om een productiesysteem te classificeren is de product/markt relatie (Zijm, 2000). Dit is in feite de manier waarop aan de klantvraag wordt voldaan. De afweging tussen verschillende relaties is veelal gebaseerd op levertijden versus voorraadkosten. De twee relevante mogelijkheden worden hier enkel beschreven. Als eerste kan een bedrijf een make-to-stock (MTS) beleid volgen. Producten worden hierbij in grotere (efficiënte) batches geproduceerd en vervolgens op voorraad gelegd. De klant wordt dan uit voorraad beleverd. Hiernaast kan men kiezen voor een make-to-order (MTO) beleid. Producten worden op basis van de vraag van de klant geproduceerd, dit betekent vaak dat er een grote verscheidenheid aan eindproducten, in kleine hoeveelheden gemaakt/verkocht moet worden.

In principe is Johma door de sterke automatisering het best in staat om in grote batches te produceren. Dit geldt ook op de afvullijnen. Dit vermindert de tijd en kosten die gemoeid zijn met omstellingen, zoals reinigen en verspilling van achtergebleven product. Om dit te realiseren dient de variatie die in de vraag optreedt niet in het productieproces maar in een voorraad eindproduct opgevangen te worden. Dit impliceert een MTS strategie. Door veranderde markt omstandigheden zoals de behoefte aan korte levertijden en kleine hoeveelheden, verschillende klantgebonden producten en een toegenomen concurrentie, is er steeds meer behoefte om (voor een aantal producten) een MTO strategie te volgen. Dit heeft tot gevolg dat er een combinatie tussen MTS en MTO strategieën te vinden is.

3.2 Raamwerk

Er zijn verschillende raamwerken te vinden om de productieplanning en –controle structuur vorm te geven (Zijm, 2000; Hopp & Spearman, 2000). In principe zijn ze allemaal op dezelfde manier vormgegeven. Ze gaan uit van een opdeling in een strategische, tactische en operationele fase (een hiërarchische opdeling). Deze opdeling zorgt ervoor dat het algehele probleem van planning en controle in sub-problemen op verschillende niveaus wordt opgedeeld. Beslissingen in de strategische fase leggen als het ware grenzen aan de beslissingsruimte van de tactische fase, die op zijn beurt grenzen aangeeft voor de operationele fase. Tevens is het in het algemeen zo dat op lagere niveaus (dat wil zeggen de tactische of operationele fase) vaker beslissingen nodig zijn dan op een hoger gelegen niveau. De opdeling in verschillende fasen is min of meer geboren uit het feit dat sommige beslissingen genomen moeten worden zonder dat alle benodigde informatie werkelijk bekend is. Deze beslissingen baseert men

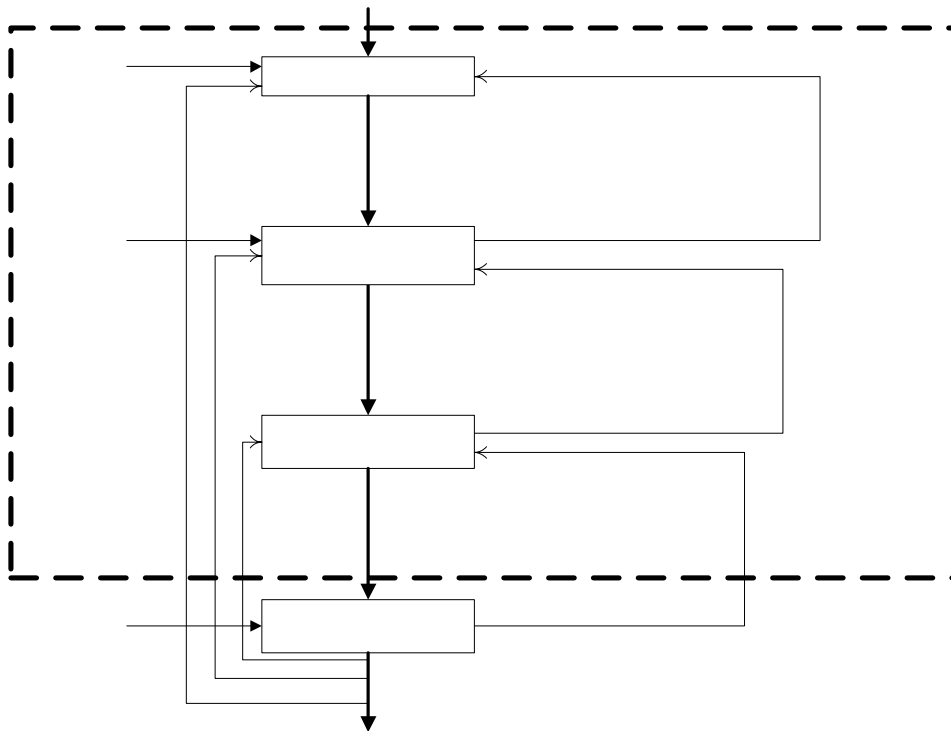
dan op voorspelde data op een geaggregeerd niveau. Op lagere niveaus beschikt men over steeds meer informatie (zoals klantorders) en kan men bijsturen waar nodig of verdere beslissingen nemen.



Figuur 4: Manufacturing Planning & Control raamwerk (Zijm, 2000)

Het Manufacturing Planning & Control (MPC) raamwerk van Zijm (2000) kent ook de strategische, tactische en operationele niveaus (Figuur 4). Het raamwerk kent echter ook een opdeling in verschillende beheersgebieden. Als eerste is er de technologische planning. Hieronder valt het ontwikkelen van nieuwe en verbeteren van bestaande producten. Tevens valt het ontwerp van het productieproces onder de technologische planning. Ten tweede is er het gebied van capaciteitsplanning. Het gaat in dit gebied om het zo efficiënt mogelijk indelen van de vraag gegeven de kenmerken van het proces. Op een hoger niveau is ook het proces nog te ontwerpen, maar op de korte termijn staat het proces voor het grootste deel vast. De taken in dit gebied bestaan op de lange termijn uit het afstemmen van voorspelde vraag en capaciteit op geaggregeerd niveau en binnen de korte termijn zijn er taken zoals dagprogramma's maken en beheersing van de productie. Materiaalcoördinatie is het derde gebied. Hier valt het voorraadbeheer onder. Zo vallen de taken van inkoop van grondstoffen of het vershippen van eindproduct hieronder. Het

ontwerp van de gehele supply chain over de lange termijn is ook een taak die hieronder valt. Het onderzoek richt zich met name op de kolom van capaciteitsplanning, daarom is er voor gekozen om deze kolom verder te specificeren met behulp van andere literatuur. Hier is het raamwerk van Soman (2005) gekozen (Figuur 5).



Figuur 5: MTO/MTS raamwerk (Soman, 2005)

Dit raamwerk kent ook de opdeling in een strategische, tactische en operationele fase en heeft hiernaast nog een fase die de status van de productie bijhoudt en hierop aanstuurt. Het raamwerk is geschikt omdat het is ontwikkeld voor het gecombineerde MTO/MTS probleem binnen de voedingsmiddelenindustrie. Tevens richt het zich met name op het planningsaspect in tegenstelling tot andere raamwerken waarin bijvoorbeeld ook procesontwerp wordt meegenomen. Het raamwerk van Soman (2005) geeft een andere benadering voor de kolom van capaciteitsplanning dan het raamwerk van Zinn (2000). Zoals aangegeven in hoofdstuk 1 richt het onderzoek zich op de planning en aansturing, desondanks is interactie met andere functionele gebieden zeer belangrijk. De interactie wordt verder behandeld in paragraaf 3.4. Nu volgt een beschrijving van de verschillende niveaus uit het raamwerk.

Aggregate Demand
forecast

MTC

3.2.1 Strategisch niveau

Op het hoogste niveau, het strategische niveau, ligt de nadruk op het verdelen van de producten in MTO of MTS en het stellen van doelen met betrekking tot de prestatie-indicatoren. Bij MTO producten ligt de focus met name op het realiseren van zo kort mogelijke levertijden. Aandachtsgebieden en prestatie-indicatoren zijn hierbij de orderacceptatie of –afwijzing en het onderhandelen/aangeven van de leverdatum. Bij MTS producten ligt de focus op het zo nauwkeurig mogelijk voorspellen van de vraag en het plannen om deze vraag te kunnen vervullen (vanuit de voorraad). Aandachtsgebieden en prestatie-indicatoren liggen vooral op het gebied van voorraadbeheersing en bepaling van de batchgroottes. De twee productcategorieën vereisen een afwijkende aanpak en daarom is het belangrijk om een doordachte opdeling te maken. Twee belangrijke kenmerken hierbij zijn het volume van de vraag en de variatie van de vraag (D'Alessandro & Baveja, 2000; Soman, 2005). Is het volume hoog en de variatie laag dan is het aantrekkelijk om efficiencyvoordelen te behalen en op voorraad te produceren. Als het volume echter laag is en de variatie hoog dan zal een MTS strategie resulteren in veel verspilling doordat hoge voorraden nodig zijn om te bufferen tegen de variatie. Dus voor deze productcategorie is een MTO strategie beter geschikt. Voor de andere twee categorieën (laag volume en lage variatie; hoog volume en hoge variatie) zijn de te volgen strategieën minder eenduidig. Bij een laag volume en een lage variatie in de vraag kan het aantrekkelijk zijn om efficiëntie voordelen te behalen door in grotere batches te produceren en vanuit voorraad te leveren. De lage vraag kan er echter toe leiden dat producten langer dan hun interne houdbaarheid op voorraad liggen en dus weggegooid moeten worden. Bij deze categorie is er dus een afweging noodzakelijk tussen de mogelijkheden die de interne houdbaarheid geeft om op voorraad te produceren en de gevolgen van het produceren op order. Een hoog volume en een hoge variatie maakt het lastig om een MTO strategie te volgen doordat de hoge volumes erg veel impact gaan hebben op de levertijd. Tevens gaan productieprogramma's in dit geval erg variëren door de grote invloed van hogere volume producten. Een MTS strategie lijkt dus de verstandigste keuze, echter zullen voorraadniveaus hoog liggen door de hoge variatie.

3.2.2 Tactisch niveau

Op het tactische niveau is het doel het vinden van een balans tussen vraag en capaciteit. Voor MTS producten betekent dit het kiezen van de juiste batches en veiligheidsvoorraden om aan de doelen vanuit het strategische niveau te voldoen. Methoden om dit te realiseren komen aan bod in paragraaf 3.3. In het geval van MTO producten is het belangrijk om goede methodieken te hebben om betrouwbare levertijden te kunnen geven aan klanten en beleid aan te geven voor accepteren/afwijzen van orders. Hier komen we ook op terug in paragraaf 3.3. Beslissingen op dit niveau gaan meestal uit van de middellange termijn. Dit wil zeggen dat ze rekening houden met voorspellingen en verwachte orders voor

bijvoorbeeld de komende maand. Daadwerkelijke aantallen staan nog niet vast, maar op basis van de beschikbare gegevens kan een oplossingsruimte voor het volgende niveau worden gegeven.

3.2.3 Operationeel niveau

Op het operationele niveau liggen de plannings- en schedulingbeslissingen voor de korte termijn (bijvoorbeeld een dag). Productieorders worden daadwerkelijk vastgelegd en in een bepaalde volgorde op het programma gezet dat naar de productievloer gaat. Dit gedeelte noemen we offline scheduling, het wordt vooraf zonder inachtneming van daadwerkelijke gebeurtenissen gemaakt. Tevens valt het online scheduleren binnen dit niveau. Hier doelen we op het bijhouden van de productiestatus en adequaat reageren op versturende gebeurtenissen. Beslissingen op dit niveau worden dus dagelijks en continu gemaakt. Verdere toelichting en methoden om dit te realiseren volgen in paragraaf 3.3.

3.3 Tactische en operationele aansturing

Zoals aangegeven in paragraaf 1.3 kijken we in dit onderzoek voornamelijk naar de tactische en operationele aansturing (in het raamwerk: Medium Term capacity coordination, Operational scheduling & control en Production System). Belangrijke beslissingen op het tactische niveau zijn met name gericht op de hoeveelheid voorraad die men aan kan houden om klantorders zo goed mogelijk te kunnen vervullen, efficiënt produceren mogelijk te maken en verspilling zoveel mogelijk te voorkomen. Een bijkomend probleem in de voedselproducerende industrie is de beperkte houdbaarheid van producten. Te hoge voorraden leiden daardoor sneller tot verspilling dan in andere industrieën. Produceren in grotere batches levert efficiencyvoordelen op doordat het aantal omstellingen hiermee vermindert. Het kiezen van juiste voorraadhoogtes en batchgroottes is doel van onderzoek in het gebied van economic lot scheduling problems (ELSP) (Soman, 2005) en economic order quantity (EOQ) (Silver et al., 1998) theorie. Theorie op dit gebied bespreken we in paragraaf 3.3.1. Voorgaande beslissingen vinden plaats binnen het tactische niveau van de aansturing. Zoals aangegeven in paragraaf 3.2.2 behoort ook beleid ten aanzien van MTO producten binnen dit niveau. In paragraaf 3.3.2 gaan we verder in op MTO beleid. Hiernaast is het belangrijk in welke volgorde producten worden gepland en het adequaat handelen na gebeurtenissen binnen het productiesysteem: offline en online aansturing op het operationele niveau. Theorie op dit gebied bespreken we in paragraaf 3.3.3.

3.3.1 ELSP en EOQ

Door de aanwezigheid van omstellingen en de rust die het geeft in de productieprogramma's is het aantrekkelijk om in cyclische patronen te produceren. Probleemaanpakken in het gebied van ELSP zijn er vaak op gericht om deze cyclische patronen te vinden. Het doel is het afwegen van de omstel- en voorraadkosten om zo batchgroottes en cyclustijden te bepalen en aan de vraag te voldoen. De meeste methoden voor het oplossen van dit probleem komen voort uit de klassieke EOQ berekening. Deze heeft tot doel een bevoorradingshoeveelheid te vinden die de kosten bestaande uit een vast bedrag per bevoorrading, variabele kosten per item en voorraadkosten minimaliseert gegeven een vraag waaraan voldaan moet worden. Zoals uit deze omschrijvingen blijkt richt het ELSP zich met name op MTS producten, er worden immers voorraadkosten en omstelkosten afgewogen. Hoe er in deze methodiek ook rekening kan worden gehouden met MTO producten beschrijft paragraaf 3.3.2. Deze paragraaf bespreekt oplossingsrichtingen voor het ELSP om hieruit bruikbare handreikingen voor het praktijkprobleem te vinden. Het doel is het vinden van cyclustijden voor de verschillende producten. De 'basic period'-aanpak (Soman, 2005) probeert hierbij een korte tijd te vinden die de basisperiode wordt genoemd. Voor elk product wordt dan een factor bepaald die aangeeft of dit product elke basisperiode of tijdens een meervoud van deze periode wordt gemaakt. Dit zorgt voor een relatieve rust in het programma gedurende de planningshorizon waarop deze cycli zijn geproduceerd.

Normale ELSP methodieken houden echter geen rekening met variabele vraag. Een methode om hier rekening mee te houden is om eerst deze cycli voor de verschillende producten te vinden en dan gegeven deze cycli de veiligheidsvoorraden te bepalen die rekening houden met variabiliteit in de vraag. Men weet dat het product om een x-aantal basisperioden wordt geproduceerd. Het doel is dan om een veiligheidsvoorraad te bepalen die nodig is om de variabiliteit in de vraag gedurende deze periode op te vangen.

De uitkomsten van de ELSP en EOQ methoden geven in dit onderzoek een waarde voor de batchgrootte van de verschillende producten. Deze batchgrootte kan worden gebruikt binnen het beleid voor voorraadbeheer. Enkel het (s,Q)-systeem (Silver et al., 1998) wordt besproken omdat dit systeem gelijkenissen vertoont met het binnen het ERP-systeem van Johma gebruikte 'minimal balance' en 'lotsize systeem'. Binnen een (s,Q)-systeem zijn er twee van belang zijnde waarden: s en Q. De waarde van Q wordt in dit geval bepaald via de ELSP of EOQ berekeningen. Deze waarde geeft de vaste productiehoeveelheid weer. Dit houdt in dat als een product geproduceerd wordt, het aantal Q van dat product geproduceerd wordt. De bepaling wanneer geproduceerd wordt hangt af van de s waarde. Deze waarde wordt ook wel het order punt genoemd. Er wordt een productierun ter grootte van Q ingepland

als de voorraadwaarde van dit product beneden s komt. De waarde van s is opgebouwd uit de verwachte vraag gedurende de leadtime en een veiligheidsvoorraad. De leadtime bestaat uit de tijd tussen inplannen van de productierun en het daadwerkelijk op voorraad komen van de producten. De veiligheidsvoorraad geeft bescherming tegen de variabele vraag. Op deze manier wordt ervoor gezorgd dat een bepaald percentage van de vraag direct uit voorraad geleverd kan worden. Dit wordt ook wel de fillrate genoemd.

De theorie uit deze paragraaf geeft vooral aandacht aan de kosten voor productie en voorraad. De fysieke ruimte bestemt voor voorraad kan echter ook beperkt zijn. De reden voor het niet op voorraad produceren ligt bij Johma momenteel niet in het gebied van kosten en ruimte, maar voornamelijk op het gebied van de angst voor verspilling. Door de begrensde interne houdbaarheid van producten heerst het idee dat hogere voorraden leiden tot meer verspilling omdat de vraag niet voldoende zal zijn om de producten voor de (interne) houdbaarheidsdatum te verkopen. In oplossingen moet een controle plaatsvinden die rekening houdt met deze verspilling, of anders gezegd: de maximale tijd dat een product op voorraad ligt moet gegeven de fillrate zo veel als mogelijk kleiner zijn dan de interne houdbaarheid.

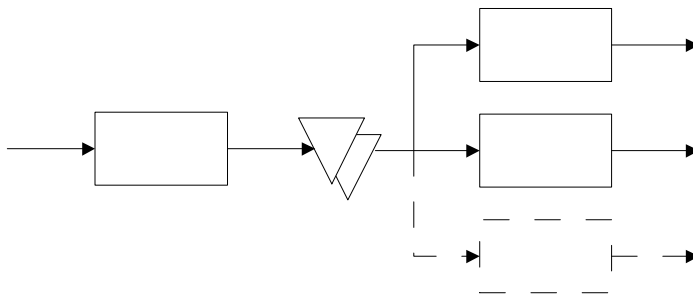
3.3.2 MTO-beleid

De orders voor MTO producten zijn over het algemeen van een lager volume (zie paragraaf 3.2.1). Dit maakt het mogelijk om een deel van de capaciteit te reserveren voor deze producten. Hoge variaties in de ordergrootte kunnen dan echter nog steeds voor problemen zorgen. Dit valt op te lossen door een buffer in de productiecapaciteit of de tijd te verwezenlijken (Soman, 2005). Met een buffer in de productiecapaciteit wordt een deel van de capaciteit gereserveerd voor de MTO producten. Een hoge variatie zorgt er dan voor dat relatief veel productiecapaciteit gereserveerd moet worden. Een buffer in de tijd zorgt ervoor dat er meer tijd beschikbaar is voor de productie van een MTO product zodat deze gedurende meerdere dagen of op een rustige dag geproduceerd kan worden. Het moet dan mogelijk zijn om te kunnen onderhandelen over leverdata als orders dusdanig groot zijn dat ze niet binnen normaal gestelde levertijden verwerkt kunnen worden. Dan kan het echter nog steeds voorkomen dat er orders binnen komen die niet geaccepteerd worden omdat er onvoldoende capaciteit is om de order te kunnen verwerken binnen de gewenste levertijd van de klant. Dit zullen in principe uitzonderingen zijn, want de capaciteit is in het algemeen vrij groot ten opzichte van de vraag en zal stijgen als er efficiënter gepland wordt.

3.3.3 Operational scheduling en control

Het operational scheduling en control niveau bestaat uit de taken en beslissingen die de tactischeplanning omvormen tot het daadwerkelijk produceren. Hier worden de schedules voor de productie opgesteld binnen de grenzen vanuit de strategische en tactische niveaus en wordt het daadwerkelijk produceren aangestuurd. Zoals reeds eerder gezegd bestaat dit niveau uit twee fasen, een offline (scheduling) en een online (control) fase. In de offline fase worden de te produceren productieorders verzameld en in een bepaalde volgorde op de schedules of dagprogramma's gezet. Dit is dan het startpunt voor een productiedag. Tijdens de online fase wordt de voortgang van productie continu gemonitord. Zo houdt men bij of het productieprogramma nog klopt. Tijdens de offline fase is er namelijk maar beperkte aandacht voor verstoringen zoals technische machinestoringen of voorraadtekorten van grondstoffen. Gedurende de productiedag moet het plan door deze verstoringen aangepast worden als de verwachte completeringstijd van de geplande orders niet meer binnen de geplande tijd dreigen te vallen. Het verschil tussen de offline en online fase is dat in de offline fase vóór de daadwerkelijke start van de periode een programma wordt samengesteld van die periode en er slechts beperkt rekening wordt gehouden met onverwachte gebeurtenissen. In de online fase worden gedurende deze periode aanpassingen verricht om deze gebeurtenissen te verwerken (Soman, 2005; Van Wezel, 2001).

Een belangrijk aandachtspunt bij operational control bij Johma is de afstemming tussen de mengafdelingen en de afvalafdelingen. Akkerman (2007) beschrijft het productieproces als volgt (Figuur 6).



Figuur 6: Productieproces met 2 fasen (Akkerman, 2007)

In de eerste fase vindt een batchproces plaats. Het verdelen in batches kan noodzakelijk zijn omdat tussen batches een schoonmaak nodig is of om technische redenen. De technische reden komt voort uit het feit dat er tussen de twee productiefasen een overgang van continue naar discrete producten plaatsvindt. Het continue proces uit de eerste productiestap wordt in batches opgedeeld om zo de verschillende afval/inpaklijnen te bedienen. Een batchgrootte hangt dan af van de technische capaciteit

van de verwerkingsmachine (namelijk de menger op de husa/kasa-afdeling in het geval van Johma). Vervolgens komen deze batches in een tussentijdse opslag die beperkt is in ruimte (het aantal ketels om productiebatches op te slaan). Tevens is de tussentijdse opslag in opslagtijd beperkt. De meeste producten moeten binnen een bepaalde tijd verwerkt worden tot definitief ingepakt product in de tweede fase, omdat de producten in deze tussenopslag meer onderhevig zijn aan kwaliteitsschommelingen of zelfs bederving. In het geval van Johma speelt dit niet bij de gebruikelijke producten. Zolang de producten op dezelfde dag worden afgevuld en ingepakt is er geen sprake van kwaliteitsverlies. De opslagruimte is de belangrijkste beperking voor producten in de buffer. Bij OK-producten speelt de opslagtijd wel een grotere rol. Deze producten zijn eerder aan bederving onderhevig, zo ook tijdens de tussentijdse opslag. Hierdoor is het belangrijk om deze producten niet te vroeg te verwerken in de eerste productiefase en vervolgens via een first-in, first-out (FIFO) systeem uit de tussenbuffer te halen. Via de FIFO regel worden de producten die als eerste in de tussenbuffer zijn gebracht er als eerste uitgehaald voor verdere verwerking.

We bespreken nu de twee dispatching regels voor het kiezen van de volgorde waarin er in de tweede fase geproduceerd moet worden die Akkerman (2007) behandelt. Deze dispatching regels zijn dus geschikt voor de overige producten. De dispatching regels zijn aantrekkelijk omdat ze relatief weinig informatiebehoefte hebben. De longest processing time (LPT) regel sorteert de producten in aflopende volgorde van bewerkingstijd. De shortest processing time (SPT) regel sorteert de producten juist in oplopende volgorde. Dus het product met de langste productietijd respectievelijk de kortste productietijd wordt als eerste gekozen uit de buffer. De uitwerking van deze regels valt uit te leggen in blokkeringseffecten en stilstanden. Blokkering treedt op in de eerste fase. Dit houdt in dat het proces gereed is, maar dat er geen lege opslagtank beschikbaar is om de inhoud van de machine te legen. Het product blijft in de menger totdat er een lege tank beschikbaar komt. Stilstanden vinden plaats op de lijnen in de tweede fase. De lijn is gereed om te produceren, maar het product is niet aanwezig in de tussenbuffer.

In principe zorgt de SPT regel voor het zo snel mogelijk leegmaken van tanks uit de tussenbuffer en voorkomt hiermee blokkering van het proces in de eerste fase. De lijnen zullen in het algemeen vaker moeten wachten op input en zo zal er dus meer stilstand in de tweede fase optreden. De LPT regel zorgt voor minder stilstanden van de verpakkinglijnen, maar doordat de lijnen langer doen over het leegmaken van de tanks zal er in het algemeen vaker blokkering van het proces in de eerste fase optreden.

3.4 Taakverdeling en Informatieverwerking

Duidelijke taakverantwoordelijkheden en communicatie tussen verantwoordelijken zijn nodig om te zorgen dat processen soepel verlopen. Tevens dient de juiste informatie aanwezig te zijn alvorens beslissingen worden genomen. Deze punten vormen het onderwerp van deze paragraaf. Deze paragraaf legt aan de hand van theorie van Van Wezel (2001) uit waarom snelle verwerking van gebeurtenissen belangrijk is en hoe dit gerealiseerd kan worden.

3.4.1 Flexibiliteit

In de laatste jaren is de omgeving van de voedingsmiddelenindustrie aanzienlijk veranderd. De detailhandel is zich bijvoorbeeld meer gaan concentreren in grote organisaties die hierdoor veel onderhandelingsmacht hebben. De producenten moeten daardoor aan hogere vereisten op het gebied van kwaliteit, flexibiliteit en prijs voldoen. Van Wezel (2001) verwijst naar de volgende vijf condities die een verhoogde eis leggen op de flexibiliteit van producenten:

- Variabiliteit in de vraag
- Kortere life-cycles van producten en technologieën
- Een grotere verscheidenheid aan producten
- Toegenomen customization
- Eis naar kortere levertijden

De detailhandel eist zo klein mogelijke leveringen binnen een korte levertijd zodat zij zo min mogelijk voorraadrisico's lopen. De procesvoorwaarden vereisen in principe meer zekerheid zodat in grote efficiënte batches kan worden geproduceerd, maar door de eisen van de klant is dit niet altijd mogelijk. Behalve de flexibiliteit die uit het proces kan worden gehaald is er ook de flexibiliteit vanuit de organisatie van met name de planningsomgeving. Met flexibiliteit van het planningsproces wordt hier bedoeld het zo snel als mogelijk kunnen verwerken van een groot aantal verschillende klantverzoeken. Deze verzoeken of gebeurtenissen verstoren de basis, waarop een plan en schedule zijn gecreëerd. Deze gebeurtenissen zijn onder andere de volgende:

- Nieuwe order
- Verandering van bestaande order
- Stockouts van grondstoffen of verpakkingen
- Blokkades door kwaliteitsproblemen
- Korte machine stops
- Technische storingen

Van Wezel (2001) noemt de volgende mogelijke reacties na het ontstaan van één van bovenstaande gebeurtenissen.

1. We weten niet wat voor inspanning nodig is om de gevolgen van deze gebeurtenis te beoordelen.
2. De inspanning om alle mogelijke gevolgen van deze gebeurtenis te beoordelen is te groot.
3. De inspanning is te accepteren, maar de benodigde tijd om alle mogelijke gevolgen van deze gebeurtenis te beoordelen is groter dan de 'lead time' (m.a.w. er kan niet op tijd een antwoord worden gegeven).
4. De gevolgen van het meenemen van deze gebeurtenis zijn te kostbaar.
5. De gebeurtenis wordt meegenomen omdat het rendabel is.

Natuurlijk zijn niet al deze antwoorden altijd mogelijk. Een technische storing gebeurt ook als het niet wenselijk is, maar wordt er ook nog op gereageerd door het plan te veranderen of wordt het plan gelaten zoals het is. Het streven is om zo veel mogelijk tot antwoorden te komen die zijn gebaseerd op een afweging van de mogelijke gevolgen van de gebeurtenis (reactie 4 of 5). Voorbeelden hiervan zijn het accepteren of afwijzen van een order omdat het rendabel respectievelijk te kostbaar is om de order in te plannen en de bestaande planning te herzien; of het herzien van een schedule na een storing om zo kosten of uitloop van orders te reduceren. Het volledig afwegen van gebeurtenissen zal in de praktijk niet altijd mogelijk zijn. Het dient dan in ieder geval duidelijk te zijn dat de inspanningen daadwerkelijk te groot zijn. Reactie 1 uit bovenstaande opsomming moet dus zeker voorkomen worden en antwoorden 4 en 5 zijn het doel voor alle gebeurtenissen.

Om dichterbij dit doel te komen is het nodig om de doorlooptijd van beslissingen te verlagen en de beslissingscapaciteit te vergroten. Met de doorlooptijd van een beslissing wordt de tijd tussen de gebeurtenis en het antwoord op deze gebeurtenis bedoeld. Deze tijd bestaat uit de daadwerkelijke verwerkingstijd, maar ook uit een wachttijd. Het kan bijvoorbeeld voorkomen dat een beslissing slechts één keer op een dag wordt genomen, of dat de benodigde informatie nog niet beschikbaar is. De beslissingscapaciteit valt uit te drukken als het aantal gebeurtenissen dat men kan verwerken. Dit hangt af van het aantal mensen dat deze gebeurtenis kan en mag verwerken, dit noemen we de taakverdeling. Tevens is de snelheid van de informatieverwerking van invloed op de snelheid van het beslissingsproces (als alles met de hand moet worden uitgerekend duurt het in het algemeen langer dan wanneer er computerondersteuning aanwezig is).

3.4.2 Taakverdeling

Een hiërarchische opdeling is, zoals behandeld in paragraaf 3.2, nodig omdat niet alle informatie aanwezig is op het moment dat een beslissing noodzakelijk is. Daarnaast kunnen planningsbeslissingen hiërarchisch opgedeeld worden, waardoor de hoeveelheid werk voor een individuele planner vermindert. Hiërarchisch plannen heeft echter ook nadelen met betrekking tot de flexibiliteit van het plannen (Van Wezel, 2001). Ten eerste kunnen betere oplossingen bestaan buiten de grenzen die zijn aangegeven door een hoger niveau. Ten tweede wordt aangenomen dat verschillende hiërarchische niveaus enigszins onafhankelijk zijn, maar een verandering in de omgeving kan er voor zorgen dat het plan op een hoog niveau niet meer klopt. Beslissingen nemen door de gehele hiërarchie kost weer extra informatieverwerkende capaciteit. Op welke wijze de informatieverwerkende capaciteit kan verhogen, bespreekt paragraaf 3.4.3. In deze paragraaf wordt de taakverdeling verder besproken.

Op de verschillende hiërarchische niveaus (strategisch, tactisch en operationeel), zijn er verschillende beslissingsnemers of taakverantwoordelijken. Gebeurtenissen op het operationele niveau die beslissingen nodig maken buiten de bevoegdheden op dit niveau moeten tijdig op een hoger niveau worden verwerkt. Dit betekent dat de beslissingsnemers op de hogere niveaus aanwezig moeten zijn en tijd vrij hebben om aandacht aan het verwerken van deze gebeurtenissen te besteden. Er moeten altijd als de verstoringen gebeurtenissen uit de opsomming in paragraaf 3.4.1 zich kunnen voordoen beslissingsbevoegden aanwezig zijn die met behulp van de juiste informatie de verantwoordelijkheid krijgen voor het verwerken van deze gebeurtenissen. Het is belangrijk dat mensen binnen het eigen hiërarchische niveau beslissingen nemen en niet proberen om beslissingen te nemen die buiten het niveau vallen. Om een volgelopen hiërarchie te voorkomen is het belangrijk om voldoende taken te delegeren, zodat beslissingen op lagere niveaus verwerkt kunnen worden en de hogere hiërarchische niveaus meer op uitzonderingen reageren. Met de taakverdeling valt dus met name de doorlooptijd en dan met name de wachttijd te verbeteren.

3.4.3 Informatieverwerkende capaciteit

De informatieverwerking voor een gebeurtenis of beslissing bestaat in principe uit twee delen. Als eerste moet een beslissingsnemer de benodigde informatie ophalen. Vervolgens moet dit verwerkt worden om op deze wijze een beslissing te kunnen maken met behulp van de informatie. Een voorbeeld is het ophalen van productieorders en vrije capaciteit uit een database en vervolgens de productieorders schedulen op een productiemachine (Van Wezel, 2001).

De benodigde informatie kan voortkomen uit de volgende informatiedragers:

- Computersystemen: bijvoorbeeld databases. De informatie is direct toegankelijk voor bevoegden en meestal eenvoudig binnen te halen in andere computer software.
- Papier: bijvoorbeeld gefaxte of geprinte documenten. Als er verdere verwerking via de computer plaatsvindt moet de informatie handmatig ingegeven worden.
- Mensen: bijvoorbeeld directe collega's van de beslissingnemer. De informatie wordt mondeling gecommuniceerd tussen de betrokkenen. Ook deze informatie moet handmatig ingegeven worden in computersystemen.

Het automatisch overnemen van informatie tussen verschillende computersystemen is ongevoelig voor menselijke fouten zoals die aanwezig zijn bij het handmatig intypen zoals bij de andere twee informatiedragers. Hiernaast is het sneller als de informatie automatisch verbonden is dan wanneer alles overgetypt moet worden. Communicatie tussen mensen is ook onderhevig aan verschillende interpretaties die mensen kunnen geven aan uitdrukkingen. Deze onderhevigheid aan interpretatieverschillen speelt met name bij mondelinge communicatie zoals deze plaatsvindt tussen menselijke informatiedragers, maar ook bij de andere twee vormen van informatiedragers bestaan risico's van interpretatieverschillen.

Informatie valt verder te beschrijven volgens vier aspecten:

- Gemak van verkrijging: is de informatie snel te verkrijgen of moet men eerst bij elke productielijn de huidige status noteren.
- Tijdigheid: is alle informatie voor de verwerking aanwezig of komt er tijdens het verwerkingsproces nog informatie binnen.
- Zekerheid: is de informatie zeker of kan deze nog enigszins variëren van de opgegeven waarde, zo ja hoeveel kan de afwijking zijn.
- Stabiliteit: is het mogelijk dat de informatie nog verandert gedurende het verwerkingsproces.

Het streven is naar een situatie geschikt voor perfecte informatiebeschikbaarheid. In zo'n situatie zal de informatie gemakkelijk te verkrijgen zijn, altijd op tijd beschikbaar zijn, zo goed als zeker zijn en stabiel zijn. In deze situatie kunnen verantwoordelijken de beslissingen goed geïnformeerd uitvoeren. Met name het gemak van verkrijgen en de tijdigheid van informatie vallen te verbeteren door middel van meer geïntegreerde computersystemen. Door rechtstreeks de data te meten vanaf de productievloer, magazijnen en dergelijke, en dit op te slaan in databases wordt het steeds makkelijker om de informatie te verkrijgen en ook zal de informatie op tijd aanwezig zijn. Zekerheid en stabiliteit zijn altijd onderhevig

aan enige schommelingen door veranderende situaties, maar met meer geïntegreerde systemen zal ook deze variatie inzichtelijk worden gemaakt.

Door de informatieverwerkende capaciteit te vergroten zullen de doorlooptijd en de beslissingscapaciteit toenemen. Gebeurtenissen kunnen sneller worden verwerkt, wat de doorlooptijd zal vergroten. Hiernaast zorgt een grotere informatieverwerkende capaciteit, bijvoorbeeld door middel van meer computer ondersteuning, voor een grotere hoeveelheid gebeurtenissen die verwerkt kan worden.

3.5 Lean Manufacturing

Omdat er binnen Johma veel aandacht is voor lean manufacturing bespreekt deze paragraaf deze productiefilosofie. Eerst bespreekt paragraaf 3.5.1 de algehele lean gedachte. Vervolgens is er in paragraaf 3.5.2 aandacht voor één techniek: het zogenaamde kanbansysteem, omdat deze momenteel de operationele aansturing op de productievloer verzorgt.

3.5.1 De lean gedachte

Lean manufacturing (Womack et al., 1990) is een productiefilosofie die voortkomt uit het productiesysteem van Toyota. Een productiefilosofie is een manier van denken binnen de gehele organisatie. De lean gedachte heeft een focus op de reductie van verspilling in al zijn soorten. Tevens probeert het de flow of het vloeiend verlopen van het werk door het systeem te verbeteren. Er is een aantal technieken of instrumenten om de verspilling te verminderen en de flow te verbeteren. De door Johma gebruikte technieken zijn de volgende:

- QPS: Quality Process System; dit bestaat uit het zo goed mogelijk beschrijven van de verschillende werkzaamheden zodat er standaard werkinstructies komen. Deze zorgen er in principe voor dat iedereen op dezelfde manier werkt en dus ook dezelfde kwaliteit kan leveren.
- QCO: Quick Changeover; via deze weg moet het productiesysteem flexibel worden, het moet snel kunnen schakelen tussen verschillende producten. Dit valt te realiseren door de ombouwwerkzaamheden te verminderen en een standaardwerkwijze voor de ombouw te ontwikkelen.
- 5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke; dit zijn vijf Japanse woorden voor de activiteiten die een georganiseerde en schone werkomgeving tot stand brengen. Vrij vertaald naar het Nederlands zijn dit de volgende begrippen:
 - Scheiden: Onderscheid maken tussen noodzakelijke en overbodige voorwerpen
 - Schikken: Opbergen van de benodigde voorwerpen op een systematische manier

- Schoonmaken: Het schoonmaken van de gehele fabriek en ook het vastleggen van regels, normen en verantwoordelijkheden
- Standardiseren: Het opstellen van standaardmethoden betreffende de vorige 3 S'en, maar ook betreffende werkmethoden (zie QPS)
- Stimuleren en in stand houden: Het borgen van de nieuwe manier van werken. Men moet niet afglijden naar de oude manier. Interne audits zijn een hulpmiddel hierbij.
- Visual factory: door middel van kleuren en lijnen zijn plekken in de fabriek toegewezen voor bijvoorbeeld afval of grijpvoorraden.
- OEE: Overall Equipment Effectiveness; geeft inzicht in de effectiviteit van machines en de redenen van een verminderde effectiviteit (zie bijlage 1 voor een verdere uitleg van de OEE)
- Kanban: een methode voor productiecontrole. Aangezien dit momenteel voor de operationele aansturing binnen Johma zorgt beschrijven we kanban verder in paragraaf 3.5.2.

De gehele lean gedachte is er dus op gericht om verspilling te verminderen. De volgende verspillingen worden veelal genoemd in de literatuur en ook binnen Johma (Dahlgaard & Dahlgaard-Park, 2006; Lehtinen & Torkko, 2005):

- Overproductie
- Niet noodzakelijke transporten
- Voorraden boven de minimaal nodige voorraad
- Wachttijden
- De productiemethode (afval en onnodige stappen)
- Defecten
- Niet waarde toevoegende bewegingen
- Geen gebruik maken van het intellect van alle mensen

De eerder genoemde technieken richten zich op één of meerdere van deze verspillingen. Kanban wordt gezien als de techniek om het proces soepel te laten verlopen. De volgende paragraaf ligt het kanban systeem verder toe.

3.5.2 Kanban

Kanban is Japans voor kaart of label. Het kanbankaartje werkt als een communicatiemiddel, of misschien beter gezegd een autorisatiemiddel, binnen een productiesysteem. Door het uitgeven van een kanbankaart geeft een werkstation aan een voorgaand werkstation de opdracht om een bepaald product te maken. In principe kan dit systeem werken vanaf het eindproductmagazijn en zo sturen op de marktvraag. Het

systeem werkt dan als volgt: als er een product uit het eindproductmagazijn wordt genomen krijgt het laatste werkstation een kanbankaart om deze voorraad weer aan te vullen. Dit werkstation neemt dan zijn benodigde input uit een tussenbuffer en stuurt een autorisatiekaart naar een voorgaand werkstation om deze tussenbuffer weer aan te vullen met dit product, et cetera. Voorgaande systemen kunnen dus enkel de tussenbuffer aanvullen als ze hiervoor een kanbankaart hebben ontvangen. Een kanbansysteem vereist een technisch flexibel productieproces en werkt het best in een relatief stabiele marktomgeving (Hopp & Spearman, 2000) omdat anders de eindproductvraag kan zorgen voor rennen en stilstaan in de fabriek. Het kanbansysteem legt een grens aan tussenvoorraden, dit helpt op zijn beurt productieproblemen te ontdekken en de focus op het oplossen van deze problemen (zoals storingen en lange omsteltijden) te leggen.

3.6 Conclusie

In dit hoofdstuk is de theorie besproken die kan helpen bij het verbeteren van de planning van de productieprocessen binnen Johma. Ten eerste kan theorie die zich meer richt op productie-efficiency helpen het proces te verbeteren. Door middels een (s,Q)-systeem grotere productiebatches te realiseren valt er efficiënter te produceren door het verminderen van omstelverliezen (in tijd en product). Ten tweede is er theorie besproken op het vlak van taakverantwoordelijkheden en informatieverwerking. Deze twee zaken kunnen tot onnodige spanningen en fouten leiden. De daadwerkelijke verbeterpunten binnen Johma worden besproken in het volgende hoofdstuk. Ten derde is de theorie over lean manufacturing behandeld. Deze productiefilosofie bestaat uit verschillende aanpakken met elk zijn voordelen en nadelen. Het kanbansysteem is momenteel het communicatiemiddel tussen de verschillende productieafdelingen binnen Johma. In het volgende hoofdstuk wordt de theoretische kant van het kanbansysteem vergeleken met het productiesysteem binnen Johma om zo aan te duiden of het terecht of onterecht in gebruik is.

4 Verbeterpunten voor tactische/operationele aansturing

In dit hoofdstuk komen de aanbevelingen aan bod die gedaan worden op basis van de beschrijving van de huidige situatie en de literatuurstudie. Als eerste beschrijft paragraaf 4.1 kort het kanbansysteem en de reden waarom dit systeem voor Johma niet tot een structurele oplossing kan leiden. Paragraaf 4.2 bespreekt de aanpak van de analyse voor de planningsactiviteiten. De MTS (s,Q)-strategie wordt in paragraaf 4.3 vergeleken met de daadwerkelijk gerealiseerde batches. Paragraaf 4.4 bespreekt de simulatie van de (s,Q)-strategie zodat duidelijk is wat de impact van deze strategie is met een variërende vraag. Paragraaf 4.5 behandelt de mogelijkheden met betrekking tot de MTO producten. Paragraaf 4.6 bespreekt de verbeterpunten voor de online en offline schedulingsactiviteiten. In paragraaf 4.7 komen de aanbevelingen betreffende taakverantwoordelijkheden en informatieverwerking aan bod. Tenslotte gaat paragraaf 4.8 kort in op een softwaresysteem dat ondersteuning kan bieden bij de uit te voeren taken omdat de huidige ondersteuning gering is.

4.1 Kanban

Eén van de belangrijkste condities bij kanban is een flexibel proces met geringe omsteltijden en storingsen. Het kanbansysteem zorgt voor kleinere tussenbuffers. De kleinere tussenbuffers helpen de knelpunten in het productiesysteem te ontdekken. Het is echter zeer duidelijk dat binnen Johma de omstel- en opstarttijden van de aardappelafdeling niet aanzienlijk te reduceren zijn, dit is dus een gegeven waarmee gewerkt dient te worden. Tevens heeft de husa/kasa-afdeling een continue input vanaf de inflexibele aardappelafdeling en hierdoor is het niet mogelijk om enkel op aanvraag te produceren. Een kanban besturingssysteem lijkt hier dus niet op zijn plaats. Daarnaast vinden momenteel nog veel verstoringen van het proces plaats en hoewel de literatuur claimt dat middels kanban de focus op de juiste problemen komt te liggen, zorgen de verstoringen tot die tijd voor verdere onwerkbaar situaties met het kanbansysteem. Het kanbansysteem is dus niet op zijn plaats in het proces van de aardappelhoudende salades. Voor de niet-aardappelhoudende salades, die middels een discontinu systeem worden gemengd, is het systeem beter op zijn plaats. De focus van het verslag ligt echter op de aardappelhoudende salades en we zullen in de volgende paragrafen dan ook aanbevelingen geven buiten het gebied van een kanbansysteem.

4.2 Aanpak

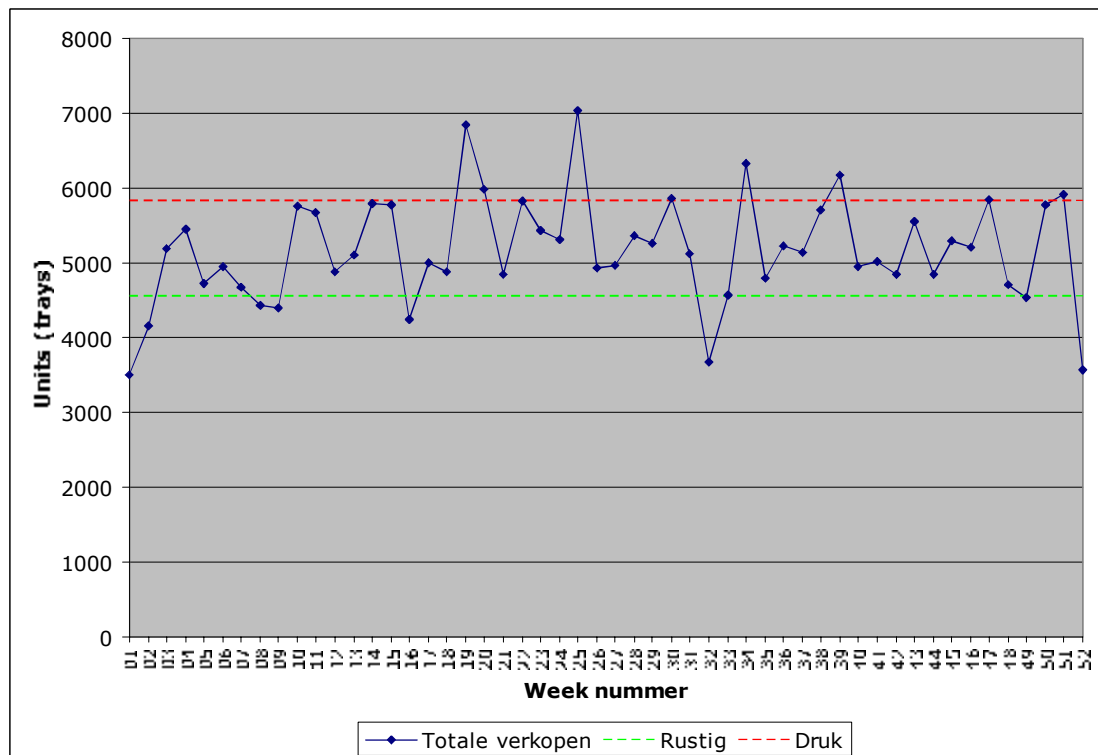
Deze paragraaf behandelt de aanpak van de analyse in de volgende paragraaf. Het doel van de analyse is de gevolgen te onderzoeken van het produceren in grotere (efficiëntere) batches. De batchgrootte wordt berekend middels de ELSP berekening van Soman (2005) en de EOQ berekening (Silver et al., 1998).

De ELSP berekening van Soman (2005) geeft een basisperiode voor alle producten en per product wordt bepaald of het elke basisperiode geproduceerd moet worden of één keer per een meervoud van deze basisperiode. Om de zoekruimte voor een oplossing te beperken gebruikt Soman (2005) een beperkt aantal waarden om de factor voor het aantal basisperioden te bepalen. Bijvoorbeeld als de basisperiode 1 dag is, wordt het product elke dag, één keer in de twee dagen, één keer in de vier dagen, enzovoorts geproduceerd. De batchgrootte die deze berekening per product oplevert, wordt gebruikt binnen het (s,Q)-systeem (Silver et al., 1998).

De EOQ berekening geeft een batchgrootte per product. Deze batchgrootte kan direct als de Q-waarde binnen het (s,Q)-systeem gebruikt worden. Er is echter een maximum gesteld aan deze batchgrootte vanwege de houdbaarheid van producten. Het maximum is de verwachte vraag gedurende de interne houdbaarheid min twee dagen. De aftrek van twee dagen zorgt ervoor dat er niet met de grenswaarde van de interne houdbaarheid wordt gewerkt, aangezien dit het risico van verspilling van eindproduct zou vergroten. Een aftrek van meer dan twee dagen zorgt voor een laag maximum, vooral bij producten met een korte interne houdbaarheid. Bij een product met zes dagen houdbaarheid valt bij een aftrek van drie of meer dagen de helft van de vraag weg. Het doel van het (s,Q)-systeem is grotere batches realiseren dus deze buffer tegen verspilling moet niet te groot worden. De interne houdbaarheid min één dag als maximum stellen zorgt voor meer verspilling dan bij twee dagen aftrek. Gevoelsmatig, aansluitend bij de bestaande angst voor verspilling binnen Johma, is twee dagen aftrek gekozen.

Omdat Johma met seizoensafhankelijke producten werkt en de vraag gedurende het jaar dus niet gelijk is, is gekozen om een opdeling te maken in rustige, normale en drukke perioden. Voor elk van deze perioden zijn de ELSP en EOQ berekeningen uitgevoerd en is de s-waarde bepaald. Zo wordt bijvoorbeeld de s_{rustig} waarde gebruikt wanneer de voorspelde vraag beneden de grens rustig-normaal ligt. Een analyse van de vraag van vijf producten wijst uit dat het stellen van de grenzen rustig-normaal en normaal-druk op de waarde waar 15% van de vraag onder respectievelijk boven deze waarde ligt goed toepasbaar is. Dit noemen we de 15%-regel. Figuur 7 geeft de vraag van een product en de grenzen volgens de 15%-regel weer. De grootste pieken vallen boven de grens voor een drukke periode. De uitschieters naar onderen worden tot een rustige periode gerekend gegeven de grens voor rustige

perioden. Een aantal producten vertoont dezelfde resultaten, de uitschieters worden met de 15%-regel namelijk tot rustige of drukke perioden gerekend. Per product is het mogelijk om deze grens beter passend te kiezen. Voor de overzichtelijkheid is echter gekozen om de 15%-regel bij alle analyses te gebruiken.



Figuur 7: Vraag naar artikel per week met de grenzen gekozen volgens de 15%-regel

Binnen Johma zijn er tevens verschillende productgroepen te identificeren. In dit onderzoek zijn vijf productgroepen geïdentificeerd en gebruikt, namelijk de volgende:

- Hardlopende producten: de hardlopende producten hebben het gehele jaar door een hoge afzet. Het kan zijn dat tijdens de zomerperiode de afzet verder stijgt, maar ook buiten de zomerperiode is de vraag groot.
- Continue producten: deze producten hebben gedurende het hele jaar een relatief gelijkblijvende vraag.
- Zomerproducten: dit zijn de producten die met name tijdens de zomer en met warm en droog weer goed verkocht worden.
- Feestdagproducten: deze producten kennen een piekvraag tijdens de nationale feestdagen.

- Langzaamlopende producten: van deze producten worden het gehele jaar door relatief kleine aantallen uitgeleverd.

De Q-waarden die zijn berekend via de ELSP en EOQ methoden worden gebruikt om de s-waarde te berekenen in de rustige, normale en drukke perioden. De s-waarde bestaat uit de verwachte vraag gedurende de leadtime en een veiligheidsvoorraad. De veiligheidsvoorraad is zo gekozen dat 99% van de totale vraag direct uit voorraad kan worden geleverd. Er is voor 99% gekozen omdat dit momenteel ook de fillrate is waar Johma naar streeft. De overgebleven 1% wordt aangeduid als Out of Stock (OoS), er is niet genoeg voorraad om aan de vraag te voldoen. Het bestelpunt s ligt vast voor de rustige, normale en drukke perioden. De batchgrootte Q wordt berekend op basis van de voorspelling van de vraag voor de komende week. De basis van de berekeningen is de vraag per product uit 2006.

De tabellen in paragrafen 4.3 en 4.4 geven de gemiddelde waarden per productcategorie weer. In de bijlagen staan de resultaten per product volledig weergegeven en hier zijn ook de betrouwbaarheidsintervallen voor de simulatie te vinden. De gemiddelden in de tabellen zijn grotendeels gewogen gemiddelden om vertekening door verschillen in simulatielengtes te voorkomen. Deze weging is als volgt:

- Gemiddeld aantal productiebatches: het normale gemiddelde van de producten uit de categorie.
- Gemiddelde batchgrootte: gewogen gemiddelde met het aantal producties per product als weging.
- Gemiddeld OoS-percentage: het OoS-percentage is gewogen met de totale vraag als wegingsfactor, in de veronderstelling dat een percentage OoS van een product met een hoge vraag zwaarder moet meetellen dan het percentage van een product met een lagere vraag.
- Gemiddeld percentage verspilling: het percentage verspilling is ook gewogen met de totale vraag als wegingsfactor.

In deze paragraaf is de basis van de analyse beschreven in de volgende paragrafen volgen de uitwerking en waar nodig een verdere beschrijving.

4.3 (s,Q)-planning op basis van de werkelijke vraag

Deze paragraaf behandelt de (s,Q)-strategie in vergelijking met de werkelijk gerealiseerde productiebatches. Op basis van de vraag uit 2006 zijn in Excel de grenswaarden voor een rustige, normale en drukke perioden bepaald. Tevens zijn de bijbehorende s-waarden per periode berekend op

basis van de Q-waarden die uit de ELSP en EOQ berekeningen met de gemiddelde vraag komen. De vergelijking van de werkelijk gerealiseerde productiebatches met de theoretische batches volgens de (s,Q)-strategie gebeurt aan de hand van de vraag uit 2007 over een periode van 25 weken. De bepaling of een periode rustig, normaal of druk is, gebeurt aan de hand van de daadwerkelijk voorspelde weekvraag.

De (s,Q)-methode werkt in principe op basis van voorspelde vraag. Het is voor Johma dus belangrijk om de voorspellingen te verbeteren zodat de methode beter tot zijn recht komt. In eerste instantie levert het verstandig kiezen van voorraadniveaus en batchgroottes efficiëntievoordelen in het proces. Zo zijn er minder omstellingen op de afvullijnen en dit zal de verspilling van tussenproduct verminderen in vergelijking met de huidige situatie. Hiernaast zorgen de productwissels gemiddeld over alle lijnen voor ongeveer 6% stilstand van de totale bedrijfstijd (zie bijlage 3). Na de pauzes is dit het grootste aandeel van stilstanden.

De volgende paragrafen laten zien hoe een (s,Q)-strategie kan bijdragen aan het verminderen van het aantal productwissels. Bijlage 5 tot en met 9 geven de volledige resultaten van de analyse per productcategorie. De volgende paragrafen beperken zich tot de belangrijkste punten namelijk het gemiddeld aantal productiebatches, de gemiddelde batchgrootte en de gemiddelde percentages Out of Stock en verspilling. De tabellen in de volgende subparagrafen geven de gemiddelde waarden per productcategorie. De gemiddelden in de tabellen zijn grotendeels gewogen gemiddelden om vertekening door verschillen in simulatielengtes te voorkomen. Deze weging is als volgt:

- Gemiddeld aantal productiebatches: het normale gemiddelde van de producten uit de categorie.
- Gemiddelde batchgrootte: gewogen gemiddelde met het aantal producties per product als weging.
- Gemiddeld OoS-percentage: het OoS-percentage is gewogen met de totale vraag als wegingsfactor, in de veronderstelling dat een percentage OoS van een product met een hoge vraag zwaarder moet meetellen dan het percentage van een product met een lagere vraag.
- Gemiddeld percentage verspilling: het percentage verspilling is ook gewogen met de totale vraag als wegingsfactor.

Deze weging is hetzelfde voor de tabellen in paragraaf 4.4.

4.3.1 Selectie van producten

Alle aardappelsalades hebben we aan de hand van twee criteria getest om te bepalen of ze geschikt zijn voor een (s,Q)-strategie. Deze twee criteria zijn de interne houdbaarheid van de producten en de variatie in de voorspellingsfouten. Ten eerste moet een product voldoende lang houdbaar zijn om deze op voorraad te kunnen produceren. Er is gekozen voor een grens van 6 dagen zodat het mogelijk is het product maximaal 2 keer in de week te produceren. Producten met een lagere houdbaarheid zullen bij een dagelijkse vraag vaker geproduceerd moeten worden. Ten tweede is er een grens met betrekking tot de variatie in de voorspellingsfouten. Als deze variatie zeer groot is, betekent dit dat de vraag naar dit product lastig te voorspellen is. Bij een lagere variatie valt de vraag beter te voorspellen. Een voorwaarde voor een goede (s,Q)-strategie is dat de vraag goed te voorspellen is. Als de vraag voor de volgende week namelijk niet goed inzichtelijk is, onder- of overschat men de productielast voor die week. In bijlage 4 zijn de aardappelsalades te vinden waar de benodigde informatie van bekend is en die voldoen aan beide criteria en is aangegeven welke producten in de analyse van een productcategorie zijn gebruikt. In totaal is 48% van het volume van aardappelsalades geschikt voor de analyse. Dit zijn 42 producten met een totaalvolume van meer dan 8 miljoen kilogram per jaar.

4.3.2 Hardlopende producten

Bijlage 5 bevat de volledige resultaten van de analyse van de hardlopende producten.

Hardlopende producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	60,7	126,2	n.v.t.	2132	n.v.t.	2,16%	0,00%
EOQ	31,7	65,9	47,8%	3979	86,7%	0,73%	0,10%
ELSP	28,0	58,2	53,8%	4563	114,1%	2,30%	0,72%

Tabel 2 vat de belangrijkste gegevens samen.

Hardlopende producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	60,7	126,2	n.v.t.	2132	n.v.t.	2,16%	0,00%
EOQ	31,7	65,9	47,8%	3979	86,7%	0,73%	0,10%
ELSP	28,0	58,2	53,8%	4563	114,1%	2,30%	0,72%

Tabel 2: Samenvatting van de data van hardlopende producten (zie bijlage 5)

Beide berekenmethoden voor de (s,Q)-strategie laten een aanzienlijke daling, namelijk een halvering, in het aantal batches zien en hiermee samenhangend een stijging in de batchgrootte. De verspilling van

eindproduct blijft bij beide methoden binnen 1% van de geleverde vraag. Het totaal aantal producten dat niet direct geleverd kan worden ligt bij de daadwerkelijk geproduceerde batches op 2,16%. De EOQ methode kan slechts 0,73% niet direct leveren, meer dan een halvering van het daadwerkelijke aantal. De ELSP methode kan net een aantal producten minder direct uit voorraad leveren dan in de huidige situatie. Een analyse naar de oorzaak hiervan laat zien dat één product hiervan de grootste oorzaak is met 3,6% OoS bij de ELSP methode. Ongeveer de helft van het aantal producten dat niet direct uit vraag kan worden geleverd ligt bij dit product in één week. Deze week is als rustig voorspeld maar de werkelijke vraag valt binnen het normale niveau. Zonder de producten OoS van deze week mee te rekenen ligt het gemiddelde percentage OoS voor de ELSP methode op 1,5%. De EOQ methode heeft ook in deze week een aantal producten OoS, maar de EOQ methode is robuuster in dit geval en realiseert een lage verspilling bij een verbeterde fillrate.

De (s,Q)-strategie behaalt zijn doel in deze productcategorie. Het is echter wel noodzakelijk om de s- en Q-waarden juist te kiezen en in dit geval presteert de EOQ berekening het beste.

4.3.3 Continue producten

Bijlage 6 laat de volledige resultaten zien van de analyse van de producten met een continue vraag.

Continue producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	48,3	100,5	n.v.t.	1754	n.v.t.	16,24%	0,08%
EOQ	17,0	35,4	64,8%	3323	89,4%	1,90%	4,08%
ELSP	21,3	44,4	55,9%	2724	55,2%	1,09%	5,20%

Tabel 3 geeft de belangrijkste data weer.

Continue producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	48,3	100,5	n.v.t.	1754	n.v.t.	16,24%	0,08%
EOQ	17,0	35,4	64,8%	3323	89,4%	1,90%	4,08%
ELSP	21,3	44,4	55,9%	2724	55,2%	1,09%	5,20%

Tabel 3: Samenvatting van de data van continue producten (zie bijlage 6)

Bij deze productcategorie wordt het aantal productiebatches meer dan gehalveerd en dus stijgt de batchgrootte. Het voorraadtekort van meer dan 16% gegeven de werkelijke productiebatches is hoger dan het daadwerkelijk gerealiseerde percentage OoS. De schedules zoals deze de dag voor productie zijn

vrijgegeven zijn de basis van de gegevens voor de werkelijke productiebatches. In dit geval zal regelmatig in de loop van de dag een batch zijn verhoogd. Omdat de (s,Q)-strategie in deze analyse niet door menselijk handelen kan worden aangepast zijn deze veranderingen ook niet meegenomen voor de werkelijke situatie. De hogere waarden van OoS en verspilling bij de EOQ methode komen voort uit slechte voorspellingen.

De EOQ berekening en de ELSP berekening presteren bij deze productcategorie aanzienlijk beter dan de huidige methode. De verspilling stijgt, maar de fillrate stijgt van minder dan 84% tot meer dan 98%. Binnen deze categorie is de afweging tussen fillrate en verspilling te zien. Er valt een verbeterde fillrate te krijgen door ongeveer 1,1% meer verspilling te accepteren.

4.3.4 Zomerproducten

De volledige resultaten van de zomerproducten staan in bijlage 7.

Zomer-producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	50,3	104,7	n.v.t.	1339	n.v.t.	2,86%	0,12%
EOQ	23,0	47,8	54,3%	2892	116,0%	3,11%	0,91%
ELSP	29,3	61,0	41,7%	2417	80,5%	2,19%	7,87%

Tabel 4 bevat de belangrijkste data voor verdere bespreking.

Zomer-producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	50,3	104,7	n.v.t.	1339	n.v.t.	2,86%	0,12%
EOQ	23,0	47,8	54,3%	2892	116,0%	3,11%	0,91%
ELSP	29,3	61,0	41,7%	2417	80,5%	2,19%	7,87%

Tabel 4: Samenvatting van de data van zomerproducten (zie bijlage 7)

De (s,Q)-strategie geeft in deze categorie wederom een verlaging van het aantal batches en een verhoging van de batchgrootte. De (s,Q)-strategie met een EOQ berekening scoort qua levering uit voorraad in dezelfde orde van grootte als de werkelijke waarde (rond 3%). De verspilling is in kleine mate gestegen tot 0,91%. De ELSP methode zorgt voor een mindere verlaging van het aantal batches en voor aanzienlijk meer verspilling van eindproduct. De oorzaak van deze hoge verspilling ligt bij één product met een verspilling van 24%. Bijna al deze verspilling (op 0,1% na) doet zich voor in één week. Deze week is als een drukke week voorspeld, maar kent alleen op de maandag een zeer grote vraag. Door

de vraag in de rest van de week komt de voorraad bij de ELSP methode twee maal onder s_{druk} en wordt er tweemaal een grote batch geproduceerd. Bij de EOQ methode ligt het voorraadniveau voor deze week hoog genoeg om de producten te leveren zonder beneden s_{druk} te komen. Er is geen productie bij de EOQ methode en dus ook geen hoge verspilling zoals bij de ELSP methode. Zonder deze verspilling scoort de ELSP methode in deze categorie een gemiddeld percentage verspilling van 0.8%.

Binnen de categorie van zomerproducten kan een zelfde OoS percentage worden behouden met een meer dan verdubbelde batchgrootte. De (s,Q)-strategie realiseert hier grotere productiebatches en minder productiemomenten bij een gelijkblijvend OoS percentage.

4.3.5 Feestdagproducten

Bijlage 8 toont de resultaten van de analyse van de productcategorie feestdagproducten.

Feestdag-producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	58,0	120,6	n.v.t.	1115	n.v.t.	7,75%	0,00%
EOQ	21,7	45,1	62,6%	3256	191,9%	2,60%	9,73%
ELSP	21,3	44,4	63,2%	3343	199,8%	5,12%	12,79%

Tabel 5 toont een overzicht van de belangrijkste data.

Feestdag-producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	58,0	120,6	n.v.t.	1115	n.v.t.	7,75%	0,00%
EOQ	21,7	45,1	62,6%	3256	191,9%	2,60%	9,73%
ELSP	21,3	44,4	63,2%	3343	199,8%	5,12%	12,79%

Tabel 5: Samenvatting van de data van feestdagproducten (zie bijlage 8)

Buiten de feestdagen om kennen deze producten een lage goed te voorspellen vraag. Voor een feestdag stijgt de vraag enorm en is de vraag moeilijker te voorspellen. Toch kan er in de huidige situatie 0% verspilling worden gerealiseerd. Dit komt waarschijnlijk door de interne houdbaarheid van twee weken van deze producten. Na feestdagen is er geen of slechts in geringe mate productie en wordt de klant uit voorraad beleverd waardoor producten niet over de interne houdbaarheidsdatum komen.

Binnen deze categorie zijn de daling en stijging in het aantal productiebatches respectievelijk de batchgrootte groot bij een (s,Q)-strategie. Het aantal producties met een (s,Q)-strategie is meer dan de

helft minder en de productiebatches zijn gemiddeld drie keer zo groot. De feestdagproducten scoren echter slecht in verspilling en fillrate. Dit is voor de (s,Q)-methode te verklaren door het feit dat deze de feestdagen niet zien aankomen. De vraag is een week voor de feestdag ineens extreem hoog en na de feestdag laag. Hier wordt echter niet automatisch rekening meegehouden in het voorraadniveau. Op deze wijze is de voorraad aan het begin van de week laag en moet er veel geproduceerd worden en treden er out of stock momenten op. Na de feestdag is de voorraad nog hoog en is er veel verspilling. Door anderhalve week rondom een feestdag niet mee te rekenen zijn de resultaten als in tabel 6.

Feestdag-producten (zonder)	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	52,3	108,9	n.v.t.	1180	n.v.t.	9,44%	0,00%
EOQ	19,0	39,5	63,7%	2569	117,7%	1,68%	0,67%
ELSP	19,3	40,2	63,1%	2309	95,6%	1,84%	3,53%

Tabel 6: Samenvatting van de data van feestdagproducten zonder invloed feestdag (zie bijlage 8)

Bij deze producten is zeker rondom de feestdagen interventie nodig van een planner. Buiten de feestdagen om levert een (s,Q)-strategie een hogere fillrate met meer dan een verdubbeling en halvering van de batchgrootte respectievelijk het aantal producties. De EOQ methode presteert het beste in deze categorie met ook nog eens slechts 0,67% verspilling.

4.3.6 Langzaamlopende producten

Bijlage 9 toont de resultaten van de analyse van de productcategorie met langzaamlopende producten.

Langzaamlopende producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	23,7	49,2	n.v.t.	167	n.v.t.	10,87%	1,46%
EOQ	16,7	34,7	29,6%	267	59,6%	10,25%	10,36%
ELSP	17,7	36,7	25,4%	249	48,6%	2,73%	14,14%

Tabel 7 geeft een samenvatting van deze data.

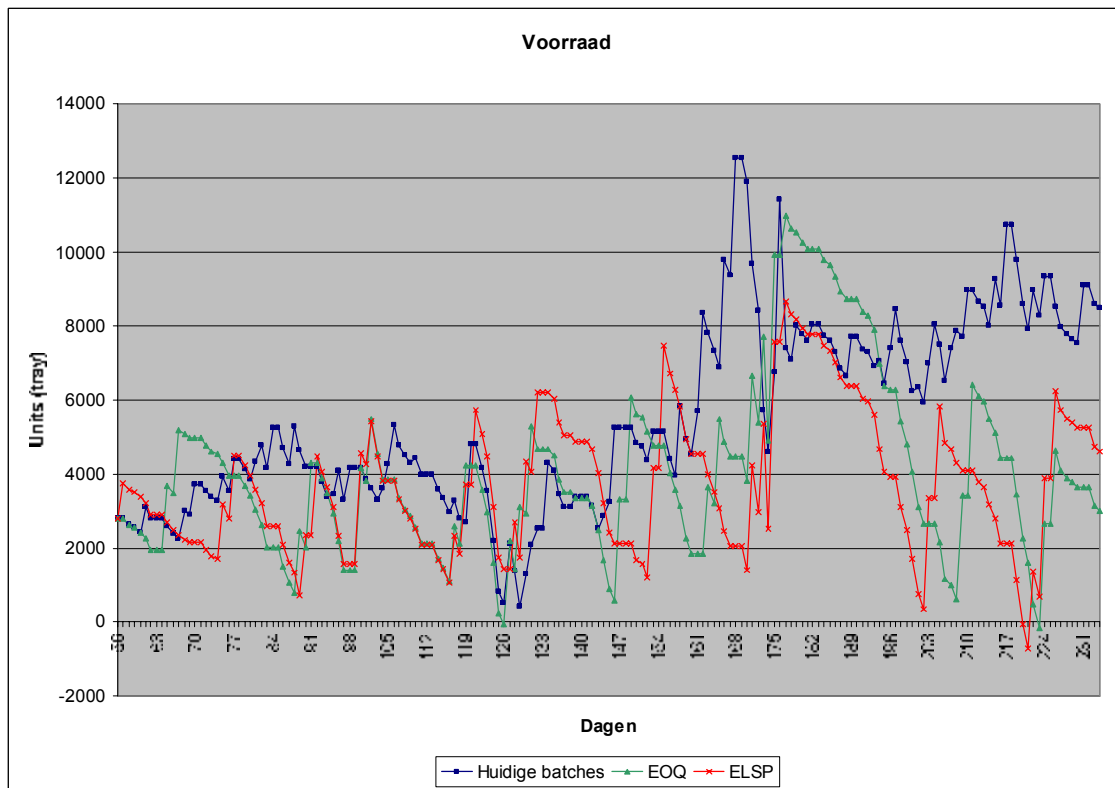
Langzaamlopende producten	Gemiddeld # productie-batches (25 weken)	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Daling # productie-batches	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Stijging batch-grootte	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
Huidig	23,7	49,2	n.v.t.	167	n.v.t.	10,87%	1,46%
EOQ	16,7	34,7	29,6%	267	59,6%	10,25%	10,36%
ELSP	17,7	36,7	25,4%	249	48,6%	2,73%	14,14%

Tabel 7: Samenvatting van de data van langzaamlopende producten (zie bijlage 9)

Binnen de categorie van langzaamlopende producten daalt met een (s,Q)-strategie het aantal producties tussen de 25% en 30%, maar bij andere productcategorieën ligt dit rond de 50% of hoger. De grootte van de productiebatches stijgt tevens niet zoals bij de andere categorieën. Bovendien scoort de (s,Q)-strategie binnen deze categorie slecht op het gebied van verspilling van eindproduct. Deze resultaten zijn overeenkomstig de theorie. In hoofdstuk 3 is besproken dat een MTS-strategie het best wordt toegepast op producten met een hoog vraagvolume. Voor de categorie met langzaamlopende producten is een andere productiestrategie nodig. De producten kunnen op order worden gemaakt of er kan worden gekozen om het voorraadbeheer handmatig uit te voeren.

4.3.7 Analyse

In alle categorieën met uitzondering van de categorie langzaamlopende producten lijkt de (s,Q)-strategie goed zijn werk te doen en het aantal productiebatches te verminderen en in grotere batches te produceren. Dit is belangrijk om efficiënt gebruik te maken van de productieprocessen. Het voorraadverloop wordt ook overzichtelijker en in veel gevallen dalen de verspilling en out of stock percentages. Het verschil in voorraadverloop is te zien in figuur 8. De (s,Q)-strategieën (groene en rode lijnen) zorgen voor een voorraad met het kenmerkende zaagtandpatroon. Tevens vermindert na een drukke periode de voorraad weer en zijn de punten van de zaagtanden minder hoog. De huidige manier van werken (de blauwe lijn) heeft na een drukke periode nog steeds een hoge voorraad en dit kan tot veel verspilling leiden als de vraag minder wordt. De waarde van de voorraad van de huidige methode kan verschillen van het werkelijke voorraadniveau. Dit komt doordat met behulp van vrijgegeven productieprogramma's is gewerkt. Op een productiedag worden soms wijzigingen doorgegeven betreffende de batchgrootte. Zo kunnen er meer of minder producten worden gemaakt dan aangegeven op het vrijgegeven productieprogramma. Dit betekent voor de waarden weergegeven in de bespreking in paragrafen 4.3.2 tot en met 4.3.6 dat de verspilling, Out of Stock hoeveelheden en de batchgroottes afwijken van de werkelijke waarden. Het aantal productiebatches komt overeen met de werkelijke waarde omdat bijna nooit batches volledig worden geschrapt.



Figuur 8: Voorraadverloop van een hardlopend product

De grotere productiebatches leiden tot minder omstellingen in het proces en daarmee de verspilling van tussenproduct. Het aantal productiebatches is met een (s,Q)-strategie minstens 50% lager dan het huidige aantal productiebatches. Hoofdstuk 5 komt terug op deze besparing.

De grotere batches en vermindering van omstellingen zorgen ervoor dat de afvullijnen minder productietijd nodig hebben voor een product in vergelijking met de huidige situatie. Aangezien er regelmatig een (te) volle tussenbuffer is tussen de mengafdelingen en de afvullijnen is dit gunstig. De buffer zal minder snel vol raken en hierdoor zal er minder stilstand zijn op afvullijnen van niet-aardappelhoudende salades omdat er minder snel sprake is van trechtertekorten (zie hoofdstuk 2). De afvullijnen die aardappelhoudende salades afvullen staan in de huidige situatie ook stil doordat er geen toevoer is van aardappelhoudende salades. De aardappellijn produceert momenteel vrijwel nooit op de maximum capaciteit. De reden hierachter is dat anders de trechters te snel vol raken. Op het moment dat de afvullijnen in minder tijd de trechters kunnen legen kan ook de capaciteit van de aardappellijn

omhoog. De capaciteit van de aardappellijn moet echter nooit veel hoger liggen dan de gezamenlijke capaciteit van de afvullijnen voor aardappelsalades.

De (s,Q)-strategie zoals deze tot nu toe is behandeld werkt autonoom. Er zullen echter regelmatig uitzonderingen zijn waarin de planners de batches moeten aanpassen (bijvoorbeeld voorafgaand aan een feestdag of tijdens zeer drukke weken). Een planner heeft verschillende mogelijkheden om deze uitzonderingen of probleemsituaties te ondervangen. Zo kan een batch bijvoorbeeld een dag worden uitgesteld en de vraag tot die tijd geleverd worden uit de nog aanwezige voorraad. Dit kan echter nog steeds niet alle problemen uit de weg helpen en dus blijft samenwerking met klanten en leveranciers belangrijk. Een (s,Q)-systeem neemt veel werkzaamheden weg bij de planner, maar er is constante monitoring nodig om in uitzonderingen snel te kunnen reageren.

In deze paragraaf is het (s,Q)-systeem vergeleken aan de hand van de werkelijke vraag. Het is echter zo dat de EOQ berekening voor s en Q soms de betere resultaten levert en soms de ELSP berekening. De volgende paragraaf behandelt de (s,Q)-strategie en beide berekenmethoden verder op basis van een simulatie. Het belangrijkste punt dat een simulatie realiseert is dat de afhankelijkheid van de vraag (in dit geval de werkelijke vraag) wordt opgeheven. Zo kan objectief worden beoordeeld of een (s,Q)-strategie geschikt is.

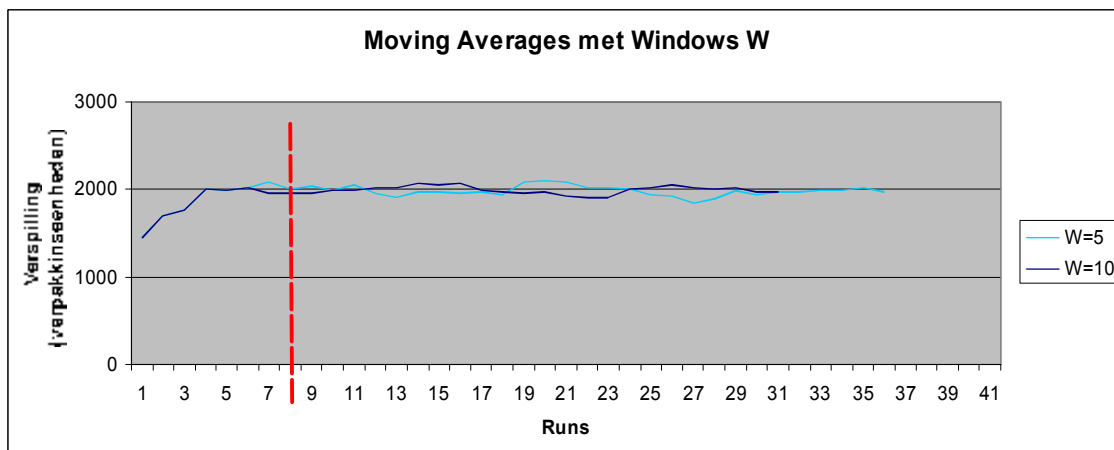
4.4 Simulatie van (s,Q)-planning

Deze paragraaf bespreekt de werkwijze en resultaten van de simulaties. De simulaties zijn uitgevoerd op dezelfde producten en verdeling in productcategorieën als in paragraaf 4.3. Per productcategorie staan de resultaten vermeld in bijlagen 10 tot en met 14, hier zijn ook de betrouwbaarheidsintervallen voor de simulatie te vinden. Paragraaf 4.4.1 behandelt de werkwijze en paragrafen 4.4.2 tot en met 4.4.6 behandelen de simulatie per productcategorie.

4.4.1 Werkwijze

Ten eerste is per product de vraag uit de jaren 2006 en 2007 geanalyseerd. Met een Chi²-test (Law & Kelton, 2000) is beoordeeld of de vraag voortkomt uit een gamma, exponentiële of normale verdeling (onbetrouwbaarheidsdrempel $\alpha=0,025$). De vraag van bijna alle producten valt te modelleren met een gamma verdeling, de vraag van één product via een exponentiële verdeling en de vraag van één product via een normale verdeling. Statistisch gezien is er geen reden om de gekozen verdeling van de vraag van een specifiek product niet te gebruiken.

Via Welch's grafische methode (Law & Kelton, 2000) is de warm-up periode bepaald. De warm-up periode wordt niet meegenomen in de verdere analyse. Door een aantal runs uit het begin van de simulatie weg te laten vallen, is afhankelijkheid van de startsituatie zoveel mogelijk uit te sluiten in de analyse. De grafiek in figuur 9 laat in het begin een sterke stijging zien. Deze beginruns verstoren de analyse. De rest van de grafiek verloopt min of meer constant rondom een waarde van 2000 verpakkingseenheden. Ook voor andere producten liggen beneden de 10 runs verstorende waarden. Er is gekozen om de warm-up period 10 runs te maken voor alle producten.



Figuur 9: Bepaling van de warm-up periode met Welch's grafische methode

Het aantal runs met een lengte van een jaar per product is bepaald via de methode voor bepaling van de nauwkeurigheid van de analyse uit Law & Kelton (2000). Voor alle producten is gewerkt met een relatieve fout (γ) van 0,1 en een betrouwbaarheid van 90% ($\alpha = 0,1$). Dit houdt in dat, bijvoorbeeld bij 100 runs met bijbehorende $(1 - \alpha =)$ 90% betrouwbaarheidsintervallen voor het gemiddelde, het berekende gemiddelde uit deze 100 runs hooguit 10% ($= \gamma$) afwijkt van het werkelijke (maar onbekende) gemiddelde. Vanuit twintig runs bepalen we via de methode uit Law & Kelton (2000) voor verspilling en het aantal producten Out of Stock het benodigde aantal runs om de gewenste betrouwbaarheid te verkrijgen. Het maximum van deze twee uitkomsten is gekozen als het aantal runs om zeker te zijn dat deze indicatoren in ieder geval de aangegeven betrouwbaarheid hebben. Het aantal runs per product om de gewenste betrouwbaarheid te verkrijgen ligt tussen de 190 en 500 met een gemiddelde van ongeveer 340.

De grenzen voor rustige, normale en drukke perioden liggen op dezelfde waarde als in paragraaf 4.3. De vraag gegenereerd uit de gamma, exponentiele of normale verdeling geeft de werkelijke vraag in de simulaties. Vanuit de vraag is met de standaard afwijking van de voorspellingsfouten een weekvoorspelling gecreëerd. Op deze voorspelling is gebaseerd of de komende week een rustige, normale of drukke week is. De volgende paragrafen behandelen de resultaten van de simulatie per productcategorie. De tabellen in de paragrafen 4.4.2 tot en met 4.4.6 geven de gemiddelden zoals beschreven in paragraaf 4.3. Bijlagen 10 tot en met 14 tonen de resultaten en betrouwbaarheidsintervallen per product.

Paragraaf 4.4.7 behandelt de verschillen tussen de waarden in de volgende paragrafen en de waarden in paragraaf 4.3. Deze verschillen zijn namelijk grotendeels op een gelijke manier te verklaren.

4.4.2 Hardlopende producten

Bijlage 10 toont de volledige resultaten van de simulatie van deze productgroep. Tabel 8 geeft een samenvatting van de belangrijkste data.

Hardlopende producten	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Gemiddelde batchgrootte (verpakkingseenheden)	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
EOQ	57,2	4010	1,71%	1,56%
ELSP	50,0	4694	1,55%	3,70%

Tabel 8: Samenvatting van de gegevens uit de simulatie (zie bijlage 10)

Het aantal productiebatches voor de (s,Q)-strategie berekend volgens de EOQ methode en de ELSP methode is gemiddeld 57 respectievelijk 50. Een simulatie run heeft als lengte een jaar, dus 52 weken. Dit betekent dat een hardlopend product gemiddeld ongeveer 1 keer per week wordt geproduceerd. Dit tegenover 2,5 keer per week gemiddeld in de geanalyseerde periode in 2007. Het aantal productiebatches is dus meer dan te halveren met een (s,Q)-strategie. De verspilling is binnen deze productcategorie lager met de s- en Q-waarden volgens de EOQ berekening.

4.4.3 Continue producten

De volledige resultaten van de simulatie van de productgroep met een continue vraag staan in bijlage 11.

Continue producten	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
EOQ	33,3	3437	1,35%	7,19%
ELSP	40,3	2803	1,32%	6,16%

Tabel 9 toont een samenvatting van de resultaten.

Continue producten	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
EOQ	33,3	3437	1,35%	7,19%
ELSP	40,3	2803	1,32%	6,16%

Tabel 9: Samenvatting van de gegevens uit de simulatie (zie bijlage 11)

Het aantal productiebatches voor een continu product lag gemiddeld rond 2 keer per week. Met de (s,Q)-strategie ligt het aantal batches op minder dan 1 maal in de week. Dit is wederom meer dan een halvering van het aantal productiemomenten. De verspilling van eindproduct bij de (s,Q)-strategie met de EOQ berekenmethode ligt op 7,19%. Een analyse op de toewijzing van rustige, normale en drukke perioden laat zien dat bij een continu product de grenswaarden met 15% van de vraag onder respectievelijk 15% boven de grens voor rustig of druk niet de verstandigste keuze is. De continue producten kennen enkele hoge pieken en deze pieken zijn enkel de drukke perioden. Bij de standaard methode vallen echter ook lage pieken bij een drukke periode en wordt de gemiddelde vraag aanzienlijk onderschat. De grenswaarden dienen dus per product goed gekozen te worden. De grens voor een drukke periode ligt nu lager en minder drukke perioden worden ook aangeduid als drukke periode. Door voor deze perioden s_{druk} in te stellen liggen er te veel producten op voorraad voor de vraag gedurende de levertijd en is er veel verspilling.

4.4.4 Zomerproducten

Bijlage 12 geeft de volledige resultaten van de simulatie van de zomerproducten weer.

Zomer-producten	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
EOQ	34,4	2547	1,71%	16,14%
ELSP	40,1	2234	1,71%	18,21%

Tabel 10 geeft een samenvatting van de belangrijkste data.

Zomer-producten	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
EOQ	34,4	2547	1,71%	16,14%
ELSP	40,1	2234	1,71%	18,21%

Tabel 10: Samenvatting van de gegevens uit de simulatie (zie bijlage 12)

Het aantal productiebatches ligt in de huidige situatie gemiddeld op 2 keer in de week. De (s,Q)-strategie zorgt voor 1 of minder producties per week. De verspilling ligt bij deze productcategorie hoog doordat met name de drukke perioden slecht te voorspellen zijn (dit komt door de weersafhankelijkheid). Door binnen een week handmatig bij te sturen als de verkopen tegenvallen kan de verspilling waarschijnlijk aanzienlijk worden verminderd.

4.4.5 Feestdagproducten

Bijlage 13 bevat de volledige resultaten van de simulatie van de feestdagproducten te vinden.

Feestdag-producten	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
EOQ	35,3	4007	1,11%	25,11%
ELSP	35,3	3795	0,93%	19,44%

Tabel 11 toont een overzicht van de belangrijkste gegevens.

Feestdag-producten	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
EOQ	35,3	4007	1,11%	25,11%
ELSP	35,3	3795	0,93%	19,44%

Tabel 11: Samenvatting van de gegevens uit de simulatie (zie bijlage 13)

De feestdagproducten worden met een (s,Q)-strategie ongeveer 2 keer in de 3 weken gemaakt. In de huidige situatie ligt het gemiddelde met ongeveer 2,3 keer per week aanzienlijk hoger. De hoge verspilling is reeds toegelicht in paragraaf 4.3.5. Met interventie door planners, voornamelijk rond de feestdagen, is deze verspilling te verlagen. De simulatie toont aan dat het aantal producties met een (s,Q)-strategie te verlagen is.

4.4.6 Langzaamlopende producten

De resultaten van de simulatie bevinden zich bijlage 14.

Langzaamlopende producten	Gemiddeld # productie-batches (52 weken)	Gemiddelde batchgrootte (verpakkings-eenheden)	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
EOQ	32,3	313	2,73%	20,70%
ELSP	34,7	311	2,53%	28,60%

Tabel 12 bevat de belangrijkste gegevens.

Langzaam- lopende producten	Gemiddeld # productie- batches (52 weken)	Gemiddelde batchgrootte (verpakings- eenheden)	Gemiddeld OoS %	Gemiddeld % verspilling
EOQ	32,3	313	2,73%	20,70%
ELSP	34,7	311	2,53%	28,60%

Tabel 12: Samenvatting van de gegevens uit de simulatie (zie bijlage 14)

In paragraaf 4.3.6 is reeds behandeld dat deze productcategorie niet direct geschikt is om een standaard (s,Q)-strategie te volgen. De berekende s-niveaus zijn te hoog voor de lage vraag. Een aangepaste (s,Q)-strategie waarin de minimumvoorraden lager zijn en/of de batches kleiner zijn kan betere resultaten geven. Deze producten worden in de huidige situatie gemiddeld 1 keer per week geproduceerd. Bij de standaard (s,Q)-strategie zou dit op ongeveer 2 keer in de 3 weken komen (of 1 keer per anderhalve week). Dit verschil lijkt niet groot genoeg om de verslechterde verspilling van eindproduct te rechtvaardigen. Een standaard (s,Q)-strategie is niet geschikt en de huidige methode voldoet om het product niet meerdere malen in een week te produceren.

4.4.7 Analyse

De resultaten van de simulaties laten wederom zien dat het aantal productiebatches (meer dan) gehalveerd kan worden. Dit komt overeen met de resultaten uit paragraaf 4.3. Zoals te zien in de tabellen in paragraaf 4.3 en 4.4 zit er regelmatig een verschil tussen de waarden die met een (s,Q)-strategie en de huidige vraag te realiseren zijn en de resultaten van de simulatie. Hiervoor zijn drie algemene redenen te geven:

De voornaamste reden ligt in het gegeven dat de waarden van de simulatie een gemiddelde zijn van veel runs. De waarden in paragraaf 4.3 zijn daarentegen gebaseerd op één maal 25 weken. Dit komt ongeveer overeen met een halve run in de simulatie. Een (deel van) een simulatierun geeft regelmatig dezelfde resultaten als bij de huidige vraag. Doordat de simulatie een gemiddelde is van een groot aantal runs geeft de simulatie meer inzicht in de gedragingen van het (s,Q)-systeem op de lange termijn. De analyse met de huidige vraag is slechts één instantie met een gegeven vraag.

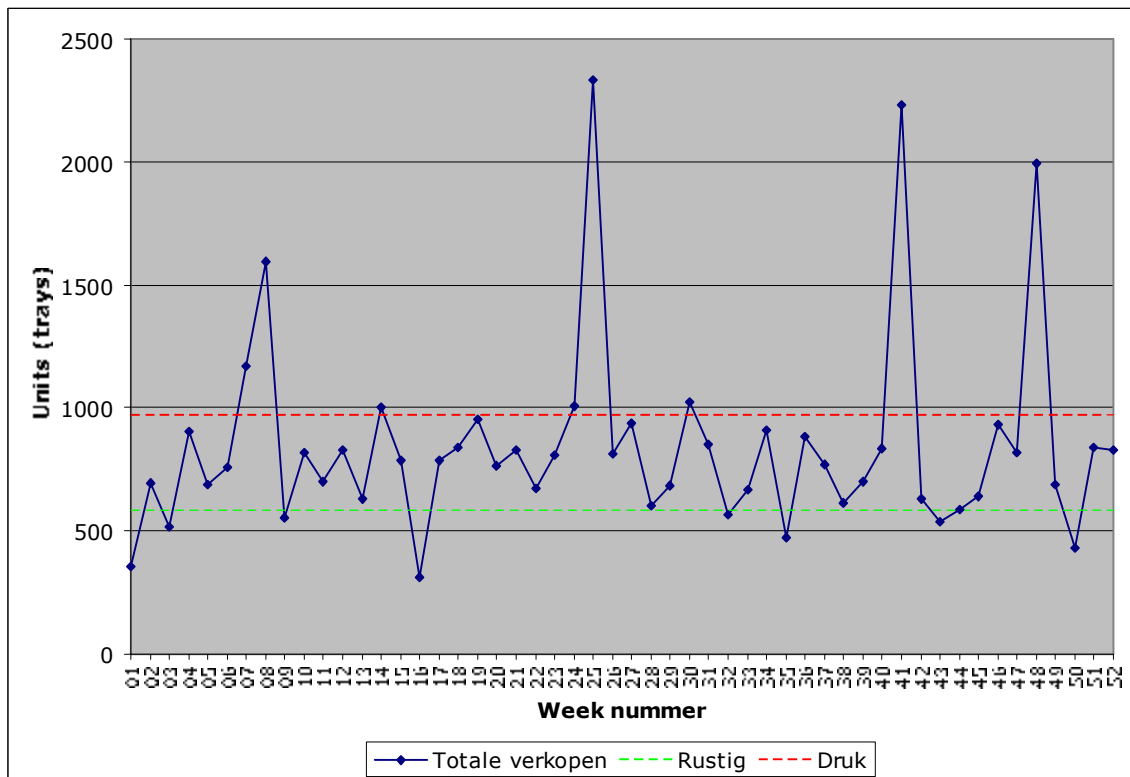
Ten tweede is er een verschil tussen de voorspellingen in de werkelijke situatie en de gegenereerde voorspelling in de simulatie. De simulatie genereert de weekvoorspelling op basis van de gesimuleerde vraag voor de komende week. Deze generatie vindt plaats op basis van een normale verdeling met de

standaardafwijking berekent uit de werkelijke voorspellingen en een gemiddelde van nul. Dit betekent dat de totale voorspelling over een jaar in de simulatie nauwelijks afwijkt van de totale vraag in dat jaar. In de werkelijke situatie komt het echter voor dat een product structureel een afwijkende voorspelling heeft, er zit een positieve of negatieve bias in de voorspellingen. In dit geval is het aan te raden om de berekening of werkwijze van voorspellen te herzien.

Ten derde is het verschil voor een deel te verklaren door de input voor de simulatie. Zoals reeds aangegeven is de gesimuleerde vraag voor 2007 gebaseerd op de vraag uit 2006 en 2005. Het meenemen van 2005 is noodzakelijk om voldoende waarden te hebben om een vraagverdeling te bepalen. Het meenemen van vraag uit 2005 zorgt echter wel voor enigszins verouderde input. De berekeningen voor de s en Q waarden zijn echter enkel gemaakt op basis van de vraag uit 2006.

Omdat in de simulaties geen enkele interventie is geweest, zullen de resultaten aanzienlijk verbeteren door in het geval van problemen of uitzonderingen adequaat te handelen. Zo ziet de simulatie een feestdag niet van te voren aankomen, maar kan een planner de voorraad al rustig opbouwen in de week voor een feestdag. Dit heeft een positief effect op de verspilling van eindproduct en op de fillrate van de producten.

De standaardmethode voor het kiezen van rustige, normale en drukke perioden voldoet ook niet altijd. In het simulatiebestand wordt een grafiek zoals in figuur 10 weergegeven om te beoordelen of de grenzen goed liggen. In figuur 10 ligt de rode lijn (die de grens tussen een normale en drukke periode weergeeft) te laag, enkel de vier pieken stellen een drukke periode voor. Het is dus belangrijk om per product na te gaan of deze grens op een goed niveau ligt.



Figuur 10: Grafiek ter beoordeling van de grenzen voor rustige en drukke perioden

De beoordeling of een EOQ of ELSP berekening betere resultaten geeft voor een (s,Q)-strategie valt niet eenduidig te zeggen. Het is noodzakelijk om ook voor andere producten een simulatie uit te voeren voordat een product via een (s,Q)-strategie wordt geproduceerd. Dan pas is te beoordelen of het product daadwerkelijk geschikt is en welke berekenmethode de beste resultaten levert.

4.5 MTO-producten

Als er meer producten volgens een MTS-strategie worden gemaakt (volgens de (s,Q)-methode zoals hierboven beschreven), zal er in grotere batches geproduceerd worden. Als de producten uit bijlage 4 die geschikt zijn, dus een interne houdbaarheid hebben van 6 of meer dagen, geproduceerd worden volgens een (s,Q)-methode, wordt ongeveer 25% van het totale volume volgens een (s,Q)-strategie geproduceerd. Er wordt namelijk circa 30 miljoen kilo aardappelsalade geproduceerd (waarvan 11 miljoen kilo OK-salade en dus niet geschikt voor een MTS strategie) en deze producten zijn goed voor 8 miljoen kilo. Er zijn echter nog een heel aantal producten die een interne houdbaarheid van minder dan 6 dagen hebben, maar waarvan de totale houdbaarheid vele malen hoger ligt. Johma kan proberen om in overleg met de klant meer houdbaarheid bij Johma te leggen met de tegenprestatie dat het product uit voorraad wordt

geleverd met de afgesproken fillrate. Tevens zijn er een aantal nieuwe producten waarvan niet voldoende gegevens beschikbaar zijn om ze op dit moment te beoordelen. Een nog groter aandeel van de producten kan dus via een (s,Q)-strategie geproduceerd worden. Dit zal een efficiënter proces met grote productiebatches tot gevolg hebben.

De producten die overblijven zullen volgens een MTO-strategie geproduceerd moeten worden. Dus op vraag. Dit zal een steeds kleiner aandeel van het totale productievolume zijn. Het is dan mogelijk om een deel van de capaciteit te reserveren voor MTO-producten zodat deze binnen een bepaalde levertijd geleverd kunnen worden. Als de vraag echter heel variabel is, wordt het lastig om capaciteit te reserveren. Een tijdsbuffer is hier de oplossing voor. Producten met een zeer variabele vraag zullen langere levertijden krijgen om zo een inpassing in het programma te kunnen bewerkstelligen.

Een groot deel van de producten met een korte houdbaarheid zijn producten bestemd voor de zusterfabriek in Duitsland (bijvoorbeeld de OK-producten). Er zal dus een goede samenwerking nodig zijn met deze fabriek om zo een stabiel bestelpatroon te realiseren. Ook moet de keuze worden gemaakt waar de veiligheidsvoorraden komen te liggen en wie er verantwoordelijk is voor dit voorraadbeheer.

Als de opdeling tussen MTO en MTS producten duidelijk is, zullen ook de prestaties voor deze beide groepen goed gekozen moeten worden. Bij MTS producten is immers de fillrate (hoeveel procent van de vraag is direct uit voorraad te leveren) en de verspilling belangrijk. Bij MTO producten spelen deze zaken minder en speelt met name de leadtime een rol. Voor MTO producten met een stabiele vraag voldoet een standaard leadtime. Voor deze producten valt dagelijks of enkele malen in de week capaciteit te reserveren. Een standaard leadtime is lastig te realiseren voor MTO producten met een variabele vraag. Er kan immers geen standaard productiecapaciteit gereserveerd worden aangezien dit de ene week te veel zal zijn en de andere week te weinig om aan de volledige vraag te voldoen. In dit geval voldoet een variabele leadtime (een buffer in de tijd). Als de leadtime vooraf duidelijk met de klant wordt gecommuniceerd weet deze ook vooraf waar hij aan toe is.

4.6 Scheduling

In de huidige situatie wordt één tot enkele malen op een dag de productiestatus besproken. Teamleiders geven de status door aan ploegchefs en deze bespreken samen met de scheduler en een planner de stand van zaken. Het is een relatief omslachtige klus en tevens is het vaak onbekend of de bespreking met daadwerkelijk correcte data wordt gevoerd. Door deze problemen verloopt de online scheduling binnen Johma niet optimaal. De offline scheduling (het vaststellen van het programma voor de volgende dag)

verloopt ook niet optimaal zoals in hoofdstuk 2 besproken. Het vervolg van deze paragraaf bespreekt de verbeterpunten betreffende de offline en online scheduling en in paragraaf 4.4 wordt de informatieverwerking verder besproken.

4.6.1 Offline scheduling

Het opstellen van de dagprogramma's gebeurt met het binnenshuis gecreëerde Vul2000. De nadelen van dit programma zijn besproken in paragrafen 2.3 en 2.4. De gevolgen van het in een bepaalde volgorde plannen van de afvullijnen zijn niet inzichtelijk. In het bijzonder is de invloed op de beschikbaarheid van trechters onduidelijk. Tijdens het onderzoek is er een Excel bestand ontwikkeld dat enige ondersteuning kan bieden bij de offline scheduling. Het gebruikt de dagplanning zoals deze in Vul2000 wordt opgesteld. De programma's van de afvullijnen worden grafisch weergegeven en in combinatie met de mogelijkheden die de husa/kasa-afdeling heeft wordt het verloop van gevulde trechters gedurende de dag weergegeven. Op punten waar het fout dreigt te gaan komt een rode arcering. Op deze manier kan de scheduler bepalen of het programma zoals dit is opgesteld daadwerkelijk haalbaar is. Het gebeurde namelijk regelmatig dat het programma zoals dit was vrijgegeven niet haalbaar was. Door visueel weer te geven wat de gevolgen zijn van bepaalde keuzes, kunnen deze keuzes voor de daadwerkelijke uitvoering worden herzien. Zo kwam het bijvoorbeeld regelmatig voor dat het aantal afvullijnen dat om 7 uur begint met afvullen te groot was om voldoende salade klaar te hebben om deze lijnen te voeden. In bijlage 15 staat een screenshot en korte uitleg van het Excel bestand.

Dit bestand is gemaakt in Excel en gebruikt de gegevens uit Vul2000. Om echte verbeteringen plaats te laten vinden is aan te raden om een schedulingprogramma aan te schaffen of te ontwikkelen die nog meer ondersteuning biedt bij het opstellen van de dagprogramma's. Bijvoorbeeld een programma dat de scheduler vertelt wanneer bepaalde keuzes niet verstandig zijn om zo 'samen' tot een beter dagprogramma te komen. Een dergelijk programma haalt ook een deel van de persoonsafhankelijkheid van de schedulingstaak weg. Paragraaf 4.6 behandelt de softwarematige ondersteuning.

4.6.2 Online scheduling

In de huidige situatie is er weinig ondersteuning voor online scheduling. Het controleren of de huidige stand van zaken overeenkomt met de planning is omslachtig en de data is onzeker. Het vergelijken van de online status met de geplande voortgang kan een belangrijke bron van informatie over problemen zijn. Vul2000 is niet geschikt voor uitvoering van deze taken. Het grootste probleem is echter de tijdigheid en correctheid van de benodigde informatie. In principe zou er direct inzicht moeten zijn in de huidige

productiestatus. Met het huidige gebrek aan digitale ondersteuning is het tevens lastig om snel over juiste informatie te beschikken (deze ondersteuning komt verder aan bod in paragrafen 4.7 en 4.8).

Tijdens de bespreking van de theorie is het verschil tussen LPT en SPT aan bod gekomen. Door de status van de productie bij te houden is te zien welk scenario het meest waarschijnlijk is (volle trechters en daardoor blokkades in de eerste productiefase óf stilstanden in de tweede productiefase door gebrek aan toevoer). Door de huidige situatie en de verwachte situatie te analyseren is het mogelijk om te beslissen of een SPT of LPT strategie problemen kan voorkomen. Dit betekent dat als alle trechters dreigen vol te raken er in beide fasen van het productieproces aandacht moet zijn voor producten die zo snel mogelijk verwerkt kunnen worden. Op deze wijze komen er sneller trechters vrij om zo te voorkomen dat alle trechters vol raken met tussenproduct. In het geval dat afvullijnen dreigen stil te staan is het raadzaam om de LPT regel toe te passen. Dit betekent dat producten met de langste bewerkingstijd als eerste geproduceerd moeten worden in de eerste productiefase, zodat de afvullijnen voorlopig verzadigd zijn met werk.

Hiernaast zorgt een regelmatige online scheduling voor inzicht in de gevolgen van verstoringen gedurende de dag. Dan kunnen er tijdig maatregelen genomen worden om de problemen zoveel mogelijk in te dammen. De producten die op een dag gemaakt worden zouden bijvoorbeeld opgedeeld kunnen worden in een deel dat sowieso die dag af moet en een deel waar enige speling op zit. Als er dan door verstoringen een deel van de producten die niet per se af moeten buiten de ingeroosterde ploegen valt is het probleem nog niet erg groot. Als de producten die vandaag af moeten echter buiten de productiedag dreigen te komen, is het noodzakelijk om in te grijpen zodat productie vandaag mogelijk is (bijvoorbeeld door uit te wijken naar een andere lijn of op het programma te zetten voor de nachtploeg).

Om zo goed mogelijk de offline en online scheduling uit te kunnen voeren zijn grotere veranderingen nodig dan enkel een gedachtenverandering. De huidige ict-ondersteuning voor de betreffende taken zijn zeer gering. In de volgende paragraaf komen verbeteringen op dit vlak aan bod.

4.7 Taakverdeling en informatieverwerking

De informatieverwerkende capaciteit binnen de huidige situatie zorgt voor problemen. Het verouderde systeem Vul2000 beperkt de mogelijkheden die er zijn om de effecten van gebeurtenissen te kunnen analyseren. Het is arbeidsintensief om de huidige stand van zaken binnen de productie te verkrijgen en vervolgens te verwerken in het systeem. Tevens is er zoals reeds eerder opgemerkt geen ondersteuning

vanuit Vul2000 voor de scheduling van de mengafdelingen. De informatieverwerkende capaciteit zal dus moeten stijgen.

De doorlooptijd van verschillende beslissingen is ook relatief lang. Het komt voor dat verantwoordelijken niet (meer) aanwezig zijn gedurende de productietijd. Hiernaast is er ook geen daadwerkelijke overname van de verantwoordelijkheden en worden beslissingen genomen op verkeerde niveaus in de hiërarchie en op een ad hoc basis. Zo zijn bijvoorbeeld de scheduler en planners weg om 16:00 uur en zijn er op de verschillende productieafdelingen in de nachtploeg geen ploegchefs. Het is belangrijk dat de juiste personen aanwezig zijn of dat de mensen die momenteel de beslissingen moeten nemen hierin worden geleid zodat de juiste keuzes gemaakt worden.

4.7.1 Informatieverwerking

Zoals paragraaf 2.3 beschrijft is er weinig ondersteuning voor de uit te voeren taken vanuit de gebruikte software. De uitvoering van bijna alle taken hangt voor een groot deel af van de kennis en ervaring van de uitvoerende. Paragraaf 4.7.2 behandelt dit probleem, deze paragraaf gaat verder in op de overige problemen betreffende de informatieverwerking.

Een groot deel van de informatie binnen Johma is opgeslagen in verschillende databases en een ERP-systeem zorgt enigszins voor de koppeling van deze verschillende bronnen. Er is echter nog steeds veel informatie nodig die van andere mensen moet komen. Het beste voorbeeld is het controleren van de huidige productiestatus. Dit is een taak van de scheduler, maar de benodigde informatie (de standen op de verschillende productielijnen) komt vanaf de teamleiders of ploegchefs. De teamleiders of ploegchefs schrijven het even snel op een kladje of onthouden de status van de verschillende lijnen. Op alle vier de aspecten besproken in paragraaf 3.4.3 (gemak van verkrijging, tijdigheid, zekerheid en stabiliteit) scoort deze manier van werken laag.

Directe registratie aan de lijn door de operator op een werkstation dat gekoppeld is aan het netwerk kan op een aantal punten een verbetering verzorgen. Zoals hierboven beschreven moet nu iemand een ronde lopen om de status bij te houden. De operator houdt de status op zijn productielijn ook in de huidige situatie al bij op de OEE-lijsten voor een latere verwerking. Door dit te digitaliseren kan deze informatie als input dienen bij de controle van de voortgang van de productie. Het gemak van verkrijging is verhoogd en bij een regelmatige update door de operator is ook de tijdigheid hoog. Doordat de operator slechts de status van één lijn hoeft bij te houden is de kans op vergissingen kleiner en dit zorgt voor meer zekerheid. De stabiliteit van de informatie is gelijk aan de oude manier van werken doordat de productie

door blijft gaan na het moment van registratie. Gegevens blijven dus veranderen. Door bijvoorbeeld met sensoren de registratie nog verder te automatiseren zal ook de stabiliteit vergroten omdat men dan met daadwerkelijk up-to-date gegevens kan werken.

Door de informatieverwerking op deze manier te verbeteren is er sneller inzicht in de huidige status. Het ophalen van de huidige status van de productie is belangrijk bij veel gebeurtenissen die de aannames, die gemaakt zijn tijdens de creatie van het offline schedule, verstoren. Bijvoorbeeld bij de vraag of er een nieuwe order bij geproduceerd kan worden. De doorlooptijd voor beslissingen wordt korter met de hierboven beschreven werkwijze en dit is een stap richting meer flexibiliteit en zekerheid richting de klant (zie paragraaf 3.4).

4.7.2 Taakverdeling

Een juiste taakverdeling is heel belangrijk om beslissingsprocessen in juiste banen te leiden. Het meest sprekende voorbeeld van een onjuiste taakverdeling binnen Johma is het vertrekken van beslissingsbevoegden en taakverantwoordelijken gedurende de dag. De productie werkt momenteel in drie ploegen waarbij de nachtdienst als schoonmaak en voorbereidingsploeg dient. Er zijn nu in principe voldoende teamleiders en ploegchefs voor de twee productieploegen. Het probleem ligt buiten de direct bij de productie betrokken functies. De planners en de scheduler zijn aanwezig tot 15:00 of 16:00. De middagploeg voor de afvullijnen loopt tot 23:00 en staat regelmatig ook vol gepland tot deze tijd. Als er nu door een storing of een andere onvoorziene gebeurtenis problemen ontstaan zijn de taakverantwoordelijken niet meer aanwezig. Nu worden deze taken enigszins gedelegeerd aan de ploegchefs. De kennis voor een juiste uitvoering zit echter voor een deel bij de planners en scheduler, hierdoor verloopt alles moeizamer.

Hiernaast is het door de groei van het productievolume volgend jaar in drukke perioden noodzakelijk dat er zeven dagen per week in drie ploegen gewerkt moet worden. Als eerste zal er voldoende productiepersoneel moeten zijn om de ploegen te vullen. Ten tweede moeten er voldoende leidinggevenden aanwezig zijn, dit betekent dat er extra leidinggevenden moeten komen om de werklust voor teamleiders en ploegchefs binnen redelijke grenzen te houden. Ten derde betekent meer productietijd ook dat de schedulers en planners gedurende relatief meer tijd afwezig zijn.

Het afwezig zijn van taakverantwoordelijken zorgt ten eerste voor een moeizamer verloop van de uitvoering van de taken, de kennis en routine is immers niet aanwezig. Hiernaast zorgt dit echter ook voor onnodige wachttijd in het nemen van beslissingen. Dit probleem speelt bijvoorbeeld in de ochtend.

De scheduler arriveert om 7:00, maar de mengafdelingen beginnen al om 6:00 de eerste salades te mengen. Het komt veelvuldig voor dat er achterstanden zijn van de vorige dag en het is de taak van de scheduler om deze achterstanden te verwerken. Hierdoor wordt er dus al enige tijd geproduceerd voordat de scheduler daadwerkelijk alles heeft verwerkt. Er is een wachttijd in de uitvoering van de taak ‘verwerken van achterstanden voorgaande dag’ en er wordt al wel geproduceerd voordat deze taak is uitgevoerd.

Voor een deel kunnen deze problemen worden opgelost door extra personeel aan te nemen, maar voor een belangrijk deel is opleiding/ondersteuning van bestaand personeel de oplossing van het probleem. De scheduler hoeft niet per se 24 uur per dag 7 dagen per week aanwezig te zijn, maar taken moeten op een juiste manier gedelegeerd kunnen worden. Als de taakverantwoordelijke niet aanwezig is moet er iemand zijn die de taak kan uitvoeren. Deze moet ook de toestemming hebben om de taak uit te voeren en de kennis hebben om de taak op een redelijke wijze uit te voeren. Protocollen opstellen voor situaties zoals beschreven in paragraaf 3.4.1 om zo tot de meest wenselijke beslissingen te komen is hiervoor noodzakelijk. Tevens kan goede software de uitvoering van taken in goede banen leiden. Nu hebben slechts enkele mensen voldoende kennis in huis van het schedulingsysteem. Een systeem met een overzichtelijk interface kan er voor zorgen dat ook mensen met minder kennis van het systeem er beslissingen op kunnen baseren.

4.8 Software ondersteuning

In de voorgaande paragrafen is geregeld gesproken over softwarematige ondersteuning. In deze paragraaf gaan we daar kort verder op in. De uitvoering van veel taken is afhankelijk van de kennis van de uitvoerder met betrekking tot de proces- en randvoorwaarden (zie paragraaf 2.3). Hiernaast blijkt, zoals in dit hoofdstuk beschreven, dat bij de offline en online scheduling ondersteuning middels software ook miniem is. Veel beslissingen die gemaakt taakverantwoordelijken moeten maken, worden handmatig bepaald, zijn niet te bepalen en worden op gevoel genomen of kennen een lange verwerkingstijd. Zo wordt een storing wel verwerkt tijdens één van de (relatief weinige) besprekingen over de productiestatus, maar de ingreep is een ad hoc beslissing. Als er continue monitoring is van de productiestatus en door een storing dreigen er problemen te ontstaan kan er tijdig worden ingegrepen.

Hiervoor is het wel noodzakelijk dat een beslissingsondersteunend systeem aangeeft wat er fout gaat, er moet een soort totaaloverzicht zijn (bijvoorbeeld zoals te zien in bijlage 15). Er zijn echter veel geavanceerdere producten op de markt die deze taken op zich kunnen nemen. Een voorbeeld is een Advanced Planning System (APS). Deze systemen integreren alle aangeleverde data en kunnen al dan

niet middels een simulatie aangeven waar en wat er fout dreigt te gaan. Deze APS-en kunnen commerciële producten zijn, maar er kan ook worden gekozen voor een op maat gemaakt systeem door een specialistisch bedrijf. Het grote voordeel van deze systemen is dat er meer randvoorwaarden en intelligente regels in verwerkt zitten dan in de huidige exceltools. Hierdoor bieden ze meer ondersteuning bij de uitvoering van planningstaken. Zeker de eenvoudigere taken zullen bijna volledig door een dergelijk systeem uitgevoerd kunnen worden zodat de aandacht van planners, schedulers en ander betrokken personeel uit kan gaan naar de gecompliceerde zaken.

Hiernaast zal een APS helpen bij het streven naar werken met gelijke informatie. Zo verschillen bijvoorbeeld de gemiddelde OEE waarden die worden berekend uit de registratieformulieren van de OEE waarden die planning en scheduling gebruiken. Het huidige ERP-systeem zorgt al gedeeltelijk voor integratie van informatie, maar er zijn nog steeds veel verschillende Excel en Acces bestanden die slechts losjes met elkaar verbonden zijn. Hierdoor wordt er soms met verkeerde informatie gewerkt. Een APS kan verdere integratie van de informatie bewerkstelligen en zorgen dat een ieder met dezelfde (juiste) informatie werkt.

Tenslotte heeft een APS als voordeel dat het enige intelligentie bevat. Het ondersteunt bij het maken van keuzes. Dit heeft een groot voordeel als een taak gedelegeerd is naar iemand anders dan de eigenlijke taakuitvoerder. Deze kan dan samen met het systeem tot een gefundeerde keuze komen.

4.9 Conclusie

In dit hoofdstuk zijn de verbeteringen besproken die op basis van de problemen in de huidige situatie en de literatuur studie tot stand komen. Ten eerste is aangetoond dat het huidige kanbansysteem niet de functionaliteit heeft om de problemen te voorkomen. Ten tweede is het onderzochte (s,Q)-systeem geanalyseerd. Dit is een duidelijke gedachteverandering in de planning van eindproducten. De planning gaat van de huidige ad hoc basis naar een situatie waarin de voorspelling leidend is. Het is mogelijk om een groot aantal producten op deze wijze aan te sturen en de planningsbelasting voor deze producten te verminderen. Enkel in gevallen van uitzondering hebben deze producten aandacht van planners nodig. Er blijft dan meer tijd over om aandacht te schenken aan de overige producten. Ten derde is de offline en online scheduling besproken. De exceltool die is geïntroduceerd kan enige hulp bieden bij het offline schedulingproces. Om echter grotere verbeterstappen te realiseren is meer ondersteuning van intelligente software nodig. Ten vierde zijn de punten ter verbetering van de taakverdeling en informatieverwerking besproken. Om onnodige wachttijden voor beslissingen te verhelpen is het belangrijk dat taakverantwoordelijkheden gedurende de gehele productietijd zijn toegewezen. Tevens is het belangrijk dat de informatieverwerking efficiënt en met de juiste informatie gebeurt. Dit betekent dat communicatie

tussen mensen goed moet verlopen of dat gegevens direct via de bron te achterhalen zijn. Tenslotte is er dieper ingegaan op de softwarematige ondersteuning. Als voorbeeld is een APS besproken. Deze systemen kunnen er voor zorgen dat de juiste informatie, of in ieder geval gelijke informatie, gebruikt wordt door iedereen binnen de organisatie. Tevens is de verwerking veelal sneller door het gebruik van intelligente software. In combinatie met de taakverantwoordelijken kan het systeem tot verbeterde beslissingen komen dan momenteel mogelijk.

5 Conclusies en aanbevelingen

Dit hoofdstuk bespreekt eerst kort de aanbevelingen voor de tactische en operationele aansturing die naar voren zijn gekomen in hoofdstuk 4. Vervolgens bespreekt paragraaf 5.2 de potentiële voordelen van deze verbeteringen en in de daaropvolgende paragraaf is er aandacht voor de implementatie van de aanbevelingen. In paragraaf 5.4 komen enkele aanbevelingen naar voren die buiten het onderzoeksgebied vallen en daarom ook slechts kort worden besproken. Tenslotte komen in paragraaf 5.5 de laatste conclusies aan bod.

5.1 Tactische/Operationele aansturing

De aangedragen verbeteringen uit hoofdstuk 4 kennen in principe drie raakvlakken:

- Planning
- Scheduling
- Taakverdeling en informatieverwerking

In deze paragraaf zal de bespreking dan ook verder volgen op basis van deze drie raakvlakken.

5.1.1 Planning

Op het planningsgebied ligt de aandacht met name op de afweging tussen voorraad en verspilling. Er is een (s,Q)-strategie besproken die bijdraagt aan het verminderen van het aantal productiemomenten van een artikel gedurende de week. Hierdoor wordt er in grotere batches geproduceerd wat de efficiëntie van het proces ten goede komt. Door verstandige voorraadniveaus en productiegroottes te kiezen wordt het risico van verspilling en voorraad tekorten ingedamd. Hiernaast is het ook belangrijk om de juiste producten te kiezen als kandidaat om een (s,Q)-strategie te volgen. Dit is in het vorige hoofdstuk gedaan door voldoende houdbaarheid te kiezen en op de variatie in de vraag te selecteren. Een interne houdbaarheid van minimaal 6 dagen is gekozen om te zorgen dat het product niet vaker dan 2 keer in de week geproduceerd hoeft te worden. Betreffende de variatie in de vraag zijn producten met een lage variatie in de vraag als kandidaat aangemerkt (zie bijlage 4). Er kunnen echter ook producten met een hogere variatie geschikt zijn. Een analyse van producten met een groot volume en een gemiddelde variatie zijn geschikt om bij een verdere implementatie van het (s,Q)-systeem te analyseren.

Het kiezen van de juiste waarden voor s en Q is in dit onderzoek op 2 manieren gebeurd (ELSP en EOQ). Er valt echter niet eenduidig te stellen dat de ene methode beter werkt dan de andere methode. De

ELSP en EOQ methoden berekenen de Q waarden volgens hetzelfde principe (zie paragraaf 3.3). Bij de ELSP methode wordt rekening gehouden met de houdbaarheid door af te kappen op een x-aantal basisperiodes, dit getal moet onder de houdbaarheid liggen. Dit betekent dat een product 1 keer per die periode mag worden geproduceerd. De EOQ kiest de optimale batchgrootte of produceert een batch ter grootte van de verwachte hoeveelheid verkocht product gedurende de houdbaarheidsperiode min twee dagen.

Gebruiksgemak lijkt de methode om het gebruik van één van de twee methoden te verkiezen. De EOQ berekening is vrij eenvoudig in een spreadsheet te implementeren. De ELSP methode is omslachtiger in de implementatie, maar kent daarnaast de functionaliteit om rekening te houden met capaciteitsrestricties. Bij minieme verschillen is de EOQ methode om s en Q te bepalen dus makkelijker te implementeren. Zoals in paragraaf 4.4.7 behandeld verdient het de voorkeur om vooraf de productvraag van de voorgaande twee jaren te analyseren en een simulatie uit te voeren zoals in paragraaf 4.4.

5.1.2 Scheduling

Bij de bespreking van de schedulingsactiviteiten in paragraaf 4.6 is de offline en online scheduling besproken. Door de huidige werkmethode en ondersteuning ontstaan er onnodige problemen. Productieprogramma's voor de volgende dag worden vrijgegeven zonder dat ze daadwerkelijk uit te voeren zijn. Tijdens het onderzoek is een exceltool ontwikkeld die enigszins ondersteuning geeft bij het opstellen van een productieprogramma. Online scheduling vindt slechts enkele malen op een dag plaats. Als een proces zeer stabiel is (weinig verstoringen), zou dit mogelijk zijn. Het productieproces bij Johma kent echter regelmatig verstoringen. Een goede online scheduling kan laten zien welke problemen deze verstoringen veroorzaken en kan door tijdig ingrijpen de problemen beperken. Bijvoorbeeld door op het juiste moment te kiezen voor een SPT of LPT strategie, zoals besproken in paragraaf 4.6.2. Veel problemen komen echter voort uit de minimale ondersteuning voor de plannings- en schedulingtaken. Dit is dan ook het derde raakvlak van de aanbevelingen uit hoofdstuk 4.

5.1.3 Taakverdeling en informatieverwerking

De taakverdeling binnen Johma kent in de nabije toekomst enkele uitdagingen. Door een verhoging van het productievolume is het noodzakelijk dat er gedurende meer tijd beslissingen genomen kunnen worden. In de huidige situatie worden al verkeerde beslissingen genomen of worden beslissingen uitgesteld of helemaal niet genomen doordat de taakverantwoordelijke afwezig is. Dit leidt tot onnodige

wachttijd of verkeerde beslissingen. Bij een vergroting van het productievolume en daarmee de benodigde productietijd zullen deze problemen vaker voorkomen. Het is dus belangrijk dat taken op een juiste wijze gedelegeerd worden. Om beslissingen ook dan juist te laten verlopen is het belangrijk dat de beslissingsnemer op een juiste wijze ondersteund wordt.

De informatieverwerking kent hiernaast ook problemen. In paragraaf 4.7 zijn de problemen omtrent online scheduling besproken en is beschreven hoe dit zou kunnen verbeteren. Het principe is dat productiegegevens nu vaak al geregistreerd worden, maar enkel op papier voor een latere verwerking. Door deze registratie te vervangen door een digitale registratie nabij de bron van de gegevens zijn de gegevens vrijwel direct beschikbaar voor beslissingsprocessen.

Koppeling van alle gegevens met de juiste gebruiksmogelijkheden voor verschillende taken was het onderwerp van paragraaf 4.8. Als voorbeeld is een APS behandeld. Deze systemen kennen naast de functionaliteit om de juiste gegevens te tonen belangrijke functies ter ondersteuning van taakuitvoerders. In samenspraak met de uitvoerders kan op deze wijze een betere beslissing worden genomen. Het is aan te raden om de mogelijkheden van moderne taakondersteunende software te onderzoeken om zo een verbeterslag in de beslissingsprocessen te bewerkstelligen. Voor Johma betekent dit een verandering van persoonsgebonden kennis over planning en kennis naar een combinatie tussen ervaring en computerkracht.

5.2 Potentiële voordelen

De kwalitatieve voordelen zijn voor het grootste deel naar voren gekomen in de omschrijving van de oplossingen in hoofdstuk 4 en de korte bespreking in de voorgaande paragraaf. In deze paragraaf gaan we verder in op de voordelen van de (s,Q)-strategie. In paragrafen 4.3 en 4.4 is aangetoond dat de omstellingen zullen verminderen. Dit heeft tot gevolg dat er een efficiënter proces ontstaat en er meer producten op voorraad zullen liggen. Het aantal productiemomenten is in de beste methode (EOQ versus ELSP) in ieder geval met meer dan 50% gedaald met een (s,Q)-strategie. In het aantonen van de verbeteringen wordt 50% daling gebruikt zodat de voordelen in werkelijkheid hoger zullen zijn.

De productiemanager heeft een aangegeven dat er circa 18.000 omstellingen per jaar plaatsvinden. Dit is gezamenlijk voor aardappelhoudende en niet-aardappelhoudende salades. De kosten per omstelling bestaan voornamelijk uit arbeidskosten en verspillingskosten (bestaande uit weggespoeld product, indraai periode e.d.) en bedragen circa 30 euro per omstelling. Circa 25% van de aardappelproducten is geschikt voor een (s,Q)-strategie. Als we aannemen dat eenzelfde gedeelte geschikt is bij niet-

aardappelhoudende salades betekent een verbetering van 50% zal betekenen dat het aantal omstellingen verlaagt van 4.500 nu naar 2.250 voor dit deel. Dit levert op jaarbasis een besparing van € 67.500. Een groot deel van de aardappelsalades is echter niet geschikt (OK-salades), als deze groep buiten beschouwing wordt gehouden kunnen is 47% van de aardappelsalades geschikt voor een (s,Q)-strategie. Het aandeel van niet-aardappelhoudende salades dat geschikt is voor een (s,Q)-strategie zal waarschijnlijk hier in de buurt liggen. In dit geval daalt het aantal benodigde omstellingen voor de producten met een (s,Q)-strategie van 8460 naar 4230 per jaar. Dit staat gelijk aan meer dan € 130.000 besparing op jaarbasis.

Zoals te zien in bijlage 3 staat een lijn gemiddeld 5,7% van de totale bedrijfstijd stil ten behoeve van productwissels. Door de omstellingen te verlagen zal dit percentage ook afnemen. Hoeveel dit precies zal zijn is niet te zeggen. Daarom is het ook belangrijk om de omsteltijden zo ver als mogelijk te verlagen. De Quick Change Over projecten die momenteel al worden uitgevoerd blijven daarom belangrijk. Des te minder tijdsverlies door onproductieve handelingen des te efficiënter zal een productielijn kunnen werken. Kortere omsteltijden zorgen ook voor een flexibeler proces waardoor het steeds makkelijker wordt om producten op aanvraag te produceren.

5.3 Implementatietraject

In deze paragraaf wordt het implementatietraject voor een te volgen (s,Q)-strategie besproken. Deze strategie vereist, zoals besproken in het vorige hoofdstuk, een gedachtenverandering ten opzichte van de huidige situatie. Er moet immers minder vanuit een onderbuikgevoel (veel MTO) worden aangestuurd en vertrouwen komen in het behandelde (s,Q)-systeem (MTS).

Om de aansturing niet direct in zijn geheel te veranderen is het aan te raden om eerst voor een klein deel van de producten een (s,Q)systeem toe te passen. De producten behandeld in hoofdstuk 4 (zie bijlage 4) zijn hier uitermate geschikt voor. De belangrijkste prestatie indicatoren zijn de fillrate en waste cijfers. Als de resultaten bevredigend zijn kan de groep met producten uitgebreid worden. De gegadigde producten zijn de producten met voldoende houdbaarheid en een variatie coëfficiënt van minder dan 0,75 (geel gearceerd in bijlage 4). Door eerst de niet-aardappelhoudende salades die voldoen aan deze eisen binnen het (s,Q)-systeem te betrekken kan de implementatie gefaseerd opbouwen. De laatste stap is dan om de overige aardappelhoudende salades die voldoen aan de eisen binnen het (s,Q)-systeem te betrekken. De aardappelsalades waar momenteel de benodigde gegevens van aanwezig zijn, zijn op jaarbasis goed voor 18.000.000 kg en de helft hiervan (9.000.000 kg) voldoet aan de criteria ($HBH \geq 6$

dagen, variatie coëfficiënt $< 0,75$). Doordat de langzaamlopende producten niet geschikt zijn is er nog eens 1.000.000 kg niet geschikt voor een (s,Q)-strategie. De overige 8.000.000 kg voldoet aan de eisen om binnen een (s,Q)-strategie te functioneren.

De in hoofdstuk 4 behandelde producten vereisen gemiddeld een voorraad van ongeveer 90.000 kg als er volgens een (s,Q)-strategie gewerkt wordt. Dit was rond de 70.000 kg, dus een stijging van 28,5%. In totaal ligt er momenteel gemiddeld 240.000 kg op voorraad. Er komt echter zoals in hoofdstuk 1 besproken een grote productiehoeveelheid naar deze productielocatie. Uitbreiding van het gereed product magazijn zal noodzakelijk zijn. Door tevens rekening te houden met de stijging van voorraadvolumes is de kans op ruimtegebrek als een onaangename verrassing gering.

Door de implementatie gefaseerd te laten verlopen en vooraf de voorraadstijging te erkennen zijn kansen op problemen in te perken. Tevens is een monitoring van de prestaties belangrijk om zeker te zijn van verbeteringen.

5.4 Overige aanbevelingen

Deze paragraaf behandelt enkele zaken die tijdens de onderzoeksperiode naar voren kwamen. Omdat deze punten buiten het onderzoeksgebied vallen worden ze enkel kort puntsgewijs besproken en is er geen verdere analyse.

- Operators niet flexibel inzetbaar: Er zijn flexibiliteitsmatrices, maar toch zijn er nog steeds problemen met het gebrek aan goede operators voor bepaalde lijnen. Het blijft dus belangrijk om personeel op te leiden.
- De nachtploeg is eigenlijk verantwoordelijk voor inbouw, maar door uitloop en dergelijke komt dit in de knel. Het is belangrijk dat de lijnen goed zijn ingebouwd zodat 's ochtends direct geproduceerd kan worden.
- De scanplek bij het MGP is foutgevoelig. Er is één persoon die in korte tijd de gegevens juist moet invoeren. Er is een tweede scanplek gerealiseerd, maar het blijft belangrijk om te zorgen dat de werknemer voldoende tijd heeft om zijn taak uit te voeren.
- Binnen het proces is er een inefficiënte routing van trechters en normwagens. Dit komt met name door de plaatsing van de wasstraat. Runners lopen hierdoor lange afstanden, dit kost op zijn beurt veel tijd.

- In bijlage 3 is te zien dat omstellingen de tweede groep zijn betreffende productietijdsverlies. De grootste veroorzaker van tijdsverlies (en daardoor een lage OEE) zijn de pauzes. Een roulatiesysteem kan er voor zorgen dat afvullijnen niet stilstaan gedurende pauzes.
- Tenslotte is informatieverwerking al aan bod gekomen. Er is echter nog één belangrijk punt op dit gebied. Data waarmee gewerkt wordt moet up-to-date zijn en kloppen. Een voorbeeld is een fout in een excelbestand ten behoeve van de weekplanning. Wekenlang heeft er door een klein foutje een verkeerde verdeling gestaan betreffende het aantal kilo's mengsalade en aardappelhoudende salades. Fouten kunnen voorkomen, maar door een regelmatige controle is het mogelijk de impact van deze fouten te beperken.

5.5 Conclusie

In deze paragraaf wordt de oplossing behandeld in relatie met de gestelde doelen. De probleem- en doelstelling luiden als volgt:

Probleemstelling

Het reduceren van de inefficiëntie binnen het productieproces, die zich uit in hoge tussenvoorraden en leegstanden.

Doelstelling

Tot adviezen komen waarmee de aansturing van het productieproces van aardappelhoudende salades kan worden verbeterd om zo de efficiëntie te verhogen.

Dit doel is leidend geweest in het onderzoek. Er kan geconcludeerd worden dat er goede resultaten zijn geboekt met betrekking tot het doel. Het aanbevolen (s,Q)-systeem zorgt bij een groot aantal producten voor een gemakkelijkere aansturing. Hierbij zijn ook de productiebatches aanzienlijk vergroot en hiermee samenhangend het aantal omstellingen verlaagd. Gegeven het huidige proces zorgt dit voor een aanzienlijke verbetering in de efficiëntie. Er moet wel nog steeds gestreefd worden naar een flexibeler proces. Dit betekent dat omsteltijden nog steeds verder omlaag moeten. Ook kan het betekenen dat er een nog groter onderscheid moet komen tussen MTO en MTS producten. Niet enkel de aansturing zou moeten verschillen, maar in principe zullen MTS producten het beste geproduceerd kunnen worden op een massaproductielijn en de MTO producten binnen een flexibeler proces. Er liggen dus nog talrijke uitdagingen voor Johma in het verschiet.

Referenties

- Akkerman, R. (2007) *Operational performance of two-stage food production systems – Process interactions and capacitated storage*, Ridderkerk: Labyrint Publications
- D'Alessandro, A.J., Baveja, A. (2000) *Divide and Conquer: Rohm and Haas' Response to a Changing Specialty Chemicals Market*, Interfaces 30(6), pp. 1-16
- Dahlgaard, J.J., Dahlgaard-Park, S.M. (2006) *Lean production, six sigma quality, TQM and company culture*, The TQM Magazine 18(3), pp. 263-281
- Hopp, W.J., Spearman, M.L. (2000) *Factory Physics – Foundations of Manufacturing Management*, 2e druk, New York: Irwin McGraw-Hill
- Law, A.M., Kelton, W.D. (2000) *Simulation Modeling and Analysis*, 3e druk, Singapore: McGraw-Hill
- Lehtinen, U., Torkko, M. (2005) *The Lean Concept in the Food Industry: A Case Study of Contract a Manufacturer*, Journal of Food Distribution Research 36(3), pp 57-67
- Silver, E.A., Pyke, D.F., Peterson, R. (1998) *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, 3e druk, New York: Wiley
- Soman, C.A. (2005) *Make-to-order and make-to-stock in food processing industries*, Ridderkerk: Labyrint Publications
- TSM Business School (2001) *De Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak*
- Wezel, W.M.C. van (2001) *Tasks, hierarchies, and flexibility – Planning in Food Processing Industries*, Capelle a/d IJssel: Labyrint Publication
- Zijm, W.H.M. (2000) *Towards intelligent manufacturing planning and control systems*, OR Spectrum (2000), vol. 22, pp. 313-345

Internet:

www.johma.com
www.uniq.com

Overig:

Johma (2006) *Visie, missie, doelstellingen en intentieverklaringen Johma 2006/2007*
Johma (2007) *Presentatie OEE april 2007*

Bijlagen

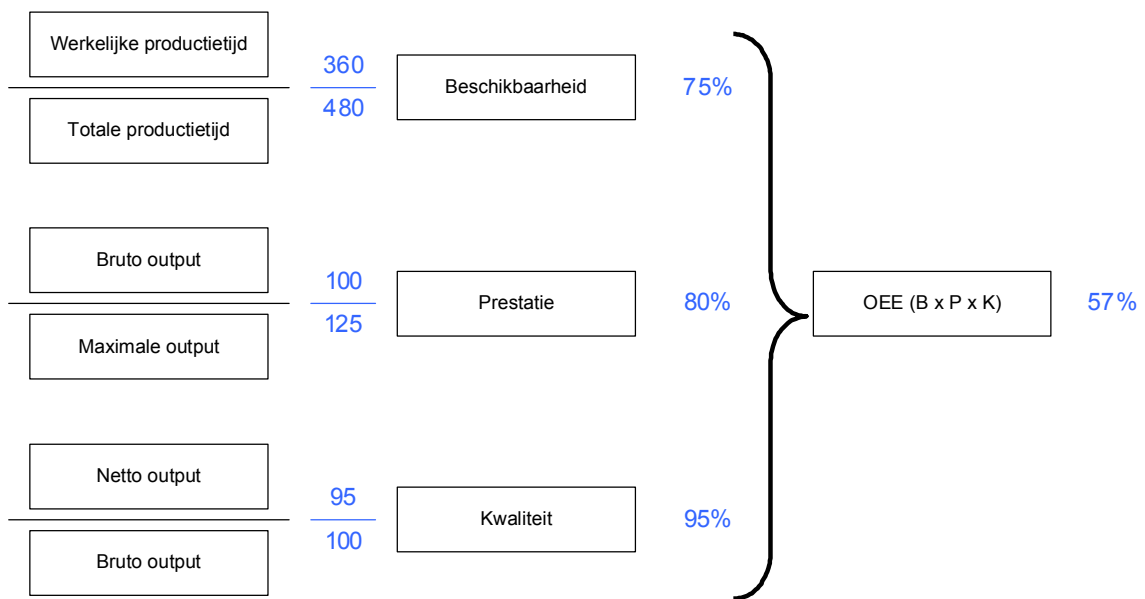
Bijlage 1 – Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	94
Bijlage 2 - Weekplanning	97
Bijlage 3 - Tijdsverliezen.....	99
Bijlage 4 – Bepaling geschikte salades	100
Bijlage 5 – Hardlopende producten met werkelijke vraag.....	103
Bijlage 6 – Continue producten met werkelijke vraag.....	104
Bijlage 7 – Zomerproducten met werkelijke vraag.....	105
Bijlage 8 – Feestdag producten met werkelijke vraag	106
Bijlage 9 – Langzaamlopende producten met werkelijke vraag	108
Bijlage 10 – Resultaten simulatie hardlopende producten.....	109
Bijlage 11 – Resultaten simulatie continue producten.....	111
Bijlage 12 – Resultaten simulatie zomerproducten.....	113
Bijlage 13 – Resultaten simulatie feestdag producten	115
Bijlage 14 – Resultaten simulatie langzaamlopende producten.....	117
Bijlage 15 – Exceltool voor offline scheduling.....	119

Bijlage 1 – Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE staat voor Overall Equipment Effectiveness. Het is een instrument om de effectiviteit van machines te meten en inzicht te geven in verliezen van tijd, snelheid en kwaliteit (respectievelijk beschikbaarheid, prestatie en kwaliteit). Er wordt data verzameld over deze verliezen en hier maakt men bruikbare informatie van via grafieken en dergelijke. De verliezen bestaan uit het verschil tussen de gemeten waarden en de theoretische waarde. Het doel is aandachtsgebieden voor verbeterprojecten te vinden en verliezen te verminderen. De drie verliesgebieden zien er verder onderverdeeld als volgt uit:

- Beschikbaarheid:
 - Storingen
 - Wachten
 - Ombouwen
- Prestatie:
 - Lagere tactsnelheid
 - Korte stops
- Kwaliteit:
 - Afval/uitval
 - Herstel

Voor al deze verliesgebieden verzamelt men data aan de lijn, de operator is hier verantwoordelijk voor want hij is immers degene met kennis over de machine. Vervolgens valt uit deze data een percentage te berekenen voor de verliesgebieden.



Figuur 11: OEE berekening

Bij Johma (Johma, 2007) verzamelt men de volgende data via OEE-invullijsten die bij de afvullijnen liggen:

Beschikbaarheid		Prestatie	Kwaliteit
Geplande stilstand	Ongeplande stilstand	- Netto tijd	- Bruto output
- Inbouw	- Geen personeel	- Tactsnelheid	- Uitval/afval
- Opstart	- Geen salade	- Aantal banen	- Netto output
- Pauze	- Geen verpakking	- Bruto output	
- Uitbouw	- Kwaliteitsprobleem		
- Opruimen	- Storing afvuller		
- Vergadering	- Storing codering		
- Ombouw / Tussenreiniging	- Storing metaaldetectie		
	- Storing inpakker		
	- Storing palletiser		
	- Wachten op TD		
	- Reparatie TD		

Tabel 13: OEE data

Binnen de beschikbaarheid is een onderscheid gemaakt tussen geplande en ongeplande stilstanden. De geplande stilstanden komen min of meer voort uit het opstellen van de planning en schedule. Via het slim opstellen van een schedule kan dit zoveel als mogelijk geminimaliseerd worden, maar ze zullen blijven voorkomen. De ongeplande stilstanden zijn verstoringen binnen het proces waar je tijdens het opstellen van een planning slechts in geringe mate rekening mee houdt. Het doel is de oorzaken van deze verstoringen op te sporen en ze op die manier vanaf de bron op te lossen. Bij prestatie wordt gekeken naar het aantal producten dat is geproduceerd en komt de factor tot stand door de werkelijke productie tijd te vergelijken met de norm tijd voor dit aantal producten. Een lagere machine snelheid en korte stops die niet geregistreerd staan bij de beschikbaarheid veroorzaken dit verschil. Het percentage voor de kwaliteit komt voort uit de verhouding tussen de bruto output en de netto output waarbij de netto output wordt berekend uit de bruto output verminderd met het afval. Het OEE getal is te berekenen als het product van deze drie percentages. Het OEE percentage geeft in feite een omreken factor van de bruto capaciteit (de capaciteit in een ideale situatie) naar de netto capaciteit (de reële capaciteit).

Bijlage 2 - Weekplanning

Weekoverzicht planning HusaKasa / Meng

Week	ToT Ned	98	135	69	72	154
19	ToT Duits	136	136	99	98	13
	Meng	229	259	215	228	157

			7-mei	8-mei	9-mei	10-mei	11-mei
Lijn 1	ToT Ned	1	6,88	11,76	10,92	1,00	9,50
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lijn 2	ToT Ned	1	13,93	30,86	4,98	18,86	36,89
	ToT Duits	3	25,95	31,69	22,03	25,43	0,00
	Meng	2	0,00	32,03	0,00	20,07	37,97
Lijn 3	ToT Ned	1	54,69	71,12	19,88	31,94	84,91
	ToT Duits	3	49,84	48,48	26,20	34,32	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lijn 4	ToT Ned	1	2,95	10,94	6,98	7,97	12,92
	ToT Duits	3	33,65	28,05	24,80	32,64	0,00
	Meng	2	16,73	15,30	8,86	4,02	29,33
Lijn 6	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,90	0,00	1,36	0,00
	Meng	2	51,74	58,39	26,28	46,30	19,92
Lijn 7	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	16,90	0,00	17,02	0,00	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lijn 8	ToT Ned	1	7,52	4,98	10,53	4,97	6,98
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lijn 9	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lijn 10	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	25,98	40,91	35,96	40,84	27,93
Lijn 11	ToT Ned	1	11,78	0,00	10,78	1,96	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lijn 12	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	9,97	8,95	19,95	6,98	0,00
Lijn 14	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	91,65	89,56	82,62	95,46	41,75
Lijn 16	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lijn 17	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	33,10	0,00	41,11	0,00	0,00
Lijn 18	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lijn 19	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2					
Lijn 20	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00
	Meng	2	0,00	1,01	0,00	0,00	0,00
Lijn 21	ToT Ned	1	0,00	4,30	0,00	0,00	2,74
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lijn 22	ToT Ned	1	0,00	1,02	4,46	5,58	0,24
	ToT Duits	3	0,00	11,84	0,00	0,00	11,84
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lijn 23	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2					
Lijn 24	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	10,01	12,99	9,08	4,20	0,00
	Meng	2	0,00	12,98	0,00	13,98	0,00
Lijn 25	ToT Ned	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ToT Duits	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Meng	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Totaal geplande kilo's hele week

860.652

Bijlage 3 - Tijdsverliezen

In het figuur in deze bijlage is de opdeling van de OEE in de verschillende tijdsverliezen te zien. De meeste tijd (6,7%) van de totale bedrijfstijd gaat verloren aan de pauzes. Op de tweede plek komt het tijdsverlies door productwissels. Tenslotte volgt het tijdverlies door reparaties door de Technische Dienst. Pauzes en productwissels nemen echter een aanzienlijk groter deel voor zich dan de reparaties en de overige stilstanden.

Lijn	# ploegen	Bedrijfs-tijd	Storing Totaal	Uitbouw	Oprijtime	Product-wissel	Schoon-maak	Pauze	Proef-productie	Geen Personeel	St_afvuller	St_Metaal deukde	St_Coderin	St_Inpakke	St_Pallette	St_Salade	Geen verpakkin	Kwaliteit TD	Wachten TD	Reparatie TD	Vergaderen
1	144	#####	30,6%	0,36%	1,17%	5,6%	2,71%	7,9%	0,06%	0,07%	4,4%	0,03%	0,3%	1,1%	0,4%	0,7%	0,3%	0,63%	0,72%	3,0%	0,15%
2	192	#####	17,6%	0,43%	0,19%	3,6%	0,00%	3,9%	0,54%	0,14%	0,3%	0,12%	0,3%	0,5%	3,5%	1,7%	0,6%	0,23%	0,30%	1,5%	0,07%
3	226	#####	25,9%	0,01%	0,04%	8,1%	0,00%	5,3%	0,00%	0,01%	0,4%	0,01%	0,7%	2,1%	4,9%	1,7%	0,8%	0,74%	0,13%	1,0%	0,05%
4	171	#####	21,1%	0,04%	0,13%	3,0%	0,00%	7,4%	0,00%	0,15%	0,2%	0,62%	0,2%	0,1%	0,1%	1,0%	1,6%	0,18%	0,11%	0,3%	0,04%
6	191	#####	20,4%	0,20%	0,17%	5,5%	0,00%	8,0%	0,00%	0,46%	0,9%	0,04%	0,3%	0,8%	0,0%	1,4%	1,2%	0,28%	0,16%	0,9%	0,00%
7	81	#####	31,4%	0,15%	0,10%	5,7%	0,00%	7,5%	0,00%	0,36%	1,1%	0,43%	4,4%	1,5%	1,5%	4,2%	1,4%	1,33%	0,38%	1,4%	0,00%
8	123	#####	25,9%	0,31%	0,39%	7,4%	0,00%	7,5%	0,00%	0,39%	1,9%	0,01%	0,9%	1,5%	0,2%	1,3%	0,3%	1,59%	0,36%	2,3%	0,00%
10	217	#####	28,9%	0,27%	0,59%	5,9%	0,02%	7,1%	0,03%	0,17%	0,8%	0,48%	3,0%	5,6%	0,1%	0,3%	0,9%	0,11%	0,43%	3,3%	0,11%
11	44	#####	34,4%	0,51%	0,34%	4,8%	0,00%	6,5%	3,25%	0,51%	2,8%	0,00%	0,2%	7,5%	2,4%	0,7%	0,5%	1,71%	0,29%	2,2%	0,00%
12	127	#####	23,0%	0,37%	1,01%	6,0%	0,00%	7,7%	0,00%	0,87%	0,7%	0,02%	0,3%	3,0%	0,0%	1,1%	0,7%	0,13%	0,21%	0,8%	0,04%
14	234	#####	13,9%	0,23%	0,24%	6,9%	0,00%	3,4%	0,00%	0,00%	1,5%	0,06%	0,9%	2,4%	2,2%	0,0%	0,5%	0,06%	0,33%	1,1%	0,03%
17	12	67,50.00	13,9%	0,00%	0,00%	2,9%	0,00%	7,6%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,00%	0,25%	1,1%	0,00%
18	54	#####	26,7%	0,16%	0,19%	4,6%	0,00%	7,4%	0,00%	1,17%	0,3%	0,13%	0,3%	1,9%	2,1%	2,1%	1,2%	0,00%	0,62%	5,1%	0,00%
20	43	#####	19,2%	0,00%	0,00%	4,1%	0,00%	8,0%	0,00%	0,52%	2,0%	0,00%	0,2%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,19%	0,71%	1,8%	0,00%
21	97	#####	22,7%	0,30%	0,21%	4,1%	0,16%	6,6%	0,00%	0,69%	2,5%	0,00%	1,0%	1,0%	0,0%	0,8%	0,8%	0,41%	0,85%	3,3%	0,00%
22	11	65,15.00	7,3%	0,00%	0,38%	2,9%	0,00%	4,0%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%	0,00%	0,0%	0,00%
23	133	#####	27,5%	0,04%	0,04%	9,0%	0,00%	7,4%	0,00%	1,32%	1,6%	0,04%	0,4%	0,3%	0,1%	3,1%	1,4%	0,15%	0,53%	1,9%	0,04%
24	133	#####	23,31%	0,20%	0,31%	5,73%	0,17%	6,65%	0,23%	0,40%	1,25%	0,12%	0,77%	1,74%	0,92%	1,30%	0,82%	0,45%	0,39%	1,52%	0,03%

Bijlage 4 – Bepaling geschikte salades

In onderstaande tabel zijn de aardappelsalades waarvan alle informatie beschikbaar is, de interne houdbaarheid 6 dagen of meer is en de variatie coëfficiënt lager dan 0,75 is geel gearceerd. De variatie coëfficiënt is de wortel van de variatie gedeeld door het gemiddelde. Er is gekozen om deze waarde op 0,75 te zetten omdat dit als lage variatie wordt beschouwd (Hopp & Spearman, 2000). Bij een gemiddelde variatie ligt de variatie coëfficiënt tussen 0,75 en 1,33, hierboven wordt de variatie als hoog aangeduid. In totaal is 48 volumepercent van de salades waarvan alle data beschikbaar is geschikt voor een (s,Q)-strategie gegeven de grens van 6 interne houdbaarheidsdagen en een variatie coëfficiënt van minder dan 0,75. De producten die met een andere kleur zijn gearceerd worden gebruikt in de analyse in hoofdstuk 4. Voor het product staat tot welke productcategorie deze producten behoren.

Product-categorie	Artikel nummer	Omschrijving	HBH	CoV	Week 2006/52	Jaarvolume	Jaarvolume geschikte producten
Continu	118200	118200 - EIERSLAATJE 12X140GR	9	0,16	803,04	49.486	49.486
	118206	118206 - AH EIERSLAATJE 15X140GR	#N/A		0		
	135200	135200 - HUZARENSLAATJE 12X140GR	16	0,15	3.459,12	449.121	449.121
	135205	135205 - B.HUZARENSLAATJE 12X140GR	6	0,49	1.196,16	62.464	62.464
	135206	135206 - AH HUZARENSLAATJE 15X140GR	#N/A		0		
	135210	135210 - HUZARENSLAATJE 6X140GR	21	0,25	0	11.420	11.420
Continu	135215	135215 - B.HUZARENSLAATJE EPS 24X140GR	6	0,58	376,32	41.449	41.449
	135580	135580 - SCHOTELTJE HUZAREN 8X175GR	12		2.639,00		
	139200	139200 - RUNDVLEESSLAATJE 12X140GR	13	0,25	633,36	72.858	72.858
	139206	139206 - AH RUNDVLEESSLAATJE 15X140GR	#N/A		0		
Continu	187200	187200 - ZALMSLAATJE 12X140GR	13	0,20	745,92	43.636	43.636
	187205	187205 - B.ZALMSLAATJE 12X140GR	3	0,98	0	5.836	
Zomer	187580	187580 - SCHOTELTJE ZALM 8X175GR	14		891,8		
	101670	101670 - TWENTSCHE AARDAPPELSAL. 6X500GR	17	0,56	1.425,00	47.211	47.211
	102670	102670 - KARTOFFEL MET YOGHURT 6X500GR	21	0,64	1.419,00	75.270	75.270
	102686	102686 - AH KARTOFFEL YOGHURT 8X500GR	21	0,93	1.200,00	158.276	
	103670	103670 - KARTOFFELSLD LICHT PIT. 6X500GR	16	0,58	4.854,00	357.150	357.150
	103686	103686 - AH KARTOFFEL LICHT PIT. 8X500GR	21	0,88	900	108.888	
	105666	105666 - AH BARBECUESALADE 6X500GR	14		0		
	105670	105670 - BARBECUESALADE 6X500GR	14	0,81	0	126.906	
	135666	135666 - AH HUZARENSALADE 6X500GR	21	1,13	1.272,00	169.008	
	135670	135670 - HUZARENSALADE 6X500GR	16	0,49	4.416,00	274.629	274.629
Hardloper	137670	137670 - HUZAREN RUNDVLEESSAL. 6X500GR	14	0,35	10.548,00	776.250	776.250
	137686	137686 - AH HUZ. RUNDVLEESSAL. 8X500GR	12	1,02	2.344,00	254.132	
	189670	189670 - ZALMSALADE 6X500GR	9	0,24	2.364,00	156.048	156.048
	190670	190670 - HUZARENSALADE GROF 6X500GR	#N/A		0		
	534679	534679 - 3192 PELLKASA SAHNE 6X500GR	4	0,31	2.847,00	562.959	
	536659	536659 - 3185 KASA EI-GURKE P 6X550GR	1	0,31	0	373.547	
	536679	536679 - 3185 KASA EI-GURKE 6X500GR	3	0,23	5.241,00	435.294	
	539679	539679 - 3174 KASA ESSIG-OEL 6X500GR	4	0,34	1.497,00	406.329	
	100685	100685 - SUPER AARDAPPELSALADE 6X500GR	21	0,68	1.242,00	99.912	99.912
	134830	134830 - FRESHMASTER HUZAREN 6X1000GR	16	1,03	1.134,00	158.106	
Hardloper	135880	135880 - HUZARENSALADE 6X1000GR	16	0,57	10.098,00	786.672	786.672

	135886	135886 - AH HUZARENSALADE 8X1000GR	21	1,31	2.912,00	116.152		
Zomer	139880	139880 - HUZAREN RUNDVLEESSAL. 6x1000GR	9	0,65	8.952,00	399.216	399.216	
	139886	139886 - AH HUZ.RUNDVLEESSAL. 8X1000GR	14	1,25	3.600,00	123.976		
Hardloper	368830	368830 - 6603 FRESHM RUNDVLEES 6X1000GR	12	0,50	18.048,00	1.925.838	1.925.838	
	386685	386685 - SUPER HUZARENSALADE 6x500GR	14	0,61	1.089,00	84.504	84.504	
	386831	386831 - EDAH HUZARENSALADE 6X1000GR	14	1,14	1.836,00	118.728		
	386837	386837 - SUPER HUZARENSALADE 6x1000GR	14	0,81	2.322,00	138.222		
	387685	387685 - SUPER RUNDVLEESSALADE 6X500GR	14	0,56	1.698,00	106.980	106.980	
	387831	387831 - EDAH RUNDVLEESSALADE 6X1000GR	14	1,10	1.410,00	175.566		
	387837	387837 - SUPER RUNDVLEESSALADE 6X1000GR	14	0,81	3.024,00	161.682		
	388685	388685 - SUPER ZALMSALADE 6X500GR	14	0,60	918	37.428	37.428	
	534819	534819 - 3194 PELLKASA SAHNE 6X1000GR	4	0,64	3.756,00	266.766		
	536819	536819 - 3186 KASA EI-GURKE 6X1000GR	3	0,28	3.264,00	791.334		
	536829	536829 - 3186 KASA EI-GURKE P 6X1100GR	1	0,39	0	691.456		
	539819	539819 - 3173 KASA ESSIGOEL 6X1000GR	4	0,41	1.158,00	151.548		
	100250	100250 - KARTOFFELSALADE SCHIJF 2,5KG	16	0,32	787,5	86.263	86.263	
	100310	100310 - KARTOFFELSALADE SCHIJF 5KG	16	0,35	1.940,00	161.825	161.825	
	125250	125250 - RUNDVLEESSALADE FIJN 2.5KG	9	0,40	1.025,00	75.503	75.503	
	125310	125310 - RUNDVLEESSALADE FIJN 5KG	9	0,65	285	23.305	23.305	
	126250	126250 - HUZARENSALADE FIJN 2.5KG	19	0,56	527,5	35.083	35.083	
	126310	126310 - HUZARENSALADE FIJN 5KG	19	0,21	3.665,00	332.665	332.665	
Langzaam	127250	127250 - RUNDVLEESSALADE BLOK 2.5KG	12	0,54	365	19.423	19.423	
	127310	127310 - RUNDVLEESSALADE BLOK 5KG	12	0,38	830	47.515	47.515	
	130920	130920 - KOUDE SCHOTEL 4X750GR	11	0,87	525	112.113		
	130927	130927 - SUPER KOUDE SCHOTEL 4X750GR	#N/A	1,14	0			
Langzaam	136310	136310 - RUSSISCHE SALADE BLOK 5KG	16	0,29	440	34.220	34.220	
	136422	136422 - XXX RUSS.BASSISALADE 10KG	#N/A		0			
	188250	188250 - ZALMSALADE FIJN 2.5KG	15	0,27	997,5	72.583	72.583	
	189250	189250 - ZALMSALADE BLOK 2.5KG	15	0,35	667,5	39.050	39.050	
	189310	189310 - ZALMSALADE BLOK 5KG	15	0,33	1.095,00	79.615	79.615	
	190310	190310 - HUZARENSALADE BLOK 5KG	12	0,26	1.880,00	137.510	137.510	
Langzaam	372254	372254 - XXX KARTOFFELSALADE 2.5KG	14	0,50	180	17.740	17.740	
	383927	383927 - SUPER AMB. HUZARENSAL. 4X750GR	14	1,70	1.197,00	39.804		
	534249	534249 - 2342 PELLKASA 2,5 KG	4	0,39	295	24.885		
	534309	534309 - 2341 PELLKASA 5 KG	4	1,38	0	9.950		
	536249	536249 - 3187 KASA EI-GURKE 2,5KG	3	0,25	982,5	103.833		
	536309	536309 - 3188 KASA EI-GURKE 5KG	3	0,35	1.590,00	366.010		
	536418	536418 - 7591 FOODSTAR EI-GURKE 10KG	3	0,44	0	87.540		
	536419	536419 - 3180 KASA EI-GURKE 10KG	3	0,43	390	58.730		
	536678	536678 - P. BIEDRONKA EI GURKE 6X500GR	#N/A		0			
	539249	539249 - 3132 KASA ESSIG-OEL 2,5KG	4	0,28	247,5	30.665		
	539309	539309 - 3135 KASA ESSIG-OEL 5KG	4	0,33	0	149.245		
	539418	539418 - 7589 FOODSTAR ESSIG-OEL 10KG	4	0,39	0	66.240		
	539419	539419 - 3130 KASA ESSIG-OEL 10KG	4	0,55	0	65.380		
	611150	611150 - FRESH SLICED POTATOES 130KG	0		6.500,00			
	611155	611155 - FRESH SLICED POTATOES 150KG	0		450			
	612410	612410 - HCF MOSTERDSAU 9KG	35		0			
	615410	615410 - HCF GARNEERSAU 80% 9KG	35		0			
	104655	104655 - DELH. KARTOFFELSAL. 6X500GR	6	1,27	0	5.496		
	104665	104665 - B.AARDAPPELSAL.CUL. J. 6X500GR	6	0,97	1.959,00	137.826		
	383673	383673 - ELROY RUNDVLEESSALADE 6X500GR	#N/A		738			
	531619	531619 - 3141 HOPF BUNTER KASA 6X400GR	4	0,23	1.598,40	261.204		
	532619	532619 - 3138 HOPF KASA 6X400GR	4	0,26	602,4	144.622		
	542689	542689 - 7625 TUP KASA MAYO 6X500GR	4	0,36	942	75.510		
Feestdagen	118700	118700 - EIERSCHOTEL 6X400GR	14	0,34	2.743,20	186.386	186.386	
	118706	118706 - AH EIERSCHOTEL 6X400GR	#N/A		0			

Feestdagen	125700	125700 - RUNDVLEESSCHOTEL	6X400GR	10	0,46	3.883,20	261.514	261.514
	125706	125706 - AH RUNDVLEESSCHOTEL	6X400GR	#N/A		0		
Feestdagen	135700	135700 - HUZARENSCHOTEL	6X400GR	15	0,39	6.691,20	394.267	394.267
	135705	135705 - B.HUZARENSCHOTEL	6X400GR	7	0,79	1.015,20	52.390	
	135706	135706 - AH HUZARENSCHOTEL	6X400GR	#N/A		0		
	187700	187700 - ZALMSCHOTEL	6X400GR	10	0,43	3.878,40	230.318	230.318
	132813	132813 - ELROY HUZARENSALADE	6X1000GR	16		1.350,00		
		132826 - AH EUROSHOP. HUZAREN						
	132826	8X1000GR		#N/A		0		
		383826 - AH RUNDVLEES EUROSHOP						
	383826	8X1000GR		#N/A		0		
	531819	531819 - 3190 HOPF BUNTER KASA	6X1000GR	4		5.220,00		
	542817	542817 - 7104 GLOBIS F.KASA MAYO	6X1000	4		768		
	560839	560839 - 4099 KART.NO NAME	6X1000GR	#N/A	1,50	0		
	562639	562639 - 5831 POTATIS LYX NW	6X800GR	0	0,73	0	787.402	
	566839	566839 - 5866 POTATISSALAD NW	6X1000GR	0	0,90	0	674.382	
		363392 - KONIGSHOF AMB.RUNDVL.						
	363392	12X140GR		8	0,28	895,44	75.963	75.963
	130595	130595 - B.SNACK RUSSE NL/F	8X175GR	3	0,59	246,4	15.854	
		135586 - AH SCHOTELTJE HUZAREN						
	135586	10X175GR		#N/A		0		
	187596	187596 - AH SCHOTELTJE ZALM	5X175GR	#N/A		0		
	135588	135588 - JOHMA RUSSISCH EI SCH.	8X175GR	8	0,48	152,6	3.189	3.189
	135774	135774 - JK HUZARENSCHOTEL	2X1500GR	10	5,13	-3	21.705	
	135775	135775 - SDB HUZARENSCHOTEL	2X1500GR	10	0,48	0	16.134	16.134
	139624	139624 - JK RUSSISCH EI SCHOTEL	4x900GR	10	0,71	482,4	61.452	61.452
		139763 - HEMA RUNDVLEESSCHOTEL						
	139763	4X900GR		#N/A	0,25	0		
	139764	139764 - JK RUNDVLEESSCHOTEL	4X900GR	8	1,05	1.591,20	64.235	
	139774	139774 - JK RUNDVLEESSCHOTEL	2X1500GR	14	10,76	3	8.010	
	187764	187764 - JK ZALMSCHOTEL	4X900GR	8	1,02	982,8	58.057	
	187774	187774 - JK LUXE VISSCHOTEL	2X1500GR	14	5,91	0	15.087	
	187775	187775 - SDB LUXE VISSCHOTEL	2X1500GR	14	0,97	0	6.969	
	104845	104845 - DELH.KARTOFFELSAL.EPS	8X1000GR	6		0		
							Totaal volume	Totaal volume geschikte producten
							17.186.916	8.249.064

Bijlage 5 – Hardlopende producten met werkelijke vraag

De resultaten van de producten uit de hardlopende categorie. De vergelijking is gebaseerd op de werkelijke vraag en werkelijk geproduceerde batches uit de periode van week 10 tot en met week 34 in 2007.

13586C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudig	64816	53	1343	802	5735	2574	0	0	0,0%	0	0	0	0,0%	0	0
EQO	64616	23	2926	1039	4481	2519	2	-215	0,3%	-107	13	362	0,6%	362	0
ELSP	64816	23	3002	1123	477	1973	1	-580	0,9%	-580	44	795	1,2%	356	468

36883C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudig	158248	76	2269	880	11792	4030	0	0	0,0%	0	0	0	0,0%	0	0
EQO	158248	40	4055	837	8022	3690	2	-976	0,6%	-488	53	0	0,0%	0	0
ELSP	158248	29	5655	1518	9554	4562	3	-2614	1,7%	-671	136	858	1,2%	619	533

13767C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudig	147615	53	2724	926	5613	2881	6	-8011	5,4%	-1001	314	0	0,0%	0	0
EQO	147615	32	4642	1059	5662	2802	3	1498	1,0%	-499	98	0	0,0%	0	0
ELSP	147615	32	4696	2009	5903	3799	3	-5335	3,6%	-593	165	0	0,0%	0	0

Bijlage 6 – Continue producten met werkelijke vraag

De resultaten van de producten uit de continue categorie. De vergelijking is gebaseerd op de werkelijke vraag en werkelijk geproduceerde batches uit de periode van week 10 tot en met week 34 in 2007.

13520C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudlig	120337	77	2818	1158	44518	31470	14	-22725	18,9%	-1823	530	0	0,0%	0	0
EOQ	120337	18	7167	383	7569	3693	3	-1361	1,1%	-454	69	0	0,0%	0	0
ELSP	120337	14	9880	1289	10242	5646	3	-1629	1,4%	-543	85	6347	5,3%	1587	1975

13920C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudlig	21345	36	872	208	2173	1063	13	-4156	10,0%	-320	115	0	0,0%	0	0
EOQ	21345	17	1563	571	1602	1035	6	-1172	5,5%	-195	45	4831	22,6%	966	274
ELSP	21345	28	807	715	1296	889	1	-51	0,2%	-51	4	883	4,0%	286	262

18720C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudlig	12143	32	419	142	969	373	3	-127	1,0%	-42	8	116	1,0%	116	0
EOQ	12143	16	863	354	928	551	3	-382	3,1%	-127	19	1439	11,9%	289	227
ELSP	12143	22	609	302	791	485	1	-4	0,0%	-4	0	793	6,5%	159	146

Bijlage 7 – Zomerproducten met werkelijke vraag

De resultaten van de productie uit de zomer categorie. De vergelijking is gebaseerd op de werkelijke vraag en werkelijk geproduceerde batches uit de periode van week 10 tot en met week 34 in 2007.

10357C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudlig	81825	43	1845	835	3244	1408	5	-2776	3,4%	-555	111	0	0,0%	0	0
EOQ	81825	24	3419	795	3719	2016	4	-3949	4,8%	-987	151	335	0,4%	335	0
ELSP	81825	20	3976	1190	4310	2593	2	-1240	1,5%	-620	67	0	0,0%	0	0

13557C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudlig	52836	45	1360	816	4868	2359	1	-473	0,9%	-473	38	0	0,0%	0	0
EOQ	52836	19	3316	1197	3977	2249	3	-639	1,2%	-213	29	742	1,4%	742	0
ELSP	52836	28	2227	1203	4632	2645	0	0	0,0%	0	0	1480	2,8%	1480	0

13988C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudlig	56436	63	980	863	5045	3037	4	-2216	3,9%	-554	58	225	0,4%	113	42
EOQ	56436	27	2142	1056	2347	1402	3	-1350	2,4%	-450	73	653	1,2%	163	134
ELSP	56436	40	1771	2023	2565	3037	8	-2854	5,2%	-369	95	13562	24,0%	4521	3682

Bijlage 8 – Feestdagproducten met werkelijke vraag

De resultaten van de producten uit de feestdag categorie. De vergelijking is gebaseerd op de werkelijke vraag en werkelijk geproduceerde batches uit de periode van week 10 tot en met week 34 in 2007. In de resultaten op de volgende pagina zijn de data uit een week voor tot een halve week na een feestdag niet meegerekend.

11870C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudlig	37363	49	835	499	2853	1267	2	-337	0,9%	-169	20	C	0,0%	0	0
EOQ	37363	18	2654	2317	2932	2695	3	-2211	5,9%	-737	161	7536	20,2%	1894	2272
ELSP	37363	16	3449	3639	3743	4416	2	-4769	-2,8%	-2365	278	16872	45,0%	5604	4151

12570C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudlig	61378	80	1037	688	1728	1093	5	-1332	2,2%	-288	59	C	0,0%	0	0
EOQ	61376	23	2477	1739	3221	2649	1	-383	0,6%	-385	30	8854	14,4%	1771	2252
ELSP	61376	32	2031	2287	3372	3206	3	-1768	2,9%	-589	95	0	0,0%	0	0

13570C	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Hudlig	86863	65	1399	762	3793	2282	10	-12706	14,6%	-1271	382	C	0,0%	0	0
EOQ	86863	18	5111	1407	5614	3122	6	-2225	2,6%	-371	105	1664	1,9%	555	882
ELSP	86863	18	5861	2390	8718	3791	4	-2962	3,4%	-741	185	6833	8,0%	2311	584

118700	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	SiDev batchgrootte	Gemiddelde vociraad	SiDev vociraad	OoS # hoeveelheden	OoS %	OoS gemiddeld	OoS SiDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling SiDev
Huidig	27476	44	934	484	2828	1142	-337	1,2%	-169	24	0	0,0%	0	0
EOQ	27476	16	1822	450	2450	1862	-63	0,2%	-65	3	499	1,8%	249	272
ELSP	27476	14	2064	612	3064	3108	0	0,0%	0	0	882	3,2%	882	0

125700	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	SiDev batchgrootte	Gemiddelde vociraad	SiDev vociraad	OoS # hoeveelheden	OoS %	OoS gemiddeld	OoS SiDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling SiDev
Huidig	46328	54	1135	719	1534	718	-728	1,6%	-162	24	0	0,0%	0	0
EOQ	46328	25	1794	0	2973	2480	-395	0,8%	-385	17	396	0,8%	129	63
ELSP	46328	30	1309	282	2649	1699	-1768	3,8%	-589	55	0	0,0%	0	0

135700	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	SiDev batchgrootte	Gemiddelde vociraad	SiDev vociraad	OoS # hoeveelheden	OoS %	OoS gemiddeld	OoS SiDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling SiDev
Huidig	72097	59	1405	790	3688	2244	-12706	17,8%	-1271	220	0	0,0%	0	0
EOQ	72097	16	4527	495	5352	2510	-1996	2,8%	-459	61	91	0,1%	46	13
ELSP	72097	14	4856	587	5761	3434	-919	1,3%	-306	38	4272	5,9%	2136	706

Bijlage 9 – Langzaamlopende producten met werkelijke vraag

De resultaten van de producten uit de langzaamlopende categorie. De vergelijking is gebaseerd op de werkelijke vraag en werkelijk geproduceerde batches uit de periode van week 10 tot en met week 34 in 2007.

127250	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Huidig	3728	25	155	54	120	98	22	-800	21.5%	-38	15	23	0.6%	23	0
EOQ	3726	20	216	36	293	140	1	-40	1.1%	-40	3	183	4.9%	37	44
ELSP	3726	26	148	45	253	97	0	0	0.0%	0	0	0	0.0%	0	0

136310	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Huidig	2674	22	120	0	105	81	15	-391	14.8%	-28	11	0	0.0%	0	0
EOQ	2674	12	266	58	307	158	0	0	0.0%	0	0	386	14.4%	35	34
ELSP	2674	12	241	52	256	133	1	-13	0.5%	-13	1	244	9.1%	35	22

372254	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS %	OoS gemiddeld	OoS StDev	Verspilling	Verspilling %	Verspilling gemiddeld	Verspilling StDev
Huidig	4935	24	224	44	329	135	2	-41	0.8%	-21	3	142	2.9%	142	0
EOQ	4935	18	325	100	354	228	13	-1121	22.7%	-88	25	605	12.3%	86	47
ELSP	4935	15	429	153	497	331	3	-297	6.0%	-99	14	1359	27.5%	170	116

Bijlage 10 – Resultaten simulatie hardlopende producten

De waarden uit bijlagen 5 tot en met 9 vallen niet altijd in de betrouwbaarheidsintervallen in bijlagen 10 tot en met 14. Betrouwbaarheidsintervallen zijn gebaseerd op de aanname dat de individuele uitkomsten voortkomen uit een normale verdeling. Dit blijkt in de simulatie echter niet altijd het geval te zijn. Zeker bij de grensverschillen tussen de werkelijke en gesimuleerde uitkomsten is vaak een scheve verdeling (die geen overeenkomsten vertoont met de normale verdeling) van de individuele uitkomsten bij de simulatie te zien.

135680	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
aversge	137045	48.4 (+ 0.45)	2851 (+ 26.1)	717	4823 (+ 74.0)	2512	3.2 (- 0.34)	-1663 (+ 365.3)	-421 (+ 53.4)	2039 (+ 262.2)	42 (+ 5.6)
stdev	7763	3.2	163	112	521	251	2.4	2555	376	1985	41
% van de totale vraag								1.21% (- 0.28)		1.49% (- 0.21)	

Vraagverdeling: Gamma(1,21;436) – Aantal runs: n=150

368630	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
avorage	327657	76.8 (- 0.42)	4187 (- 22.1)	1086	7524 (- 53.9)	3526	5.1 (- 0.33)	-6104 (- 575.4)	-1069 (- 90.9)	4019 (- 361.8)	51 (- 4.6)
stdev	16'02	4.1	214	167	541	462	3.1	5551	590	3502	45
% van de totale vraag								1.65% (+ 0.17)		1.23% (- 0.11)	

Vraagverdeling: Gamma(1,33;952) – Aantal runs: n=360

137670	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
avorage	218200	42.5 (+ 0.26)	4900 (+ 25.1)	1056	6466 (+ 47.9)	3188	5.5 (- 0.33)	-3857 (+ 312.3)	-636 (+ 36.5)	4526 (+ 407.7)	102 (+ 9.1)
stdev	11'23	2.5	236	205	451	387	3.1	2938	362	3835	86
% van de totale vraag								1.81% (- 0.14)		2.09% (- 0.16)	

Vraagverdeling: Gamma(1,47;571) – Aantal runs: n=340

Tabel 14: Resultaten simulatie (s,Q)-strategie met s en Q volgens EOQ-berekening

135680	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	137851	53.5 (+ 0.56)	2610 (+ 23.2)	813	4639 (+ 51.3)	2234	2.9 (+ 0.31)	-1495 (+ 215.8)	-446 (+ 53.0)	2615 (+ 339.6)	49 (+ 6.3)
stdev	7043	3.9	163	124	361	179	2.1	1518	373	2388	44
% van de totale vraag								1.08% (+ 0.16)		1.90% (+ 0.25)	

Vraagverdeling: Gamma(1,21,436) – Aantal n: ns: n=150

368630	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	328168	53.4 (+ 0.41)	6403 (+ 52.8)	2484	9564 (+ 62.5)	4665	4.8 (+ 0.28)	-5642 (+ 473.8)	-1114 (+ 69.9)	15650 (+ 852.7)	302 (+ 16.8)
stdev	16072	3.9	509	328	805	349	2.7	4567	676	6254	161
% van de totale vraag								1.71% (+ 0.14)		4.90% (+ 0.27)	

Vraagverdeling: Gamma(1,33,952) – Aantal n: ns: n=360

137670	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	218236	43.2 (+ 0.36)	5161 (+ 51.3)	2034	7038 (+ 77.1)	3968	5.0 (+ 0.31)	-3511 (+ 297.7)	-654 (+ 40.9)	6594 (+ 590.5)	154 (+ 14.0)
stdev	11404	3.6	482	481	725	747	2.9	2800	385	5556	132
% van de totale vraag								1.80% (+ 0.13)		3.02% (+ 0.27)	

Vraagverdeling: Gamma(1,47,571) – Aantal n: ns: n=340

Tabel 15: Resultaten simulatie (s,Q)-strategie met v en Q volgens ELSP-berekening

Bijlage 11 – Resultaten simulatie continue producten

135200	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	259190	36,0 (+ 0,10)	7236 (+ 14,8)	624	7370 (+ 23,9)	3710	7,5 (+ 0,28)	-3585 (+ 174,1)	-473 (+ 15,3)	4494 (+ 528,0)	124 (+ 14,5)
stdev	5492	0,9	127	96	208	70	2,4	1513	133	4587	126
% van de totale vraag								1,38% (+ 0,07)		1,74% (+ 0,20)	

Vraagverdeling: Norm(985,7;352,3) – Aantal runs: n=290

136200	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	40810	32,4 (+ 0,22)	1588 (+ 18,9)	650	1782 (+ 19,1)	1236	4,5 (+ 0,27)	-443 (+ 35,0)	-93 (+ 5,4)	11234 (+ 353,8)	350 (+ 11,8)
stdev	1396	2,1	160	59	181	117	2,5	331	51	3353	110
% van de totale vraag								1,08% (+ 0,08)		27,44% (+ 0,86)	

Vraagverdeling: Gamma(3,3;48) – Aantal runs: n=345

137200	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	24811	31,6 (+ 0,27)	1306 (+ 11,9)	395	1095 (+ 13,4)	761	5,1 (+ 0,36)	-360 (+ 38,9)	-66 (+ 4,3)	7611 (+ 255,6)	242 (+ 8,2)
stdev	1045	2,0	99	20	101	55	2,7	291	32	1912	61
% van de totale vraag								1,46% (+ 0,18)		30,98% (+ 1,05)	

Vraagverdeling: Gamma(2,0;47) – Aantal runs: n=215

Tabel 16: Resultaten simulatie (s,Q)-strategie met s en Q volgens EOQ-berekening

135200	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	259078	26,8 (+ 0,14)	10181 (+ 58,1)	1899	10303 (+ 60,0)	5795	6,5 (+ 0,25)	-3380 (+ 172,6)	-515 (+ 16,8)	18253 (+ 1067,1)	678 (+ 38,7)
stdev	5806	1,2	505	357	522	31	2,1	1500	146	9271	336
% van de totale vraag								1,30% (+ 0,07)		7,05% (+ 0,41)	

Vraagverdeling: Norm(995,7;352,3) – Aantal runs: n=280

135200	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	40851	48,2 (+ 0,32)	854 (+ 0,6)	313	1175 (+ 10,2)	655	4,9 (+ 0,28)	-451 (+ 40,9)	-87 (+ 4,5)	1020 (+ 82,7)	21 (+ 1,6)
stdev	1386	3,0	82	52	57	57	2,7	368	43	763	17
% van de totale vraag								1,12% (+ 0,10)		2,49% (+ 0,20)	

Vraagverdeling: Gamma(3,48) – Aantal runs: n=345

137200	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	24432	46,0 (+ 0,38)	544 (+ 5,7)	191	691 (+ 7,7)	390	6,3 (+ 0,41)	-437 (+ 39,5)	-67 (+ 4,1)	718 (+ 64,5)	16 (+ 1,4)
stdev	1130	2,7	42	29	58	34	3,1	295	31	462	11
% van de totale vraag								1,75% (+ 0,16)		2,54% (+ 0,27)	

Vraagverdeling: Gamma(2,0;47) – Aantal runs: n=215

Tabel 17: Resultaten simulatie (s,Q)-strategie met s en Q volgens EISP-berekening

Bijlage 12 – Resultaten simulatie zomerproducten

103670	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	98841	31,1 (+ 0,17)	3389 (+ 18,4)	775	3983 (+ 28,7)	2135	4,9 (+ 0,27)	-1969 (+ 145,4)	-379 (+ 20,7)	6446 (+ 314,5)	207 (+ 9,5)
stdev	5308	1,8	195	140	304	24	2,9	1539	219	3328	105
% van de totale vraag								1,96% (+ 0,14)		6,48% (+ 0,32)	

Vraagverdeling: Gamma(1,21;317) – Aantal runs: n=433

135670	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	66060	27,5 (+ 0,22)	2728 (+ 22,0)	762	3384 (+ 30,8)	1853	2,3 (+ 0,19)	-597 (+ 71,8)	-207 (+ 19,8)	10038 (+ 367,2)	385 (+ 14,0)
stdev	3807	2,1	210	136	292	235	1,8	694	187	3596	133
% van de totale vraag								0,90% (+ 0,11)		15,30% (+ 0,61)	

Vraagverdeling: Gamma(1,25;202) – Aantal runs: n=353

139680	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	63781	42,7 (+ 0,35)	1865 (+ 14,1)	562	2379 (+ 19,2)	1339	4,9 (+ 0,34)	-1378 (+ 131,9)	-258 (+ 17,1)	20383 (+ 466,7)	455 (+ 9,3)
stdev	4004	3,3	132	99	181	150	3,2	1241	161	4391	87
% van de totale vraag								2,15% (+ 0,20)		32,13% (+ 0,79)	

Vraagverdeling: Gamma(3,31;271) – Aantal runs: n=340

Tabel 18: Resultaten simulatie (s,Q)-strategie met s en Q volgens EOQ-berekening

103670	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde vociraad	StDev vociraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	99874	27.8 (+ 0.20)	4322 (+ 38.1)	1576	4939 (+ 34.4)	3027	5.1 (- 0.27)	-2085 (+ 159.4)	-388 (+ 19.8)	22059 (+ 676.4)	798 (- 24.3)
stdv	5450	2.2	392	252	364	279	2.9	1686	210	7156	257
% van de totale vraag								2.06% (+ 0.16)		22.21% (+ 0.70)	

Vraagverdeling: Gamma(1.21;317) – Aantal runs: n=433

135670	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde vociraad	StDev vociraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	65805	37.8 (+ 0.42)	1841 (+ 23.5)	812	3678 (+ 40.8)	1648	0.04 (- 0.02)	-8 (- 7.5)	-8 (- 7.5)	4220 (+ 244.8)	113 (+ 6.7)
stdv	3732	4.0	224	109	387	315	0.22	73	72	2336	64
% van de totale vraag								0.01% (+ 0.01)		6.43% (+ 0.37)	

Vraagverdeling: Gamma(1.25;202) – Aantal runs: n=353

139680	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde vociraad	StDev vociraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	63833	54.6 (+ 0.53)	1446 (+ 18.7)	810	2416 (+ 22.8)	1352	6.1 (+ 0.38)	-1845 (+ 165.7)	-284 (+ 19.5)	15338 (+ 446.7)	284 (+ 8.9)
stdv	3914	5.0	178	145	215	229	3.6	1747	183	4203	84
% van de totale vraag								2.87% (+ 0.29)		24.09% (+ 0.71)	

Vraagverdeling: Gamma(2.31;271) – Aantal runs: n=343

Tabel 19: Resultaten simulatie (S,Q)-strategie met v en Q volgens ELSP-berekening

Bijlage 13 – Resultaten simulatie feestdagproducten

118700	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	79421	33.7 (+ 0.21)	2763 (+ 23.5)	1079	3139 (+ 28.8)	2050	6.4 (+ 0.28)	-1676 (+ 57.5)	-261 (+ 11.1)	14918 (+ 462.8)	444 (+ 14.8)
stdev	3392	2.3	255	198	313	314	3.0	1081	121	5255	158
% van de totale vraag								2.11% (+ 0.12)		16.79% (+ 0.81)	

Vraagverdeling: Gamma(1.93;159) – Aantal runs: n=455

125700	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	105347	42.8 (+ 0.35)	3846 (+ 51.5)	2443	5359 (+ 57.2)	4090	2.5 (+ 0.19)	-834 (+ 92.5)	-258 (+ 20.8)	55711 (+ 1301.7)	1408 (+ 35.2)
stdev	5226	4.0	587	135	653	288	2.2	1055	238	14850	402
% van de totale vraag								0.79% (+ 0.08)		56.05% (+ 1.19)	

Vraagverdeling: Gamma(1.45;279) – Aantal runs: n=500

135700	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	157086	29.4 (+ 0.16)	5683 (+ 29.9)	1222	6742 (+ 48.1)	3514	2.9 (+ 0.21)	-1290 (+ 128.0)	-379 (+ 29.8)	11821 (+ 581.9)	400 (+ 19.3)
stdev	6632	1.6	293	244	472	276	2.1	1256	292	5710	189
% van de totale vraag								0.82% (+ 0.08)		7.56% (+ 0.36)	

Vraagverdeling: Gamma(2.22;289) – Aantal runs: n=370

Tabel 20: Resultaten simulatie (s,Q)-strategie met s en Q volgens EOQ-berekening

118700	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	79269	29.5 (+ 0.16)	3715 (+ 37.1)	1431	4173 (+ 39.8)	2639	3.5 (- 0.23)	-823 (+ 75.8)	-197 (+ 13.2)	32383 (+ 796.2)	1101 (- 27.7)
stdv	3614	2.0	404	291	433	372	2.5	825	144	8665	301
% van de totale vraag								1.04% (- 0.08)		40.88% (- 1.00)	

Vraagverdeling: Gamma(1.93;159) – Aantal runs: n=455

125700	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	104714	46.4 (+ 0.36)	2550 (+ 23.8)	1081	4150 (+ 34.3)	2274	2.9 (- 0.22)	-946 (+ 102.9)	-249 (+ 19.6)	14145 (+ 448.8)	308 (- 10.2)
stdv	5427	4.1	269	189	391	195	2.5	1174	223	5129	116
% van de totale vraag								0.50% (- 0.10)		13.53% (- 0.43)	

Vraagverdeling: Gamma(1.45;279) – Aantal runs: n=503

135700	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	156734	30.0 (- 0.21)	5802 (- 43.2)	1708	6950 (- 42.6)	3759	3.1 (- 0.21)	-1391 (- 138.2)	-389 (- 28.7)	19591 (- 774.9)	656 (- 26.2)
stdv	6630	2.0	424	323	418	299	2.1	1356	282	7805	257
% van de totale vraag								0.89% (+ 0.08)		12.55% (- 0.51)	

Vraagverdeling: Gamma(2.32;289) – Aantal runs: n=370

Tabel 21: Resultaten simulatie (S,Q)-strategie met v en Q volgens ELSP-berekening

Bijlage 14 – Resultaten simulatie langzaamlopende producten

127250	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
avg age	8317	37,1 (+ 0,24)	273 (- 2,1)	93	344 (+ 1,0)	185	3,3 (- 0,22)	-116 (+ 11,9)	-30 (- 2,2)	1912 (- 50,0)	52 (+ 1,3)
stdev	5,3	2,8	22	10	21	13	2,3	128	23	529	14
% van de totale vraag								1,38% (+ 0,14)		23,14% (- 0,84)	

Vraagverdeling: Expo(32,0) – Aantal runs: n=430

136310	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
avg age	7725	28,3 (+ 0,24)	352 (- 3,7)	112	384 (+ 3,8)	239	4,7 (- 0,33)	-125 (+ 12,4)	-25 (- 1,8)	1749 (- 82,0)	87 (+ 2,3)
stdev	369	2,0	30	12	31	15	2,7	100	15	500	19
% van de totale vraag								1,62% (+ 0,16)		22,69% (- 0,82)	

Vraagverdeling: Gamma(1,52;20) – Aantal runs: n=250

372254	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
avg age	9516	33,5 (+ 0,26)	327 (- 3,1)	107	363 (+ 3,0)	2,3	8,7 (- 0,45)	-465 (+ 36,9)	-52 (- 2,8)	1588 (- 59,2)	48 (+ 1,6)
stdev	668	2,4	26	12	26	13	3,8	312	25	501	15
% van de totale vraag								4,80% (+ 0,38)		16,95% (- 0,87)	

Vraagverdeling: Gamma(0,75;45) – Aantal runs: n=275

Tabel 22: Resultaten simulatie (s,Q)-strategie met s en Q volgens EOQ-berekening

127250	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	8285	47.0 (0.41)	197 (2.1)	95	297 (1.5)	152	3.7 (0.30)	-126 (13.5)	-29 (2.1)	1035 (40.8)	22 (0.5)
stdv	511	4.3	22	15	20	17	3.2	142	22	429	9
% van de totale vraag								1.53% (+ 0.18)		12.53% (- 0.45)	

Vraagverdeling: Expo(32.0) – Aantal runs: n=433

130310	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	7746	27.1 (+ 0.27)	354 (- 4.7)	139	392 (+ 4.5)	258	4.5 (- 0.32)	-114 (+ 10.8)	-24 (- 1.7)	1971 (- 86.4)	73 (+ 3.3)
stdv	401	2.2	38	25	36	31	2.5	85	14	713	27
% van de totale vraag								1.47% (0.13)		25.53% (1.16)	

Vraagverdeling: Gamma(1.52;20) – Aantal runs: n=253

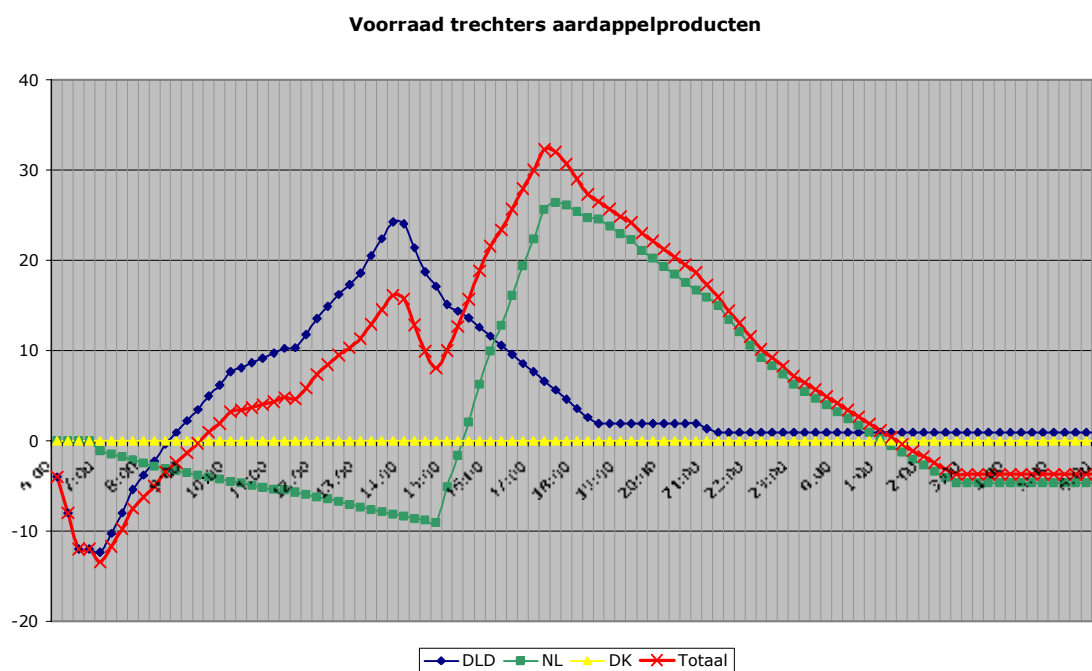
372254	Totale vraag	# producties	Gemiddelde batchgrootte	StDev batchgrootte	Gemiddelde voorraad	StDev voorraad	OoS #	OoS hoeveelheid	OoS gemiddeld	Verspilling	Verspilling gemiddeld
average	5494	30.0 (0.32)	451 (6.8)	220	486 (5.8)	358	8.1 (0.45)	-413 (36.1)	-49 (3.1)	4285 (144.3)	143 (4.5)
stdv	754	2.7	57	46	49	52	3.8	306	26	1221	33
% van de totale vraag								4.28% (0.35)		45.12% (1.45)	

Vraagverdeling: Gamma(0.75;45) – Aantal runs: n=275

Tabel 23: Resultaten simulatie (s,Q)-strategie met v en Q volgens ELSP-berekening

Bijlage 15 – Exceltool voor offline scheduling

Deze bijlage laat het excelbestand voor offline scheduling zien. In de onderstaande grafiek wordt het verloop van volle trechters met aardappelsalade gedurende de dag weergegeven. In de grafiek is te zien dat er direct in het begin van de dag te weinig trechters met aardappelsalade zijn. Een uitgebreidere weergave is te zien in de screenshot op de volgende pagina. Per lijn wordt de aanvraag van trechters met salade weergegeven en per aardappelsoort staat de output van de husa/kasa-afdeling weergegeven. Deze gegevens gebruikt de grafiek. De brongegevens voor dit excelbestand komen uit het voor die dag vrijgegeven dagprogramma. In dit geval is er dus een niet haalbaar dagprogramma vrijgegeven. Direct in het begin van de dag zijn er teveel afvullijnen voor de husa/kasa-afdeling om te bedienen.



[illegible]