Ontwerp van een kader voor de keuze van een pull-controle strategie in een fabricage-omgeving

Steven GELADE

promotor :
Prof. dr. Gerrit JANSSENS

Eindverhandeling voorgedragen tot het bekomen van de graad
Handelsingenieur major operationeel management en logistiek

universiteit hasselt

Woord vooraf

Deze eindverhandeling vormt het slotstuk van mijn opleiding tot Handelsingenieur in de richting Operationeel Management en Logistiek aan de Universiteit Hasselt te Diepenbeek. Ik wens dan ook van deze gelegenheid gebruik te maken om een aantal mensen te danken die mij tijdens mijn studies en in het bijzonder bij het schrijven van dit eindwerk op één of andere manier hebben geholpen.

Vooreerst zou ik graag enkele woorden van dank richten aan mijn promotor Prof. Dr. G. Janssens voor zijn raadgeving en begeleiding bij het tot stand komen van deze thesis.

Verder zou ik ook mijn dank willen betuigen aan de heer Wim Aerts van Ford Werke GmbH Genk, Carlos De Neve van BMTech, Bert Aerts van Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden en Juliana Donné van DSM Specialty Compounds NV. Zonder hun bijdrage zou de verwezenlijking van deze eindverhandeling niet mogelijk zijn geweest.

Tenslotte wil ik mijn ouders bedanken omdat ze mij de mogelijkheid hebben gegeven deze studies aan te vatten en mij in de loop van deze studies en het maken van dit eindwerk zijn blijven steunen.

Steven Geladé

Samenvatting

In de jaren ’70 startte de Toyota Motor Company in Japan met het gebruik van Just-In-Time. Het Just-In-Time principe bestaat uit verschillende geïntegreerde elementen die moeten zorgen voor de productie van grote volumes met een minimale voorraad aan grondstoffen, goederen in bewerking en eindproduct. Het Just-In-Time element dat gebruikt wordt om de voorraad te reduceren, is de pull-controle strategie. Met behulp van een pull-controle strategie wordt binnen een fabriek controle uitgeoefend op de goederenstromen. De controlefunctie bestaat erin dat geen enkel stroomopwaarts proces een product mag produceren vooraleer de klant ernaar vraagt. De implementatie van pull-controle strategieën leverde verschillende Japanse bedrijven grote voordelen op. Naar aanleiding van deze succesverhalen uit Japan werden pull-controle strategieën door vele bedrijven over heel de wereld geïmplementeerd. In tegenstelling tot de bedrijven in Japan kende en kent de implementatie in Europa en Amerika niet altijd succes.

Deze eindverhandeling tracht aan de hand van een literatuurstudie en een praktijkonderzoek te onderzoeken waarom de implementatie van een pull-controle strategie in het ene bedrijf succesvoller is dan in het andere. Het uiteindelijke doel van de eindverhandeling is het opstellen van een kader dat door bedrijven geraadpleegd kan worden bij de keuze en implementatie van een pull-controle strategie.

In de literatuurstudie wordt hiertoe eerst een korte beschrijving van enkele inleidende begrippen en definities gegeven en wordt een classificatie van de bestaande pull-controle strategieën voorgesteld. Vervolgens wordt aan de hand van de literatuur getracht om een inzicht te verschaffen in de mogelijke factoren die een rol kunnen spelen bij de keuze van een pull-controle strategie. Het praktijkonderzoek heeft als doel te controleren of de voorgestelde factoren in de hedendaagse bedrijfswereld nog steeds een bepalende rol spelen. Het praktijkonderzoek wordt uitgevoerd aan de hand van diepte-interviews aangezien op deze manier de invloed van de factoren onderzocht kan worden en geverifieerd kan worden of de factoren relevant zijn. De geïnterviewde

personen zijn de heer Wim Aerts van Ford Werke GmbH Genk, Carlos De Neve van BMTech, Bert Aerts van Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden en Juliana Donné van DSM Specialty Compounds NV.

Een vergelijkende studie van de gegevens uit de literatuurstudie en het praktijkonderzoek maakt het mogelijk om uiteindelijk een kader te ontwerpen. Het voorgestelde kader geeft een classificatie op basis van de belangrijkheid van de onderzochte factoren en bijhorende kenmerken. De meest essentiële factor blijkt de steun en goedkeuring van het topmanagement te zijn. Het ontbreken van deze steun en goedkeuring maakt de implementatie van een pull-controle strategie onmogelijk. Wanneer aan de meest essentiële factor voldaan is, blijken elf verschillende factoren en kenmerken essentieel te zijn om de keuze van een pull-controle strategie te rechtvaardigen. Deze factoren en kenmerken hebben onder andere betrekking op de werknemers, de leveranciers, de producteigenschappen en de layout. Eveneens worden vier factoren onderscheiden die minder essentieel zijn en wordt een indicatie gegeven van factoren die het gebruik van een pull-controle strategie kunnen optimaliseren.

Naast de factoren en kenmerken die de keuze van een pull-controle strategie beïnvloeden, worden aan de hand van het onderzoek eveneens enkele kritische implementatiekenmerken onderscheiden. Deze zijn in een aparte rubriek in het kader opgenomen.

Met behulp van het voorgestelde kader wordt als conclusie een overzicht gegeven van de meest ideale situatie voor de keuze van een pull-controle strategie.

Inhoudsopgave

Woord vooraf

Samenvatting

Inhoudsopgave

Lijst van figuren en tabellen

Hoofdstuk 1: Probleemstelling en onderzoeksopzet 1

Hoofdstuk 2: Inleidende begrippen en definities 3

Hoofdstuk 3: Classificatie pull-controle systemen 6

3.1 Classificatie van verschillende pull-controle systemen 6

3.1.1 Traditionele pull-controle systemen 6

3.1.1.1 Kanban 7

3.1.1.2 Base stock 8

3.1.1.3 Conwip 9

3.1.2 Gesegmenteerde pull-controle systemen 10

3.1.3 Gecombineerde pull-controle systemen 12

3.2 Conclusie 13

Hoofdstuk 4: Ontwerp van een kader: Literatuurstudie 14

4.1 Factor 1: Topmanagement 14

4.2 Factor 2: Vereisten voor werknemers 18

4.3 Factor 3: Training, opleiding en teamwerk 22

4.4 Factor 4: Wettelijke regels en vakbonden 24

4.5 Factor 5: Kenmerken van het eigenlijke implementatieproces 25

4.6 Factor 6: De implementatievolgorde 29

4.7 Factor 7: Industriesector 31

4.8 Factor 8: Grootte van de onderneming 34

4.9 Factor 9: Kenmerken van leveranciers 37

4.10 Factor 10: Onderhoud werkvloer en machines 41

4.11 Factor 11: Kwaliteitsvereisten 43

4.12 Factor 12: Product en Onderdelen 46

4.13 Factor 13: Layout 48

4.14 Factor 14: Machinecapaciteit en de reductie van omsteltijden 51

Hoofdstuk 5: Ontwerp van een kader: Praktijkonderzoek 54

5.1 Bedrijfsvoorstellingen en gebruik pull-controle strategie 55

5.1.1 Ford Werke GmbH Genk 55

5.1.1.1 Bedrijfsvoorstelling 55

5.1.1.2 Gebruikte pull-controle strategie en het productieproces 56

5.1.2 BMTech 59

5.1.2.1 Bedrijfsvoorstelling 59

5.1.2.2 Gebruikte pull-controle strategie en het productieproces 59

5.1.3 Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden 63

5.1.3.1 Bedrijfsvoorstelling 63

5.1.3.2 Gebruikte pull-controle strategie en het productieproces 65

5.1.4 DSM Specialty Compounds NV (DSM SC) 66

5.1.4.1 Bedrijfsvoorstelling 66

5.1.4.2 Gebruikte pull-controle strategie en het productieproces 67

5.2 Bespreking kritische factoren 68

5.2.1 Toewijding van het topmanagement 68

5.2.2 Betrokkenheid van werknemers 71

5.2.3 Implementatiekenmerken 76

5.2.4 Leveranciers 80

5.2.5 Onderhoud 87

5.2.6 Kwaliteit 90
5.2.7 Product en Onderdelen 94
5.2.8 Layout 101
5.2.9 Machinecapaciteit en de reductie van omsteltijden 104

Hoofdstuk 6: Ontwerp van een algemeen kader 109

Hoofdstuk 7: Conclusies 113

Lijst van de geraadpleegde werken

Lijst van figuren en tabellen

Figuur 1: Kanban systeem (Gaury, 2000) 7
Figuur 2: Base stock systeem (Gaury, 2000) 9
Figuur 3: Conwip systeem (Gaury, 2000) 10
Figuur 4: Gesegmenteerde systemen (Gaury, 2000) 11
Figuur 5: Combinatie Kanban/Conwip (Gaury, 2000) 12
Figuur 6: Combinatie Kanban/Base stock (Gaury, 2000) 13
Figuur 7: Productieproces BMTech 60

Tabel 1: Nationale index van verbondenheid werknemers. Gallup 2001 (Lucey e.a., 2005) 21
Tabel 2: Implementatievolgorde van verschillende JIT-toepassingen (Im en Lee, 1989) 29
Tabel 3: Classificatie volgens industriesector (Im en Lee, 1989) 32
Tabel 4: Classificatie volgens industriesector (Voss en Robinson, 1987) 33
Tabel 5: Classificatie volgens industriesector (Bartezzaghi e.a., 1992) 33
Tabel 6: Classificatie volgens industriesector (Clarke en Lokman, 1993) 34
Tabel 7: Classificatie volgens grootte (uitgedrukt in verkoopsvolume) (Gilbert, 1990) 35
Tabel 8: Classificatie volgens grootte (Bartezzaghi e.a., 1992) 35
Tabel 9: Classificatietabel gebruikt door BMTech 96

Hoofdstuk 1: Probleemstelling en onderzoeksopzet

De Toyota Motor Company in Japan ontwikkelde in de jaren '70 het Toyota Production System (TPS). Dit systeem was gebaseerd op de Just-In-Time (JIT) filosofie en leverde het bedrijf enorme voordelen op, waaronder voorraadreductie als belangrijkste. In de JIT filosofie vormt de pull-controle strategie een belangrijk element voor het behalen van deze voordelen. De implementatie van een pull-controle strategie en andere JIT elementen door andere Japanse bedrijven bleef daarom niet uit. In deze bedrijven kende de implementatie steeds succes. Naar aanleiding van deze succesverhalen werden pull-controle strategieën wereldwijd geïmplementeerd. In tegenstelling tot de bedrijven in Japan kende en kent de implementatie in Europa en Amerika niet altijd succes. Een recent voorbeeld is terug te vinden bij BorgWarner Inc. Dit bedrijf produceert hoogtechnologische turbocompressoren voor wagens en vrachtwagens en bevindt zich in Asheville, North Carolina US. Ondanks de implementatie van een pull-controle strategie steeg het voorraadniveau en wegens frequente, laattijdige leveringen kreeg het bedrijf verschillende boetes van klanten (Tauber Manufacturing Institute, 2006).

Niettegenstaande het vele onderzoek dat werd verricht over JIT en pull-controle strategieën, blijken bedrijven nog steeds problemen te ondervinden bij de keuze van een gepaste productiestrategie. Aangezien duidelijk gebleken is dat pull-controle strategieën grote voordelen kunnen opleveren, is het interessant na te gaan welke factoren de keuze van een pull-controle strategie beïnvloeden. De centrale onderzoeksvraag kan als volgt geformuleerd worden:

Welke factoren kunnen de keuze van een pull-controle strategie beïnvloeden en in welke mate?

Het doel van deze eindverhandeling is om aan de hand van het antwoord op deze centrale onderzoeksvraag een kader te schetsen dat door bedrijven geraadpleegd kan worden wanneer de keuze van een pull-controle strategie overwogen wordt.

Om een kader te kunnen schetsen, is het noodzakelijk om een grondige kennis op te bouwen over pull-controle strategieën en zijn kritische implementatiefactoren. In de internationale academische literatuur zijn hierover verschillende artikels verschenen. De literatuurstudie tracht een overzicht en bespreking te geven van al de factoren die een rol kunnen spelen bij de keuze van een pull-controle strategie. Voortbouwend op de literatuurstudie werden enkele diepte-interviews afgenomen die het mogelijk maakten om de theorie aan de praktijk te toetsen.

De literatuurstudie werd aangevat met een verkennend onderzoek waarbij bronnen van allerlei aard geraadpleegd werden: vaktijdschriften, handboeken, krantenartikels en websites. De eigenlijke literatuurstudie is voornamelijk opgebouwd aan de hand van wetenschappelijke artikels uit de vaktijdschriften. Voor het raadplegen van deze verschillende bronnen werd hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de beschikbare faciliteiten in de bibliotheek van de Universiteit Hasselt. Verschillende elektronische zoekmachines (o.a. EBSCOhost, Mediargus en Google Scholar) maken het mogelijk om een grote hoeveelheid publicaties te raadplegen.

Het praktijkonderzoek werd uitgevoerd aan de hand van diepte-interviews aangezien op deze manier de invloed van de factoren onderzocht kan worden en geverifieerd kan worden of de factoren relevant zijn. De geïnterviewde personen zijn de heer Wim Aerts van Ford Werke GmbH in Genk, Carlos De Neve van BMTech, Bert Aerts van Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden en Juliana Donné van DSM Specialty Compounds NV. Deze personen zijn in hun onderneming allen verantwoordelijk voor de uitvoering en controle van de pull-controle strategie of voor de push-controle strategie indien een pull-controle strategie niet toegepast wordt.

Hoofdstuk 2: Inleidende begrippen en definities

'Lean production' en 'Lean manufacturing' zijn begrippen die in 1990 geïntroduceerd werden door Womack e.a. in hun boek 'The Machine That Changed the World'. Deze begrippen verwezen naar de Japanse productiefilosofie. Het doel van deze productiefilosofie is het elimineren van alle activiteiten die geen waarde toevoegen. Deze activiteiten worden in lean termen 'muda' (verspillingen) genoemd. Zeven vormen van verspillingen worden onderscheiden: overproductie, wachttijd, transport, voorraad, bewerkingstijd, onnodige bewegingen en handelingen, defecte onderdelen (Chase e.a., 2004). Bedrijven die de lean productiefilosofie toepassen, willen een flexibele productieomgeving creëren die in staat is snel te reageren op de behoeften van de klant.

De lean begrippen zijn sterk verwant met het Just-In-Time begrip. Verschillende elementen van JIT werden in de Japanse industrie reeds gebruikt vanaf 1930, maar de filosofie werd pas verder uitgewerkt rond 1970 door Taiichi Ohno van de Toyota Motor Company in Japan. Het JIT-principe is de kerngedachte van het Toyota Production System (TPS), dat ontwikkeld werd om de kwaliteit en productiviteit te verbeteren. JIT bestaat uit verschillende geïntegreerde elementen die moeten zorgen voor de productie van grote volumes met een minimale voorraad aan grondstoffen, goederen in bewerking en eindproduct. Het uiteindelijke doel van een JIT-benadering is het bereiken van een one-piece-flow tussen de verschillende productiestappen. In de JIT-benadering komen onderdelen net op tijd aan in het volgende werkstation en worden daar snel verwerkt. De JIT-benadering steunt eveneens op het principe dat niets geproduceerd wordt vooraleer het nodig is. De nood wordt gecreëerd door de werkelijke vraag naar het product door de klant (Chase e.a., 2004).

Het JIT-element dat gebruikt wordt om de voorraad te reduceren en de goederenstroom te sturen, is de pull-controle strategie (Gaury, 2000). Op verscheidene plaatsen in de literatuur kunnen verschillende definities van pull-controle teruggevonden worden.

Spearman en Zazanis (1992) reiken volgende definitie aan: “A pull system is characterized by the practice of downstream work centers pulling stock from previous operations, as needed. All operations then perform work only to replenish outgoing stock. Work is coordinated by using some sort of signal (or Kanban) represented by a card or a sign.”

Sarker (1991) definieert een pull-controle strategie als een strategie waarbij de verplaatsing van een job naar het eerstvolgende werkstation enkel plaatsvindt wanneer dit werkstation er werkelijk om vraagt.

Takahashi en Nakamura (2004) beschouwen een pull-controle strategie als een controlemechanisme voor supply chain systemen. Dit systeem is opgebouwd uit verschillende stadia die elk eigen processen en een eigen voorraadplaats bevatten. De bestelhoeveelheid voor elk proces wordt bepaald aan de hand van de werkelijk gevraagde hoeveelheid uit de voorraadplaats. De pull-controle strategie werkt volgens hen op basis van de actuele, werkelijke vraag in plaats van op voorspellingen over deze vraag.

Uit bovenstaande voorbeelden blijkt dat elke definitie wel enigszins anders is. Dit is te wijten aan de eigen interpretatie en woordkeuze van elke auteur. Al de verschillende definities van pull-controle systemen bevatten echter een gemeenschappelijk element, namelijk dat de productie in een bepaald werkstation of proces start naar aanleiding van een gebeurtenis die zich ergens anders voordoet, hetzij binnen hetzij buiten het bedrijf. (De Haan e.a., 2001) Als besluit maken De Haan e.a. een onderscheid tussen verschillende groepen auteurs. Enerzijds de grootste groep auteurs die in hun definitie gebruik maken van de werkelijke verkopen of werkelijke vraag en anderzijds zij die in hun definitie verwijzen naar begrippen zoals ‘op verzoek’, ‘wanneer nodig’ of ‘om verbruikte items te vervangen’. Deze laatste groep auteurs gebruikt als het ware een eigen gecreëerde norm om te verwijzen naar de werkelijke vraag of werkelijke verkopen.

De pull-controle strategie is het tegenovergestelde van een push-controle strategie. Vele onderzoekers definiëren een push-controle strategie als een strategie waarin de productieplanning wordt vastgelegd aan de hand van vraagvoorspellingen (Gaury, 2000). Aan de hand van deze planning worden de onderdelen geproduceerd en door het productieproces geduwd. De belangrijkste toepassing van de push-controle strategie is MRP (MRP I: Materials Requirements Planning en MRP II: Manufacturing Resource Planning). Volgens Spearman e.a. (1990) worden alle productiejobs in een push-controle strategie gepland en in een pull-controle strategie wordt de start van een productiejob bepaalt door het einde van een andere productiejob. Amin en Altiok (1997) besluiten dat een push-controle strategie de doorstroom benadrukt en een pull-controle strategie de hoeveelheid goederen in bewerking. Om de voordelen van de twee strategieën te combineren stelt Lee (1993) een hybride strategie voor. In deze strategie staat MRP in voor de planning en wordt een pull-controle strategie gebruikt voor de coördinatie op de werkvloer.

Hoofdstuk 3: Classificatie pull-controle systemen

Wanneer een onderneming kiest om te werken aan de hand van een pull-controle strategie, is het noodzakelijk dat het pull-controle systeem gekozen wordt dat het dichtst aanleunt bij de eigenschappen van de eigen fabricageomgeving en het eigen productieproces. Het is daarom belangrijk om een classificatie van de verschillende soorten pull-controle systemen te maken. De ondernemingen moeten goed in het achterhoofd houden welke de voor- en nadelen van elk systeem zijn en of het mogelijk is om dit systeem in het bedrijf te implementeren, zowel technisch als financieel. Deze thesis ontwerpt een kader voor de keuze van een pull-controle strategie en zal geen specifiek pull-systeem voorstellen. De classificatie van pull-controle systemen heeft in deze thesis als doel de werking van een pull-systeem te verduidelijken en een overzicht van de mogelijke systemen te geven. Indien bedrijven kiezen voor de implementatie van een pull-controle strategie, kan de hieronder beschreven classificatie geraadpleegd worden.

3.1 Classificatie van verschillende pull -controle systemen

Om de werking van de verschillende pull-controle systemen beter te begrijpen en in verschillende klassen in te delen, wordt vooral het werk van Gaury (2000) als basis gebruikt. Hij heeft een goede indeling van de meest besproken pull-controle systemen uit de literatuur gemaakt. Volgens Gaury kunnen drie klassen van pull-controle systemen onderscheiden worden: de traditionele, gesegmenteerde en gecombineerde systemen.

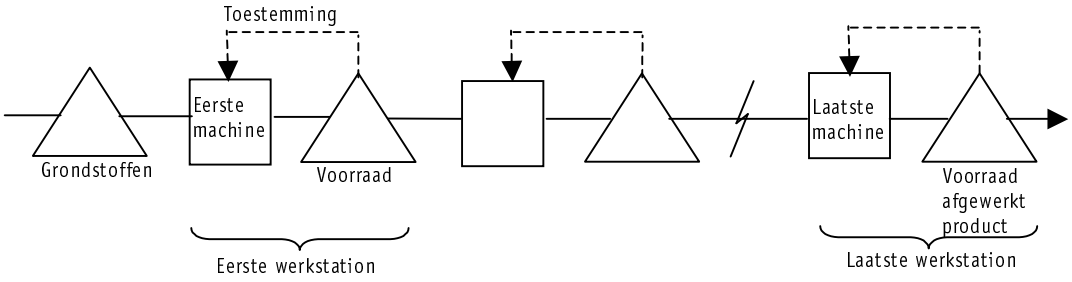
3.1.1 Traditionele pull-controle systemen

Volgens Gaury kunnen volgende drie systemen onder de noemer ‘traditioneel’ geplaatst worden: Kanban, Base stock en Conwip. Zij komen veruit het meeste voor in de literatuur

en zij worden reeds gedurende lange tijd toegepast. Hierna worden deze systemen verder beschreven.

3.1.1.1 Kanban

De Kanban strategie werd ontwikkeld door Dr. Taichi Ohno, manager bij het bedrijf Toyota Motor Company in Japan. Het principe achter deze strategie houdt in dat het voorraadniveau beperkt wordt door het invoeren van een controleapparaat tussen elk paar opeenvolgende werkstations of tussen assemblagelijnen en voorassemblage-afdelingen, m.a.w. tussen opeenvolgende productiestappen (Monden, 1993; geciteerd door Gaury, 2000). Dit controleapparaat wordt gevormd door het gebruik van Kanbankaarten. Wanneer een klant een product koopt, wordt dit product uit de voorraad afgewerkt product genomen. Van dit product wordt de Kanbankaart losgemaakt en deze kaart geeft de toestemming aan de laatste machine om de productie van een nieuw product te starten. Figuur 1 verduidelijkt dit hele proces.



Figuur 1: Kanban systeem (Gaury, 2000)

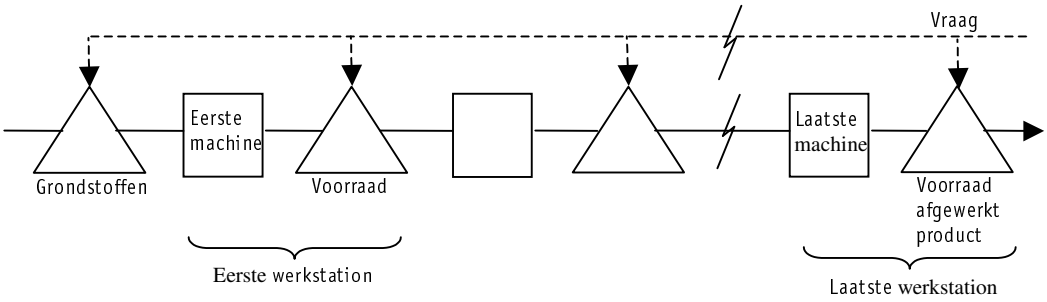
Het aantal Kanbankaarten bepaalt het voorraadniveau en de hoeveelheid goederen in bewerking die zich in het hele proces bevinden en kan op die manier beschouwd worden als controlemiddel. Van de Kanban strategie bestaan verschillende implementatievormen. Een vergelijkende studie is terug te vinden in de werken van Chu en Shih (1992) en Berkley (1992).

De pull-controle strategie kan uitgebreid worden naar de leveranciers van de grondstoffen. Het principe blijft hetzelfde, maar het signaal gebeurt dan niet met kaarten.

3.1.1.2 Base stock

Het base stock systeem werd in de jaren vijftig ontwikkeld en werd sindsdien veelvuldig toegepast. De hedendaagse auteurs die het base stock systeem vermelden, baseren zich op de base stock strategie die oorspronkelijk werd beschreven door Kimball in 1988 (Gaury, 2000). Deze strategie gaat uit van een base stock niveau voor elk werkstation of productiestadium om het voorraadniveau en de hoeveelheid goederen in bewerking te controleren. Het base stock niveau voor een bepaald werkstation bestaat enerzijds uit de eigen geproduceerde eenheden en voorraad en anderzijds uit al de geproduceerde eenheden en voorraden van de volgende werkstations in dezelfde productielijn.

In tegenstelling tot Kanban, waar signalen (de Kanbankaarten) enkel tussen opeenvolgende werkstations bewegen, zal bij het base stock systeem elke vraag naar afgewerkt product aan het laatste werkstation onmiddellijk een signaal naar elk ander werkstation van de productielijn sturen (figuur 2). Een voordeel van dit systeem blijkt het snel reageren op een vraag van de klant te zijn. Wanneer deze vraag zich voordoet, kunnen alle werkstations gelijktijdig beginnen met de productie. De onderlinge coördinatie tussen de werkstations gaat echter verloren door het gebruik van het base stock systeem: als één werkstation uitvalt, zullen de voorgaande werkstations niet stoppen met werken en op die manier voorraad creëren voor het niet functionerende werkstation.

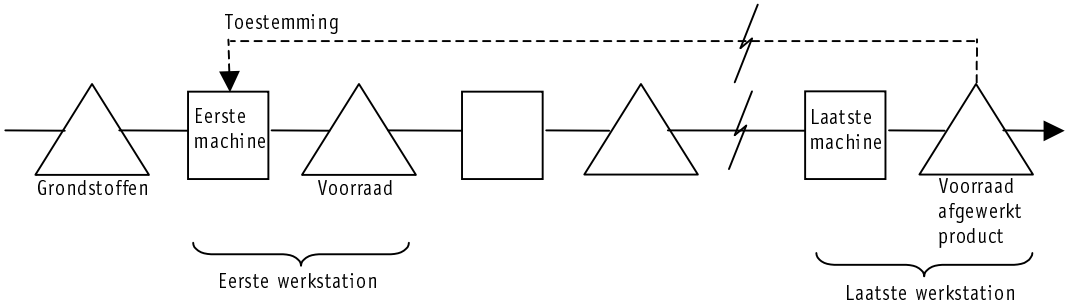


Figuur 2: Base stock systeem (Gaury, 2000)

3.1.1.3 Conwip

Spearman e.a. (1990) stelden een nieuw pull-controle systeem voor, namelijk Conwip (Constant Work In Process). Het doel van Conwip is het combineren van de lage voorraadniveaus van Kanban met de hoge doorstroom van een push systeem. Om dit doel te bereiken maakt Conwip binnen zijn productielijn gebruik van het push principe: elk werkstation produceert zo snel als mogelijk. Een defect werkstation gaat bijgevolg gepaard met de opbouw van extra voorraad.

De hoeveelheid goederen in bewerking (WIP) wordt bij Conwip beperkt en constant gehouden door het gebruik van één globale set kaarten. De grondstoffen en materialen krijgen via een kaart toegang tot het productieproces en worden volledig afgewerkt. Als het afgewerkte product het laatste werkstation verlaat, wordt de kaart weer vrijgegeven om andere grondstoffen en materialen de toegang tot het proces te verlenen (figuur 3). Het Conwip systeem kan beschouwd worden als een vereenvoudigd Kanban systeem, bestaande uit slechts één controleapparaat voor de hele productielijn. De implementatie en optimalisatie van een Conwip systeem is om die reden eenvoudiger.



Figuur 3: Conwip systeem (Gaury, 2000)

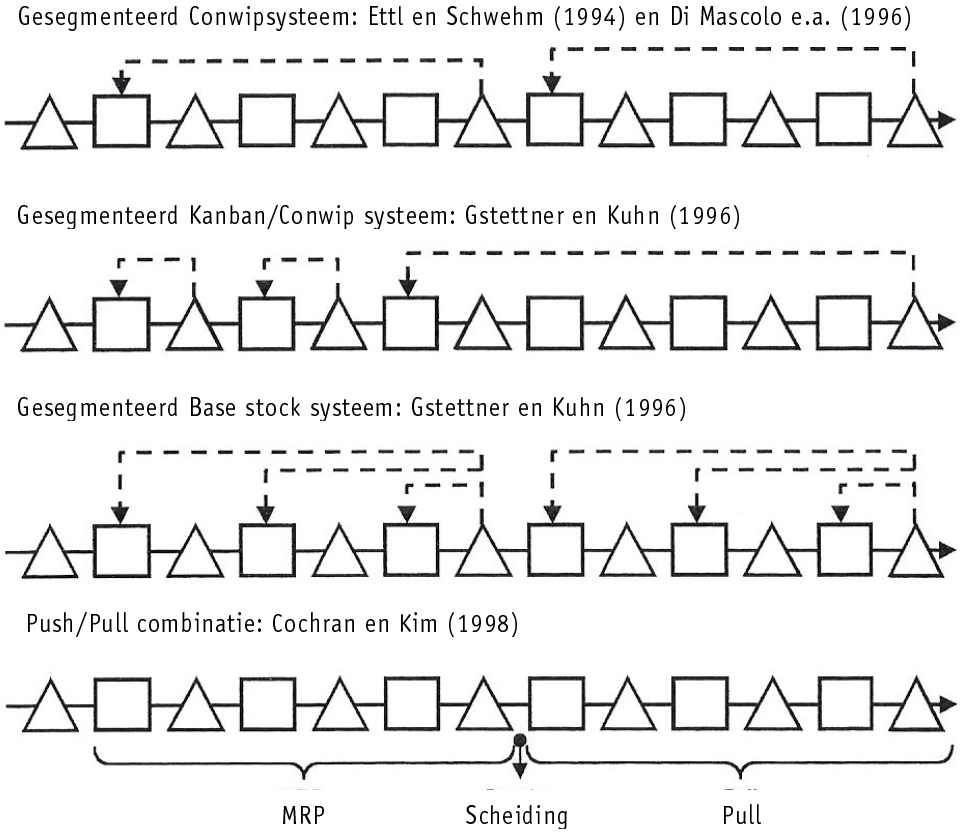
3.1.2 Gesegmenteerde pull-controle systemen

Gesegmenteerde pull-controle systemen verdelen het productieproces in verscheidene cellen of segmenten en gebruiken een afzonderlijk beleid voor elke cel. Figuur 4 geeft een overzicht van de meest voorkomende gesegmenteerde systemen in de literatuur. De gebruikte symbolen hebben dezelfde betekenis als in de vorige figuren. Zoals blijkt uit de figuur stellen Di Mascola e.a. gesegmenteerde Conwip systemen voor (Di Mascola e.a., 1996 geciteerd door Gaury, 2000). Volgens hen kan elke cel uit verschillende machines bestaan en de controle binnen elke cel gebeurt steeds met een ander Conwip systeem. Di Mascola e.a. geven geen uitsluitsel hoe de onderverdeling in cellen moet gebeuren. Zij beschouwen dit als een gegeven.

Gstettner en Kuhn (1996) stellen twee andere gesegmenteerde systemen voor. Enerzijds een systeem met daarin enkele cellen Kanban en enkele cellen Conwip en anderzijds een systeem bestaande uit een opeenvolging van base stock systemen. Beide auteurs hebben deze systemen niet in detail bestudeerd en dus is grondig onderzoek wat betreft de implementatie en werking nog vereist.

Miltenburg (1991), Lee (1993), Cochran en Kim (1998) en vele andere auteurs hebben gesegmenteerde push/pull systemen bestudeerd. Naast de benaming ‘gesegmenteerd push/pull systeem’ wordt naar dit systeem in de literatuur vaak verwezen met de naam ‘Hybrid push/pull system’. Push- en pull systemen hebben elk hun sterke en zwakke

punten. Wanneer de twee systemen met elkaar vergeleken worden, is het duidelijk dat de sterke punten van het ene systeem de zwakke punten van het ander compenseren. De bedoeling van deze auteurs is tot een bepaald punt in de productielijn gebruik te maken van een push systeem en vanaf dit punt verder te werken met een pull systeem. Wat betreft de bepaling van dit scheidingspunt bestaan er verschillende opvattingen in de literatuur.



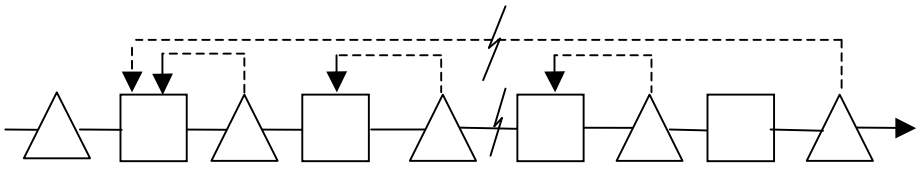
Figuur 4: Gesegmenteerde systemen (Gaury, 2000)

Zoals uit vorige paragrafen blijkt, is er nog veel onderzoek nodig om gesegmenteerde systemen op punt te stellen.

3.1.3 Gecombineerde pull-controle systemen

De verschillende traditionele pull-controle systemen kunnen eveneens gecombineerd worden. De productielijn wordt niet verdeeld in cellen, maar het gecombineerde pull-controle systeem wordt toegepast op de hele productielijn. In de literatuur is er sprake van twee gecombineerde pull-controle systemen, namelijk de combinatie van Kanban en Conwip en de combinatie van Kanban en Base stock.

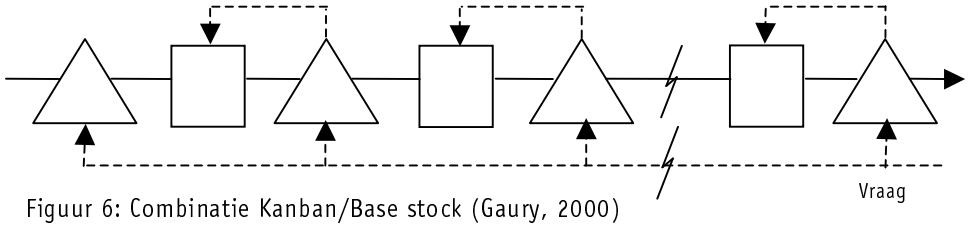
Bonvik e.a. (1997) stellen de combinatie van Kanban met Conwip voor. Deze auteurs trachten de voordelen van beide systemen te combineren, namelijk het behouden van lokale controle tussen opeenvolgende werkstations bij Kanban en de integrale controle van de productielijn bij Conwip. Volgens de auteurs is dit gecombineerde systeem eenvoudig te implementeren aangezien het een aangepaste vorm van het traditionele Kanban systeem is. In dit systeem mag het eerste werkstation zijn productie pas starten vanaf het moment dat hij twee kaarten in zijn bezit heeft, één Kanbankaart van het tweede werkstation en één Conwip kaart van het laatste werkstation (figuur 5).



Figuur 5: Combinatie Kanban/Conwip (Gaury, 2000)

De combinatie van Kanban en Base stock werd voor de eerste keer ontwikkeld door Buzacott en Zipkin (Buzacott, 1989 and Zipkin, 1989 geciteerd door Gaury, 2000). Zij noemden deze combinatie 'Generalized Kanban'. Enkele jaren later ontwikkelden Dallery en Liberopoulos een aangepaste versie, namelijk 'Extended Kanban' (Dallery and Liberopoulos, 1995; geciteerd door Gaury, 2000). Volgens deze auteurs zou het systeem duidelijker zijn en gemakkelijker om te implementeren. Beide systemen proberen de voordelen van Kanban en Base stock te combineren. Deze zijn enerzijds de snelle reactie op een vraag van de klant en de voorraadcontrole bij Base stock en anderzijds de lokale controle tussen opeenvolgende werkstations bij Kanban (figuur 6). Toch tempert Gaury

het enthousiasme rond deze twee systemen aangezien ze zeer complex zijn doordat er aan vele parameters, zoals aantal kaarten of aantal base stock niveaus, een optimale waarde gegeven moet worden.



Figuur 6: Combinatie Kanban/Base stock (Gaury, 2000)

3.2 Conclusie

De zojuist gegeven classificatie omvat de meest voorkomende systemen in de literatuur. Andere invullingen van gesegmenteerde of gecombineerde pull-controle systemen zijn echter altijd mogelijk. Na het besluit van een onderneming om een pull-controle strategie te gebruiken, moet grondig nagedacht worden over het te implementeren pull-controle systeem. De onderneming moet een keuze maken tussen de verschillende systemen en voor het gekozen systeem moet de optimale configuratie gekozen worden. Dit zijn twee moeilijke opdrachten. In de literatuur wordt geen duidelijk antwoord gegeven op de vraag welk systeem het beste is. Onderzoeken van verschillende auteurs leidden tot tegenstrijdigheden. De resultaten zijn sterk afhankelijk van de productie-omgeving waarin onderzocht wordt. Bedrijven die een pull-controle strategie willen toepassen, moeten goed weten wat de kenmerken van hun eigen productie-omgeving zijn en welke middelen zij kunnen aanwenden om een geslaagde implementatie te bekomen.

Hoofdstuk 4: Ontwerp van een kader: Literatuurstudie

Naast de belangrijke keuze voor een specifiek pull-controle systeem, moet door het topmanagement een keuze gemaakt worden die nog ingrijpender en belangrijker is, namelijk of de omschakeling naar een pull-controle strategie al dan niet verantwoord is. Zoals reeds vermeld, ontstonden en kenden pull-controle systemen hun eerste grote successen in Japan. Deze successen bleven niet onopgemerkt en bedrijven over heel de wereld wilden graag deze techniek overnemen en bij hen in de onderneming implementeren. De implementatie was en is echter lang niet overal een succesverhaal. Het behalen van uitmuntende resultaten enerzijds en het volledig mislukken anderzijds is te wijten aan verschillende factoren.

Deze literatuurstudie probeert inzicht te verschaffen in deze factoren. Het uiteindelijke doel is het ontwerpen van een kader voor de keuze van een pull-controle strategie. In deze literatuurstudie worden daartoe verschillende wetenschappelijke artikels onderzocht en besproken.

De verschillende factoren worden afzonderlijk in detail besproken en elke factor wordt aan de hand van een overzichtstabel samengevat.

4.1 Factor 1: Topmanagement

Net zoals bij de invoering van elk nieuw systeem of concept, is het ook voor een pull-controle strategie belangrijk dat het topmanagement achter de strategie staat en er volledig in gelooft. Wanneer het personeel op de werkvloer voelt dat de implementatie geen doordachte en weloverwogen keuze van het management is, vermindert de kans op slagen enorm. Deze toewijding en betrokkenheid van het management als doorslaggevende factor is op vele plaatsen in de literatuur terug te vinden.

Uit een cross-sectionele veldstudie uitgevoerd door Im en Lee (1989) blijkt dat de door hen ondervraagde Amerikaanse productiebedrijven steun en betrokkenheid van het topmanagement als belangrijkste factor voor het slagen van een JIT-implementatie aanduiden. Aangezien een pull-controle systeem het productiesysteem bij uitstek is voor bedrijven die werken met een JIT-benadering, kan dit als een relevante factor beschouwd worden voor de implementatie van een pull-controle strategie.

Harber e.a. (1990) schrijven dat het nemen van beslissingen door het management zonder voorafgaande discussie en overleg met het personeel niet aan te raden is. Voor het nemen van ingrijpende beslissingen is volgens hen een goede samenwerking nodig tussen beide groepen. Voor bedrijven waar deze beslissing het al dan niet implementeren van JIT inhoudt, vestigen deze auteurs hun aandacht ook op een ander belangrijk punt. Als het topmanagement werkelijke, blijvende voordelen wil behalen, dan is het genoodzaakt om niet enkel de relatief eenvoudige onderdelen van de JIT-benadering, zoals een pull-controle strategie, te implementeren. Het management is in deze situatie verplicht om een ruimere JIT-benadering te hanteren. Deze ruimere benadering, die tevens duurder en meer tijdrovend is, is een JIT-benadering op lange termijn waarin de menselijke factor en de garantie op werkzekerheid een grote rol spelen.

Volgens Miltenburg en Wijngaard (1991) hangt het al dan niet slagen van de omschakeling naar een pull-controle strategie samen met de houding van het topmanagement. Een belangrijke rol voor het management bij de implementatie van een pull-controle systeem kan ook teruggevonden worden bij Söderquist en Motwani (1999). Zij benadrukken dat het de taak is van het management om steeds een goede communicatie te bewaren met de werkvloer. Zij moet hen overtuigen dat de vertrouwde werkmethode niet langer de beste is en dat een omschakeling noodzakelijk is om het voortbestaan van de onderneming te verzekeren of om meer winst te behalen. Boyer (1996) bespreekt op zijn beurt de zeer belangrijke invloed van een kwalitatief hoogstaande leiding en toewijding van het topmanagement. Zijn bespreking is algemener en bespreekt de invloed van het management in een ‘lean production’ omgeving, niet

specifiek voor een pull-controle systeem. In dit algemener 'lean' kader bevestigt Brookes (2005) dat successen enkel behaald kunnen worden op voorwaarde dat het topmanagement blijk geeft van een volledige toewijding.

Om een fabricageomgeving te bekomen die 'lean' is, dient het topmanagement een volledige, onvoorwaardelijke en blijvende ondersteuning te geven (Sohal, 1996). Om tot deze conclusie te komen, onderzocht Sohal verschillende implementatieprocessen, waaronder de omschakeling naar een pull-controle systeem, bij Trico Australia. Trico Australia is een fabrikant van ruitenwissers gevestigd in Australië. In het begin van de implementatie kende het bedrijf enkele problemen die te wijten waren aan te hoge verwachtingen van het management zonder het voorzien van voldoende ondersteuning aan het personeel. Deze problemen werden in de loop van het implementatieproces opgelost door het geven van voldoende communicatie door het topmanagement.

Bovendien blijkt uit deze gevalstudie dat er behoefte is aan een 'champion'. Deze persoon uit het topmanagement is de drijfveer achter de omschakeling, blijft voortdurend op zoek naar nieuwe initiatieven en behoudt te allen tijde het overzicht over het hele veranderingsproces. Een ander aspect waar Sohal nog de nadruk op legt, is dat er door het management en het personeel niet aan korte termijn denken gedaan mag worden. Het is voor het topmanagement belangrijk dat het zich richt op de lange termijn. Net na de invoering van het systeem moet het proces gestroomlijnd en steeds verder verbeterd worden. De korte termijn resultaten zullen slechts kleine winsten opleveren of zullen zelfs een negatieve invloed hebben op de omzet van het bedrijf. Ze vormen op het eerste zicht dan ook geen goede stimulans om het veranderingsproces verder te zetten. De voordelen zullen op lange termijn echter duidelijk zichtbaar worden. De kans op een geslaagde omvorming tot een 'lean production' fabrikant is onder leiding van een korte termijn georiënteerd management dan ook klein.

Schwarzendahl (1996) bespreekt het implementatieproces van een pull-controle systeem, namelijk Kanban, in de Siemens Stromberg-Carlson fabriek in Florida, USA. Volgens

Schwarzendahl is het grondig begrijpen van het systeem door het topmanagement een essentieel kenmerk voor een geslaagde implementatie. Zij moet zeer grondig informatie inwinnen over de werking van het systeem en ze moet zich ook bewust zijn van de impact die het systeem op de organisatie zal hebben. Verder is ze ook verantwoordelijk voor het uiterst volledig informeren van het personeel inzake het implementatieproces en het doel van de omschakeling naar een pull-controle systeem. Een grondig begrip van de situatie door dit personeel verbetert de coöperatie en discipline van het personeel.

Belvedere en Grando (2005) bevestigen eveneens dat de resultaten van een pull-controle systeem in zijn geheel verbeteren als het management een actieve rol speelt en als het veel aandacht besteedt aan en communiceert met zijn personeel.

Een ander recent artikel van Lucey e.a. (2005) gaat uit van het standpunt dat je moet leren uit eerder gemaakte fouten. Zij bespreken in dit artikel waarom grote omvormingen die moesten leiden tot een 'lean' productie niet standgehouden hebben. Ze baseren zich onder andere op een onderzoek uitgevoerd door Alexander in 1985. Hierin werd onderzocht welke de meest voorkomende implementatieproblemen zijn wanneer een bedrijf grote strategische beslissingen of omvormingen wil doorvoeren. In de top tien is een tekort aan coördinatie en leiderschap van het management terug te vinden. Een ander aspect dat in dit artikel ook belicht wordt, is het onderscheid tussen managers en leiders. Leiders creëren een omgeving waarin verandering de norm is en managers zijn meer verantwoordelijk voor het stabiel houden van de organisatie en voor de controle van een correcte implementatie van deze veranderingen. Een effectief topmanagement heeft aspecten van beiden nodig. Bovendien is het van vitaal belang dat het topmanagement leden bevat met een duidelijke visie wanneer veranderingen doorgevoerd moeten worden. Vervolgens moet het topmanagement in staat zijn om deze visie op een duidelijke manier over te brengen.

Toewijding, steun, leiderschap	Im en Lee (1989) Miltenburg en Wijngaard (1991) Söderquist en Motwani (1999) Boyer (1996) Brookes (2005) Sohal (1996) Belvedere en Grando (2005) Lucey e.a. (2005)
Communicatie en samenwerking met de werkvloer	Harber e.a. (1990) Söderquist en Motwani (1999) Sohal (1996) Schwarzendahl (1996) Belvedere en Grando (2005) Lucey e.a. (2005)
Hanteren ruimere JIT-benadering	Harber e.a. (1990)
Behoefte aan een 'champion'	Sohal (1996)
Lange termijn visie	Sohal (1996)
Kennis van pull-controle strategieën	Schwarzendahl (1996)
Verschil tussen manager en leider	Lucey e.a. (2005)

4.2 Factor 2: Vereisten voor werknemers

Een tweede factor die in de literatuur vaak voorkomt als vereiste factor voor het slagen van een pull-controle systeem is de invloed van werknemers. Het zijn immers de mensen die dagelijks met het systeem in contact komen die voor een groot deel bepalen of het al dan niet een succes wordt.

De eerste succesvolle implementaties van pull-controle systemen vonden plaats in Japan. Omwille van deze reden hebben vele Westerse bedrijven de werking van deze systemen in Japan onderzocht met als doel de belangrijkste elementen ervan over te nemen om op die manier eveneens van het succes te genieten. Vele implementaties in Westerse landen mislukten echter. Een belangrijk element dat over het hoofd werd gezien tijdens de inspectie van de succesvolle bedrijven is het verschil tussen werknemers in Japanse bedrijven en in het Westen. Japanse werknemers zijn over het algemeen enorm vaardig, zeer gedisciplineerd en hebben een uitgebreide training genoten. Ze kunnen daarom goed omgaan met veranderingen en kunnen zich snel aanpassen. De Japanners hebben

volgens Briggs (1992) een zeer positieve houding als het gaat over werk. Japanners maken volgens hem werkweken van 42 uur, terwijl dit in de Verenigde Staten en Europa gemiddeld slechts 38 uur is. Japanners nemen bovendien minder vakantie (Briggs, 1992). Nog een ander belangrijk verschil tussen Japanners en niet-Japanners is de relatie tussen management en werknemers. In niet-Japanse culturen bestaat een eerder vijandige relatie tussen beiden wat resulteert in mensen die enkel en alleen werken omdat het hen opgedragen wordt. In Japan daarentegen verwijzen de werknemers vaak naar hun bedrijf als een tweede thuis.

Een gelijkaardige mening is terug te vinden bij Philipoom e.a.(1987). Volgens hun werkt het JIT-principe met Kanban als pull-controle systeem erg goed in Japan. Eén van de oorzaken die hiervan aan de basis ligt, is het feit dat werknemers in Japan zeer gedisciplineerd zijn.

Katayama en Bennett (1996) beweren evenwel dat de zojuist aangehaalde voordelen van Japanse werknemers zullen afnemen. Zij komen tot deze conclusie omdat Japanse bedrijven steeds minder jonge werknemers tewerkstellen. Hun argumentering is opgebouwd rond twee belangrijke punten. Ten eerste merken ze op dat het personeel in Japan sterk verouderd is en dat de Japanners tegenwoordig de langste levensverwachting ter wereld hebben. Dit heeft als gevolg dat er steeds minder jonge werknemers aangenomen worden waardoor er een tekort aan jonge, flexibele arbeidskrachten ontstaat. Naast het minder flexibel en productief zijn van de verouderende werknemers geldt bovendien dat de Japanse werkgevers aan hen een hoger loon moeten betalen. Een tweede punt waardoor steeds minder jonge werknemers in Japanse bedrijven willen werken, is het feit dat het werk zelf als vermoeiend en uitputtend wordt beschouwd. Daarbovenop werkt het vooruitzicht op lange werkdagen ook niet motiverend. De Japanse jongeren vertonen niet meer de gunstige kenmerken die door Briggs werden aangehaald en zijn niet meer zo bereid om hard te werken. Bovendien wordt de opmerking gemaakt dat een Japans bedrijf misschien niet erg competitief is als de extra werkuren ten opzichte van Westerse bedrijven buiten beschouwing worden gelaten.

De bereidheid van werknemers om actief deel te nemen aan omschakelingen en veranderingen in het productieproces is ook terug te vinden in de resultaten van het onderzoek van Im en Lee (1989). De betrokkenheid van werknemers komt op de tweede plaats in hun lijst met factoren voor het slagen van een JIT-implementatie. Andere auteurs die deze betrokkenheid van werknemers als bepalende factor aanstippen zijn onder andere Harber e.a. (1990), Schwarzendahl (1996) en Sohal (1996).

Het effect van een grote verbondenheid van de werknemers met de onderneming wordt ook besproken door Lucey e.a. (2005). Volgens hen is deze voorwaarde noodzakelijk wanneer ondernemingen blijvend van de voordelen van een omschakeling naar een 'lean' omgeving willen genieten. Om tot deze conclusie te komen, baseren zij zich ondermeer op bestaande bedrijfsstatistieken en op eerder uitgevoerd onderzoek. De resultaten tonen duidelijk aan dat een sterke correlatie bestaat tussen de verbondenheid van werknemers met hun onderneming en het succes van doorgevoerde veranderingen. Eén van de door hen besproken onderzoeken kan in verband worden gebracht met de stellingen van Katayama en Bennett (1996). Het is een onderzoek uitgevoerd door de Gallup organisatie in 2001 en zij hebben een verbondenheidsindex opgesteld die dienst kan doen als vergelijkingsinstrument voor verschillende landen. Het resultaat hiervan is terug te vinden in tabel 1. Uit deze tabel blijkt eveneens dat de verbondenheid van Japanse werknemers met hun onderneming laag is. Daarbovenop blijkt dat 19% van de Japanse werknemers de eigen onderneming zelfs tegenwerkt of bekritiseert. De negatieve invloed van zulke werknemers is volgens Lucey e.a. één van de grote problemen in het succesvol implementeren van veranderingsprocessen.

Tabel 1: Nationale index van verbondenheid werknemers. Gallup 2001 (Lucey e.a., 2005)

Land	% verbonden werknemers	% niet-verbonden werknemers	% tegenwerkende werknemers
Verenigde Staten	30	54	16
Chili	25	62	13
Canada	24	60	16
Verenigd Koninkrijk	17	63	20
Duitsland	16	69	15
Japan	9	72	19
Frankrijk	9	63	28

Betrokkenheid van de werknemers en de bereidheid om mee te werken zijn volgens sommige auteurs geen voldoende voorwaarden om de implementatie van een pull-controle systeem te doen slagen. Een andere essentiële component die volgens hen noodzakelijk is, veronderstelt dat de werknemers daarnaast ook multifunctioneel zijn. Deze multifunctionaliteit kan versterkt worden door het werken in teamverband. Van een werknemer wordt verwacht dat hij in staat is om verschillende taken uit te voeren die hem worden opgedragen en niet dat hij heel zijn leven lang dezelfde taak blijft uitvoeren (Goyal en Deshmukh, 1992). Wanneer werknemers over de juiste vaardigheden beschikken, kunnen ze bovendien helpen met het implementatieproces en aan de hand van grondige feedback vervolgens steeds verbeteringen aanbrengen (Friel, 2005). De veelzijdigheid, vaardigheid en flexibiliteit van werknemers als kritische factor voor een succesvolle implementatie van een pull-controle systeem is eveneens terug te vinden bij onder andere Krajewski e.a. (1987), Voss en Robinson (1987), Womack e.a. (1990), Gilbert (1990), Sohal e.a. (1993) en Belvedere en Grando (2005).

Betrokkenheid	Briggs (1992) Katayama en Bennett (1996) Im en Lee (1989) Harber e.a. (1990) Schwarzendahl (1996) Sohal (1996) Lucey e.a. (2005)
Discipline	Briggs (1992) Philipoom e.a. (1987)
Houding t.o.v. het management	Briggs (1992) geciteerd door Olsson (1996)

Veelzijdigheid, vaardigheid, flexibiliteit	Katayama en Bennett (1996) Goyal en Deshmukh (1992) Friel (2005) Krajewski e.a. (1987) Voss en Robinson (1987) Womack e.a. (1990) Gilbert (1990) Sohal e.a. (1993) Belvedere en Grando (2005)

4.3 Factor 3: Training, opleiding en teamwerk

Pull-controle strategieën vereisen een belangrijke verandering in de werkprocedures van de werknemers. Omwille van deze reden ontstaat de behoefte aan opleiding en training van de werknemers. Dit vereist tijd en geld. Om niet contraproductief te werken tijdens de fysieke implementatie, dienen de opleidingen en trainingen goed gepland te worden (Harber e.a., 1990).

In het onderzoek van Im en Lee (1989) prijken opleidingen en trainingen op de derde plaats in de lijst met de tien meest kritische factoren voor de implementatie van een pull-controle strategie. Trainingen en opleidingen volgen als kritische factor onmiddellijk na de toewijding van het topmanagement en de betrokkenheid van de werknemers. Een andere top tien is terug te vinden in het artikel van Lucey e.a. (2005). Deze top tien werd samengesteld door Alexander in 1995 en geeft een overzicht van de tien meest voorkomende factoren die implementatieproblemen veroorzaken. Hierin staat het ontbreken van voldoende training en opleiding op de zesde plaats. De invloed van trainingen wordt tevens benadrukt door Sohal (1996), Boyer (1996) en Hawkins (2005).

Factor twee beschrijft onder andere het belang aan flexibiliteit, veelzijdigheid en vaardigheid van de werknemers. Deze eigenschappen ontwikkelen zich niet vanzelf. Volgens Olsson (1996) worden deze eigenschappen het best ontwikkeld door het toepassen van jobrotatie en het geven van on-the-job trainingen en cursussen.

Friel (2005) schuift, naast de opleidingen binnen de eigen onderneming, een belangrijke rol voor de opleiding van werknemers in de schoenen van scholen en opleidingsinstituten. Zij moeten onderricht geven met als doel het ontwikkelen van een bredere basiskennis en niet het specifiek uitdiepen van één bepaalde taak. Bovendien moet in de cursussen voldoende aandacht besteed worden aan het werken in teams. Friel benadrukt het belang van teamwerk. Teamwerk kan als training beschouwd worden voor het bevorderen van de veelzijdigheid en vaardigheid van de werknemers. Aangezien een pull-controle strategie een aspect van de JIT-benadering is, wordt tijd als een belangrijke component beschouwd. Het tijdverlies bij eventuele problemen kan verkleind worden door teamwerk. Werknemers kunnen samen naar de oplossing zoeken vooraleer hun directe chef in te schakelen. Bovendien kan met behulp van teamwerk efficiënt gezocht worden naar manieren om de omsteltijden van machines te reduceren.

Teamwerk wordt door verscheidene auteurs aangehaald als nuttig hulpmiddel bij de implementatie en uitvoering van een pull-controle strategie omwille van dezelfde redenen die Friel bespreekt. Deze auteurs zijn onder andere Schwarzendahl (1996), Sohal (1996), Voss en Robinson (1987), White e.a. (1999), Lewis (2000), Mertins en Lewandrowski (1999), Eaton (1995) geciteerd door Olsson (1996), Belvedere en Grando (2005), Boyer (1996).

Het werken in teams lijkt geen noodzakelijke factor voor een succesvolle implementatie van een pull-controle strategie. Het staat echter vast dat de aanwezigheid van teams de implementatie en uitvoering vereenvoudigt. Ook met het oog op latere verbeteringen is het teamwerk nuttig. Het team kan samen verbeteringen uitwerken die door alle teamleden worden aanvaard.

Training en opleiding door onderneming	Harber e.a. (1990) Im en Lee (1989) Lucey e.a. (2005) Sohal (1996) Boyer (1996) Hawkins (2005) Olsson (1996)
Opleiding door scholen en opleidingscentra	Friel (2005)
Jobrotatie	Olsson (1996)
Teamwerk	Friel (2005) Schwarzendahl (1996) Sohal (1996) Voss en Robinson (1987) White e.a. (1999) Lewis (2000) Mertins en Lewandrowski (1999) Eaton (1995) geciteerd door Olsson Belvedere en Grando (2005) Boyer (1996)

4.4 Factor 4: Wettelijke regels en vakbonden

De factor over werknemers duidt op het belang van gemotiveerde, trouwe werknemers. De wettelijke regelgeving en de rechten afgedwongen door vakbonden kunnen deze trouw in de hand werken.

Friel (2005) bespreekt het belang van nationale arbeidswetten voor het slagen van een omschakeling naar lean productie. Zijn artikel handelt over een Duitse multinational die lean productie implementeert in een Duitse en een Amerikaanse vestiging. Deze implementatie verliep succesvol in de Duitse vestiging en bleek niet te slagen in de Amerikaanse. De reden hiervoor ligt volgens Friel in het feit dat Duitsland gekenmerkt wordt door een strengere regelgeving in verband met arbeid. Strenge, weldoordachte wetten kunnen een hulpmiddel zijn om de trouw en betrokkenheid van werknemers te verhogen. Op deze manier wordt niet enkel het behouden van werknemers eenvoudiger, maar verhoogt eveneens de bereidheid van de werknemers om nieuwe taken uit te

voeren. Deze wetten zijn echter geen voldoende middel om betrokkenheid van werknemers te bekomen.

Brookes (2005) en Harber e.a. (1990) benadrukken op hun beurt dat bedrijven die een implementatie van een pull-controle strategie overwegen, op de hoogte moeten zijn van de arbeidswetgeving in hun land. Een vereiste voor een succesvolle implementatie is namelijk dat deze arbeidswetgeving een gunstig klimaat creëert. Deze auteurs geven evenwel geen definitie van een 'gunstig klimaat'.

Harber e.a. (1990) beschouwen de invloed van vakbonden als een belangrijk aspect bij de implementatie van JIT-principes. Westerse landen worden gekenmerkt door vakbonden met grote macht. Zij proberen de huidige werkomstandigheden te bewaren en te verbeteren. Een pull-controle strategie kan een ingrijpende verandering betekenen in het werk van een werknemer en kan als een bedreiging voor de werknemers beschouwd worden. Het topmanagement wordt aangeraden om van bij het begin van de implementatie rekening te houden met de eisen van de verschillende vakbonden. Tijdens de onderhandelingen met de vakbondsafgevaardigden moet het management deze personen overtuigen van het nut van de pull-controle strategie. Eén van de sterkste argumenten hierbij is het gezamenlijke voordeel van een verbeterde productiviteit.

Arbeidswetgeving	Friel (2005) Harber e.a. (1990) Brookes (2005)
Vakbonden	Harber e.a. (1990)

4.5 Factor 5: Kenmerken van het eigenlijke implementatieproces

Een pull-controle strategie is zeer verschillend van een push-controle strategie. Het lijkt onmogelijk om geleidelijk over te schakelen van het ene systeem op het andere. De enige mogelijkheid om een pull-controle strategie te implementeren blijkt het abrupt afbreken van het huidige systeem om de volgende dag in staat te zijn om het nieuwe systeem op

te bouwen. Dit is echter moeilijk, kostelijk en de kans op falingen is zeer groot (Miltenburg en Wijngaard, 1991).

Miltenburg en Wijngaard (1991) hebben een stappenplan ontwikkeld om de implementatie van een pull-controle strategie toch geleidelijk te laten verlopen. De pull-controle strategie die deze auteus voorstellen, kan enkel slagen voor gestandaardiseerde onderdelen en producten die een regelmatig verbruik hebben en waarvan de interne of externe levertijden kort zijn. De vereisten voor onderdelen en eindproducten vormen een aparte factor en worden verder in het hoofdstuk besproken. Miltenburg en Wijngaard stellen een drie-fasige implementatie voor.

In de *eerste* fase moet de voorraad naast de machines geplaatst worden in voldoende hoeveelheden om stockbreuk te vermijden. Daarnaast dient gewerkt te worden met een signaal dat aangeeft wanneer het voorraadniveau een minimumhoeveelheid bereikt. Dit signaal, in de vorm van een kaart of ander voorwerp, wordt vervolgens op een productiebord geplaatst in de kolom die overeenstemt met de dag waarop het order klaar moet zijn. Afhankelijk van de leadtime wordt met de productie begonnen. Aan de hand van het productiebord wordt dus een planning opgemaakt die gelijkenissen vertoont met het MRP-systeem. Het doel van deze fase is vervolgens om het proces te verbeteren zodat de bestelpunten en bestelhoeveelheden verkleind kunnen worden. Op deze manier kan de aanzienlijke voorraad aan de lijn verminderen. Deze fase vereist geen aanpassingen aan de layout.

De *tweede* fase veronderstelt het werken met een pull-controle strategie aan de hand van Kanbankaarten. In deze fase wordt de voorraad gesplitst in twee componenten. Een deel beginvoorraad aan een machine en een deel eindvoorraad aan de voorgaande machine van het productieproces. De Kanbankaarten reizen tussen opeenvolgende machines en geven het productiesignaal. De goederenstroom tussen opeenvolgende machines wordt aan de hand van dit systeem geoptimaliseerd. Tijdens de optimalisatie wordt getracht de voorraad stelselmatig te verkleinen en de machines beter op elkaar af te stellen.

De *derde* fase vereist grote layoutaanpassingen en streeft naar een continue stroom van producten waarbij de lotgrootte gelijk is aan één, nl. de one-piece-flow. Met grote layoutaanpassingen worden onder andere de aanpassing van de assemblagelijnen en de relocatie van machines bedoeld. Een gefaseerde implementatie laat bedrijven toe om geleidelijk aan over te schakelen naar een pull-controle strategie. De laatste fase is het ideaalbeeld dat bedrijven kunnen bereiken door zichzelf continu te verbeteren. Volgens deze auteurs is de hulp van consultantbedrijven niet nodig. Bedrijven moeten gebruik maken van de ervaringen en kennis van eigen specialisten om de processen te verbeteren (Miltenburg en Wijngaard, 1991).

Het voorgestelde implementatieproces door Miltenburg en Wijngaard is een concrete uitwerking van een implementatie in fasen. Andere auteurs bevestigen dat een pull-controle strategie in fasen geïmplementeerd moet worden aangezien het permanente opvolging en verbetering mogelijk maakt. Zij geven echter geen verdere details over de aanpak van de implementatie (o.a. Goyal en Deshmukh, 1992; Bali, 2003; Stockton en Lindley, 1995).

De implementatie in verschillende fasen kan eveneens beschouwd worden als een implementatie die start met een pilootproject. Mazel (2003) beschrijft de implementatie van een pull-controle strategie aan de hand van een pilootproject. Vooreerst moeten producten gekozen worden die geschikt zijn voor het gebruik van een pull-controle strategie. Volgens Schwarzendahl (1996) zijn dit producten die gekenmerkt worden door een duidelijke, eenvoudige goederenstroom. De gekozen producten vertegenwoordigen maximum 1 tot 3 % van het totale productievolume in het pilootproject. Voor de start van het pilootproject moet van deze producten voldoende eindvoorraad beschikbaar zijn aangezien op die manier de voorraad goederen in bewerking beperkt kan worden. De hoeveelheid voorraad die aan de lijn geplaatst wordt, wordt bepaald aan de hand van de leadtime, de vraag per dag en een veiligheidsfactor. Het pilootproject dient enkele weken opgevolgd en indien nodig aangepast te worden. Wanneer de onderneming tevreden is over de werking van de pull-controle strategie kan deze uitgebreid worden naar andere

producten. Deze uitbreiding moet geleidelijk blijven gebeuren omdat steeds de gewenste hoeveelheid eindvoorraad geproduceerd moet worden voordat begonnen kan worden. Indien voor alle producten tegelijk overgeschakeld wordt naar een pull-controle strategie, kan aan deze vereiste niet voldaan worden (Mazel, 2003).

In tegenstelling tot Miltenburg en Wijngaard (1991) beweren Harber e.a. (1990) dat het gebruik van consultantbedrijven aan te raden is. Deze bedrijven bestaan uit specialisten ter zake. Zij zijn getraind in het maken van correcte procesanalyses, hebben voldoende ervaring en weten welke factoren kritiek zijn tijdens de implementatie.

Een implementatiekenmerk waarover alle auteurs het eens zijn, is het feit dat alle partijen van bij het begin van de implementatie op de hoogte moeten zijn van de veranderingen. Samenwerking is vereist tussen alle productieafdelingen en werknemers moeten onmiddellijk aan de slag kunnen na de implementatie. De benodigde trainingen en opleidingen moeten voor de eigenlijke implementatie gegeven worden.

Drie-fasige implementatie (voorbeeld)	Miltenburg en Wijngaard (1991)
Stapsgewijze implementatie (algemeen)	Goyal en Deshmukh (1992) Bali (2003) Stockton en Lindley (1995)
Pilot-project	Mazel (2003) Schwarzendahl (1996)
Hulp van consultants en adviesbureaus	Miltenburg en Wijngaard (1991) Harber e.a. (1990)
Communicatie vóór de implementatie met alle betrokken partijen	Goyal en Deshmukh (1992) Bali (2003) Stockton en Lindley (1995) Mazel (2003) Schwarzendahl (1996) Miltenburg en Wijngaard (1991) Harber e.a. (1990)

4.6 Factor 6: De implementatievolgorde

Een pull-controle strategie is, zoals eerder vermeld, niet het enige JIT-element dat geïmplementeerd wordt. In de literatuur wordt onderzocht in welke volgorde deze verschillende JIT-elementen het best geïmplementeerd worden. Is het bijvoorbeeld noodzakelijk dat de layout van de fabriek geoptimaliseerd wordt vooraleer het bedrijf met de omschakeling naar een pull-controle strategie start of doen ze het best omgekeerd? Moet het bedrijf reeds over flexibele werknemers beschikken? Op dit soort vragen hebben Im en Lee (1989) een antwoord proberen te zoeken. In hun onderzoek hebben ze zich specifiek toegespitst op Kanban als pull-controle systeem. Ze hebben geen onderzoek gedaan naar de implementatie van pull-controle systemen in het algemeen. De resultaten van hun cross-sectionele veldstudie bij Amerikaanse bedrijven zijn weergegeven in volgende tabel.

Tabel 2: Implementatievolgorde van verschillende JIT-toepassingen (Im en Lee, 1989)

	Organisaties[a]										
JIT-element	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fabrieksverkleining	9	6	5	11	7	1	-	5	-	6	2
U-vormige layout	-	7	4	4	6	-	5	-	-	-	8
Productie in cellen	-	2	-	5	5	2	-	-	-	2	3
Toegewijde productielijn	4	1	-	6	-	-	3	7	-	-	4
Kleine lotgroottes	5	8	3	8	1	6	-	4	5	5	-
Mixed model productie	-	3	1	2	4	3	4	6	-	-	1
Level scheduling	2	4	-	13	3	4	7	1	6	-	-
Kanban	3	5	2	7	8	9	-	-	4	-	5
Preventief onderhoud	8	11	-	12	9	8	1	2	2	4	7
Kwaliteitscirkels	1	12	-	1	11	-	2	8	1	1	6
Jidoka	-	-	-	10	2	-	-	-	-	-	-
Flexibele werknemers	6	10	-	3	10	5	-	-	3	3	-
JIT aankoop	7	9	6	9	12	7	6	3	-	-	-

Opmerking: De getallen stellen de implementatievolgorde van de verschillende factoren voor.

[a] 1, 2, 3: Computerfabrikanten
4, 5, 6: Electronicafabrikanten
7, 8: Autofabrikanten
9: Auto-onderdelen fabrikanten
10: Fabrikanten van elektrisch materiaal
11: Fabrikanten van zware machines

Het blijkt moeilijk om een algemeen implementatiepatroon te identificeren, aangezien zelfs twee bedrijven in eenzelfde industrietak een verschillende implementatievolgorde blijken aan te houden. In het algemeen stellen Im en Lee echter vast dat de computerfabrikanten naar een implementatie van Kanban in een vroeg stadium neigen. Electronicafabrikanten blijken Kanban pas in latere stadia te implementeren. Twee autofabrikanten antwoordden in de enquête dat ze Kanban nog niet geïmplementeerd hadden, maar dat ze dit in de de nabije toekomst van plan waren. Ze lieten uitschijnen dat Kanban bij hen in de laatste stadia geïmplementeerd zou worden. Als algemeen besluit stellen Im en Lee dat de ondervraagde ondernemingen eerst die JIT-elementen implementeren die snelle en tastbare resultaten opleveren.

White e.a. (1999) voerden een gelijkaardig onderzoek bij Amerikaanse bedrijven. In hun resultaten maken zij een onderscheid tussen kleine en grote ondernemingen. De eerste twee JIT-elementen die geïmplementeerd worden in kleine ondernemingen blijken multifunctionaliteit van werknemers en kwaliteitscirkels te zijn. In grote ondernemingen zijn het kwaliteitscirkels en totale kwaliteitscontrole die het langst geïmplementeerd zijn. De meest recent geïmplementeerde JIT-elementen in kleine ondernemingen zijn JIT-aankoop en Kanban. In grote ondernemingen zijn preventief onderhoud en JIT-aankoop de meest recente JIT-elementen. Het implementeren van een pull-controle strategie gebeurt in grote ondernemingen na de twee langst geïmplementeerde elementen en na het reduceren van de omsteltijden. Het implementeren van andere JIT-elementen voor de implementatie van een pull-controle strategie lijkt vereist.

In de onderzoeken van Voss en Robinson (1987), Gilbert (1990) en Bartezzaghi e.a. (1992) werd niet onderzocht in welke volgorde JIT-elementen geïmplementeerd werden. Deze auteurs onderzochten welke JIT-elementen op het ogenblik van onderzoek geïmplementeerd waren of waarvan de implementatie reeds gepland was.

In het onderzoek van Voss en Robinson (1987) komt de pull-controle strategie op de laatste plaats, net na U-vormige productielijnen. Het meest geïmplementeerde JIT-

element is het werken met flexibele werknemers. Voss en Robinson concluderen dat eerst de JIT-elementen geïmplementeerd worden waarvoor het minste moeite vereist is. Het implementeren van een pull-controle strategie of U-vormige productielijnen vergt een grotere inspanning aangezien layoutaanpassingen vereist zijn. Het onderzoek van Gilbert (1990) levert gelijkaardige resultaten op. Een pull-controle strategie blijkt eveneens één van de minst geïmplementeerde of minst geplande JIT-elementen te zijn. Volgens Bartezzaghi e.a. (1992) wordt een JIT-programma in twee fasen geïmplementeerd. In de eerste fase past een onderneming JIT-elementen toe die betrekking hebben op het product of het proces, zoals productstandaardisatie, processtandaardisatie, reduceren omsteltijden, preventief onderhoud, ... De tweede fase wordt gekenmerkt door de implementatie van JIT-elementen met betrekking tot productiemanagement, joborganisatie en leveranciers. Het implementeren van een pull-controle strategie valt onder deze tweede fase.

Implementatievolgorde	Im en Lee (1989) White e.a. (1999)
Status implementatie JIT-elementen	Voss en Robinson (1987) Gilbert (1990) Bartezzaghi e.a. (1992)

4.7 Factor 7: Industriesector

Naast het achterhalen van een implementatievolgorde hebben Im en Lee (1989) het verband tussen het gebruik van JIT-toepassingen en een bepaalde industriesector onderzocht. De resultaten komen uit dezelfde cross-sectionele veldstudie en zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Classificatie volgens industriesector (Im en Lee, 1989)

Industriesector	Aantal organisaties
Computerfabrikant	7
Electronica fabrikant	5
Zware machines	3
Fabrikant van elektrisch materiaal	2
Autofabrikant	2
Motorfabrikant	2
Metaalverwerking	2
Auto-onderdelen fabrikant	1
Fabrikant van huishoudartikelen	1
Kopieerapparaten fabrikant	1
Fabrikant van magnetische media	1
Communicatie materiaal	1
Fabrikant van medische apparatuur	1
Conservenfabrikant	1
Niet geclassificeerd	3[a]
Totaal	33
[a]Drie ondernemingen gaven hun industriesector niet aan	

Het JIT-principe ontstond in de Toyota Motor Company en werd er verder ontwikkeld. Vanaf het moment dat de Amerikaanse tegenhangers van Toyota, zoals o.a. General Motors, Ford en Chrysler begrepen dat het principe succesvol was, zijn zij eveneens begonnen met de implementatie. Deze ondernemingen kunnen beschouwd worden als de voorlopers van het gebruik van JIT-principes en pull-controle strategieën in het productieproces in de Verenigde Staten. Daarnaast zijn deze ondernemingen verantwoordelijk geweest voor de verspreiding van deze principes en strategieën doorheen de Verenigde Staten. Zij moedigden hun eigen onderdelenleveranciers aan om met dezelfde principes te werken. Uit de resultaten blijkt dat het gebruik van deze principes en systemen zich niet beperkt heeft tot de automobielindustrie. Ten tijde van het onderzoek bleken de computerfabrikanten en de elektronicafabrikanten samen met de automobielindustrie toonaangevend. Verder merken Im en Lee een ander belangrijk verschijnsel op. Volgens hen zijn de industriesectoren die het meest bedreigd worden door Japanse concurrenten, het meest actief om over te gaan tot een implementatie van Kanban of andere JIT-principes.

Gelijkaardige onderzoeken als dit van Im en Lee werden uitgevoerd door Voss en Robinson (1987), Bartezzaghi e.a. (1992) en Clarke en Lokman (1993). Deze auteurs onderzochten de toenmalige situatie in respectievelijk het Verenigd Koninkrijk, Italië en Australië. Bij de bespreking van hun resultaten maken deze auteurs eveneens gebruik van een classificatie volgens de industriesector. Hun bevindingen zijn terug te vinden in respectievelijk tabel 4, tabel 5 en tabel 6.

Tabel 4: Classificatie volgens industriesector (Voss en Robinson, 1987)

Sector:	% van steekproef	% van JIT-gebruikers
Electronica	13.8	58.8
Chemie	4.9	50.0
Machines	17.1	66.7
Electromechanische assemblage	29.3	69.4
Niet-duurzame producten	11.4	28.6
Andere	23.6	48.3
	100	

Tabel 5: Classificatie volgens industriesector (Bartezzaghi e.a., 1992)

	% Pull gepland of geïmplementeerd	Aantal onderzochte ondernemingen
Industriesector:		
Proces industrie	42.1	38
Electronica	63.2	19
Electrotechniek	64.7	17
Machines en fabrieken	51.3	39
Mechanica	63.9	36
Andere	58.3	24
Totaal	55.5	173
Significantieniveau[a]	0.401	

[a]Significantieniveau werd getest a.d.h.v. de Fisher test en de waarde stelt de kans voor dat verschillen doorheen de klassen willekeurig zijn.

Tabel 6: Classificatie volgens industriesector (Clarke en Lokman, 1993)

Industriesector	% geïmplementeerd	% geplande implementatie	% Totaal
Metalen producten/machines/electronica	70	10	80
Transport	64	0	64
Allerlei	33	17	50
Chemie/petroleum/rubber	28	8	36
Primair metaal/beton	17	9	26

Uit deze tabellen blijkt dat het steeds dezelfde sectoren zijn waar hoge percentages aan JIT-implementaties voorkomen. Deze sectoren zijn de elektronica, de metalen producten, elektromechanische assemblage, de mechanica en de machineconstructeurs. Volgens de auteurs ligt het repetitieve karakter van het productieproces in deze sectoren aan de oorzaak. Op dit aspect wordt dieper ingegaan bij de bespreking van een andere factor in dit hoofdstuk.

Classificatie volgens industriesector	Im en Lee (1989) Voss en Robinson (1987) Bartezzaghi (1992) Clarke en Lokman (1993)

4.8 Factor 8: Grootte van de onderneming

De eerste implementaties van pull-controle strategieën vonden plaats in grote ondernemingen. Een correcte definitie van een 'groot bedrijf' is in de literatuur niet terug te vinden, maar belangrijke indicatoren zijn verkoopsvolume en aantal werknemers.

Gilbert (1990) vergelijkt in een onderzoek zijn resultaten met de resultaten van een eerder uitgevoerde studie van Im en Lee. Beide studies onderzoeken het gebruik van pull-controle strategieën in Amerikaanse bedrijven. Im en Lee concludeerden dat de

grootte van de onderneming (uitgedrukt in verkoopsvolume) een belangrijke indicator was voor het gebruik van een pull-controle strategie. 23 van de 31 respondenten die een pull-controle strategie toepassen, hebben een jaarlijkse opbrengst boven 100 miljoen dollar. Het onderzoek van Gilbert vertoont een ander beeld. Middelgrote (< $100 miljoen) en kleine (< $50 miljoen) ondernemingen beginnen eveneens pull-controle strategieën toe te passen. Kleine en middelgrote leveranciers worden dikwijls gedwongen door de grote ondernemingen om hen te volgen.

Tabel 7: Classificatie volgens grootte (uitgedrukt in verkoopsvolume) (Gilbert, 1990)

	Aantal respondenten		%	
Verkoopsvolume ($ miljoen)	Im & Lee	Gilbert	Im & Lee	Gilbert
Minder dan $11	2	8	6.4	17.8
$11-50	3	11	9.7	24.4
$51-100	3	10	9.7	22.2
$101-500	13	13	41.9	28.9
Meer dan $500	10	3	32.3	6.7
Totaal	31	45	100.0	100.0

Bartezzaghi e.a. (1992) voerden een gelijkaardig onderzoek uit bij Italiaanse bedrijven. Hun bevindingen zijn terug te vinden in tabel 8. Ook in Italië blijken grote ondernemingen sneller geneigd om de implementatie uit te voeren.

Tabel 8: Classificatie volgens grootte (Bartezzaghi e.a., 1992)

Grootte onderneming	% respondenten waar pull geïmplementeerd of gepland is	Aantal respondenten
Groot	62.2	37
Middelgroot	48.4	43
Klein	55.9	93
Totaal	55.5	173

White e.a. (1999) verwijzen onder andere naar de resultaten van Im, Lee en Gilbert en concluderen dat de pull-controle strategie meer ingeburgerd is in grote bedrijven. Volgens hen ondervinden kleine ondernemingen meer problemen dan grote ondernemingen, onder andere door een minder stabiele productieplanning en het ontbreken van macht ten opzichte van hun leveranciers. Gupta en Brennan (1995)

voegen nog enkele andere oorzaken toe, namelijk het bezit van onvoldoende middelen om de vereiste aanpassingen door te voeren en het ontbreken van voldoende kennis bij het topmanagement.

Ondanks deze problemen kunnen kleine bedrijven volgens Olsson (1996) toch een interne pull-controle strategie toepassen en op die manier het voorraadniveau verlagen. De pull-controle strategie waarin eveneens leveranciers betrokken worden, is moeilijk realiseerbaar voor kleine ondernemingen aangezien deze bedrijven weinig invloed kunnen uitoefenen op hun leverancier.

Gravel en Price (1988) tonen op hun beurt aan dat kleine ondernemingen van de voordelen van een pull-controle strategie kunnen genieten. Om kleine ondernemingen te overtuigen, hebben zij een simulatieprogramma uitgewerkt. Dit simulatieprogramma moet de kleine ondernemingen helpen om een tweeledige drempel te overwinnen, namelijk enerzijds het geloof dat de onderneming over onvoldoende financiële middelen beschikt en anderzijds het ontbreken van voldoende kennis over de strategie.

De implementatie van een pull-controle strategie door kleine ondernemingen blijkt niet onoverkomelijk. De grootte van de onderneming kan een implementatie enkel vergemakkelijken.

Grootte van de onderneming	Im en Lee (1989) Gilbert (1990) Bartezzaghi e.a. (1992) White e.a. (1999)
Nadelen van een kleine onderneming	White e.a. (1999) Gupta en Brennan (1995)
Pull in kleine onderneming	Olsson (1996) Gravel en Price (1988)

4.9 Factor 9: Kenmerken van leveranciers

Vele bedrijven gebruiken een pull-controle systeem om zelf bestellingen van benodigde onderdelen of grondstoffen te plaatsen bij hun leveranciers. Op het moment dat het onderdeel of de grondstof nodig is, wordt een signaal gegeven aan de leverancier om zo snel mogelijk te leveren. Daarnaast zal de bestelde hoeveelheid in een JIT-omgeving kleiner zijn waardoor de frequentie van leveringen groter moet zijn. Een omschakeling naar een pull-controle systeem houdt voor de leveranciers van het implementerende bedrijf grote implicaties in (Harber e.a., 1990). Aanpassingen aan leverancierszijde kunnen een bepalende rol spelen in het eventuele slagen van de implementatie van een pull-controle strategie en het in stand houden ervan. Bij de keuze van een leverancier moeten bedrijven rekening houden met de afstand, de frequentie van levering, de leveringsvoorwaarden, de waarde van de bestelde producten en de ligging van andere leveranciers (O'Neal, 1985, geciteerd door Goyal en Deshmukh, 1992).

Wanneer een leverancier snel of met een grotere frequentie moet leveren, doet de ideale situatie zich voor wanneer de leverancier vlak bij het bedrijf gevestigd is en op die manier de levertijd ingekort kan worden. Bedrijven die een pull-controle systeem willen invoeren, moeten op voorhand onderzoeken of de leveranciers voldoende dicht bij hun onderneming gelegen zijn. Indien dit niet het geval is, moet de mogelijkheid onderzocht worden of deze leverancier zijn fabriek wil en kan verplaatsen in de nabijheid van het implementerende bedrijf. De opbouw van Toyota city in Japan is hiervan een voorbeeld (Harber e.a., 1990).

In Japan zijn veel voorbeelden te vinden van leveranciers die dicht bij de fabrieksgebouwen van hun hoofdafnemer gelegen zijn. De belangrijkste leveranciers van deze hoofdafnemer vormen als het ware een cluster rond de hoofdafnemer (Roos, 1992, geciteerd door Olsson, 1996). Roos beschouwt deze geografische nabijheid van leveranciers als één van de factoren waardoor de eerste successen van pull-controle systemen in Japan plaatsvonden. Deze stelling wordt bevestigd door Schreffler (1987,

geciteerd door Olsson, 1996). Volgens Schreffler is de nabijheid van leveranciers een karakteristiek van de hele Japanse industrie. Ze is te wijten aan de relatief kleine omvang van Japan. In vele gevallen liggen de leveranciers in landen buiten Japan verder van elkaar verspreid. Olsson gebruikt Australië als voorbeeld. De afstanden die in Australië door transport overbrugd moeten worden, zijn veel groter en bijgevolg ook duurder. Een gevolg van de grote afstanden is dat de levertijd eveneens toeneemt. Hierdoor ontstaat de behoefte aan grote hoeveelheden veiligheidsvoorraad. Een eventuele oplossing kan teruggevonden worden bij Japanse bedrijven die een deel van hun productieproces hebben gevestigd in Australische bedrijven. Zij fabriceren zelf de benodigde onderdelen in de fabriek van de afnemer. De term 'in-house manufacturing' wordt hiervoor gebruikt (Olsson, 1996). De grote spreiding van leveranciers is ook een probleem in de Verenigde Staten (Krajewski, 1987).

Het verhogen van de effectiviteit van een pull-controle systeem wanneer de leverancier gelokaliseerd is in hetzelfde gebied als de onderneming die het systeem implementeert, is eveneens terug te vinden bij Wilson (1987, geciteerd door Goyal en Deshmukh, 1992).

In de tabel van Im en Lee (1989) met de tien meest kritische factoren voor de implementatie van een pull-controle strategie neemt de nabijheid van leveranciers de zesde plaats in. In diezelfde tabel is ook de factor 'deelname van de leverancier' terug te vinden. Deze factor staat één plaats lager gerangschikt. Een leverancier moet bereid zijn om de nodige aanpassingen door te voeren met als ideale resultaat dat beide ondernemingen samenwerken en uiteindelijk als één groter geheel beschouwd kunnen worden.

Philipoom e.a. (1987) beweren dat de werking van een pull-controle systeem verder verbeterd kan worden wanneer een bijzonder hechte band bestaat tussen de leverancier en het bedrijf dat een pull-controle strategie gebruikt. Deze hechte band geeft hen de kans om de variabiliteit van de levertijden en leverhoeveelheden te minimaliseren met als doel een positief effect voor beide partijen te bereiken.

Eerder werd besproken dat de spreiding van leveranciers in Japan vrij klein is waardoor zij een voordeel hebben bij de implementatie van een pull-controle systeem. Een ander voordeel van Japanse bedrijven is het feit dat ze hun relaties met verschillende leveranciers in een netwerk verenigen. Dit netwerk is gebaseerd op onderling vertrouwen, krijgt de benaming Keiretsu en is een bijzondere vorm van samenwerking. Dit systeem verzekert loyale leveranciers en klanten en vormt op die manier een bijkomende component voor een geslaagde implementatie van een pull-controle strategie. Lange-termijn relaties, vastgezette productieschema's en technologie-overdracht verhogen de afhankelijkheid tussen de leveranciers en de belangrijkste fabrikanten. Daarenboven verhoogt deze afhankelijkheid het wederzijds vertrouwen. In zulke omgeving kunnen de voorraadniveaus tot een minimum worden beperkt en kan Kanban of een gelijkaardig pull-controle systeem optimaal werken (Olsson, 1996). Goyal en Deshmukh (1992) benadrukken op hun beurt het belang van wederzijds vertrouwen en een goede relatie tussen beide partijen.

Het Keiretsu-concept of elke andere bijzondere vorm van coöperatie heeft een kleiner aantal leveranciers als gevolg. Bij Renault in Frankrijk bijvoorbeeld was tussen 1988 en 1998 een daling van 900 naar 500 leveranciers te merken (Söderquist en Motwani, 1999). Het is immers niet mogelijk om een dergelijke samenwerkingsvorm te onderhouden met veel leveranciers. Deze hechte samenwerkingsvorm zal in vele gevallen enkel worden toegepast op de leveranciers van de belangrijke onderdelen. Wat betreft deze belangrijke onderdelen is Manoochehri (1984, geciteerd door Goyal en Deshmukh, 1992) sceptisch tegenover meerdere leveranciers. Hij raadt een strategie aan waarbij de belangrijke onderdelen slechts besteld worden bij één enkele leverancier. Bedrijven zullen dus meer werk moeten maken van hun leverancierskeuze.

Andere aanpassingen met betrekking tot de leveranciers kunnen de implementatie gemakkelijker laten verlopen of kunnen de werking van het systeem verbeteren. Voorbeelden van zulke aanpassingen zijn: synchronisatie van vraag en aanbod tussen fabrikant en leverancier, frequentie van levering verhogen, het leveren van producten

met een onberispelijke kwaliteit, de leverancier betrekken bij het ontwerp van producten, het wijzigen van transportmodi, een directe computerverbinding tussen de bedrijven en het gebruik van barcodes op binnenkomende leveringen. Deze laatste twee aanpassingen hebben als taak het verminderen en vereenvoudigen van het extra administratieve werk dat ontstaat wanneer bedrijven een hechtere band met elkaar ontwikkelen (Harber e.a., 1990; Goyal en Deshmukh, 1992; Lewis, 2000).

Opmerkelijk is wel dat er van de besparingen die gerealiseerd worden door middel van een pull-controle systeem weinig wordt overgeheveld naar de leveranciers. In feite draaien de leveranciers zelf voor een deel van de kosten op doordat ze op tijd, de exact gevraagde hoeveelheden met de juiste kwaliteit moeten leveren. Nochtans komen weinig leveranciers hiertegen in opstand. De reden hiervoor is in vele gevallen dat bedrijven schrik hebben om de hechte relaties die ze gedurende de jaren ontwikkeld hebben, te verliezen (Cook, 1984, geciteerd door Olsson, 1996).

In de literatuur is een link terug te vinden tussen de intensieve samenwerking met leveranciers en de grootte van de onderneming als bepalende factor. Grote fabrikanten hebben een aanzienlijke invloed tijdens onderhandelingen en kunnen gemakkelijker hechte banden smeden met leveranciers dan kleine ondernemingen. Hierdoor levert de implementatie van een uitgebreide pull-controle strategie voor kleine fabrikanten niet altijd het gewenste resultaat op (Harber e.a., 1990).

Nabijheid van de leveranciers	-Harber e.a. (1990) -O'Neal (1985) geciteerd door Goyal en Deshmukh (1992) -Roos (1992) geciteerd door Olsson (1996) -Schreffler (1987) geciteerd door Olsson (1996) -Olsson (1996) -Krajewski (1987) -Wilson (1987) geciteerd door Goyal en Deshmukh (1992) -Im en Lee (1989)

Ligging van andere leveranciers	-O'Neal (1985) geciteerd door Goyal en Deshmukh (1992)
Daling leveranciersaantal	-Söderquist en Motwani (1999) -Manoocheri (1984) geciteerd door Goyal en Deshmukh (1992)
Leverfrequentie	-O'Neal (1985) geciteerd door Goyal en Deshmukh (1992)
Levertijden	-Olsson (1996) -Philipoom (1987)
Relatie met de leverancier	-Im en Lee (1989) -Philipoom (1987) -Goyal en Deshmukh (1992) -Söderquist en Motwani (1999) -Harber e.a. (1990) -Lewis (2000)
De waarde van de bestelde producten	-O'Neal (1985) geciteerd door Goyal en Deshmukh (1992)
In-house manufacturing	-Olsson (1996)

4.10 Factor 10: Onderhoud werkvloer en machines

Ten einde het snel verplaatsen van materialen en onderdelen tussen de verschillende werkstations en machines te vergemakkelijken, een vereiste voor het optimaal werken van een pull-controle strategie, is een propere en goed georganiseerde omgeving nodig. Roos (1992) merkt op dat zulke omgeving het welzijn, de veiligheid en de productiviteit van de werknemers verhoogt. Naast de gewone werkgerelateerde taken, zou elke werknemer verantwoordelijk moeten zijn voor het proper en in goede conditie houden van zijn werkplaats en machines. In de literatuur wordt hiernaar verwezen met de term 'housekeeping' (Zhu en Meredith, 1995; Hopp en Spearman, 2004; Sohal e.a., 1993; Katayama en Bennett, 1996). Belangrijker is evenwel dat de fabriekslayout deze taken bevordert en vergemakkelijkt. Daartoe moeten alle verplaatsbare items een toegewezen positie, aangeduid door middel van symbolen of lijnen op de grond, langs de productielijn krijgen (Ettlie, 1994, geciteerd door Olsson, 1996).

In een recent artikel van Hawkins (2005) wordt de nadruk eveneens op een propere werkomgeving gelegd. Enerzijds is het dan eenvoudiger en veiliger om verschillende taken uit te voeren en anderzijds kunnen nakende of reeds aanwezige problemen sneller opgemerkt worden. Bedrijven moeten proberen een ordelijke werkomgeving te creëren voordat ze met de implementatie van een pull-controle systeem starten. Eens de implementatie voltooid is, moet de leiding van het bedrijf erop toezien dat deze propere, gestructureerde omgeving behouden blijft.

Het bovenstaande is echter niet voldoende als bedrijven ten volle van de voordelen van pull-controle strategieën willen genieten. Hiervoor zijn eveneens goed functionerende machines nodig. Het Total Preventive Maintenance (TPM) principe kan in dit geval een oplossing bieden. Het gebruik van TPM heeft als doel te voorkomen dat machines getroffen kunnen worden door defecten en dat ze op een verkeerde wijze kunnen werken tijdens het productieproces. 'Beter voorkomen dan genezen' is de slogan die TPM kenmerkt. Aangezien de werking van een pull-controle systeem steunt op een vlotte doorstroom van de producten doorheen het proces, kan een defect aan een machine grote gevolgen met zich meebrengen. Het gebruik van TPM kan de efficiëntie van het pull-controle systeem sterk verbeteren (Olsson, 1996). Deze conclusie werd eerder al geformuleerd door onder andere Sohal e.a. (1993) en Zhu en Meredith (1995). Recent werd door Hawkins (2005) ook gewezen op het belang van betrouwbare en goed functionerende machines.

Schwarzendahl (1996) beschreef een praktijkvoorbeeld van een succesvolle implementatie van een Kanbansysteem in de Siemens Stromberg-Carlson fabriek in Florida. Het gebruik van TPM en housekeeping droeg bij tot dit succes.

Housekeeping	Roos (1992) Zhu en Meredith (1995) Hopp en Spearman (2004) Sohal e.a. (1993) Katayama en Bennett (1996) Ettlie (1994) geciteerd door Olsson (1996) Hawkins (2005) Schwarzendahl (1996)
TPM	Olsson (1996) Sohal e.a. (1993) Zhu en Meredith (1995) Hawkins (2005) Schwarzendahl (1996)

4.11 Factor 11: Kwaliteitsvereisten

Naast vereisten aangaande het onderhoud wordt in de literatuur vaak gesproken over de kwaliteit van de producten en processen. Kwaliteit is noodzakelijk voor het efficiënt verlopen van de implementatie en werking van een pull-controle strategie. Volgens Schwarzendahl (1996) moeten alle onderdelen en producten een volgend werkstation bereiken zonder enig defect. De betrachting van een pull-controle strategie is het werken met zo weinig mogelijk voorraden en de optimale lotgrootte is één (Chase e.a., 2004). In dit opzicht is het logisch dat de producten en onderdelen van een zeer hoge kwaliteit en vrij van defecten moeten zijn. Een defect onderdeel zou ervoor zorgen dat het werkstation zijn volgende taak niet kan verderzetten en dit zou vervolgens het hele proces verstoren. Deze optimale situatie komt in het dagelijkse leven echter niet veel voor en bedrijven werken daarom met de nodige voorraad om eventuele defecten op te vangen. Kwaliteitszorg blijft echter van groot belang, want het herstellen van defecten kost tijd en tijd is cruciaal in een JIT-benadering. Het onderzoek van Im en Lee (1989) bevestigt dit aangezien kwaliteit en kwaliteitszorg in de top tien van kritische implementatiefactoren staan. Bartezzaghi e.a. (1992) en White e.a. (1999) leggen eveneens de nadruk op kwaliteitszorg.

Voor bedrijven die met een pull-controle strategie willen werken, is het noodzakelijk dat zij geloven in het nut van kwaliteitszorg. Zij moeten geloven dat kwaliteit tot lagere kosten leidt, dat het meestal niet de mensen, maar de machines en onderdelen zijn die problemen en defecten veroorzaken en dat kwaliteit steeds verbeterd kan worden (Bernstein, 1984, geciteerd door Olsson, 1996).

Clarke en Lokman (1993) merken wel op dat het voor zeer grote bedrijven soms iets minder belangrijk is om producten met zeer hoge kwaliteit af te leveren. Zulke bedrijven kunnen volgens hen zeer grote druk uitoefenen op hun klanten en leveranciers en bepalen zelf de voorwaarden.

Een grondige kwaliteitscontrole van de producten en onderdelen blijkt uit voorgaande paragrafen vereist. Om de totstandkoming hiervan te bereiken, is het eveneens noodzakelijk dat het proces kwalitatief in orde is. Voor het verkrijgen van een kwalitatief hoogstaand proces stellen verscheidene auteurs het concept van kwaliteitscirkels (Quality Circles) voor (o.a. Voss en Robinson, 1987; Olsson, 1996; Udagawa, 1995; Gilbert, 1990, White e.a., 1999). Kwaliteitscirkels zorgen immers voor een dynamische omgeving waarin de werknemers de toelating krijgen om te discussiëren en naar oplossingen te zoeken voor verschillende problemen die zich binnen de productiegrenzen van hun team voordoen (Eaton, 1995, geciteerd door Olsson, 1996).

Naast de kwaliteitscirkels zijn in de literatuur verscheidene andere kwaliteitsprogramma's terug te vinden die succesvol gebleken zijn in combinatie met pull-controle strategieën. Voss en Robinson (1987) spreken bijvoorbeeld over statistical process control (SPC) en zero defects. Onder statistical process control wordt het werken met statistische gegevens verstaan om het productieproces onder controle te krijgen en te houden. Zero defects houdt het streven naar een perfect productieproces in. Met name een productieproces waarin alles exact verloopt zoals het zou moeten verlopen, zonder enig defect of fout. Een concept dat door kwaliteitsguru's zoals Shingo en Crosby eveneens hoog in het vaandel gedragen wordt (Chase e.a, 2004). Kaizen (continue verbetering van

de kwaliteit doorheen het productieproces) is naast statistical process control en zero defects een ander kwaliteitsprogramma dat dikwijls gebruikt wordt in combinatie met pull-controle strategieën (Hawkins, 2005).

Six sigma is een ander kwaliteitsprogramma waaraan veel aandacht wordt besteed in de literatuur over pull-controle strategieën. Het is een statistische techniek, ontwikkeld door Motorola, die het productieproces probeert te optimaliseren. Voor het gebruik van deze techniek zijn gespecialiseerde arbeiders nodig. Naargelang de hoeveelheid training die ze krijgen, wordt in dalende volgorde van belangrijkheid gesproken van champions, black belts, green belts en yellow belts. (Harry, 1998; Chase e.a., 2004; Hopp en Spearman, 2004)

De zojuist vermelde kwaliteitsprogramma's trachten elk op hun beurt de bestaande kwaliteit in het productieproces te verbeteren. Een andere groep auteurs richt zich daarentegen meer op het inbouwen van kwaliteit in het productieproces. Zij kiezen niet voor inspectie en controle van de huidige productieprocessen, maar zij proberen ervoor te zorgen dat fouten niet kunnen voorkomen. Zij trachten de machines en processen zo te ontwerpen dat ze onmogelijk defecten kunnen veroorzaken. Mocht een machine toch een onderdeel of product afleveren dat niet aan de kwaliteitsvereisten voldoet, dan wordt het productieproces onmiddellijk stilgelegd en wordt meteen naar een oplossing gezocht. De termen die gehanteerd worden om naar deze denkwijze te refereren, zijn Jidoka en Quality at the source (Kwaliteit aan de bron) (o.a. Sohal e.a., 1993; Udagawa, 1995; Hawkins, 2005).

Welk kwaliteitsprogramma bedrijven implementeren, blijkt geen doorslaggevende rol te spelen. Voor de succesvolle werking van een pull-controle strategie blijft het echter een voorwaarde dat bedrijven een grondig kwaliteitsprogramma uitwerken om ervoor te zorgen dat de werknemers steeds aan de slag kunnen met onderdelen van een hoge kwaliteit in een kwalitatief hoogstaand proces.

Kwaliteitszorg	Schwarzendahl (1996) Chase e.a. (2004) Im en Lee (1989) Bernstein (1984) geciteerd door Olsson (1996) Clarke en Lokman (1993) Bartezzaghi e.a. (1992) White e.a. (1999)
Kwaliteitscirkels	Voss en Robinson (1987) Olsson (1996) Udagawa (1995) Eaton (1995) geciteerd door Olsson (1996) Gilbert (1990) White e.a. (1999)
SPC	Voss en Robinson (1987) Chase e.a. (2004)
Zero Defects	Voss en Robinson (1987) Chase e.a. (2004)
Kaizen	Chase e.a. (2004) Hawkins (2005)
Six Sigma	Chase e.a. (2004) Harry (1998) Hopp en Spearman (2004)
Jidoka/Kwaliteit aan de bron	Sohal e.a. (1993) Udagawa (1995) Hawkins (2005)

4.12 Factor 12: Product en Onderdelen

De pull-controle strategie vond zijn toepassing oorspronkelijk in bedrijven die slechts een klein aantal verschillende producten produceerden in zeer grote hoeveelheden. Zij kunnen een repetitieve productie uitvoeren en optimaal van de voordelen genieten die een pull-controle strategie oplevert (Harber e.a., 1990; Sohal e.a., 1993; Goyal en Deshmukh, 1992). Naast het klein aantal verschillende producten bestonden deze producten eveneens uit een beperkt aantal onderdelen (McClain, 1985 geciteerd door Harber e.a., 1990). De ideale productmix bestaat uit een klein aanbod gestandaardiseerde producten met een regelmatig verbruik (Miltenburg en Wijngaard, 1991).

Veel bedrijven bieden echter een grotere verscheidenheid in producten aan. Bij een pull-controle strategie moet voor al deze producten een beperkte hoeveelheid eindvoorraad voorhanden zijn als veiligheidsvoorraad. Dit kan problemen met zich mee brengen waaronder opslagkost, plaatsgebrek, ... Bovendien heeft de grote verscheidenheid als gevolg dat het bedrijf geen continu of repetitief proces kan gebruiken aangezien de capaciteit van de machines verdeeld moet worden over de verschillende producten. Dit vermindert op zijn beurt de efficiëntie van de strategie (Gargeya en Thompson, 1994).

Een pull-controle strategie functioneert ook minder goed wanneer de complexiteit van de productstructuur groot is. Aangezien in een pull-controle strategie eveneens van elk onderdeel veiligheidsvoorraad aan de lijn moet staan, kan dit de goede werking belemmeren. Bovendien heeft dit eveneens een invloed op de repetitiviteit van het productieproces (McClain, 1985 geciteerd door Harber e.a., 1990).

Naast het aantal verschillende producten speelt de uniformiteit van de vraag een belangrijke rol. Een pull-controle strategie heeft nood aan een constante vraag met kleine variaties. Een constante vraag laat toe om de voorraad tussen de werkstations zo laag mogelijk te houden en een hoge leverperformantie te behouden (Harber e.a., 1990). De voorraadbepaling gebeurt namelijk aan de hand van de vraagvoorspelling. Deze vraagvoorspelling dient bij een pull-controle strategie echter frequent te gebeuren, bijvoorbeeld elke twee weken, om de productie af te stemmen op de werkelijke vraag. De invloed van foute vraagvoorspellingen wordt daardoor beter opgevangen dan bij push-strategieën. Deze push-strategieën nemen immers vraagvoorspellingen van langere, toekomstige periodes in beschouwing (Masuchun e.a., 2004). Wanneer de vraagvoorspelling voor de volgende twee weken echter niet nauwkeurig bepaald kan worden omdat uniformiteit van de vraag ontbreekt, kent het gebruik van een pull-controle strategie problemen wanneer een hoge veiligheidsvoorraad ontbreekt.

Een laatste vereiste waaraan de onderdelen van het product moeten voldoen, is een korte levertijd. De levertijd moet zowel tussen de verschillende werkstations onderling (intern) als tussen de leverancier en zijn afnemer (extern) geminimaliseerd worden (Miltenburg en Wijngaard, 1991).

Aantal verschillende aangeboden producten	Harber e.a. (1990) Sohal e.a. (1993) Goyal en Deshmukh (1992) McClain (1985) geciteerd door Harber e.a. (1990) Miltenburg en Wijngaard (1991) Gargeya en Thompson (1994)
Complexiteit productstructuur	McClain (1985) geciteerd door Harber e.a. (1990) Miltenburg en Wijngaard (1991)
Constante vraag en vraagvoorspelling	Harber e.a. (1990) Miltenburg en Wijngaard (1991) Masuchun e.a. (2004)
Levertijd onderdelen	Miltenburg en Wijngaard (1991)

4.13 Factor 13: Layout

Deze factor is nauw verbonden met de verscheidenheid in aangeboden producten aangezien het productieproces afgesteld wordt op deze verscheidenheid. Zoals eerder vermeld vonden de gekende voorbeelden van geslaagde implementaties van pull-controle strategieën plaats in bedrijven die gekenmerkt worden door een groot volume en een repetitieve productie, bijvoorbeeld fabrieken met assemblagelijnen (Goyal en Deshmukh, 1992; Schonberger, 1987 geciteerd door White e.a., 1999; Im en Lee, 1989). Chase e.a. (2004) spreken in zulke omstandigheden van een flowshop of product layout. In zulke layout worden machines, uitrusting en departementen toegewezen aan een bepaalde productielijn. Dit maakt het mogelijk om een productstroom te creëren waarbij alle stappen opeenvolgend van begin tot einde uitgevoerd kunnen worden zonder omstellingen van machines. De ideale situatie, nl. de one-piece-flow, kan op die manier bereikt worden (Harber e.a., 1990; Gilbert, 1990; Gargeya en Thompson, 1994; Monden, 1983 geciteerd door Li, 2003).

In verschillende bedrijven met een hoge productvariatie in kleinere volumes, wil het management eveneens genieten van de voordelen van pull-controle strategieën. Meestal worden zulke bedrijven gekenmerkt door een jobshop of functionele layout. In een jobshop worden alle machines die soortgelijke functies moeten uitvoeren in één departement gegroepeerd en komt een product in een departement terecht wanneer het de bijhorende functie nodig heeft. Dit brengt met zich mee dat arbeiders de machines vaak moeten instellen en omschakelen om aan de eisen van elk verschillend product te voldoen (Chase e.a., 2004).

Deze situatie is in principe niet geschikt voor een pull-controle strategie. Verschillende auteurs hebben echter onderzoek uitgevoerd om te bepalen of pull-controle strategieën in deze omstandigheden toch een oplossing kunnen bieden. Verschillende van hen kwamen tot het besluit dat een pull-controle strategie, mits eventuele aanpassingen, eveneens in een jobshop toegepast kan worden (Philipoom e.a., 1987; Gravel en Price, 1988; Lee e.a., 1994; Gargeya en Thompson, 1994; Stockton en Lindley, 1995; Li, 2003). Voorgestelde aanpassingen of technieken om een pull-controle strategie toe te passen in een jobshop zijn de volgende:

Li en Barnes (2000) stellen voor om de functionele layout om te vormen naar een cellayout. In een cellayout worden producten in families gegroepeerd. Deze families worden gevormd op basis van uiterlijke gelijkenissen, benodigde onderdelen of fabrigace-eigenschappen. Deze producten volgen bijgevolg eenzelfde procesvolgorde en worden in één cel geplaatst. Deze cel bestaat uit een opeenvolging van machines om deze families volledig te bewerken. Aangezien de productfamilies dezelfde machines en instellingen gebruiken, kunnen een aantal omsteltijden vermeden worden die in een functionele layout wel nodig zijn. Bovendien zorgt het herhaaldelijk verwerken van dezelfde onderdelen uit zo'n familie ervoor dat de productiestroom en de productiecontrole verbeteren.

In een recenter artikel merkt Li (2003) op dat indien de omsteltijden niet drastisch afnemen de functionele layout toch aangewezen blijft en dat een pull-controle strategie minder grote voordelen zal opleveren. De reden hiervoor is terug te vinden in het feit dat machines in een cel minder flexibel zijn. Ze kunnen niet meer ingeschakeld worden voor andere producten die de bewerking van deze machine ook vereisen. Door het verlies aan flexibiliteit wordt de machine minder benut. Wanneer de omsteltijden verlagen, kan de benutting van de machine echter verbeterd worden binnen een cel. Daarnaast merken ze op dat het ideale scenario van een one-piece-flow moeilijker hanteerbaar is in jobshop omgevingen. Li beweert dat het in een jobshop omgeving beter blijft om met stromen van kleine lotgroottes te werken. Olsson (1996) bespreekt eveneens het gebruik van een cellayout voor de toepassing van een pull-controle strategie in een jobshop.

Vervolgens merken Li (2003) en Miltenburg en Wijngaard (1991) op dat U-vormige productielijnen het best gebruikt worden in elke cel aangezien deze vorm minder plaats in beslag neemt en werknemers alle bewerkingen kunnen uitvoeren zonder zich veel te moeten verplaatsen.

Stockton en Lindley (1995) beweren dat het gebruik van een gewone cellayout of group technology enkele nadelen vertoont. In vele gevallen kunnen productfamilies niet worden onderscheiden, de machines in een cel kunnen dikwijls niet de volledige bewerking van alle producten uitvoeren en deze producten moeten de cel verlaten voor enkele bewerkingen en dan terugkeren, de capaciteitsbeperking van de machines in een cel zorgt ervoor dat niet snel ingespeeld kan worden op vraagschommelingen en dikwijls blijft naast de cellayout nog een functionele layout nodig voor speciale producten. Stockton en Lindley stellen daarom een andere celindeling voor die deze nadelen omzeilt, nl. een Proces Sequence Cell Layout (PSCL). Deze cellayout is eveneens samengesteld uit individuele cellen die elk een aantal machines bezitten. Elke cel in deze layout stelt echter een stap in het productieproces van de behandelde producten voor. Ter voorbereiding van deze layout worden de productiestappen van alle producten genoteerd. Vervolgens worden de benodigde machines voor alle laatste productiestappen in één cel

gegroepeerd, alle voorlaatste productiestappen in een volgende cel, enz. Een vereiste is de beschikbaarheid van machines aangezien in elke cel dezelfde machine nodig kan zijn. Het toepassen van een PSCL zorgt voor duidelijk zichtbare goederenstromen en vormt een ideaal uitgangspunt voor het toepassen van een pull-controle strategie in een jobshop omgeving.

Flowshop	Goyal en Deshmukh (1992) Im en Lee (1989) Chase e.a. (2004) Harber e.a. (1990) Gilbert (1990) Gargeya en Thompson (1994) Monden (1983) geciteerd door Li (2003)
Jobshop	Chase e.a. (2004) Philipoom e.a. (1987) Gravel en Price (1988) Lee e.a. (1994) Gargeya en Thompson (1994) Stockton en Lindley (1995) Li (2003)
Cellayout	Li en Barnes (2000) Li (2003) Olsson (1996) Stockton en Lindley (1995)
U-vormige productielijnen	Li (2003) Miltenburg en Wijngaard (1991)

4.14 Factor 14: Machinecapaciteit en de reductie van omsteltijden

Voldoende machinecapaciteit en het reduceren van omsteltijden wordt in de literatuur vaak vermeld als vereiste voor de uitvoering van een pull-controle strategie.

De machinecapaciteit kan een beperking vormen wanneer grote vraagschommelingen bestaan. Daarnaast worden alle verschillende cellayoutvormen gekenmerkt door hetzelfde probleem. Verschillende cellen kunnen het gebruik van dezelfde machine vereisen. Stockton en Lindley (1995) stellen het aankopen van nieuwe machines of het mobieler

maken van deze gelijkaardige machines als oplossing voor. De kosten hiervan moeten worden vergeleken met de baten vooraleer de oplossing uitgevoerd wordt.

Voor het optimaliseren van de pull-controle strategie moeten de bewerkingstijden verkleinen (Li en Barnes, 2000). Het is bovendien belangrijk dat deze bewerkingstijden overeenstemmen tussen opeenvolgende machines. Wanneer de output van een machine veel hoger is dan de input van de volgende machine in het productieproces ontstaat voorraadvorming voor deze laatste machine. Om een continue stroom te creëren zijn uniforme bewerkingstijden vereist. Daarnaast mag de variatie in bewerkingstijden niet groot zijn (Li, 2003).

In vele gevallen behandelt één machine verschillende varianten van een product. De bewerkingstijd per productvariant op deze machine kan verschillen. Wanneer de volgende machine of werkstation in het productieproces echter een gelijk aantal van elke productvariant nodig heeft om aan de vraag te voldoen, kan level scheduling worden toegepast. Door level scheduling toe te passen, wordt de capaciteit van de machine zodanig gepland dat elke productvariant evenveel keer geproduceerd wordt. De capaciteit wordt op die manier niet volledig benut, maar de gevraagde hoeveelheid kan op een efficiëntere wijze bereikt worden (Chase e.a., 2004; Goyal en Deshmukh, 1992).

Het reduceren van de bewerkingstijd van een machine is belangrijk met het oog op optimalisatie. De reductie van de omsteltijden is daarentegen crucialer. De impact van de wachttijd gedurende de omstelling is veel groter. Op dat moment heeft de onderneming immers productieverlies. Een gevolg van lange omsteltijden is de keuze voor het produceren van grote lotgroottes om omstellingen te vermijden. De ideale situatie voor een pull-controle strategie is echter een one-piece-flow en het verkorten van de omsteltijden is daarom een vereiste (Clendenen en Rinks, 1996; Li, 2003; Krajewski e.a., 1987; Goyal en Deshmukh, 1992; Gargeya en Thompson, 1994).

Het onderzoek van Im en Lee (1989) waarin een tabel van de tien meest kritische factoren bij de implementatie van een JIT-principe werd samengesteld, plaatst het reduceren van omsteltijden op een achtste plaats.

Sohal (1996) bespreekt de implementatie van een pull-controle strategie in een Australisch bedrijf. De eerste uitdaging tijdens deze implementatie was het reduceren van de omsteltijd van de grote persmachine. De omsteltijd bedroeg in eerste instantie zeven uren en maakt van deze persmachine de bottleneck. Door training te geven aan werknemers, de producten te standaardiseren, extra hulpmiddelen aan te schaffen die tijdens de omstelling gebruikt kunnen worden en betere omsteltechnieken toe te passen, werd de omsteltijd herleid naar vijftien minuten. Deze reductie maakte de werking van een pull-controle strategie mogelijk.

Volgens Li (2003) is niet enkel de reductie van de omsteltijd bepalend. Volgens hem speelt ook de variatie in omsteltijden een belangrijke rol. Deze variatie wordt best zo klein mogelijk gehouden.

Uitbreiden machinecapaciteit	Stockton en Lindley (1995)
Bewerkingstijden	Li en Barnes (2000) Li (2003)
Level Scheduling	Chase e.a. (2004) Goyal en Deshmukh (1992)
Omsteltijden	Clendenen en Rinks (1996) Li (2003) Krajewski e.a. (1987) Goyal en Deshmukh (1992) Gargeya en Thompson (1994) Im en Lee (1989) Sohal (1996)

Hoofdstuk 5: Ontwerp van een kader: Praktijkonderzoek

Aan de hand van de literatuurstudie werd getracht om de bepalende factoren bij de keuze voor een pull-controle strategie in kaart te brengen. Dit praktijkonderzoek heeft als doel te controleren of de voorgestelde factoren in de hedendaagse bedrijfswereld ook een bepalende rol spelen. Vele artikels uit de literatuurstudie werden immers geschreven op het ogenblik dat pull-controle strategieën een nieuw verschijnsel waren. Slechts een beperkt aantal fabrieken had reeds een pull-controle strategie geïmplementeerd en het aantal dat een pull-controle strategie overwoog of zelfs kende, was eveneens beperkt. Op dit ogenblik hebben veel bedrijven ervaring met pull-controle strategieën. Bijna alle fabrieken hebben tegenwoordig kennis van pull-controle strategieën en een groot aantal fabrieken heeft een pull-controle strategie geïmplementeerd.

Dit praktijkonderzoek werd uitgevoerd aan de hand van diepte-interviews. De geïnterviewden zijn de heer Wim Aerts van Ford Werke GmbH in Genk, Carlos De Neve van BMTech NV, Bert Aerts van Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden en Juliana Donné van DSM Specialty Compounds NV. Deze personen zijn in hun onderneming allen verantwoordelijk voor de uitvoering en controle van de pull-controle strategie of voor de push-controle strategie indien een pull-controle strategie niet toegepast wordt. Zij zijn specialisten in de JIT-materie en zijn goed geplaatst om de voorgestelde factoren te beoordelen, niet enkel op basis van hun eigen ervaring in de onderneming, maar ook op basis van hun uitgebreide kennis ter zake.

Het gebruik van diepte-interviews laat toe om bepaalde aspecten grondig uit te diepen en in te spelen op antwoorden van de respondent. Op deze manier kan de invloed van de verschillende factoren uit het voorgaande hoofdstuk onderzocht worden en kan geverifieerd worden of de factoren relevant zijn en in welke mate. In tegenstelling tot diepte-interviews kan met enquêtes een ruimer publiek bereikt worden. Het bereiken van een ruimer publiek zou de representativiteit van het onderzoek ten goede komen. De

verkregen informatie aan de hand van enquêtes zou eerder geschikt zijn om het huidige gebruik van pull-controle strategieën in België in kaart te brengen, maar is in het kader van dit onderzoek minder aangewezen aangezien de verschillende factoren in detail behandeld moeten worden.

De vier bestudeerde bedrijven werden met de nodige aandacht gekozen. Om het verlies aan gediversifieerde gegevens wegens het niet gebruiken van enquêtes op te vangen, werd getracht om sterk uiteenlopende bedrijven te gebruiken. De bedrijven verschillen in grootte, in de industriesector waartoe ze behoren, in het aantal verschillende productnummers,... .

De beschrijving van de interviews gebeurt als volgt: in het eerste deel wordt van de verschillende bedrijven een bedrijfsvoorstelling gegeven en wordt uitgelegd hoe de pull-controle strategie in het productieproces verwerkt is. In het tweede deel worden vervolgens de verschillende factoren afzonderlijk besproken. Per factor worden de specifieke kenmerken van ieder bedrijf achtereenvolgens beschreven waarna enkele conclusies volgen.

5.1 Bedrijfsvoorstellingen en gebruik pull-controle strategie

5.1.1 Ford Werke GmbH Genk

5.1.1.1 Bedrijfsvoorstelling

Ford Motor Company, een wereldwijd verspreid bedrijf in de automobielsector met hoofdvestiging in Dearborn, Michigan US, produceert en verdeelt auto's in 200 markten over zes werelddelen. De onderneming telt bijna 325 000 werknemers en 110 fabrieken, verspreid over 25 landen in de wereld. Haar kern- en verbonden merken zijn Aston Martin, Ford, Jaguar, Land Rover, Lincoln, Mazda, Mercury en Volvo (Ford, 2006).

Ford Werke GmbH in Genk (hierna 'Ford Genk') is één van deze 110 fabrieken. Deze fabriek werd opgericht in 1962. Ford Genk is een zwaargewicht voor de economie en de tewerkstelling in België, niet in het minst vanwege de sterke aantrekkingskracht op heel wat toeleveranciers die zich rond de fabriek hebben gevestigd. De Ford-vestiging in Genk stelt momenteel 5 631 vaste en ongeveer 1 000 tijdelijke werknemers tewerk.

Door het moederbedrijf in Dearborn werd in het voorjaar van 2005 beslist om de nieuwe Ford Galaxy, de nieuwe Ford Mondeo en het nieuwe S-max model in Genk te produceren. Op dit ogenblik produceert Ford Genk de Ford Mondeo in een vierdeurs-, vijfdeurs- en combiversie en is de productie van de S-max en de Galaxy net gestart. De productie van de nieuwe Ford Mondeo zal in 2007 plaatsvinden. De dagelijkse productiecapaciteit bedraagt vandaag ongeveer 700 wagens en dit aantal wordt geleidelijk opgedreven naar 1 100 wagens. Dit aantal hoopt Ford Genk te bereiken vanaf het einde van mei.

Op 28 maart 2006 heb ik een gesprek gehad met de heer Wim Aerts, coördinator van de afdeling Synchronous Material Flow/Ford Production System (SMF/FPS). Deze afdeling valt onder de bevoegdheid van de afdeling Material Planning & Logistics van Ford Genk en is verantwoordelijk voor de goederenstromen.

5.1.1.2 Gebruikte pull-controle strategie en het productieproces

Om een duidelijk beeld te schetsen van de werking van het pull-controle systeem bij Ford Genk is het belangrijk om eerst de werking van het hele productieproces toe te lichten. In Ford Genk start het proces met een groot perswerk. Hiermee worden uit de aangeleverde rollen metaal de verschillende onderdelen geperst. Deze onderdelen worden vervolgens in elkaar gezet tot een volledige wagen in ruwbouw. De ongelakte carosserieën zetten hun weg verder naar de 'paint' of lakafdeling. Daar krijgt elke ruwbouw zijn specifieke kleur. De afwerking van de wagen wordt uitgevoerd in de assemblage-afdeling waar onder andere zetels, knipperlichten, bekleding, koplampen aan

de wagen toegevoegd worden. De assemblage gebeurt op 4 trimlijnen en 2 chassislijnen. Elk automodel krijgt een aantal lijnen toegewezen, zodat op eenzelfde lijn slechts één bepaald model geproduceerd wordt. Naast deze lijnen wordt bij Ford Genk gebruik gemaakt van een transportband van drie kilometer lang die van de toeleveranciers op het aanpalende industrieterrein naar de fabriek loopt. Motoren en zetels zijn twee belangrijke onderdelen die via deze transportband aankomen. Deze onderdelen worden precies afgeleverd waar ze nodig zijn en dit proces verloopt volledig synchroon met de eigen productie. Achter dit proces schuilt een complexe denkwijze want op dezelfde assemblagelijn worden afwisselend verschillende types van een bepaald model gebouwd. Zo volgt bijvoorbeeld een rode na een blauwe wagen, een diesel na een benzine, een vierdeurs na een vijfdeurs,... . Wanneer alle onderdelen uiteindelijk geassembleerd zijn, rolt een volledig afgewerkte wagen van de assemblagelijn. De onderdelen worden niet zelf door Ford Genk geproduceerd. Deze worden allen aangeleverd door leveranciers en de aanlevering gebeurt op basis van het werkelijke verbruik.

Doorheen het proces maakt Ford Genk sinds 1999 gebruik van een pull-controle strategie. Voor deze strategie werd de benaming Smart Pull-systeem gekozen. Enkel de pershal werkt niet met dit systeem. Vóór het gebruik van dit pull-systeem werd gewerkt met een push-systeem.

Het pull-controle systeem waarmee Ford Genk werkt, is op korte tijd sterk geëvolueerd. In het begin maakte Ford Genk gebruik van een pull-controle systeem met kaarten. Het huidige systeem maakt gebruik van drukknoppen die radiofrequentie stralen uitzenden. Doorheen heel het bedrijf hangt een netwerk van antennes dat deze stralen opvangt en registreert. Dit netwerk kreeg de benaming Wherenet, genoemd naar de leverancier van het systeem.

Wanneer een werknemer op een knop drukt, begint een timer te lopen. Deze timer geeft weer wanneer voor het laatst op de knop is gedrukt. Dit tijdstip wordt geregistreerd door de Wherenetserver die verbonden is met het Smart pull-systeem, waarin aan elke knop

een bepaald onderdeel toegewezen wordt. Indien eenzelfde onderdeel op meerdere plaatsen in de fabriek gebruikt wordt, krijgt dit onderdeel voor elke locatie een eigen knop en specifiek 'Smartnumber' toegewezen. Dit 'Smartnumber' is een specifiek herkenningsnummer voor een onderdeel gerelateerd aan een welbepaalde locatie. Na elke druk op een knop kan precies nagegaan worden welk onderdeel aangevuld moet worden en waar het in de fabriek geleverd dient te worden. De combinatie van een timer op de knop en een specifiek 'Smartnumber' maakt van dit systeem een uitstekend controleapparaat. Indien een onderdeel uit voorraad blijkt te zijn, kan perfect worden nagegaan welke arbeider vergeten is onderdelen bij te bestellen.

Het Smart pull-systeem wordt tegenwoordig ook uitgebreid naar de leveranciers en hiervoor wordt de benaming E-smart gebruikt. De leverancier drukt op vastgelegde tijdstippen een rapport af. Dit rapport is terug te vinden op een gemeenschappelijke server en bevat al de onderdelen die de leverancier zal moeten leveren.

Het drukken op de knop en het daaraan verbonden bestellen van nieuwe onderdelen gebeurt bij Ford Genk wanneer een minimale hoeveelheid voorraad bereikt wordt. Ford Genk spreekt van een 'min-max systeem'. De bepaling van de min- en max-hoeveelheid gebeurt aan de hand van de levertijd van de onderdelen en het productievolume van de verschillende modellen per week. Deze getallen worden regelmatig aangepast. De min-hoeveelheid kan beschouwd worden als veiligheidsvoorraad. De min- en max-hoeveelheid staan concreet voor een aantal containers of bakken met onderdelen. Deze containers hebben voor een bepaald onderdeel steeds dezelfde vorm en ze bevatten steeds eenzelfde voorafbepaalde hoeveelheid. Elke druk op de knop betekent de bestelling van één container of bak van het respectievelijke onderdeel. De maximale bestelhoeveelheid per onderdeel is gelijk aan de (max-hoeveelheid – 1). Deze max-hoeveelheid staat per onderdeel voor het maximale voorraadniveau dat aangehouden wordt.

5.1.2 BMTech NV

5.1.2.1 Bedrijfsvoorstelling

Het bedrijf BMTech NV (hierna 'BMTech') is gevestigd te Boechout en is actief in de metaalbewerking. De oorspronkelijke naam was BMT en veranderde in 2004 in BMTech na een management buy-out. Sinds enkele jaren beschikt BMTech eveneens over een vestiging in een lageloonland. Deze vestiging is gelegen in Iasi, Roemenië. In Boechout zijn momenteel 160 werknemers tewerkgesteld en in Iasi 170.

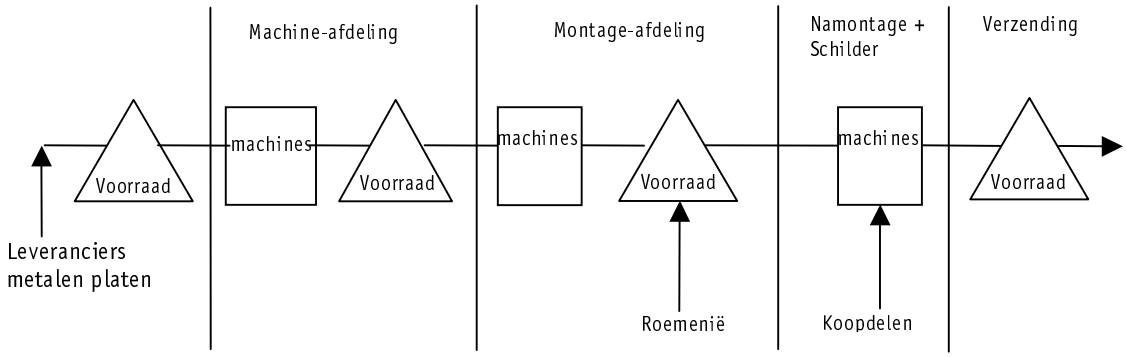
Op vraag van de klant verkoopt de firma BMTech plaatwerk. De werking van het bedrijf is volledig gesitueerd in de toeleveringssector. BMTech werkt hoofdzakelijk voor drie grote klanten: Atlas Copco, Compair en Océ. Voor Atlas Copco en Compair maakt BMTech behuizingen van compressoren en voor Océ maakt het behuizingen van kopieerapparaten. Deze behuizingen worden klantspecifiek gemaakt zodat ze eenvoudig in het productieproces van de klant gebruikt kunnen worden.

Het interview met de heer Carlos De Neve vond plaats op 29 maart 2006. De heer Carlos De Neve is Logistics Manager bij BMTech. Hij is de verantwoordelijke voor de pull-controle strategie die bij BMTech toegepast wordt en hij volgt het proces van nabij op.

5.1.2.2 Gebruikte pull-controle strategie en het productieproces

Het productieproces van BMTech bestaat uit 4 grote afdelingen (figuur 7). Deze afdelingen zijn achtereenvolgens de machine-afdeling, de montage-afdeling, de schilder- en namontage-afdeling en ten slotte de verzendingsafdeling. Metalen platen zijn het basisbestanddeel van de afgewerkte producten van BMTech. Deze metalen platen worden na levering opgeslagen in een voorraadruimte totdat ze in de machine-afdeling bewerkt worden. De bewerkte platen worden opgeslagen in een volgende stockpunt. De montage-

afdeling haalt uit dit stockpunt de gewenste, bewerkte platen en begint daarna aan de montage. Na het beëindigen van de montagebewerkingen is een nieuwe opslagplaats voorzien. De bewerkte producten die de Roemeense vestiging fabriceert, komen ook in deze opslagplaats terecht. De voorraad in deze opslagplaats vormt de beginvoorraad voor de schilder- en namontage-afdeling. Met namontage wordt het plaatsen van lampjes, stickers, sloten e.d. bedoeld. Nadat deze laatste afdeling zijn bewerkingen heeft uitgevoerd, worden de afgewerkte producten in voorraad gehouden en zijn ze klaar om verzonden te worden. Voor de verzending is de verzendingsafdeling verantwoordelijk.



Figuur 7: Productieproces BMTech

Voordat BMTech met een pull-controle strategie werkte, maakte het bedrijf gebruik van MRP. Aan de hand van een planning en een Bill of Material (BOM) werd bepaald wanneer elke afdeling moest produceren en hoeveel onderdelen geproduceerd moesten worden. Snel inspelen op vraagveranderingen was met dit systeem niet mogelijk, mede doordat de doorlooptijd van een product vrij lang was en doordat de planning niet accuraat genoeg verliep. Het MRP-systeem wordt momenteel enkel gebruikt voor producten die op bestelling gemaakt moeten worden.

Een aangepast MRP-systeem was een eerste verandering om sneller in te kunnen spelen op vraagschommelingen. De werknemers op de werkvloer werden in dit systeem gestuurd aan de hand van Kanbankaarten. Deze Kanbankaarten werden op een bord geplaatst aan de hand van een MRP-planning en deden dienst als productiesignaal. Deze oplossing leverde niet de gewenste verbeteringen op.

Door het gebruik van een pull-controle strategie werd snel inspelen op vraagveranderingen mogelijk. De pull-controle strategie bij BMTech werkt als volgt: wanneer een klant een product bestelt, zal dit product onmiddellijk uit de eindvoorraad geleverd worden. Deze eindvoorraad bevindt zich in de verzendingsafdeling. Dit proces herhaalt zich bij elke nieuwe bestelling en het voorraadniveau zal bijgevolg dalen. Wanneer tijdens vastgelegde voorraadcontroles blijkt dat een bepaald voorraadniveau (het bestelpunt) van een bepaald eindproduct niet meer aanwezig is, krijgt de schilder- en namontage-afdeling een signaal om dit product te produceren. De schilder-en namontage-afdeling start vervolgens met de productie en gebruikt als input de voorraad uit de montage-afdeling. De voorraad uit de montage-afdeling daalt stelselmatig en in deze afdeling wordt het voorraadniveau eveneens op een vastgelegd tijdstip gecontroleerd. De controle verloopt identiek aan deze in de verzendingsafdeling. De montage-afdeling ontvangt een productiesignaal indien het voorraadniveau kleiner is dan het bestelpunt. De machine-afdeling werkt volledig volgens hetzelfde principe. Enkel het voorraadniveau in het stockpunt dat zich voor de machine-afdeling bevindt, geeft geen aanleiding tot de bestelling van nieuwe metalen platen. Dit is een gevolg van de macht van deze leverancier. Deze bestelling gebeurt MRP-gestuurd.

De bepaling van het bestelpunt en van de bestelhoeveelheid gebeurt aan de hand van formules. De formule die het bestelpunt bepaalt bij BMTech, is de volgende:

$$Bestelpunt = (^{vraag}\!/_{dag} * leadtime) * veiligheidsfactor$$

Het bestelpunt is afhankelijk van de gevraagde hoeveelheid per dag en de leadtime. Deze leadtime of doorlooptijd is de tijd die nodig is om een bepaalde hoeveelheid van het onderdeel te maken en wordt uitgedrukt in dezelfde eenheden als de vraag. De doorlooptijd is de optelsom van de productietijd, de levertijd en de eventuele wachttijd tussen opeenvolgende bewerkingen. De veiligheidsfactor is een factor waarmee het product van de vorige twee variabelen vermenigvuldigd wordt om de kans op een

voorraadtekort tot nul te herleiden. Bij BMTech bedraagt deze factor ongeveer 1,5 wat neerkomt op een veiligheidsvoorraad van vijftig procent. Hierdoor ligt het bestelpunt vrij hoog en kunnen schommelingen in de vraag van klanten goed opgevangen worden.

Bij BMTech kan de bestelhoeveelheid variëren. Er wordt immers niet automatisch besteld wanneer het bestelpunt bereikt wordt, aangezien BMTech het voorraadniveau niet continu meet. Bovendien verschilt het maximale voorraadniveau van periode tot periode. Dat verschil is te wijten aan twee belangrijke factoren. Het maximale voorraadniveau zal verhoogd worden wanneer BMTech enkele onderdelen in grote series moet produceren omwille van de lange omsteltijden van machines. De andere factor die het maximale voorraadniveau beïnvloedt, is de mate van voorraadrotatie die BMTech wil bekomen. Wanneer een hoge voorraadrotatie gewenst is, zal het maximale voorraadniveau lager liggen. Voorraad blijft bij BMTech maximaal één maand in de fabriek aanwezig. BMTech gebruikt de benaming UptoLevel om te verwijzen naar het maximale voorraadniveau. De volgende formule wordt toegepast om een waarde voor dit UptoLevel te vinden:

$$UptoLevel = veiligheidsvoorraad + voorraadrotatie$$

De bepaling van de veiligheidsvoorraad in deze formule gebeurt aan de hand van de formule voor het bestelpunt. De veiligheidsvoorraad uit het UptoLevel is een fractie van de bestelpunthoeveelheid. De voorraadrotatie in deze formule staat voor de hoeveelheid van een onderdeel die het mogelijk maakt om de gewenste voorraadrotatie te bekomen. Het werken met deze formules is voor BMTech van cruciaal belang om ervoor te zorgen dat de pull-controle strategie het volledige productieproces in evenwicht kan houden.

De formules worden opgenomen in het centrale computersysteem en daarin worden ze steeds aangepast. Aan het begin van elke shift en na de lunchpauze worden de nieuwe orders afgedrukt door de verantwoordelijken op de werkvloer en uitgedeeld aan de werknemers. Deze nieuwe orders worden door het systeem gerangschikt in aflopende mate van belangrijkheid. Het systeem kent hoge prioriteiten toe aan de orders waarvan

het verschil tussen het bestelpunt en het huidige voorraadniveau het grootst is. Het zijn namelijk deze onderdelen die het eerst geproduceerd moeten worden. Wanneer de orderlijst meerdere orders met dezelfde prioriteitsindex bevat, dan kunnen de werknemers tussen deze orders kiezen. Het is cruciaal dat het systeem werkt met de juiste inputgegevens. Deze inputgegevens bestaan onder andere uit de voorraadwijzigingen. Van de werknemers wordt verwacht dat zij deze wijzigingen nauwkeurig in het systeem ingeven zodat het systeem de juiste bewerkingen kan uitvoeren.

BMTech is tevreden over de werking van de pull-controle strategie. Toch wordt de Roemeense vestiging volledig aangestuurd volgens een MRP-systeem. De reden hiervoor ligt in het feit dat BMTech Boechout zeker wil zijn dat het tijdig over de geproduceerde onderdelen uit Roemenië kan beschikken. De levertijd bestrijkt echter vijf dagen. Deze lange levertijd staat in schril contrast met de korte levertijd aan klanten en maakt een pull-controle strategie voor deze onderdelen onmogelijk.

De MRP-boodschappen worden twee keer per week aan BMTech Roemenië doorgegeven met behulp van het gemeenschappelijke computersysteem. De twee vestigingen hebben elk toegang tot dit computersysteem. Het gemeenschappelijk computersysteem maakt het mogelijk om de productie in de twee vestigingen op elkaar af te stemmen.

5.1.3 Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

5.1.3.1 Bedrijfsvoorstelling

Tenneco Inc. stelt wereldwijd ongeveer 20 000 mensen te werk en heeft meer dan 100 fabrieken in 22 landen op 6 continenten. De belangrijkste producten zijn Walker en Gillet uitlaatsystemen en Monroe schokdempers. Het bedrijf trad in 1967 binnen in de automobielmarkt met de overname van Walker Manufacturing. Nu levert Tenneco Inc. aan verschillende Original Equipment Manufacturers (OEMs) zoals DaimlerChrysler, Ford,

General Motors, de VW groep, Toyota, PSA, Nissan, Honda, Porsche en vele anderen in de originele inbouwmarkt. Andere klanten van Tenneco Inc. zijn terug te vinden in de vervangingsmarkt of aftermarket (o.a. Kwik-fit/Speedy), in de heavy duty markt (o.a. Mack, Daf, Scania) of in de exclusievere markt (o.a. Harley Davidson).

Tenneco Automotive Europe maakt deel uit van de Amerikaanse multinational Tenneco Inc.. Het Europese hoofdkwartier is gevestigd in Brussel. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden is de belangrijkste Europese fabriek voor ophangingssystemen en schokdempers. In Sint-Truiden bevindt zich eveneens het ontwikkelingscentrum METC (Monroe European Technology Center) en een distributiecentrum. Deze vestiging werd door Monroe opgericht in 1964 en sedert 1977 maakt Monroe deel uit van Tenneco Automotive Europe.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden ontwikkelt en produceert schokdempers en veerpoten voor alle soorten personenwagens en bedrijfsvoertuigen, van kleine lichtgewicht schokdempers tot heavy duty schokdempers en complete ophangingsmodules. Ook dempers voor zetels en cabines van vrachtwagens worden in Sint-Truiden geproduceerd.

In de fabriek worden dagelijks ongeveer 36 000 schokdempers geproduceerd, waarvan 60% voor OEMs en 40% voor de vervangingsmarkt. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden maakt meer dan 3 000 verschillende productnummers, waarvan het grootste aantal voor de vervangingsmarkt.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden telt meer dan 1 300 werknemers. Hiervan werken ongeveer 180 mensen in het ontwikkelingscentrum. Dit ontwikkelingscentrum is verantwoordelijk voor de engineering van schokdempers en ophangingssystemen voor Europa, het Midden-Oosten en Afrika. Het is wereldwijd gezien het belangrijkste onderzoekscentrum van Monroe voor nieuwe productontwikkelingen.

Op 31 maart 2006 ontving de heer Bert Aerts, Lean coördinator bij Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden, mij voor een diepte-interview aangaande de werking van hun pull-controle strategie.

5.1.3.2 Gebruikte pull-controle strategie en het productieproces

In Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden worden uit ruwe materialen afgewerkte schokdempers geproduceerd. De verschillende afdelingen hiervoor kunnen onderverdeeld worden in drie grote groepen. Een eerste groep is de voorproductie en deze bevat de volgende afdelingen: buis- en plaatbewerking, productie van onderdelen voor het binnenwerk van de schokdemper uit metaalpoeder, "machining" en chromering van staven (rods), "stamping" (persen) van materialen uit staal voor verder gebruik. De tweede groep is de assemblage en deze bestaat enerzijds uit sterk geautomatiseerde en anderzijds uit manueel bediende assemblagelijnen. De schokdemper wordt hier volledig geassembleerd en verhuist tenslotte naar de derde groep. Deze derde groep wordt gevormd door de verf- en verpakkingsafdeling.

Binnen dit hele productieproces wordt een groot gedeelte van de voorproductie gestuurd met behulp van pull-controle strategieën. De gebruikte pull-controle strategie bij Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden is Kanban en wordt toegepast voor het aanleveren van onderdelen aan de lijn, maar niet voor het aansturen van opeenvolgende productiestappen. Het Kanbansysteem van Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden werkt ofwel met Kanbankaarten ofwel met bakjes die de functie van de Kanbankaart overnemen. Het Kanbansysteem met Kanbankaarten werkt als volgt: elke container of bak met onderdelen is voorzien van een kaart. Telkens wanneer een arbeider aan de productielijn met een nieuwe container onderdelen begint, is zijn eerste taak de bijbehorende kaart te posten in een postvak op de daarvoor voorziene plaats. Op afgesproken tijdstippen verzamelt de teamleider de geposte kaarten uit dit postvak en hij plaatst ze vervolgens in een centraal gelegen voorraadruimte. In deze voorraadruimte worden de kaarten geteld en wordt gecontroleerd of het aantal kaarten in het systeem

gewijzigd moet worden. Aan de hand van de getelde kaarten wordt dan de benodigde hoeveelheid bijgeleverd. Het bijleveren gebeurt via een “melkronde” waarbij op de correcte locaties terug volle containers of bakken, voorzien van kaarten, geplaatst worden. Op de plaatsen waar de kaarten vervangen zijn door bakjes, nemen de bakjes de functie van de kaart in. Wanneer een bakje volledig leeg is, wordt dit aan de kant gezet en op de afgesproken tijdstippen worden ze opgehaald en terug gevuld.

Het aantal kaarten en bakjes in omloop wordt berekend aan de hand van een formule die rekening houdt met de levertermijn, de vraag per dag en een factor voor de veiligheidsvoorraad. Op deze manier kan Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden ervoor zorgen dat steeds voldoende voorraad aanwezig is om te produceren.

5.1.4 DSM Specialty Compounds NV

5.1.4.1 Bedrijfsvoorstelling

DSM stelt wereldwijd 23 000 personeelsleden tewerk in de ontwikkeling, productie en verkoop van hoogwaardige chemische producten en materialen. DSM Engineering Plastics werkt aan een leidende marktpositie in engineering plastics met een scherpe focus op hoogwaardige materialen en specialiteiten. Deze materialen vinden hun toepassing in technische componenten voor de elektronica- en elektrotechnische industrie, de auto-industrie, de machinebouwsector en de extrusie-industrie.

DSM Specialty Compounds NV (hierna ‘DSM SC’) te Genk is als productiebedrijf actief in de technische kunststoffen en meer bepaald in de productie van compounds in de vorm van granulaatkorrels. DSM Specialty Compounds NV telt 294 werknemers.

Op 6 april 2006 had ik een afspraak met mevrouw Juliana Donné, warehouse manager bij DSM Specialty Compounds NV.

5.1.4.2 Gebruikte pull-controle strategie en het productieproces

De fabriek van DSM SC bestaat uit twee grote delen, enerzijds een magazijn en anderzijds een productiehal. In de productiehal worden de verschillende productvarianten gemaakt in meerdere productiestraten. Naast de goederenstroom van de onderdelen in de productiestraat zijn bij DSM SC vier andere goederenstromen te onderscheiden. Twee van deze goederenstromen gebeuren volledig intern en de andere twee goederenstromen extern.

Een eerste interne goederenstroom is het verplaatsen van grondstoffen van het magazijn naar de productiehal op het ogenblik dat de productiehal ze nodig heeft. Enkel het benodigde aantal grondstoffen voor de volgende productierun wordt aangevoerd. Het zenden van deze grondstoffen naar de productiehal gebeurt aan de hand van een MRP-planning. De tweede interne goederenstroom volgt de omgekeerde weg. De afgewerkte goederen die van de productiestraat komen, worden verplaatst naar het magazijn. Deze verplaatsing gebeurt aan de hand van een JIT-principe. De afgewerkte producten worden onmiddellijk na de afwerking op karren geplaatst en niet meer in een tussentijdse opslagplaats. Vanaf het ogenblik dat deze karren volgeladen zijn, wordt een signaal gegeven aan een magazijnier. Deze komt onmiddellijk de volle karren ophalen met een speciale wagen en zet terug lege karren in de plaats. Dit systeem beperkt het aantal handelingen. Bovendien gebeurt de overname van producten van de productiehal naar het magazijn juist op tijd doordat de tussenopslag van afgewerkte producten in een apart magazijn vermeden wordt. In het magazijn worden de goederen vervolgens opgeslagen tot de klant ze komt halen.

De handeling waarbij de klant of een transportfirma de afgewerkte producten uit het magazijn komt halen, vormt de eerste externe goederenstroom. In het magazijn ligt een grote voorraad gestockeerd op basis van geplande verkopen. Naast de afgewerkte producten bevindt zich eveneens een grote voorraadhoeveelheid grondstoffen in dit magazijn. De aanlevering van deze grondstoffen door leveranciers gebeurt volledig aan de hand van een MRP-planning en vormt de tweede externe goederenstroom.

DSM SC gebruikt voornamelijk een MRP-planning voor het beheer van het productieproces en de voorraden. De onderneming doet hiervoor geen beroep op een pull-controle strategie.

DSM SC heeft onderzoek laten uitvoeren naar de haalbaarheid van een volledige pull-controle strategie. Dit onderzoek gebeurde in het begin van 2003 door studenten uit Eindhoven in samenwerking met de verantwoordelijken van DSM SC. Zij hebben alle goederenstromen in kaart gebracht en geanalyseerd. Deze analyse resulteerde onder andere in het huidige gebruik van het JIT-principe in de tweede interne goederenstroom. Uit deze analyse bleek eveneens dat een pull-controle strategie voor DSM SC geen haalbare oplossing was voor het optimaliseren van de goederenstromen. Vanuit dit oogpunt is het interview met mevrouw Juliana Donné van DSM SC belangrijk. Zij kan immers vertellen welke redenen het gebruik van een pull-controle strategie onmogelijk maken.

5.2 Bespreking kritische factoren

5.2.1 Toewijding van het topmanagement

Ford Genk

Het initiatief voor de omschakeling naar een pull-controle strategie werd genomen door het topmanagement van Ford in de Verenigde Staten. Deze strategie is één van de onderdelen van het Ford Production System (FPS). Het is een productiesysteem dat opgebouwd wordt rond verschillende principes waarop het bedrijf beoordeeld wordt. Naast de pull-controle strategie zijn hierin onder andere de mate van teamwerk en het vereiste kwaliteitsprogramma terug te vinden. Met deze FPS-benadering trachtte het topmanagement in Amerika de ontstane kloof met de concurrentie te dichten.

De uitvoering van de implementatie werd gedelegeerd naar het management van Ford Genk. Het management delegeerde deze taak aan het SMF-team. Dit team was en is tevens verantwoordelijk voor de communicatie met en het opleiden van de werknemers op de werkvloer.

BMTech NV

De beslissing voor de implementatie van de pull-controle strategie werd genomen door het topmanagement. De beslissing was het gevolg van de neerwaartse spiraal waarin BMTech zich bevond. De klanten hadden klachten, de omzet was laag, ... De pull-controle strategie werd als ultieme reddingsmiddel beschouwd. Aangezien het belang van het slagen van de strategie groot was, besliste het management eveneens om in zee te gaan met het adviesbureau Zelco NV.

BMTech gebruikt een top-down benadering voor de implementatie van de pull-controle strategie. De implementatiebeslissing en de keuze voor het principe van orderlijsten met prioriteitsindices gebeurt op het hoogste niveau. De uitwerking van de strategie wordt naar beneden toe gedelegeerd.

De communicatie met de werknemers en het geven van de nodige trainingen valt bij BMTech onder de bevoegdheid van de heer Carlos De Neve.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden werkt volgens een lean-benadering en daarin vormt de pull-controle strategie een belangrijk aandachtspunt. Naar aanleiding van het werken volgens een lean-benadering werden enkele lean coördinatoren aangesteld.

Wanneer de lean coördinator de pull-controle strategie wil uitbreiden naar een ander deel van het productieproces of naar andere onderdelen, dan moet hij een kosten-baten analyse maken. Als uit deze analyse blijkt dat het voorgestelde project interessant kan zijn, krijgt de lean coördinator de goedkeuring van de leden van het topmanagement en de garantie dat hij op hun volle steun kan rekenen tijdens de implementatie.

Het topmanagement heeft de lean coördinator bovendien de verantwoordelijkheid gegeven om de communicatie met de werknemers op de werkvloer te bewaren. Waar de strategie geïmplementeerd wordt, worden door hem de vereiste infosessies gegeven.

DSM Specialty Compounds NV

Voor het verkrijgen van de goedkeuring voor een project, moeten projectleiders steeds een gunstige kosten-baten analyse inleveren bij het topmanagement. Zonder deze analyse zal de unanieme goedkeuring niet verkregen worden. Na de goedkeuring volgt de implementatie en op dat moment zijn de projectleiders zelf verantwoordelijk voor de communicatie tussen alle betrokken partijen.

Het topmanagement van DSM SC keurt niet alleen projecten goed, maar neemt zelf ook initiatieven om het productieproces te verbeteren. De beslissing voor het in kaart brengen van de goederenstromen was bijvoorbeeld een beslissing van het topmanagement en hieraan zijn verschillende projecten gewijd.

Conclusie

De toewijding van het topmanagement werd door alle geïnterviewden als een zeer belangrijke of zelfs belangrijkste factor beschouwd om een pull-controle strategie mogelijk te maken. Dit is in overeenstemming met de literatuur waar deze rol van het topmanagement ook als belangrijkste factor naar voor geschoven werd. Uit de interviews

blijkt dat deze toewijding verschillende aspecten kan bevatten. Deze aspecten omvatten steun, initiatief, kennis, delegeren en communicatie.

Het belangrijkste aspect is de onvoorwaardelijke steun van het topmanagement. Iedereen van de leidinggevenden moet achter de beslissing staan en op de hoogte zijn van de gevolgen en maatregelen. Bij sommige bedrijven is deze steun bij aanvang van de strategie aanwezig, aangezien de strategie door het topmanagement wordt opgelegd. In andere bedrijven wordt deze steun pas verkregen na het indienen van een gunstige kosten-baten analyse. Het voornaamste is echter het verkrijgen van de steun. Indien deze steun ontbreekt, zal de strategie niet geïmplementeerd geraken.

Bovendien vinden alle geïnterviewden een goede communicatie met de mensen op de werkvloer belangrijk. De werknemers op de werkvloer vormen de belangrijkste schakels om het systeem vlot te laten verlopen. Het is dus noodzakelijk dat zij overtuigd worden van het nut van de pull-controle strategie en zijn werking. Daarnaast moet het topmanagement tonen dat het rekening houdt met de opmerkingen van de werknemers en dat ze ernstig genomen worden.

De communicatie en het uitwerken van de strategie wordt in de vier bedrijven door het topmanagement gedelegeerd aan specialisten. Het topmanagement heeft de belangrijke rol om de juiste mensen als specialist aan te stellen. Wanneer de leiding gedelegeerd wordt aan onbekwame medewerkers, is de kans op een succesvolle implementatie klein.

5.2.2 Betrokkenheid van werknemers

Ford Genk

Na de implementatie van de pull-controle strategie kregen de werknemers te maken met een heel nieuw systeem. Om de werknemers vertrouwd te maken met dit syteem werd aan hen de nodige opleiding gegeven door het SMF-team. Elke nieuwe werknemer die

aangenomen wordt, krijgt dezelfde opleiding. In deze opleidingen wordt de werking van het systeem toegelicht en wordt getracht de werknemers de nodige discipline bij te brengen. Het bijbrengen van discipline is noodzakelijk aangezien de operator aan de lijn verantwoordelijk is voor het bestellen van het benodigde materiaal.

Ford Genk heeft ondervonden dat het bijbrengen van discipline via opleidingen niet eenvoudig is. Ten tijde van het oorspronkelijke kaartsysteem verloren werknemers kaarten, kaarten werden niet gepost, kaarten werden achtergehouden, tijdens het transport vlogen kaarten weg of kaarten raakten beschadigd. Het opsporen van de schuldige was onmogelijk en maatregelen konden daarom niet getroffen worden. Het controlemechanisme achter het huidige knoppensysteem blijkt een effectiever hulpmiddel om discipline van werknemers te verkrijgen.

Vanaf de invoering van de pull-controle strategie past Ford Genk het principe van jobrotatie toe en worden de werknemers onderverdeeld in teams. Momenteel kent elke werknemer ongeveer drie verschillende jobs. Voor de invoering van de pull-controle strategie bedroeg dit aantal slechts één. Het ideale scenario waarnaar gestreefd wordt, houdt in dat elke werknemer alle verschillende jobs binnen zijn eigen team kan uitvoeren.

BMTech NV

Op de werkvloer wordt bij BMTech onderscheid gemaakt tussen twee groepen werknemers. Eén groep bestaat uit de meestergasten en de andere groep bestaat uit de gewone werknemers. De meestergasten zijn verantwoordelijk voor een bepaald deel van het productieproces en zij hebben de leiding over enkele gewone werknemers.

Na de invoering van de pull-controle strategie werden de werknemers verantwoordelijk voor de uitvoering van de orders, de kwaliteitscontrole en het nauwkeurig registreren van voorraadwijzigingen. Het oorspronkelijke takenpakket werd met deze laatstgenoemde

taak uitgebreid. Ook het takenpakket van de meestergasten werd uitgebreid. Wanneer BMTech een nieuw product lanceert, zijn zij mede verantwoordelijk voor de keuze van de parameters in de formules van het bestelpunt en het UptoLevel.

Nauwkeurige registratie van de voorraadwijzigingen is een belangrijke taak van elke werknemer geworden. Als de werknemer deze taak niet accuraat uitvoert, dan verhindert dit de werking van het systeem. Deze voorraadregistratie is van cruciaal belang en de werknemer dient dit te beseffen. Tijdens de implementatie van de pull-controle strategie kregen de werknemers hierover de nodige inlichtingen en werd hen de mogelijkheid geboden om zelf ideeën aan te brengen.

Wat betreft de uitvoering van de orders veranderde er weinig voor de werknemers. Vroeger hingen de orders aan het Kanbanbord en kon vrij gekozen worden welk order gemaakt werd. Nu staan de orders op de afgedrukte orderlijst en moeten de werknemers deze orders eenvoudigweg uitvoeren. De vrijheid van de werknemers werd met de invoering van de pull-controle strategie beknot. Een werknemer kan enkel vrij kiezen uit de orders met eenzelfde prioriteitsindex. Deze werkwijze leverde in eerste instantie ergernis van de werknemers op en de bedrijfsleiding heeft hen moeten overtuigen van het nut.

De orderlijst doet eveneens dienst als controle-instrument. De vroegere Kanbankaarten boden geen enkele vorm van controle. Bij een eventueel verlies van kaarten kon de verantwoordelijke niet worden opgespoord. Sinds het gebruik van de orderlijst is geen discussie meer mogelijk. De werknemer werkt zijn orderlijst af. Indien hij dit niet doet en onderdelen met een hogere prioriteit overslaat, dan kan dit worden opgevolgd door de bedrijfsleiding en kan de werknemer gesanctioneerd worden. Deze controlemogelijkheid zorgt ervoor dat de werknemers zich extra inspannen en dat ze proberen de taken uit te voeren zoals hen gevraagd wordt.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden werkt voor een groot aantal onderdelen met een Kanbansysteem op basis van kaarten. Discipline van de werknemers is vereist, want het blijft eenvoudig om kaarten te laten verdwijnen en op die manier de werking van het systeem te verstoren. Na de invoering van het Kanbansysteem werden de werknemers dus medeverantwoordelijk voor het voorraadbeheer.

Wanneer problemen ontstaan met de kaarten door een gebrek aan discipline van de werknemers of wanneer het management problemen verwacht, wordt het vervangingssysteem met bakjes gebruikt. Deze bakjes zijn voorzien van een barcode zodat gecontroleerd kan worden wanneer een bakje uit het systeem verdwijnt. De werknemers weten dat controle mogelijk is en handelen plichtsbewuster. Deze oplossing is echter duurder dan het kaartensysteem en toont de invloed die werknemers kunnen uitoefenen. De werknemers worden betrokken bij de implementatie met de bedoeling hun volledige medewerking te verkrijgen.

Van de werknemers wordt, naast een voorbeeldige discipline, verwacht dat ze flexibel zijn. In een bepaalde cel wordt gestreefd naar een one-piece-flow en deze wordt geoptimaliseerd wanneer één werknemer alle bewerkingen in die cel voor zijn rekening neemt. Deze situatie komt meermaals voor bij Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden en werknemers moeten op dat ogenblik in staat zijn om meerdere taken uit te voeren. Hiervoor is kennis van alle machines die zich in de cel bevinden, nodig. Vroeger beheerste iedere werknemer één of twee taken. Tegenwoordig kent iedere werknemer ongeveer vijf tot zes verschillende taken. Om deze flexibiliteit van de werknemers te verkrijgen, hebben de werknemers de nodige opleidingen gekregen. Deze nieuwe benadering heeft voor- en tegenstanders, maar na een tijd legt iedereen zich gewoonlijk neer bij de nieuwe situatie indien deze niet als té ingrijpend ervaren wordt.

DSM Specialty Compounds NV

Aangezien DSM SC geen pull-controle strategie geïmplementeerd heeft, hebben zij geen bijzondere maatregelen getroffen voor hun werknemers. DSM SC hanteert de algemene regel dat de werknemers van in het begin bij elk project betrokken worden en indien nodig een specifieke training ontvangen.

Conclusie

De werknemers zijn, naast het topmanagement, een belangrijke schakel. Het zijn de werknemers die dagelijks in contact komen met de pull-controle strategie. Dit heeft als gevolg dat de werknemers de grootste invloed kunnen uitoefenen op de eigenlijke werking van de strategie. Indien zij niet bereid zijn om de opgelegde taken accuraat uit te voeren, kan de pull-controle strategie niet succesvol geïmplementeerd worden.

De werknemers worden bij de vier bedrijven van in het begin van de implementatie nauw betrokken. De bedrijven houden rekening met de opmerkingen van de werknemers en proberen een strategie te ontwikkelen die door alle werknemers goedgekeurd wordt. Op deze manier proberen de vier bedrijven de bereidheid en betrokkenheid van werknemers te verkrijgen.

Door het gebruik van een pull-controle strategie krijgt elke werknemer meer verantwoordelijkheid. Het voorraadbeheer behoort na de invoering van de strategie tot zijn takenpakket. Om de werknemer vertrouwd te maken met het voorraadbeheer worden door alle bedrijven de nodige trainingen en opleidingen gegeven. Deze opleidingen worden door alle geïnterviewden beschouwd als een cruciaal element.

Deze opleidingen bevatten specifieke trainingen om de werknemer vertrouwd te maken met de nieuwe taken die hij zal moeten uitvoeren. Deze nieuwe taken vereisen van een werknemer dat hij veelzijdiger en flexibeler wordt. De veelzijdigheid wordt niet enkel

bereikt door de opleidingen. Jobrotatie, teamwerk en on-the-job training zijn andere middelen die toegepast worden.

Naast de specifieke training wordt in de opleidingen de nadruk gelegd op de extra verantwoordelijkheid van de werknemer. Deze extra verantwoordelijkheid vereist immers de nodige discipline van de werknemers. In de opleidingen wordt getracht de nodige discipline bij te brengen. Dit blijkt echter geen eenvoudige opdracht te zijn. Zowel bij Ford Genk, BMTech als Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden worden problemen ondervonden met het correct behandelen van de kaarten uit het pull-controle systeem. Ford Genk en BMTech hebben het systeem zo aangepast dat de handelingen van werknemers gecontroleerd kunnen worden. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden beschikt over een alternatief systeem met controlemogelijkheid wanneer het problemen vaststelt in de werking van het originele systeem. Het inbouwen van een controleapparaat levert bevredigende resultaten op. Het besef bij de werknemers dat controle mogelijk is, doet hen plichtsbewuster werken en dit komt de werking van de pull-controle strategie ten goede.

5.2.3 Implementatiekenmerken

Ford Genk

De implementatie van het pull-controle systeem in 1999 werd grotendeels aan de bedrijven zelf overgelaten, maar gebeurde onder het toeziend oog en met de nodige assistentie van specialisten van het moederbedrijf in Dearborn. Ford Genk testte dit systeem eerst uit in een pilootafdeling, nl. de deurenstraat. De belangrijkste vereiste om het systeem tijdens het testen op punt te stellen, is inspraak van alle betrokken partijen.

Telkens wanneer zich tijdens de testfase een probleem voordeed, werden afgevaardigden van alle betrokken partijen samengeroepen en werd het probleem uitgelegd. Vervolgens werd gezamenlijk naar een goede oplossing gezocht. Op die manier werd de testafdeling

geoptimaliseerd. Van deze testafdeling werden de resultaten nauwkeurig bijgehouden en geanalyseerd. De resultaten bleken gunstig en na goedkeuring van alle betrokkenen werd het systeem toegepast in de hele fabriek. Huidige aanpassingen en verbeteringen worden steeds getest op de testafdeling en na goedkeuring geïmplementeerd in het hele bedrijf.

BMTech NV

Met de implementatie werd gestart in 2002 en BMTech kreeg de hulp van adviesbureau Zelco NV. BMTech vond het belangrijk om een analyse van specialisten te ontvangen. De resultaten van de bedrijfsdoorlichting werden door Zelco NV in rapporten gegoten en de heer De Neve heeft vervolgens aan de hand van deze rapporten een eigen analyse gemaakt van de verschillende onderdelen, goederenstromen en de plaatsing van de stockpunten. In deze analyse werd de praktische haalbaarheid van de voorgestelde resultaten onderzocht. Na het opstellen van de analyse werd met de eigenlijke implementatie gestart.

De implementatie van de pull-controle strategie verliep bij BMTech geleidelijk. De strategie werd uitgetest voor een beperkte groep van producten in de laatste afdeling van het productieproces, de verzendingsafdeling. Voor deze producten werden de formules van bestelpunt en UptoLevel gebruikt en werd een eindvoorraad, inclusief veiligheidsvoorraad, aangelegd. De resultaten van deze test waren positief aangezien de leverperformantie voor deze producten verbeterde. Na deze bevredigende test werd besloten om de schilder- en namontage-afdeling eveneens aan te sturen met de pull-controle strategie. Verder werd de strategie toegepast op een groter aantal producten. Vervolgens werd de montage-afdeling omgevormd en daarna de machine-afdeling. Elke uitbreiding werd aangepakt als een nieuw deelproject. Een deelproject met een gunstig eindrapport werd behouden en voor een deelproject met een negatief resultaat behield BMTech het MRP-systeem. Uiteindelijk nam het hele implementatieproces ongeveer één jaar in beslag.

Voor, tijdens en na de uitvoering van de deelprojecten werd onderhandeld met al de betrokken partijen. Tijdens deze onderhandelingen werd geluisterd naar de verzuchtingen van de verschillende partijen. Vervolgens werd steeds getracht om tot een aanvaardbaar compromis te komen om op die manier moeilijkheden aan de productielijnen te minimaliseren.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

Wanneer Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden de implementatie van een pull-controle strategie voor bepaalde onderdelen beoogt, gebeurt deze implementatie steeds op dezelfde manier. De lean-coördinator voert een grondige analyse uit. Na de goedkeuring van deze analyse door het management wordt begonnen met een testproject. Bij de aanvang van dit testproject worden de opmerkingen van operatoren aan de lijn in beschouwing genomen. De tussentijdse resultaten dienen nauwkeurig bijgehouden te worden en wanneer blijkt dat een onderdeel uit voorraad dreigt te raken, moet snel ingegrepen worden. Indien de beoordeling van het testproject gunstig is, zal het management opnieuw zijn goedkeuring geven en mag het project definitief aanvangen. Voor de analyses en de implementatie doet Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden geen beroep op consultant- of adviesbureaus. Het implementatieproces ligt volledig in handen van de lean-verantwoordelijken.

Wanneer de implementatie van een pull-controle strategie succesvol blijkt te zijn, wordt deze strategie continu verbeterd. De lean-coördinatoren proberen bijvoorbeeld de Kanbanhoeveelheden beter te bepalen aan de hand van het historisch verbruik en het toekomstig, verwacht verbruik. Door het nauwkeuriger bepalen van deze hoeveelheden kan de voorraad extra gereduceerd worden.

DSM Specialty Compounds NV

Aangezien DSM SC geen pull-controle strategie invoerde, is de bespreking van deze factor niet relevant.

Conclusie

Net zoals in de literatuur verschillen de opvattingen met betrekking tot de hulp van adviesbureaus. Enkel BMTech doet beroep op een adviesbureau. De hulp van adviesbureaus moet genuanceerd worden. Zij kunnen goede analyses en rapporten maken, maar de eigenlijke implementatie moet door de bedrijven zelf gebeuren. De geïnterviewde bedrijven voeren hiertoe de nodige analyses uit. Voor het opstellen van deze analyses en het uitvoeren van de implementatie zijn specialisten uit de eigen onderneming vereist.

Het implementatieproces wordt steeds aangevat met een testfase. Deze testfase dient uitgevoerd te worden op onderdelen of producten die gunstige kenmerken vertonen om een pull-controle strategie toe te passen. Welke kenmerken dit zijn, wordt besproken in één van de volgende factoren. Het testen van de strategie op deze onderdelen of producten laat toe om de werking te optimaliseren en op die manier de nodige kennis op te bouwen om in een later stadium de pull-controle strategie eveneens te gebruiken voor minder gunstige onderdelen of producten. Om de werking te optimaliseren is het noodzakelijk dat tussentijdse resultaten worden bijgehouden en aanpassingen worden aangebracht. Nadat de testfase wordt goedgekeurd door alle betrokken partijen wordt de strategie geleidelijk uitgebreid. Enkel Ford Genk kon na de positieve beoordeling van de testafdeling de pull-controle strategie uitbreiden naar de hele fabriek. Dit is een gevolg van de aanwezigheid van een flowshop layout, toegewezen lijnen per product en een kleine productvariatie.

Naast een geleidelijke implementatie is het betrekken van de werknemers bij de implementatie belangrijk. Een systeem dat de werkmethode van werknemers verandert, zal altijd tegenstand ondervinden. Het betrekken van de werknemers tijdens de implementatie probeert de weerstand te minimaliseren door blijk te geven van de nodige aandacht voor de opmerkingen van werknemers. Een andere partij die de onderneming bij de implementatie moet betrekken, is de vakbond. Wanneer bedrijven veranderingen doorvoeren die een invloed hebben op de werknemers, moet steeds het akkoord van de vakbonden verkregen worden.

5.2.4 Leveranciers

Ford Genk

Het opbouwen van stevige relaties tussen de leveranciers en Ford Genk wordt gedaan door de werknemers van de Supply Chain-afdeling. Om het eigen pull-controle systeem goed te laten verlopen, verwacht Ford Genk dat hun leveranciers leveren op de afgesproken tijdstippen.

Ford Genk kan als groot bedrijf belangrijke druk uitoefenen op zijn leveranciers. Voor bepaalde leveranciers is Ford Genk de grootste afnemer en in sommige gevallen bedraagt hun afname meer dan vijfenzeventig procent van de totale afname voor die leverancier. Het is begrijpelijk dat zulke leveranciers Ford Genk niet willen verliezen als klant en zij zullen sneller geneigd zijn om de eisen die Ford Genk stelt in te willigen. Ford Genk verlangt van zijn leveranciers dat ze binnen bepaalde tijdstippen (time windows) leveren. De leveranciers hebben een half uur tijd om hun vrachtwagen te lossen en plaats te maken voor de volgende leverancier. Op die manier vermijdt Ford Genk het ontstaan van wachtrijen van vrachtwagens aan de losplaatsen en kan de goederenstroom op deze locatie eveneens geoptimaliseerd worden. De tijdstippen waarop de vrachtwagens aankomen, wordt bijgehouden en wanneer een leverancier meermaals te laat komt, kan hij zijn recht om aan Ford Genk te leveren verliezen. Wanneer bovendien de lijn

stilgelegd moet worden door een laattijdige levering van een bepaalde leverancier, wordt de kost, hieraan verbonden, verhaald op die leverancier.

Een ander aspect dat Ford Genk van zijn leveranciers verlangt, is het afdrukken van een leveringsrapport op vastgelegde tijdstippen. Deze leveringsrapporten zijn terug te vinden op een gemeenschappelijke server. De tijdstippen waarop de rapporten afgedrukt moeten worden, worden door Ford Genk vastgelegd en worden bepaald aan de hand van het verbruik. Daarnaast stelt Ford Genk eisen aan zijn leveranciers in verband met de verpakking van de onderdelen. De geleverde containers of bakken moeten precies hetzelfde zijn als de containers of bakken die Ford Genk gebruikt. Bovendien moet in elke container of bak de overeengekomen hoeveelheid liggen. De leveranciers krijgen hierover de nodige richtlijnen en dienen deze strikt op te volgen. De leverancier moet zich flexibel opstellen.

Uit de literatuur blijkt dat het gebruik van een pull-controle strategie door een onderneming niet veel voordelen oplevert voor haar leveranciers. Bovendien draaien deze leveranciers zelf voor een groot deel van de kosten op omdat ze een hogere kwaliteit en frequenter moeten leveren. Deze theorie lijkt bevestigd te worden. De heer Aerts van Ford Genk beweert echter dat het systeem voordelig is voor hun leveranciers.

Een eerste voordeel dat de heer Aerts aanhaalt, is het feit dat een leverancier minder voorraad moet aanhouden. Vroeger leverde een leverancier bijvoorbeeld elke twee dagen een grote hoeveelheid onderdelen. Bijgevolg moest de eindvoorraad van deze onderdelen aanzienlijk zijn. Sinds het gebruik van de pull-controle strategie levert diezelfde leverancier twee keer per dag en is zijn benodigde eindvoorraad beduidend kleiner. Daarenboven kan de leverancier zijn eigen productieproces veel beter op de eisen van Ford afstellen aan de hand van de accurate informatie die ontvangen wordt. Hierdoor kan naast de eindvoorraad, ook de voorraad binnen het productieproces beperkt worden.

Een tweede voordeel waar de leveranciers van kunnen genieten, is de betere opvulling van de vrachtwagens. Dit lijkt contradictorisch omdat ze tegenwoordig meerdere keren kleinere hoeveelheden moeten leveren. In samenwerking met de firma DHL stippelt Ford Genk de routes van de leveranciers zorgvuldig uit. Op die manier wordt meestal met volle vrachtwagens gereden. Om dit mogelijk te maken worden eventueel de vrachten van verschillende leveranciers gecombineerd.

Het laatste voordeel ontstaat door het gebruik van de tijdvensters. Wanneer een leverancier binnen zijn tijdvenster aankomt, staan werknemers klaar om te helpen bij het lossen. Het voordeel van de leverancier bestaat erin dat zijn levertijd op die manier tot een minimum beperkt kan worden.

De leveranciers van de belangrijkste onderdelen liggen zeer dicht bij de fabriek. Deze leveranciers zijn gevestigd op het aanpalende industrieterrein en kunnen op die manier snel inspelen op eventuele kleine wijzigingen in de dagelijkse productieplanning van Ford Genk. Enkele onder hen zijn zo dicht bij de fabriek gelegen dat ze gebruik kunnen maken van de transportband die rechtstreeks tot aan de productielijnen van Ford Genk loopt. Indien aan de transportband een defect optreedt, beschikt Ford Genk over een noodplan. In die situatie worden de onderdelen met kleine vrachtwagens snel ter plaatse gebracht.

Ford Genk maakt daarnaast gebruik van vijf Cross Docking Centers (CDC's). Het gebruik van de CDC's laat Ford Genk toe om met kleine leveranciers te werken die niet in de nabijheid van de fabriek zelf gelegen zijn. De CDC's zijn grote opslagplaatsen, gelegen in Frankrijk, Duitsland, Engeland, Nederland en België op een afstand van Ford Genk die in één dag overbrugd kan worden. Voor het transport vanuit deze vijf opslagplaatsen werkt Ford Genk eveneens samen met de firma DHL. DHL waarborgt de correcte uitvoer van de leveringen. De verantwoordelijkheid van een tijdige levering verschuift op die manier van de kleine leverancier naar DHL.

BMTech NV

De leveranciers van BMTech kunnen worden onderverdeeld in twee groepen: de leveranciers van de metalen platen en de leveranciers van de koopdelen. De leveranciers van de metalen platen zijn als een aparte groep te beschouwen aangezien de macht van de metaalleveranciers groot is. De metaalleveranciers beschouwen BMTech als een kleine klant en leggen hun voorwaarden aan BMTech op, bijvoorbeeld een levertijd van minstens zeven werkdagen. Bovendien zijn de staalprijzen de laatste maanden sterk toegenomen en probeert BMTech metalen platen tegen de laagste prijs te bestellen. Op die manier kan BMTech geen hechte band opbouwen met een bepaalde metaalleverancier waardoor de kans op frequentere leveringen met kleinere hoeveelheden extra klein wordt. De macht van deze leveranciers heeft als gevolg dat BMTech genoodzaakt is om grote voorraden metalen platen aan te houden en de bestelling uit te voeren aan de hand van een MRP-systeem.

BMTech beschikt over een driehonderdtal leveranciers voor koopdelen. Met koopdelen worden onder andere schroeven, lampjes, stickers, ... bedoeld. Het is de taak van de aankoopafdeling om met deze leveranciers een lange termijnrelatie op te bouwen en gunstige voorwaarden te bereiken. Tijdens het onderhandelen stelt BMTech een schatting van de afnamehoeveelheid voor het volgende half jaar voor zodat de leverancier hiermee rekening kan houden bij zijn eigen productieplanning. Aan de meest belangrijke leveranciers kent BMTech zelfs een afnamegarantie toe. Het toekennen van deze afnamegarantie vormt een extra troef om gunstige voorwaarden van de leverancier te bekomen.

Ondanks deze extra troef heeft BMTech het moeilijk om gunstige voorwaarden af te dwingen. De kortste levertermijn bij BMTech bedraagt drie dagen. Enerzijds is BMTech voor vele leveranciers maar een kleine afnemer en anderzijds speelt het feit dat BMTech actief is in de toeleveringssector een rol. Dit laatste punt houdt in dat BMTech soms verplicht wordt om met een bepaalde leverancier in zee te gaan omdat de klant

onderdelen van die leverancier in zijn eindproduct wenst. Indien het werken met deze leverancier grote problemen oplevert, dan zal met de klant onderhandeld worden. De klant kan vervolgens toestaan dat BMTech zelf een andere leverancier voorstelt waarbij deze problemen omzeild worden. Een andere mogelijke oplossing bestaat erin dat de klant een deel van de extra kosten zelf draagt.

In vergelijking met grote ondernemingen lijkt de situatie voor BMTech niet gunstig om de pull-controle strategie uit te breiden naar de leveranciers. Wanneer BMTech echter vergeleken wordt met andere bedrijven van dezelfde grootte, blijkt het een voordeel te hebben. BMTech werkt immers samen met grote klanten en deze klanten kunnen toch enige druk uitoefenen op de leveranciers van BMTech. Wanneer een leverancier van BMTech niet stipt levert of zijn levertijden te lang zijn, zal die leverancier niet meer de voorkeur wegdragen van de grote klant. In dat geval zou die leverancier een groot deel van zijn omzet kunnen verliezen. In vergelijking met andere bedrijven die niet in opdracht van grote klanten werken, schuilt in dit feit de kans van BMTech om gunstigere voorwaarden af te dwingen bij deze leveranciers.

Aangezien de kortste levertermijn bij BMTech drie dagen bedraagt, speelt de afstand van de leveranciers een minder bepalende rol. De bereidheid van leveranciers om de onderdelen zelf te vervoeren, is belangrijker voor BMTech. Sommige kleine leveranciers die ver van de fabriek liggen, wensen dat BMTech zelf zijn onderdelen komt halen. Deze zeer dure oplossing probeert BMTech zoveel mogelijk te vermijden. In enkele gevallen wordt dit probleem opgelost doordat de klanten, bijvoorbeeld Atlas Copco, van BMTech hun vervoer uitbesteden. Deze klanten huren een transportbedrijf in dat ervoor zorgt dat BMTech tijdig over de onderdelen beschikt. De afstand blijft wel een bepalende rol spelen voor onderdelen waarvan de leveranciers zich enkel in het buitenland bevinden. Door de lange transporttijd en de geringe invloed van BMTech op die leveranciers zal de levertijd aanzienlijk zijn met als gevolg dat BMTech van deze onderdelen een grote voorraad nodig heeft.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

Leveranciers leveren momenteel hun onderdelen op basis van een MRP-systeem. De trend gaat evenwel in de richting van Vendor Managed Inventory (VMI). Dit houdt in dat de leverancier aan de hand van een minimum- en maximumhoeveelheid kan zien wat de behoefte van Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden is. Wanneer de minimumhoeveelheid bereikt wordt, wordt van de leverancier verwacht dat hij onmiddellijk levert. Deze werkwijze bevindt zich momenteel in een testfase. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden verwacht weinig problemen tijdens de invoering van het nieuwe bestelsysteem aangezien de totale afnamehoeveelheid bij eenzelfde leverancier hetzelfde blijft.

Wel worden problemen verwacht bij de invoering van kleinere afnamehoeveelheden per levering. Voor vele leveranciers zijn kleine afnamehoeveelheden niet realiseerbaar tegen een aanvaardbare kostprijs. Zij zullen hun eigen productieproces niet aanpassen aan de wensen van Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden, aangezien het geen grote afnemer is. De minimumafname van staal komt voor Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden bijvoorbeeld overeen met de voorraad voor een half jaar. De staalleveranciers wijken niet van deze afnamehoeveelheid af en Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden wordt zo verplicht om een hele grote voorraad staal aan te houden.

DSM Specialty Compounds NV

De leveranciers van DSM SC liggen zeer verspreid. De geproduceerde granulaatkorrels vereisen grondstoffen die slechts bij enkele leveranciers ter wereld te verkrijgen zijn. Bepaalde grondstoffen worden daarom over zee vervoerd en de levertermijn van deze grondstoffen bedraagt minstens zes weken. Deze termijn is te lang om grondstoffen met het pull-principe aan te leveren. Zou het pull-principe in deze situatie toch toegepast worden, zou de veiligheidsvoorraad groot moeten zijn.

Voor enkele leveranciers die in de nabijheid van DSM SC liggen, zou een pull-controle strategie uitgewerkt kunnen worden. Om te bepalen welke leveranciers in aanmerking kunnen komen, moet rekening gehouden worden met de afstand én met de belangrijkheid van de leverancier. DSM SC maakt een onderscheid tussen kritische leveranciers en leveranciers die grondstoffen leveren waarvan de levertermijn niet zo strikt dient te zijn. Deze grondstoffen worden gebruikt in eindproducten voor minder belangrijke klanten. Het topmanagement van DSM SC wil het risico niet lopen dat niet gereageerd kan worden op een spoedorder van belangrijke klanten en zal voor de kritische leveranciers daarom geen pull-controle strategie overwegen. Enkel de minder kritische leveranciers die in de nabijheid van DSM SC liggen komen in aanmerking voor het toepassen van een pull-controle strategie.

Conclusie

Leveranciers kunnen ervoor zorgen dat het gebruik van een pull-controle strategie voor het aanleveren van onderdelen en grondstoffen onmogelijk wordt. De afstand en de bereidheid om vaker kleine hoeveelheden te leveren, vormen de belangrijkste oorzaken.

Hoe groter de afstand tussen leveranciers en de implementerende onderneming, hoe meer veiligheidsvoorraad deze laatste partij moet aanhouden. Bij een toenemende afstand zal de effectiviteit van de pull-controle strategie dalen. Indien de afstand zo groot wordt dat de pull-controle strategie meer voorraad zal creëren dan een push-strategie, wordt best niet overgeschakeld naar een pull-controle strategie. De grootte van deze cruciale afstand is afhankelijk van het bedrijf. Indien de implementerende onderneming over voldoende financiële middelen beschikt, kan de oplossing met Cross Docking Centers, zoals gebruikt door Ford Genk, overwogen worden. De voorraad blijft opgeslagen in dat magazijn en op die manier kan de voorraad aan de productielijnen beperkt worden. De nabijheid van de belangrijkste leveranciers blijft echter het beste scnenario om met een pull-controle strategie te werken.

Het ontbreken van de bereidheid van leveranciers om frequenter kleinere hoeveelheden te leveren kan eveneens het gebruik van een pull-controle strategie verhinderen. Wanneer leveranciers niets aan het eigen productie- of leverproces wil veranderen en de voorwaarden streng zijn, zoals bijvoorbeeld bij de metaalleveranciers, dan kan voor deze onderdelen geen pull-controle strategie worden toegepast. De bereidheid van leveranciers kan bekomen worden door het opbouwen van een hechte relatie die beide partijen voordelen oplevert. Bij Ford Genk en BMTech wordt deze taak onderhouden door een getrainde afdeling. Het opbouwen van een hechte relatie en de daaraan verbonden gunstige levervoorwaarden blijkt niet enkel afhankelijk te zijn van het inzetten van een getrainde afdeling. De grootte van de onderneming en de bijhorende afnamehoeveelheid spelen hierin een belangrijke rol. De onderneming moet als een belangrijke klant beschouwd worden vooraleer de leveranciers wijzigingen in hun levervoorwaarden zullen doorvoeren. In de toeleveringssector kunnen kleine ondernemingen profiteren van de belangrijkheid van hun klanten om gunstige voorwaarden te bekomen, al blijft deze invloed gering.

5.2.5 Onderhoud

Ford Genk

Ford Genk besteedt veel aandacht aan het onderhoud van de werkvloer en de machines. Binnen ieder team wordt elke dag een ander teamlid aangeduid dat verantwoordelijk is voor het proper houden van de werkvloer. Iedere werknemer is vertrouwd met housekeeping-taken. In combinatie met de fabriekslayout en het zeer lage gebruik van heftrucks weet Ford Genk een overzichtelijke, veilige werkvloer te behouden.

Voor het onderhoud van de machines werkt Ford Genk met een eigen onderhoudsafdeling. Alle machines moeten op vaste tijdstippen nagekeken en onderhouden worden. De vaste tijdstippen kaderen in het Total Preventive Maintenance principe (TPM) dat Ford Genk toepast. Op die manier probeert Ford Genk defecten aan machines te voorkomen. De

onderhoudsafdeling probeert de onderhoudswerken zoveel mogelijk te plannen tijdens de dagelijkse lijnstilstand. Deze bedraagt tweemaal tien minuten en éénmaal twintig minuten.

BMTech NV

BMTech trof geen extra onderhoudsmaatregelen. In de onderneming werd vóór de implementatie van de pull-controle strategie reeds gebruik gemaakt van het TPM-principe. Machine-onderdelen worden preventief vervangen om te voorkomen dat de machine kan stilvallen. De enige aanpassing met betrekking tot onderhoud is het feit dat een investering voor cruciale machine-onderdelen sneller wordt toegekend.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden plaatst onbetrouwbare machines niet in een cel. Indien een defect optreedt, leidt dit immers tot grote productieverliezen. Machines die weleens getroffen worden door defecten, zullen bij Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden gebruikt worden als alleenstaande machines. De reden hiervoor ligt in het feit dat de operator van die machine bij een eventueel defect op een andere locatie ingeschakeld kan worden.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden probeert zijn machinepark goed te onderhouden zodat een defect niet kan optreden. Binnen het bedrijf wordt daarom de nodige aandacht geschonken aan TPM. De TPM-activiteiten worden verdeeld onder de operatoren aan de lijn, de onderhoudsafdeling en de procesingenieurs. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden werkt niet met specialisten die zich uitsluitend bezighouden met TPM.

DSM Specialty Compounds NV

DSM SC werkt voor het verplaatsen van afgewerkte producten uit de productiehal naar het magazijn volgens een JIT-principe. De voertuigen die hiervoor gebruikt worden, worden onderhouden aan de hand van TPM.

Naast TPM wordt bij DSM SC ook aan housekeeping gedaan. Werknemers op de vloer zijn zelf verantwoordelijk voor het proper houden van de vloer en de omgeving.

Conclusie

De vier bedrijven leggen de nadruk op het goed functioneren van de machines als een basisvereiste voor het gebruik van een pull-controle strategie. TPM lijkt hiervoor het aangewezen onderhoudsprogramma te zijn aangezien TPM in de vier bedrijven wordt toegepast. Tussen het gebruik van een pull-controle strategie en het gebruik van TPM wordt echter geen oorzakelijk verband gevonden. BMTech werkte bijvoorbeeld voor de omschakeling naar een pull-controle strategie reeds met TPM en Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden beperkt de TPM-activiteiten niet tot de machines die voor de pull-controle strategie gebruikt worden. Wel kan besloten worden dat een degelijk onderhoudsprogramma vereist is wanneer een onderneming een pull-controle strategie wil toepassen. Bedrijven die niet beschikken over een degelijk onderhoudsprogramma zullen na de implementatie van een pull-controle strategie problemen ondervinden.

Housekeeping-taken blijken niet noodzakelijk te zijn voor het slagen van een pull-controle strategie, maar kunnen bijdragen tot de optimalisering van de strategie. Problemen kunnen in een propere en overzichtelijke omgeving immers sneller gedetecteerd en opgelost worden.

5.2.6 Kwaliteit

Ford Genk

In Ford Genk worden verschillende onderdelen in volgorde aangeleverd. Een grijze deur zal bijvoorbeeld net aankomen op het moment dat deze ingebouwd moet worden in een grijze wagen. De kwaliteit van de onderdelen en van de auto op de assemblagelijn is in dat systeem zeer belangrijk.

Kwaliteitsproblemen met betrekking tot de onderdelen worden bij Ford Genk gemeld aan een speciale kwaliteits- en inspectieafdeling. Deze afdeling zal het beschadigde onderdeel onderzoeken en proberen vast te stellen waar de oorzaak ligt. De overige onderdelen uit dezelfde verpakking worden vervolgens gecontroleerd. Beschadigde onderdelen worden uit productie genomen en indien mogelijk herwerkt. Het herwerken gebeurt in een interne nabewerkingsafdeling. Over alle beschadigde onderdelen worden kwaliteitsrapporten bijgehouden. Deze rapporten worden verder opgevolgd en indien nodig worden maatregelen getroffen.

Voor de kwaliteit van het productieproces zijn alle teamleden verantwoordelijk. Elk team draagt de verantwoordelijkheid over een klein deel van het productieproces. Eventuele problemen worden voorgelegd aan het hele team en de leden van het team trachten gezamenlijk tot een oplossing te komen. Zij worden hiervoor bijgestaan door een ervaren teambegeleider. Deze samenwerkingsvorm kan beschouwd worden als een vorm van kwaliteitscirkels waarbij alle werknemers betrokken worden. Indien het team zijn eigen probleem niet kan oplossen, worden in hiërarchische volgorde de supervisor, de superintendent, de areamanager en tenslotte de directeur ingeschakeld. De areamanager is verantwoordelijk voor het continu verbeteren van het productieproces. Hij houdt gegevens bij van de huidige situatie en tracht in samenspraak met de betrokken partijen verdere verbeteringen aan te brengen. Het overleg met alle betrokken partijen gebeurt aan de hand van kwaliteitsmeetings.

BMTech NV

De techniek die BMTech toepast om de kwaliteit van de producten te waarborgen, is die van de zelfcontrole. Dit houdt in dat een werknemer de door hem bewerkte producten controleert op eventuele defecten en indien mogelijk de gewenste aanpassingen aanbrengt. BMTech heeft vertrouwen in zijn werknemers voor het uitvoeren van deze taak. Het totale personeelsbestand telt immers maar twee kwaliteitscontroleurs en één kwaliteitsingenieur. Om het principe van zelfcontrole te gebruiken, is het noodzakelijk dat elke werknemer de kwaliteitsstandaarden kent. De werknemers krijgen daarom de nodige informatie. BMTech bevindt zich in een bevoorrechte situatie om het principe van zelfcontrole toe te passen. De gemiddelde leeftijd op de werkvloer is 45 jaar en de werknemers zijn zeer ervaren. Zij kunnen snel een probleem vaststellen en zijn in staat om de nodige herstellingen uit te voeren.

Vanaf het ogenblik dat een werknemer het probleem niet kan oplossen, wordt een kwaliteitscontroleur aangesproken. De kwaliteitscontroleur onderzoekt de oorzaak van het defect en zal het vervolgens herstellen. Daarnaast houdt de kwaliteitscontroleur kwaliteitsrapporten bij en hij probeert de kans op een defect te verkleinen. De taak van de kwaliteitsingenieur bestaat uit de behandeling van klachten en uit het onderzoek van de oorzaak van de klacht.

De klanten van BMTech eisen een maximum defectenlast van duizend parts per million (ppm). Deze waarde komt overeen met een six sigma level van 4,59. BMTech probeert aan deze waarde te voldoen, maar zij zijn niet obsessief bezig met het verbeteren van dit six sigma level. Zij trachten te blijven op het hoge kwaliteitsniveau waar ze zich bevinden. Naast het aantal ppm eisen de klanten ook een leverbetrouwbaarheid van 98%. Deze waarde is vrij hoog en wordt door BMTech niet bereikt. Bij BMTech schommelt deze waarde rond 90%. Het benaderen van deze twee kwaliteitseisen is voor BMTech van groot belang. Indien BMTech ver beneden deze waarden blijft, verliezen zij het recht om aan de klant te leveren.

De koopdelen die BMTech van de leveranciers ontvangt, worden niet aan een kwaliteitscontrole onderworpen. BMTech gaat ervan uit dat de leverancier een kwalitatief hoogstaand product aflevert. Indien een werknemer tijdens de zelfcontrole in de namontage-afdeling toch een defect ontdekt, zal de werknemer dit defect trachten te herstellen en wordt eveneens een kwaliteitsrapport bijgehouden. Wanneer blijkt dat defecte onderdelen steeds van eenzelfde leverancier komen, wordt de samenwerking met deze leverancier stopgezet.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

Kwaliteitsproblemen worden bij Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden opgelost aan de hand van six sigma projecten. Deze six sigma projecten worden geleid door de kwaliteitsafdeling. Een vereiste om tot deze kwaliteitsafdeling te behoren, is het behalen van een yellow belt certificaat. Daarnaast bezitten enkele operatoren op de werkvloer eveneens dit certificaat. De procesingenieurs behoren eveneens tot de kwaliteitsafdeling en zijn green belt gecertificeerd. Daarnaast bezitten enkele specialisten in de kwaliteitsafdeling een black belt certificaat.

Het oplossen van bepaalde kwaliteitsproblemen gebeurt in samenwerking met operatoren op de werkvloer. Zij onderzoeken aan de hand van enkele gerichte vragen waar het probleem zijn oorsprong vindt en zij proberen dit probleem als team op te lossen. Dit teamwerk gebeurt nog sporadisch en kan beschouwd worden als de beginfase van het werken met kwaliteitscirkels.

DSM Specialty Compounds NV

Naar aanleiding van het JIT-principe veranderde de kwaliteitszorg niet. Operatoren en magazijniers controleren de verpakkingen en kennen de strenge kwaliteitseisen aangezien deze niet gewijzigd zijn.

Conclusie

Kwaliteit wordt door alle bedrijven als een belangrijke factor beschouwd voor het gebruik van een pull-controle strategie. Zowel de kwaliteit van de onderdelen als van het proces zijn belangrijk.

Ondernemingen moeten beschikken over werknemers die gespecialiseerd zijn op het gebied van kwaliteit. Het aantal gespecialiseerde werknemers kan beperkt worden indien alle werknemers op de werkvloer een actieve bijdrage leveren aan de kwaliteitszorg. Deze gespecialiseerde werknemers moeten in staat zijn om de kwaliteitsproblemen op te lossen. Daarnaast hebben zij de taak om kwaliteitsrapporten bij te houden. Aan de hand van deze rapporten kan de kwaliteit in een onderneming continu verbeterd worden. Het continu verbeteren van de kwaliteit blijkt geen vereiste te zijn. In het geval de onderneming zich op een aanvaardbaar kwaliteitsniveau bevindt, blijken verbeteringen aan de kwaliteit de pull-controle strategie enkel te optimaliseren.

De gebruikte kwaliteitstechnieken ter verbetering van het productieproces zijn kwaliteitscirkels en six sigma. Het gebruik van kwaliteitscirkels laat toe om snel te reageren indien kwaliteitsproblemen optreden en lijkt een goede techniek te zijn aangezien het alle werknemers op de werkvloer bewust maakt van kwaliteit.

Voor de controle van de kwaliteit van onderdelen wordt in de meeste gevallen beroep gedaan op het principe van zelfcontrole. Het eventuele herstel van beschadigde onderdelen kan enerzijds door de werknemers aan de lijn gebeuren en anderzijds door gespecialiseerde kwaliteitsmensen. Indien het herstel uitgevoerd wordt door werknemers aan de lijn is kennis en ervaring vereist.

5.2.7 Product en Onderdelen

Ford Genk

Bij Ford Genk zijn vier verschillende groepen onderdelen te onderscheiden. De indeling gebeurt op basis van de soort en de grootte van de onderdelen:

1. De bulkmaterialen, waaronder verf, lijm, olie, benzine/diesel, ...
2. De softcard delen of de kaartdelen. Dit zijn de kleine delen die handmatig gevoed kunnen worden.
3. De call delen. Dit zijn grotere delen die gevoed dienen te worden met behulp van een heftruck.
4. De sequence- en conveyordelen. De conveyordelen worden door de toeleveranciers bezorgd en worden door hen reeds in de juiste volgorde gezet aan de hand van het vooropgesteld dagelijks productieschema. Intern werkt Ford Genk met sequencedelen. Het in volgorde zetten van deze onderdelen gebeurt door werknemers binnen de eigen fabriek.

Voor enkele bulkdelen wordt geen gebruik gemaakt van een pull-controle strategie. Verf, benzine en diesel worden in grote tankers aangeleverd en worden besteld aan de hand van het vooropgesteld productieschema. Zij hebben een eigen bestelsysteem en werken op basis van voorspellingen. De transportwijze bepaalt onder andere waarom niet voor een pull-controle strategie gekozen werd. Deze grondstoffen worden immers in volle tankers geleverd. Bovendien werd de opslagplaats van deze grondstoffen afgesteld op de leverhoeveelheid en brengt een eventuele kleinere levering geen daling in opslagkosten met zich mee.

Voor alle andere onderdelen wordt de pull-controle strategie wel gebruikt. Dit is enerzijds mogelijk doordat de eindproducten van Ford Genk een stabiele vraag hebben waardoor het productievolume steeds voor een periode van twee weken kan worden vastgelegd.

Anderzijds bouwt Ford Genk drie verschillende modellen en bestaan van elk model slechts enkele varianten, die bovendien veel dezelfde onderdelen bevatten. Dit maakt het mogelijk om de onderdelen een vaste locatie aan de assemblagelijn te geven en ze daar te laten staan.

Ford Genk staat tegenwoordig voor een grote uitdaging. De klant heeft voor de nieuwe modellen een veel ruimere keuze aan onderdelen en kan zelf de samenstelling bepalen. Elk model kan als het ware klantspecifiek gemaakt worden. Dit heeft als gevolg dat elk model niet met dezelfde onderdelen gebouwd wordt en dat het moeilijk wordt om voor elk onderdeel een vaste locatie aan de assemblagelijn te reserveren. De oplossing die onderzocht wordt, is het weghalen van gelijkaardige onderdelen aan de lijn. Ford Genk wil proberen om deze onderdelen om te vormen tot sequencedelen. Deze onderdelen zouden in het magazijn in volgorde gezet kunnen worden en aan de hand van een pull-signaal naar de assemblagelijn gebracht worden.

De eigenlijke uitwerking van de pull-controle strategie verschilt enigszins tussen de vier groepen onderdelen. Het principe van een druk op de knop bij het bereiken van een minimale hoeveelheid blijft steeds behouden, maar de wijze van aanleveren aan de lijn verschilt.

BMTech NV

BMTech wordt gekenmerkt door een vrij grote productvariatie. Het bedrijf biedt veel varianten van een product aan doordat specifiek op vraag van de klant geproduceerd wordt. Een opmerking die hierbij gemaakt dient te worden, is het feit dat de verschillende varianten vooral van elkaar verschillen in de afwerking en niet zozeer in het basisproduct. BMTech past de pull-controle strategie toe op een groot aantal producten. Voor enkele producten wordt daarentegen nog steeds met het push-systeem gewerkt. Welke producten geproduceerd worden met het pull-systeem bepaalt BMTech aan de hand

van een tabel. Deze tabel werd ontwikkeld in samenwerking met het adviesbureau Zelco NV.

Tabel 9: Classificatietabel gebruikt door BMTech

	A	B	C
A	AA	BA	CA
B	AB	BB	CB
C	AC	BC	CC

#/dag

frequentie

De belangrijkste parameters zijn terug te vinden op de assen van de tabel. BMTech houdt enerzijds rekening met de hoeveelheid die dagelijks van een bepaald product besteld wordt en anderzijds houdt het rekening met de frequentie van de vraag naar een bepaald product. Om de producten waarheidsgetrouw in deze tabel te plaatsen, wordt nauw samengewerkt met de klanten. De historische bestelgegevens en voorspelde vraag voor de nabije toekomst worden geanalyseerd en waar mogelijk worden hieromtrent afspraken met de klant gemaakt.

De indeling gebeurt aan de hand van een lettercombinatie. De waarden A tot C, die aan de verschillende producten toegekend worden, staan symbool voor de relatieve belangrijkheid op een bepaalde parameter. Op beide assen stelt A de hoogste score voor. De combinatie AA is voor BMTech de groep van de high runners. Deze producten worden dagelijks afgenomen en in aanzienlijke hoeveelheden. De vraag van deze producten is zeer continu en vormt een ideaal uitgangspunt voor het werken met een pull-controle strategie. Naast de AA-producten wordt de pull-controle strategie toegepast op volgende

producten: AB, AC, BA, BB, CA, CB. Deze producten krijgen het etiket 'Fast' opgekleefd en worden gekenmerkt door enige continuïteit van de vraag.

De BC- en CC-producten vormen de 'Slow' producten. Zij kunnen bestempeld worden als zeer klantspecifieke producten waarvoor het make-to-order principe geldt. Zij worden bovendien gekenmerkt door een grote onzekerheid van de vraag en het is verlieslatend om voor zulke producten een veiligheidsvoorraad aan te houden.

Aangezien de waarden van beide parameters voor elk product kunnen verschillen in de loop van de tijd, is het noodzakelijk om de classificatie van de producten te evalueren en eventueel aan te passen. Bij BMTech wordt deze taak voltijds ingevuld door een gespecialiseerde werknemer.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden wordt gekenmerkt door een grote productvariatie. Het bedrijf produceert ongeveer 3 000 verschillende productnummers. Voor de productie van dit grote aantal productnummers is een grote hoeveelheid onderdelen vereist. Drie types onderdelen worden onderscheiden, namelijk de onderdelen met een zeer lage waarde, duurdere onderdelen met een constante afname en duurdere onderdelen zonder constante afname.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden gebruikt een pull-controle strategie voor de onderdelen met een zeer lage waarde die in bijna alle schokdempers gebruikt worden, bijvoorbeeld dunne, metalen plaatjes (spring steel disc als valving onderdeel) die 0,006 euro kosten. Deze onderdelen worden gekenmerkt door een grote variatie van de vraag en zijn in theorie niet geschikt voor het gebruik van een pull-controle strategie. Omwille van de zeer lage waarde van de onderdelen kost het echter niet veel om een grote veiligheidsvoorraad aan te houden. Naast de onderdelen met een zeer lage waarde gebruikt Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden een pull-controle strategie voor de

duurdere onderdelen met een constante afname. Voor de duurdere onderdelen die gekenmerkt worden door een grote variatie van de vraag blijft Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden een MRP-benadering toepassen.

De oorzaak van de grote variatie van de vraag van dit derde type onderdelen is te wijten aan het grote aantal verschillende productnummers dat Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden produceert. Hierdoor verschilt het productieschema dagelijks. Slechts een dertigtal productnummers worden op weekbasis geproduceerd. Deze productnummers zijn bestemd voor OEMs. Maandelijks komen ongeveer tweehonderd dezelfde productnummers terug in de productieplanning. De overige productnummers komen minder frequent voor in de planning. Ten gevolge van deze dagelijkse productieverschillen kan Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden geen gebruik maken van een pull-controle strategie voor alle onderdelen. Het aanleggen van grote veiligheidsvoorraden zou een oplossing kunnen zijn. Het voorraadniveau zal in die situatie echter groter zijn dan bij het gebruik van een MRP-systeem.

Aangezien Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden actief is op de vervangingsmarkt, is het bedrijf verplicht om grote voorraden afgewerkt product aan te houden. Productnummers die bestemd zijn voor de vervangingsmarkt worden in zeer kleine hoeveelheden afgenomen uit het distributiecentrum. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden kan deze productnummers echter niet winstgevend produceren in kleine hoeveelheden. De hoeveelheid die van deze productnummers in één productierun gemaakt wordt, komt overeen met vier tot acht weken van de behoefte. Het is omwille van deze reden dat productnummers voorkomen die slechts tweemaandelijks geproduceerd worden.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden is als enige Europese Tenneco-vestiging actief op de vervangingsmarkt. Andere vestigingen van Tenneco Automotive Europe produceren enkel voor OEMs. In deze vestigingen worden wel 80 tot 90% van de productnummers dagelijks geproduceerd. Het productieproces in deze vestigingen wordt, in tegenstelling

tot Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden, volledig gestuurd met behulp van een pull-controle strategie.

DSM Specialty Compounds NV

DSM SC produceert granulaatkorrels van technische kunststoffen. Deze granulaatkorrels worden gebruikt als basismateriaal voor het maken van onder andere bumpers, dashboards, GSM's en computeronderdelen.

Granulaatkorrels die bestemd zijn voor de automobielsector, worden gekenmerkt door een vrij voorspelbare vraag. De autofabrikanten maken immers een planning en garanderen een bepaalde afname. Voor deze producten kan DSM SC een nauwkeurige planning opstellen volgens haar MRP-systeem. Indien een bepaalde machine van een autofabrikant getroffen wordt door een defect, zal deze fabrikant een spoedorder plaatsen bij DSM SC om met de productie van een ander model verder te gaan. DSM SC is een toeleverancier van deze autofabrikanten en probeert aan hun eisen te voldoen. DSM SC zal haar eigen planning daarom ogenblikkelijk aanpassen. Ten gevolge van een plotse aanpassing zijn andere grondstoffen en onderdelen aan de lijn vereist dan door de planning aangegeven wordt. Het wijzigen van de planning heeft als gevolg dat DSM SC een grote voorraad grondstoffen en onderdelen moet aanhouden, niettegenstaande de initiële, accurate planning.

De granulaatkorrels die terecht komen in GSM's en computeronderdelen zijn daarentegen make-to-order. De rages van GSM's en computeronderdelen kunnen van maand tot maand verschillen en het is niet verstandig om hiervan een grote voorraad aan te leggen. Deze klanten plaatsen een bestelling bij DSM SC en hun order wordt vervolgens ingepland in de planning voor de volgende vier weken.

De variëteit in de aangeboden granulaatkorrels is groot, gaande van kleine kleurverschillen tot verschillen in sterkte van het materiaal. Deze grote productvariëteit

zorgt ervoor dat de productie dagelijks verschilt. Bij DSM SC worden slechts enkele productnummers wekelijks geproduceerd. Bovendien duren de langste productieruns per productiestraat hooguit twee dagen. Elke productiestraat heeft daarom dagelijks behoefte aan een grote hoeveelheid verschillende grondstoffen en maakt het onmogelijk om alle verschillende grondstoffen een vaste locatie aan de lijn te geven.

Conclusie

De kenmerken van producten en onderdelen blijken een grote invloed uit te oefenen op het slagen van een pull-controle strategie. Een kleine productvariatie, een constante, voorspelbare vraag naar de producten en het gebruik van dezelfde onderdelen in de verschillende producten zijn de kenmerken van een ideale situatie.

Een te grote productvariatie maakt het gebruik van een pull-controle strategie onmogelijk. Twee grote redenen zijn hier de oorzaak van. Een eerste reden is het feit dat een grote productvariatie een dagelijks veranderend productieschema met zich meebrengt waardoor onderdelen en grondstoffen niet aan de machines of productielijnen geplaatst kunnen worden. De tweede reden is het grote aantal verschillende onderdelen en grondstoffen dat nodig is in de verschillende producten. Ford Genk kent hiermee tegenwoordig enkele problemen omdat elke auto klantspecifiek kan worden samengesteld. In een pull-controle strategie moet eveneens van al deze onderdelen en grondstoffen voorraad worden aangelegd en dit is praktisch niet haalbaar.

Het ontbreken van een constante, voorspelbare vraag is eveneens een cruciaal aspect dat het gebruik van een pull-controle strategie kan verhinderen. Bij Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden ontbreekt deze constante, voorspelbare vraag voor verscheidene producten doordat ze actief zijn op de vervangingsmarkt. DSM SC kent geen constante, voorspelbare vraag omwille van het feit dat het bedrijf in de toeleveringssector gesitueerd is en wil reageren op spoedorders van belangrijke klanten.

Uit de interviews blijkt dat het willen inspelen op de eisen van de klant, enerzijds door het aanbieden van meer producten en anderzijds door het reageren op spoedorders, een negatief effect heeft op het gebruik van een pull-controle strategie. Bedrijven die een pull-controle strategie overwegen, moeten zich hier goed van bewust zijn.

Verder dient opgemerkt te worden dat de waarde en transportwijze van onderdelen en grondstoffen de keuze voor een strategie kan beïnvloeden. Onderdelen en grondstoffen met een lage waarde kunnen geschikt zijn voor een pull-controle strategie, zelfs wanneer ze gekenmerkt worden door een grote variatie van de vraag. Het aanleggen van een grotere veiligheidsvoorraad om deze vraagschommelingen op te vangen kost immers niet zoveel. De transportwijze kan ervoor zorgen dat een pull-controle strategie niet geschikt is. Grondstoffen zoals verf, benzine en diesel worden geleverd in grote, volle tankers en vereisen een aangepast bestelsysteem. De invloed van deze twee aspecten is echter klein voor de algemene keuze van een pull-controle strategie.

5.2.8 Layout

Ford Genk

De layout die Ford Genk gebruikt, is een flowshop layout die een one-piece-flow toelaat. De productielijnen zijn allemaal rechtlijnig en toegewezen aan een bepaald automodel. De machines aan deze lijnen worden uitsluitend door die lijn gebruikt en ze worden niet verplaatst. De lijnen en machines waren reeds aanwezig vóór de implementatie van de pull-controle strategie, waardoor Ford Genk geen grote layoutwijzigen moest aanbrengen.

De kleine layoutwijzigingen hebben de optimalisatie van het proces als doel. De Material Planning & Logistics-afdeling streeft bijvoorbeeld naar de plaatsing van de magazijnen aan het begin van de lijnen. Op die manier wordt de kortste afstand voor het aanleveren van onderdelen verkregen. Een andere layoutwijziging waar de nodige aandacht aan

besteed wordt, is de plaatsing van de onderdelen aan de lijn. De inspraak van de betrokken operators is hierin de meest doorslaggevende factor.

BMTech NV

Voor het implementeren van de pull-controle strategie heeft BMTech geen fundamentele layoutwijzigingen doorgevoerd. De jobshop layout bleef behouden en het bedrijf telt vier shops: de machine-afdeling, de montage-afdeling, de schilderafdeling en de namontage-afdeling. De schilderafdeling en de namontage-afdeling worden als verschillende shops beschouwd aangezien de schilderafdeling met een productielijn werkt. In de andere shops staan verschillende machines opgesteld, die niet met elkaar verbonden zijn. De machines voeren elk verschillende functies uit en elk product doorloopt een ander traject. Het traject wordt aangegeven door het centrale computersysteem waarmee BMTech werkt.

Het geheel van machines in een bepaalde shop is U-vormig opgebouwd. De open plaats in het midden van deze U-vorm is opgevuld met stockplaatsen. De onderdelen die in deze stockplaatsen liggen, kunnen beschouwd worden als de beginvoorraad van de shop. Elk onderdeel heeft een vaste plaats en een operator aan een machine weet dus exact waar hij het desbetreffende onderdeel kan terugvinden om aan een nieuwe opdracht te beginnen. Wanneer het onderdeel al zijn bewerkingen in een bepaalde shop doorlopen heeft, komt het terecht in de opslagplaats, die zich in het midden van de volgende shop bevindt. Het voordeel van deze shopindeling is het feit dat de beginvoorraad zich binnen een shop vlakbij alle machines bevindt. Deze manier van werken is minder effectief dan de indeling op basis van een cellayout, maar het ontbreekt BMTech op dit moment aan voldoende middelen om de machinecapaciteit gevoelig uit te breiden.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden heeft de voorbije jaren verschillende cellen opgericht waarin de pull-controle strategie gebruikt wordt. Voordat enkele machines

samen in een cel geplaatst kunnen worden, moeten ze voldoen aan een belangrijke voorwaarde. Deze machines moeten volledig toegewijd kunnen worden aan de productie van enkele productnummers. Bovendien moet de capaciteit van deze machines voldoen aan de vraag naar die productnummers. De productnummers die in één cel bewerkt worden, vormen een productfamilie aangezien ze gelijkaardige bewerkingen vereisen.

Het in cellen plaatsen van machines is dikwijls niet mogelijk bij Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden. Een machine die bijvoorbeeld door verschillende productfamilies gebruikt moet worden, kan niet in een cel geplaatst worden. In dat geval zal de bezetting van deze machine zorgvuldig gepland moeten worden. Het aankopen van nieuwe machines met dezelfde functies vereist een te grote investering.

In een bepaalde cel wordt ook veel aandacht geschonken aan het efficiënt benutten van de operator. De meest efficiënte werkwijze wordt bekomen wanneer de cel U-vormig is. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden gebruikt in de meeste gevallen U-vormige cellen. Het aantal, de grootte van en het gebruiksgemak van machines kan ervoor zorgen dat een U-vormige opstelling niet optimaal is. In dat geval kiest Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden een andere opstelling. In de cellen tracht Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden een one-piece-flow te bereiken. Op die manier moeten geen buffers aangelegd worden tussen de verschillende machines en kan één werknemer alle bewerkingen in de cel uitvoeren. Een cel is bijgevolg klein.

DSM Specialty Compounds NV

DSM SC werkt met rechtlijnige productiestraten. Deze layout heeft echter geen invloed gehad op de keuze van een push-strategie boven een pull-controle strategie en wordt daarom niet verder besproken.

Conclusie

De layout lijkt een doorslaggevende rol te spelen bij de keuze van een pull-controle strategie. Ford Genk werkt op basis van een flowshop, BMTech op basis van een jobshop en Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden maakt gebruik van een cellayout. Deze layoutvormen zijn de drie varianten die terug te vinden zijn in de literatuurstudie. De flowshop blijft de meest ideale layoutvorm, maar de twee andere vormen blijken eveneens te werken wanneer een repetitief proces aangehouden kan worden.

Indien een jobshop of een cellayout toegepast wordt, blijkt het aangewezen om de machines in een U-vorm op te stellen. De werknemers worden op die manier het meest efficiënt benut.

Met betrekking tot de layout moet eveneens rekening gehouden worden met de plaatsing van onderdelen aan de lijn en van de stockpunten in de fabriek indien de pull-controle strategie geoptimaliseerd moet worden. De onderdelen aan de lijn worden het best geplaatst in samenspraak met de betrokken operatoren. De plaatsing van de stockpunten moet doordacht gebeuren. De optimale situatie doet zich voor wanneer de nodige voorraad zich dicht bij de machines bevindt.

5.2.9 Machinecapaciteit en de reductie van omsteltijden

Ford Genk

Ford Genk kent geen problemen met betrekking tot de machinecapaciteit. Elke assemblagelijn beschikt over alle vereiste machines en de totale machinecapaciteit is voldoende voor de productie van het huidige productievolume.

Aangezien steeds dezelfde modellen elkaar opvolgen, stelt het probleem van omsteltijden zich niet. De meeste machines moeten niet omgesteld worden. Voor de weinige machines waar een omstelling vereist is, is de omsteltijd zeer kort.

BMTech NV

De totale doorlooptijd van de verschillende producten is bij BMTech vrij groot. Een beperkte machinecapaciteit is hier onder andere de oorzaak van. De machines kunnen niet sneller produceren aangezien de bewerkingstijd per machine teveel tijd in beslag neemt. Het aankopen van nieuwe, betere machines vereist een te grote investering. De machinecapaciteit verhindert voor BMTech enkel de optimalisatie van het proces en niet de werking van de pull-controle strategie.

De doorlooptijd van de producten zou eveneens ingekort kunnen worden door het reduceren van de omsteltijden van de machines. Tot op heden heeft BMTech echter geen omsteltijdreducties doorgevoerd. De mogelijkheid werd onderzocht, maar het voorstel stuitte op tegenkantingen van de werknemers op de werkvloer. De geschatte winst woog voor BMTech niet op tegen het menselijke aspect en het project werd op de lange baan geschoven.

Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden

De opeenvolgende machines in het productieproces hebben geen vergelijkbare output. Een bepaalde persmachine perst 1 500 eenheden per minuut en deze eenheden worden in de volgende productiestap slechts verbruikt met een snelheid van 1 500 eenheden per uur. Deze capaciteitsbeperking belet de implementatie van een volledige pull-controle strategie. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden tracht de machineoutputs op elkaar af te stellen. De twee voorgestelde oplossingsmogelijkheden vereisen grote investeringen. Een eerste mogelijkheid is het uitbreiden van het machinepark met vele identieke

machines. De tweede mogelijkheid is het aankopen van zeer flexibele machines die verschillende taken kunnen uitvoeren.

Naast het verschil in output tussen opeenvolgende machines komen op bepaalde machines conflictsituaties voor tussen MRP en Kanban. Indien de Kanbanonderdelen en de MRP-onderdelen dezelfde machine nodig hebben, zou de capaciteit van de machine opgesplitst moeten worden. Deze opsplitsing is in de praktijk vrij moeilijk aangezien de MRP-planning en het Kanbanverbruik niet overeenkomen.

De grote productvariëteit zorgt voor een bijkomend probleem voor Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden. Verschillende productnummers moeten bewerkingen ondergaan op dezelfde machines. De instellingen van deze machines moeten aangepast worden voor het bewerken van de verschillende productnummers. De omsteltijd nodig om deze instellingen te wijzigen resulteert in een extra capaciteitsbeperking.

Aangezien Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden steeds meer afdelingen wil optimaliseren met pull-controle strategieën, wordt veel aandacht besteed aan SMED (Single Minute Exchange of Die). Deze techniek beoogt het verkleinen van de omsteltijden. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden boekte hiermee al verscheidene voordelen en zal deze techniek in de toekomst zeker verder blijven gebruiken. Bij de introductie van elke pull-controle strategie wordt de bottleneck-machine aangepakt en wordt getracht de omsteltijd te reduceren.

Het reduceren van de omsteltijden gaat soms gepaard met grote investeringen. Deze worden niet altijd toegekend door het management en mede hierdoor is het niet mogelijk om in heel de fabriek te genieten van de voordelen van een pull-controle strategie.

DSM Specialty Compounds NV

De machinecapaciteit van DSM SC wordt ten volle benut. De vraag naar granulaatkorrels is echter groter dan de beschikbare capaciteit. DSM SC wordt hierdoor verplicht om met de nodige voorraad te werken.

Aangezien DSM SC geen pull-controle strategie geïmplementeerd heeft, neemt het bedrijf geen specifieke maatregelen om de omsteltijden te reduceren.

Conclusie

De machinecapaciteit kan op vier vlakken een beperking vormen: de machinecapaciteit kan onvoldoende zijn om aan de vraag te voldoen, opeenvolgende machines kunnen een onvergelijkbare output hebben, een beperkte capaciteit beïnvloedt de doorlooptijd van producten en een bepaalde machine moet gedeeld worden over verschillende productnummers.

Onvoldoende machinecapaciteit om aan de vraag te kunnen voldoen, belet het werken met een pull-controle strategie. In zulke situatie is het noodzakelijk om extra voorraad aan te leggen aangezien het productieproces de vraag niet kan volgen wanneer deze zich voordoet.

Opeenvolgende machines waarvan de output onvergelijkbaar is, kunnen eveneens het gebruik van een pull-controle strategie onmogelijk maken. De voorraad tussen deze machines zou te groot worden indien deze machines toegewijd zouden worden aan de productie van een productfamilie.

De twee andere beperkingen moeten aandachtig in de gaten gehouden worden. Ze blijken minder doorslaggevend dan de vorige twee beperkingen en lijken enkel de optimalisatie van de pull-controle strategie te hinderen. Indien deze twee capaciteitsbeperkingen

echter een vlotte doorstroom onmogelijk maken, wordt best niet voor een pull-controle strategie gekozen.

Een voorgestelde oplossing voor het verhogen van de machinecapaciteit is het aankopen van nieuwe identieke machines of meer flexibele machines. Deze oplossing vereist echter grote investeringen en het blijkt niet gemakkelijk te zijn om hiervoor een goedkeuring van het topmanagement te krijgen.

Enkele capaciteitsbeperkingen kunnen ook verbeterd worden door het reduceren van de omsteltijden. Deze factor wordt in de literatuur aangehaald als een vereiste voor het gebruik van een pull-controle strategie. BMTech en Ford Genk passen echter een pull-controle strategie toe zonder omsteltijdreductie. Tenneco Automotive Europe Sint-Truiden daarentegen maakt wel veelvuldig gebruik van SMED, een techniek om omsteltijden te reduceren. Besloten kan worden dat de reductie van omsteltijden een pull-controle strategie kan optimaliseren, maar dat de reductie niet noodzakelijk is voor de toepassing van een pull-controle strategie indien de omstellingen niet té lang duren.

Hoofdstuk 6: Ontwerp van een algemeen kader

Het doel van deze eindverhandeling is het ontwerpen van een kader dat door bedrijven geraadpleegd kan worden wanneer de keuze van een pull-controle strategie overwogen wordt. Na raadpleging van het kader en van de besproken factoren zou een bedrijf moeten kunnen beslissen of het gebruik van een pull-controle strategie aangewezen is in de situatie waarin het zich bevindt. Het hierna voorgestelde kader is een integratie van de informatie die verkregen werd uit de literatuurstudie en het praktijkonderzoek.

Het kader maakt een classificatie op basis van de belangrijkheid van de onderzochte factoren en bijhorende kenmerken. Per klasse duiden de aflopende nummers niet op een dalende graad van belangrijkheid. De klasse 'Essentieel' is opgesplitst in twee delen. Deze opsplitsing is geen gevolg van een afnemende belangrijkheid, maar is te wijten aan de omvang van het onderzoek. De kenmerken in 'Essentieel 1' zijn kenmerken die een pull-controle strategie onmogelijk maken indien ze ontbreken. De kenmerken in 'Essentieel 2' kunnen het gebruik van een pull-controle strategie eveneens onmogelijk maken, maar deze kenmerken laten meer beslissingsruimte toe. Het onderzoek heeft immers niet kunnen aantonen waar de grens voor deze kenmerken ligt. De grens waarbij het gebruik van een pull-controle strategie onmogelijk wordt, kan bereikt worden door een uitermate slechte situatie voor één of enkele kenmerken of door het ontbreken van een goede situatie voor enkele kenmerken. Verder onderzoek is vereist voor het kwantificeren van de grenswaarden. Indien bedrijven voldoen aan het meest essentiële kenmerk en de andere essentiële kenmerken, is de keuze van een pull-controle strategie verantwoord.

In het kader wordt eveneens een opsomming gegeven van enkele factoren die de pull-controle strategie kunnen optimaliseren en van de eigenschappen waarop gelet moet worden bij de implementatie van een pull-controle strategie. De laatste kolom in het kader bevat de paginanummers waar verdere informatie over de factoren terug te vinden is.

Kader voor de keuze van een pull-controle strategie:

Kenmerken	Verklaring	Pagina
Meest essentieel		
1. Steun en goedkeuring door het topmanagement	1. Wanneer deze steun en goedkeuring ontbreken kan een pull-controle strategie nooit geïmplementeerd worden en moeten andere factoren niet in beschouwing genomen worden.	18/70
Essentieel 1		
1. Acceptatie door werknemers en vakbond	1. Deze partijen moeten overtuigd zijn van de strategie, er volledig achter staan en van in het begin bij de implementatie betrokken worden.	21/75
2. Flexibele, gedisciplineerde werknemers	2. De werknemers moeten kunnen omgaan met de grotere verantwoordelijkheid en extra taken.	22/75
3. Specialisten in het eigen bedrijf	3. In het bedrijf moeten werknemers aanwezig zijn die de implementatie leiden en gespecialiseerd zijn in de materie.	28/79
Essentieel 2		
1. Nabijheid leveranciers en korte levertijden	1. De afstand mag niet té groot zijn en leveranciers moeten bereid zijn om de levertijden in te korten indien deze té lang zijn.	40/86
2. Producteigenschappen	2. De aangeboden productvariatie mag niet té groot zijn, evenals de complexiteit van de onderdelen. Daarnaast mag de vraag naar het product niet te hard wijzigen en moet de vraag nauwkeurig voorspeld kunnen worden.	48/100
3. Repetitief productieproces	3. Het productieproces mag van dag tot dag niet teveel verschillen.	48/100/ 104
4. Layout	4. Ideaal is een flowshop. In bepaalde gevallen ook mogelijk in een jobshop met de nodige aanpassingen.	51/104
5. Machinecapaciteit	5. Voldoende machinecapaciteit moet aanwezig zijn om aan de vraag te kunnen voldoen en machines moeten vergelijkbare output hebben.	53/107

Kenmerken	Verklaring	Pagina
Vervolg Essentieel 2		
6. Omsteltijden	6. Indien één machine gebruikt wordt voor de productie van verschillende producten, mag de omsteltijd niet té groot zijn.	53/108
7. Kwaliteitszorg	7. Een voldoende hoog kwaliteitsniveau moet bereikt worden en de nodige aandacht voor kwaliteitszorg is vereist.	46/93
8. Onderhoud machines	8. Defecten aan machines zouden bijna niet mogen optreden.	43/89
Minder essentieel		
1. Housekeeping	1. Een propere, overzichtelijke werkvloer maakt detectie van problemen eenvoudiger.	43/89
2. Grootte van de onderneming	2. Grote bedrijven bezitten meer financiële middelen en hebben meer invloed op leveranciers.	36
3. U-vormige opstelling machines	3. Indien een jobshop of cellayout gebruikt wordt, zijn machines best in een U-vorm opgesteld. De U-vormige opstelling is niet noodzakelijk in de ideale flowshop layout.	51/104
4. Inschakelen adviesbureaus	4. Deze kunnen ingeschakeld worden indien een analyse door specialisten vereist lijkt en indien de verantwoordelijken in het bedrijf extra informatie nodig hebben	28/79
Optimalisatiefactoren		
1. Continue kwaliteitsverbetering		46/93
2. Reductie bewerkingstijden		53/107
3. Reductie omsteltijden		53/107
4. Controlemiddel voor werknemers inbouwen		75
Kritische implementatie-eigenschappen		
1. Geleidelijke implementatie	1. Start met een pilootproject. Na gunstige evaluatie kan de pull-controle strategie uitgebreid worden.	28/79

Kenmerken	Verklaring	Pagina
Kritische implementatie-eigenschappen vervolg		
2. Training en opleiding van werknemers	2. De werknemers moeten de werking van de strategie grondig kennen en de nodige discipline moet bijgebracht worden.	24/75
3. Rekening houden met alle betrokken partijen	3. Belangrijk met het oog op acceptatie door alle betrokken partijen.	28/79

Hoofdstuk 7: Conclusies

Aan de hand van het voorgestelde kader kan geconcludeerd worden dat volgende kenmerken de meest ideale situatie beschrijven voor de keuze van een pull-controle strategie:

- Een toegewijd topmanagement dat de nodige steun geeft en volledig achter het gebruik van een pull-controle strategie staat.
- Werknemers en vakbonden die de pull-controle strategie accepteren
- Veelzijdige en flexibele werknemers met de nodige discipline
- Specialisten in de eigen onderneming
- Leveranciers gelegen in de onmiddellijke nabijheid
- Korte levertijden van de benodigde onderdelen
- Grote onderneming met een goede relatie met en veel invloed op leveranciers
- Kleine productvariatie bestaande uit gestandaardiseerde producten
- Constante, voorspelbare vraag
- Repetitief proces met flowshop layout
- Voldoende machinecapaciteit en zeer kleine omsteltijden
- Machines zonder defecten door goed ontwikkeld onderhoudsprogramma
- Onberispelijke kwaliteit van producten, onderdelen en proces
- Propere en overzichtelijke werkvloer

In de praktijk komt deze situatie echter zelden voor. Het voorgestelde kader in deze eindverhandeling kan daarom geraadpleegd worden om te controleren of een pull-controle strategie zinvol is indien een bedrijf zich niet in de ideale situatie bevindt.

Lijst van de geraadpleegde werken

Boeken en artikels:

- Amin, M. en Altiok, T. (1997) 'Control policies for multi-product multi-stage manufacturing systems: an experimental approach.' *International Journal of Production Research,* 35:1, 201-223
- Bartezzaghi, E., Turco, F. en Spina, G. (1992) 'The Impact of the Just-in-Time Approach on Production System Performance: A Survey of Italian Industry.' *International Journal of Operations & Production Management,* 12:1, 5-17
- Belvedere, V. en Grando, A. (2005) 'Implementing a pull system in batch/mix process industry through Theory of Constraints: A case-study.' *Human Systems Management,* 24:1, 3-12
- Berkley, B.J. (1992) 'A review of the Kanban production control research literature', *Production and Operations Management*, 1:4, 393-411
- Bonvik, A.M., Couch C.E. en Gershwin, S.B. (1997) 'A comparison of production-line control mechanisms', *International Journal of Production Research*, 35:3, 789-804
- Boyer, K.K. (1996) 'An assessment of managerial commitment to lean production.' *International Journal of Operations & Production Management,* 16:9, 48-59
- Briggs, P. (1992) 'The Japanese at work: illusions of the ideal.' *Industrial Relations Journal*, juni n6, 24-31
- Brookes, L. (2005) ' A step by step guide to lean manufacturing.' *Manufacturers' Monthly*, November 2005, 16
- Chase R., Jacobs F., Aquilano N. (2004) *Operations management for competitive advantages (10th edition)*, New York, McGraw-Hill
- Chu, C.H. en Shih, W.L. (1992) 'Simulation studies in JIT Production', *International Journal of Production Research*, 30:11, 2573-2586

- Clarke, B. en Lokman, M. (1993) 'JIT Manufacturing Systems: Use and Application in Australia.' *International Journal of Operations & Production Management,* 13:7, 69-82
- Clendenen, G.W. en Rinks, D.B. (1996) 'The effect of labour costs, holding costs, and uncertainty in demand on pull inventory control policies.' *International Journal of Production Research,* 34:6, 1725-1738
- Cochran, J.K. en Kim S.S. (1998) 'Optimum junction point location and inventory levels in serial hybrid push/pull production systems', *International Journal of Production Research*, 36:4, 1141-1155
- De Haan, J., Yamamoto, M. en Lovink, G. (2001) 'Production planning in Japan: Rediscovering lost experiences or new insights?', *International Journal of Production Economics*, 71, 101-109
- Friel, D. (2005) 'Transferring a lean production concept from Germany to the United States: The impact of labor laws and training systems.' *Academy of Management Executive,* 19:2, 50-58
- Gargeya, V.B. en Thompson, J.P. (1994) 'Just-In-Time Production in Small Job Shops' *Industrial Management,* 36:4, 23-26
- Gaury, E. (2000) *Designing Pull Production Control Systems: Customization and robustness*, PhD Dissertation, Tilburg University Nederland en Blaise Pascal University Frankrijk
- Gilbert, J.P. (1990) 'The state of JIT implementation and development in the USA.' *International Journal of Production Research,* 28:6, 1099-1109
- Goyal, S.K. en Deshmukh, S.G. (1992) 'A Critique of the Literature on Just-in-Time Manufacturing.' *International Journal of Operations & Production Management,* 12:1, 18-28
- Gstettner, S. en Kuhn, H. (1996) 'Analysis of production control systems Kanban and CONWIP.' *International Journal of Production Research*, 34:11, 3253-3273
- Gupta, S.M. en Brennan, L. (1995) 'Implementation of just-in-time methodology in a small company.' *Production Planning & Control,* 6:4, 358-364

- Harber, D., Samson, D.A., Sohal, A.S. en Wirth, A. (1990) 'Just-in-Time: The Issue of Implementation.' *International Journal of Operations & Production Management,* 10:1: 21-30
- Harry, M. (1998) 'Six Sigma: A Breakthrough Strategy for Profitability.' *Quality Progress,* 31:5, 60-64
- Hawkins, B. (2005) 'The many faces of Lean Maintenance.' *Plant Engineering,* September 2005, 63-65
- Hopp, W.J. en Spearman, M.L. (2004) 'To Pull or Not to Pull: What Is the Question' *Manufacturing and Service Operations Management,* 6:2, 133-148
- Im, J.H. en Lee, S.M. (1989) 'Implementation of Just-in-time Systems in US Manufacturing Firms.' *International Journal of Operations & Production Management*, 9:1, 5-14
- Katayama, H. en Bennett, D. (1996) 'Lean production in a changing competitive world: a Japanese perspective.' *International Journal of Operations & Production Management,* 16:2, 8-23
- Krajewski, L.J., King, B.E., Ritzman, L.P. en Wong, D.S. (1987) 'Kanban, MRP, and shaping the manufacturing environment.' *Management Science,* 33:1, 39-57
- Lee, C.J., Lin, C.S., Uzsoy, R. en Wong, C.C. (1994) 'Implementation of a demand-pull system in a job shop environment.' *International Journal of Production Research*, 32:12, 2915-2927
- Lee, C.Y. (1993) 'A Recent Development of the Integrated Manufacturing System: A Hybrid of MRP and JIT.' *International Journal of Operations and Production Management*, 13:4, 3-17
- Lewis, M.A. (2000) 'Lean production and sustainable competitive advantage.' *International Journal of Operations & Production Management,* 20:8, 959-978
- Li, W.J. (2003) 'Improving the performance of job shop manufacturing with demand-pull production control by reducing set-up/processing time variability.' *International Journal of Production Economics*, 84:3, 255-270

- Li, W.J. en Barnes, D.J. (2000) 'Investigating the factors influencing the shop performance in a job shop environment with kanban-based production control.' *International Journal of Operations Research*, 38:18, 4683-4699
- Lucey, J., Bateman, N. en Hines, P. (2005) 'Why major lean transitions have not been sustained.' *Management Services,* Summer 2005, 9-13
- Masuchun, W., Davis, S. en Patterson J.W. (2004) 'Comparison of push and pull control strategies for supply network management in a make-to-stock environment' *International Journal of Production Research,* 42:20, 4401-4419
- Mazel, J.L. (2003) 'How 'Pull' Flow Can Control WIP Inventory In a Job Shop' *Inventory Management Report,* Augustus 2003, 2-4
- Mertins, K. en Lewandrowski, U. (1999) 'Inventory safety stocks of kanban control systems.' *Production Planning & Control,* 10:6, 520-529
- Miltenburg, G.J., Flapper, S. D. P. en Wijngaard J. (1991) 'Embedding JIT into MRP', *International Journal of Production Research*, 29:2, 329-341
- Miltenburg, J. en Wijngaard, J. (1991) 'Designing and Phasing In Just-In-Time Production Systems', *International Journal of Production Research*, 29:1, 115-131
- Philipoom, P. R., Rees, L. P., Taylor, III, B. W. en Huang, P. Y. (1987) 'An Investigation of the Factors Influencing the Number of Kanbans Required in the Implementation of the JIT Technique with Kanban', *International Journal of Production Research*, 25:3, 457-472.
- Roos, L-U. (1992) *Resource Allocated Production*, Malmo, Almqvist&Wiksell
- Sarker, B.R. (1991) 'Service time distributions and the performance of a pull system: a simulation study', *Production Planning & Control*, 2:1, 36-43
- Schwarzendahl, R. (1996) 'Introduction of Kanban principles to material management in EWSD production', *Production Planning & Control*, 7:2, 212-221
- Söderquist, K. en Motwani, J. (1999) 'Quality issues in lean production implementation: a case study of a French automotive supplier.' *Total Quality Management*, 10:8, 1107-1122
- Sohal, A.S. (1996) 'Developing a lean production organization: an Australian case study.' *International Journal of Operations & Production Management,* 16:2, 91-102

- Sohal, A.S., Ramsay, L. en Samson, D. (1993) 'JIT Manufacturing: Industry Analysis and a Methodology for Implementation.' *International Journal of Operations & Production Management,* 13:7, 22-56
- Spearman, M. L., Woodruff, D. L. En Hopp, W. J. (1990) 'Conwip: a pull alternative to Kanban', *International Journal of Production Research*, 28:5, 879-894
- Spearman, M.L. en Zazanis M.A. (1992) 'Push and pull production systems: Issues and comparisons', *Operations Research*, 40:3, 521-532
- Stockton D.J. en Lindley R.J. (1995) 'Implementing Kanbans within high variety/low volume manufacturing environments.' *International Journal of Operations & Production Management*, 15:7, 47-59
- Takahashi, K. en Nakamura, N. (2004) 'Push, pull, or hybrid control in supply chain management', *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 17:2, 126-140
- Udagawa, M. (1995) 'The Development of Production Management at the Toyota Motor Corporation', *Business History*, 37:2, 107-120
- Voss, C.A. en Robinson, S.J. (1987) 'Application of Just-in-Time manufacturing techniques in the United Kingdom.' *International Journal of Operations & Production Management,* 7:4, 46-52
- White, R.E., Pearson, J.N. en Wilson, J.R. (1999) 'JIT Manufacturing: A Survey of Implementations in Small and Large U.S. Manufacturers.' *Management Science,* 45:1, 1-15
- Womack, J.P., Jones, D.T. en Roos, D. (1990) *The Machine that Changed the World,* New York, Rawson Associates
- Zhu, Z. en Meredith, P.H. (1995) 'Defining critical elements in JIT implementation: a survey.' *Industrial Management and Data Systems,* 95:8, 21-28

Websites:

- Bali (2003), Kanban Systems (online) (geraadpleegd 1 april 2006). Beschikbaar op <URL:http://xnet.rrc.mb.ca/leonf/reports/Kanban%20Project.doc>.

- Ford (online) (geraadpleegd op 13 april 2006). Beschikbaar op <URL:http://www.nl.ford.be/spg/getImage.asp?imageName=SPG_21_35_0_19476.pdf&filename=A4FordGenk_9.pdf>
- Olsson (1996), Geocities (online) (geraadpleegd 22 maart 2006). Beschikbaar op <URL:http://www.geocities.com/TimesSquare/1848/japan21.html>.
- Tauber Manufacturing Institute (online) (geraadpleegd op 8 mei 2006). Beschikbaar op <URL:http://www.tmi.umich.edu/casestudies.htm>.
- Themanager.org (online) (geraadpleegd op 13 april 2006). Beschikbaar op <URL:http://www.themanager.org/Strategy/Pull_System.htm>.

Auteursrechterlijke overeenkomst

Opdat de Universiteit Hasselt uw eindverhandeling wereldwijd kan reproduceren, vertalen en distribueren is uw akkoord voor deze overeenkomst noodzakelijk. Gelieve de tijd te nemen om deze overeenkomst door te nemen en uw akkoord te verlenen.

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:
Ontwerp van een kader voor de keuze van een pull-controle strategie in een fabricage-omgeving
Richting: **Handelsingenieur** Jaar: **2006**
in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt houdt in dat ik/wij als auteur de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij kan reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

U bevestigt dat de eindverhandeling uw origineel werk is, en dat u het recht heeft om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. U verklaart tevens dat de eindverhandeling, naar uw weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

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

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

Ik ga akkoord,

Steven GELADE

Datum: