

BACHELOROPDRACHT  
TECHNISCHE BEDRIJFSKUNDE

**BENODIGDE VOORRAADRUIMTE BIJ  
PIERIK TECHNIEK BV.**

L. Dekker  
S1009494

6 maart 2015

FACULTEIT BEHAVIOURAL MANAGEMENT AND SOCIAL SCIENCES

**EXAMENCOMMISSIE**

Universiteit Twente:

Dr. M. C. van der Heijden

Dr. P. C. Schuur

Pierik Techniek bv.:

Ing. N. Pierik



## Management samenvatting

Pierik Techniek bv. is een technisch groothandel gespecialiseerd in aandrijfmotoren en hydraulieksystemen. Pierik Techniek is op dit moment gevestigd aan de Marssteden te Enschede. Hier maken zij gebruik van drie aan elkaar gelegen panden, dit in samenwerking met twee anderen bedrijven. De afgelopen jaren is Pierik Techniek uitgegroeid van klein thuisbedrijf naar grote speler in de markt. De voornaamste bedrijfsactiviteiten bestaan uit het leveren van standaardmotoren en het assembleren van powerpacks. Tevens zijn ze enkele jaren geleden begonnen met het leveren aan particulieren. Het pand waarin Pierik Techniek is gevestigd is momenteel te klein, waardoor medio 2015 zal worden verhuisd naar een groter pand om verdere groei van het bedrijf niet te belemmeren. Met dit feit in het achterhoofd, is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

*“Hoeveel vierkante meter moet Pierik Techniek bv. vrij houden voor de opslag van de productgroep hydrauliek in het nieuwe pand, rekening houdend met de vraagvoorspelling voor de komende jaren?”*

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden zijn enkele deelvragen opgesteld. Deze vragen zullen helpen bij het structureren van dit onderzoek en leiden naar een antwoord op de onderzoeksvraag. De deelvragen zijn:

1. *Wat is de huidige werkwijze van Pierik Techniek ten aanzien van de vraagvoorspelling en voorraadbeheer?*
2. *Op welke manier kan er een globale voorspelling worden gemaakt van de vraag voor de komende jaren voor Pierik Techniek?*
3. *Op welke wijze is het mogelijk om de benodigde voorraadruimte te berekenen?*
4. *Hoe kunnen de uitkomsten van de praktische situatie van Pierik toegepast worden binnen de hulpmiddelen die gevonden zijn in het theoretisch kader?*

Deelvraag een is gericht op de huidige situatie van Pierik Techniek. Bij deze vraag is gekeken naar de manier waarop wordt omgegaan met de voorraad en met de bestellingen. Hier is aan het licht gekomen dat er op dit moment geen gebruik wordt gemaakt van een computergestuurd voorraadbeheersysteem. Uit de historische cijfers kan worden afgeleid dat er een stijging zit in de verkoopcijfers van Pierik Techniek. Voor de opslag van kleine onderdelen wordt op dit moment een vaste opslagmethode gebruikt, waarbij de onderdelen op een vaste locatie in het magazijn worden gelegd. Voor de grote onderdelen wordt een willekeurige opslagmethode gebruikt, waarbij de onderdelen op de eerst-beschikbare plaats worden gelegd.

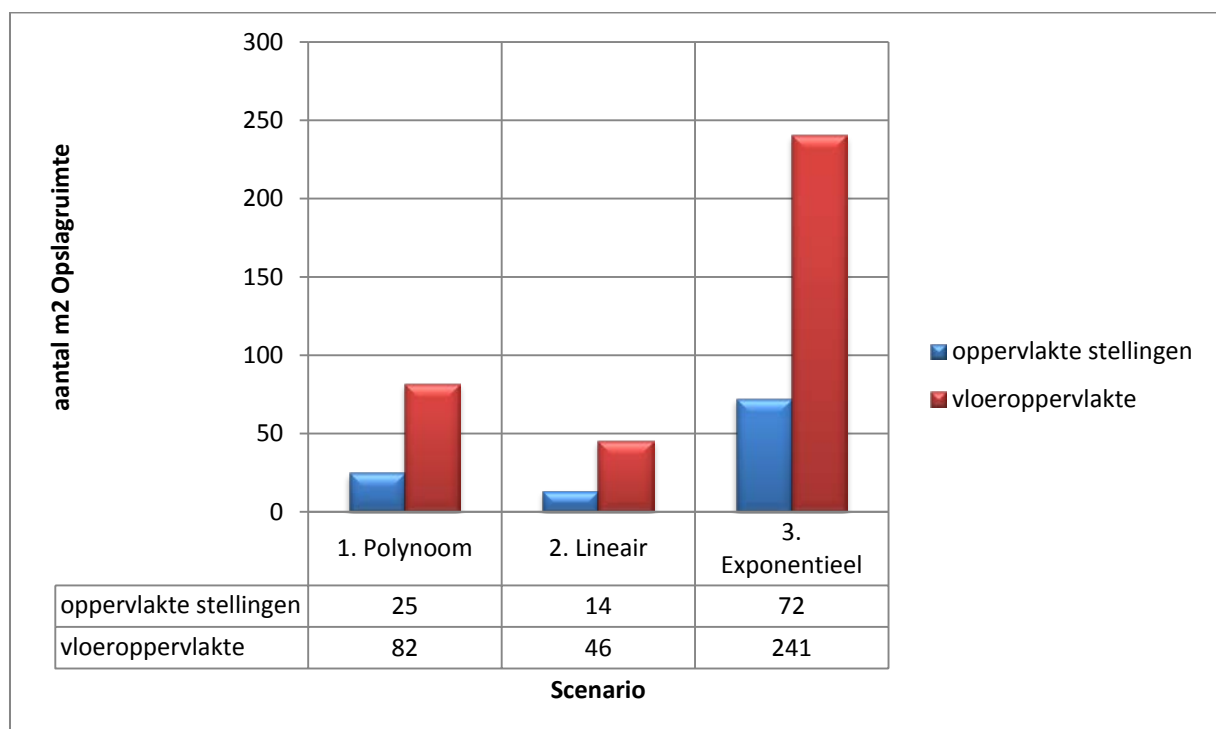
In het kader van de tweede en derde onderzoeksvraag is gekeken naar de theoretische achtergrond van het onderzoeksobject. Het eerste deel van het theoretisch onderzoek is gericht op vraagvoorspelling. Hieruit is gebleken dat het bij geringe historische data en een middellange termijn voorspelling verstandig is een geaggregeerde vraagvoorspelling te gebruiken. Hierbij wordt een voorspelling gegenereerd op basis van verschillende clusters, die gemaakt zijn volgens een standaard clusteringsprotocol. Door de weinige historische data is er een voorspelling gemaakt op basis van de totale jaarvraag, om zo de voorspellingsfout te verkleinen. Deze vraagvoorspelling is berekend door verschillende trendlijnen te volgen en een voorspelling te maken voor het jaar 2019. Deze tijdshorizon is genomen aangezien een nieuw huurcontract vaak voor een periode van vijf jaar is. Het bedrijf bestaat nu vijf jaar en daarom zal er ook aan een nieuw strategisch plan voor de komende jaren moeten worden gedacht, waarin ook de huisvesting van Pierik Techniek wordt meegenomen. Vervolgens is er gekeken of er door middel van de groei in de vraagvoorspelling een factor te

berekenen is waarmee de voorraad groeit. Hierbij is er rekening gehouden met de stijging van de veiligheidsvoorraden en de cyclusvoorraden. Wanneer de vraag stijgt met een fractie  $x$  zal de cyclusvoorraden stijgen met een fractie  $\sqrt{x}$  en zullen de veiligheidsvoorraden stijgen met een factor die ligt tussen de  $x$  en  $\sqrt{x}$ . Aangezien er in dit onderzoek is uitgegaan van een geaggregeerde vraagvoorspelling, wat wordt gedaan op basis van clusters, is er geen splitsing tussen de veiligheidsvoorraad en cyclusvoorraad. In de aanwezige data is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende voorraden, daarom is er voor gekozen om voor de gehele voorraad een stijging te gebruiken van  $\sqrt{x}$ . Dit geeft een conservatieve voorspelling van de voorraadruimte, welke in werkelijkheid nog iets hoger uit kan komen.

Omdat er, door de vele onzekerheden in verschillende onderdelen, geen duidelijke uitkomst uit de vraagvoorspelling is gekomen, is er in dit onderzoek gebruik gemaakt van verschillende scenario's. Deze scenario's omvatten verschillende regressie modellen, deze zijn terug te vinden in tabel i. Vervolgens zijn deze getallen doorgerekend tot het jaar 2019 door middel van de groeifactor, rekening houdend met de groei in de voorraden.

Scenario Nummer	Soort Trendlijn
1	Polynoom
2	Lineair
3	Exponentieel

Tabel i, scenario's voorraad Pierik Techniek.



Figuur i, overzicht benodigde m2 in 2019

Zoals er te zien is in figuur i is er een groot verschil tussen de scenario's. Er kan worden gesteld dat scenario nummer twee zeker wordt gehaald, aangezien deze in 2014 waardes aangeeft die in de praktijk reeds overschreden zijn. Aangezien er vanuit wordt gegaan dat Pierik Techniek de komende jaren verder zal blijven groeien, kan de lineaire voorspelling dienen als ondergrens voor de berekening van de benodigde voorraad. In 2019 zal er daarvan met zekerheid 46m2 vloeroppervlakte

vrij moeten worden gelaten voor de productgroep hydrauliek. Aan de andere kant kan er gesteld worden dat scenario drie een bovengrens levert van 241m<sup>2</sup> in 2019, aangezien in deze benadering elk jaar een ruime verdubbeling wordt gemaakt in de verkoop van Pierik Techniek. Dit kan een aantal jaar worden gehaald, echter in de huidige marktomstandigheden lijkt het onmogelijk dat vijf jaar op een rij te bewerkstelligen. Uit gesprekken met werknemers blijkt dat zij een grotere groei verwachten dan de polynoom (scenario 1) berekening voorspelt, maar dat de exponentiele voorspelling (scenario 3) een overschatting oplevert. Er kan worden gekozen voor een magazijn waarin de voorraad net past, echter is de verwachting dat Pierik Techniek ook op andere vlakken zal groeien die vloeroppervlakte nodig hebben. Daarnaast heeft Pierik Techniek de mogelijkheid om overcapaciteit te delen met andere bedrijven in hetzelfde pand. Daarom wordt geadviseerd om voor de hydrauliek groep een groter vloeroppervlakte aan te houden dan de polynoom benadering van 82 m<sup>2</sup>. Het bijhuren van een nieuw gedeelte is lastig en daarbij is het mogelijk dat er opnieuw verhuist dient te worden als er moet worden uitgebreid. Aangezien de werknemers voorspellen dat de polynoom benadering wordt gehaald en de cijfers richting de exponentiele benadering zullen gaan, is het verstandig boven de polynoom benadering te gaan zitten. Het advies is om ongeveer 160 m<sup>2</sup> vrij te maken, zodat er nog genoeg ruimte om verder te groeien, echter moet er ook niet een extreme overcapaciteit worden aangeschaft welke de exponentiele benadering geheel dekt. Met deze 160 m<sup>2</sup> kan er een grote groei worden bewerkstelligd en zal het bedrijf niet snel met ruimtetekort komen te zitten.

Indien dit toch gebeurt, zijn er enkele oplossingen om met een te kleine voorraadruimte te kunnen functioneren. De eerste oplossing is het proberen te reguleren van de vraag, wat erg moeilijk zal zijn in de markt waarin Pierik Techniek zich bevindt. Als tweede oplossing wordt het verbeteren van de internationale supply chain aangedragen. Hierbij wordt er gezorgd dat er door goede samenwerking een betere afstemming komt in de levering van de producten. Dit kan worden gedaan door meer voorraad te houden in de totale supply chain, waardoor producten sneller geleverd kunnen worden. Wat als gevolg heeft dat Pierik Techniek zelf minder voorraad hoeft te houden en dat de een kleinere ruimte voldoet.

Om het gebruik van de ruimte te optimaliseren moet er worden gekeken naar de indeling van het magazijn en de bezettingsgraad daarvan. Er kan worden gekozen om de ruimte in het nieuwe pand te optimaliseren zodat er meer ruimte is voor de voorraad. Hierbij moet er worden gedacht aan het optimaliseren van de bezettingsgraad. Dit kan worden gedaan door over te stappen op een andere opslagstrategie; de overstap van vaste naar willekeurige opslag kan een besparing van zeventien procent opleveren. Ook het veranderen van de indeling van het magazijn kan ruimte opleveren. Door smallere paden te creëren waarbij er gebruikt wordt gemaakt van een kleine heftruck, kunnen er meer stellingen worden geplaatst.

Indien er toch echt een bedrijfsruimte moet worden bijgehuurd zal er moeten worden gekeken naar de hoeveelheid ruimte. Hierbij is het verstandig eerst de bezettingsgraad van het huidige pand zo hoog mogelijk te krijgen al voorts er een nieuw pand wordt gehuurd. Vervolgens zal het tekort aan opslagruimte worden bijgehuurd. Hierbij moet er wel rekening worden gehouden met een nieuwe vraagvoorspelling.



## Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksrapport met daarin de verslaglegging van mijn onderzoek waar ik de afgelopen maanden aan gewerkt hebt. Dit onderzoek heb ik uitgevoerd ter afronding van mijn bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente.

In dit onderzoek heb ik gekeken naar de voorraadruimte bij Pierik Techniek bv te Enschede. Ik heb veel dingen geleerd in dit bedrijf, welke ik kan gebruiken in de rest van mijn carrière.

Mijn dank gaat uit naar Niek Pierik en Rene Rüter, die mij de mogelijkheid hebben gegeven om binnen dit bedrijf mijn onderzoek te doen en mij hebben voorzien van de nodige informatie om mijn onderzoek uit te voeren. Ik hoop dat ik met dit onderzoek de nodige informatie in kaart heb kunnen brengen om het bedrijf verder te brengen in de toekomst. Verder wil ik ook de overige collega's bedanken waarmee ik weken op kantoor heb gewerkt. Zij hebben er voor gezorgd dat ik soms de nodige afleiding had, om vervolgens hard door te gaan met mijn onderzoek.

Natuurlijk heb ik ook steun en feedback gehad van mijn begeleider vanuit de Universiteit, Matthieu van der Heijden, waarvoor mijn dank. Door middel van deze feedback heb ik mijn onderzoek kunnen uitvoeren zoals hij nu voor u ligt. Speciaal wil ik Anniek Koopman bedanken voor de nodige feedback en motivatie, ook al gebeurde dit grotendeels vanuit het verre Finland. Natuurlijk wil ik ook al mijn vrienden en familie bedanken voor de steun en afleiding in de afgelopen periode.

Lars Dekker

Enschede, 6 maart '15





## Inhoudsopgave

Management samenvatting .....	i
Voorwoord .....	v
1. Inleiding .....	1
1.1 Bedrijfsachtergrond .....	1
1.2 Aanleiding .....	1
1.3 Probleemstelling .....	2
1.4 Onderzoeksvragen .....	2
1.5 Afbakening .....	3
1.6 Methodiek .....	3
2. Beschrijving huidige situatie .....	4
2.1 Producten .....	4
2.2 Inkoop en vraagvoorspelling .....	5
2.3 Voorraadopslag .....	5
2.4 Voorraadsysteem .....	6
2.5 Verkoop .....	7
2.6 Dataverzameling .....	8
2.7 Conclusie .....	8
3. Theoretisch kader .....	9
3.1 Vraagvoorspelling .....	9
3.2 Voorraadbeheersing .....	11
3.3 Voorraadruimte .....	13
3.4 Onzekerheden .....	13
3.5 Conclusie .....	15
4. Voorspelling .....	17
4.1 Clustering .....	17
4.2 Vraagvoorspelling .....	18
4.3 Groeifactor .....	22
4.4 Voorraadruimte .....	24
4.5 Onzekerheden .....	27
5. Conclusie en discussie .....	31
5.1 Deelvragen .....	31
5.2 Conclusie onderzoek .....	31
5.3 Aanbevelingen .....	34

5.4	Algemene aanbevelingen .....	34
5.5	Vervolgonderzoek .....	34
5.6	Discussie .....	35
	Bronvermelding.....	36
	Bijlagen .....	38
	Bijlage I, indeling magazijn .....	38
	Bijlage II, trend bepaling o.b.v. maandvraag.....	39
	Bijlage III, impressie opslagruimte .....	41

## 1. Inleiding

In dit hoofdstuk zal een inleiding worden gegeven op het gehele onderzoek. Allereerst wordt het bedrijfsprofiel van Pierik Techniek bv. geschetst, hierna wordt de aanleiding van dit onderzoek uiteengezet. Vervolgens zal de probleemstelling van het bedrijf aan bod komen, waarna de onderzoeksvragen zullen worden geformuleerd, gevolgd door de afbakening van dit onderzoek. In het laatste deel van dit hoofdstuk zal de methodiek worden besproken die voor dit onderzoek gebruikt wordt.

### 1.1 Bedrijfsachtergrond

Pierik Techniek bv. is een technische business-to-business groothandel voor hydraulische techniek en aandrijfmotoren. De verkoop aan particulieren gaat via de website Halvewerk.nl, waar Pierik Techniek het moederbedrijf van is. Op de website van Halvewerk.nl wordt het productenaanbod van Pierik Techniek te koop aangeboden.

Niek Pierik is in 2008 vanuit huis begonnen met het bedrijf. Twee jaar later heeft hij samen met zijn broer en een vriend, eigenaars van respectievelijk Pierik Elektro bv. en TL Besparen, een pand aan de Marssteden betrokken. Doordat het pand door deze drie betrokken partijen gedeeld wordt levert dit voordelen op in bijvoorbeeld opslag en logistieke kosten. Door de grote groei van alle drie de bedrijven in de afgelopen jaren is dit pand te klein geworden en worden er twee naastgelegen panden bij gehuurd.

Pierik Techniek is leverancier van vervangingsonderdelen voor de (land)bouw, industriële machines, kartingsport en tuinmachines, waarbij zij gespecialiseerd is in benzine- en dieselmotoren tot 300 pk, hydrauliek en slijtdelen. Een deel van dit assortiment is afkomstig uit Azië, voor andere onderdelen worden verschillende leveranciers gebruikt in binnen- en buitenland. Sommige onderdelen worden geassembleerd in het magazijn van Pierik Techniek, hierbij is te denken aan het toevoegen van hydrauliek op een benzinemotor of het bouwen van een gehele powerpack.

Om de voorraad te beheren wordt er op dit moment geen gebruik gemaakt van een systematisch voorraadbeheersingssysteem. Er werken twee personen met de voorraad, zij zijn op de hoogte welke producten aanwezig zijn en wat er besteld moet worden. Deze personen nemen alle orders aan en verwerken deze. Op dit moment wordt de voorraad aan de hand van een grove inschatting van de vraag besteld, waarbij geen rekening wordt gehouden met marktwerkingen. Dit resulteert nu en dan in een tekort aan producten waardoor er ad hoc gereageerd moet worden.

De bedrijven Pierik Techniek en Halvewerk.nl hebben geen gezamenlijk voorraadsysteem terwijl ze uit dezelfde voorraad verkopen. Dit komt doordat beide bedrijven op twee verschillende systemen zijn aangesloten waarbij geen koppeling aanwezig is. Op het moment van schrijven is Pierik Techniek bv. in de voorbereidingsfase om een koppeling te maken wat dit probleem moet oplossen.

### 1.2 Aanleiding

Alle bedrijven in het pand van Pierik Techniek zijn de afgelopen jaren sterk gegroeid. Eén van de problemen hierbij is dat de bedrijven niet meer in het oorspronkelijke pand paste, waardoor inmiddels gebruik wordt gemaakt van twee extra panden. Het werken met drie panden is echter niet ideaal, aangezien het om losse opslagloodsen gaat (zie bijlage I). Om dit probleem op te lossen wordt gekeken naar de mogelijkheid om te verhuizen naar een groter pand, wat gepland staat voor medio 2015. Nu is de vraag ontstaan bij Pierik Techniek wat de voorraadkosten in het nieuwe pand zullen

zijn. Hiervoor zal eerst moeten worden bekeken hoeveel ruimte Pierik Techniek nodig heeft voor de opslag van de producten in het nieuwe pand. Om dit te bepalen is het nodig om naar de voorraadhoogte te kijken, welke afhankelijk is van de vraag.

### 1.3 Probleemstelling

In dit onderzoek zal allereerst worden gekeken naar de geaggregeerde vraag, waarbij de focus wordt gelegd op de productgroep *hydrauliek*. Er zal gekeken worden naar de afzet van de producten in het verleden en mede op basis van deze gegevens zal een voorspelling voor de komende jaren gemaakt worden. Hierbij zal rekening moeten worden gehouden met onder andere de groei en de verhuizing naar een nieuwe pand, die een verdere groei mogelijk maakt.

Als tweede zal gekeken moeten worden naar de voorraadhoogte van de producten. Het doel hiervan is te gaan kijken hoeveel ruimte beschikbaar moet komen om de hoeveelheid gewenste producten op te slaan, waarbij rekening wordt gehouden met bovengenoemde vraag.

Samenvattend dient dit onderzoek de volgende resultaten te bevatten:

- *Een globale voorspelling van de vraag van de productgroep hydrauliek voor de komende jaren.*
- *De benodigde vierkante meters voor de productgroep hydrauliek rekening houdend met de bovengenoemde vraagvoorspelling.*

### 1.4 Onderzoeksvragen

Om bovenstaande doelstelling te halen is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

*“Hoeveel vierkante meter moet Pierik Techniek bv. vrij houden voor de opslag van de productgroep hydrauliek in een nieuwe pand, rekening houdend met de vraagvoorspelling voor de komende jaren?”*

Om dit onderzoek gestructureerd te laten verlopen, zal antwoord gegeven worden op enkele deelvragen. In deel één zal eerst de huidige situatie worden beschreven:

1. *Wat is de huidige werkwijze van Pierik Techniek ten aanzien van de vraagvoorspelling en voorraadbeheer?*

In het tweede deel zal de benodigde literatuur gezocht worden en daarmee het theoretisch kader worden geschreven. Hierbij wordt antwoord gegeven op de volgende vragen:

2. *Op welke manier kan er een globale voorspelling worden gedaan naar de vraag van Pierik Techniek voor de komende jaren?*
3. *Op welke wijze is het mogelijk om de benodigde voorraadruimte te berekenen?*

In het laatste deel zal een koppeling worden gemaakt tussen de theorie en de praktijksituatie, door middel van de volgende vraag:

4. *Hoe kunnen de uitkomsten van de praktische situatie van Pierik toegepast worden binnen de hulpmiddelen die gevonden zijn in het theoretisch kader?*

## 1.5 Afbakening

In dit onderzoek zal de focus liggen op de productgroep hydrauliek. Een deel van de producten uit het assortiment valt dus buiten dit onderzoek. De producten die buiten dit onderzoek vallen zijn voor een deel de 'fast movers', zoals boutjes, moertjes en producten zoals benzine- en dieselmotoren. Deze laatste genoemden worden uit China geïmporteerd en hebben een lange levertijd en vaste bestelhoeveelheden. Hierdoor is dit niet interessant om te onderzoeken aangezien er nagenoeg geen afwegingen te maken zijn. In hoofdstuk 2 wordt er nog nader uitgelegd hoe Pierik Techniek om gaat met deze producten. Echter wordt de gehele afbakening pas zichtbaar na hoofdstuk 3. Voor de productgroepen die buiten dit onderzoek vallen, zal een soortgelijk onderzoek moeten plaatsvinden indien Pierik de gehele voorraadruimte wilt berekenen.

## 1.6 Methodiek

Voor dit onderzoek zal de Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak (ABP) (Heerkens & Geersink, 1994) als leidraad worden gebruikt. De ABP biedt goede richtlijnen voor het systematisch aanpakken van het onderzoek. Per fase worden verschillende onderdelen behandeld om zo tot een gestructureerd verslag te komen. In onderstaande tabel wordt per fase kort aangegeven wat behandeld gaat worden, het schrijven van een onderzoeksvoorstel is een onderdeel van fase één.

	Fase	Resultaat
1.	Probleem identificatie	Globale probleemstelling
2.	Formuleren van probleemaanpak	Planning oplossingsproces
3.	Probleemanalyse	Definitie en analyse van het probleem en probleemstelling
4.	Formuleren alternatieve oplossingen	Rapportage over alternatieven
5.	Beslissing	Keuze voor één van de alternatieven
6.	Implementatie	Veranderingen als gevolg van uitvoering gemaakte keuze
7.	Evaluatie / Terugkoppeling	Vergelijking van realisatie en de gewenste situatie

Tabel 1 Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak (ABP)

## 2. Beschrijving huidige situatie

In dit hoofdstuk zal antwoord geven worden op de eerste deelvraag “*Wat is de huidige werkwijze van Pierik Techniek ten aanzien van de vraagvoorspelling en voorraadbeheer?*”. Dit zal gedaan worden in verschillende paragrafen. In de eerste paragraaf wordt ingegaan op de producten die Pierik Techniek verkoopt. Vervolgens zal het inkoopproces behandeld worden met bijbehorende vraagvoorspelling. In de derde paragraaf zal het voorraadproces worden besproken om vervolgens een beschrijving te geven van het verkoopproces van Pierik Techniek. Dit hoofdstuk zal worden afgesloten met een conclusie waarin er antwoord wordt gegeven op de eerste deelvraag.

### 2.1 Producten

Pierik Techniek heeft in totaal ongeveer 1250 verschillende producten (peildatum 1 september 2014) in haar assortiment, welke onder te verdelen zijn in 25 productgroepen. Hierbij is een verdeling gemaakt tussen de verschillende hoofdonderdelen van het bedrijf, waaronder *motoren* en *hydrauliek*.

De productgroep benzine- en dieselmotoren is een belangrijk onderdeel binnen het assortiment van Pierik Techniek. Pierik Techniek gebruikt dochteronderneming Pierik Techniek Motors (PTM) voor het importeren van Loncin verbrandingsmotoren en Kipor dieselmotoren. De motoren worden voor diverse toepassingen gebruikt. Ze kunnen worden geassembleerd waarin zij functioneren als onderdelen van aggregaten of waterpompen, echter kunnen ze ook worden gebruikt als aandrijving van hydraulische onderdelen. Klanten kunnen kiezen voor assemblage door Pierik Techniek of voor zelf-assemblage. Verder heeft een groot aantal artikelen, de zogenoemde fast-movers, met een hoge doorloopsnelheid en een relatief lage waarde. Hierbij moet worden gedacht aan boutjes, moertjes, koppelingen, snoeren en slangen. Deze artikelen worden beschouwd als bijproducten en worden (tegen meerprijs) geleverd bij motoren en andere producten. Verder worden deze artikelen gebruikt bij het assembleren van verschillende verkoopartikelen.

Echter, in dit onderzoek zal de focus liggen op de onderdelen van de productgroep hydrauliek. Dit is een tamelijk nieuw en groeiend bedrijfsdeel van Pierik Techniek en deze groep zal in de komende jaren sterk worden uitgebreid. De productgroep hydrauliek bestaat voor een deel uit hydraulische powerpacks. Dit zijn apparaten die met behulp van een motor de interne druk opvoeren waarmee verschillende onderdelen kunnen worden bestuurd. Voorbeelden van dit type product zijn cilinders en hefapparaten. Andere onderdelen die tot deze groep behoren zijn tandwielkasten, tandwielpompen, hydrauliekslangen, koppelingen en bedieningsonderdelen. De productgroep hydrauliek bevat 450 producten (peildatum 1 september 2014), hiervan zijn in totaal 379 stuks verkocht in 46 maanden. Dit betekent dat elk product 0,84 keer is verkocht in de afgelopen jaren, wat neerkomt op een verkoopintensiteit van 0,02 per product per maand. Hieruit valt te concluderen dat Pierik Techniek ongeveer 8,2 producten van de productgroep hydrauliek verkoopt per maand. De hydrauliek producten worden niet veel verkocht, waardoor er niet veel historische verkoopdata beschikbaar is, er moet daarom gekeken worden naar een manier waarop deze data toch te gebruiken is in dit onderzoek. Toch kan er worden geconcludeerd dat Pierik Techniek de afgelopen jaren sterk gegroeid is, waardoor uitbreiding zeker noodzakelijk is. Dit zal later duidelijk worden gemaakt door de verschillende cijfers, waaruit blijkt dat de productgroep de afgelopen jaren is uitgebreid en de verkoop is gestegen.

## 2.2 Inkoop en vraagvoorspelling

De PTM producten worden geïmporteerd uit China en vervoerd met scheepscontainers naar Nederland. Dit zorgt voor lange leveringstijden en doordat er gebruik wordt gemaakt van scheepscontainers staat de totale bestelhoeveelheid vast. Er wordt bijna altijd een volle container besteld, wat betekent dat het inkopen van deze motoren in groten getale gaat. Doordat in de Chinese markt vaak alle bestellingen worden aangenomen maar vervolgens niet genoeg productiecapaciteit is, moet er vaak op een levering gewacht worden. Met als resultaat dat de aflevering van de producten pas na twee tot drie maanden na de bestelling plaatsvindt, wat vervolgens weer invloed heeft op de veiligheidsvoorraad van deze producten.

De zogenoemde fast-movers worden doorgaans besteld als het voorraadniveau laag is. De voorraden aan koppelingen en dergelijke liggen sinds kort in een rek met barcodes, zodat deze gescand kunnen worden en vervolgens worden besteld. Echter is het scannen een extra handeling waardoor dit vaak niet wordt gedaan. Deze bestellingen zijn gemiddeld binnen 1 a 2 werkdagen binnen.

De producten uit de productgroep hydrauliek worden ingekocht in Italië en Turkije. Dit gaat zowel om grote verpakkingen als kleine verpakkingen. Een deel van de producten wordt pas besteld als een order binnenkomt, andere onderdelen liggen al op voorraad en kunnen dezelfde dag nog worden verstuurd. Pierik Techniek probeert altijd zo snel mogelijk haar producten te leveren, waardoor veel producten op voorraad worden gehouden. Er is ook een aantal externe partners waarbij ingekocht kan worden in kleinere hoeveelheden dan bij de fabrikant zelf. De bestellingen uit het buitenland kunnen op twee manieren worden bezorgd. De producten kunnen snel maar tegen hogere kosten worden ingevlogen of de producten komen per boot wat resulteert in een langere levertijd.

## 2.3 Voorraadopslag

Het pand waarin Pierik Techniek in 2010 samen met haar partners is ingetrokken heeft op de begane grond een vloeroppervlakte van ongeveer 110m<sup>2</sup>. De bovenverdieping, waar het kantoor en een extra deel van de voorraad ligt, heeft ook een oppervlakte van 110m<sup>2</sup>. Afgelopen jaren is deze oppervlakte uitgebreid naar 300m<sup>2</sup> opslag en 220m<sup>2</sup> kantoor. De verdeling wat betreft kantooroppervlak is ongeveer 40% Pierik Elektro, 20% TL Besparen en 40% Pierik Techniek.

De opslagruimte bestaat uit drie verschillende ruimtes. In bijlage I is een tekening toegevoegd van de globale indeling. Twee grote ruimtes (elke 110m<sup>2</sup>) zijn geschakeld door middel van een doorloop. De andere ruimte (75m<sup>2</sup>) is enkel te bereiken via de buitenzijde. In de ruimtes zijn palletstellingen geplaatst van elk 2,7m lang en 1,2meter diep. De verschillende stellingen in het magazijn hebben hun eigen indeling. Sommigen hebben twee verdiepingen, andere drie of vier. Deze verdieping zijn aangepast aan de hoogte van de pallets. Verder zijn er twee werkplaatsen aanwezig, waarvan er een wordt gebruikt door Pierik Elektro en de andere door Pierik Techniek. De werkplaats van Pierik Techniek wordt gebruikt om te lassen, slijpen en boren. Verder is er een werkbank aanwezig waar de producten geassembleerd kunnen worden, deze is echter zo krap dat er vaak in de gangpaden gesleuteld wordt.

Op de tekening in bijlage I staat aangegeven welk deel van de panden door Pierik Techniek wordt gebruikt. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen de werkplaats in het linker pand en de voorraad in het rechter pand. De afspraak is dat de bulk voorraad in het rechter pand komt te staan en de aangebroken pallets en dozen in het linker pand. Deze staan dan ook bij de werkplaats en de

inpak-kar. Op deze manier kan snel gehandeld worden wanneer een bestelling binnenkomt. In totaal is een derde van de producten opgeslagen op de benedenverdieping. Deze voorraad is verdeeld over twee panden. Deze producten hebben geen vaste plek en worden opgeslagen waar mogelijk. De voorraadruimte die beschikbaar komt wordt in de regel snel weer opgevuld. Ongeveer 5m<sup>2</sup> gaat verloren door het plaatsen van overige materialen zoals olievaten of lege pallets.

Het groot deel van de productgroep hydrauliek staat op de 1<sup>e</sup> verdieping opgeslagen. Dit gaat om de kleinere producten die binnen komen in dozen. Deze opslag heeft een vloeroppervlakte van 23m<sup>2</sup> met daarin 17 opslagrekken. Een impressie van deze ruimte is terug te vinden in bijlage III. Deze ruimte is op dit moment toereikend. De producten kunnen merendeel worden opgeborgen. Als het assortiment zich verder uitbreidt of de vraag groeit, is de huidige opslagcapaciteit niet toereikend. In deze opslag hebben de producten een vaste opbergplaats. Een deel van deze producten heeft ook een barcode, welke gescand kan worden om het product bij te bestellen. Enkele producten van deze productgroep staat opgeslagen op de benedenverdieping, welke 10m<sup>2</sup> in beslag neemt. Hierdoor komt de totale opslagruimte voor de productgroep hydrauliek op 33 m<sup>2</sup>.

Er kan ook gekeken worden naar wat voor soort voorraden Pierik Techniek gebruikt. De voornaamste reden voor het hebben van de voorraad is gerelateerd aan onzekerheden in de vraag. Om deze onzekerheden op te vangen wordt een veiligheidsvoorraad opgebouwd. Aangezien Pierik Techniek snel wil voldoen aan de vraag van de klant, hebben ze deze voorraad aangelegd. Omdat Pierik Techniek de functie van technisch groothandel heeft wordt er ook verwacht dat ze producten op voorraad hebben liggen. Ook heeft Pierik Techniek te maken met seriegrootte voorraad; bij sommige leveranciers kan er namelijk alleen worden besteld in bepaalde hoeveelheden. Een andere reden voor het houden van voorraad zijn de geretourneerde producten welke opnieuw moeten worden opgeslagen. Ook zijn er bij Pierik Techniek verschillende pallets opgeslagen met producten van projecten die afgerond dienen te worden. Dat deze door tijdsgebrek vervolgens blijven liggen, resulteert in onbruikbare palletplaatsen.

## 2.4 Voorraadstelsel

Een voorraadbeheersysteem wordt op dit moment niet gebruikt. Dit heeft verschillende oorzaken. De eerste oorzaak is dat er in twee verschillende systemen orders worden gemaakt. Het eerste systeem is van pieriktechniek.nl, hier worden orders vooral via de mail of telefonisch ontvangen. Het voordeel van dit systeem is dat het erg goed kan omgaan met leveringen op rekening en de verwerking daarvan. Voor de website Halvewerk.nl is echter een ander systeem in gebruik. Dit systeem is uitgebreider en heeft ook de mogelijkheid om voorraad te beheren. Toch kan het voorraadstelsel van Halvewerk.nl niet gebruikt worden doordat de verkoop van de groothandel hier niet in kan worden meegenomen.

De tweede oorzaak is de factor tijd. Op dit moment werken er maar twee mensen fulltime bij Pierik Techniek en wordt er gebruik gemaakt van een aantal stagiairs en oproepkrachten. Door deze bezetting is er bijna geen tijd om een systeem in te voeren en up-to-date te houden. Het invoeren van de voorraad zou nu op twee systemen moeten gebeuren, wat te veel extra tijd kost en waardoor dit niet gebeurt op dit moment. Het probleem dat er geen voorraadstelsel is wordt op dit moment opgelost doordat er ook maar twee mensen werken en er door snelle communicatie de wijze van voorraadbeheer besproken kan worden. Het wegzetten van binnengekomen goederen wordt vaak samen gedaan, waardoor er globaal bekend is waar wat staat en hoeveel producten aanwezig zijn.



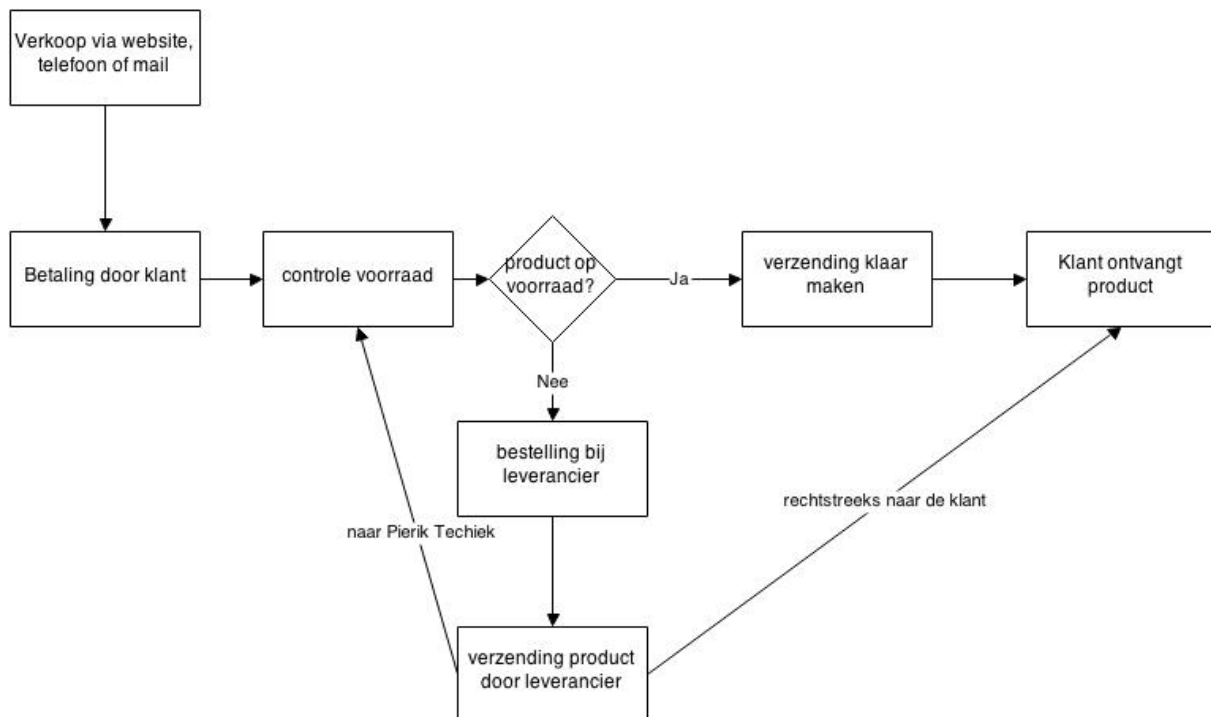
Het komt voor dat het huidige voorraadniveau niet bekend is en daar een inschattingsfout wordt gemaakt. Indien Pierik Techniek de komende jaren verder groeit, is het op lange termijn niet haalbaar om deze vorm van snelle communicatie toe te passen en zal er een overkoepelend voorraadstelsel nodig zijn.

De binnenkomende producten invoeren is een tijdrovend proces en moet voor elk product apart worden gedaan. Tevens zal er geregeld een hertelling moeten plaatsvinden om zo de actuele voorraad te controleren. Om controle overbodig te maken is het belangrijk dat de huidige voorraad accuraat wordt ingevoerd. Het systeem trekt vervolgens de verkochte producten daarvan af en telt de retour gezonden producten daarbij op. Om alles te registreren zal daar ook apparatuur in het magazijn voor nodig zijn, zoals een scanner of mobiel apparaat. De wens van Pierik Techniek is om in de toekomst wel een dergelijk systeem te gaan gebruiken.

## 2.5 Verkoop

Orders van bedrijven komen doorgaans via de telefoon of mail binnen. Deze worden dan handmatig in het systeem van Pieriktechniek.nl gezet. Zo kan het bedrijf op rekening kopen en blijft de debiteurenrekening overzichtelijk. Het merendeel van de orders van particulieren komen binnen via de website waarna de betaling meteen geschiedt via IDEAL of een banktransactie.

Na de bestelling wordt gekeken of het product op voorraad is. Wanneer dit het geval is wordt het product verpakt en aan het eind van de middag verzonden. Wanneer het product niet op voorraad is zal er worden gekeken hoe het product op de snelste manier kan worden geleverd. In veel gevallen resulteert dit er in dat het product bij een partner ingekocht wordt. Vervolgens kunnen de producten worden opgestuurd of worden afgehaald. In figuur 1 is een overzicht gegeven van het bestelproces bij Pierik Techniek.



Figuur 1, Verkoopproces Pierik Techniek

## 2.6 Dataverzameling

De gegevens die beschikbaar zijn bij Pierik Techniek zijn de gegevens van de website HalveWerk.nl. De gegevens die te verkrijgen zijn, betreft de verkoopcijfers, het productenoverzicht, het voorraadoverzicht en een klantenoverzicht. Hetgene wat nodig is voor dit onderzoek zijn de verkoopcijfers en het productenoverzicht. Hierin staan alle verkochte producten van Pierik Techniek sinds de start in december 2008 en welke producten Pierik Techniek in haar assortiment heeft zitten. Aangezien in dit onderzoek alleen zal worden gekeken naar de productgroep hydrauliek, zullen deze producten uit het verkoopoverzicht gefilterd moeten worden. Dit wordt gedaan op basis van de ID-code van de producten, waarna de producten in de clusters zijn ingedeeld zoals ze op de website vermeld staan. Ook eventuele dubbele registraties, retour gezonden producten en bijproducten worden eruit gefilterd om zo een overzichtelijk bestand te krijgen.

## 2.7 Conclusie

Uit dit hoofdstuk kan worden opgemaakt dat Pierik Techniek de ingezette stijging in de afzet van hydrauliek producten zal doorzetten in de komende jaren. Door deze verwachte groei zal het huidige pand te klein worden en is het noodzakelijk te kijken hoe er om dient te worden gegaan met de voorraad in het nieuwe pand. De vraagstelling vanuit Pierik Techniek is daarom: *hoeveel m2 moet worden vrijgehouden voor de productgroep hydrauliek in het nieuwe pand?* Hierbij moet rekening gehouden worden met een aantal zaken op basis van voorraadbeheer wat onderzocht wordt in dit onderzoek. Hierna zal een theoretisch kader worden geschreven, waarin de belangrijkste aspecten gerelateerd aan voorraadbeheer worden geïdentificeerd. Daarnaast is duidelijk geworden dat er geen gebruik wordt gemaakt van een voorraadbeheerssysteem aangezien het huidige programma te omslachtig en tijdrovend is. Voor de kleine onderdelen, zoals koppelingen, wordt een vaste opslagmethodiek gebruikt waarbij de producten op een vaste locatie liggen op de eerste verdieping. Voor de grotere onderdelen wordt een flexibele opslagmethodiek gebruikt, wat inhoudt dat de producten een willekeurige vrije plek krijgen op de benedenverdieping. Een voorspelling van de vraag wordt om dit moment gedaan door een ervaren werknemer op basis van historische data. Voor de opslag van de producten van de productgroep hydrauliek wordt op dit moment 33 m2 opslagruimte gebruikt, dit is exclusief looppaden en tussenafstanden.

### 3. Theoretisch kader

In dit hoofdstuk zal aan de hand van wetenschappelijke artikelen een theoretisch kader worden geformuleerd. Het doel van dit hoofdstuk is antwoord geven op de tweede en derde onderzoeksvraag: *“Op welke manier kan er een globale voorspelling worden gedaan naar de vraag van Pierik Techniek voor de komende jaren?”* en *“Op welke wijze is het mogelijk om de benodigde voorraadruimte te berekenen?”*. Er zal begonnen worden met theorie over de globale vraagvoorspelling. Vervolgens wordt er gekeken met welke factoren er nog meer rekening moet worden gehouden om de voorraadruimte te bepalen. Dit hoofdstuk zal eindigen met een conclusie waarin duidelijk wordt hoe de onderzoeksvragen kunnen worden beantwoord.

#### 3.1 Vraagvoorspelling

In deze paragraaf zal antwoord worden gegeven op de tweede onderzoeksvraag. Hierbij wordt eerst gekeken wat een vraagvoorspelling is en welke methodes daarvoor gebruikt kunnen worden.

Een voorspelling van de vraag is nodig zodat kan worden omgegaan met de vraag van de klanten, waarbij bedrijven vaak vertrouwen op voorspellingssystemen om te kunnen anticiperen op de vraag door middel van het aanpassen van productievolumes en voorraden (Thomassey & Fiordaliso, 2006). Er kan onderscheid worden gemaakt tussen korte, middellange en langetermijnvraagvoorspelling, waarbij de precieze duur afhangt van de levensduur van het product. Aangezien kleding en motoren een verschillende levensduur hebben, worden ook de korte, middellange en langetermijn anders geschaald.

Dit onderzoek zal zich richten op een globale (geaggregeerde) lange termijn vraagvoorspelling. Voor dergelijk onderzoek dienen veel statische gegevens te worden geanalyseerd. Echter zijn deze gegevens niet beschikbaar, vandaar dat gezocht moet worden naar een andere methode. In de theorie van Lambrecht & Dobbelaere (1980) wordt aangegeven dat geaggregeerde vraagvoorspelling wordt gebruikt voor productieplannen voor middellange termijn, waarbij het gaat om de te bestellen producten. Echter wordt in het artikel van Dekker et al.(2004) gesproken over een schaarste van literatuur over dit onderwerp, welke een verdieping van dit onderzoek extra complex maakt.

Volgens Granger & Jeon (2007) wordt een langetermijnvoorspelling gedomineerd door trendlijnen. Hierin vallen vier verschillende types (regressies) te onderscheiden, namelijk lineaire, exponentiele, parabolische en gemodificeerde exponentiële lijnen. Door deze auteurs wordt duidelijk aangegeven dat de lineaire voorspelling de slechtste voorspelling geeft gebaseerd op verschillende casestudies en dat de overige drie voorspellingsmodellen niet veel van elkaar verschillen. Slechte voorspellingen treden vaak op door de tussenkomst van grote gebeurtenissen, zogenoemde ‘future major breaks’. Dit type gebeurtenissen heeft veel invloed op de afzet van producten, waardoor de lineaire benadering niet meer bruikbaar is. Door het gebruik van andere modellen is het mogelijk om deze complexe gebeurtenissen mee te wegen in de voorspelling. Wel moet de opmerking worden geplaatst dat het toevoegen van extra complexiteit aan de verschillende voorspelling niet direct bijdraagt aan het verbeteren van de voorspelling (Granger & Jeon, 2007).

Er zijn ook verschillende methodes te onderscheiden om een vraagvoorspelling uit te voeren. Volgens Chatfield (2000) hangt de keuze van de methode af van de omstandigheden, de vaardigheden van de analist, de karakteristieken van de data, en het aantal voorspellingen dat moet worden gedaan. Hierin kan dan een keuze worden gemaakt tussen een automatisch of een niet-

automatisch voorspellingssysteem. Een simpel automatisch systeem, zoals exponential smoothing, kan worden gebruikt bij een groot aantal voorspellingen, wanneer de vaardigheden van de analist niet groot zijn, of als standaardnorm voor een vergelijking met andere systemen (Dekker, Donselaar, & Ouwehand, 2004). Echter is exponential smoothing een methode voor korte termijn en kan deze methode niet worden gebruikt in dit onderzoek.

Nadat Dekker et al. (2004) verschillende methodes hebben bekeken in hun onderzoek maken ze uiteindelijk de keuze om twee klassieke en twee alternatieve methoden te onderzoeken. De klassieke methodes zijn vooral gericht op de korte termijn, welke hier niet toepasselijk zijn. Echter zal wel gekeken worden naar de alternatieve methodes die genoemd worden.

De eerste alternatieve methode die behandeld wordt is product-aggregatie, wat er voor zorgt dat de relatieve vraagonzekerheid wordt verlaagd door producten met overeenkomsten samen te voegen. De tweede alternatieve methode is het combineren van een vraagvoorspelling met de Naive I methode (Dekker, Donselaar, & Ouwehand, 2004). De methode van product-aggregatie komt positief uit dit onderzoek en zal verder worden uitgewerkt in dit onderzoek.

Product-aggregatie gebruikt het clusteren van producten samen met een eenvoudige techniek voor voorraadvoorspelling. De eerste stap die gemaakt wordt is het optellen van de vraag van de producten binnen een cluster per tijdseenheid. Dit wordt gedaan zodat de seizoensinvloeden beter geanalyseerd kunnen worden. Vervolgens zal een seizoensindex worden berekend met behulp van de methode van Winters. Hierna kan door middel van exponential smoothing voor alle individuele artikelen een voorspelling worden gemaakt. Vervolgens wordt deze voorspelling vermenigvuldigd met de seizoensindex voor een correctie. Deze benadering staat toe dat de seizoensindex kan worden geüpdatet zodra er extra informatie beschikbaar komt en dat de index altijd aangepast kan worden aan de huidige omstandigheden (Dekker, Donselaar, & Ouwehand, 2004).

Om de producten op te tellen binnen een cluster zullen deze eerst moeten worden gemaakt. Dit kan worden gedaan aan de hand van verschillende methodes. Een van deze methodes is 'beslissingsbomen', waarbij producten worden toegewezen door aan een bepaald cluster. Bij de verdeling met de methode beslissingsbomen wordt bij elke knooppunt een vraag gesteld voor elk product. De eindknooppunten vormen samen een productgroep met hetzelfde label. Dit wordt gedaan aan de hand van een vast patroon en wordt niet aangepast voor verschillende producten. Voor clustering ten behoeve van vraagvoorspelling is het verstandig producten met dezelfde eigenschappen bij elkaar te voegen, deze producten worden ook bij dezelfde leverancier besteld waardoor de batches en de bestelmomenten gelijk liggen. Het voordeel van beslissingsbomen is dat ze erg gemakkelijk te interpreteren zijn, waardoor het gemakkelijk is om mee te werken (Thomassey & Fiordaliso, 2006).

Daarentegen worden clustering procedures gebruikt om natuurlijk ontstaande clusters te onderscheiden. Hierbij zal steeds gekeken welke producten het beste op basis van karakteristieke eigenschappen van het product bij een cluster passen. Er zijn verschillende manieren om producten te clusteren; op basis van exclusieve clusters waarbij producten maar in één cluster mogen zitten, op basis van probabilistische clusters waarin een product met een zekere waarschijnlijkheid bij hoort of op basis van hiërarchie waarbij een ruwe scheiding wordt gemaakt tussen de verschillende producten en deze steeds verder wordt verdeeld (Thomassey & Fiordaliso, 2006).

Het voorspellen van de vraag en het goed indelen van de clusters is erg moeilijk aangezien er niet één goede oplossing is. Om toch tot een werkbare voorspelling te komen, kan een voorspelling worden ingedeeld in twee delen. Het eerste deel is een harde zekere component, hierbij wordt er uit gegaan van gebeurtenissen die goed te voorspellen zijn zoals ontwikkeling van nieuwe producten. Het tweede deel zijn zachte componenten, om deze reden wordt in het artikel van Granger & Leon (2007) gesproken over scenario's. Deze auteurs zeggen dat er uit moet worden gegaan van een 'surprise-free' basis scenario, waarna uitgebreid kan worden met verschillende veranderingen. Er kan later worden gekeken naar welke scenario's tot de realiteit behoren en eventueel de voorspelling aanpassen. (Granger & Jeon, 2007)

Volgens Silver, Pyke & Peterson (1998) is het belangrijk om de fouten in de voorspelling ook naderhand goed te blijven volgen om drie redenen. De eerste reden die wordt genoemd is het aanpassen van de veiligheidsvoorraad. Door het bijstellen van de voorspelling, kan de veiligheidsvoorraad ook worden aangepast. Dit zorgt er voor dat beter kan worden ingespeeld op de behoefte van de klant. Ten tweede wordt door het aanpassen van de cijfers in de vraagvoorspelling de voorspelling accurater, waardoor de gehele voorspelling beter wordt. Als derde punt wordt aangedragen dat fouten in de voorspelling ook kan functioneren als goede feedback voor de gehele organisatie, waarbij men kan kijken naar de oorzaak van de fouten in de voorspelling (Silver, Pyke, & Peterson, 1998).

Voor dit onderzoek zal er dus gebruik worden gemaakt van de geaggregeerde vraagvoorspelling, waarbij er eerst productgroepen worden gemaakt op basis van exclusieve clustering. Waarna er doormiddel van regressie een vraagvoorspelling kan worden gedaan.

### 3.2 Voorraadbeheersing

Bij het berekenen van de benodigde voorraadruimte moet rekening worden gehouden met meerdere aspecten dan alleen de opslagruimte. Er zal ook gekeken moeten worden naar de indeling van het magazijn en de opslagmethode, al zal eerst duidelijk moeten worden gemaakt waar de voorraad voor gebruikt gaat worden en hoe deze het beste kan worden beheerd.

In de afgelopen decennia is voorraad een veel besproken onderwerp in de literatuur. Een van de belangrijkste redenen om voorraad te houden is onzekerheid in de vraag. Om fluctuaties op korte termijn op te vangen houden bedrijven daarom een veiligheidsvoorraad. De hoogte van de veiligheidsvoorraad is afhankelijk van de werkelijke vraag, een trend en eventuele seizoensinvloeden (Silver, Pike and Peterson, 1998). Door Silver et al. (1998) is een methode ontworpen waarbij aan de hand van regressie coëfficiënten en de huidige vraag de veiligheidsvoorraad bepaald kan worden.

Om te kijken in welke mate er rekening gehouden moet worden met de verwachte groei in de markt, in relatie tot het houden van voorraad, kan de standaard formule gebruikt door Silver et al (1998) worden herschreven. De veiligheidsvoorraad wordt gehouden om schommelingen in de vraag op te vangen. Deze vorm van voorraad moet daarom de zogenoemde 'mean square error' (MSE) opvangen. De MSE is een maat voor de variabiliteit waarbij afwijkingen in data worden aangepast aan de (historische) trend. Wanneer we in deze situatie de veiligheidsvoorraad dus gelijk stellen aan deze vorm van variabiliteit kan de formule als volgt worden herschreven. De originele formule is;  $MSE$  (oftewel mate van veiligheidsvoorraad) =  $c_1 * vraag^2$  ( $c_i$  zijn de verschillende regressiecoëfficiënten). Wanneer men aanneemt dat de eerste regressie coëfficiënt niet verandert en de tweede maximaal varieert tussen de 0.5 en de 1, kan men de formule herschrijven om te kijken

welke invloed een verandering in de vraag voor een invloed heeft op het geplande niveau van de veiligheidsvoorraad. Wanneer de vraag verdubbeld (factor 2), zal het niveau van de veiligheidsvoorraad moeten toenemen met een factor variërend tussen de  $\sqrt{2}$  en de 2. Wanneer de vraag verandert met factor  $x$ , zal het niveau van de veiligheidsvoorraad moeten toenemen met een factor variërend tussen de  $\sqrt{x}$  en de  $x$ . De verhouding tussen de cyclusvoorraad en de hoogte van de veiligheidsvoorraad hangt af van de lengte van de cyclus en de fluctuaties in de vraag. Doorgaans is de veiligheidsvoorraad kleiner dan de cyclusvoorraad.

Een andere soort voorraad die gebruikt wordt is seriegrootte voorraad. Deze voorraad ontstaat wanneer in vaste hoeveelheden besteld moet worden bij de leverancier. Daarnaast bestaan er nog meerdere soorten voorraden, bijvoorbeeld seizoensvoorraad, waarbij er extra voorraad wordt aangelegd voor het opvangen van extra vraag door een bepaald seizoen. Het is ook mogelijk dat de bestelling van verschillende producten wordt gecombineerd om zo geen verzendkosten te betalen, dit wordt 'joint replenishment' genoemd. 'Joint replenishment' leidt tot lagere cyclusvoorraden aangezien er vaker zal worden besteld in kleine hoeveelheden. Vaak gebruiken bedrijven de totale waarde van de voorraad als performance-indicator en wordt er geprobeerd deze zo laag mogelijk te houden (Durlinger, 2013).

Om voorraad efficiënt te beheren zijn er de diverse methodes ontwikkeld, zoals de modellen geïdentificeerd door Zomerdijk & de Vries (2003) welke gebruikt kunnen worden voor het berekenen van orderhoeveelheden, wat betrekking heeft op de cyclusvoorraden van een bedrijf. De meest gebruikte methode om de bestelhoeveelheden te berekenen is de EOQ. Met deze formule wordt er een afweging gemaakt tussen de setupkosten ( $K$ ) en de opslagkosten ( $h$ ). De formule van de EOQ luidt:

$EOQ = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$ . Waarbij  $D$  de vraag is voor een bepaalde periode, per maand of jaren (Slack, Chambers, & Johnston, 2007). Er zijn meerdere technieken die gebruikt kunnen worden voor het voorspellen van de vraag zoals is aangegeven in de vorige paragraaf. In de afgelopen jaren zijn de technieken van vraagvoorspelling en voorraadbeheersing met elkaar geïntegreerd, met als resultaat diverse MRP en ERP systemen. Echter laten Plossl & Welch (1979) zien dat voorraadbeheerssystemen niet altijd zorgen voor een verlaging van de voorraad. Dit komt doordat bedrijven de voorraad niet goed beheren. Een nieuw voorraadbeheerssysteem laat dan hogere waarden zien voor de voorraad, welke optimaal zijn voor het bedrijf. Echter is het verlagen van de voorraad meestal de hoofdreden voor het aanschaffen van een MRP systeem is. Ook zijn er bedrijven die zelf een voorraadmiveau hebben zonder daar een systeem voor te gebruiken (Plossl & Welch, 1979). Zomerdijk & de Vries (2003) laten in hun artikel ook duidelijk zien dat het succes van een voorraadsysteem sterk afhangt van de personen die er mee werken. De betrokkenen zullen hun eigen draai aan de werking van het systeem moeten geven en ieder zal gegevens anders interpreteren. Dit zorgt er voor dat de uitkomsten van iedere individu in combinatie met een systeem anders kunnen zijn. Dit hangt sterk samen met de verantwoordelijkheid en bevoegdheid die een persoon krijgt die om deze wijzigingen door te voeren (Zomerdijk & de Vries, 2003). Hier moet goed worden opgelet bij het ontwerpen van een voorraadsysteem en de te gebruiken technieken. Participatie, begrip en ondersteuning vanuit het personeel is daarom van belang.

In de traditionele voorraadbeheersing wordt enkel op drie hoofdonderwerpen gefocust. Dit zijn ordergrootte, orderinterval en voorraadbeheersing (Zomerdijk & de Vries, 2003). In dit onderzoek zal de focus liggen op de voorraadbeheersing, wat sterke gevolgen heeft voor de hoeveelheid ruimte die



een productgroep nodig heeft. De problemen die vaak voorkomen bij de beheersing van de voorraad ontstaan door gebrek aan duidelijke verantwoordelijkheid en bevoegdheid en een duidelijke verdeling van de taken. Een grote voorraad duidt meestal op problemen in de slechte beheersing van de voorraad of fouten in het beheersingssysteem. Om deze reden hebben Zomerdijk & de Vries (2003) nog enkele onderwerpen toegevoegd waar naar dient te worden gekeken bij voorraadbeheersing. Dit zijn taakverdeling, besluitvorming, communicatieprocessen en het gedrag van betrokken partijen.

### 3.3 Voorraadruimte

Om te kunnen bekijken hoeveel ruimte nodig is voor de opslag van producten dient gekeken te worden hoe de producten worden opgeslagen. Le-Duc & de Koster (2005) bespreken de volgende factoren: patroon in de vraag, lay-out van het magazijn, opslagstrategie, groeperingsmethode (clustering), routing en sorteermethode. Het analyseren van de vraag is in het vorig deel van dit hoofdstuk uitvoerig besproken en wordt hier daarom niet besproken. Voor dit onderzoek is alleen opslagstrategie van toepassing welke hieronder behandeld zal worden.

Producten zullen eerst moeten worden opgeslagen waarna ze kunnen worden verkocht aan klanten. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een opslagmethode. Deze methode is een set van regels welke gebruikt kan worden om producten een opslagplaats toe te wijzen (de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007). Men kan vijf verschillende opslag methodes onderscheiden; willekeurige opslag, dichtstbijzijnde beschikbare opslag, vaste opslag, omzetopslag en klasse opslag (de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007). Bij willekeurige opslag zullen producten op een plek in het magazijn worden gezet, zonder daar een reden voor te hebben. Dit is eigenlijk alleen mogelijk bij het gebruik van een automatisch voorraadsysteem, waarbij de locatie wordt bijgehouden in de computer. Een willekeurige opslaglocatie zorgt ervoor dat de benodigde ruimte omlaag gaat, aangezien er niet voor elk product een maximale voorraadlocatie hoeft te worden vrijgehouden. Echter gaan de handelingskosten omhoog omdat de producten niet meer volgens een vaste strategie worden opgeslagen (Larson, March, & Kusiak, 1997). In het geval van dichtstbijzijnde opslag worden producten in het eerste mogelijk opslagrek gezet. Dit komt vaak voor in magazijnen waarbij de producten vlakbij een laad-en-losplatform worden gezet. Bij een vaste locatie wordt het product altijd op dezelfde locatie opgeslagen, dit houdt wel in dat er altijd genoeg ruimte moet worden vrijgehouden waar de maximale voorraad kan worden opgeslagen. In het geval van omzetopslag worden de locaties van de producten toegewezen aan de hand van de grootte van de omzet van een bepaald product. Als laatste methode wordt de opslag op basis van klasse behandeld. Echter kan al gesteld worden dat opslag op basis van klasse meer ruimte behoeft dan willekeurige opslag (de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007). Een klasse krijgt een vaste opslag ruimte, binnen een klasse wordt wel een willekeurige opslagmethode gebruikt waardoor de bezettingsgraad omhoog gaat, de handelingskosten omlaag en de flexibiliteit omhoog (Larson, March, & Kusiak, 1997). Indien voor een bepaalde methode wordt gekozen betekent dit niet dat er niet gewisseld mag worden tussen methodes. Het kan voorkomen dat het nodig is om te wisselen, omdat er bijvoorbeeld geen ruimte meer beschikbaar is voor een bepaald product. (Hassan, 2002)

### 3.4 Onzekerheden

Om er voor de zorgen dat er niet snel weer een nieuwe locatie nodig is omdat de verkoop omhoog gaat of er uitbreidingen worden gedaan in het product assortiment, kan er worden gekeken naar oplossingen om een ruimtetekort op te vangen. De eerste oplossing is al genoemd en is de

omschakeling tussen de verschillende opslag strategieën, waardoor de bezettingsgraad van het magazijn omhoog gaat (Larson, March, & Kusiak, 1997). Verder kan er gekeken worden naar de bestelhoeveelheid van de producten, doordat de kosten van de opslag omhoog gaan zullen er nieuwe berekeningen moeten worden gemaakt voor de optimale bestelhoeveelheid  $Q$ , waarbij er van uit kan worden gegaan dat als de opslagkosten omhoog gaan, dat dan de bestelhoeveelheden naar beneden gaan.

In het artikel van Prater, Biehl & Smith (2001) wordt er gesproken over drie mogelijkheden die een bedrijf heeft om met fluctuaties in de markt. Als eerste wordt genoemd het voor lief nemen van de onzekerheden. Als tweede wordt het flexibel maken van de eigen producten, waarbij gedacht moet worden aan het standaardiseren van producten en het verschuiven van het assembleren van de producten (postponement). Als laatste optie wordt er gewezen op het implementeren van een coördinatiemechanisme, waarbij er wordt gezocht naar de flexibiliteit in de supply chain. Door middel van die flexibiliteit kan er voor gezorgd worden dat de vraag vanaf de markt sneller kan worden behandeld. Hierbij zal er worden gekeken naar het verkorte van levertijden en een snellere doorstroom van producten naar de klanten. Voor de flexibiliteit in de supply chain kan er worden gekeken naar het gedeelte tot de levering van de producten in het magazijn. Hierin worden de producten besteld bij de leverancier waarna ze worden vervoerd naar het magazijn. Hierbij kan er meestal worden gekozen voor verschillende soorten transport. Daarbij moet meestal een afweging worden gemaakt tussen een snel transport met hoge kosten of een langzaam transport wat meestal goedkoper is. Echter gaat een langzaam transport meestal per boot wat er voor zorgt dat er nog extra fluctuaties kunnen optreden door factoren als het weer (Prater, Biehl, & Smith, 2001). Een langzaam transport zorgt voor extra fluctuaties in de levertijd, deze fluctuaties moeten worden opgevangen door middel van het verhogen van de veiligheidsvoorraad. Door een snelle manier van transport kan de veiligheidsvoorraad worden verlaagd, omdat er weinig fluctuaties in de vraag optreden tijdens de bestellingen.

Een magazijn kan uiteindelijk toch te klein zijn doordat het in hedendaagse markt moeilijk is in te schatten wat de grootte van een magazijn moet zijn (Lee & Elsayed, 2005). Hierdoor moet er toch extra ruimte worden gezocht. In de literatuur wordt voor de uitbreiding van het magazijn veel gesproken over het bijhuren van ruimte, het zogenoemde leasen (Lee & Elsayed, 2005). Het bijhuren van een ruimte heeft als voordeel dat het geen grote investeringskosten heeft. Er zijn verschillende contracten mogelijk waarbij het mogelijk is tussentijds ruimte bij te huren of af te stoten. Dit heeft als voordeel dat er niet elke keer onderhandeld hoeft te worden. Bij het huren van extra ruimte wordt eerst geprobeerd om het eigen magazijn zo goed mogelijk te gebruiken, dit kan door bovenstaande mogelijkheden. Vervolgens kan er door middel van een heuristiek van Francis & White (1992) worden gekeken naar de mogelijkheden om tegen zo laag mogelijke kosten een magazijn bij te huren. Dit kan gebeuren op basis van twee verschillende aanpakken; op basis van serviceniveau of op basis van kosten. Hierbij worden ook de kosten meegenomen als er producten tekort komen, omdat het ook geld zal kosten wanneer klanten worden verloren (Lee & Elsayed, 2005).

In plaats van bijhuren kan er dus ook worden gedacht aan het voor lief nemen van de kosten die de onderneming misloopt door het niet aannemen van een order van de extra producten. Deze kosten kunnen in sommige gevallen lager zijn dan de daadwerkelijke winst die op een product valt te halen, waardoor het goedkoper is voor de onderneming. Door het niet aannemen van de verschillende



orders, is het niet nodig de nieuwe producten op voorraad te leggen en is het niet noodzakelijk een extra magazijn bij te huren.

Een andere oplossing is het inkopen bij een eindproduct bij een ander bedrijf. Voor dit product zullen de kosten dan hoger zijn, echter wordt de klant wel beleverd (Luss, 1982). Deze oplossing is te gebruiken bij artikelen die niet regelmatig worden besteld. Doordat er wel geleverd wordt, zal de klant sneller kiezen om terug te komen. Het inkopen van eindproducten bij andere bedrijven is echter geen oplossing voor langere termijn. Voor langere termijn zal eerder voor een van de andere bovenstaande oplossingen gekozen moeten worden, zoals het bijhuren van magazijnruimte.

### 3.5 Conclusie

In dit hoofdstuk is als eerste ingegaan op de methodes en de manier waarop een vraagvoorspelling kan worden uitgevoerd. Hierin is gebleken dat door het groot aantal producten en schaarste aan data het handig is de producten per cluster te analyseren, zogenoemde product-aggregatie. Deze clusters kunnen gemaakt worden door middel van beslissingsbomen of clusteringsprocedure. Bij beslissingsbomen worden de producten doormiddel van verschillende vragen, waarin de producten op basis van functie worden gescheiden. Exclusieve clustering gebeurt aan de hand van het onderscheiden van producten, waarbij producten worden toegewezen aan de beste aansluitende clusters. Vervolgens kan er onderscheidt worden gemaakt binnen een hoofdcluster op basis van andere karakteristieke eigenschappen.

Vervolgens is gekeken met welke factoren rekening gehouden dient te worden bij het berekenen van de voorraadruimte. Hieruit bleek dat de voornaamste afweging moet worden gemaakt omtrent de opslagstrategie. Hierbij kan onderscheidt worden gemaakt tussen een willekeurige of vaste opslagstrategie. Waarbij een vaste opslagstrategie ruimte laat voor de maximale voorraad van één product, wordt er bij een willekeurige opslagstrategie geen ruimte vrijgehouden voor een bepaald product en wordt het product opgeslagen op een willekeurige ruimte welke vrij is in het magazijn.

Daarnaast is er gekeken naar de verschillende soorten voorraden die aanwezig zijn bij een bedrijf. De eerste voorraad is de veiligheidsvoorraad. Indien de vraag stijgt met  $x$  zal de hoogte van de veiligheidsvoorraad veranderen tussen de  $\sqrt{x}$  en de  $x$ . Een andere soort voorraad is de cyclusvoorraad. Dit is de voorraad die er voor zorgt dat de vraag van de klanten kan worden voldaan tussen de bestellingen in. Hierbij kan de groeifactor worden uitgerekend door middel van de verandering in de EOQ. De groeifactor is te berekenen door de wortel te nemen van het verschil in vraag;  $\sqrt{\frac{\text{Voorspelling 2019}}{\text{Voorspelling 2014}}}$ . Hierbij geldt dus, net als bij de veiligheidsvoorraad, indien de vraag stijgt met een fractie  $x$ , de veiligheidsvoorraad zal stijgen met een fractie  $\sqrt{x}$ . Er zijn nog meerdere soorten voorraad, zoals seizoensvoorraad, echter worden deze niet gebruikt in dit onderzoek.

Nadat deze gegevens bekend zijn kan een analyse worden gedaan naar de hoeveelheid benodigde ruimte. Dit kan worden gedaan op basis van de verkregen vraagvoorspelling. Indien dan de opslagmethode bekend is, kan er worden uitgerekend worden hoeveel ruimte de producten in beslag nemen in jaar  $x=0$ . Vervolgens kan er door middel van de groeifactoren van de veiligheidsvoorraad en cyclusvoorraad gekeken worden hoeveel deze voorraden groeien over de jaren heen. Dit kan worden herleid uit de groeifactor, waarbij er van uit wordt gegaan dat de cyclusvoorraad en veiligheidsvoorraad met een fractie  $\sqrt{x}$  groeit. Dit wordt gedaan omdat er geen verdere data beschikbaar is voor het verdere uitsplitsen van de voorraad. Vervolgens kunnen er verschillende

scenario's worden gemaakt, waarin de verschillende regressiemodellen worden opgenomen om uiteindelijk het aantal benodigde vierkante meters te berekenen. Daarna moet er nog gekeken worden hoe met deze cijfers moet worden omgegaan. Dit kan worden gedaan door aan de ene kant het aanpakken van de fluctuaties in de vraag en de flexibiliteit in de supply chain. Daarbij kan er ook worden gekeken naar de bezettingsgraad van het huidige magazijn en daar enkele voordelen uit halen, zoals het overstappen van een vaste opslagstrategie naar een willekeurige opslagstrategie wat een besparen van ongeveer 17%. Aan de andere kant zal er worden gekeken naar de uitbreiding mogelijkheden indien het toch blijkt dat een nieuwe voorraadruimte te klein is. Hierbij zal er wel rekening moeten worden gehouden met de soort producten die moet worden opgeslagen in het nieuwe magazijn.

## 4. Voorspelling

In dit hoofdstuk wordt de theorie uit het vorige hoofdstuk toegepast op de huidige situatie. Er zal antwoord worden gegeven op de vierde onderzoeksvraag: “Hoe kunnen de uitkomsten van de praktische situatie van Pierik toegepast worden binnen de hulpmiddelen die gevonden zijn in het theoretisch kader?”. In de eerste paragraaf zal de clustering van de producten aan bod komen, gevolgd door de vraagvoorspelling. Daarna wordt een groeifactor van de voorraad berekend en vervolgens wordt de berekening van de voorraadruimte behandeld. Er wordt afgesloten met een paragraaf over de omgang met onzekerheden.

### 4.1 Clustering

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de theorie van Lambrecht et al. (1980). In deze theorie wordt aangegeven dat geaggregeerde vraagvoorspelling wordt gebruikt voor productieplannen voor middellange termijn, waarbij het gaat om de te bestellen producten. De voorgestelde methode zorgt er voor dat de pieken en dalen worden afgevlakt en er een globalere voorspelling komt. Om een voorspelling van de vraag te berekenen zal eerst gekeken moeten worden hoe de clusters samengesteld kunnen worden. Volgens de theorie van Lambrecht et al. worden bepaalde karakteristieken gebruikt om de clusters in te delen, welke afhankelijk zijn van het doel van de clusters. In dit onderzoek worden de clusters gebruikt voor de berekening van de vraagvoorspelling en het berekenen van de voorraadruimte. Hierom is het belangrijk producten met overeenkomstige karakteristieken bij elkaar te voegen in een cluster. Er zal dan worden gekeken naar wat voor soort product het is, waar het voor gebruikt wordt en welke afmetingen het product heeft. Op basis van deze gegevens zullen de producten die het meeste overeenkomsten hebben samenvoegt worden.

Pierik Techniek gebruikt clusters op haar website om deze overzichtelijk te houden. Om de theorie en de praktijk te kunnen vergelijken zal eerst een theoretische clustering gemaakt worden, zodat deze naast elkaar kunnen worden gelegd. Vervolgens kan er bepaald worden of de clustering van Pierik Techniek voldoet voor dit onderzoek. Om dit te onderzoeken wordt eerst gekeken op basis van welke karakteristieken deze clusters zijn gemaakt en of deze karakteristieken toepasbaar zijn voor dit onderzoek.

Als de clusters op basis van de theorie van Thomassey et al. (2006) zouden gevormd worden, zal gekeken worden naar de eigenschappen van de producten en producten in verschillende fases worden ingedeeld in verschillende clusters. Allereerst wordt er een grof onderscheid gemaakt tussen de verschillende producten op basis van de hoofdfunctie. Hierbij ontstaan de hoofdclusters, zoals *complete sets*, *cilinders*, *powerpacks*, *slangen*, *pompen*. Er wordt uitgegaan van de informatie die bij deze producten aanwezig is. Deze gegevens geven aan waar een product voor gebruikt wordt en de technische specificaties over volume en dergelijke. Vervolgens wordt er een splitsing gemaakt op basis van deze specificaties. Zo wordt er in het hoofdcluster *cilinder* onderscheid gemaakt tussen *enkelwerkende cilinders* en *dubbelwerkende cilinders* en in het hoofdcluster *koppelingen* onderscheid gemaakt worden tussen onder andere *snelkoppelingen* en *kniekoppelingen*. In sommige hoofdclusters, kan er niet zozeer op functie van het product onderscheid worden gemaakt, daar wordt er gekeken naar waar het product voor gebruikt wordt als eindproduct. Zo wordt er in het hoofdcluster *complete sets* onderscheid gemaakt tussen *kloofsets* en *trailersets* en in het hoofdcluster *hydrauliek powerpack* wordt er onderscheid gemaakt tussen *elektrische en benzine/diesel aangedreven powerpacks*.

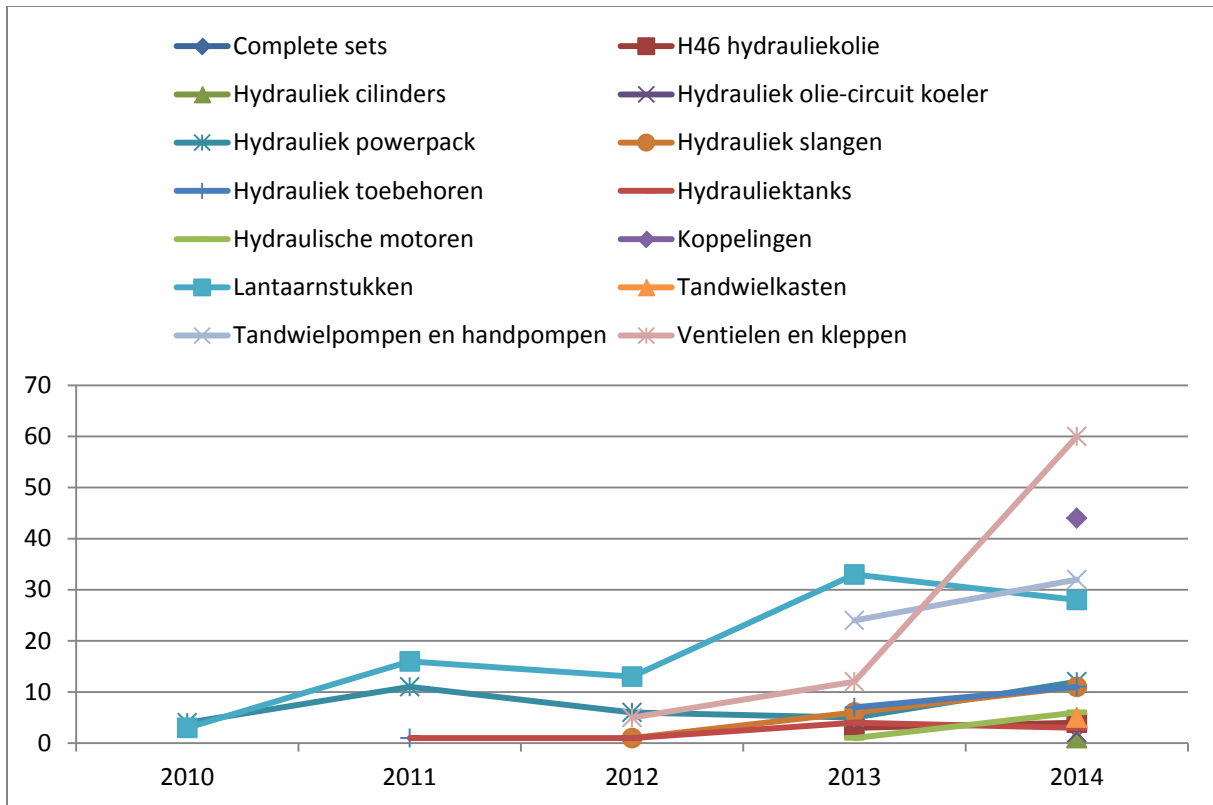
Er is nu onderscheid gemaakt tussen de verschillende hoofd- en sub clusters. De producten met dezelfde functie en van dezelfde soort zijn nu bij elkaar ingedeeld. Dat houdt in dat tandwielpompgroep 1 links met zowel 2cc als 7,4 cc bij elkaar gevoegd zijn in een sub cluster. Er kan nu gekozen worden om verder onderscheid te maken, dit omdat sommige sub clusters erg groot zijn. Echter is dit niet nodig in het kader van dit onderzoek aangezien de producten in een sub cluster relatief dezelfde afmetingen hebben en de focus hier ligt op capaciteit.

Nu er een theoretische clustering is gemaakt, is het mogelijk om deze clustering te vergelijken met de clusters die Pierik Techniek gebruikt voor haar website. Uit deze vergelijking blijkt dat er is gekozen om op de website een verdere uitsplitsing te maken van sub clusters. Waar in de theoretische verdeling de verschillende tandwielpompen bij elkaar in één cluster zitten, is dit op de website verder uitgesplitst. De reden dat dit op de website is gedaan is om overzicht te creëren voor de bezoeker; webpagina's zouden erg groot worden indien er 74 tandwielpompen onder een sub cluster vallen. Om dit probleem op de website te verhelpen zijn verschillende oplossingen, echter valt dit buiten de bereik van dit onderzoek. Het verdere onderzoek zal worden gedaan op basis van de theoretische clustering, welke in de grote lijnen hetzelfde is als die van de website. Deze theoretische clustering is afdoende voor de dit onderzoek. De clustering is terug te vinden in figuur 2.

## 4.2 Vraagvoorspelling

De volgende stap die gemaakt dient te worden is het opstellen van de vraagvoorspelling. Zoals in de theorie van Chatfield (2000) is aangegeven zal eerst moeten worden gekeken welke voorspellingsmethode gebruikt zal worden. De vraagvoorspelling zal door middel van regressie benaderd worden, aangezien dit een relatief simpele methode is. Om niet alleen af te gaan op de data, welke vervuild kan zijn, zal ook de mening van de werknemers worden meegenomen in dit onderzoek. Participatie, begrip en ondersteuning vanuit het personeel is daarom van doorslaggevend belang. Zonder hun inzet zullen de verkoopcijfers dalen.

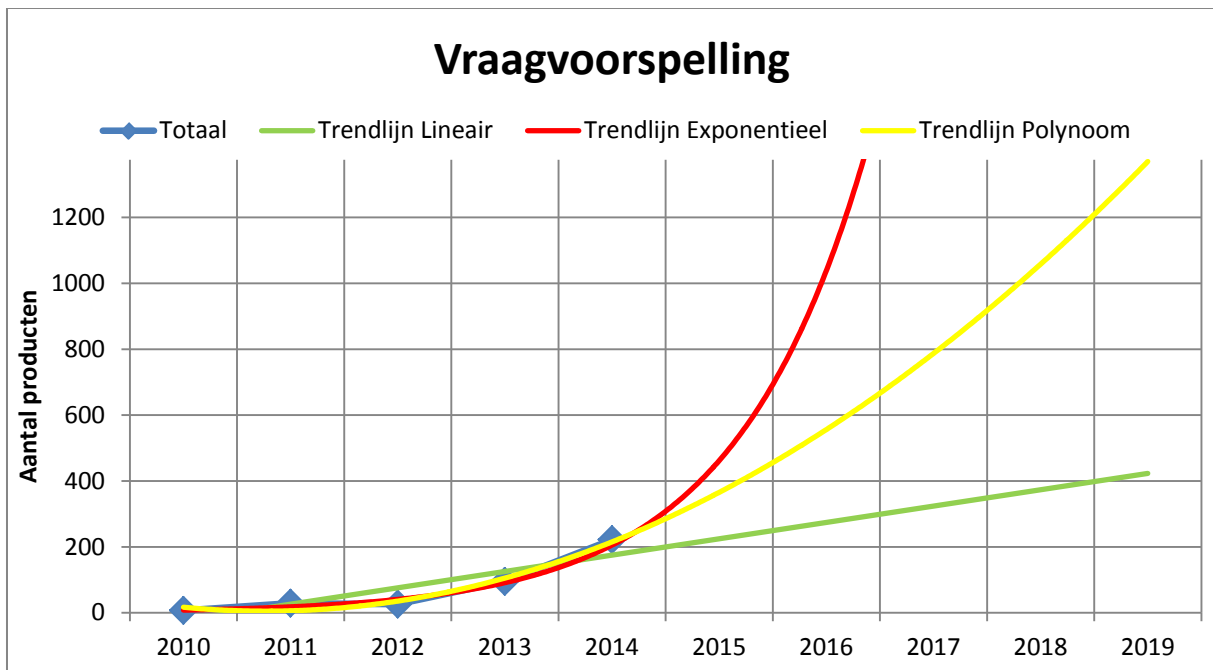
De benadering die gemaakt wordt, geldt voor een tijdshorizon van vijf jaar. Er wordt met deze termijn gewerkt aangezien een nieuw huurcontract in veel gevallen ook zal gelden voor vijf jaar. Het bedrijf bestaat nu vijf jaar, wat aanleiding geeft om strategisch na te gaan denken over de komende vijf jaar. Daarin is de huisvesting van Pierik Techniek ook van belang en zal dus ook mee moeten worden genomen in de strategische plannen. De termijn van vijf jaar is een middellange termijn ten aanzien van de levensduur van het product, aangezien de levensduur van deze producten tussen de drie en vijftien jaar liggen. Er zal nu eerst een grafisch overzicht worden gegeven van de data van de afgelopen vijf jaar. Hierin worden de verkoopaantallen van de verschillende hoofdclusters weergegeven per jaar, aangezien hieruit kan worden afgelezen hoe de afzet zich verhoudt over de afgelopen jaren.



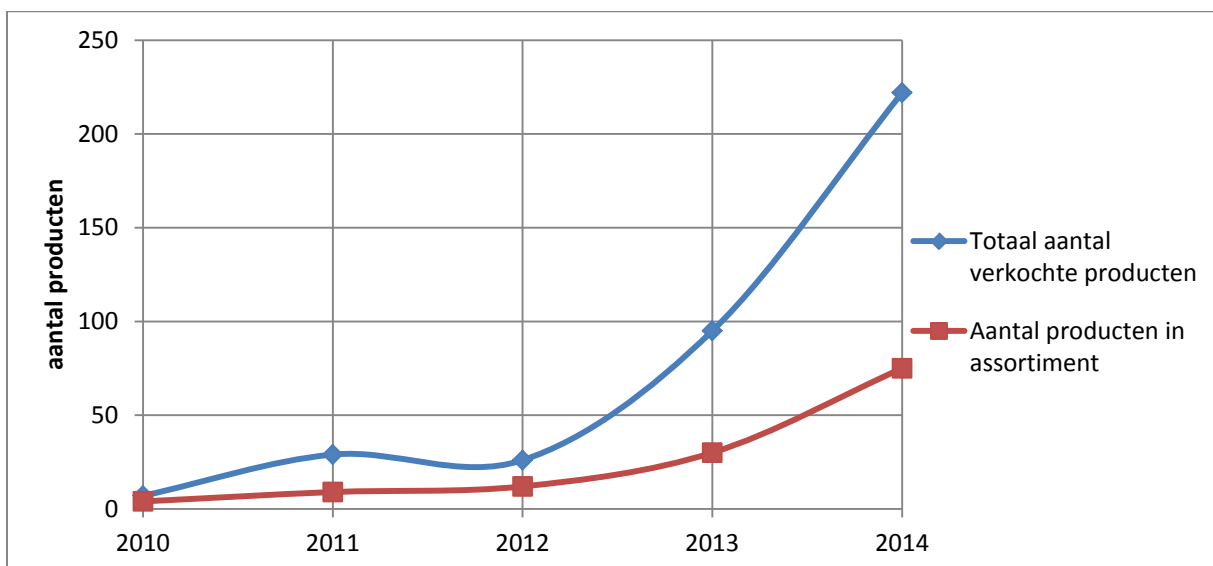
Figuur 2, overzicht vraag productgroepen per jaar.

Uit figuur 2 kan worden opgemaakt dat er de afgelopen jaren een sterk groeiende lijn is ingezet. Hierbij zijn twee kenmerken te onderscheiden, aan de ene kant is er de stijging van afzet van de producten en aan de andere kant is er de stijging van het aantal producten in het assortiment. De groep *ventielen en kleppen* is het afgelopen jaar sterk gegroeid. Verder is de groep *koppelingen* afgelopen jaar pas toegevoegd aan het assortiment. Het zou mogelijk zijn om per productgroep een trendlijn op te stellen, maar een tekort aan historische data is het niet mogelijk een goede benadering voor alle clusters te krijgen op basis van deze gegevens, zie ook bijlage II. De R-kwadraat van de formules is zeer laag, tussen de 0,01 en 0,6, waardoor deze voorspelling niet bruikbaar is.

Omdat bovenstaande benadering niet bruikbaar is, is besloten te kijken naar de totale groei van de productgroep hydrauliek. Daarom zal in de rest van het onderzoek gewerkt worden met de geaggregeerde vraag van deze groep. De jaarvoorspelling zal accurater zijn dan de maand voorspelling, simpelweg omdat er meer historische data is doordat de maandvraag van de hoofdclusters wordt opgeteld. Voor dit onderzoek is het genoeg om te zien hoe de verkoop is gestegen in de afgelopen jaren om zo een voorspelling te genereren, aangezien de producten ook samen worden opgeslagen. Het is niet nodig om dit te specificeren per productgroep, aangezien het gaat over de globale groei van komende jaren. Ook wordt gekeken naar de stijging van het verschillende aantal producten dat er verkocht is. Het is niet mogelijk om te kijken naar de grootte van het productassortiment aangezien hier geen historische data van is, om deze reden wordt er gekeken naar het aantal verschillende producten die verkocht zijn paar jaar.



Figuur 3, Trendlijnen in de vraagvoorspelling



Figuur 4, groei productenassortiment.

In figuur 3 is te zien hoe de huidige situatie (2014) is, evenals de vraagvoorspelling op basis van verschillende benaderingen. Hieruit valt af te leiden dat het moeilijk is om regressie modellen te gebruiken een goede voorspelling te maken. In figuur 4 is het aantal unieke producten aangegeven, hiermee wordt aangegeven hoeveel verschillende producten er per jaar zijn verkocht, om zo aan te tonen hoe het productassortiment is gegroeid in de afgelopen jaren. Met de lijn “Totaal aantal verkochte producten” wordt aangegeven hoeveel producten er totaal zijn verkocht in een gegeven jaar. Deze stijgingen hebben een invloed op de groei van de voorraad, welke later zullen worden berekend.

Er is in dit onderzoek gekozen voor de volgende benaderingen, exponentieel, lineair en polynoom volgens de theorie van Granger & Jeon (2007). De uitkomsten per jaar van deze benaderingen zijn terug te vinden in tabel 2. Er is tevens een voorspelling toegevoegd voor een tijdshorizon van vijf jaar, welke ook is af te lezen in tabel 2. Het jaar 2010 ( $x=1$ ) is genomen als startpunt van de analyse,

vanuit hier kan worden doorgeteld tot het jaar 2019 ( $x=10$ ). In de eerste kolom zijn de jaren opgenomen, in de tweede kolom staat de huidige verkoop en de unieke producten, gevolgd door verschillende voorspellingen. In tabel 3 is een overzicht terug te vinden van de formules behorend bij de trendlijnen en de R-kwadraat daarvan, welke aangeeft hoe goed de benadering overeenkomt met de huidige cijfers zover bekend. Uit deze cijfers blijkt dat het lastig is om een goede voorspelling te maken. Dit komt doordat er veel onzekerheid in de vraag zit, wat onder andere wordt veroorzaakt door een dynamische markt. Pierik Techniek levert veel verschillende onderdelen welke specifiek voor bepaalde systemen zijn bedoeld. Er is geen sprake van gestandaardiseerde producten omdat dit niet (verder) mogelijk is. Dit zorgt er voor dat de vraag onzeker is. In de laatste paragraaf van dit onderzoek zal er verder worden ingegaan op de omgang met deze onzekerheden.

Jaar	Verkoop/Uniek	Lineair	Exponentieel	Polynoom
2010 ( $x=1$ )	7 / 4	0	8	17
2011 ( $x=2$ )	29 / 9	26	18	6
2012 ( $x=3$ )	26 / 12	76	41	36
2013 ( $x=4$ )	95 / 30	125	91	105
2014 ( $x=5$ )	222 / 75	175	206	215
2015 ( $x=6$ )		225	462	366
2016 ( $x=7$ )		274	1038	556
2017 ( $x=8$ )		324	2334	787
2018 ( $x=9$ )		373	5248	1058
2019 ( $x=10$ )		423	11796	1370

Tabel 2, jaarvoorspelling met verschillende trendlijnen

	Lineair	Exponentieel	Polynoom
Formule	$49,6x - 73$	$3,58e^{0,81x}$	$20,14x^2 - 71,23x + 68$
R-Kwadraat	$R^2 = 0,7899$	$R^2 = 0,9359$	$R^2 = 0,9722$

Tabel 3, overzicht formules trendlijnen

Zoals in tabel 3 te zien is, ligt de polynoom het dichtst bij de huidige punten, afgaand op dat de R-kwadraat bij deze lijn het hoogste is. Met de R-kwadraat wordt aangegeven dat deze formule de beste voorspelling geeft indien de eerste vijf jaar opnieuw moeten worden gegenereerd, wat echter niets zegt over de resultaten van de toekomst. Indien de polynoom benadering wordt doorgetrokken met een vijfjaars tijdshorizon, zouden er 1370 producten verkocht worden in 2019.

De lineaire voorspelling geeft een ondermaatse schatting weer en de exponentiële voorspelling een overmaatse schatting ten opzichte van de huidige situatie. In 2014 zit de lineaire voorspelling er al onder en dit zal alleen nog maar verder uit elkaar lopen. De exponentiële voorspelling zal een ruime overschatting zijn aangezien die elk jaar uitgaat van een ruime verdubbeling. Dit is tot op zekere hoogte mogelijk, maar zal een plafond hebben door beperkingen vanuit de omgeving. De lineaire lijn zal worden gezien als een goede ondergrens die Pierik Techniek te allen tijde zal houden, evenals de exponentiële vergelijking welke als bovengrens fungeert. Omdat het niet met zekerheid te zeggen is hoe de vraag zich in de toekomst zal ontwikkelen, zullen er in dit onderzoek verschillende scenario's worden geschetst. Hierbij kan worden gekeken welke scenario in de toekomst het meest waarschijnlijk is.

Om de persoonlijke meningen van de werknemers mee te nemen in dit onderzoek, is ook overleg geweest met de medewerkers van Pierik Techniek. Zij hebben de cijfers van afgelopen jaren gezien en aan hen is de vraag voorgelegd om een voorspelling te geven voor de komende vijf jaar. Op deze manier werd er een *experts opinion* gecreëerd, echter de gehele richtlijnen voor deze methode konden niet gevolgd worden aangezien hierbij verschillende rondes en meer dan twee werknemers voor nodig zijn, wat niet mogelijk is bij Pierik Techniek. De uitkomsten van de medewerkers zijn vervolgens vergeleken met de trendlijnen. De uitkomsten van de medewerkers zijn terug te vinden in tabel 4. De uitkomsten waren erg verschillend, de ene kwam nagenoeg uit op de polynoom, terwijl de andere werknemer op de exponentiële trendlijn uit kwam. Omdat de mening van de medewerkers belangrijk gevonden wordt, zullen deze uitkomsten een belangrijk onderdeel zijn bij het opstellen van de conclusies van dit onderzoek.

Jaar	Verkoop	Voorspelling werknemer	Voorspelling eigenaar
2010	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>
2011	<u>29</u>	<u>29</u>	<u>29</u>
2012	<u>26</u>	<u>26</u>	<u>26</u>
2013	<u>95</u>	<u>95</u>	<u>95</u>
2014	<u>222</u>	<u>222</u>	<u>222</u>
2015		450	550
2016		600	1100
2017		850	2200
2018		1150	4400
2019		1450	8800
	Vergelijkbaar met:	Polynoom	Exponentieel

Tabel 4, *experts opinion* vraagvoorspelling.

Nu er verschillende vraagvoorspelling zijn gecreëerd, valt er te concluderen dat de groei van de afgelopen jaren toe te schrijven is aan het uitbreiden van het productassortiment en een stijging van het totaal verkochte aantal producten. Deze waarnemingen zullen ook worden meegenomen in de voorspelling van de voorraadruimte in de volgende paragraaf.

### 4.3 Groeifactor

Om een voorspelling van de vraag om te zetten naar de benodigde voorraadruimte zal moeten worden gekeken naar de operationele omgeving van Pierik Techniek. Deze omgeving zal eerst worden omschreven voordat daadwerkelijk de voorraadruimte berekend wordt.

Op dit moment wordt er door Pierik Techniek een willekeurige opslagstrategie gebruikt; de producten worden neergezet daar waar plek is. Er wordt wel rekening gehouden met producten die vaak verkocht worden, welke op een snel bereikbare plaats worden gelegd. Verder liggen de producten nu verspreid over twee panden. De voorkeur die door Pierik Techniek is uitgesproken, is dat er in het nieuwe pand een vaste locatie voor ieder product gereserveerd wordt. In relatie met de theorie heeft dit zowel voor- als nadelen. Het grootste nadeel is dat volgens deze opslagstrategie veel plaats moet worden vrijhouden, aangezien er plek moet worden vrijgehouden voor de maximale voorraad die aanwezig kan zijn van ieder product. Omdat deze opslagstrategie de voorkeur heeft vanuit Pierik Techniek zal toch volgens dit principe de benodigde ruimte worden berekend. Echter zal dit wel gebeuren op basis van klasseopslag. Bij klasseopslag kan eventueel worden geschoven met de



voorraad van verschillende producten die binnen eenzelfde cluster vallen waardoor er minder ruimte nodig is. Deze clusters zijn al ontworpen in paragraaf 4.1 en kunnen worden gebruikt voor deze klasseopslag. Volgens Francis et al. (1992) kan de vuistregel worden gebruikt dat vaste opslagmethodiek zeventien procent meer ruimte inneemt dan een willekeurige opslagmethodiek. Daarom zal dit thema wel worden meegenomen in de aanbeveling.

Door Durlinger (2013) wordt er gekeken naar de verschillende soorten voorraden die een bedrijf kan hebben. De eerste voorraad die behandeld wordt is de veiligheidsvoorraad. Deze voorraad wordt gehouden om de fluctuaties in de vraag op te vangen. Omdat er weinig historische data bekend is, is het lastig om te bepalen hoe hoog de veiligheidsvoorraad moet zijn. Echter is er door Silver et al. (1998) een methode ontworpen waarbij aan de hand van regressiecoëfficiënten en de huidige vraag de veiligheidsvoorraad bepaald kan worden.

Om te kijken in welke mate er rekening gehouden moet worden met de verwachte groei in de markt, in relatie tot het houden van voorraad, moet de standaard formule gebruikt door Silver et al (1998) worden herschreven. In dit geval wordt de mate van veiligheidsvoorraad gelijk gesteld aan de MSE. De formule is dan als volgt;  $MSE$  (oftewel mate van veiligheidsvoorraad) =  $c_1 * vraag^{c_2}$  ( $C_i$  zijn de verschillende regressiecoëfficiënten). Wanneer men aanneemt dat de eerste regressiecoëfficiënt niet verandert en de tweede maximaal varieert tussen de 0.5 en de 1, kan men de formule herschrijven om te kijken welke invloed een verandering in de vraag voor een invloed heeft op de veiligheidsvoorraad. Wanneer de vraag verdubbeld (factor 2), zal de veiligheidsvoorraad moeten toenemen met een factor variërend tussen de  $\sqrt{2}$  en de 2. Wanneer de vraag veranderd met factor  $x$ , zal de veiligheidsvoorraad moeten toenemen met een factor variërend tussen de  $\sqrt{x}$  en de  $x$ . Er zal in dit onderzoek worden uitgegaan dat de veiligheidsvoorraad zal stijgen met  $\sqrt{x}$ , aangezien dit aansluit op het verdere onderzoek en er geen cijfers beschikbaar die anders suggereren.

Als tweede soort voorraad wordt seriegrootte voorraad besproken. Deze voorraad ontstaat doordat er in bepaalde ordergrootte wordt besteld bij leveranciers. De optimale ordergrootte van ieder product kan worden uitgerekend met behulp van de Economic Order Quantity (EOQ). Doordat de  $Vraag(D)$  verandert in de EOQ, waarbij aangenomen wordt dat de voorraadkosten ( $h$ ) en setupkosten ( $K$ ) gelijk blijven, zal de EOQ met  $\sqrt{Vraag}$  veranderen. Dit is vervolgens toepasbaar op de vraagvoorspelling. Als de vraag tussen 2014 (huidige jaar) en 2019 (vijf jaar vraagvoorspelling) toeneemt van 222 naar 1370, stijgt de vraag met een factor 6,17 en stijgt de EOQ met  $\sqrt{6,17} = 2,48$ .

Als laatste worden door Durlinger (2013) enkele andere voorraden benoemd. De belangrijkste daarvan is seizoensvoorraad. Echter zijn deze niet aanwezig bij Pierik Techniek wat betreft de productgroep hydrauliek en daarom zal deze ook niet worden meegenomen in dit onderzoek.

Bij Pierik Techniek wordt nu vaak een s,Q voorraad strategie gebruikt, echter komt het wel eens voor dat er minder wordt besteld omdat er niet genoeg ruimte is om de producten op te slaan. Bij de s,Q voorraad strategie wordt er op het moment dat voorraadniveau onder punt  $s$  komt,  $Q$  producten besteld bij de leverancier. Hierbij wordt aangenomen dat de huidige  $Q$  hierbij een goede hoeveelheid is welke met behulp van de EOQ is vastgesteld zoals eerder in dit onderzoek is berekend. Deze voorraad van  $Q$  plus een veiligheidsvoorraad ( $s$ ), welke altijd aanwezig is om onzekerheid op te vangen tijdens leveringen, ligt op dit moment opgeslagen bij Pierik Techniek. Hierbij kan worden uitgegaan dat deze voorraad in zijn geheel kan worden opgeslagen in de magazijnen van Pierik

Techniek. Om deze reden kan er van uit worden gegaan dat de hoeveelheid ruimte op dit moment afdoende is en ruimte biedt voor de gehele voorraad van Pierik Techniek.

Nu bekend is met welke voorraden rekening moet worden gehouden is het mogelijk een groeifactor te berekenen voor de komende jaren. Deze groeifactor wordt berekend aan de hand van een aantal factoren. Allereerst de groei van de cyclusvoorraad; indien de vraag van de markt groeit met een fractie  $x$ , zal de cyclusvoorraad stijgen met de fractie  $\sqrt{x}$ . Als tweede wordt er rekening gehouden met de veiligheidsvoorraad. Indien deze stijgt met fractie  $x$  zal de voorraad tussen de fractie  $x$  en de  $\sqrt{x}$  toenemen. Aangezien er geen data beschikbaar is over de grootte van de veiligheidsvoorraad wordt er in dit onderzoek aangenomen dat de veiligheidsvoorraad ook zal stijgen met  $\sqrt{x}$ , waarbij wel de kanttekening wordt gemaakt dat deze inschatting aan de conservatieve kant zit. Hiervoor is gekozen omdat er te zien is dat de fluctuaties in de vraag niet met dezelfde factor groeit. Het kan echter wel het geval zijn dat de huidige groei toch groter uitvalt. De overige soorten voorraden worden niet meegenomen omdat deze niet van toepassing zijn bij Pierik Techniek. Op basis van de huidige situatie kan uitgerekend worden hoeveel de voorraad zal stijgen de komende jaren. Een samenvatting van 2014 en 2019 onder de verschillende regressies is weergegeven in tabel 5.

Er is in deze berekening uitgegaan van het stijgen van het aantal verkochte producten en daarbij is de stijging van de producten in het assortiment verwaarloosd. Dit is gedaan aangezien er wordt verwacht dat er de komende jaren niet veel producten meer worden bijgevoegd aan het assortiment. Indien dit wel wordt gedaan moet er ruimte worden gemaakt voor het totaal nieuwe product en kan er niet worden uitgegaan dat de voorraad stijgt met  $\sqrt{x}$  maar zal stijgen met  $y$ , waarbij  $y$  het aantal nieuwe producten is.

	Verkoop	Lineair	Exponentieel	Polynoom
2014	222	175	206	215
2019		423	11796	1370
Groeifactor		1,38	7,29	2,48

Tabel 5, Groeifactor =  $\sqrt{\frac{\text{Voorspelling 2019}}{\text{Voorspelling 2014}}}$

#### 4.4 Voorraadruimte

In tabel 6 is een overzicht te zien van de huidige afmetingen van de opslag voor de productgroep hydrauliek. Deze productgroep is op het moment ingedeeld in twee groepen, welke ontstaan zijn doordat een deel op de bovenverdieping is opgeslagen en het andere deel op de benedenverdieping. Doordat de producten niet geordend zijn, is het niet te zeggen hoeveel ruimte één product precies inneemt. Een impressie van de opslag op de bovenverdieping is te vinden in bijlage III. Omdat de precieze maten niet te herleiden zijn, zijn de maten van verschillende producten samen genomen. De gegevens in de vraagvoorspelling zijn gebaseerd op verschillende clusters, waardoor een exacte voorspelling niet meer mogelijk is en er hier gekozen kan worden voor een globale meting van de ruimte. Verder staat in onderstaande tabel aangegeven wat de totale afmetingen zijn van de ruimtes waar de stelling c.q. rekken in staan. Als laatste staat aangegeven welke percentage van het vloeroppervlak van betreffende ruimte ingenomen wordt door de rekken of stellingen innemen.

<b>Bovenverdieping</b>		<b>Totale m2</b>
<b>9 Rekken</b>	13 planken	2,7 m2
<b>8 Rekken</b>	5 planken	3,2 m2
Totaal Boven:		5,9 m2
<b>Totale afmetingen bovenverdieping</b>		<b>22,7 m2</b>
<b>% in gebruik door rekken</b>		<b>26%</b>
<b>Benedenverdieping</b>		
<b>1 stelling</b>	2 verdiepingen	4 m2
<b>Totale afmetingen benedenverdieping (Hydrauliek)</b>		<b>10,3</b>
<b>% in gebruik door stelling</b>		<b>39%</b>

Tabel 6, Huidige opslag afmetingen productgroep hydrauliek

Nu de huidige opslagmaten bekend zijn, kunnen de verschillende scenario's worden uitgewerkt. Om in de toekomst de cijfers te vergelijken met de scenario's uit dit onderzoek, zijn de scenario's uitgewerkt per jaartal in onderstaande tabellen. Er is vanuit gegaan dat de huidige stellingen en rekken meeverhuizen.

In de tabellen 7 tot en met 9 zijn de verschillende scenario's uitgewerkt. Allereerst is er een groeifactor berekend aan de hand van de EOQ, zoals eerder is laten zien is dit de wortel van het quotiënt van de verwachte vraag van het huidige jaar. Op deze manier wordt er een factor berekend waarmee de batches zullen groeien, welke worden ingekocht door Pierik Techniek en zullen moeten worden opgeslagen. Vervolgens kan deze worden vermenigvuldigd met de gegevens uit 2014, waarin onderscheid is gemaakt tussen de kleine opslag (boven) en grote opslag (beneden). Waarna er uiteindelijk een totaal vloeroppervlak uitkomt welke de stellingen in het nieuwe pand zullen innemen.

<b>Polynoom</b>						
Jaar	Product Voorspelling (# producten)	Groeifactor	Kleine opslag (m2)	Grote opslag (m2)	Totaal (m2)	
<b>2014</b>			5,9	4,0	9,9	
<b>2015</b>	366	1,28	7,6	5,1	12,7	
<b>2016</b>	556	1,58	9,4	6,3	15,7	
<b>2017</b>	787	1,88	11,2	7,5	18,7	
<b>2018</b>	1058	2,18	13,0	8,7	21,7	
<b>2019</b>	1370	2,48	14,8	9,9	24,7	

Tabel 7, ruimte berekening Polynoom.

<b>Lineair</b>						
Jaar	Product Voorspelling (# producten)	Groeifactor	Kleine opslag (m2)	Grote opslag (m2)	Totaal (m2)	
<b>2014</b>			5,9	4,0	9,9	
<b>2015</b>	225	1,01	6,0	4,0	10,0	
<b>2016</b>	274	1,11	6,6	4,4	11,0	
<b>2017</b>	324	1,21	7,2	4,8	12,0	
<b>2018</b>	373	1,30	7,7	5,2	12,9	
<b>2019</b>	423	1,38	8,2	5,5	13,7	

Tabel 8, ruimte berekening Lineair.

<b>Exponentieel</b>						
Jaar	Product (# producten)	Voorspelling	EOQ Groeifactor	Kleine opslag (m2)	Grote opslag (m2)	Totaal (m2)
<b>2014</b>				5,9	4,0	9,9
<b>2015</b>	462		1,44	8,6	5,8	14,3
<b>2016</b>	1038		2,16	12,8	8,6	21,5
<b>2017</b>	2334		3,24	19,3	12,9	32,2
<b>2018</b>	5248		4,86	28,9	19,4	48,3
<b>2019</b>	11796		7,29	43,3	29,1	72,4

Tabel 9, ruimte berekening Exponentieel.

De ruimte die in de verschillende tabellen worden berekend is de ruimte (m2) die de rekken in beslag nemen. Aan de hand van de huidige inrichting is het mogelijk om de totale ruimte inclusief looppaden uit te rekenen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de huidige inrichting waarvan er bekend is dat op de bovenverdieping 26% van de ruimte in beslag genomen wordt door de rekken en op de benedenverdieping de stelling 39% van het oppervlak in beslag neemt. Op basis van deze gegevens is er een berekening gemaakt waarvan de uitkomsten zijn terug te vinden in tabel 10 tot en 12. In figuur 5 is een grafische weergave gegeven van de verschillende scenario's op basis van de totale benodigde grondafmetingen.

<b>Polynoom</b>			
Jaar	Kleine opslag (26%)	Grote opslag (39%)	Totale ruimte
<b>2014</b>	5,9	4,0	33,0
<b>2015</b>	7,6	5,1	42,3
<b>2016</b>	9,4	6,3	52,2
<b>2017</b>	11,2	7,5	62,1
<b>2018</b>	13,0	8,7	72,1
<b>2019</b>	14,8	9,9	82,0

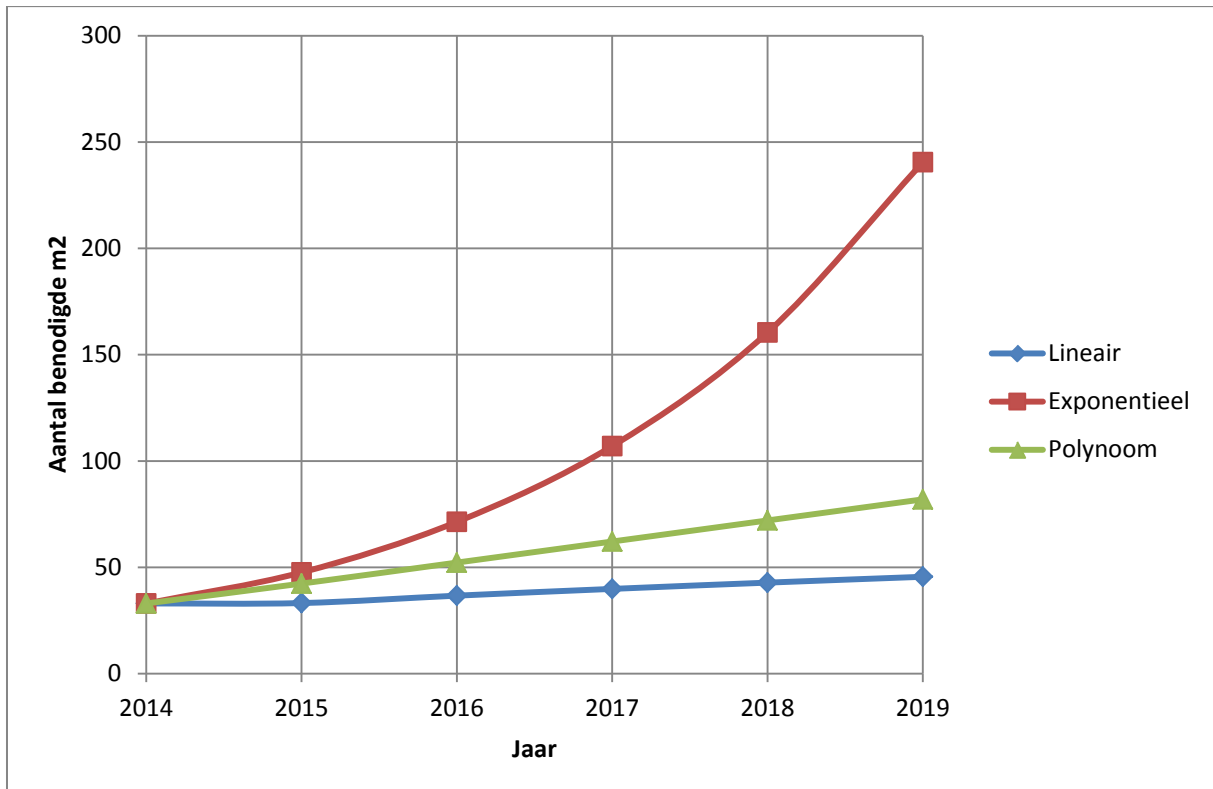
Tabel 10, berekening totale ruimte Polynoom.

<b>Lineair</b>			
Jaar	Kleine opslag (26%)	Grote opslag (39%)	Totale ruimte
<b>2014</b>	5,9	4,0	33,0
<b>2015</b>	6,0	4,0	33,2
<b>2016</b>	6,6	4,4	36,7
<b>2017</b>	7,2	4,8	39,9
<b>2018</b>	7,7	5,2	42,8
<b>2019</b>	8,2	5,5	45,6

Tabel 11, berekening totale ruimte Lineair.

Exponentieel			
Jaar	Kleine opslag (26%)	Grote opslag (39%)	Totale ruimte
2014	5,9	4,0	33,0
2015	8,6	5,8	47,6
2016	12,8	8,6	71,4
2017	19,3	12,9	107,0
2018	28,9	19,4	160,4
2019	43,3	29,1	240,6

Tabel 12, berekening totale ruimte Exponentieel.



Figuur 5, benodigde m2 aan totale grondoppervlakte incl. looppaden.

Uit tabel 10 tot en met 12 kan worden opgemaakt dat er in 2019 behoefte is aan 46, 82 of 241 vierkante meter oppervlak voor het opslaan van hydrauliek. Deze getallen zijn inclusief de looppaden en tussenafstanden van de rekken. Er kan gesteld worden dat deze getallen erg uit elkaar liggen en niet bruikbaar zijn om een juiste inschatting te maken. Echter zal er door Pierik Techniek op een gegeven moment een pand moeten worden gekozen. Er kan, zoals eerder gesteld, worden gezegd dat de lineaire regressie een ondergrens is van het aantal vierkante meter voorraadruimte. De polynomische benadering is in dit onderzoek een goede benadering, echter kiest de eigenaar van Pierik Techniek meer richting de exponentiele benadering. Daarom wordt er geadviseerd een stuk hoger te gaan zitten dan de polynomische benadering, echter dient er rekening gehouden te worden met explosieve groei. Dit zal in dat geval moeten worden opgevangen door flexibiliteit. Dit zal in de volgende paragraaf worden besproken.

#### 4.5 Onzekerheden

In het vorige deel is er laten zien dat de voorraadruimte in een grote range valt, wat een grote onzekerheid geeft over de precieze voorraadruimte. Hierbij zal er een keuze worden gemaakt bij

Pierik Techniek voor een bepaalde grootte van de voorraadruimte. De kans is groot dat deze ingehuurde ruimte toch te klein of te groot is, aangezien de voorspellingen ver uit elkaar liggen zoals is te zien in de vraagvoorspelling. Om deze reden zal er in deze paragraaf gekeken worden naar verschillende oplossingen om toch aan de vraag van de klanten te kunnen voldoen. Hierbij wordt er van uitgegaan dat de voorraadruimte eerder te klein is en er dus moet worden uitgebreid, dan dat de ruimte te groot is. Als eerste zal gekeken worden naar de vraag en aanlevering van de producten van Pierik Techniek. Vervolgens wordt er gekeken naar de opslag en verwerking van deze producten en hoe daar flexibiliteit in gevonden kan worden.

Als eerste oplossing zou er gekeken kunnen worden om de vraag vanaf de markt te reguleren, hierbij wordt er geprobeerd explosieve fluctuaties uit de markt te halen. De voorraad hoeft niet vergroot te worden doordat er minder grote fluctuaties zijn en er dus geen grotere veiligheidsvoorraad gehouden hoeft te worden. Echter is de markt waarin Pierik Techniek opereert erg dynamisch en is sterk van concurrentie onderhevig. Een andere oplossing is om de producten te standaardiseren zodat er minder producten op voorraad hoeven te liggen, maar aangezien de meeste systemen uniek zijn is dit ook niet mogelijk bij Pierik Techniek. Waar wel naar gekeken kan worden is of het echt nodig is alle producten op voorraad te hebben. Hierbij kan er een kosten trade-off worden gemaakt tussen het op voorraad hebben van producten en het laten wacht van de klant met het risico deze te verliezen. Doordat sommige producten snel kunnen worden geleverd vanaf de leverancier en deze kosten laag zijn, is het verstandig deze producten niet op voorraad te leggen. De kosten die voortkomen uit het opslaan van deze producten zijn vele malen hoger dan de bestelkosten van één product rechtstreeks bij de leverancier.

Een andere oplossing die wordt gegeven in de theorie van Prater et al. (2001) is het verbeteren van de (internationale) supply chain. Hierbij wordt er gekeken naar de flexibiliteit van de gehele supply chain, om zo snel te kunnen inspelen op de vraag vanaf de markt. Het is niet mogelijk om alle producten op voorraad te hebben, daarom moet er een andere manier worden gezocht op de producten zo snel mogelijk bij de klant te hebben. Dit is mogelijk door flexibiliteit te creëren in de gehele supply chain. Zo kan er voor gezorgd worden dat producten snel kunnen worden verstuurd en bij de klanten bezorgd worden. De totale voorraad wordt dan verspreid over de supply chain opgeslagen en is de lokale voorraad lager waardoor de voorraadruimte kleiner kan zijn. Voor een deel doet Pierik Techniek dit al door gespecialiseerde hydrauliek producten per vliegtuig uit Italië te laten komen. Echter levert dit weer extra transportkosten op, welke worden doorberekend aan de klant. In de toekomst kan er voor worden gekozen dit met meerdere producten te doen. Zoals eerder gezegd is dit waarschijnlijk niet gewenst aangezien de levertijd langer wordt en de klanten de producten graag binnen één dag geleverd willen hebben. Om deze flexibiliteit te creëren zal er moeten worden overlegd met de leverancier, hierbij dienen afspraken te worden gemaakt over de snelle verzendingen en gerelateerde kosten vanuit de leverancier. Andere afspraken die gemaakt kunnen worden zijn over het later assembleren van sommige producten, het zogenoemde postponement.

Het is ook mogelijk om te kijken of de verschillende bestellingen (vrachten) niet tegelijk binnen kunnen komen. Hierdoor wordt er voor gezorgd dat niet van alle producten een maximale voorraad aanwezig is, waarvoor veel opbergruimte nodig is. Hiervoor zijn afspraken nodig met de verschillende leveranciers van bulkgoederen. Ook moet er dan goed gekeken worden wanneer deze besteld worden. Het voordeel van Pierik Techniek is dat zij het pand zullen delen met twee andere bedrijven

waardoor het mogelijk is om de voorraadruimte te lenen van een ander bedrijf. Er zal dan goed gecommuniceerd moeten worden tussen de bedrijven.

Nu er is gekeken naar de vraagzijde en leveringszijde van de supply chain, kan er nu worden gekeken naar de opslag en verzending van producten. Hierbij zal er eerst een keuze moeten worden gemaakt welke inschatting Pierik Techniek moet maken voor de grootte van het magazijn. Er kan worden gekozen om een magazijn te gaan huren waarbij er net genoeg ruimte is voor de huidige voorraad. Als de voorraad dan groeit, moet er worden uitgebreid. Het voordeel is dan dat je niet meteen te veel ruimte hebt die op dat moment niet nodig is. Hierbij zijn de kosten dan ook lager per gebruikte vierkante meter, wat er voor zorgt dat je als klein bedrijf niet meteen aan hoge huurlasten zit. Het nadeel is dat de kans groot is dat er snel al moet worden uitgebreid, wat extra kosten met zich mee zal brengen. Indien er wordt gekozen om een extra groot magazijn te gaan huren is er genoeg ruimte om uit te breiden in de komende jaren. Echter brengt dit vanaf het eerste jaar al meteen kosten met zich mee voor de huur van deze extra ruimte. Dit kan een groot nadeel zijn indien het bedrijf in wat mindere tijden terecht komt en de kosten daardoor erg hoog uitvallen waardoor er alsnog verhuisd moet worden. Pierik Techniek heeft het voordeel dat het overcapaciteit kan gebruiken voor andere bedrijfsactiviteiten of kan delen met andere bedrijven waarmee het bedrijf in een pand zit. Hierdoor zal een pand niet snel te groot zijn of zullen de kosten te hoog zijn.

Om niet meteen uit te hoeven breiden is het mogelijk de bezettingsgraad van het huidige magazijn te optimaliseren. Dit kan op een aantal manieren worden gedaan. Als eerste kan er worden omgeschakeld van een vaste opslag methodiek naar een willekeurige opslag methodiek. Volgens Francis et al. (1992) is het mogelijk om zeventien procent ruimte te besparen als er wordt overgeschakeld. Hierdoor komt er ruimte vrij om nieuwe producten op te slaan en/of het aantal bestaande producten uit te breiden. Een andere mogelijkheid om de bezettingsgraad van het magazijn te verhogen is de indeling van het magazijn te veranderen. Aangezien er van uit gegaan wordt dat nu bestaande rekken en stelling mee worden genomen, is het mogelijk om ruimte te besparen door andere stellingen te nemen. Op dit moment zijn de paden tussen de stellingen nog vrij groot aangezien er een grote heftruck door heen moet. Indien er een andere heftruck wordt aangeschaft welke door smalle gangen kunnen, kunnen de stellingen dichterbij elkaar geplaatst. Hierdoor kunnen er meer stellingen geplaatst worden. Als laatste oplossing om de bezettingsgraad te verhogen wordt er gesproken over de ordergrootte. Deze kan wel door middel van de EOQ worden uitgerekend. Als de kosten voor opslag veranderen zal deze opnieuw moeten worden uitgerekend, waarbij het kan voorkomen dat het verstandig is om in kleinere hoeveelheden te bestellen waardoor er geen extra opslagruimte nodig is.

Indien Pierik Techniek er toch voor kiest vervolgens een pand bij te gaan huren omdat het nieuwe pand ook te klein is, kan er worden gekozen om een tijdelijke locatie bij te huren voor een korte periode of voor een langere periode. Dit hangt af van de reden, indien er tijdelijk een grotere voorraad moet worden gehouden kan er worden gekozen voor een tijdelijke locatie die na enige tijd weer kan worden opgeheven. Indien ze systematisch een ruimte te kort komt, zal er opnieuw een afweging moeten worden gemaakt over de bij te huren ruimte, waarbij dezelfde punten moeten worden bekeken als in dit onderzoek.

De kosten die een te groot pand met zich mee brengen zijn te bekijken door middel van een kleine casestudie. Hierbij is er theoretisch gezien een pand beschikbaar van 1000m<sup>2</sup>, echter als Pierik



Techniek heeft gekozen voor een bepaalde afmeting zal de rest van het pand worden verhuurd aan een andere verhuurder. Hierdoor wordt het bijhuren van extra oppervlak per m2 drie keer zo duur. Deze situatie wordt geschetst omdat de kans ook groot is dat uitbreiden helemaal niet mogelijk is en dat er dan verhuisd moet worden, wat hoge kosten met zich meebrengt. In onderstaande tabel zijn verschillende kosten uitgesplitst. Hierbij wordt er een berekening gemaakt voor verschillende scenario's, welke voor de berekeningen afgerond zijn.

m2 nodig	m2 gehuurd	kosten	kosten gebruikte per m2
40	40	€ 3.000,00	€ 75,00
80	40	€ 12.000,00	€ 150,00
160	40	€ 30.000,00	€ 187,50
240	40	€ 48.000,00	€ 200,00
40	80	€ 6.000,00	€ 150,00
80	80	€ 6.000,00	€ 75,00
160	80	€ 24.000,00	€ 150,00
240	80	€ 42.000,00	€ 175,00
40	160	€ 12.000,00	€ 300,00
80	160	€ 12.000,00	€ 150,00
160	160	€ 12.000,00	€ 75,00
240	160	€ 30.000,00	€ 125,00
40	240	€ 18.000,00	€ 450,00
80	240	€ 18.000,00	€ 225,00
160	240	€ 18.000,00	€ 112,50
240	240	€ 18.000,00	€ 75,00

Tabel 13, casestudie kosten afweging.

Uit bovenstaande tabel kan worden afgeleid dat het altijd het goedkoopste is als het precieze aantal wordt ingekocht. Aangezien dit erg moeilijk is en er is gesteld in dit onderzoek dat 40 m2 een ondergrens en 240 m2 een bovengrens is, is het advies om niet op deze grenzen te gaan zitten omdat deze grenzen niet snel in de buurt zullen komen van de werkelijkheid. Er zal dan een afweging gemaakt worden tussen 80 m2 en 160 m2. De kosten zijn in bovenstaande case gelijk, zowel bij het te veel als te weinig hebben van opslagcapaciteit. Rekening houdend met dat de verhuiskosten meer lasten met zich mee brengen is het daarom verstandig om richting de 160 m2 te huren. De kosten om vervolgens door te groeien, zoals het bedrijf dat graag wil, zijn vervolgens lager. Hierdoor krijgt een vloeroppervlak van 160 m2 de voorkeur.



## 5. Conclusie en discussie

In dit hoofdstuk zal een samenvatting gegeven worden van de antwoorden op de deelvragen en daarmee op de onderzoeksvraag. Hierop volgt de conclusie van het onderzoek en de bijbehorende aanbevelingen. Aangezien er tijdens het onderzoek ook algemene knelpunten, binnen het bedrijf, naar boven zijn gekomen, volgt een extra onderdeel 'Algemene aanbevelingen'. Gedurende dit onderzoek zijn ook onderwerpen aan het licht gekomen voor een vervolgonderzoek. De aspecten voor een vervolgonderzoek en de discussie zijn weergegeven aan het eind van dit hoofdstuk.

### 5.1 Deelvragen

Na onderzoek van de eerste deelvraag kon geconcludeerd worden dat Pierik Techniek op dit moment geen computergestuurd voorraadbeheersysteem gebruikt. De voorspelling van de vraag wordt op dit moment gedaan door een werknemer op basis van historische gegevens en ervaring. In de historische gegevens van de verkoop van producten is een stijging van de vraag te zien. Er wordt vanuit gegaan dat deze stijging zich doorzet in de komende jaren. Doordat Pierik Techniek nu al een ruimte tekort heeft in de huidige panden, zal er verhuisd worden naar een nieuw pand medio 2015. Producten worden opgeslagen in deze panden; de grote producten worden opgeslagen in stellingen volgens een willekeurige opslagmethode en de kleine producten in rekken op de bovenverdieping volgens een vaste opslagmethode.

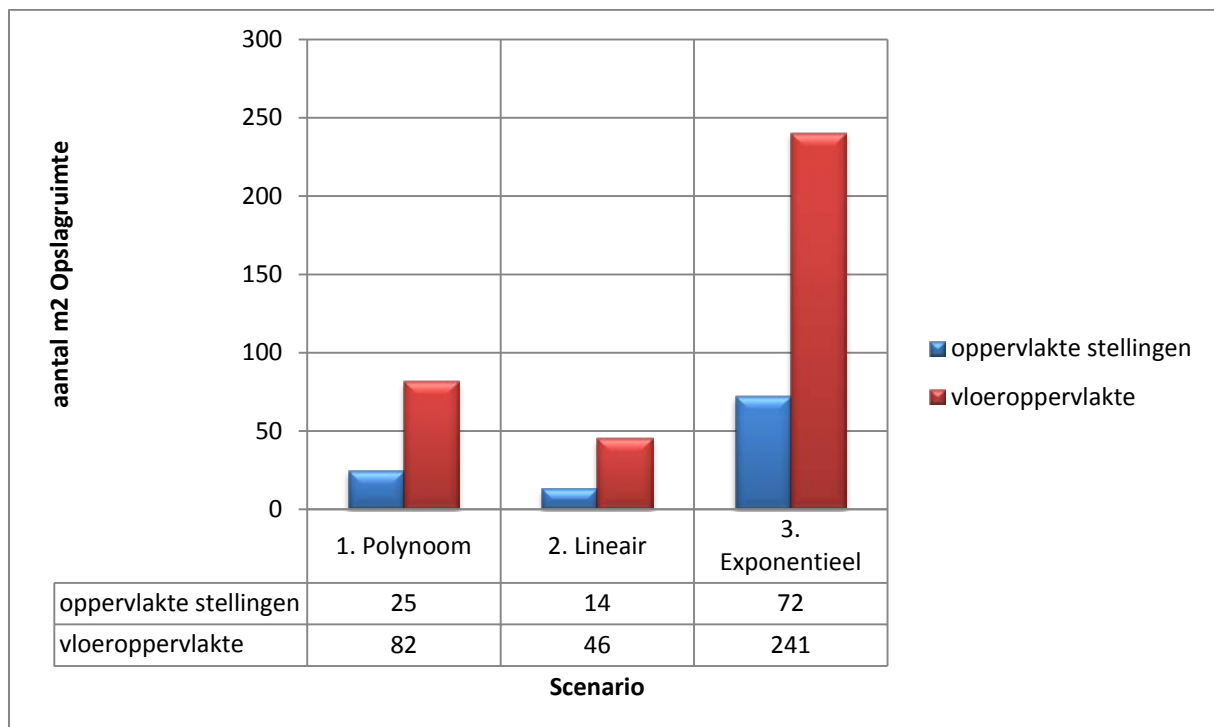
In het tweede deel van dit onderzoek is gekeken naar de theoretische achtergrond van dit onderzoek. Hieruit is gebleken dat het bij geringe historische data en een middellange termijn voorspelling verstandig is een geaggregeerde vraagvoorspelling te gebruiken. Hierbij worden producten met dezelfde karakteristieken opgeteld om bruikbare data te creëren. Vervolgens zijn voorspellingsmethodes bekeken voor de middellange termijn van vijf jaar. Deze tijdshorizon is genomen aangezien een nieuw huurcontract vaak voor een periode van vijf jaar is. Pierik Techniek bestaat nu vijf jaar en daarom zal er ook aan een nieuw strategisch plan voor de komende jaren moeten worden gedacht. Hierna kunnen de trendlijnen worden omgezet naar een voorraadniveau door middel van een groeifactor. Hierbij moet er rekening gehouden worden met de stijging van de veiligheidsvoorraden en de cyclusvoorraden. Welke laat zien dat als de vraag stijgt met fractie  $x$ , de cyclusvoorraden met  $\sqrt{x}$  zal groeien en de veiligheidsvoorraden zullen groeien met een fractie tussen  $x$  en  $\sqrt{x}$ . In dit onderzoek is er uitgegaan van geaggregeerde vraagvoorspelling, daarom is er geen splitsing gemaakt tussen de verschillen voorraden. Er is gekozen om voor de dit onderzoek een stijging te gebruiken van  $\sqrt{x}$ . Echter geeft dit wel een conservatieve voorspelling van de voorraadruimte, waardoor de werkelijkheid nog iets hoger kan uitvallen.

In het laatste gedeelte van dit onderzoek zijn de gevonden theorieën toegepast op Pierik Techniek. Hier kwam naar voren dat sommige voorspellingen ver van elkaar liggen wanneer men voorspelt voor het jaar 2019. Door gesprekken met de medewerkers en verschillende voorspellingen zijn een aantal scenario's uitgewerkt. In het laatste deel van het onderzoek is er gekeken naar de verschillende onzekerheden en op welke manier hier mee om kan worden gegaan.

### 5.2 Conclusie onderzoek

Dit onderzoek is uitgevoerd om antwoord te geven op de onderzoeksvraag, die luidt; *“Hoeveel vierkante meter moet Pierik Techniek bv. vrij houden voor de opslag van de productgroep hydrauliek in een nieuwe pand, rekening houdend met de vraagvoorspelling voor de komende jaren?”*. Om antwoord op deze vraag te geven zijn er verschillende scenario's uitgewerkt. Dit resulteerde in een

vraagvoorspelling welke varieert tussen de 423 tot bijna 12.000 stuks per jaar. Deze gegevens zijn doorgerekend naar benodigde oppervlakte om zo de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden. De uitkomsten van de vraagvoorspelling voor het jaar 2019 staan samengevat in figuur 6. In deze figuur staan voor de verschillende scenario's hoeveel vierkante meter grondoppervlakte nodig is om de stellingen en rekken te plaatsen. Onder de kolom *vloeroppervlakte* staat aangegeven hoeveel vierkante meter nodig is inclusief looppaden en tussenafstanden. Hierbij is uitgegaan van de huidige indeling van Pierik Techniek met bijbehorende afstanden tussen stellingen. Uit figuur 6 is op te maken dat de daadwerkelijke opslagruimte van de productgroep hydrauliek tussen de 45 m<sup>2</sup> en 240m<sup>2</sup> liggen. In figuur 6 zijn twee duidelijke uitschieters te zien welke veroorzaakt worden door de exponentiele trendlijn. Deze trendlijn is wel in het onderzoek meegenomen aangezien de eigenaar van Pierik Techniek deze mogelijkheid koos en dit als daadwerkelijke mogelijkheid ziet.



Figuur 6, Overzicht aantal m<sup>2</sup> opslagruimte in 2019 voor de productgroep hydrauliek.

Wanneer aan de keuze van de eigenaar van Pierik Techniek wordt vastgehouden, komt de productgroep hydrauliek uit op een vloeroppervlakte van 241m<sup>2</sup>. Deze cijfers met bijbehorende verkoopcijfers kunnen alleen worden behaald als elk jaar een verdubbeling optreedt van het verkochte aantal producten.

Zoals er te zien is in figuur 6 is er een groot verschil tussen de scenario's. Er kan worden gesteld dat scenarinummer twee zeker wordt gehaald, omdat deze in 2014 waardes aangeeft die in de praktijk overschreden zijn. Aangezien er van uit wordt gegaan dat de verkoop van Pierik Techniek de komende jaren zal blijven groeien, kan scenario twee worden gezien als ondergrens voor de berekening van de benodigde voorraadruimte. In 2019 zal er met zekerheid 46m<sup>2</sup> vloeroppervlakte vrij moeten worden gelaten voor de productgroep hydrauliek. Aan de andere kant kan er ook gesteld worden dat scenario drie een bovengrens levert van 241m<sup>2</sup> in 2019. Aangezien in deze benadering elk jaar een ruimte verdubbeling wordt gemaakt in de verkoop van Pierik Techniek. Dit kan een aantal jaren worden behaald, echter in de huidige marktomstandigheden lijkt het onmogelijk dat vijf jaar op een rij te bewerkstelligen. Zoals eerder is gesteld is het verstandig als er uit wordt gegaan van

meer vloeroppervlakte dan de polynoom benadering aangezien de werknemers dit als haalbare inschatting zien. Echter zal het wel veel lager zijn dan de exponentiele benadering. In de paragraaf over onzekerheden is er gesproken over het huren van een magazijn waarin de voorraad net past. Dit is niet verstandig aangezien Pierik Techniek ook nog op andere vlakken zal groeien die vloeroppervlakte nodig hebben. Daarnaast heeft Pierik Techniek de mogelijkheid om overcapaciteit te delen met andere bedrijven in hetzelfde pand. Daarom wordt geadviseerd om voor de hydrauliek groep een grotere vloeroppervlakte aan te houden dan de polynoom benadering van 82 m<sup>2</sup>. Het bijhuren van een nieuw gedeelte is lastiger, neemt meer kosten met zich mee en daarbij is het mogelijk dat er opnieuw verhuist dient te worden als er moet worden uitgebreid. Aangezien de werknemers voorspellen dat de polynoom benadering wordt gehaald en de cijfers richting de exponentiele benadering zullen gaan, is het verstandig boven de polynoom benadering te gaan zitten. Het advies is om ongeveer 160 m<sup>2</sup> vrij te maken, zodat er genoeg ruimte is om verder te groeien, echter moet er niet een extreme overcapaciteit worden aangeschaft welke de gehele exponentiele benadering dekt. Met 160 m<sup>2</sup> kan er een groei worden bewerkstelligd en zal het bedrijf niet snel ruimte tekort komen.

Aangezien er een kans bestaat dat deze ruimte toch te klein is, zijn er enkele oplossingen om met een te kleine voorraadruimte te kunnen functioneren. De eerste oplossing is het proberen te reguleren van de vraag, wat erg moeilijk zal zijn in de markt waarin Pierik Techniek zich bevindt. Als tweede oplossing wordt het verbeteren van de internationale supply chain aangedragen. Hierbij wordt er gezorgd dat er door goede samenwerking een betere afstemming komt in de levering van de producten. Wat als gevolg heeft dat Pierik Techniek minder voorraad hoeft te houden en dat een kleinere ruimte voldoet.

Het voordeel wat Pierik Techniek heeft is dat ze het nieuwe pand ook delen met twee anderen bedrijven, hierdoor is het mogelijk om ruimte van het andere bedrijf te huren waardoor er tijdelijk extra ruimte beschikbaar is. Hierbij moet er wel rekening mee moeten worden gehouden dat deze capaciteit niet altijd beschikbaar is. Op deze manier kan er ook ruimte worden af gestoten aan andere bedrijven om zo geen onnodige kosten te hebben van overcapaciteit.

Er kan ook eerst worden gekozen indien het nieuwe pand geen ruimte meer biedt, het gebruik van deze ruimte te verbeteren. Hierbij moet er worden gedacht aan het optimaliseren van de bezettingsgraad. Dit kan worden gedaan door het overstappen op een andere opslagstrategie waarvan de overstap van willekeurige naar vaste opslag een besparing van zeventien procent kan opleveren. Ook de indeling van het magazijn kan ruimte opleveren. Door smalle paden te creëren waarbij er gebruikt wordt gemaakt van een kleine heftruck, kunnen er meer stellingen worden geplaatst.

Indien er toch echt een bedrijfsruimte moet worden bij gehuurd zal er moeten worden gekeken naar de hoeveelheid ruimte die totaal nodig is. Hiervoor bestaan verschillende heuristische methoden welke in vervolg onderzoek kunnen worden onderzocht over de haalbaarheid van deze studies. Hierbij wordt dan gekeken naar het optimaliseren van het huidige magazijn en de verschillende contracten die zijn af te sluiten voor een bij te huren magazijn, waarbij de heuristiek zorgt voor het minimaliseren van de kosten.

### 5.3 Aanbevelingen

De eigenaar van Pierik Techniek koos zelf voor de exponentiele trendlijn benadering voor de vraagvoorspelling. Dit is gezien de uitkomsten van dit onderzoek wel een bovengrens die lastig is om te behalen. Indien deze behaald wilt worden zal er veel extra tijd in de markt en de producten moeten worden gestoken. Zoals er te zien is in de analyse zal er elk jaar een verdubbeling van het assortiment moeten worden gerealiseerd, wat erg moeilijk zal worden. Indien dit over enkele jaren werkelijk gaat worden zal er extra onderzoek moeten worden uitgevoerd betreffende de voorraad. Hierbij zal gekeken moeten worden wat de beste handelingswijze is op dat moment.

### 5.4 Algemene aanbevelingen

Om de gegevens de komende jaren beter in te gaten te kunnen houden is het nodig om deze gegevensstroom goed te archiveren. In dit onderzoek is naar voren gekomen dat de ingevoerde gegevens niet compleet zijn of tussentijds zijn veranderd, waardoor het verwerken erg tijdsintensief en complex is. Een goed voorbeeld hiervan zijn de gegevens van de producten op de website, hierbij mist vaak de hoofd- en subcategorie. Ook de indeling van het magazijn en het voorraadsysteem worden niet als kerntaken gezien, echter is dit wel zeker nodig indien het bedrijf door blijft groeien. Als deze zaken goed op orde worden gehouden kan dit een aanzienlijke tijdswinst zijn voor de werknemers. Een degelijk voorraadsysteem zal ook de responstijd naar de klant verkorten; er kan eerder aan worden gegeven of de producten op voorraad zijn of eventueel besteld worden. Door het invoeren van een voorraadsysteem met locatiespecificatie kan ieder persoon bestellingen inpakken. Dit heeft als voordeel dat het bedrijf gewoon kan verder draaien indien een medewerker op vakantie is of ziek is of als er extra mensen moeten worden ingezet bij drukte. Mocht de hoofdoorzaak van het niet (bij)houden van een systeem een gebrek aan tijd zijn, is het wenselijk hiervoor een extra werknemer aan te nemen. Deze zou inkomende en uitgaande goederen kunnen registreren en het gehele magazijn in orde houden. Het advies is hier te zorgen dat de datavoorziening op orde komt en eventueel hiervoor een extra werknemer voor aannemen.

Momenteel wordt er samengewerkt met twee andere bedrijven vanuit hetzelfde pand. Dit geeft voordelen zoals lagere overheadkosten en logistiekkosten. Het is wel aan te raden om te zorgen dat er voordelen blijven. De bedrijven blijven allemaal groeien en er treden ook nadelen aan het samenwerken op, zoals het delen van ruimte, waardoor er een ruimtegebrek ontstaat. Het advies is om goed te blijven kijken naar de scenario's in de toekomst wat de voordelen zijn van deze samenwerking en of het wenselijk is meer afstand te nemen van elkaar, zoals gescheiden kantoor- en opslagruimtes.

Er is een groot aantal onderdelen dat onder de 'fast movers' valt binnen Pierik Techniek. Om deze mee te nemen in een voorraadsysteem, is het raadzaam hiervoor een KanBan of soortgelijk systeem in te voeren. Dit is een simpel systeem wat snel te implementeren en gemakkelijk aanpasbaar is als blijkt dat de veiligheidsvoorraden niet toereikend blijken te zijn. Het advies is om dit systeem in te voeren voor de bouten, moeren en koppelingen. Dit systeem zal gewoonweg moeten worden gestart en door middel van trial-and-error worden bijgesteld.

### 5.5 Vervolgonderzoek

Vervolgonderzoek is op een aantal aspecten mogelijk. Allereerst kan er een onderzoek gewijd worden aan de informatievoorziening binnen Pierik Techniek. Dat kan zowel interne- als externe

communicatie zijn. Op dit moment is er weinig naslagwerk over de werking van het bedrijf waardoor werkzaamheden niet snel kunnen worden overgenomen door een vervangende medewerker.

Een ander onderwerp voor onderzoek is de vraagvoorspelling bij Pierik Techniek, welke nu op een globale manier wordt gedaan. Er kan gekeken worden hoe dit verloopt en naar welke producten daadwerkelijk vraag is. Verder is het mogelijk door middel van een marktonderzoek te kijken hoe de markt zich ontwikkelt en hoe Pierik Techniek zich in deze markt moet positioneren.

Verder kan er worden gekeken naar de onzekerheden binnen Pierik Techniek. Hierbij kan er als eerste worden gekeken naar de vraag vanaf de markt. Er zal een markt onderzoek moeten worden uitgevoerd om te kijken waar de kansen liggen voor Pierik Techniek om zo te kunnen zorgen dat de vraag minder fluctuaties bevat.

Een ander mogelijkheid is het analyseren van de gehele supply chain van Pierik Techniek. Door daar een onderzoek op te richten is het misschien mogelijk een constructie te vinden waardoor er meer zekerheid komt in de levering van en naar Pierik Techniek.

## 5.6 Discussie

De resultaten van dit onderzoek zijn op sommige punten in twijfel te brengen. Allereerst is de data welke vanaf Pierik Techniek zijn geleverd niet geheel helder geweest. Er moest eerst veel gefilterd en opgezocht worden voordat de dataset bruikbaar was. Hierbij waren de productcodes niet in overeenstemming met de informatie en waren de productnamen en nummers tussentijds veranderd waardoor deze moesten worden terug gezet en op basis van andere gegevens worden opgezocht. Om deze redenen is in de aanbeveling ook gesproken over het verbeteren van de informatievoorzieningen.

Een tweede punt is de manier waarop de vraagvoorspelling is gedaan. De gekozen manier is een vrij grove, globale manier waarop een vraagvoorspelling is verkregen. Er kan een geheel onderzoek worden gedaan naar de vraagvoorspelling. Welke kan worden uitgevoerd indien er meer informatie beschikbaar is over de vraag en de markt van Pierik Techniek.

Als derde punt kan er worden gekeken naar de huidige situatie. In dit onderzoek is er van uit gegaan dat de huidige situatie correct is wat betreft de voorraden en bestelhoeveelheden. Dit was ook een wens van het bedrijf, aangezien aanpassingen niet gebruikt zouden kunnen worden binnen Pierik Techniek. Als er in de toekomst behoefte is aan een dergelijk onderzoek, kan dit verder worden uitgezocht. In de huidige gegevens is te zien dat er wel degelijk voordelen uit een dergelijk onderzoek kunnen komen.

## Bronvermelding

- Chatfield, C. (2000). *Time-Series Forecasting*. Londen: Chapman & Hall.
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research* 182, 481-501.
- Dekker, M., Donselaar, K. v., & Ouwehand, P. (2004). How to use aggregation and combined forecasting to improve seasonal demand forecasts. *International Journal of Production Economics* 90, 151-167.
- Durlinger, I. P. (2013). *Productie en Voorraadbeheer I: Hoofdstuk 2 Voorraadbeheer*. Durlinger Consultancy.
- Francis, R., & White, J. (1992). *Facility Layout and Location: An Analytical*. Prentice-Hall.
- Granger, C. W., & Jeon, Y. (2007). Long-term forecasting and evaluation. *International Journal of Forecasting* 23, 539-551.
- Hassan, M. M. (2002). A framework for the design of warehouse layout. *Emerald vol 20*, 432-440.
- Heerkens, H., & Geersink, J. (1994). De Algemeen Bedrijfskundige Probleemaanpak. *TSM Business School*.
- Lambrecht, M., & Dobbelaere, R. (1980). Een praktische toepassing van geaggregeerde productieplanning. *Tijdschrift voor Economie en Management*, 105 - 118.
- Larson, T., March, H., & Kusiak, A. (1997). A heuristic approach to warehouse layout with class-based. *IIE Transactions* (29), 337 - 348.
- Lee, M., & Elsayed, E. (2005). Optimization of warehouse storage capacity under a dedicated storage policy. *International Journal of Production Research*, 1785 - 1805.
- Luss, H. (1982). Operations Research and Capacity Expansion Problems: A Survey. *Operations Research*, 907 - 947.
- Pierik Techniek. (2014, September). *Pierik Techniek*. Retrieved from [www.halvewerk.nl](http://www.halvewerk.nl)
- Plossl, G., & Welch, W. (1979). *The Role of Top Management in the Control of Inventory*. Reston, Virginia: Reston Publishing Company.
- Prater, E., Biehl, M., & Smith, M. (2001). International supply chain agility: tradeoffs between flexibility and uncertainty. *International Journal of Operations & Production Management*, 823 - 839.
- Silver, E., Pyke, D., & Peterson, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: John Wiley & Sons.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2007). *Operations management*. Essex (England): Pearson Education Limited.

Thomassey, S., & Fiordaliso, A. (2006). A hybrid sales forecasting system based on clustering and decision trees. *Elsevier- Decision Support Systems* 42, 408-421.

Zomerdijk, L. G., & de Vries, J. (2003). An organizational perspective on inventory control: Theory and a case study. *International Journal of Production Economics* 81-82, 173-183.