

# de Zuivelhoeve

Onderzoek naar de  
overuren op de Hamba



**Rick van Urk**



31 mei 2010

Rick van Urk  
Geulstraat 86  
7523 TV Enschede

06 15 47 87 22  
r.vanurk@student.utwente.nl  
s0142425

Begeleider Universiteit Twente:  
Dr.ir. Marco Schutten

Begeleiders de Zuivelhoeve:  
Bert Oude Hilbert  
Louis Groot Rouwen

# Managementsamenvatting

*Deze samenvatting geeft de hoofdpunten van het onderzoek naar de overuren op de productielijn Hamba en de bijbehorende conclusies en aanbevelingen.*

## Aanleiding

De aanleiding voor het onderzoek is dat er elke week overuren zijn op de Hamba. De kans op overuren speelt geen rol in dit onderzoek, aangezien overuren niet duurder zijn dan standaard uren. Zo is acht uur productie op maandag en acht uur productie op dinsdag even duur als zestien uur productie, waarvan acht overuren, draaien op maandag en geen uren draaien op dinsdag. Doordat de kans op overuren geen rol speelt, is onderzocht of het gemiddeld aantal productie-uren en daarmee het gemiddeld aantal overuren verminderd kan worden.

## Onderzoek

Bij het analyseren van de Hamba is onder andere gebruik gemaakt van de literatuur van Spearman & Hopp (2008). Uit het analyseren van de huidige situatie kwam naar voren dat de overuren zowel veroorzaakt worden door storingen als door planning. Tijdens het onderzoeken van verbeteringsmogelijkheden in de planning is onder andere gebruik gemaakt van literatuur van Pinedo (2009).

## Gewenste situatie

In de gewenste situatie zijn geen overuren meer nodig op de Hamba, hetgeen betekent dat het gemiddeld aantal productie-uren per week moet dalen van 49,61 uur naar maximaal 44,32 uur. De oplossing moet wel mogelijk zijn op de huidige locatie en aangenomen orders mogen niet geannuleerd worden. Tevens zijn de afspraken die met de klant gemaakt zijn over de tenminste-houdbaar-tot-datum bindend voor de productie en mag het probleem niet verschoven worden naar een andere afvullijn. Tot slot mag productie niet op zaterdag en zondag plaatsvinden, tenzij dit nodig is om incidentele problemen op te vangen, zoals feestdagen in een week.

## Aanbevelingen

Om een goede stap in de richting te doen van een situatie zonder overuren op de Hamba zal een productieschema met cycluslengte van twee weken ingevoerd moeten worden. In dit schema worden de vla en yoghurt voor de Nederlandse markt elke week geproduceerd en de vla voor de Duitse markt drie keer per twee weken. Dit betekent een vermindering van het aantal productie-uren op de Hamba van gemiddeld 3,78 uur per week, wat neerkomt op een besparing op de loonkosten van €423 tot €484 per week. Daarnaast wordt ook geld bespaard door minder vaak om te omstellen: dit leidt tot minder verspilling van vla, yoghurt, vruchten en verpakkingen. Wel zullen de voorraden gemiddeld hoger zijn, wat betekent dat er hogere voorraadkosten zullen zijn.

Bij de storingen valt er in de optimale situatie ongeveer 4,4% extra doorzet te halen. Deze optimale situatie blijkt niet realistisch, aangezien er sprake is van een gemiddelde storingsduur van nul seconden, oftewel directe reparatie. Verder onderzoek naar de storingen zal vooral in de richting van het verkorten van de gemiddelde reparatieduur moeten zitten, aangezien dit procentueel meer effect heeft dan het oprekken van de gemiddelde tijd tussen twee storingen. Dit advies is gebaseerd op het logistieke aspect en er is geen rekening gehouden met de kosten die gemaakt worden.

# Voorwoord

Voor u ligt het verslag van mijn bacheloropdracht. Hierin vindt u de resultaten van een onderzoek naar en analyse van de overuren op de productielijn Hamba bij de Zuivelhoeve te Tweekelo. Tevens is dit verslag de afronding van mijn bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente (Faculteit Management & Bestuur).

Dit verslag en het onderzoek dat hier aan vooraf gegaan is, was in deze vorm niet mogelijk geweest zonder de medewerking van anderen. Allereerst wil ik de medewerkers van de Zuivelhoeve bedanken voor de ondersteuning, verzamelen van informatie en de gezellige tijd. Daarnaast wil ik mijn begeleiders bij de Zuivelhoeve, Bert Oude Hilbert en Louis Groot Rouwen, bedanken voor de samenwerking en het meedenken. Verder wil ik Marco Schutten bedanken voor zijn begeleiding namens de Universiteit Twente en de waardevolle feedback en adviezen die ik heb mogen ontvangen.

Tevens wil ik mijn ouders, Marco en Birgit, bedanken voor alle steun, motivatie en kritische blikken. Ook mijn beide broers, Joep en Koen, wil ik bedanken voor hun ondersteuning en gezelligheid. Tot slot wil ik mijn vriendin Debbie bedanken voor de gezelligheid, steun, feedback en aanmoediging.

Veel plezier met het lezen van dit verslag.

Rick van Urk

# Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 De Zuivelhoeve	1
1.2 De producten en de markt	1
1.3 De aanleiding	1
1.4 De onderzoeksvragen	2
<b>2. Theoretisch kader</b>	<b>3</b>
2.1 Beschrijven productielijn	3
2.2 Little's law	4
2.3 Open en gesloten netwerken	4
2.4 Planning & Scheduling	6
<b>3. Huidige situatie</b>	<b>8</b>
3.1 De aanpak	8
3.2 Algemene informatie	8
3.3 De machine	8
3.4 Modelling Hamba	9
3.5 Het proces	10
3.6 De karakteristieken	11
<b>4. Gewenste situatie en discrepantie</b>	<b>15</b>
4.1 De aanpak	15
4.2 De gewenste situatie	15
4.3 De discrepantie	15
4.4 Storingen	16
4.5 Omstellingen	16
4.6 Productenmix	16
4.7 Personeel	16
4.8 Leveranciers	16
4.9 Planning	17
4.10 Prioritering van de problemen	17
<b>5. Oplossingen problemen</b>	<b>18</b>
5.1 De aanpak	18
5.2 Effect van storingen	18
5.3 Analyse cycluslengte	19
5.4 Algemeen productieschema	20
5.5 De consequenties	23
<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>25</b>
Conclusies	25
Aanbevelingen	25
<b>Bronvermelding</b>	<b>26</b>
Referenties	26
Websites	26

# 1. Inleiding

*Dit verslag beschrijft het onderzoek dat bij de Zuivelhoeve is uitgevoerd. Dit hoofdstuk geeft allereerst informatie over de Zuivelhoeve, de producent van onder andere de doorzichtige emmertjes Boer'n Yoghurt. Daarna volgt de aanleiding voor het onderzoek en de bijbehorende onderzoeksvragen.*

## 1.1 De Zuivelhoeve

De Zuivelhoeve is in 1981 opgericht door de familie Roerink. Zij maakte en verkocht op de eigen boerderij elke dag verse zuivelproducten. In het begin werden alleen boter, kaas en karnemelk bereid, maar niet veel later werden hier yoghurt en kwark aan toegevoegd. In de loop der jaren is het aantal winkels van de Zuivelhoeve gestegen van één naar achtien. Tevens werd een nieuwe productielocatie geopend in Twekkelo, waar sindsdien alle productie plaatsvindt.

In het begin verkocht de Zuivelhoeve alleen toetjes in Twente, maar door het succes van de toetjes in deze regio breidde de Zuivelhoeve uit naar de rest van Nederland. Sindsdien zijn de toetjes van de Zuivelhoeve niet meer alleen te verkrijgen in Zuivelhoeve winkels, maar ook in supermarkten. In de eerste vijf jaar dat supermarkten de producten van de Zuivelhoeve verkochten, groeide het aantal verkochte emmertjes naar meer dan twintig miljoen stuks per jaar. Tegenwoordig zijn de toetjes van de Zuivelhoeve ook te vinden in supermarkten in België, Denemarken, Duitsland en Groot Brittannië. (Zuivelhoeve<sup>1</sup>, 2010)

## 1.2 De producten en de markt

De producten waar de Zuivelhoeve vooral om bekend staat zijn de toetjes. Deze zijn niet verkrijgbaar in de literpakken vla en yoghurt zoals andere producenten doen, maar in doorzichtige emmertjes en bekertjes. Het merk Zuivelhoeve wordt geassocieerd met ambachtelijk en kwaliteit. Dit komt overeen met de kernwaarden van de Zuivelhoeve "eerlijk en vers". Deze kernwaarden zijn gebaseerd op het elke dag vers bereiden en de natuurlijke en ambachtelijke bereidingswijze. (Zuivelhoeve<sup>2</sup>, 2010)

Qua marktaandeel moet de Zuivelhoeve FrieslandCampina duidelijk voor zich laten gaan, maar het grootste marktaandeel hebben in de zuivelindustrie is ook niet het streven van de Zuivelhoeve. Wel is de Zuivelhoeve marktleider in de markt voor catering (De Vries, 2010).

## 1.3 De aanleiding

De Zuivelhoeve heeft verschillende productielijnen voor de verschillende toetjes. Elk type toetje kan slechts op één productielijn geproduceerd worden vanwege de instellingen voor het formaat. Op één van de productielijnen, de Hamba, zijn er problemen met het halen van de vraag binnen de gestelde tijd. Hierdoor is regelmatig overwerk nodig.

Binnen de Zuivelhoeve bestaat het vermoeden dat dit het gevolg is van de storingen op deze productielijn, maar een lager rendement kan ook andere oorzaken hebben. Om een volledig beeld te krijgen van de productielijn is een analyse van de volledige productielijn nodig. Dit beeld kan vervolgens gebruikt worden om de impact van veranderingen te analyseren.

## **1.4 De onderzoeksvragen**

De hoofdvraag van dit onderzoek is: *Hoe kan de productiecapaciteit van de productielijn Hamba verhoogd worden zodat er geen overwerk meer nodig is?* Deze hoofdvraag zal beantwoord worden door het antwoord op de volgende deelvragen te vinden:

1. Welke literatuur is van toepassing op het probleem van de productielijn Hamba?
2. Wat is de huidige situatie van de productielijn Hamba?
3. Wat is de gewenste situatie van de productielijn Hamba en de discrepantie met de huidige situatie?
4. Welke problemen veroorzaken de discrepantie en in welke volgorde kunnen deze het best aangepakt worden?
5. Wat is de oplossing voor de problemen die aangepakt worden?

## 2. Theoretisch kader

*Dit hoofdstuk bevat het theoretisch kader voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen. Paragraaf 2.1 bevat theorie over het beschrijven van een productielijn. Paragraaf 2.2 geeft een belangrijke wetmatigheid voor de analyse van productie-omgevingen. Paragraaf 2.3 bevat het verschil tussen open en gesloten productiesystemen. De theorie voor de analyse van de planning is te vinden in paragraaf 2.4.*

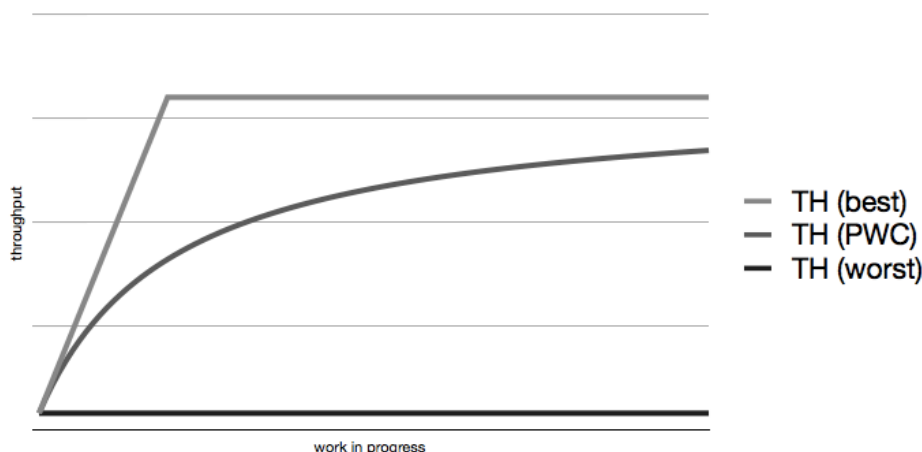
### 2.1 Beschrijven productielijn

Naast het kwalitatief beschrijven van een productielijn kan het kwantitatief beschrijven extra inzicht geven in de situatie waarin een productielijn zich bevindt. Deze kwantitatieve beschrijving levert echter alleen extra inzicht als deze in de juiste context staat. De bij dit onderzoek gebruikte context wordt geleverd door de berekening van de best-case, worst-case en practical worst-case. De drie cases geven het verband weer tussen de work in progress, de hoeveelheid producten die nog niet volledig geproduceerd is, maar al wel in het productieproces zit, en de throughput, de hoeveelheid producten die per tijdseenheid geproduceerd wordt, voor respectievelijk de beste situatie, slechtste situatie en de situatie waarin alle taken gelijkmatig verdeeld zijn over de werkstations. (Spearman & Hopp, 1998)

best-case	$\min(w/T_0, r_b)$
worst-case	$1/T_0$
practical worst-case	$r_b * w / (T_0 * r_b + w - 1)$

tabel 2.1 - Formules voor de berekening van de throughput in de best-case, worst-case en practical worst-case.

Door de formules in tabel 2.1 te gebruiken kunnen de grafieken gemaakt worden van deze drie cases, zoals in figuur 2.2. Deze formules worden gebruikt om de throughput te berekenen bij een gegeven work in progress. Er zijn ook formules om de cycle time te berekenen, maar deze worden hier achterwege gelaten. Dit omdat de cycle time snel te berekenen is bij een bekende work in progress en throughput, zoals in paragraaf 2.2 wordt toegelicht. Cycle time is de tijd dat een product doorbrengt bij een machine of productielijn inclusief de wachttijd.



figuur 2.2 - Grafieken van de throughput in de best-case, practical worst-case en worst-case.

De formules om de throughput te berekenen, combineren de bottleneck rate ( $r_b$ ), de bewerkingstijd zonder omstellingen en stringen op de lange termijn ( $T_0$ ) en de work in progress ( $w$ ). De bottleneck rate is de productiesnelheid van een deel van een productielijn dat de maximale snelheid van de hele productielijn bepaalt. Na het plotten van deze grafieken zijn er twee mogelijke gebieden waarin de werkelijke situatie valt, te



weten tussen de best-case en de practical worst-case en tussen de practical worst-case en de worst-case. Het gebied boven de practical worst-case is relatief goed, het gebied onder de scheidingslijn is relatief slecht. Dit betekent dat de practical worst-case een scheidingslijn is tussen een relatief goede en relatief slechte situatie. (Spearman & Hopp, 1998)

## 2.2 Little's law

Het afzonderlijk berekenen van de cycle time (CT), throughput (TH) of work in progress (WIP) is niet altijd mogelijk of efficiënt. Echter, door over twee van deze drie grootheden te beschikken, kan de ontbrekende derde eenvoudig berekend worden middels de formule van Little:  $WIP = TH * CT$ . De formule van Little gaat altijd op indien gebruik gemaakt wordt van de lange-termijngemiddelden van de cycle time, throughput en work in progress. (Spearman & Hopp, 2008, p. 239-240)

## 2.3 Open en gesloten netwerken

Productiesystemen zijn onder te verdelen in twee typen, te weten open netwerken en gesloten netwerken. Een open netwerk is een netwerk waar van buitenaf taken het systeem binnengaan en na één of meer stappen het systeem weer verlaten, zonder dat hier per definitie een nieuwe taak voor het systeem in komt. Voor gesloten netwerken geldt dat er geen nieuwe taak het systeem ingaat zonder dat er een bestaande taak uitgaat en vice versa. Dit betekent dat er altijd een vast aantal taken in het systeem zit.

Voor het berekenen van de cycle time (CT), throughput en work in progress van open netwerken kan gebruik gemaakt worden van de vergelijking van Kingman (1961), ook wel VUT-relatie. Hierbij staat de V voor Variabiliteit, de U voor bezetting (van de engelse term utilization) en de T voor bewerkingstijd. Deze drie factoren worden met elkaar vermenigvuldigd en dit geeft dan de wachttijd. Om de cycle time te berekenen moet de bewerkingstijd opgeteld worden bij de wachttijd en dit geeft formule 2.3.

$$CT = \underbrace{\left( \frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \right) \left( \frac{u}{1-u} \right)}_{VUT\text{-relatie}} t_e + t_e$$

formule 2.3 - Berekening van de cycle time in een open netwerk zonder parallelle machines

In deze formule is  $c_a$  de variatiecoëfficiënt van de tussenaankomsttijden,  $c_e$  de variatiecoëfficiënt van de effectieve bewerkingstijd,  $u$  de bezettingsgraad en  $t_e$  de effectieve bewerkingstijd. Een variatiecoëfficiënt wordt berekend door de standaarddeviatie te delen door het gemiddelde en heeft geen eenheid. De bezettingsgraad  $u$  wordt berekend door de aankomstintensiteit, de snelheid waarmee taken arriveren, te vermenigvuldigen met de effectieve bewerkingstijd, hetgeen betekent dat storingen en omstellingen meegerekend zijn in de gemiddelde bewerkingstijd. Omstellingen zijn in dit onderzoek gedefinieerd als alle oorzaken voor het stilstaan van de Hamba tussen productieruns door. Dit komt overeen met de Engelse term nonpreemptive outages zoals gedefinieerd door Spearman & Hopp (2008).

Indien er sprake is van een begrenzing van het aantal producten dat op een machine kan zijn, moet een variant van de VUT-relatie gebruikt worden. In het geval dat de aankomstintensiteit groter is dan de productie-intensiteit, de snelheid waarmee geproduceerd wordt, moet gebruik gemaakt worden van formules 2.4a-e. In deze formules hebben  $c_a$ ,  $c_e$  en  $u$  dezelfde betekenis als in formule 2.3. Verder staat de  $b$  voor het aantal producten dat tegelijkertijd in het systeem past,  $WIP^*$  de verwachte WIP zonder blocking,

$\rho$  de gecorrigeerde bezettingsgraad en  $r_a$  voor de aankomstintensiteit. Blocking is het verschijnsel waarbij een taak niet een systeem in kan, omdat er geen plaats is.

$$a) \text{WIP}^* \approx \left( \frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \right) \left( \frac{u^{-2}}{1 - u^{-1}} \right) + u^{-1}$$

$$b) \rho = \left( \frac{\text{WIP}^* - u^{-1}}{\text{WIP}^*} \right)^{-1}$$

$$c) \text{TH} \approx \frac{1 - u\rho^{b-1}}{1 - u^2\rho^{b-1}} r_a$$

$$d) \text{WIP} < \min\{\text{WIP}^*; b\}$$

$$e) \text{CT} > \frac{\min\{\text{WIP}^*; b\}}{\text{TH}}$$

formules 2.4a-e voor de berekening van de throughput, work in progress en cycle time in open netwerk met blocking

De VUT-relatie, of een variant daarop, is niet te gebruiken voor gesloten netwerken. Voor gesloten netwerken is er echter wel de mogelijkheid om door middel van mean value analysis deze gegevens te berekenen. Indien bij elk werkstation slechts één machine aanwezig is, geeft mean value analysis een goede benadering. Als er bij een werkstation twee of meer parallelle machines staan, dan kunnen deze machines vervangen worden door een fictieve machine die dezelfde gegevens heeft als de werkelijke machines gezamenlijk. Deze benadering van de performance ligt lager dan de werkelijke performance, doordat een taak met een lange bewerkingstijd op een enkele machine alle andere taken laat wachten, terwijl met parallelle machines de machine met de lange taak gepasseerd wordt. (Spearman & Hopp, 2008, p. 288-290)

Bij mean value analysis wordt niet zoals bij de VUT-relatie gewerkt met een formule die direct de uitkomst geeft, maar met een recursieve vergelijking. In deze vergelijking wordt gebruik gemaakt van hoe een taak die bij een station aankomt het systeem "ziet". De aankomende taak ziet het systeem alsof het er zelf niet is en er dus een taak minder in het systeem is, terwijl het systeem wel in evenwicht is. De cycle time is dan te berekenen met behulp van de throughput en work in progress van het systeem zonder de aankomende taak. De recursieve vergelijking is zoals formule 2.5.

$$CT_j(w) = \frac{t_e^2(j)}{2} [c_e^2(j) - 1] TH(w - 1) + [WIP_j(w - 1) + 1] t_e(j)$$

formule 2.5 - Berekening van de cycle time in een gesloten netwerk

Hierbij is  $CT_j(w)$  de cycle time bij station  $j$  bij een totale work in progress van  $w$ ,  $t_e(j)$  de effectieve bewerkingstijd,  $c_e(j)$  de variatiecoëfficiënt van de effectieve bewerkingstijd,  $w$  work in progress,  $TH(w)$  de throughput bij een work in progress van  $w$  en  $WIP_j(w)$  de work in progress bij station  $j$  bij een totale work in progress van  $w$ .

Indien er sprake is van een productielijn waar de taken elk station één keer aandoen alvorens weer naar het eerste station te gaan, is de som van  $CT_j(w)$  over  $j$  gelijk aan  $CT(w)$ , de totale cycle time bij een work in progress van  $w$ .

Met behulp van Little's Law kan  $TH(w)$  berekend worden en daarna de  $CT_j(w+1)$  tot de gewenste work in progress is bereikt. Bij een work in progress van 0 geldt dat er geen throughput kan zijn en dus geldt  $TH(0)=0$  en  $WIP_j(0)=0$ . Nu  $TH(0)$  en  $WIP_j(0)$  bekend zijn, kan  $CT_j(1)$  berekend worden. Doordat  $TH(0)=0$  is het stuk voor de eerste plus gelijk aan 0 en aangezien  $WIP(0)=0$  geldt dat  $CT_j(1)=t_e(j)$ . (Spearman & Hopp, 2008, p. 365-369)

## 2.4 Planning & Scheduling

Voor het maken van een productieschema moet rekening gehouden worden met de hoogte van voorraad- en omstelkosten, de productie-, reparatie- en omsteltijden en in geval van levensmiddelen de houdbaarheid van de producten. Voor het berekenen van de optimale cycluslengte wordt de Economic Lot Size formule gebruikt. Om deze formule te kunnen gebruiken moet voldaan worden aan een aantal voorwaarden. Zo moet meer geproduceerd kunnen worden dan de vraag, omdat er anders geen mogelijke oplossingen zijn. Bij een constante vraag zullen werkelijke voorraadkosten overeenkomen met de voorraadkosten in het model. Dit betekent dat bij een instabiele vraag de verkregen cycluslengte niet optimaal is.

De optimale cycluslengte wordt berekend met formule 2.6. In deze formule staat  $h$  voor de voorraadkosten per periode,  $c$  voor de omstelkosten per keer en  $D$  voor de vraag per periode, waarbij het subscript  $j$  in formule 2.6 aangeeft dat het om een gegeven van product  $j$  gaat. Om bruikbare uitkomsten te verkrijgen is het noodzakelijk dat de tijdseenheid van  $h_j$  gelijk is aan de tijdseenheid van  $D_j$ . Dit is tevens de tijdseenheid waarin de cycluslengte  $x$  uitgedrukt wordt.

$$x = \sqrt{\left( \sum_{j=1}^n \frac{h_j D_j (Q_j - D_j)}{2Q_j} \right)^{-1} \sum_{j=1}^n c_j}$$

formule 2.6 - De formule om de optimale cycluslengte te berekenen.

Formule 2.6 geeft de optimale oplossing onder de voorwaarde dat er een oplossing is. Er is een oplossing indien de bezettingsgraad strikt lager is dan 1. Tevens wordt in dit model de aanname gedaan dat er geen omsteltijden zijn. Indien dit wel het geval is, moet gekeken worden naar de idle time, de tijd dat de machine niet produceert. De idle time wordt berekend met formule 2.7, waarin  $D_j$  de vraag naar product  $j$ ,  $Q_j$  de productiecapaciteit van de machine indien alleen product  $j$  geproduceerd wordt en  $x$  de met formule 2.6 gevonden cycluslengte.

$$idle\ time = \left( 1 - \sum_{j=1}^n \left( \frac{D_j}{Q_j} \right) \right) \cdot x$$

formule 2.7 - Deze formule geeft de idle time van een cyclus met lente  $x$ .

Als de idle time groter of gelijk is aan de totale omsteltijd, dan is de met formule 2.6 gevonden cycluslengte optimaal. Als de idle time kleiner is dan de totale omsteltijd moet de cycluslengte opgerekt worden tot de idle time gelijk is aan de totale omsteltijd. Hoe ver de cycluslengte opgerekt moet worden is te berekenen door in formule 2.7 de idle time gelijk te stellen aan de totale omsteltijd en deze vergelijking op te lossen.

In het geval van zuivel moet ook rekening gehouden worden met de maximale voorraadduur. De maximale voorraadduur is gedefinieerd als de tenminste-houdbaar-tot-datum (tht-datum) na productie min de tijd voor intern transport, het transport naar de klant en het minimale aantal dagen tussen de leverdatum en de tht-datum die met de klant afgesproken is. De cycluslengte moet gelijkgesteld worden aan de kleinste maximale voorraadduur als deze kleiner is dan de cycluslengte. Alleen op die manier kan voldaan worden aan de verplichtingen met betrekking tot de tht-datum.

Wanneer de optimale cycluslengte gevonden is, kan de grootte van de productieruns berekend worden. Dit wordt berekend door de cycluslengte te

vermenigvuldigen met de vraag per periode. Zo is de productiegrootte driehonderd producten bij een vraag van honderd producten per week en een cycluslengte van drie weken.

Naast de grootte van de productieruns, is ook de volgorde van de producten van belang. Bij volgorde-afhankelijke omsteltijden dient te worden uitgezocht welke volgorde de laagste totale omsteltijd heeft. Dit is echter een probleem met  $(n-1)!$  mogelijkheden, aangezien er eerst  $n$  opties zijn voor het eerste product,  $n-1$  voor het tweede enzovoort, tot één optie voor het  $n^e$  product. Al deze mogelijkheden moeten vermenigvuldigd worden met elkaar, hetgeen  $n!$  geeft. Echter, doordat er sprake is van een cyclus, maakt het niet uit welk product als eerste gekozen wordt, waardoor nog gedeeld moet worden door  $n$ . Het delen van  $n!$  door  $n$  geeft  $(n-1)!$  mogelijkheden.

Hierdoor verhoudt de rekentijd zich niet polynomiaal met het aantal producten en is de kans aanwezig dat er geen optimale oplossing gevonden zal worden waar nog wat mee gedaan kan worden. Indien een miljoen volgordes per seconde kunnen worden berekend, is er meer dan een dag voor nodig om 14 producten in de optimale volgorde te zetten. Voor 15 producten is dit een halve maand en voor 18 producten zijn twee eeuwen nodig. Om het optimale productieschema te benaderen binnen een redelijke tijd zal gebruik gemaakt moeten worden van heuristische, methodes om een goede benadering van een optimale oplossing te vinden in een relatief korte tijd. (Pinedo, 2009, p. 143-167)

## 3. Huidige situatie

*Dit hoofdstuk bevat een omschrijving van de huidige situatie van de Hamba. Paragraaf 3.2 geeft algemene informatie over de Hamba, gevolgd door een beschrijving van de Hamba in paragraaf 3.3. Na het modelleren van de Hamba in paragraaf 3.4 volgt de beschrijving van het hele proces in paragraaf 3.5. Tot slot behandelt paragraaf 3.6 de karakteristieken van de Hamba.*

### 3.1 De aanpak

Om tot de beschrijving te komen van de huidige situatie van de Hamba is informatie verkregen door observatie van de Hamba en gesprekken met productiemedewerkers. Daarnaast bevatten de Excel sheets van de planningsafdeling informatie. De periode die genomen is voor de berekeningen zijn de eerste tien weken van 2010 met uitzondering van week 4. De productie in de vierde week van 2010 was zeer laag en dit was een uitzondering die de overige gegevens scheef trekt.

### 3.2 Algemene informatie

De Hamba is een productielijn waar verschillende soorten toetjes worden afgevuld. De Hamba kan één type product tegelijk maken, maar kan na omstellen toetjes maken in verschillende smaken, afmetingen en in varianten met of zonder muesli.

Op de Hamba is sprake van stromen deelproducten die bij elkaar komen en samengevoegd worden tot het eindproduct. De Hamba is daarom te omschrijven als een assemblagelijijn. De stromen die hier bij elkaar komen, zijn de bekers, de seals, de deksels en het toetje zelf. Doordat de Hamba bestaat uit een lopende band waarop allerlei handelingen uitgevoerd worden, is de Hamba ook te zien als een enkele machine. De termen machine en productielijn zijn hierdoor zonder problemen door elkaar te gebruiken.

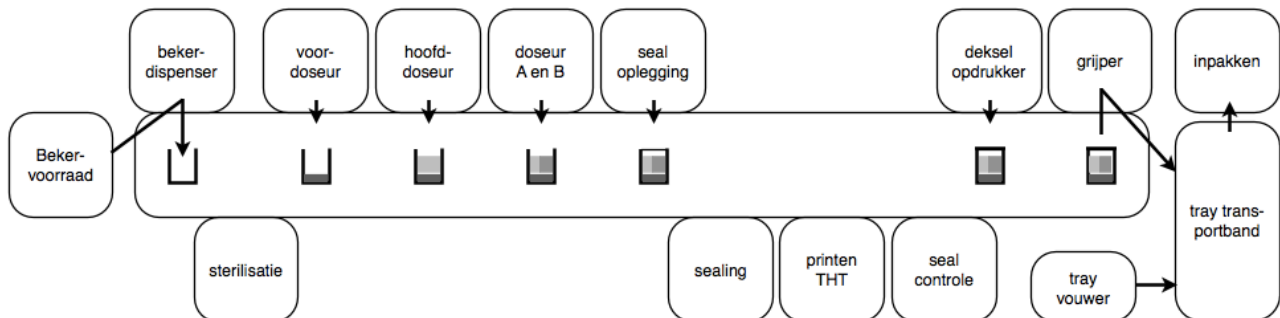
Per week is ongeveer zestig uur beschikbaar voor productie op de Hamba, verdeeld over de dagen maandag, dinsdag, woensdag, vrijdag. Op donderdag is er de mogelijkheid om onderhoud te doen aan de machine zonder geplande productiecapaciteit te verliezen. De Hamba is in 1992 gebouwd en in maart/april 2009 naar de Zuivelhoeve gekomen. De machine is destijds gereviseerd en is daarmee één van de nieuwste machines van de Zuivelhoeve. Om die reden wordt het ook als extra vervelend ervaren dat de Hamba de meeste storingsuren heeft.

### 3.3 De machine

Het proces van de Hamba, dat als een assemblagelijijn gezien kan worden, bestaat uit acht banen en twaalf processtappen. De handeling die bij een stap uitgevoerd wordt, is in principe gelijk voor elke baan. De enige uitzondering is bij een storing die niet direct opgelost kan worden en de productie door kan gaan op de banen waar geen storing is. Het is wel een vereiste dat er een beker op de baan aanwezig is, maar de af te vullen hoeveelheid voor de vruchten en de vla of yoghurt kan op nul gesteld worden. Een nadeel hiervan is dat er een lege beker geseald wordt en bij het inpakken verwijderd moet worden en de leeggekomen plek in de kartonnen tray opgevuld moet worden met een beker uit een andere tray.

De Hamba heeft een lopende band die bestaat uit platen van acht bekers breed en één beker lang. De handelingen die op de Hamba uitgevoerd worden, worden parallel uitgevoerd voor elke beker op een plaat. Uitzondering hierop is het printen van de tht-datum, want hier is een enkel apparaat dat snel over de hele plaat gaat.

In de schematische weergave van de Hamba, figuur 3.1, is te zien dat een product op de Hamba begint in de voorraad bekertjes om vervolgens opgetild te worden naar de bekerdispenser. Zodra er een volgende plaat onder de bekerdispenser komt, wordt er op elke baan een beker geplaatst en vastgezogen op de plaat door de ruimte tussen de beker en de plaat vacuüm te zuigen. Vanaf dat moment beweegt de beker verder op de lopende band waar hij eerst met steriele lucht schoon wordt geblazen.



figuur 3.1 - Schematische weergave productielijn Hamba

Bij de voordoseur wordt voor het eerst iets toegevoegd aan de beker, namelijk de vruchtenonderlegging. De stap die nu volgt, is afhankelijk van het product dat gemaakt wordt. Als er één smaak vla of yoghurt bovenop de vruchten komt, wordt dit gedaan door de hoofddoseur en bij twee smaken gebeurt dit bij doseur A en B die tegelijkertijd spuiten. Hierdoor ontstaat de zichtbare verdeling van de vruchten en één of twee smaken.

Nu het toetje in de beker zit, wordt een seal op de beker gelegd en wordt deze thermisch bevestigd aan de beker. Op deze seal wordt vervolgens een houdbaarheidsdatum geprint alvorens met een druksensor gecontroleerd wordt of de seals goed op de beker vastzitten. Tot slot wordt de deksel, al dan niet met muesli gevuld, op de dicht gesealde beker gedrukt. De bekertjes met deksel worden nu opgetild door de grijper en in trays op de transportband gezet. Deze trays worden door de Zuivelhoeve zelf gevouwen, voordat ze op deze transportband gezet worden. De gevulde trays gaan vervolgens door naar de inpakkers die eventuele foutieve bekertjes verwijderen en de trays opstapelen op een pallet.

### 3.4 Modelleren Hamba

Ondanks dat er op de lopende band een vast aantal bekertjes staat, is er geen sprake van een constante work in progress (CONWIP). Om te spreken van CONWIP is het niet voldoende om na het opstarten van de machine een vaste hoeveelheid producten op de machine te hebben. Tevens moet voor elk product dat de machine verlaat per definitie direct een nieuw product op de machine komen. Aan het eind van de productierun staan er steeds minder producten op de machine tot deze uiteindelijk leeg is. Dit betekent dat er geen constante work in progress is en daarom ook geen gesloten systeem.

De lopende band van de Hamba is 75 bekertjes lang en 8 bekertjes breed, maar voor de berekeningen zal gebruik gemaakt worden van het feit dat op alle acht banen hetzelfde gebeurt op hetzelfde moment. Hierdoor kan gerekend worden met één baan en de uitkomst van de throughput vermenigvuldigd worden met acht.

De Hamba is onder te verdelen in drie onderdelen, die los van elkaar kunnen werken: de bekerdispenser, de lopende band en de tray transportband. De bekerdispenser is te modelleren als een G/D/1/FCFS/1/∞ wachtrij-systeem. Dit betekent dat er een algemene aankomstverdeling is, een deterministische bedieningsduurverdeling, een enkele machine, behandeling van de producten in volgorde van aankomst, één plek in het systeem en een oneindige voorraad waaruit de bekertjes komen. De aankomstintensiteit van de bekertjes bij de bekerdispenser is voldoende groot om dit te modelleren als een

aankomstintensiteit van oneindig bekers per uur. De aankomstintensiteit is voldoende groot doordat de bekers constant op voorraad liggen. Indien er geen beker of meer dan één beker op de lopende band gezet wordt, geeft dat een storing op de lopende band. Andere storingen doen zich niet voor rondom de bekerdispenser.

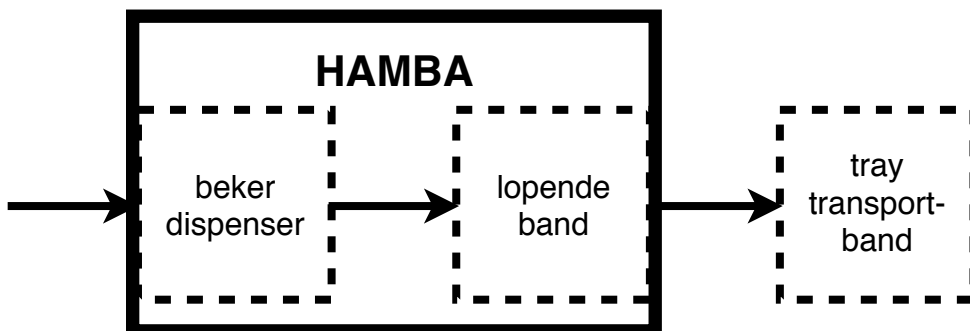
Tevens wordt aangenomen dat het plaatsen van een andere soort bekers per definitie valt binnen de omsteltijd van de overige omstellingen op de Hamba. Om deze redenen is het te zien is als een deterministisch bewerkingsproces. Doordat er op een baan slechts op één plaat tegelijk een beker gezet kan worden en er geen plek is om een tweede beker te laten wachten, is er slechts één plek op de machine. Blocking is ook nodig bij het modelleren van een oneindige aankomstintensiteit, omdat de voorraad op de machine anders onbeperkt blijft groeien.

De lopende band is te beschrijven als een een  $D/G/1/FCFS/1/\infty$  wachtrij-systeem. Dit betekent dat de aankomsttijd deterministisch is, hetgeen komt door de deterministische output van de bekerdispenser en de bewerkingstijd een algemene verdeling heeft. Tevens betekent het dat er één machine is, producten bewerkt worden op volgorde van binnenkomst, er maximaal 1 product tegelijk in het systeem kan zitten en producten aankomen vanuit een oneindige bron. De oneindige bron is een aanname die gedaan is, omdat de bekers bij benadering altijd in voorraad zijn op de machine en het tekort van de vla en yoghurt zich slechts voordoet tijdens omstellingen.

Het proces vanaf de tray transportband levert alleen problemen op indien de grijper problemen heeft. Deze storingen zijn al meegenomen bij de storing van de Hamba. Het proces vanaf de tray transportband wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

Indien de lopende band niet werkt, kan de bekerdispenser geen bekers kwijt en staat daarom stil. Doordat de platen van de lopende band niet sneller bewegen dan de bekerdispenser bekers neer kan zetten, levert dit geen problemen op voor lopende band, maar wordt de snelheid waarmee producten op de lopende band komen wel beperkt tot maximaal 1500 per baan per uur.

Doordat de bekerdispenser meteen weer een nieuwe beker neer kan zetten, is de bekerdispenser te zien als een wachtplaats voor de lopende band. Wanneer de bekerdispenser en de lopende band samengenomen worden als één systeem, betekent dit het een  $G/G/1/FCFS/2/\infty$  wachtrij-systeem is. Dit systeem heeft één wachtplek op de bekerdispenser en één bewerkingsplek op de lopende band. Verder in dit verslag wordt dit systeem bedoeld wanneer over de Hamba geschreven wordt, zoals in figuur 3.2 zichtbaar is.



figuur 3.2 - Modellering van de Hamba. De gestippelde lijnen geven de onderdelen van de Hamba en de volle lijn geeft de grens van de Hamba weer

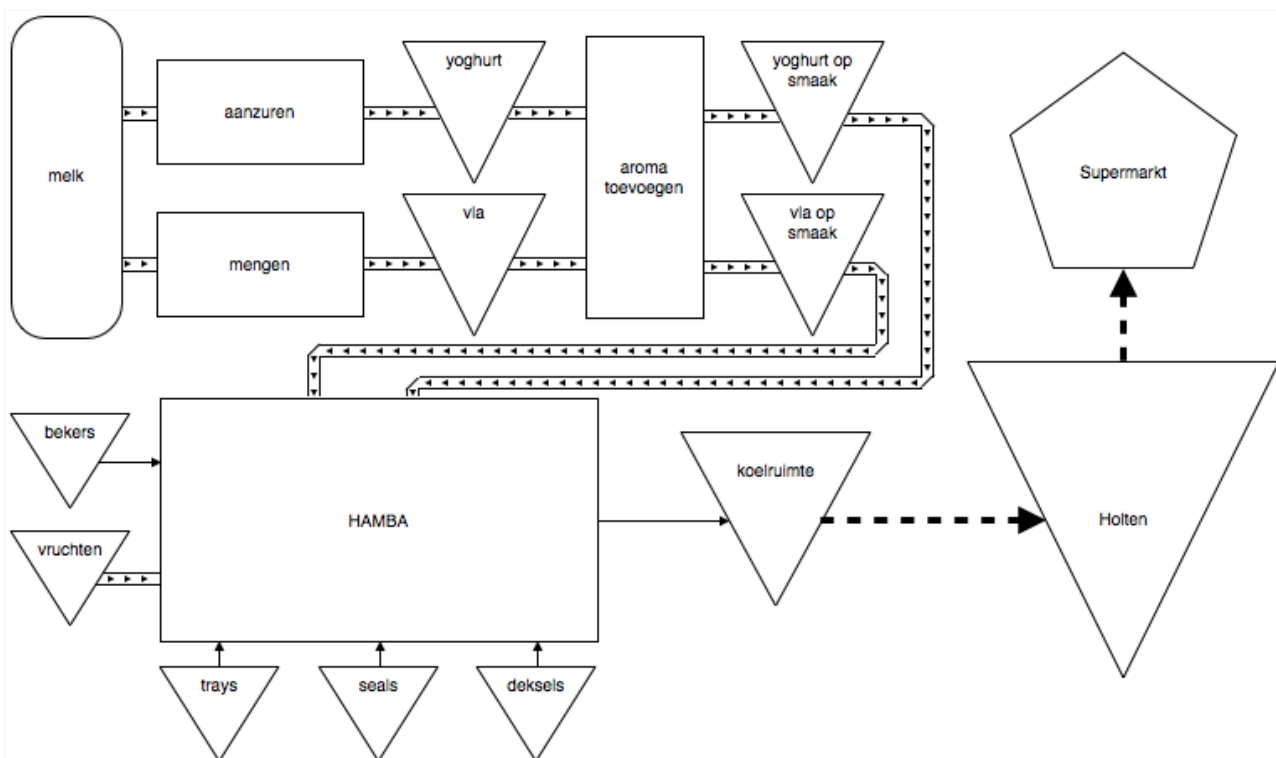
### 3.5 Het proces

De Hamba maakt deel uit van het proces dat de verse melk die bij de Zuivelhoeve binnenkomt, verandert in een toetje bij de supermarkt. Dit proces bestaat uit een aantal processtappen, waarvan de Hamba er één is. In figuur 3.3 is dit proces schematisch

weergegeven, waarbij de kleine pijltjes aangeven hoe halffabrikaten door leidingen stromen. De dunne doorgetrokken pijlen geven intern vervoer weer en de dikke gestippelde pijlen geven vervoer per vrachtwagen weer.

De melk wordt allereerst aangezuurd tot yoghurt of met andere ingrediënten gemengd tot vla. Dit wordt opgeslagen in vla- en yoghurt tanks. Voordat bekertjes of emmers afgevuld kunnen worden, moet eerst de juiste smaak vla en/of yoghurt gemaakt worden. Hiervoor is één mengmachine beschikbaar voor alle productielijnen, waarna de op smaak gebrachte vla of yoghurt in een voorraadtank komt. Vanuit deze voorraadtank komt de vla en yoghurt bij de Hamba. De overige stromen komen binnen bij de Zuivelhoeve en staan in opslagplaatsen.

Zodra de producten op de Hamba geproduceerd zijn, worden de pallets waar ze op staan naar de koelruimte verplaatst. Hiervandaan gaan ze vervolgens met een vrachtwagen naar Holten, waar het distributiecentrum van de Zuivelhoeve staat. In Holten worden de door een klant gewenste producten samengevoegd en klaargezet voor transport. Deze producten worden vervolgens per vrachtwagen naar de supermarkten vervoerd.



figuur 3.3 - Schematische weergave van het proces waar de Hamba deel van uitmaakt

### 3.6 De karakteristieken

Naast het kwalitatieve aspect, is het ook waardevol om de productielijn kwantitatief te beschrijven aan de hand van een aantal karakteristieken. Deze karakteristieken kunnen vervolgens vergeleken worden met de karakteristieken van de Hamba in de gewenste situatie. De karakteristieken met bijbehorende waarden voor de huidige situatie worden hieronder besproken.

Zoals reeds beschreven is de Hamba gemodelleerd als een  $G/G/1/FCFS/2/\infty$  wachtrij-systeem. Doordat er twee plekken in het systeem zijn en de bezettingsgraad hoog is, is de work in progress bij benadering twee producten. Doordat er in werkelijkheid 75 producten op de lijn aanwezig zijn en één in de bekerdispenser, moet de berekende cycle time in formule 2.4a-e vermenigvuldigd worden met  $76/2=38$ .



### 3.6.1 Gemiddeld aantal overuren per week

Het hoofdprobleem van dit onderzoek zijn de overuren. Om die reden is het gemiddeld aantal overuren per week een belangrijke maatstaf voor het succes van een oplossing. Een overuur is gedefinieerd als een uur dat per week meer nodig is voor de productie op de Hamba dan de geplande duur.

Het aantal overuren is berekend door de gemiddelde werkelijke productietijd per week te verminderen met de gemiddelde geplande productietijd per week. In de eerste tien weken van 2010 waren er gemiddeld 49,61 werkelijke productie-uren en 44,32 geplande productie-uren. Dit geeft gemiddeld 5,29 overuren per week.

### 3.6.2 Gemiddeld aantal omstellingen

Het gemiddeld aantal omstellingen per week geeft weer hoeveel keer de machine per week stil ligt door andere zaken dan storingsen. Hierin is ook het wachten op vla of yoghurt meegenomen als onderdeel van de omstelling die dan plaatsvindt. Voor de huidige situatie is dit de som van de omstellingen in de negen bekeken weken, gedeeld door negen weken en geeft 21,56 omstellingen per week.

Met het aantal omstellingen per week en het aantal producten dat geproduceerd wordt is te berekenen hoe groot de batchgrootte gemiddeld is. Door de 25,2 duizend producten per baan per week te delen door de 21,56 omstellingen per week wordt de gemiddelde batchgrootte in de negen bekeken weken berekend. Dit geeft een gemiddelde batchgrootte van 1169 producten per baan.

### 3.6.3 Gemiddelde omsteltijd

De gemiddelde omsteltijd geeft aan hoe lang het duurt om de Hamba om te stellen voor een volgende productie. Het komt soms voor dat de vla of yoghurt nog niet klaar is voor een productierun, vandaar dat dit ook meegenomen wordt bij de omsteltijden. Indien mogelijk wordt een andere productierun gestart, maar mocht dat niet het geval zijn dan staan de machines stil. De gemiddelde omsteltijd is berekend door de som te nemen van  $n$  omstellingen en dit te delen door  $n$ . In de bekeken negen weken, met een totaal aantal uren omstellen van 114,87 uur en 194 omstellingen, geeft dit 0,59 uur als gemiddelde tijd voor het omstellen met een variantie van 0,26.

### 3.6.4 Gemiddeld aantal storingsen per week

Het gemiddeld aantal storingsen per week geeft weer hoe vaak de Hamba stil is komen te staan tijdens het produceren en er producten op de Hamba staan die nog niet volledig zijn afgevuld. Het gemiddeld aantal storingsen per week is dan het totaal aantal storingsen gedeeld door het aantal weken. In de huidige situatie, met 41 storingsen in negen weken, komt dit uit op 4,56 storingsen per week.

### 3.6.5 Gemiddelde storingsduur

De gemiddelde storingsduur is de tijd dat de Hamba gemiddeld stil ligt met nog onvolledig geproduceerde producten op de lijn. Dit kan variëren van een kapotte leiding tot een beker teveel aangezogen. De gemiddelde storingsduur is berekend door de som van de storingsduren te delen door het aantal storingsen. Voor de eerste tien weken van 2010, met 48,05 uur storting verdeeld over 41 storingsen, geeft dit 1,17 uur met een variantie van 1,30.

### 3.6.6 Cycle time

De cycle time is een karakteristiek die belangrijk is vanwege de tht-datum en de levertijd. Voor de huidige situatie is dit berekend met de formules 2.4a-e. In tabel 3.4 staan de gegevens voor de eerste tien weken die niet in de voorgaande subparagrafen gegeven zijn. Dit geeft een cycle time van tenminste 8 minuten en 44 seconden.

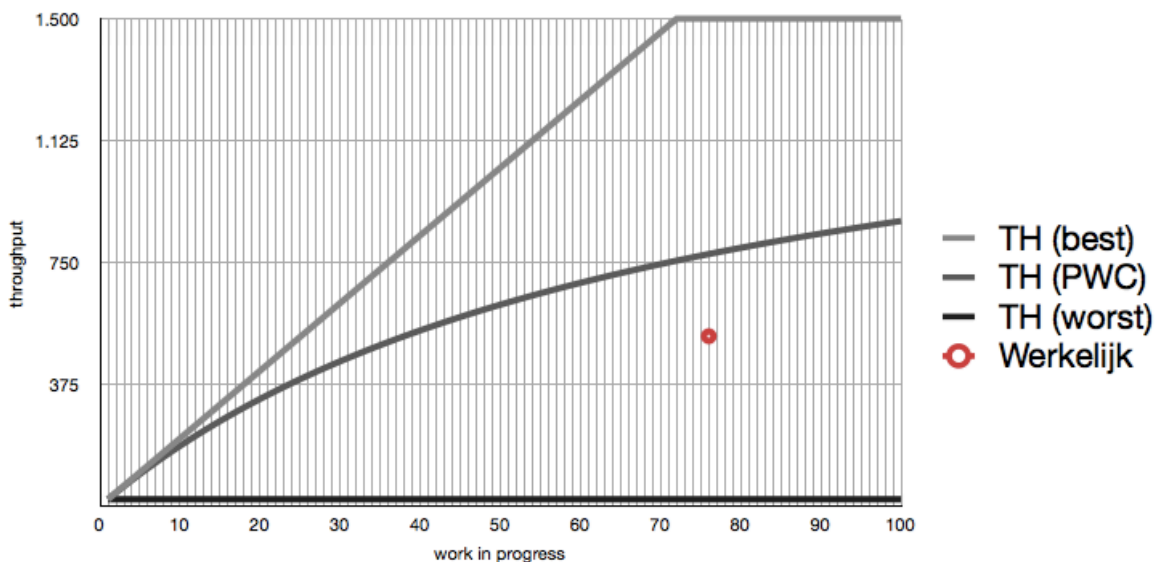
$r_a$	1500 producten per baan per uur
$b$	2 producten
$t_e$	0,00125 uur
$C_a^2$	0
$C_e^2$	448,83

tabel 3.4 - Gegevens gebruikt voor de berekening van de cycle time en de throughput

### 3.6.7 Throughput

De throughput van een machine heeft invloed op hoeveel tijd nodig is om een gegeven hoeveelheid producten te produceren. Voor de huidige situatie is dit berekend met de formules 2.4a-e. In tabel 3.4 staan de gegevens voor de eerste tien weken, met uitzondering van de gegevens uit de voorgaande subparagrafen. Dit geeft een throughput van 4182 producten per uur.

In figuur 3.5 is de werkelijke situatie op de Hamba geplot ten opzichte van de best-case, practical worst-case en worst-case. De work in progress is hier gelijk aan de 76 producten op de Hamba. Deze 76 producten moeten gecorrigeerd worden, met dezelfde factor als tussen de twee plaatsen in het model van figuur 3.2 en de berekende work in progress. Deze factor is bij benadering 1, waardoor 76 producten gebruikt kan worden. De grootheid van de assen is producten per baan. In figuur 3.5 is goed te zien dat de Hamba slecht presteert.



figuur 3.5 - Schets van de huidige situatie op de Hamba. De assen zijn in producten per baan.

### 3.6.8 Maximale voorraadduur

De maximale voorraadduur is gedefinieerd als het aantal dagen dat een product op voorraad kan liggen, zonder dat de tht-datum bij aflevering bij de klanten lager is dan afgesproken. Er wordt onderscheid gemaakt in vla en yoghurt en of het voor de Nederlandse of Duitse markt is. Overige markten zijn niet van toepassing, omdat op de Hamba geen producten voor die markten geproduceerd worden. Op de Hamba wordt niet geproduceerd voor andere markten en yoghurt voor de Duitse markt wordt evenmin afgevoerd op de Hamba.

Vla wordt geproduceerd met een tht-datum van 25 dagen en yoghurt met 28 dagen. Voor yoghurt geldt dat dit twee dagen later in Holten is en yoghurt na één dag. Het verschil hiertussen komt doordat de yoghurt warm wordt afgevoerd en eerst moet afkoelen voor deze vervoerd kan worden. Vanuit Holten worden klanten geleverd volgens het principe

“vandaag besteld, morgen geleverd”, hetgeen betekent dat er één dag nodig is voor het vervoer vanaf Holten. In Duitsland worden de producten bij de klanten aangeleverd met een tht-datum van tenminste achttien dagen en in Nederland met tenminste veertien dagen. De verpakkingen voor Nederland en Duitsland zijn verschillend, waardoor het niet mogelijk is om Duitse producten die een tht-datum van bijvoorbeeld zestien dagen hebben te leveren in Nederland.

$$\text{maximale voorraadduur} = \text{THT}_{\text{productie}} - \text{vervoer}_{\text{intern}} - \text{vervoer}_{\text{extern}} - \text{THT}_{\text{klant}}$$

formule 3.6 - Formule voor de berekening van de maximale voorraadduur voor één product

Met formule 3.6 is de maximale voorraadduur voor de Duitse vla en Nederlandse vla en yoghurt berekend en dit geeft de maximale voorraadduren van tabel 3.7.

product	THT <sub>productie</sub>	vervoer <sub>intern</sub>	vervoer <sub>extern</sub>	THT <sub>klant</sub>	maximale voorraadduur
<b>Duitse vla</b>	25	1	1	18	<b>5</b>
<b>Nederlandse vla</b>	25	1	1	14	<b>9</b>
<b>Nederlandse yoghurt</b>	28	2	1	14	<b>11</b>

tabel 3.7 - tabel met gegevens over maximale voorraadduur in dagen

## 4. Gewenste situatie en discrepantie

*Dit hoofdstuk bevat de gewenste situatie van de Hamba in paragraaf 4.2 gevolgd door de discrepantie tussen de huidige en de gewenste situatie van de Hamba in paragraaf 4.3. In de paragrafen 4.4 tot en met 4.8 worden problemen beschreven die van invloed zijn op de planning die in paragraaf 4.9 wordt behandeld. In paragraaf 4.10 wordt gekozen welke problemen aangepakt zullen worden.*

### 4.1 De aanpak

De aanleiding van dit onderzoek zijn de overuren op de Hamba, die in de gewenste situatie niet nodig zijn. Bij het opbouwen van de gewenste situatie is dit dan ook als uitgangspunt genomen en vervolgens zijn er randvoorwaarden opgesteld waar eventuele oplossingen aan moeten voldoen. De gewenste situatie inclusief de randvoorwaarden zijn opgesteld in overleg met de begeleiders vanuit de Zuivelhoeve.

Om de discrepantie op te lossen, moeten de problemen die deze discrepantie veroorzaken gevonden worden. Om deze problemen te vinden is vanuit de discrepantie beredeneerd in welke gebieden de oorzaken liggen. De zes gebieden waarin problemen die de discrepantie veroorzaken zich voor kunnen doen zijn storingen, omstellingen, planning, productenmix, personeel, leveranciers. Vervolgens is in elk gebied bekeken waar de problemen daadwerkelijk kunnen zitten. Tot slot is in paragraaf 4.10 een keuze gemaakt welke problemen aangepakt gaan worden.

### 4.2 De gewenste situatie

In de gewenste situatie zijn er op de Hamba geen overuren meer nodig. Om problemen op te lossen kunnen er veel oplossingen zijn, inclusief oplossingen die een nieuw probleem veroorzaken. Om dit te voorkomen zijn er randvoorwaarden opgesteld waaraan de oplossingen moeten voldoen. Deze randvoorwaarden zijn:

- ▶ De oplossing moet mogelijk zijn op de huidige locatie.
- ▶ Aangenomen orders mogen niet geannuleerd worden.
- ▶ De met de klant gemaakte afspraken over tbt-datum zijn bindend voor de productie.
- ▶ Een oplossing voor de Hamba moet het probleem niet verschuiven naar een andere afvullijn.
- ▶ Productie op zaterdag en zondag is alleen toegestaan om incidentele problemen op te vangen, zoals feestdagen in een week waardoor niet elke dag geproduceerd kan worden.

### 4.3 De discrepantie

Het verschil tussen de huidige en de gewenste situatie, de discrepantie, is het verschil tussen gemiddeld nul overuren en gemiddeld 5,29 overuren per week. Deze overuren maken deel uit van het totaal van gemiddeld 49,61 productie-uren per week. Dit komt niet overeen met de gemiddeld geplande 44,32 uren per week. Voor de Hamba geldt dat overuren en normale uren evenveel kosten of dat er slechts een verwaarloosbaar klein verschil tussen zit. Dit verschil is zo klein doordat de Zuivelhoeve voornamelijk werkt met uitzendkrachten die een vast bedrag per uur krijgen. Tevens gaf de Zuivelhoeve aan dat het verschil in loon voor de vaste medewerkers verwaarloosbaar is.

Doordat er geen hogere kosten verbonden zijn aan overuren is het voldoende om het gemiddelde aantal werkelijke uren gelijk of lager te krijgen dan het gemiddelde aantal geplande uren. Zo is acht uur productie op maandag en acht uur productie op dinsdag niet duurder dan acht overuren draaien op maandag en geen uren draaien op dinsdag.

Dat de variatie in het verschil tussen de geplande en werkelijke uren niet van belang is, betekent echter niet dat de variatie in de productie niet van belang is. Zo zal een daling in de variabiliteit van het productieproces er wel toe leiden dat het werkelijk benodigde aantal uren omlaag zal gaan.

#### **4.4 Storingen**

Storingen leveren te allen tijde vertraging op voor het proces. Langdurige storingen zijn vervelender dan een gelijk aantal kortere storingen en veel storingen zijn vervelender dan minder storingen, er van uitgaand dat het type storing gelijk is. Echter, bij ongelijke combinaties van aantal en duur is niet altijd direct duidelijk wat de voorkeur heeft, zelfs niet na een simpele vermenigvuldiging van aantal en duur. De variantie van de duur heeft namelijk ook invloed op de throughput van een productielijn.

Het geheel van storingen laat zich karakteriseren door de gemiddelde duur, de variantie in de duur en de gemiddelde tijd tussen storingen. Om storingen een minder groot probleem te laten zijn, moeten dus één of meer van deze karakteristieken verbeterd worden.

#### **4.5 Omstellingen**

Om verschillende producten op de Hamba te kunnen maken is het noodzakelijk om omstellingen uit te voeren. Omstellingen gebeuren in tegenstelling tot storingen niet tijdens de productie, maar tussen twee productieruns door en zijn gepland. Hierdoor worden omstellingen als minder vervelend ervaren dan storingen, maar de gevolgen voor de throughput moeten niet onderschat worden.

Net als storingen laten omstellingen zich karakteriseren door de gemiddelde duur, de variantie in de duur en het gemiddeld aantal producten dat tussen omstellingen geproduceerd wordt. Om het probleem dat omstellingen veroorzaakt kleiner te maken, moeten verbeteringen gedaan worden op één of meer van deze karakteristieken.

#### **4.6 Productenmix**

Meer producten betekent meer variatie. Voor de klant is dit prettig, omdat er gevarieerd kan worden. Voor de productie betekent dit echter vaker omstellen, meer voorraden, een ingewikkeldere productie en productieplanning en een lagere throughput. Al deze zaken zorgen direct of indirect voor hogere kosten, waardoor het mogelijk beter is voor de Zuivelhoeve om te stoppen met een aantal producten.

#### **4.7 Personeel**

Slechts in een volledig geautomatiseerde productie-omgeving zal het personeel geen invloed hebben op de productie. Aangezien bij de Zuivelhoeve zowel personeel verantwoordelijk is voor het inpakken en vervoer naar de koelcel als voor het onderhoud aan de machine, is goed personeel voor de Zuivelhoeve belangrijk. Als een medewerker voor bijvoorbeeld omstellen telkens een handleiding nodig heeft voor elke stap dan zal de gemiddelde omsteltijd hoger zijn dan bij een medewerker voor wie dit routine is.

#### **4.8 Leveranciers**

De keuze van leveranciers heeft ook invloed op de productie. Als een leverancier niet op tijd levert of niet de afgesproken producten of hoeveelheid levert, zorgt dit voor extra variëteit in het productieproces met langere cycle times en een lagere throughput tot gevolg.

## 4.9 Planning

De productie is niet alleen afhankelijk van het fysieke proces, maar ook van de planning die daar aan vooraf gaat. Op de planning hebben de zaken in de voorgaande paragrafen invloed, aangezien bij het plannen gebruik gemaakt moet worden van de gegevens die de werkelijkheid weerspiegelen. Bij de planning moeten de voorraadkosten en de omstelkosten tegen elkaar afgewogen worden. Doordat de toetjes bederfelijk zijn, moet rekening gehouden worden met de tht-datum.

Wat tijd betreft heeft het de voorkeur om lange productieruns te doen, om zo de omsteltijd per product te minimaliseren. Ook de volgorde waarin geproduceerd wordt, heeft invloed op het benodigde aantal productie-uren. Dit komt doordat de omsteltijd tussen sommige toetjes korter is dan tussen andere toetjes. Zo zullen yoghurt- en vlatoetjes elkaar niet constant afwisselen, maar zal eerst een serie yoghurttoetjes gemaakt worden en dan een serie vlatoetjes. Op die manier hoeft de lijn niet elke keer schoongespoeld te worden en volledig omgesteld.

Om de planning zo goed mogelijk te maken, moet dus rekening gehouden worden met voorraadkosten, omstelkosten, tht-datum en omsteltijden tussen verschillende producten.

## 4.10 Prioritering van de problemen

Binnen de bacheloropdracht is niet genoeg tijd beschikbaar om alle problemen aan te pakken en zal een keuze gemaakt moeten worden. De Zuivelhoeve heeft aangegeven te verwachten dat de discrepantie veroorzaakt wordt door de storingen en ziet daarom graag dit probleem aangepakt worden. Aangezien er tevens een bedrijf is ingeschakeld om storingen te verhelpen, zullen in dit onderzoek slechts de gevolgen van de storingen op de performance van de Hamba aan de orde komen.

Op basis van verkennende berekeningen en observaties binnen de Zuivelhoeve is het vermoeden ontstaan dat er winst te behalen valt bij de planning. Voor de overige punten is dan geen tijd meer beschikbaar. Het behandelen van de bovengenoemde punten geeft naar verwachting de beste resultaten binnen de bacheloropdracht. De volgende lijst geeft een overzicht van mogelijk aan te pakken problemen, waarvan de eerste twee in dit onderzoek behandeld worden:

- Gevolgen storingen doorrekenen.
- Analyseren hoe de planning verbeterd kan worden.
- Analyseren of extra capaciteit op de aroma-mixer wenselijk is.
- Analyseren of alle producten in het assortiment moeten blijven.
- Technische oplossingen storingen zoeken.
- Analyseren welke afspraken met leveranciers verbeterd moeten worden.
- Analyseren welke vaardigheden van medewerkers verbeterd moeten worden.

## 5. Oplossingen problemen

*Dit hoofdstuk bevat de oplossingen voor de in hoofdstuk 4 gekozen problemen. Paragraaf 5.2 behandelt het effect dat storingen hebben op de productie van de Hamba hebben. In paragraaf 5.3 staat de analyse van de cyclustijd, met in paragraaf 5.4 de methode om tot een verbeterd productieschema te komen. Paragraaf 5.5 behandelt de consequenties van het verbeterde productieschema.*

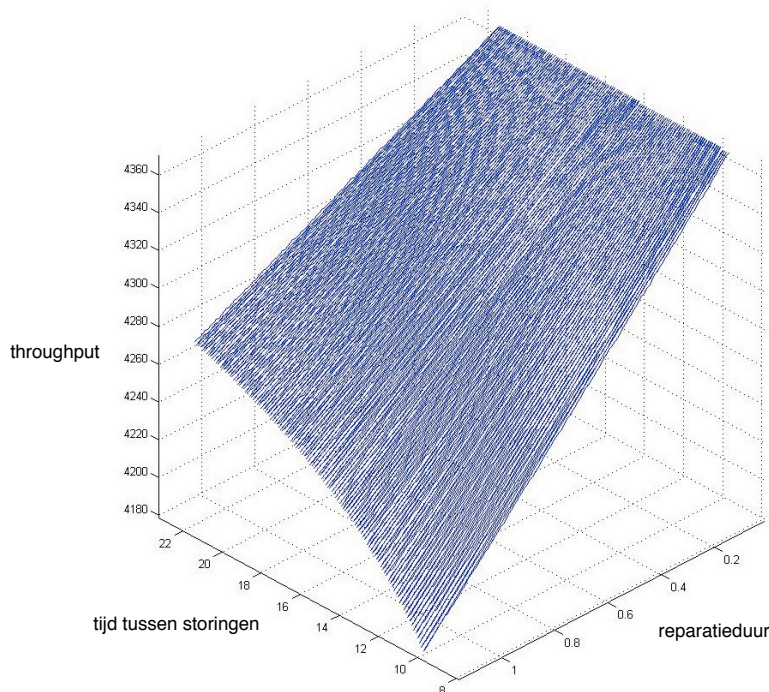
### 5.1 De aanpak

Om het effect van de storingen te bepalen, is het noodzakelijk om informatie te hebben over de combinaties. Met behulp van Excel is daarom voor een groot aantal waarden bepaald wat de throughput zal zijn.

Bij de analyse van de planning zijn benodigde gegevens verkregen uit zowel Excelsheets van de Zuivelhoeve als uit gesprekken met medewerkers.

### 5.2 Effect van storingen

Ondanks dat het altijd prettiger is om zonder aanpassingen een kleiner aantal en kortere storingen te hebben, heeft het niet altijd de voorkeur om aanpassingen te doen om dit te bereiken. De kosten om storingen te voorkomen kunnen op een gegeven moment zo hoog zijn, dat het financieel gezien voordeliger is om storingen te hebben. Bij de Zuivelhoeve loopt een project met een technisch bedrijf om te kijken hoe de storingen verminderd kunnen worden. De manieren om storing te verminderen vallen buiten deze bacheloropdracht, maar de impact van deze veranderingen op de throughput niet.



figuur 5.1 - Grafiek van de throughput als functie van de gemiddelde tijd tussen storingen en de gemiddelde reparatieduur

Aangezien gekeken wordt naar het verminderen van het aantal storingen en de duur van de storingen wordt in dit onderzoek de aanname gedaan dat de variantie in de reparatieduur zo daalt, dat de variatiecoëfficiënt van de reparaties gelijk blijft. Door de throughput uit te rekenen met de formules 2.4a-e voor combinaties van de gemiddelde duur tussen storingen en de gemiddelde reparatieduur en dit te plotten, ontstaat figuur 5.1.

Hierin is goed te zien dat de tijd tussen storingen minder belangrijk is op het moment dat de storingsduur kleiner wordt. Tevens is relatief meer winst te behalen uit storingen korter te laten duren dan de tijd tussen storingen met een gelijk percentage langer te maken.

Uit de berekende combinaties komt naar voren dat de throughput stijgt met slechts 4,4% ten opzichte van de huidige situatie tot 4366 in het geval dat storingen direct opgelost zijn en de tijd tussen storingen verdubbelt. Dit betekent dat er 46,20 productieuren nodig zijn, waardoor er nog steeds 1,88 overuren per week zijn.

### 5.3 Analyse cycluslengte

Zoals in paragraaf 2.4 is beschreven kan voor het berekenen van de optimale cycluslengte voor verschillende producten op één machine in een roterend schema gebruik gemaakt worden van formule 2.6. De hiervoor gebruikte gegevens staan in tabel 5.2 en dit geeft een cycluslengte van 3,3 weken, zonder rekening te houden met omstellingen en voorraadduur. In tabel 5.3 staan de producten die met de j's uit tabel 5.2 corresponderen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>D<sub>j</sub></b>	4923	1094	4696	226	2369	2214	3340	3269	2014	1033	1513	682	798	1428	1616
<b>Q<sub>j</sub></b>	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000
<b>h<sub>j</sub></b>	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
<b>c<sub>j</sub></b>	226,6	226,6	226,6	226,6	373,2	373,2	131,2	131,2	131,2	131,2	131,2	131,2	131,2	131,2	131,2

tabel 5.2 - De wekelijkse vraag (D) en productiecapaciteit (Q) per product in trays, de voorraadkosten (h) per tray per week en de omstelkosten (c) per keer omstelling.

De benodigde tijd voor omstellingen moet kleiner zijn dan de met formule 2.7 berekende idle time. De idle time is 1,536 weken ofwel 92,16 uur. Dit is groter dan de totale omsteltijd van 8,85 uur, berekend door 15 omstellingen te vermenigvuldigen met het gemiddelde van 0,59 uur per omstelling, waardoor de omstellingen geen probleem opleveren. Wat de maximale voorraadduur betreft is de cycluslengte te lang, hetgeen betekent dat de maximale voorraadduur de bepalende factor is.

j	product
1	Boeren Muesli Naturel
2	Boeren Muesli Perzik
3	Boeren Muesli Aardbei
4	Boeren Muesli Peertjes
5	Boeren Trio Vanille Aardbei
6	Boeren Trio Appel/Kaneel
7	Meierhof LV Vanille 0,9%
8	Meierhof LV Schoko 0,9%
9	VH Pudding DUO Vla Schokolade/Vanille
10	VH Pudding DUO Vla Vanille/Karamel
11	Echte Boeren Vla Vanille
12	Echte Bauern Vla Vanille
13	Echte Bauern Vla Schokolade
14	Echte Boeren Vla Chocolate
15	DUO Vla Vanille/Schokolade

tabel 5.3 - De producten die corresponderen met de j's uit tabel 5.2

De voorraadkosten zijn in overleg met de Zuivelhoeve geschat op €1,00 per tray yoghurt per jaar en voor de vla €0,85 per tray per jaar. Indien deze schatting factor twee verkeerd zit, te weten €2,00 bij de yoghurt en €1,70 bij de vla, dan gelden alle conclusies in deze paragraaf nog steeds. Tevens zijn de producten die slechts één of twee keer in de



eerste tien weken geproduceerd zijn niet meegenomen in deze berekening. Deze producten zijn incidenteel geproduceerd op de Hamba en horen daarom niet in deze planning.

Bij de berekening van de optimale cycluslengte per product met formule 2.6 was bij elk product de cycluslengte groter dan de maximale voorraadduur. Dit betekent dat het voor geen van de producten mogelijk is om geproduceerd te worden met de cycluslengte. Doordat de maximale voorraadduren onderling procentueel grote verschillen vertonen, zal een schema waarin de producten even vaak geproduceerd worden niet optimaal zijn. Om die reden is in de volgende paragraaf op een andere manier een algemeen productieschema opgesteld.

#### 5.4 Algemeen productieschema

De producten die op de Hamba geproduceerd worden, zijn onder te verdelen in drie categorieën, te weten vla voor de Duitse markt (DEV), vla voor de Nederlandse markt (NLV) en yoghurt voor de Nederlandse markt (NLY). Deze drie categorieën zijn gebaseerd op de maximale voorraadduren. De categorie DEV bevat zeven producten die maximaal vijf dagen op voorraad mogen liggen en omvat gemiddeld 12751 trays van deze zeven producten. In de categorie NLV zitten twee producten met een maximale voorraadduur van negen dagen en bestaat uit gemiddeld 2941 trays per week. Tenslotte zitten er vijf producten in de categorie NLY ter grootte van gemiddeld 15295 trays per week met een maximale voorraadduur van elf dagen. Boeren Muesli Peertjes is gesaneerd, vandaar dat bij het maken van deze planning er al geen rekening meer mee gehouden wordt. De gegevens van de Boeren Muesli Peertjes zijn daarom ook niet meegenomen in de categorie NLY, waardoor de vraag bestaat uit een product minder en eveneens de daar bijhorende 226 trays per week minder bevat.

Behalve bij hoge uitzondering wordt op zaterdag en zondag niet geproduceerd. Om te voorkomen dat in sommige weken wel op zaterdag en zondag geproduceerd moet worden, heeft een cycluslengte van een aantal hele weken de voorkeur. Op deze manier kan altijd op dezelfde dag of dagen van de cyclus geproduceerd worden, bijvoorbeeld op de 1<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup> en 10<sup>e</sup> dag.

Doordat in het weekend niet geproduceerd wordt, zullen producten met een maximale voorraadduur van vijf of negen dagen altijd minstens eens per week geproduceerd moeten worden. Om een week niet te produceren moet namelijk een periode van negen dagen overbrugd worden, waardoor op de tiende dag geen producten beschikbaar zijn bij een periode van negen dagen of minder. Aangezien negen dagen langer is dan een week, zal elke week maximaal één keer geproduceerd worden, te weten wekelijks op dezelfde dag.

Voor een product met een maximale voorraadduur van vijf dagen hoeft niet per definitie twee keer per week geproduceerd te worden om elke dag te kunnen leveren. Zoals in tabel 5.4 te zien is, bestaat er de mogelijkheid om een product drie keer te produceren in twee weken tijd. In de eerste kolom wordt in week 1 begonnen met productie op maandag, in de tweede kolom op dinsdag en in de derde, vierde en vijfde kolom wordt respectievelijk begonnen op woensdag, donderdag en vrijdag. De getallen in de kolommen geven het volgnummer van de productierun aan.

In week 3 moet de vierde keer produceren gelijk zijn aan de eerste keer produceren om een toegestane cyclus te vinden. Dit wordt aangegeven met  $4=1$  en indien dit niet het geval is wordt dit aangegeven met  $4\neq 1$ .

Ook is in tabel 5.4 zichtbaar dat een product met een maximale voorraadduur van vijf dagen precies twee weken opvult, doordat één van de drie productieruns al na vier dagen moet beginnen in verband met het weekend. Hierdoor zal een langere cyclus ook geen extra voordelen opleveren, maar slechts een veelvoud zijn van twee weken of een

minder optimaal schema opleveren. Tot slot is in tabel 5.4 zichtbaar dat een product met een maximale voorraadduur van vijf dagen niet op dinsdag of donderdag geproduceerd kan worden, aangezien dan wel twee keer per week geproduceerd moet worden.

maximale voorraadduur van 5 dagen					
<b>w e e k  1</b>	ma 1	1			
	di 2		1		
	wo 3			1	
	do 4				1
	vr 5	2	2		1
	za 6				
	zo 7				
<b>w e e k  2</b>	ma 8			2	
	di 9				2
	wo 10	3	3		2
	do 11				
	vr 12			3	3
	za 13				
	zo 14				
<b>w e e k  3</b>	ma 15	4=1	4≠1		3
	di 16				
	wo 17			4=1	4≠1
	do 18				
	vr 19				4=1
	za 20				
	zo 21				

Tabel 5.4 - mogelijke productieschema's voor een product met een maximale voorraadduur van vijf dagen

maximale voorraadduur van 11 dagen					
<b>w e e k  1</b>	ma 1	1			
	di 2		1		
	wo 3			1	
	do 4				1
	vr 5				
	za 6				
	zo 7				
<b>w e e k  2</b>	ma 8				
	di 9				
	wo 10				
	do 11				
	vr 12	2	2	2	
	za 13				
	zo 14				
<b>w e e k  3</b>	ma 15			2	
	di 16				2
	wo 17				
	do 18				
	vr 19				
	za 20				
	zo 21				
<b>w e e k  4</b>	ma 22	3=1			
	di 23		3=1	3≠1	
	wo 24				
	do 25				3=1
	vr 26				
	za 27				
	zo 28				

Tabel 5.5 - mogelijke productieschema's voor een product met een maximale voorraadduur van elf dagen

Analoog aan tabel 5.4 voor een product met een maximale voorraadduur van vijf dagen dat minimaal drie keer per twee weken geproduceerd moet worden, is voor een product met een maximale voorraadduur van elf dagen beredeneerd dat er minimaal twee keer in drie weken tijd geproduceerd moet worden, zoals in tabel 5.5 te zien. De mogelijke combinaties hier zijn maandag en vrijdag, dinsdag en vrijdag, donderdag en maandag. Hierbij geldt dat in de week volgend op productie op donderdag of vrijdag geen productie hoeft plaats te vinden. Binnen deze cyclus is er enigszins speling mogelijk, bijvoorbeeld door maandag en dinsdag af te wisselen bij productie op vrijdag of donderdag en vrijdag af te wisselen bij productie op maandag.

Uit tabel 5.4 en tabel 5.5 in combinatie met het wekelijks produceren van de producten met een maximale voorraadduur van negen dagen, lijkt het voor de hand te liggen om een cyclus van zes weken te maken waarin zes cycli van een week zitten voor de categorie NLV, twee cyclussen van drie weken voor NLY en drie cycli van twee weken voor DEV. Deze eenvoudige aanname gaat helaas niet op.

Allereerst zal de categorie DEV opgesplitst moeten worden in twee groepen producten, aangezien het teveel is voor een enkele dag produceren. De producten in een

groep zullen op dezelfde dagen geproduceerd worden en het geniet daarom de voorkeur om producten die snel naar elkaar om te stellen zijn en onderling weinig omstelkosten tot gevolg hebben bij elkaar in een groep te zetten. De twee groepen zullen elk geproduceerd worden volgens het schema maandag en vrijdag in de ene week en op woensdag in de andere week, maar beide groepen zullen in tegenovergestelde week ingesteld worden. Bijvoorbeeld zal in de even weken op maandag en vrijdag groep één geproduceerd worden en op woensdag groep twee en in de oneven weken vice versa. Dit betekent dat elke maandag, woensdag en vrijdag vla voor de Duitse markt geproduceerd wordt.

Eveneens zal de groep NLY gesplitst moeten worden in twee groepen vanwege de grootte. Net als bij de categorie DEV, heeft het bij NLY ook de voorkeur om de groepen zo te kiezen dat er minimale omstelkosten en omsteltijden nodig zijn. Wanneer we nu één van de twee groepen bekijken, zal deze altijd op een maandag of een vrijdag geproduceerd worden, hetgeen betekent dat het aantal producten op deze dagen te groot wordt, terwijl op andere dagen de Hamba stil staat. Om deze reden is een productiecyclus van zes weken zoals net beschreven niet mogelijk. De directe oorzaak hiervan is dat de schema's van drie weken voor producten met een maximale voorraadduur van elf weken, niet samengaat met het productieschema voor producten met een maximale voorraadduur van vijf dagen. Dit heeft tot gevolg dat ook de categorie NLY één keer per week geproduceerd zal moeten worden.

Nu ook de categorie NLY één keer per week geproduceerd zal gaan worden, kan gebruik gemaakt worden van een cyclus van twee weken. Doordat het schema van de vla voor de Duitse markt in deze situatie slechts op één manier ingevuld kan worden, zal deze eerst in het schema gezet worden. Dit heeft tot gevolg dat de planning op maandagen, woensdagen en vrijdagen gemiddeld ongeveer 4000 trays bevat.

De twee groepen van de yoghurt voor de Nederlandse markt dienen daarom op de dinsdagen en donderdagen gepland te worden. Op dinsdagen en donderdagen wordt daardoor gemiddeld ongeveer 6000 trays geproduceerd. Tot slot zijn er 2941 trays vla voor de Nederlandse markt. Elk van de producten in deze categorie kan het best toegevoegd worden aan een productiegroep, waarbij het de voorkeur heeft dat dit bij de Duitse variant is, aangezien alleen de verpakking anders is.

De productie van de Nederlandse vla zal alleen plaats hoeven vinden op twee van de drie productiedagen, namelijk op woensdag en op maandag of vrijdag. In tabel 5.6 staat een voorbeeld van een mogelijk algemeen productieschema.

		DEV(1)	DEV(2)	NLY(1)	NLY(2)	NLV
<b>E V E N</b>	ma	x				x
	di			x		
	wo		x			
	do				x	
	vr	x				
	za					
	zo					
<b>O N E V E N</b>	ma		x			x
	di			x		
	wo	x				
	do				x	
	vr		x			
	za					
	zo					

tabel 5.6 - Eén van de mogelijke algemene productieschema's voor de Hamba

In dit schema is niet ingevuld welke producten in welke groep gestopt moeten worden, omdat de beschikbare data geen gegevens bevat over de volgorde afhankelijke omsteltijden. Zolang deze informatie niet beschikbaar is, zal op basis van de ervaring binnen de Zuivelhoeve deze groepen ingedeeld moeten worden.

## 5.5 De consequenties

Dit onderzoek is gericht op het verminderen van het aantal overuren op de Hamba, hetgeen betekent dat dit in ieder geval terug te vinden moet zijn in de consequenties. Om het effect van de algemene planning te meten, zijn de berekeningen zoals gemaakt in paragraaf 3.6 opnieuw uitgevoerd, nu met de gegevens van de algemene planning. Aangenomen is dat er geen andere veranderingen opgetreden zijn gedurende de periode van het onderzoek, wat betekent dat de karakteristieken voor de storings onveranderd zijn en het productassortiment en de vraag gelijk gebleven zijn. Tevens is aangenomen dat door het algemene productieschema geen verandering optreedt van de gemiddelde omsteltijd en de bijbehorende variantie.

Het gemiddeld aantal omstellingen in de alternatieve situatie is 35 per twee weken ofwel gemiddeld 17,5 omstellingen per week. Door wederom de productie van 25,2 duizend producten per baan per week te delen door het aantal omstellingen per week wordt 1440 producten per baan per omstelling verkregen. Met deze waarde voor het gemiddeld aantal omstellingen per product kunnen de cycle time en de throughput in de alternatieve situatie berekend worden. Dit geeft een throughput van 4400 producten per uur met een gemiddelde cycle time van 8 minuten en 17 seconden.

Met het delen van het aantal producten per week door de throughput is tot slot berekend dat in de alternatieve situatie 45,83 productie-uren nodig zijn. Dit betekent een verlaging van 3,78 uren en ondanks dat dit kleiner is dan het aantal uren van de discrepantie is dit wel een stap in de richting. Een overzicht van de verschillen is te vinden in tabel 5.7.

	huidige situatie	alternatieve situatie	procentuele verbetering
<b>overuren</b>	5,29	1,51	71,5%
<b>omstellingen</b>	21,56	17,5	18,8%
<b>batchgrootte</b>	1169	1440	23,2%
<b>omsteltijd</b>	0,59	0,59	-
<b>storings</b>	4,56	4,56	-
<b>storingsduur</b>	1,17	1,17	-
<b>cycle time</b>	8,73	8,28	5,2%
<b>throughput</b>	4182	4400	5,2%

tabel 5.7 - De verschillen in de karakteristieken tussen de huidige situatie en de alternatieve situatie

De verlaging van 3,78 uren betekent tevens dat er minder loonkosten zijn. Bij de Hamba staan zeven tot acht mensen voor gemiddeld €16,- per uur. Een eenvoudige rekensom laat zien dat dit €423 tot €484 scheelt. Daarbij zijn er minder omstellingen nodig, waardoor er in totaal minder vla, yoghurt, vruchten en verpakking verloren gaat tijdens het omstellen, hetgeen nog meer besparingen oplevert. Van de besparingen op deze grondstofkosten is slechts een ruwe schatting te maken, aangezien deze kosten niet precies bekend zijn. De geschatte besparing is €750 per week op basis van €4700 grondstofkosten bij de omstellingen in de huidige situatie en €3950 in de alternatieve situatie. Door het nieuwe schema zullen de voorraadkosten wel hoger uitvallen. In de huidige situatie zijn deze kosten geschat op €400 per week en in de alternatieve situatie is de schatting €485 per week. Dit betekent een extra kostenpost van €85 per week. Per saldo zal in de alternatieve situatie ongeveer €1125 bespaard worden per week.

Naast de positieve consequenties van kostenbesparingen en minder overuren zijn er door de alternatieve situatie mogelijk ook consequenties die minder positief uitpakken. In de alternatieve situatie kan het zijn dat de aroma-mixer niet de vla en yoghurt voor alle machines op tijd kan produceren. Aangezien dit afhankelijk is van onder andere de volgorde van de producten op een dag en welke producten er in welke groep zitten, is daar nu geen conclusie over te trekken, want het is ook mogelijk dat de alternatieve situatie een positieve invloed heeft op het productieschema. Qua totale capaciteit zal de alternatieve situatie geen negatief effect hebben op het aantal uren dat de aroma-mixer nodig heeft voor de Hamba, aangezien er minder vaak een batch vla of yoghurt nodig is, hoewel deze batches wel groter zijn.

Op de langere termijn verwacht de Zuivelhoeve uit te kunnen breiden op de huidige situatie. Indien dit doorgaat en de groei blijft aanhouden, is een nieuwe aroma-mixer onvermijdelijk om de benodigde productiecapaciteit te behalen. In dat geval zal het eventuele probleem dat de alternatieve situatie veroorzaakt teniet gedaan worden, door de extra capaciteit die dan beschikbaar komt.

# Conclusies en aanbevelingen

*Dit hoofdstuk bevat de gemaakte conclusies en de aanbevelingen voor de Zuivelhoeve. De conclusies geven antwoord op de onderzoeksvragen zoals in hoofdstuk 1 gegeven zijn. De hier beschreven aanbevelingen zullen de Zuivelhoeve helpen om een stap in de richting van de gewenste situatie te zetten. De aanbevelingen geven tevens richting voor verder onderzoek.*

## Conclusies

De vakliteratuur die van toepassing is op het probleem van de productielijn Hamba is voornamelijk dat van Spearman & Hopp (2008) over de analyse van productie-netwerken en dat van Pinedo (2009) over productieplanning.

In de huidige situatie zijn er teveel omstellingen nodig, waardoor in combinatie met de storingen meer tijd nodig is voor de productie dan gepland. Hierdoor ontstaan overuren die geld kosten en tevens zorgen voor extra druk bij de medewerkers. In de gewenste situatie zijn er geen overuren nodig, hetgeen betekent dat de discrepantie met de huidige situatie het verschil van 5,29 overuren is.

Deze overuren worden veroorzaakt door enerzijds de storingen en anderzijds doordat er meer omstellingen plaatsvinden dan nodig is. Omstellingen kosten relatief veel tijd ten opzichte van de lengte van de huidige productieruns, waardoor minder omstellingen bijdragen aan een vermindering van het aantal overuren. Ook de storingen veroorzaken overuren, maar hier is slechts het effect van de storingen op de throughput bekeken. Dit onderzoek heeft zich niet bezig gehouden met het oplossen van het storingsprobleem, omdat hier al een ander onderzoek naar loopt.

Om het aantal omstellingen te verminderen, moeten producten minder vaak geproduceerd worden, maar de productieruns die plaatsvinden moeten langer zijn. Op die manier zal de throughput hoger zijn en zijn er minder overuren nodig.

## Aanbevelingen

Om een stap te doen in de richting van het laten verdwijnen van de overuren dient een algemeen productieschema zoals beschreven in paragraaf 5.4 opgesteld te worden. Dit schema is geen schema met wanneer welk product geproduceerd moet worden. Hiervoor is meer informatie en verder onderzoek nodig.

Wat informatie betreft moet duidelijk worden wat de volgorde afhankelijke omsteltijden en omstelkosten zijn. Wat het verdere onderzoek betreft zal bekeken moeten worden wat de effecten zijn op de aroma-mixer, pompen, koelers en voorraad tanks.

Om het effect van een dergelijk onderzoek te vergroten, heeft het de voorkeur om ook de ideale productieschema's voor de overige machines in kaart te brengen. Oplossingen kunnen misschien door ruimteproblemen niet op de korte termijn opgelost worden. Echter, een uitbreiding van de productieruimte zoals in de nabije toekomst gepland staat is een goede gelegenheid om de productie goed te bekijken en in het ontwerp van de nieuwe ruimte bestaande problemen te verhelpen.

Om onderzoek in de toekomst te bespoedigen, heeft het de voorkeur om alle gegevens met betrekking op de productie digitaal te hebben. Daarnaast is er meer overzicht op de situatie van productielijnen als de gegevens met betrekking tot storingen, omsteltijden, vraag en productieplanning op één locatie staan. Op die manier zijn de benodigde gegevens snel voor handen en zal het beschrijven van de situatie minder tijd kosten, waardoor meer tijd in verbeteringen gestoken kan worden.

# Bronvermelding

## Referenties

De Vries, M. (2010). De Zuivelhoeve: 'Groot in niche'. *Zuivelzicht*, uitgave 4 maart 2010, p. 16-17.

Kingman, J.F.C. (1961). The Single Server Queue in Heavy Traffic. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, Vol. 57, p. 902-904

Pinedo, M.L. (2009). *Planning and Scheduling in Manufacturing and Services*. New York: Springer Science.

Spearman, M.L. & Hopp, W.J. (1998). Teaching Operations Management from a Science of Manufacturing. *Production and Operations Management*, Vol. 7, No. 2, (summer 1998), p. 136-140.

Spearman, M.L. & Hopp, W.J. (2008). *Factory Physics*. New York: McGraw-Hill/Irwin.

## Websites

Zuivelhoeve<sup>1</sup>. Verkregen op 15 maart 2010.

<http://www.zuivelhoeve.nl/content.php?cid=213,nl>

<http://www.zuivelhoeve.nl/content.php?cid=220,nl>

Zuivelhoeve<sup>2</sup>. Verkregen op 15 maart 2010.

<http://www.zuivelhoeve.nl/content.php?cid=219,nl>