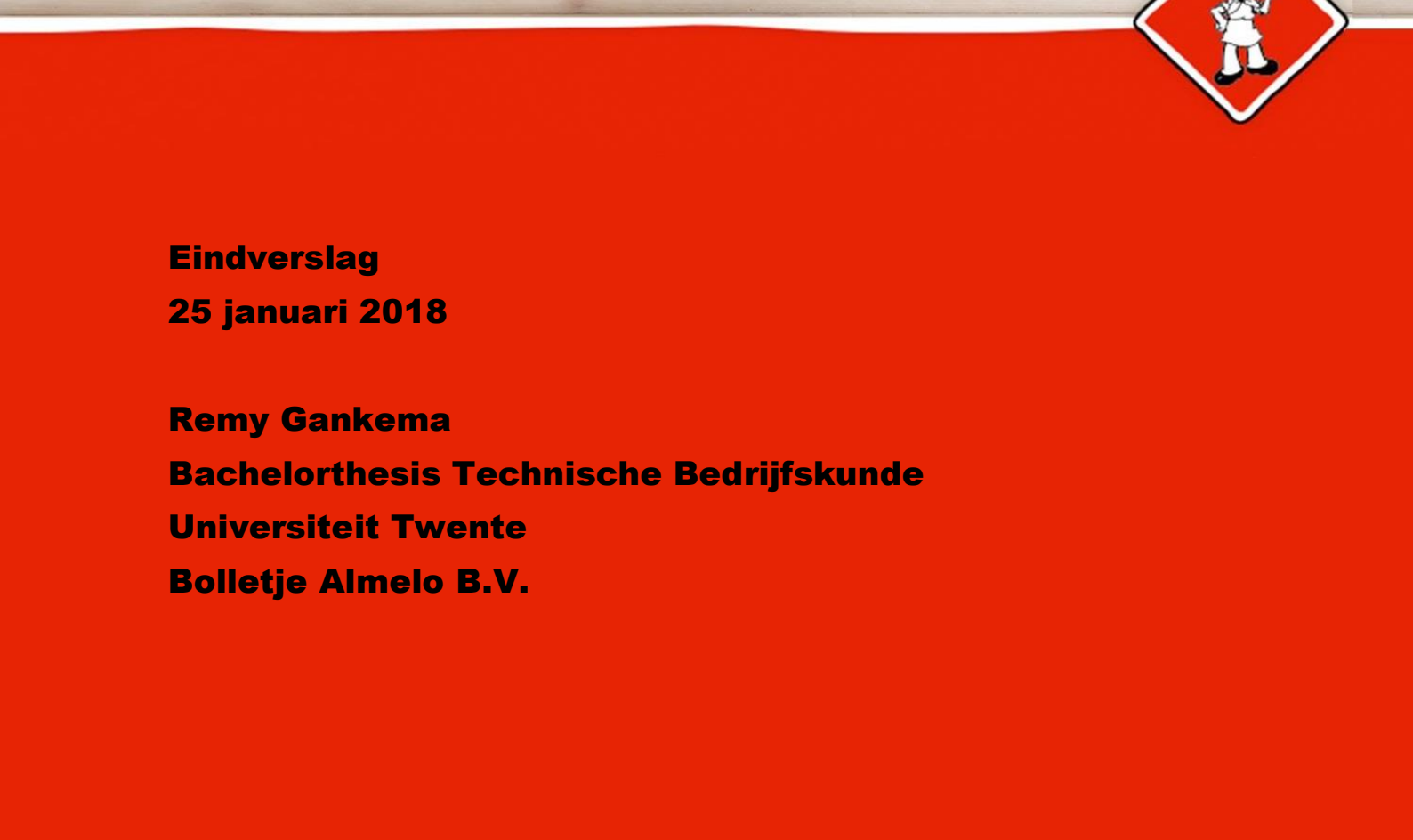




25 januari 2018

Bachelorthesis Technische Bedrijfskunde

Bolletje Almelo B.V.

VERSIE

Eindverslag

DATUM VAN UITGAVE

25 januari 2018

AUTEUR

Remy Gankema

s1358588

r.gankema-1@student.utwente.nl

OPLEIDING

Universiteit Twente

Technische Bedrijfskunde (Bachelor)

Faculteit Behavioural, Management and Social Sciences

BEGELEIDING

Dr. Ir. L.L.M. van der Wegen

Eerste begeleider

Faculteit Behavioural, Management and Social Sciences

Afdeling Industrial Engineering and Business

Universiteit Twente

UNIVERSITEIT TWENTE.

Dr. P.C. Schuur

Tweede begeleider

Faculteit Behavioural, Management and Social Sciences

Afdeling Industrial Engineering and Business

Universiteit Twente

UNIVERSITEIT TWENTE.

Dhr. G. Leeftink

Begeleider Bolletje

Manager Technische Dienst

Bolletje Almelo B.V.



Samenvatting

Dit document beschrijft een onderzoek dat gedurende drie maanden is uitgevoerd bij de Technische Dienst van Bolletje Almelo B.V. Het onderzoek is een onderdeel van het studieprogramma van de bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Bolletje is een producent van verscheidene bakkersproducten zoals beschuit en knäckebröd, maar ook seizoensproducten en koeken. Het heeft in meerdere productcategorieën een significant marktaandeel. De Technische Dienst voert preventief en correctief onderhoud uit, verleent ondersteuning aan de productieafdeling en beslist mee bij aanpassings- en vernieuwingsprojecten. Haar doel is om alle productielijnen zo goed mogelijk te laten produceren middels een optimale combinatie van correctief en preventief onderhoud.

Sinds het begin van 2016 vindt er een verschuiving plaats van correctief naar preventief onderhoud. De jaarlijkse onderhoudsweken van de productielijnen, ofwel het Gepland Periodiek Onderhoud (GPO), vormen een aanzienlijk deel van het preventieve onderhoud. Dit onderzoek richt zich op het verbeteren van het werkproces rondom deze GPO's. Hierbij ligt de focus op de reserveonderdelen, ook wel verwoord in de volgende hoofdvraag:

“Hoe kan het proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens een Gepland Periodiek Onderhoud van de Technische Dienst van Bolletje Almelo worden verbeterd?”

Allereerst is aan de hand van interviews, observaties en historische data een nulmeting gedaan, waarbij het huidige proces in Business Process Models in kaart is gebracht. Een probleemanalyse is uitgevoerd om tot de kern van het probleem te komen. Door middel van een literatuuronderzoek is gezocht naar kwantitatieve en kwalitatieve methodes om voorspellingen te doen van benodigde reserveonderdelen, waarbij de methodes zijn vergeleken op toepasbaarheid binnen de Technische Dienst. Vervolgens zijn eisen opgesteld voor het nieuwe proces, oplossingen gegenereerd en een implementatieplan uitgezet. Hiermee zijn verschillende projecten gecreëerd om tot een verbeterd proces te komen.

De voornaamste oorzaken van een suboptimaal proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen zijn een gebrek aan procedures en een tekort aan betrouwbare data. Hierdoor worden beslissingen nog te vaak op intuïtie genomen en is er sprake van dubbel en overbodig werk. Uit het literatuuronderzoek kwam naar voren dat voornamelijk kwantitatieve voorspellingsmethodes mogelijk interessant zijn om het gebruik van reserveonderdelen tijdens GPO's te bepalen. Echter, op dit moment zijn de beschikbare data ontoereikend om een model te testen en betrouwbare voorspellingen te doen. Voorgestelde verbeteringen richten zich dan ook voornamelijk op een gestructureerder proces met meer communicatie tussen verschillende partijen.

Ik beveel aan om tijd en mankracht te investeren in het in kaart brengen van de productielijnen in het IT-systeem Rimses en het aanmaken van standaard werkzaamheden en bijbehorende ramingen van reserveonderdelen. Daarnaast adviseer ik om beter gebruik te maken van de huidige data, door een KPI-dashboard te maken en deze bij dagelijks en wekelijks overleg te analyseren. Tot slot is het belangrijk dat de voorgestelde processen grondig en blijvend worden geëvalueerd, zodat er continue verbetering binnen de Technische Dienst plaatsvindt.

Voorwoord

De bacheloropdracht van Technische Bedrijfskunde dient ter afronding van de studie en om geleerde kennis in de praktijk te toetsen. Na geruime tijd kennis op te hebben gedaan heb ook ik hier gebruik van kunnen maken. Het verslag dat voor u ligt beschrijft het onderzoek dat ik in de afgelopen maanden bij de Technische Dienst van Bolletje Almelo heb mogen uitvoeren. Binnen dit onderzoek heb ik getracht de beschikbaarheid en stroom van benodigde reserveonderdelen tijdens jaarlijkse onderhoudsweken van Bolletje's productielijnen te verbeteren.

Er is een aantal personen die ik graag wil bedanken voor hun hulp bij mijn onderzoek. Allereerst vanuit Bolletje mijn begeleider Gerrit Leeftink, voor het geven van deze kans, de immer enthousiaste houding over mijn onderzoek en zijn vertrouwen in mij. Daarnaast de Maintenance Engineer Bjorn Brokelman, met wie ik zo vaak van gedachten kon wisselen en die mij inhoudelijk veel heeft geleerd. Verder bedank ik alle andere collega's voor hun steun, kennis en de leuke uren op kantoor en in de werkplaats.

Mijn eerste begeleider vanuit de Universiteit Twente, Leo van der Wegen, wil ik eveneens hartelijk bedanken: voor het meedenken nog voor de opdracht vorm had, de sterke inhoudelijke feedback en het wijzen van de richting wanneer ik dat nodig had. Ook mijn tweede begeleider, Peter Schuur, dank ik voor zijn expertise en kritische houding.

Ik wens u veel leesplezier!

Remy Gankema
Enschede, 25 januari 2017

Begrippenlijst

BPM: Business Process Model (een methode om bedrijfsprocessen in kaart te brengen)

(Simple) exponential smoothing: Kwantitatieve methode voor het voorspellen van vraag

FMECA: Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (een methodiek voor risicoanalyse binnen onderhoudsprocessen)

GPO: Gepland Periodiek Onderhoud (groot (half)jaarlijks onderhoud van een productielijn)

KPI: Kritieke prestatie-indicator (meetbare waarde om het presteren van een organisatie op bepaalde vlakken te weergeven)

ME: Maintenance Engineer

MM: Magazijnmanager

MTD: Manager Technische Dienst

PDA: Personal Digital Assistant (handcomputer)

Rimses: IT-systeem voor onderhoudsmanagement gebruikt door de Technische Dienst

SSE: Sum of squared errors of prediction (totale kwadratische afwijking tussen voorspelde en waargenomen waardes)

TD: Technische Dienst van Bolletje Almelo

Toolboxmeeting: Werkoverleg aan het begin van een GPO, waarin de planning, werkwijze, bedrijfsregels en veiligheid worden besproken

WO: Werkorder

Inhoudsopgave

Samenvatting	V
Voorwoord	VII
Begrippenlijst	IX
Inhoudsopgave.....	XI
1. Introductie	1
1.1. Bedrijfsachtergrond.....	1
1.2. Aanleiding	2
1.3. Probleemstelling	2
1.4. Probleemaanpak en onderzoeksvragen	3
1.5. Afbakening onderzoek.....	4
2. Huidige situatie	5
2.1. Gepland Periodiek Onderhoud	5
2.2. Voorspellen en stroom van benodigde reserveonderdelen.....	7
2.2.1. Bepalen en bestellen van benodigde reserveonderdelen	7
2.2.2. Materiaalstroom tijdens een GPO.....	7
2.3. Rimses.....	9
2.4. Probleemanalyse.....	10
2.4.1. Beschikbaarheid benodigde reserveonderdelen	10
2.4.2. Drukke in het magazijn.....	10
2.4.3. Toespitsing onderzoek.....	12
2.5. Kritieke prestatie-indicatoren	12
2.5.1. Gestructureerde keuze van KPI's	13
2.5.2. KPI's voor GPO's	13
2.5.3. Percentage correct geraamde werkorders GPO	15
2.5.4. Percentage spoedbestellingen GPO	15
2.5.5. Kosten spoedbestellingen GPO	16
2.5.6. Totale werktijd standaardwerkzaamheden GPO	16
2.6. Gevolgen huidig proces	16
2.6.1. Gevolgen ontbreken van benodigde reserveonderdelen	16
2.6.2. Gevolgen drukke in het magazijn.....	17
2.7. Conclusies	17
3. Inschatten van benodigde voorraad	19
3.1. Kwalitatief versus kwantitatief voorspellen	19
3.2. Kwalitatief voorspellen	20
3.2.1. Delphi-methode	20

3.2.2. Voorspellen op basis van analogieën	20
3.2.3. Oordeelmatig aanpassen	21
3.3. Kwantitatief voorspellen	21
3.3.1. Simple exponential smoothing.....	22
3.4. Vergelijking methodes.....	23
3.5. Conclusies	24
4. Oplossingen.....	25
4.1. Aanpak en verantwoordelijkheid.....	25
4.2. Eisen	25
4.2.1. Ramingsprocedure	25
4.2.2. Distributieproces	26
4.3. Oplossingen	26
4.3.1. Ramingsprocedure	26
4.3.2. Distributieproces	28
4.4. Toekomstige mogelijkheden.....	29
4.4.1. Opbouw productielijnen.....	29
4.4.2. Verbruiksdata	30
4.5. Conclusies	30
5. Conclusies en aanbevelingen.....	31
5.1. Conclusies	31
5.2. Discussie	32
5.3. Aanbevelingen en verder onderzoek	32
5.3.1. Aanbevelingen.....	32
5.3.2. Verder onderzoek.....	33
Verwijzingen	35
Appendices.....	37
Appendix A.1. Onderdelenregistratie magazijn huidig	37
Appendix A.2. Onderdelenregistratie magazijn nieuw	38
Appendix B. Opbouw in Rimses.....	39
Appendix C. Pareto-analyse.....	40
Appendix D.1. Evaluatieformulier magazijnmanager	41
Appendix D.2. Evaluatieformulier assistent ME	44
Appendix E. Checklist GPO's.....	47

1. Introductie

Het onderzoek dat in dit verslag wordt beschreven dient ter afsluiting van de bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Het wordt uitgevoerd bij de Technische Dienst (TD) van Bolletje Almelo B.V. In drie maanden tijd is het onderzoek, dat zich richt op het verbeteren van (half)jaarlijkse onderhoudsweken, uitgevoerd. Dit hoofdstuk introduceert het onderzoek.

Paragraaf 1.1 beschrijft de achtergrond van Bolletje en de TD, waarna paragraaf 1.2 de aanleiding van het onderzoek omschrijft. Vervolgens wordt in paragraaf 1.3 de probleemstelling uitgewerkt. Paragraaf 1.4 behandelt de probleemaanpak en de bijbehorende onderzoeksvragen. Ten slotte komt in paragraaf 1.5 de afbakening van het onderzoek naar voren.

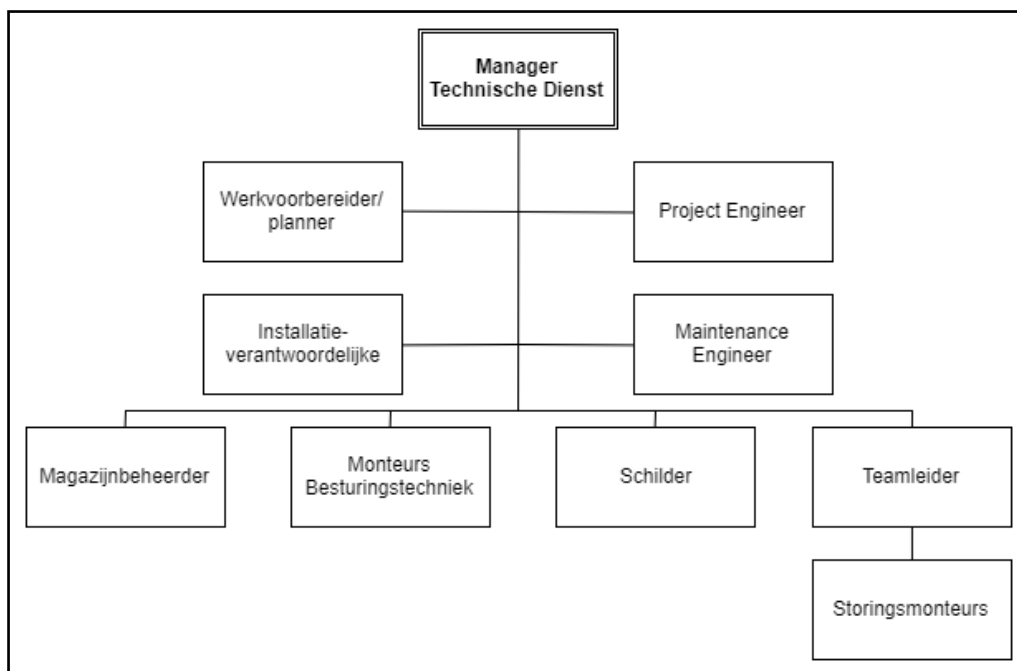
1.1. Bedrijfsachtergrond

In 1867 richtte Gerardus Johannes ter Beek een bakkerij op. Dit familiebedrijf is uiteindelijk in de jaren '50 het bedrijf Bolletje geworden. Al sinds de oprichting is het gevestigd te Almelo en door een overname in 1975 heeft het tevens een vestiging in Heerde. Bolletje produceert vele verschillende bakkersproducten, van beschuit en ontbijtkoek tot pepsels en kruidnoten. Het heeft een aanzienlijk marktaandeel in Nederland en is alom bekend onder consumenten. De vestiging in Almelo produceert vier verschillende productgroepen: beschuit, banket, roggebrood en knäckebröd.



Figuur 1.1. Vestiging Bolletje Almelo (Wikipedia, 2017)

Om ervoor te zorgen dat de productielijnen goed kunnen blijven draaien is er de TD, die gepland onderhoud en ongeplande reparaties uitvoert aan de machines. Daarnaast verzorgt zij inspecties, verleent ondersteuning aan de productieafdeling en beslist mee bij aanpassings- en vernieuwingsprojecten. Het doel van de TD is om alle productielijnen zo goed mogelijk te laten produceren door het uitvoeren van preventief en correctief onderhoud op een optimale wijze. Ongeveer 25 medewerkers werken in drie shifts hieraan. Figuur 1.2 geeft het organigram van de TD.



Figuur 1.2. Organigram van de TD

1.2. Aanleiding

Sinds februari 2016 wordt de TD drastisch hervormd. In het verleden lag de nadruk op correctief onderhoud. Om efficiënter te kunnen werken en minder productiestops te kunnen bewerkstelligen wil de TD naar een preventief onderhoudsbeleid. Hierin is binnen de organisatie, onder meer met hulp van twee Industrial Engineering & Management-afstudeerders van de Universiteit Twente, gedurende het afgelopen jaar al vooruitgang geboekt. Voorbeelden daarvan zijn het creëren van meer inzicht in de prestaties van de TD en het opstellen van een preventief onderhoudsplan.

Binnen de verschuiving van correctief naar preventief onderhoud past ook het reeds bestaande Gepland Periodiek Onderhoud (GPO). Dit onderhoud vindt, afhankelijk van de productielijn, één of twee keer per jaar plaats. Gedurende een week wordt de lijn volledig stilgelegd en gecontroleerd, en vinden reparaties plaats. Hoewel deze vorm van onderhoud al vele jaren plaatsvindt, wordt hier sinds begin 2017 kritischer naar gekeken met behulp van een Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA).

Tijdens een GPO-week zijn naast het standaardteam ook tijdelijke arbeidskrachten aanwezig. Het gevolg hiervan is veel drukte bij de TD, niet in de laatste plaats bij het magazijn van reserveonderdelen. Dit leidt onder andere tot wachttijden voor de monteurs en het verkeerd registreren van gebruikte onderdelen. Daarnaast zijn onderdelen soms niet beschikbaar, wat op zijn beurt weer leidt tot uitstel of afstel van onderhoud.

1.3. Probleemstelling

Aan de hand van gesprekken met de manager van de Technische Dienst (MTD) en de Maintenance Engineer (ME) is het kernprobleem vastgesteld. Dit probleem omvat een te lage beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen en drukte in het magazijn tijdens GPO's. Hieruit volgt de volgende centrale vraag in het onderzoek, namelijk de hoofdvraag:

Hoofdvraag: "Hoe kan het proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens een Gepland Periodiek Onderhoud van de Technische Dienst van Bolletje Almelo worden verbeterd?"

Stilstand is achteruitgang. Een bedrijf zal zich moeten blijven verbeteren om een goede concurrentiepositie te kunnen behouden. Verbeteringen kunnen voorkomen in de vorm van productinnovatie, maar ook bedrijfsprocessen kunnen zich ontwikkelen. De TD is sinds februari 2016 intensief bezig om haar werkprocessen te verbeteren en houdt die koers aan. Dit gaat in zowel grote, langdurige stappen als in veel kleine stappen. Het blijven verbeteren van de processen in kleine stappen heet ook wel continue verbetering.

Continue verbetering vindt onbewust overal en altijd plaats. Door fouten te maken, ervan te leren en ernaar te handelen wordt een bepaald proces steeds beter. Sinds het begin van de negentiende eeuw werkt men echter met gestructureerde verbeteringsprogramma's, waar werknemers worden gemotiveerd om verbetering in de organisatie aan te brengen (Bhuiyan & Baghel, 2005). Sindsdien zijn er veel methodologieën ontwikkeld die helpen bij het verbeteringsproces. *Lean manufacturing* is daarvan de bekendste. Het is een filosofie waarbij getracht wordt om middels het betrekken van werknemers uit alle lagen van de organisatie de processen die geen waarde toevoegen voor de klant te elimineren en daarmee de productiviteit te optimaliseren (Bicheno & Holweg, 2016). Binnen *Lean manufacturing* bestaan vele technieken die tevens veelvuldig worden gebruikt in bedrijven die niet bewust volgens de *Lean manufacturing*-filosofie werken. Voorbeelden hiervan zijn 5S en *kanban*, die in zekere mate ook gebruikt worden bij Bolletje.

1.4. Probleemaanpak en onderzoeksvragen

Het onderzoek is onderverdeeld in zeven onderzoeksvragen die als hulp dienen bij het beantwoorden van de hoofdvraag. Tevens is er een probleemaanpak opgesteld om deze vragen te kunnen beantwoorden. De probleemaanpak is gebaseerd op de Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak van Heerkens & Van Winden (2012). Deze paragraaf behandelt stapsgewijs de probleemaanpak en beschrijft tegelijkertijd de bijbehorende onderzoeksvragen.

Stap 1: Analyse van de huidige situatie

De eerste stap is het analyseren van het huidige proces rondom de stroom en beschikbaarheid van reserveonderdelen tijdens een GPO. Het betreft het in kaart brengen van de huidige situatie, de probleemanalyse uitvoeren en gevolgen van genoemde problemen onderzoeken.

Allereerst breng ik het proces in kaart. Hiervoor maak ik gebruik van semigestructureerde interviews met de MTD, de ME en de magazijnmanager (MM). Tevens observeer ik zelf het proces om na te gaan of dit in lijn is met de uitkomsten van de interviews. De situatie wordt vervolgens verwerkt in een Business Process Model (BPM). Paragrafen 2.1 tot en met 2.3 beschrijven deze analyse. De onderzoeksvraag die met deze stap samenhangt is:

Onderzoeksvraag 1: “Hoe ziet het huidige proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens het GPO eruit?”

Vervolgens vindt de probleemanalyse plaats. In de hierboven genoemde interviews wordt ook gevraagd naar vermeende oorzaken van het kernprobleem. Aan de hand van deze antwoorden, in combinatie met eigen observaties en het BPM van de huidige situatie, worden de oorzaken van het kernprobleem blootgelegd. Paragraaf 2.4 behandelt de oorzaken. De volgende onderzoeksvraag is hierbij van toepassing:

Onderzoeksvraag 2: “Wat zijn de oorzaken van de lage beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen en drukte in het magazijn tijdens een GPO?”

Het laatste onderdeel van de eerste stap is onderzoek naar de gevolgen van het ontbreken van een reserveonderdeel tijdens een GPO. Dit betreft de directe gevolgen, zijnde de invloed ervan op het GPO, alsmede de gevolgen op de langere termijn. Er wordt gekeken naar verandering in het proces en gemaakte kosten. Tevens stellen we hier kritieke prestatie-indicatoren (KPI) vast, aan de hand waarvan de gevolgen meetbaar worden gemaakt en waarmee later kan worden bepaald of het nieuwe proces beter is. Er waren reeds KPI's voor de TD in het algemeen en het magazijn van de TD in het bijzonder, maar nog niet voor GPO's. Voor dit onderzoek zijn historische data vanuit Bolletje nodig. Ook hier vinden interviews plaats met de MTD, ME en MM. Deze interviews staan echter los van eerdergenoemde interviews en vinden later plaats. In paragrafen 2.5 en 2.6 worden deze punten onderzocht. De onderzoeksvraag hierbij is als volgt:

Onderzoeksvraag 3: “Wat zijn de gevolgen van het ontbreken van benodigde reserveonderdelen en drukte in het magazijn tijdens een GPO en hoe kunnen deze worden gemeten?”

Stap 2: Literatuuronderzoek

Een onderdeel van dit onderzoek is een literatuuronderzoek. Hierin probeer ik de meest geschikte methodes te vinden voor het voorspellen van de benodigde voorraad van reserveonderdelen voor het GPO. De reden hiervoor is dat het voorspellen van de benodigde voorraad in lijn is met de doelstellingen van het onderzoek om de beschikbaarheid van reserveonderdelen te vergroten. Aangezien de historische data over gebruik van reserveonderdelen beperkt zijn betreft het onderzoek naar zowel kwalitatief als kwantitatief voorspellen. Naast het beschrijven van verscheidene methodes

analyseer ik welke methodes het meest geschikt zijn voor de TD. Hier kijk ik naar de data die de methode behoeft, de verwachte nauwkeurigheid van de voorspelling, de benodigde tijd voor ontwikkeling van de methode binnen Bolletje en de beperkingen van de methode. Hiermee wordt vervolgens bepaald hoe relevant de methodes zijn voor het onderzoek, wat het verwachte resultaat van de methodes is, en in hoeverre de methodes kunnen worden geïmplementeerd. Het literatuuronderzoek wordt beschreven in hoofdstuk 3 en valt onder de volgende onderzoeksvraag:

Onderzoeksvraag 4: “Welke methodes voor het voorspellen van benodigde voorraad worden beschreven in de literatuur en hoe geschikt zijn deze methodes voor de TD?”

Stap 3: Eisen opstellen

Stap 3 beslaat het opstellen van eisen voor het nieuwe proces. Dit omvat de harde eisen, oftewel de randvoorwaarden. Voor deze eisen worden wederom semigestructureerde interviews afgenomen, ditmaal met de ME en de MM. De eisen worden onderverdeeld onder het proces voor een GPO en het proces tijdens een GPO. Paragraaf 4.2 beschrijft de eisen. De onderzoeksvraag is als volgt:

Onderzoeksvraag 5: “Aan welke eisen moet het nieuwe proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens een GPO voldoen?”

Stap 4: Oplossingen genereren en kiezen

Nadat de eerste drie stappen zijn uitgevoerd genereer ik in stap vier oplossingen voor de geschetste problemen. Deze oplossingen zijn toegespitst op de specifieke situatie van de TD en moeten voldoen aan de gestelde criteria. De oplossingen worden in samenspraak met de belanghebbenden, zijnde de MTD en de ME, goedgekeurd. In deze stap zijn geen nieuwe data nodig. In paragraaf 4.3 beschrijf ik de oplossingen. Bij de stap hoort de volgende onderzoeksvraag:

Onderzoeksvraag 6: “Welke oplossingen zijn geschikt om het proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens een GPO te verbeteren?”

Stap 5: Implementatieplan en afronding onderzoek

De laatste stap is het schrijven van een implementatieplan voor de gekozen oplossing. In deze stap worden tevens conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan. Voor deze stap zijn geen nieuwe data nodig. Paragrafen 4.3 en 4.4 en hoofdstuk 5 behandelen deze stap. De onderzoeksvraag die de stap omschrijft is:

Onderzoeksvraag 7: “Hoe kan de TD van Bolletje het nieuwe proces succesvol implementeren?”

1.5. Afbakening onderzoek

Aangezien de tijd voor het onderzoek beperkt is, is het van belang om het onderzoek goed af te bakenen. Binnen het onderzoek richt ik me op het verbeteren van het proces rondom een GPO en hoofdzakelijk op een verandering in de stroom van reserveonderdelen tijdens een GPO, de raming van de onderdelen voor een GPO en de registratie van onderdelen die gebruikt worden voor een GPO. Ik richt mij dus niet op de stroom van reserveonderdelen in het algemeen. Daarnaast betreft dit enkel een GPO dat plaatsvindt in de vestiging in Almelo. Tevens richt ik mij niet op verkenning naar een ander programma voor voorraadbeheer, daar Rimses gebruikt zal blijven worden.

2. Huidige situatie

Om tot een beter nieuw proces te komen is het van belang om de huidige situatie grondig te analyseren. Dit hoofdstuk beschrijft het huidige proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens een GPO. Daarnaast voer ik een probleemanalyse uit en onderzoek ik geschikte prestatie-indicatoren waarmee het presteren tijdens een GPO meetbaar kan worden gemaakt. Tot slot licht ik de gevolgen van het ontbreken van reserveonderdelen en drukte in het magazijn tijdens een GPO toe en trek ik conclusies. Tezamen beantwoord ik hiermee onderzoeksvragen 1, 2 en 3.

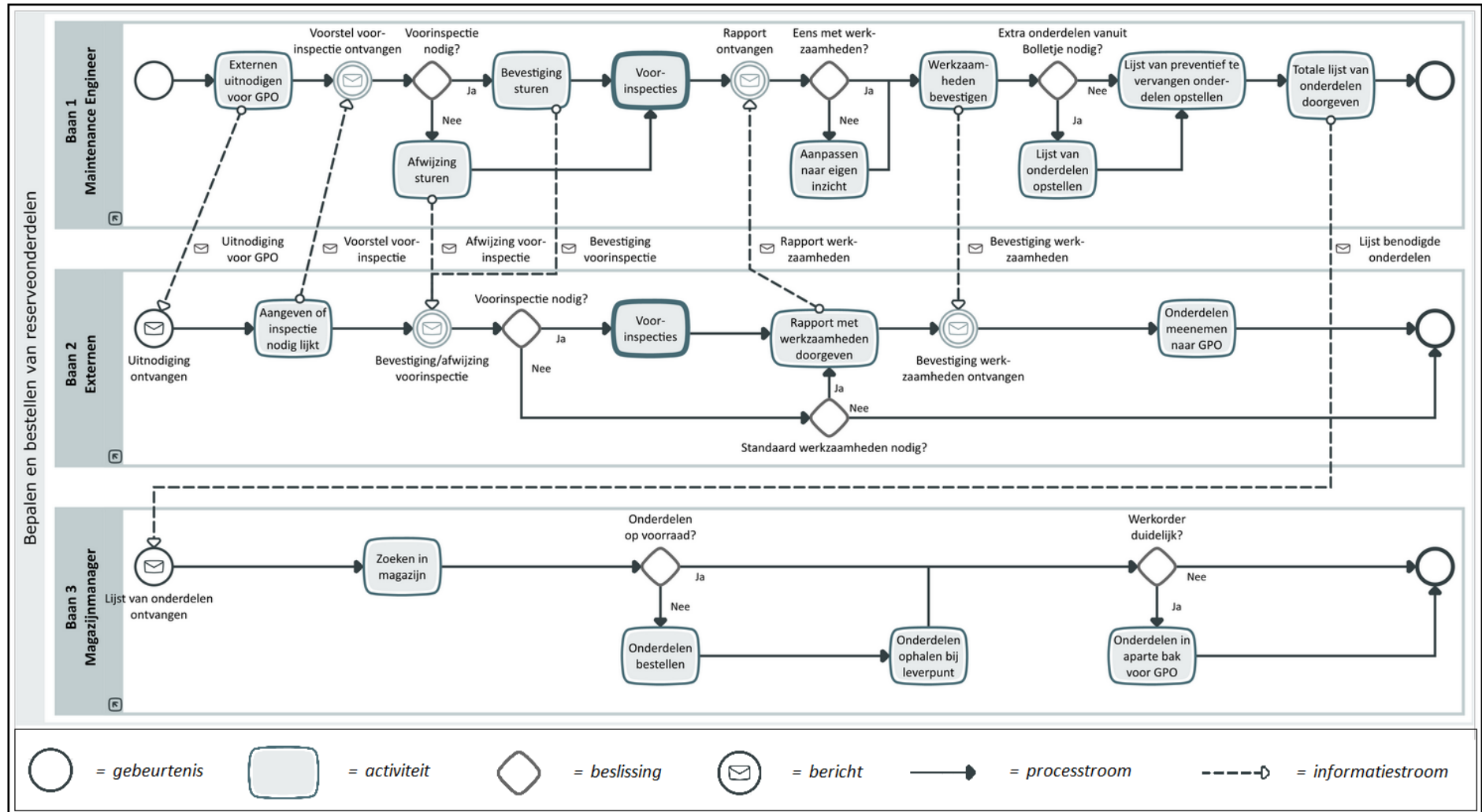
Paragraaf 2.1 geeft een algemene omschrijving van een GPO en de betrokken partijen. Paragraaf 2.2 behandelt het proces van het inschatten van benodigde onderdelen tot het plaatsen van de onderdelen tijdens een GPO. Vervolgens beschrijft paragraaf 2.3 het IT-systeem Rimses. Paragraaf 2.4 werkt de probleemanalyse uit. Paragraaf 2.5 behandelt KPI's om het oude proces met het nieuwe te vergelijken. Aansluitend beschrijft paragraaf 2.6 de gevolgen van zowel de drukte in het magazijn als het ontbreken van reserveonderdelen tijdens een GPO. In paragraaf 2.7 trek ik conclusies over het huidige proces.

2.1. Gepland Periodiek Onderhoud

Afhankelijk van de productielijn vindt één of twee keer per jaar een GPO plaats. Een GPO duurt een gehele week. Van maandag tot en met donderdag vinden de inspecties en het onderhoud zelf plaats. Op vrijdag kan dan vervolgens getest worden en de grove schoonmaak plaatsvinden. Zodra alles naar behoren werkt, wordt dan op zaterdag de grote schoonmaak gedaan zodat op maandag na het GPO de lijn weer kan produceren. De planning van de verscheidene GPO's wordt gemaakt door de Maintenance Engineer (ME) en goedgekeurd door de Manager Technische Dienst (MTD), de teamleider van de TD, de Manager Productie en de Manager Kwaliteit & Techniek. Ze worden zo gepland dat het voor zowel de capaciteiten van de productieafdeling als de TD uitkomt.

Het machinepark van Bolletje bestaat uit machines die door andere fabrikanten geleverd zijn en machines die in eigen beheer zijn gemaakt. Voor de machines van andere fabrikanten zijn regelmatig monteurs van desbetreffende fabrikant nodig. Daarnaast worden algemene monteurs ingehuurd, die de werkzaamheden verrichten die niet door monteurs van fabrikanten worden gedaan. Gemiddeld genomen werken ongeveer twintig externe monteurs aan een GPO. Aangezien de andere productielijnen nog draaien tijdens het uitvoeren van een GPO, zijn de storingsmonteurs van Bolletje bezet met hun dagelijkse werkzaamheden. Wel wordt per GPO vanuit de storingsmonteurs iemand aangesteld om de ME te assisteren. Verder is er ook personeel vanuit productie aanwezig die ervoor zorg dragen dat de installaties schoon worden aangeleverd en indien nodig tussendoor de installaties schoonmaken. De ME heeft de leiding over de GPO's.

Tijdens een GPO wordt gewerkt in teams van twee monteurs van eenzelfde bedrijf. Deze teams hebben elk hun eigen werkorders. Het kan echter goed voorkomen dat teams samenwerken of elkaar moeten assisteren bij werkzaamheden, afhankelijk van het soort werkzaamheden. Dit gebeurt dan in overleg met de ME of diens assistent. Elke dag om 16:00 uur vindt een overleg plaats met afgevaardigden van ieder team, waarbij wordt besproken hoe de dag is gegaan en of er nog zaken zijn waar extra aandacht aan moet worden besteed. Tussendoor zijn er ook veel communicatiemomenten tussen de monteurs en de ME, zijn assistent en de MM, bijvoorbeeld bij vragen over werkzaamheden of wanneer onderdelen besteld moeten worden.



Figuur 2.1. BPM van het bepalen en bestellen van benodigde voorraad voor een GPO

2.2. Voorspellen en stroom van benodigde reserveonderdelen

Om het proces van het voorspellen van de benodigde reserveonderdelen en de distributie van onderdelen naar monteurs in kaart te brengen heb ik interviews afgenomen met de ME en de magazijnmanager (MM). Het proces is onderverdeeld in een gedeelte dat voor een GPO plaatsvindt en een gedeelte vanaf de start van een GPO. Daarmee gaat het eerste gedeelte over het bepalen van benodigde reserveonderdelen en het bestellen hiervan, waar de nadruk in het tweede gedeelte ligt op de distributie van de reserveonderdelen tijdens een GPO.

2.2.1. Bepalen en bestellen van benodigde reserveonderdelen

In het proces van het bepalen en bestellen van benodigde reserveonderdelen voor een GPO maak ik onderscheid tussen drie verschillende partijen. De eerste partij is de ME inclusief eventuele ondersteuning van monteurs van Bolletje. De ME is onder meer verantwoordelijk voor de GPO's. Externe organisaties die meewerken aan een GPO vormen samen de tweede partij genaamd 'externen'. Hieronder verstaan we leveranciers van machines waaraan onderhoud wordt gepleegd en specialistische monteurs. De derde partij is de magazijnmanager, de verantwoordelijke voor het magazijn en bestellingen. Figuur 2.1 illustreert het genoemde proces.

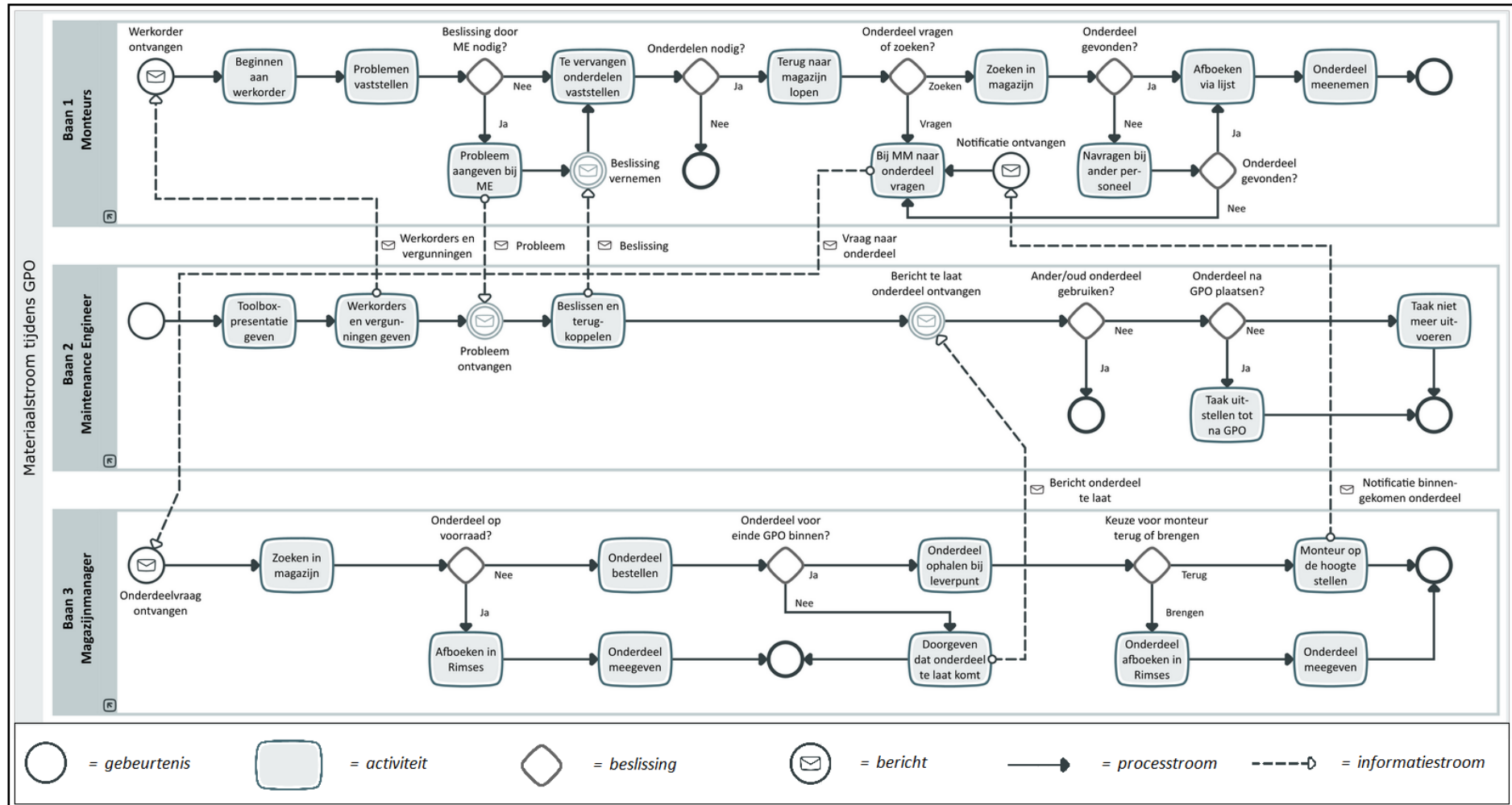
Als startpunt voor dit proces nemen we het versturen van uitnodigingen voor een GPO door de ME naar externen. De externen geven aan of zij voorinspectie nodig achten, waarna de ME daarvoor de keuze maakt. Per extern wordt een aparte voorinspectie gehouden en daarnaast vindt er ook een voorinspectie plaats zonder externen. Al dan niet aan de hand van een voorinspectie schrijft een extern een rapport met de te verrichten werkzaamheden. De ME kan beslissen om aanpassingen aan te brengen en bevestigt daarna de werkzaamheden. Vervolgens bepaalt de ME of er nog onderdelen preventief vervangen moeten worden, losstaand van de voorinspecties. Hierna geeft de ME aan de MM door welke onderdelen er nodig zijn. Op zijn beurt controleert de MM of de onderdelen op voorraad zijn en bestelt indien nodig de benodigde onderdelen. Als een duidelijke werkorder (WO) wordt aangegeven worden de onderdelen soms ook in een aparte bak bewaard voor het GPO.

Een belangrijke kanttekening bij deze omschrijving is dat het proces niet vaak exact zo loopt. Zo vinden gewenste voorinspecties niet altijd plaats. Daarnaast komt het regelmatig voor dat de ME op willekeurige momenten een lijst doorgeeft aan de MM met enkele onderdelen die nodig zijn voor het GPO. Tevens komen de onderdelen op wisselende plaatsen binnen Bolletje aan. Zo kan een bestelling afgeleverd worden bij de receptie, maar het kan ook terechtkomen bij de expeditie en daardoor langere tijd blijven liggen. Verder worden onderdelen niet altijd op een aparte plek bewaard voor het GPO. Deze inconsistentie vormt daarmee al een belemmering op zich.

2.2.2. Materiaalstroom tijdens een GPO

Het tweede gedeelte van het proces vindt plaats vanaf het begin van een GPO, wanneer de voorbereidingen zijn getroffen. Wederom maken we hier onderscheid tussen drie verschillende partijen. De ME inclusief ondersteuning van zijn assistent aan de ene kant en de MM aan de andere kant zijn twee van die partijen. Als derde partij zien we alle monteurs die tijdens een GPO de werkzaamheden uitvoeren aan de productielijn. Figuur 2.2 geeft dit gedeelte van het proces weer.

Aan het begin van een GPO spreekt de ME in een *toolboxmeeting* (werkoverleg waarin de planning, werkwijze, bedrijfsregels en veiligheid worden besproken) de week door en geeft de werkorders en veiligwerkvergunningen door aan de monteurs. Daarna begeven de monteurs zich naar de productielijn om aan hun WO te beginnen. Intussen blijven de ME en zijn assistent beschikbaar om overzicht te houden, bij problemen te helpen en beslissingen te nemen. In de meeste gevallen kan een monteur echter zelf opereren. Als een monteur vaststelt dat er onderdelen nodig zijn, loopt hij – bij voorkeur tijdens een pauze – terug naar het magazijn. Hier kan hij besluiten om zelf het onderdeel te



Figuur 2.2. BPM van de materiaalstromen tijdens een GPO

zoeken of om het te vragen aan de MM. Vooral als het druk is en de monteur bekend is met het magazijn besluit hij vaker om zelf te zoeken. Mocht hij het materiaal niet kunnen vinden en de MM is niet aanwezig, dan kan hij dit vragen aan andere nabije werknemers. Wanneer het onderdeel gevonden wordt, wordt het afgeboekt via Rimses of middels een onderdelenregistratielijst (zie appendix A.1). Als dat niet het geval is, spreekt de monteur de MM aan wanneer dat mogelijk is.

Zodra de MM gevraagd wordt naar een onderdeel zoekt hij naar het onderdeel in het magazijn. Dit gebeurt middels opzoeken in het systeem en het daadwerkelijke rondkijken in het magazijn. De reden hiervoor is dat de daadwerkelijke voorraad en de geregistreerde voorraad nog van elkaar kunnen afwijken en daarmee het systeem onbetrouwbaar is. Als het onderdeel beschikbaar is, wordt het afgeboekt en meegegeven. Indien het onderdeel niet op voorraad is, wordt het besteld door de MM. Dan zijn er twee mogelijkheden: het onderdeel komt nog tijdens het GPO binnen of pas daarna. In het eerste geval kan de werkzaamheid nog worden uitgevoerd en wordt het onderdeel, zodra het geleverd is, naar de monteur gebracht of komt de monteur er weer voor terug naar de werkplaats. Mocht het onderdeel niet tijdig worden geleverd dan wordt dit doorgegeven aan de ME, zodat hij kan beslissen of de WO na het GPO alsnog kan worden uitgevoerd of dat dit niet meer wordt gedaan. In sommige gevallen kan een ander onderdeel worden gebruikt of een aanpassing worden gedaan waardoor een WO alsnog kan worden uitgevoerd zonder dat specifieke onderdeel.

2.3. Rimses

Het IT-systeem dat door de TD gebruikt wordt voor het onderhoudsmanagement heet Rimses. Rimses is ontwikkeld door het bedrijf Realdolmen en heeft uiteenlopende functies om de verscheidene werkzaamheden binnen de TD te vergemakkelijken. Hieronder vallen functies als werkorderbeheer, periodiek onderhoud, inkoopbeheer en contractbeheer. Ook analysetools en integratie met mobiele telefoons of PDA's voor het eenvoudiger registreren van werkzaamheden behoren tot de mogelijkheden (Realdolmen, 2017).

Vanaf 2012 wordt een nieuwe versie van Rimses gebruikt. Dit had echter ook als gevolg dat alle gegevens tot die tijd verloren zijn gegaan. Daarnaast werd een gedeelte van Rimses niet of verkeerd gebruikt. Sinds september 2016 worden hier inhaalslagen gemaakt. Zo zijn de monteurs *Personal Digital Assistants* (PDA) gaan gebruiken voor het registreren van hun werkzaamheden, is men begonnen met het structureren van de geregistreerde opbouw van productielijnen en bijbehorende onderdelen, en is de administratie rondom bestellingen en voorraadbeheer verbeterd.

Binnen dit onderzoek is er een aantal functies van Rimses nuttig om tot nieuwe inzichten te komen. Ten eerste is er binnen het beheer van WO's de mogelijkheid om onderdelen per werkorder te ramen. Bij het uitvoeren van de werkorders wordt op dezelfde plaats aangegeven welke onderdelen daadwerkelijk gebracht zijn en hoeveel uur ervoor nodig was. Dit biedt de mogelijkheid om op basis van deze data voorspellingen te doen betreffende benodigd materiaal en manuren, in het geval van gelijke werkzaamheden. Verder kan via de voorraadregistratie voor een bepaalde periode het aantal *stockouts* worden berekend. Tevens biedt Rimses Analyzer de mogelijkheid om zaken als het verschil tussen geplande en werkelijke materiaalkosten voor een bepaalde periode met elkaar te vergelijken. Deze twee laatste opties zijn voornamelijk interessant als KPI om het proces meetbaar te maken. In paragraaf 2.5 ga ik hier dieper op in.

Alhoewel het gebruik van Rimses is verbeterd, is het belangrijk om aan te stippen dat data ervan nog niet volledig betrouwbaar zijn. Allereerst is de periode waarin de data zijn gegenereerd beperkt, namelijk voornamelijk vanaf begin 2017. Aangezien GPO's (half)jaarlijks plaatsvinden, heeft dit als gevolg dat er van GPO's nauwelijks of geen voor dit onderzoek bruikbare data beschikbaar zijn. Daarnaast zijn er nog lopende verbeterprojecten waardoor delen van het systeem, bijvoorbeeld

binnen de opbouw van de productielijnen, wel actueel zijn maar andere delen niet. Deze belemmeringen moeten meegenomen worden in verder onderzoek.

2.4. Probleemanalyse

De doelstelling van dit onderzoek betreft het reduceren van de drukte in het magazijn en het verhogen van de beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens GPO's. In deze paragraaf gaan we dieper in op de achterliggende problemen van deze twee punten. Per punt wordt middels een probleemkluwen het kernprobleem geanalyseerd. Naar de individuele problemen wordt gerefereerd met nummers in de probleemkluwens. De rood-gemarkeerde problemen zijn problemen waarvoor ik probeer oplossingen te vinden; subparagraaf 2.4.3 beschrijft waarom ik daarvoor heb gekozen.

2.4.1. Beschikbaarheid benodigde reserveonderdelen

Figuur 2.3 geeft de probleemkluwen rondom de beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen (8). De te lage beschikbaarheid wordt veroorzaakt door twee andere problemen, namelijk dat de raming van onderdelen vaak niet klopt (7) en dat er een discrepantie is tussen de geregistreerde voorraad en de daadwerkelijke voorraad (9).

Raming van reserveonderdelen

Zoals benoemd in paragraaf 2.3 is er in het verleden verkeerd gebruik gemaakt van Rimses (1). Dit heeft ook zijn invloed gehad op de historische data binnen Rimses. Deze historische data zijn daardoor namelijk vaak onbetrouwbaar of zelfs niet beschikbaar (3). Onderdelen kunnen bijvoorbeeld bij een verkeerde WO zijn afgeboekt, of überhaupt niet zijn afgeboekt binnen een bepaalde GPO. Ook nu nog komt het voor dat onderdelen niet goed worden afgeboekt (2). Daarnaast vinden er niet altijd voorinspecties plaats (6), waardoor op het oog zichtbaar te vervangen onderdelen soms niet worden meegenomen in de raming. Bovendien is er, los van de voorinspecties, geen standaardprocedure om vast te stellen welke onderdelen waarschijnlijk nodig zullen zijn tijdens het GPO (12).

Vershil geregistreerde en daadwerkelijke voorraad

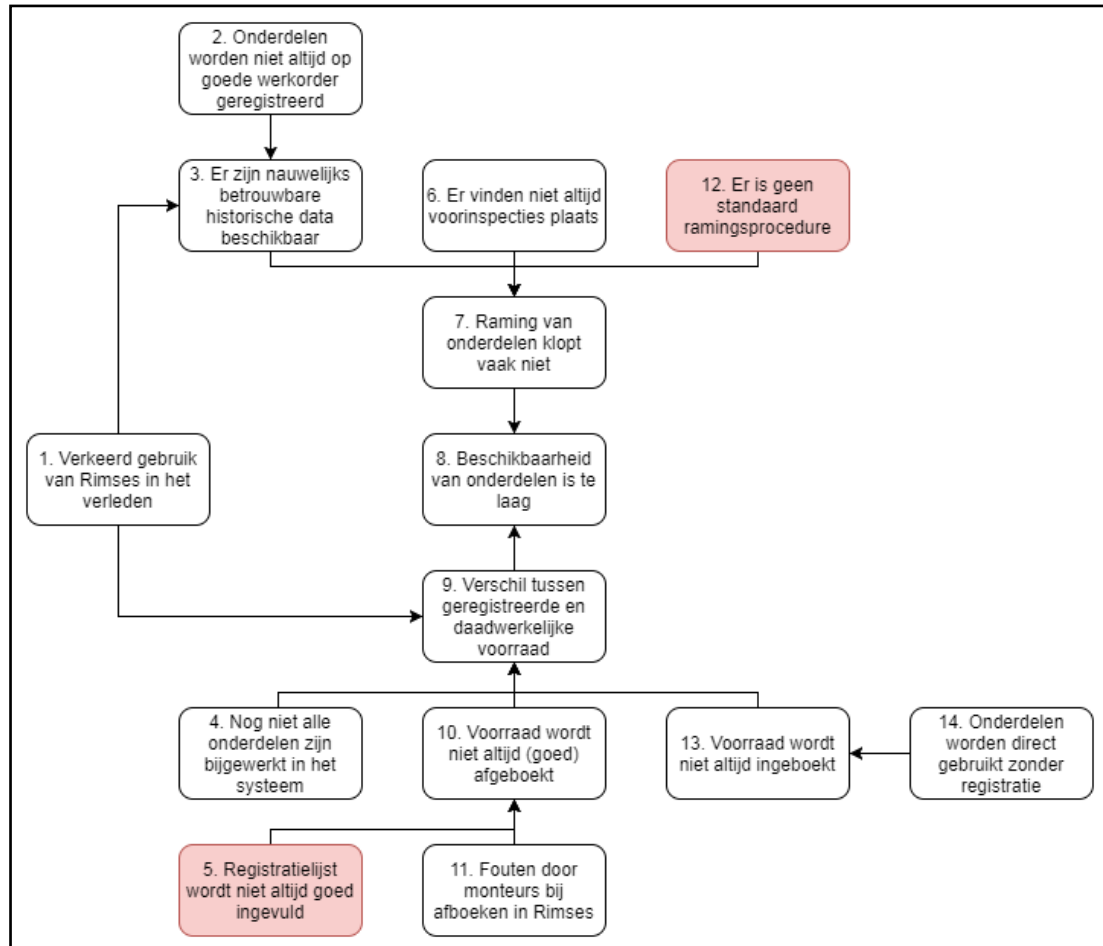
Het andere probleem is dat de geregistreerde en daadwerkelijke voorraden niet met elkaar overeenkomen (9). Dit probleem is reeds door Schutte (2017) aangekaart en sindsdien aangepakt, maar het is nog niet volledig verholpen (4), omdat voor elk onderdeel dat in het systeem staat, moet worden nagegaan of er een gelijk aantal onderdelen aanwezig is in het magazijn. Aangezien er ongeveer 20.000 unieke onderdelen geregistreerd zijn, zal het nog enige tijd in beslag nemen voordat deze twee voorraden gelijk zijn.

Ook nu wordt de gebruikte voorraad niet altijd (goed) afgeboekt (10). Bij het gebruik van de onderdelenregistratielijst zoals afgebeeld in appendix A.1 worden regelmatig de verschillende kolommen verkeerd ingevuld (5). Hierdoor kan de MM fouten maken bij het invoeren van deze lijst in Rimses. Verder maken monteurs zelf ook af en toe fouten bij het afboeken van gebruikte materialen in Rimses (11). Daarnaast komt het voor dat bestelde onderdelen naar een monteur gaan zonder tussenkomst van de MM (14), waardoor dit onderdeel niet goed wordt ingeboekt (13).

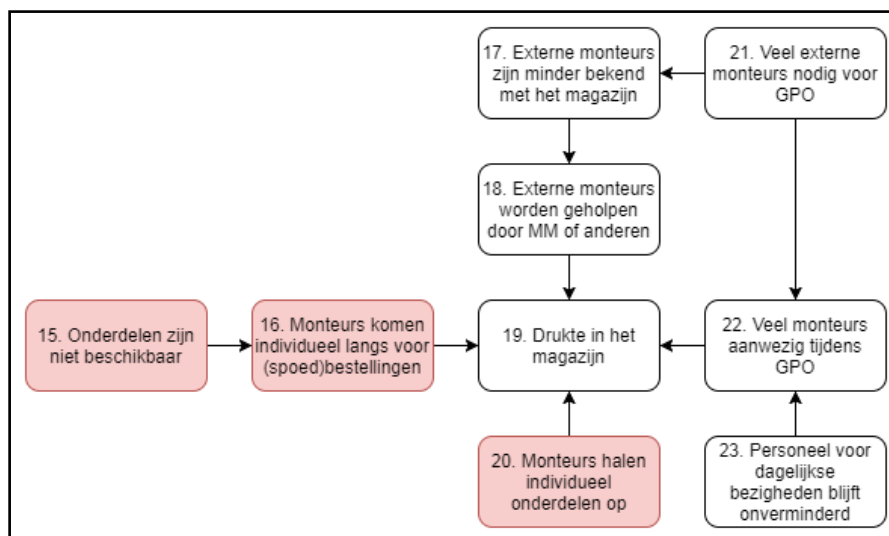
2.4.2. Drukke in het magazijn

Figuur 2.4 illustreert de probleemkluwen betreffende de drukte in het magazijn tijdens een GPO. Deze drukte in het magazijn (19) wordt veroorzaakt door vier verschillende problemen: 16, 18, 20 en 22. Het belangrijkste probleem is dat momenteel de monteurs veelal individueel en meerdere keren per dag naar het magazijn gaan om reserveonderdelen op te halen (20). Hierdoor ontstaat er drukte in het magazijn, zeker wanneer veel monteurs tegelijkertijd terugkomen zoals gebeurt tijdens pauzes. Daarnaast komen deze monteurs ook naar de MM om (spoed)bestellingen te plaatsen (16) wanneer onderdelen niet beschikbaar zijn (15).

Tijdens een GPO zijn gemiddeld twintig externe monteurs nodig om de werkzaamheden te verrichten (21). Intussen is ook het vaste personeel aanwezig voor zijn dagelijkse taken (23). Hierdoor is het totale aantal monteurs dat in en rond het magazijn loopt aanzienlijk hoger (22). Tevens zijn de externe monteurs in veel gevallen niet bekend met het magazijn van de TD (17). Hierdoor zijn zij vaker aangewezen op de MM of ander aanwezig personeel om de benodigde onderdelen te kunnen vinden (18). Dit leidt weer tot extra drukte in het magazijn.



Figuur 2.3. Probleemkluwen van de beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen



Figuur 2.4. Probleemkluwen van de drukte in het magazijn

2.4.3. Toespitsing onderzoek

Zoals duidelijk is geworden in voorgaande twee paragrafen zijn er veel problemen die uiteindelijk leiden tot de te lage beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen en de drukte in het magazijn. Niet alle problemen kunnen echter behandeld worden. Hieronder beschrijf ik puntsgewijs welke problemen we niet en wel zullen behandelen en geef ik de redenen daarvoor.

Geen onderdeel van verder onderzoek

- **1, 3, 4:** Deze problemen zijn ontstaan in het verleden en er is voornamelijk tijd voor nodig voordat ze zijn gecorrigeerd. Het proces om de geregistreerde en daadwerkelijke voorraad hetzelfde te krijgen is inmiddels wel al in gang gezet.
- **2, 11, 14:** Dit zijn problemen die samenhangen met menselijke fouten. Hoewel processen binnen het gebruik van Rimses wellicht nog minder foutgevoelig kunnen worden gemaakt dan ze op het moment zijn is dit geen focuspunt. Rimses wordt tegenwoordig al aanzienlijk beter gebruikt dan voorheen en kleine fouten zullen waarschijnlijk blijven tenzij de monteurs meer in de werkvrijheid beperkt worden. Ook het niet inboeken van onderdelen is incidenteel en dit kan blijven voorkomen in hectische situaties. Om deze redenen hebben de genoemde punten geen prioriteit.
- **6:** Het feit dat er niet altijd voorinspecties plaatsvinden komt omdat het niet altijd nodig lijkt te zijn. Daarbij wordt een afspraak in verband met drukte soms onverhoopt niet ingepland. Dit is voornamelijk een probleem dat opgelost wordt als het proces gestructureerder gaat lopen volgens de weg die sinds kort is ingeslagen en is daarmee geen focuspunt voor mij.
- **7, 8, 9, 10, 13, 19, 22:** Dit zijn gevolgen van andere problemen en worden daarmee niet (direct) of niet in zijn geheel aangepakt.
- **17, 18:** Aangezien de samenstelling van de monteurs per GPO wisselt is het niet de tijd en moeite waard om de monteurs voor één GPO dermate bekend te maken met het magazijn dat zij allen zelfstandig in het magazijn kunnen zoeken en afboeken. Daarmee zal ook de hulp van anderen nodig blijven.
- **21, 23:** Deze factoren zullen voorlopig door mij niet beïnvloedbaar zijn omdat er momenteel nog veel mankracht nodig is voor zowel de GPO's als voor de dagelijkse werkzaamheden.

Wel onderdeel van verder onderzoek

- **5:** Zoals onder meer blijkt uit de registratielijst zoals weergegeven in appendix A.1 wordt de lijst vaak niet goed ingevuld. Een duidelijk probleem is bijvoorbeeld dat er geen ruimte is voor de naam van het onderdeel, waardoor dit in een andere kolom wordt ingevuld. Door deze lijst anders in te delen zal het probleem waarschijnlijk al verminderen, daarom concentreer ik me onder meer hierop.
- **12:** Een belangrijk probleem is dat er nu geen standaardprocedure is voor de ME en de MM betreffende het ramingsproces. Door hier vaste protocollen en communicatiemomenten te gebruiken wordt intern en extern meer duidelijkheid gecreëerd en neemt de kans op fouten af. Daarmee is dit een goed probleem om aan te pakken in mijn onderzoek.
- **15:** Dit algemene probleem wordt aangepakt zoals beschreven in punten 5 en 12.
- **16, 20:** Momenteel gaan monteurs nog vaak individueel terug naar het magazijn om daar onderdelen te bestellen of op te halen. Mogelijkerwijs zou dit ook gebundeld kunnen worden om daarmee tijd te besparen en drukte in het magazijn te verminderen. Om die reden is ook dit probleem een punt waar ik verder onderzoek naar doe.

2.5. Kritieke prestatie-indicatoren

Om het beoogde doel van het onderzoek te bereiken zal gezocht worden naar nieuwe werkwijzen. Het is echter van belang om eventuele verbeteringen of verslechtingen in het proces meetbaar te maken. Hiervoor maak ik gebruik van kritieke prestatie-indicatoren: meetbare waardes gefocust op die

aspecten van presteren binnen een organisatie die het meest kritisch zijn voor huidig en toekomstig succes van de organisatie (Parmenter, 2007).

Aan het begin van 2017 is de TD begonnen met het gebruik van KPI's. Daarvoor was het enige criterium waaraan de prestaties werden gemeten of de TD binnen het budget bleef (Altena, 2017). In het onderzoek van Altena is een drietal KPI's vastgesteld waarmee het presteren van de TD in het algemeen wordt gemeten: de productielijnbeschikbaarheid, de ratio preventief versus correctief onderhoud gemeten in tijd, en de gemiddelde tijd tot reparatie. Medio 2017 heeft Schutte (2017) in een nieuw onderzoek vijf KPI's bepaald voor het magazijn van de TD. Deze KPI's zijn het percentage *stockouts*, het percentage spoedbestellingen, het percentage niet-bewegende onderdelen, het percentage op tijd geleverde bestellingen en de productielijnbeschikbaarheid.

De hierboven genoemde KPI's zijn grotendeels te algemeen om verbeteringen in een GPO waar te nemen. Daarom onderzoek ik welke KPI's wel toepasbaar zijn binnen GPO's. Subparagraaf 2.5.1 beschrijft een *framework* om gestructureerd tot relevante KPI's te komen. Vervolgens behandelt subparagraaf 2.5.2 de verscheidene KPI's die mogelijk waren voor GPO's en waar uiteindelijk, in samenspraak met de MTD en ME, voor is gekozen. De daarop volgende subparagrafen omschrijven per KPI de definitie, de berekening en de mogelijkheid tot meten van de KPI.

In eerste instantie zullen aan de KPI's geen normen worden gesteld, omdat eerst zal moeten worden vastgesteld welke waardes horen bij goede en slechte prestaties van GPO's. Zodra hier meer inzicht in is, kunnen deze normen worden toegevoegd.

2.5.1. Gestructureerde keuze van KPI's

Het gebruik van verkeerde KPI's kan resulteren in disfunctioneren van (een gedeelte van) een organisatie. In de loop der jaren zijn verschillende methodes ontwikkeld, waarvan de Balanced Scorecard van Kaplan en Norton (1992) wellicht de meest bekende is. Neely, Richards, Mills, Platts en Bourne (1997) merkten echter op dat, ondanks de omvangrijke interesse in prestatie-indicatoren, de fundamentele vraag wat een goed ontworpen prestatie-indicator inhoudt onbeantwoord bleef. Om hier grip op te krijgen hebben zij een *framework* opgesteld waarmee gestructureerd KPI's worden omschreven en getoetst.

Uit literatuuronderzoek hebben Neely *et al.* (1997) aanbevelingen verkregen waaraan prestatie-indicatoren zouden moeten voldoen. Aan de hand hiervan hebben zij 22 aanbevelingen geschreven; tabel 2.1 geeft een vrije vertaling van deze aanbevelingen.

Daarnaast hebben zij een formulier opgesteld waarin wordt gespecificeerd wat een prestatie-indicator inhoudt. De tien elementen van dit formulier zijn: titel, bedoeling, gerelateerd aan, doel, formule, frequentie, wie meet het, bron van data, wie handelt naar de data, wat doen zij, notities en commentaar. Per element komt de relatie met de aanbevelingen naar voren. Uit het onderzoek bleek dat het *framework* waardevol was voor managers omdat het het ontwerpproces vergemakkelijkt en de ontwerpers aanspoort om verscheidene implicaties mee te nemen in het ontwerp (Neely *et al.*, 1992).

2.5.2. KPI's voor GPO's

Door middel van analyse van de huidige beschikbare data van werkorders en bestellingen in Rimses en gesprekken met de ME zijn de volgende twaalf mogelijke KPI's opgesteld (in willekeurige volgorde):

- Aantal *stockouts* GPO
- Percentage *stockouts* GPO
- Aantal spoedbestellingen GPO

#	Aanbeveling
1	Prestatie-indicatoren zouden afgeleid moeten worden van strategie
2	Prestatie-indicatoren zouden simpel te begrijpen moeten zijn
3	Prestatie-indicatoren zouden tijdige en accurate feedback moeten leveren
4	Prestatie-indicatoren zouden gebaseerd moeten zijn op getallen die beïnvloedbaar of controleerbaar zijn door de gebruiker alleen of in samenwerking met anderen
5	Prestatie-indicatoren zouden het bedrijfsproces moeten reflecteren, d.w.z. dat zowel de leverancier als klant onderdeel moeten zijn in de definitie van de indicator
6	Prestatie-indicatoren zouden gerelateerd moeten zijn aan specifieke doelen
7	Prestatie-indicatoren zouden relevant moeten zijn
8	Prestatie-indicatoren zouden onderdeel moeten zijn van een <i>closed management loop</i>
9	Prestatie-indicatoren zouden duidelijk gedefinieerd moeten worden
10	Prestatie-indicatoren zouden visuele impact moeten hebben
11	Prestatie-indicatoren zouden zich moeten concentreren op verbetering
12	Prestatie-indicatoren zouden consistent moeten zijn (zodanig dat ze over tijd hun betekenis behouden)
13	Prestatie-indicatoren zouden snelle feedback moeten leveren
14	Prestatie-indicatoren zouden een expliciete bedoeling moeten hebben
15	Prestatie-indicatoren zouden gebaseerd moeten zijn op een expliciet bepaalde formule en bron van data
16	Prestatie-indicatoren zouden eerder verhoudingen moeten gebruiken dan absolute getallen
17	Prestatie-indicatoren zouden data moeten gebruiken die automatisch verkregen worden als onderdeel van een proces
18	Prestatie-indicatoren zouden gerapporteerd moeten worden in een simpel, consistent formaat
19	Prestatie-indicatoren zouden eerder gebaseerd moeten zijn op trends dan op momentopnames
20	Prestatie-indicatoren zouden informatie moeten leveren
21	Prestatie-indicatoren zouden nauwkeurig moeten zijn – wees exact over wat gemeten wordt
22	Prestatie-indicatoren zouden objectief moeten zijn – niet gebaseerd op mening

Tabel 2.1. Vrije vertaling van de 22 aanbevelingen van Neely *et al.* (1997)

- Percentage spoedbestellingen GPO
- Kosten spoedbestellingen GPO
- Percentage correct geraamde werkorders GPO
- Procentuele afwijking raming werkorders (materiaalkosten) GPO
- Procentuele afwijking raming werkorders (uren) GPO
- Wachtijd monteurs GPO
- Werktijd per werkorder GPO
- Totale werktijd standaard werkzaamheden GPO
- Totale kosten van een GPO

Deze KPI's vormden de basis voor de keuze van de KPI's die specifiek het presteren van een GPO meetbaar maken. Allereerst zijn de KPI's met elkaar vergeleken om te zien in hoeverre er overlap was. Daaruit bleek dat het aantal/percentage *stockouts* ook naar voren komt in het aantal/percentage spoedbestellingen, maar spoedbestellingen geven ook weer hoe kritisch de *stockout* was aangezien er een spoedbestelling moest plaatsvinden. Daarnaast heeft de werktijd per werkorder overlap met de totale werktijd standaard werkzaamheden, maar is die laatste interessanter omdat onregelmatige werkorders niet worden meegenomen en geeft het inzicht in de vorderingen van het standaardiseren van specifieke processen in werkorders. De procentuele afwijkingen van ramingen hangen samen met het percentage correct geraamde werkorders en zijn in een later stadium mogelijk interessant, maar om in het begin niet te veel KPI's te meten heeft de MTD gekozen om de afwijkingen nog niet te meten.

De wachttijd van monteurs is niet wenselijk omdat hiervoor ter plekke gemeten zou moeten worden, bijvoorbeeld met een stopwatch. Dit geeft een slecht signaal naar de monteurs en neemt veel tijd in beslag. Verder zijn de totale kosten van een GPO te algemeen waardoor het weinig informatie levert. Tot slot is het percentage spoedbestellingen interessanter dan het absolute aantal, omdat hiermee de verhouding tot een gehele GPO wordt weergegeven. In samenspraak met de MTD en ME zijn uiteindelijk vier KPI's gekozen:

1. Percentage correct geraamde werkorders GPO
2. Percentage spoedbestellingen GPO
3. Kosten spoedbestellingen GPO
4. Totale werktijd standaardwerkzaamheden GPO

Zoals hierboven blijkt zijn de KPI's niet tot stand gekomen middels het *framework* zoals omschreven in subparagraaf 2.5.1. Ze zijn achteraf wel getoetst aan de aanbevelingen van Neely *et al.* (1997). De laatste drie KPI's voldoen aan de meeste aanbevelingen, waaruit ik concludeer dat dit waarschijnlijk zinvolle KPI's zijn. Het percentage correct geraamde werkorders per GPO voldoet aan minder aanbevelingen omdat het minder duidelijk is en als het ware twee KPI's in één omvat. In overleg met de MTD is hier echter wel voor gekozen, omdat beide aspecten van de KPI interessant zijn en men met niet meer dan vier KPI's wil beginnen. Onderstaande paragrafen beschrijven per KPI de definitie, de berekening en de mogelijkheid tot meten van de KPI.

2.5.3. Percentage correct geraamde werkorders GPO

De eerste KPI die ik behandel is het percentage correct geraamde werkorders tijdens een GPO. Een deel van dit onderzoek gaat over het voorspellen van de benodigde voorraad voor een GPO. Als de nauwkeurigheid van deze voorspellingen omhoog gaat, resulteert dat in twee voordelen. Ten eerste zal minder vaak tijdens een GPO een (spoed)bestelling worden geplaatst, waardoor het werkproces minder verstoord wordt en de kosten van spoedbestellingen dalen. Daarnaast zal het aantal onnodig bestelde onderdelen ook dalen, wat weer leidt tot minder voorraadkosten.

Een WO zien we als correct geraamd indien de benodigde onderdelen qua aantallen hetzelfde zijn als voorspeld en de gemaakte kosten ervan hooguit 10% afwijken van de voorspelling. De berekening van het percentage correct geraamde werkorders tijdens een GPO is:

$$\frac{\text{Aantal correct geraamde werkorders per GPO}}{\text{Totale aantal werkorders per GPO}} * 100\%$$

Voorbeeld

Voor een werkorder zijn 12 spreidbanden à €40 per stuk geraamd, dus €480 totaal. Uiteindelijk zijn 12 spreidbanden à €38 per stuk gebruikt plus een lager van €20. Hiermee komt de totaalprijs uit op €476: binnen de maximale afwijking. Er is echter ook een lager nodig geweest die niet was geraamd, waardoor deze order niet correct geraamd is.

Met de data die op dit moment beschikbaar zijn binnen Rimses kan deze KPI gemeten worden. Momenteel is de berekening ervan echter nog een omslachtig proces en zal in samenwerking met Realdolmen een efficiëntere manier gevonden moeten worden.

2.5.4. Percentage spoedbestellingen GPO

De tweede KPI is het percentage spoedbestellingen tijdens een GPO. Spoedbestellingen brengen hoge kosten met zich mee. Ze worden geplaatst zodra tijdens een GPO blijkt dat een onderdeel vervangen moet worden, er geen andere oplossingen aanwezig zijn en de reparatie nog tijdens dat GPO plaats moet vinden. Daarmee biedt deze KPI een ander inzicht ten opzichte van het percentage correct geraamde werkorders, namelijk bij hoeveel niet beschikbare onderdelen er sprake was van nood.

Het percentage spoedbestellingen tijdens een GPO berekenen we als volgt:

$$\frac{\text{Aantal spoedbestellingen per GPO}}{\text{Totale aantal bestellingen per GPO}} * 100\%$$

Op dit moment kan op basis van historische gegevens deze KPI niet betrouwbaar worden berekend. Het registratieproces is inmiddels wel veranderd waardoor in de toekomst deze KPI goed kan worden vastgesteld.

2.5.5. Kosten spoedbestellingen GPO

De derde KPI betreft de gemaakte kosten voor spoedbestellingen tijdens een GPO. Dit hangt samen met het percentage spoedbestellingen van een GPO. Het is echter ook belangrijk om naar de kosten van deze spoedbestellingen te kijken aangezien deze sterk kunnen variëren per leverancier. Daarnaast kan ermee inzichtelijk worden gemaakt wat het aandeel van de kosten van spoedbestellingen is in het gehele budget van een GPO en aan de hand van die informatie worden gehandeld.

Bij deze KPI is niet zozeer sprake van een berekening, het is simpelweg de som van de gemaakte kosten van alle spoedbestellingen per GPO. De data hiervoor zijn op eenzelfde wijze aanwezig als beschreven in subparagraaf 2.5.4.

2.5.6. Totale werktijd standaardwerkzaamheden GPO

De laatste KPI is het de totale werktijd van (half)jaarlijks terugkerende werkorders (ofwel standaardwerkzaamheden) tijdens een GPO. De WO's voor GPO's worden in toenemende mate gestandaardiseerd waardoor de werkzaamheden over de jaren vergelijkbaar moeten worden. Hierdoor, en door een eventuele verhoging in de beschikbaarheid van onderdelen, kan het benodigde totale werktijd verminderen wat resulteert in lagere arbeidskosten en kortere stilstand van de productielijn. Om te meten of deze verbetering daadwerkelijk plaatsvindt is het van belang om deze KPI te meten. Afwijkende werkzaamheden die voor een GPO zijn vastgesteld en verschoven naar dat GPO worden niet meegenomen om de vergelijking zuiver te houden.

Deze KPI is te meten door de som van de werktijd van standaardwerkzaamheden binnen een GPO te nemen. De data hiervan worden momenteel niet bijgehouden, maar dit kan zonder moeite worden ingevoerd in het systeem.

2.6. Gevolgen huidige proces

Paragraaf 2.4 beschreef de oorzaken van het niet beschikbaar zijn van benodigde reserveonderdelen en drukte in het magazijn tijdens GPO's. Om de huidige manier van werken te evalueren kijken we ook naar de gevolgen van deze twee kernproblemen. Deze paragraaf omschrijft de veranderingen in het werkproces tijdens een GPO en de gevolgen op de langere termijn.

2.6.1. Gevolgen ontbreken van benodigde reserveonderdelen

Het ontbreken van benodigde reserveonderdelen brengt twee belangrijke gevolgen met zich mee tijdens een GPO zelf. Ten eerste wordt het werkproces van een monteur verstoord. De monteur gaat op het moment al terug naar het magazijn om een onderdeel op te halen indien nodig. Wanneer dit onderdeel niet aanwezig is zal er een bestelling geplaatst moeten worden. De monteur kan echter niet wachten totdat het onderdeel bezorgd wordt, hij gaat dan verder met andere werkzaamheden. Dit resulteert in extra werk om zijn eerdere werkzaamheden goed stil te leggen en voor andere taken voor te bereiden. Daarnaast worden er kosten gemaakt voor spoedbestellingen, die al gauw hoog kunnen oplopen wegens versneld werk en koerierskosten over mogelijk lange afstanden.

Op het moment dat een onderdeel ontbreekt en het niet meer geleverd kan worden, moet besloten worden of de WO na het GPO alsnog wordt uitgevoerd. Dit gaat in overleg met productie, want er moet dan meestal een productiestop komen. Een direct gevolg van het ontbreken van dit onderdeel is dan ook verlies van productietijd. Als er geen tijd wordt vrijgemaakt voor de WO is de kans groter dat de lijn door defecten stil komt te liggen. Dit is een nog groter probleem, aangezien het onverwachts gebeurt en de problemen groter kunnen zijn geworden. Als de productielijn ongepland stopt worden aanzienlijke kosten gemaakt door Bolletje.

2.6.2. Gevolgen drukte in het magazijn

Een direct gevolg van de drukte in het magazijn tijdens een GPO is dat de monteurs moeten wachten op de benodigde onderdelen. Sommige monteurs zijn bekend met het magazijn doordat zij vaker ingehuurd zijn door Bolletje, maar over het algemeen behoeven de monteurs hulp van de MM. Een ander gevolg is dat de MM door de drukte minder tijd heeft voor de dagelijkse bezigheden. De MM geeft echter wel aan dat het onderdeel is van zijn werk.

Door de drukte in het magazijn en het feit dat externe monteurs soms zelf de gebruikte onderdelen afboeken worden af en toe fouten gemaakt bij het afboeken. Dit leidt weer tot twee problemen. Wanneer de onderdelen niet worden afgeboekt ontstaat er wederom een verschil tussen de geregistreerde voorraad en de daadwerkelijke voorraad. Dit resulteert in de problemen zoals beschreven in paragraaf 2.4. Het tweede probleem ontstaat als de onderdelen op de verkeerde werkorder afgeboekt worden. Hierdoor kloppen de historische data van de werkorders niet meer, waardoor verkeerde ramingen kunnen worden gegenereerd. Tevens wordt het percentage correct geraamde werkorders dan verkeerd gemeten.

2.7. Conclusies

In dit hoofdstuk hebben we getracht een antwoord te vinden op de eerste drie onderzoeksvragen. Dit omvat het in kaart brengen van het huidige proces, een probleemanalyse uitvoeren, en de gevolgen van de huidige manier van werken beschrijven en meetbaar maken – ook voor de toekomst. Daarnaast gaf ik een algemene beschrijving van een GPO en het IT-systeem Rimses.

Over Rimses kan ik concluderen dat er verbeteringen hebben plaatsgevonden in het gebruik ervan gedurende het afgelopen jaar. Er zijn echter nog belangrijke stappen te zetten om het programma goed te kunnen gebruiken voor evaluatie- en voorspellingsdoeleinden. Dit betreft vooral beter gebruik van het programma, geen uitbreidingen op het huidige pakket.

Een belangrijke conclusie die ik trek uit de huidige manier van werken is dat het proces inconsistent is. Keuzes in gebieden zoals het ramen van benodigde onderdelen en het reserveren van onderdelen voor een GPO worden veelal gevoelsmatig gemaakt. Het niet beschikbaar zijn van benodigde onderdelen heeft als oorzaken dat de voorspelling van benodigde onderdelen niet klopt en er een discrepantie is tussen de geregistreerde en daadwerkelijke voorraad. Het feit dat monteurs voornamelijk individueel onderdelen ophalen en bestellen, in combinatie met het gegeven dat er aanzienlijk meer monteurs aanwezig zijn tijdens een GPO, leidt tot drukte in het magazijn. Verder onderzoek richt zich op het creëren van een standaard ramingsprocedure, herontwerp van de onderdelenregistratielijst, en het proces rondom spoedbestellingen en distributie van reserveonderdelen tijdens een GPO.

Samen met de MTD en ME heb ik vier KPI's opgesteld waaraan het presteren tijdens GPO's kan worden gemeten. Daarnaast heb ik onderzocht of de huidige data toereikend zijn om deze KPI's betrouwbaar te berekenen. Hieruit bleek dat het mogelijk is om de KPI's te berekenen maar ook dat de huidige historische data niet toereikend zijn om nu al betrouwbare uitspraken te kunnen doen. Wanneer, zoals hierboven genoemd, het programma beter gebruikt wordt dan worden de data ook betrouwbaarder.

Tot slot concludeer ik dat door het ontbreken van onderdelen het onderhoudsproces wordt verstoord en hoge spoedbestellingskosten worden gemaakt. Daarnaast kan het resulteren in geplande of ongeplande extra stilstand van de productielijn, hetgeen nog hogere kosten oplevert. Vanwege de drukte in het magazijn ontstaan ongewenste wachttijden voor monteurs. Er worden vaker fouten gemaakt bij de registratie van gebruikte onderdelen, wat tot gevolg heeft dat het verschil tussen geregistreerde en daadwerkelijke voorraad groter wordt en voorspellingen minder betrouwbaar worden.

3. Inschatten van benodigde voorraad

De kennisvraag die centraal staat in dit onderzoek is: *“Wat zijn voor de TD geschikte methodes voor het kwalitatief en kwantitatief voorspellen van benodigde voorraad die worden beschreven in de literatuur?”*. Tijdens het GPO is het van belang dat elk reserveonderdeel dat gebruikt wordt daadwerkelijk aanwezig is. Op basis van inschattingen wordt bepaald welke onderdelen dat zijn. Gezien er een een-op-eenrelatie is tussen de onderdelen die nodig zijn en het aantal dat op voorraad moet zijn, is het bepalen hiervan in lijn met het voorspellen van de vraag naar producten. Dit hoofdstuk beschrijft en vergelijkt methodes van voorspellen.

Per methode kijken we naar de data die de methode behoeft, de verwachte nauwkeurigheid van de voorspelling, de benodigde tijd voor ontwikkeling van de methode binnen Bolletje en de beperkingen van de methode. Hiermee is vervolgens bepaald hoe relevant de methodes zijn voor het onderzoek, wat het verwachte resultaat van de methodes is, en in hoeverre de methodes kunnen worden geïmplementeerd. Momenteel zijn er bij Bolletje onvoldoende data beschikbaar om betrouwbare kwantitatieve voorspellingen te kunnen doen. Daarom ligt de focus in dit hoofdstuk op kwalitatieve voorspellingen. De kwantitatieve methode die we behandelen is een relatief simpele methode die kan worden gebruikt zodra meer data beschikbaar zijn.

In paragraaf 3.1 maken we onderscheid tussen kwalitatief en kwantitatief voorspellen. Paragrafen 3.2 en 3.3 geven respectievelijk methodes van kwalitatief en kwantitatief voorspellen. Vervolgens vergelijken we in paragraaf 3.4 de relevantie van de methodes op verschillende punten. Tot slot trek ik conclusies in paragraaf 3.5.

3.1. Kwalitatief versus kwantitatief voorspellen

Binnen het voorspellen van vraag maken we onderscheid tussen twee vormen: kwalitatief voorspellen en kwantitatief voorspellen. Kwalitatief voorspellen is gebaseerd op de meningen en oordelen van personen, bijvoorbeeld consumenten of experts. Bij kwantitatief voorspellen worden historische gegevens gebruikt om patronen te herkennen en daarmee een indicatie te krijgen van toekomstige vraag. Drie patronen waar hoofdzakelijk naar gezocht wordt zijn trends, seizoensgebonden patronen en cyclische patronen (Hyndman & Athanasopoulos, 2013).

Kwalitatieve methodes van voorspellen worden voornamelijk gebruikt wanneer historische data beperkt of niet aanwezig zijn (Chambers, Mullick, & Smith, 1971). Het ontbreken van data kan voorkomen door het gebrek aan het bijhouden ervan door een bedrijf, maar ook wanneer bijvoorbeeld een nieuw product op de markt wordt gebracht (Hyndman & Athanasopoulos, 2013). Kwalitatief voorspellen biedt ook voordelen wanneer er onvoorspelbare gebeurtenissen plaatsvinden die niet eerder plaatsvonden (Cheikhrouhou, Marmier, Ayadi, & Wieser, 2011). Voorbeelden hiervan zijn stakingen en het ontstaan van een nieuw concurrerend product. Op basis van informatie dat dergelijke gebeurtenissen in de toekomst zullen plaatsvinden kan kwalitatief hierop worden geanticipeerd, waar kwantitatieve voorspellingen in de basis enkel op historische gegevens voorspellen en dit dus niet meenemen.

Er zijn echter ook nadelen aan kwalitatief voorspellen. De voorspellingen zijn subjectief en daarmee bevooroordeeld. Ze kunnen inconsistent zijn aangezien de voorspellingen afhankelijk zijn van het menselijk brein en de limieten daarvan. Daarnaast kan de voorspeller door een persoonlijke agenda de voorspellingen negatief beïnvloeden. Ook is een veelvoorkomend probleem dat er al dan niet bewust veel wordt vastgeklampt aan de laatste referentiepunten, waardoor punten verder in het verleden onvoldoende invloed uitoefenen op de voorspellingen (Hyndman & Athanasopoulos, 2013).

Wanneer voldoende historische data beschikbaar zijn wordt veelal gebruik gemaakt van kwantitatieve methodes. Logischerwijs biedt het als voordeel dat het, in tegenstelling tot kwalitatief voorspellen,

objectieve voorspellingen geeft. Daarnaast kunnen aanzienlijk meer factoren worden meegenomen in de voorspellingen. Zeker met het gebruik van causale modellen, waarbij door analyse de relaties tussen verscheidene factoren is vastgelegd, kunnen zeer nauwkeurige voorspellingen worden gedaan (Chambers *et al.*, 1971). Armstrong (2001) meent dat, indien voldoende data beschikbaar zijn, kwantitatieve voorspellingen over het algemeen nauwkeuriger zijn dan kwalitatieve voorspellingen.

3.2. Kwalitatief voorspellen

In de literatuur worden veel verschillende methodes voor kwalitatief voorspellen van vraag beschreven. Deze paragraaf behandelt drie belangrijke methodes: de Delphi-methode, voorspellen op basis van analogieën, en oordeelmatig aanpassen.

3.2.1. Delphi-methode

De Delphi-methode is een techniek uit de jaren '50 om de meest betrouwbare overeenstemming te verkrijgen aan de hand van meningen van verschillende experts (Rowe & Wright, 1999). Er zijn talloze manieren waarop Delphi in de loop der jaren is toegepast, maar de hoofdlijnen zijn hetzelfde. Eerst delen de experts ongestructureerd de belangrijkste kwesties die zij willen behandelen. Dit wordt samengevat en omgeschreven naar een enquête. Hierop geven de experts weer hun mening, waarna deze meningen nogmaals samengevat en teruggekoppeld worden. Dit herhaalt zich totdat er voldoende consensus is onder de experts. Op basis van deze uiteindelijke meningen wordt een voorspelling gedaan (Rowe & Wright, 1999; Hyndman & Athanasopoulos, 2013).

Een voordeel van de Delphi-methode is dat door de anonimiteit van enquêtes de experts anoniem blijven en ze onderling niet beïnvloed worden. Door de consensus die onder een groep experts wordt bereikt zou de voorspelling een hogere nauwkeurigheid moeten krijgen. Het is echter wel een tijdrovend proces en er wordt getwijfeld aan de betrouwbaarheid van de methode (Rowe & Wright, 1999). Tevens moet er een groep experts beschikbaar zijn.

3.2.2. Voorspellen op basis van analogieën

Een tweede methode is het voorspellen van de vraag op basis van analogieën. Bij deze methode wordt gekeken naar soortgelijke vraagstukken waar al een antwoord op is verkregen. Als men bijvoorbeeld de vraag naar drinkwater in een nog te bouwen stad wil voorspellen, zal worden gekeken naar de reeds bekende vraag naar drinkwater in steden met vergelijkbare inwonersaantallen, demografische samenstelling, klimaat, en dergelijke. Op basis van deze analogieën kan een voorspelling worden gemaakt.

Deze manier van voorspellen kan in een oogwenk op basis van één analogie worden toegepast. Echter, om de nauwkeurigheid van de voorspellingen te verhogen beschrijven Green & Armstrong (2007) een gestructureerde manier van voorspellen op basis van analogieën:

1. De bemiddelaar beschrijft de doelsituatie aan de hand van advies van onbevooroordeelde experts of experts met tegenovergestelde vooroordelen.
2. Experts worden geselecteerd op basis van mogelijke ervaring met vergelijkbare situaties.
3. Experts beschrijven zoveel mogelijk analogieën, zonder de mate van gelijkenis met de doelsituatie mee te nemen. Tegelijkertijd vergelijken ze de uitkomst van de analogieën met de uitkomst van de doelsituatie.
4. Experts benoemen overeenkomsten en verschillen tussen hun analogieën en de doelsituatie, en scoren de mate van gelijkenis.
5. Op basis van de mate van gelijkenis en de uitkomsten van de analogieën en de doelsituatie wordt een voorspelling gedaan.

Een andere mogelijkheid om de nauwkeurigheid van voorspellen op basis van analogieën te verhogen is door het gebruik van hulpprogramma's. Lee *et al.* (2007) hebben hier onderzoek naar gedaan en kwamen tot de conclusie dat het gebruik van een simpel programma dat diende als geheugen en aangaf welke projecten gelijkenis hadden leidde tot significante verhoging van de voorspelnauwkeurigheid.

Voor voorspellingen op basis van analogieën zijn minder experts nodig dan voor de Delphi-methode. Echter, om een relatief betrouwbare voorspelling te geven zijn meerdere analogieën nodig. Een ervaren voorspeller zou hierover zelf kunnen beschikken, maar in veel gevallen zijn enkele experts nodig.

3.2.3. Oordeelmatig aanpassen

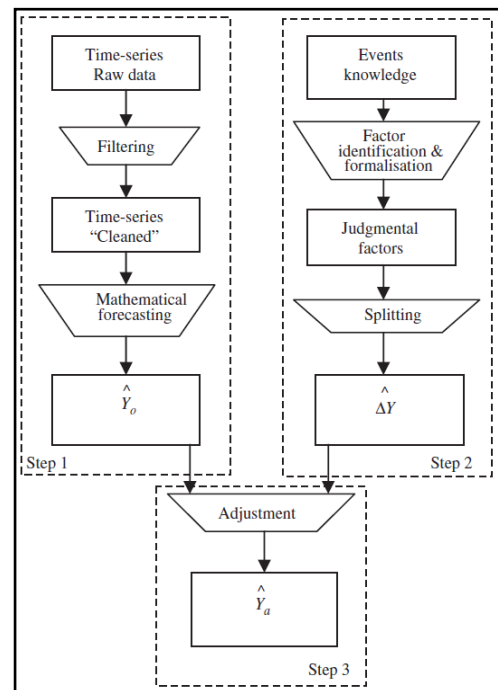
Kwalitatief voorspellen hoeft niet op zichzelf te staan. Een veelvoorkomend proces is het genereren van statistische voorspellingen en het oordeelmatig aanpassen van die voorspellingen op basis van meningen van experts. Hiermee kan de kracht van patronen herkennen in historische data door statistische analyses gecombineerd worden met het compenseren door nog niet eerder voorgekomen maar reeds vastgestelde gebeurtenissen in de toekomst.

De combinatie van statistische data en oordeelmatige aanpassingen is op vele manieren toepasbaar. Baecke *et al.* (2017) beschrijven een proces waarbij oordeelmatig aanpassen integraal wordt toegepast in het reeds bestaande systeem. Hierbij dienen de aanpassingen van experts als een voorspellingsvariabele, die door het statistische model wordt meegenomen in de berekeningen. Een andere methode is die van Marmier & Cheikhrouhou (2010). Figuur 3.1 beeldt het conceptueel schema daarvan af. De methode neemt tevens statistische voorspellingen als basis, waarna mogelijke toekomstige gebeurtenissen worden onderverdeeld in vier factoren, aanpassingen worden berekend op basis van die factoren en tot slot de aanpassingen worden doorgevoerd in de voorspellingen. Beide onderzoeken spreken van forse verbetering in de nauwkeurigheid van voorspellingen.

Het oordeelmatig aanpassen van statistische voorspellingen kan zeer nauwkeurige voorspellingen geven, maar men moet wel oppassen in de mate waarin de voorspellingen worden aangepast (Hyndman & Athanasopoulos, 2013). Oordeelmatige aanpassingen moeten niet als doel hebben om het systematische model te verbeteren op historische data, ze moeten enkel uitgevoerd worden wanneer belangrijke, extra informatie niet is meegenomen in het model.

3.3. Kwantitatief voorspellen

Ook binnen kwantitatief voorspellen zijn talloze methodes te onderscheiden. De belangrijkste tweedeling hierin is het verschil tussen tijdreeksmethodes en causale ofwel econometrische methodes (Chambers *et al.*, 1971). Een derde, nieuwere vorm van kwantitatief voorspellen is het gebruik van kunstmatige intelligentie. In 1992 gaven Trippi & Turban (1992) al aan dat zogeheten neurale netwerken in de toekomst waarschijnlijk accurater konden voorspellen dan conventionele methodes, wat in later literatuuronderzoek werd bevestigd (Adya & Collopy, 1998).



Figuur 3.1. Conceptueel schema van Marmier & Cheikhrouhou (2010)

Bij tijdreeksmethodes zoals een voortschrijdend gemiddelde zijn relatief eenvoudige historische gegevens nodig, bijvoorbeeld enkel de vraag naar een product van de afgelopen drie jaar. Om een causale methode op te zetten moeten meer factoren bekend zijn en tevens hoe ze de te voorspellen waarde en elkaar beïnvloeden (Chambers *et al.*, 1971). Het opzetten van een methode met behulp van kunstmatige intelligentie behoeft meer analyse van de data en kennis van deze systemen. Aangezien historische data van materiaalgebruik tijdens GPO's beperkt zijn, verscheidene factoren en onderlinge relaties onbekend zijn en kennis van kunstmatige intelligentie niet aanwezig is, behandelen we een eenvoudigere maar effectieve tijdreeksmethode: *simple exponential smoothing*.

3.3.1. Simple exponential smoothing

Het principe achter voortschrijdende gemiddelden is dat een voorspelling wordt gedaan op basis van een aantal voorgaande waarnemingen. Men bepaalt het aantal waarnemingen door te analyseren hoe relevant nieuwere waarnemingen zijn tegenover oudere. Van deze waarnemingen neemt men vervolgens een (gewogen) gemiddelde, hetgeen de voorspelling voor de volgende periode is.

Simple exponential smoothing hanteert ongeveer hetzelfde principe. Een voorspelling F_t is voor een fractie α ($0 \leq \alpha \leq 1$) gelijk aan de laatst waargenomen waarde Y_t plus een fractie $1 - \alpha$ van de voorspelling van die waarde. Met de fractie α wordt dus bepaald in hoeverre de laatst waargenomen waarde wordt meegenomen in de voorspelling: bij $\alpha = 1$ geldt dat de voorspelling hetzelfde is als de laatst waargenomen waarde, $\alpha = 0$ geeft elke voorspelling dezelfde waarde als de eerste voorspelling. Aangezien de voorspelling van moment t gebaseerd is op de waargenomen waarde en voorspelling van moment $t - 1$ vindt een recursieve berekening plaats tot voor de waargenomen waarde op $t = 1$. Bij gebrek aan een eerste voorspelling neemt men voor F_1 vaak dezelfde waarde als Y_1 of het gemiddelde van alle waarnemingen. Het geheel kunnen we als volgt schrijven:

$$F_t = \alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

$$F_1 = Y_1 \quad \text{of} \quad F_1 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Y_t$$

Om accurate voorspellingen te maken met behulp van *simple exponential smoothing* moet een juiste parameter α worden gekozen. Deze parameter kan worden geschat door de *sum of squared errors of prediction* (SSE) te minimaliseren. De SSE is de som van kwadratische verschillen tussen de gemaakte voorspellingen en de waarnemingen:

$$SSE = \sum_{t=1}^T (Y_t - F_t)^2$$

Ter verduidelijking van de methode geeft tabel 3.1 een voorspelling en de SSE voor willekeurige data en twee verschillende waarden van α . Bij deze data ligt de SSE voor $\alpha = 0,3$ lager hetgeen betekent dat het een geschiktere parameter is voor de gegeven waarnemingen Y_t .

Simple exponential smoothing is voornamelijk geschikt voor voorspellen op de korte termijn (Chambers *et al.*, 1971). Een groot voordeel van de methode is de hoge nauwkeurigheid bij minimale modelidentificatie (Gardner, 1985). Een nadeel is dat seizoensgebonden patronen en trend niet worden meegenomen in het basismodel. Er zijn echter ook varianten van *exponential smoothing* waarbij deze patronen wel worden meegenomen.

t	Y_t	$\alpha = 0,3$		$\alpha = 0,7$	
		F_t	SSE	F_t	SSE
1	10	10,00	231,85	10,00	278,30
2	19	10,00		10,00	
3	12	12,70		16,30	
4	9	12,49		13,29	
5	6	11,44		10,29	
6	7	9,81		7,29	
7	19	8,97		7,09	
8		11,98		15,43	

Tabel 3.1. Voorbeeld van voorspelling en SSE met *simple exponential smoothing*

3.4. Vergelijking methodes

In voorgaande paragrafen bespraken we de voor- en nadelen van zowel kwalitatief als kwantitatief voorspellen, alsmede enkele bijpassende methodes. Deze paragraaf dient als een overzicht en vergelijking van de methodes. Elke methode wordt beoordeeld op de data die ervoor nodig zijn, de nauwkeurigheid van de voorspellingen, de benodigde tijd om de methode te implementeren (gezien vanaf het moment dat de mogelijkheid er is en daadwerkelijk implementatie plaatsvindt) en de beperkingen van de methode. Tabel 3.2 geeft het overzicht van de beoordelingen op de verscheidene criteria.

Methode	Delphi-methode	Analogieën	Oordeelmatig aanpassen	Simple exponentiaal smoothing
Beschrijving	Middels anonieme enquêtes probeert een groep experts tot consensus te komen.	Op basis van één of meerdere vergelijkbare situaties wordt een voorspelling binnen een nieuwe situatie gedaan.	Kwantitatieve voorspellingen worden aangepast aan de hand van informatie van experts over ongebruikelijke gebeurtenissen.	Voorspellingen op basis van historische data, waarbij een gewicht wordt toegerekend aan het belang van de laatste waarneming.
Vorm	Kwalitatief	Kwalitatief	Kwalitatief & kwantitatief	Kwantitatief
Benodigde data	Geen	Ervaring van één of meerdere personen met vergelijkbare situaties	Afhankelijk van de gebruikte kwantitatieve methode	Gebruik van onderdelen van minimaal vijf edities van een GPO
Nauwkeurigheid voorspellingen	Gemiddeld tot zeer goed	Gemiddeld	Gemiddeld tot zeer goed	Gemiddeld tot goed
Benodigde tijd ontwikkeling	2 maanden +	1 maand +	2 dagen	1 dag
Beperkingen	Meerdere (5+) experts nodig, tijdrovend proces	Zwakker op korte termijn, bij voorkeur enkele experts nodig	Data nodig, beperkingen afhankelijk van kwantitatieve methode	Data nodig, geen trend en seizoensafhankelijkheid in voorspelling

Tabel 3.2. Overzicht voorspellingsmethodes

Het blijkt dat alle methodes beperkingen hebben die implementatie in de huidige situatie binnen Bolletje blokkeren. De Delphi-methode is een tijdrovend proces op zich; als het voor elk onderdeel moet worden uitgevoerd dan zou het te veel tijd in beslag nemen. Ook het aantal experts dat het behoeft is te hoog, bij voorkeur kan de ME dit proces individueel uitvoeren. Dit geldt eveneens voor voorspellen op basis van analogieën. Eén expert kan hier een voorspelling geven, maar het wordt vooral betrouwbaar wanneer meerdere experts hun mening delen. Daarnaast is de methode niet zozeer sterk op de korte termijn, terwijl dat hier juist belangrijk is. Bij de (semi)kwantitatieve methodes geldt dat er data nodig zijn, die op dit moment onvoldoende beschikbaar zijn.

Als de TD de weg waarin zij is ingeslagen voortzet zullen in de toekomst juiste data beschikbaar zijn. Zodra dat het geval is kan er ook worden gewerkt met kwantitatieve voorspellingsmethodes. Een relatief eenvoudige methode zoals *exponential smoothing* heeft hierbij de voorkeur, vanwege het implementatiegemak en de lage kennisgraad die ervoor nodig is. Welke vorm van *exponential smoothing* nodig is moet blijken uit een modeltest, waaruit de statistische eigenschappen van de data volgen. Oordeelmatig aanpassen op basis van intuïtie zou een goede toevoeging kunnen zijn.

3.5. Conclusies

Dit hoofdstuk dient om een antwoord te krijgen op de kennisvraag: “Welke methodes voor het voorspellen van benodigde voorraad worden beschreven in de literatuur en hoe geschikt zijn deze methodes voor de TD?”. Het verband tussen het inschatten van de voorraad en het voorspellen van de vraag is gelegd. Daarnaast zijn de voor- en nadelen van kwalitatief versus kwantitatief voorspellen behandeld. Vervolgens zijn drie algemene methodes om kwalitatief de vraag te voorspellen beschreven: de Delphi-methode, het voorspellen op basis van analogieën, en het oordeelmatig aanpassen van kwantitatieve voorspellingen. Verder is één methode voor kwantitatief voorspellen genoemd, namelijk *simple exponential smoothing*. Tot slot is een vergelijking tussen de verschillende methodes gegeven.

Kwalitatieve voorspellingen blijken veelal gebruikt te worden wanneer historische data ontbreken. Een groot voordeel is dat ongebruikelijke gebeurtenissen in de voorspellingen gemakkelijker meegenomen worden. Tegelijkertijd zijn de voorspellingen subjectief en dus bevooroordeeld. Kwantitatieve voorspellingen zijn juist objectief en kunnen meer factoren meenemen in de uitkomst. Er zijn echter ook voldoende historische data nodig, waarbij het benodigde aantal afhankelijk is van de gekozen methode.

Ik concludeer dat de situatie waarin de TD zich momenteel bevindt geen ruimte biedt om goede voorspellingen te genereren. De zuiver kwalitatieve methodes nemen te veel tijd in beslag vanwege de aard van de methodes en het aantal onderdelen waarvoor een voorspelling moet worden gedaan. Kwantitatieve methodes vallen af wegens het gebrek aan beschikbare data. Als deze data wel beschikbaar zijn, dan kan een eenvoudige kwantitatieve methode worden ingevoerd met eventuele oordeelmatige aanpassingen.

4. Oplossingen

Nadat in eerdere hoofdstukken onderzoek is gedaan naar de huidige situatie binnen de TD en eventuele methodes om benodigde reserveonderdelen te bepalen, concentreren we ons in dit hoofdstuk op de oplossingen. Deze oplossingen zijn veranderingen of toevoegingen in het werkproces, waarbij wederom onderscheid is gemaakt tussen het proces voor een GPO (de ramingsprocedure) en het proces tijdens een GPO (het distributieproces). Daarnaast is er een verdeling tussen oplossingen die reeds kunnen worden ingevoerd en toekomstige mogelijkheden.

Allereerst lichten we in paragraaf 4.1 de aanpak toe waarmee de eisen en oplossingen tot stand zijn gekomen, en benoemen we de verantwoordelijken voor de implementatie ervan. Vervolgens omschrijven we in paragraaf 4.2 enkele eisen die zijn gesteld aan de nieuwe werkprocessen. In paragraaf 4.3 gaan we in op daadwerkelijke oplossingen voor dit moment, inclusief implementatieplan. Paragraaf 4.4 behandelt vervolgens twee mogelijkheden tot efficiënter werken als aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan. Tot slot trek ik conclusies in paragraaf 4.5.

4.1. Aanpak en verantwoordelijkheid

Alvorens ik naar oplossingen heb gezocht heb ik onderzocht hoe men het nieuwe proces het best kan ontwerpen. Volgens de methode van Heerkens en Van Winden (2012) worden eerst criteria en gewichten bepaald aan de hand waarvan uit oplossingen kan worden gekozen. Bij het opstellen van deze criteria kwam ik er echter al snel achter dat het niet goed werkte in dit geval. Er moeten voornamelijk meer gestructureerde processen komen waarin wordt gekeken hoe de vele losse taken beter kunnen worden uitgevoerd. Criteria hiervoor bleken lastig te beschrijven en waren vaak te specifiek. In plaats van het opstellen van criteria heb ik er daarom voor gekozen om eisen op te stellen waaraan de nieuwe processen minimaal aan moeten voldoen, oftewel randvoorwaarden.

Door middel van interviews met de ME en MM heb ik een beeld gevormd van wat de randvoorwaarden zijn, hoe zij de ideale situatie voor zich zien en welke mogelijke oplossingen zij aandragen. Vervolgens heb ik gekeken hoe het geheel past in een nieuw proces en heb ik de ideale situaties geprobeerd te concretiseren tot oplossingen. Deze oplossingen, inclusief de implementatie ervan, zijn teruggekoppeld aan de belanghebbenden (MTD, ME en MM). Dit resulteerde in het goedkeuren, aanpassen of schrappen van de voorgestelde oplossingen. Uiteindelijk zijn, na enkele keren terugkoppelen en aanpassen, de oplossingen zoals beschreven in paragraaf 4.3 tot stand gekomen.

De ME is de verantwoordelijke voor de GPO's en het proces daaromheen. Daarmee draagt hij er in eerste instantie zorg voor dat de oplossingen daadwerkelijk worden geïmplementeerd. De MTD is evenzeer bekend met de genoemde oplossingen en de implementatie ervan, waardoor hij er toezicht op kan houden. Tevens kan hij besluiten meer of minder mankracht en geld te spenderen in het doorvoeren van de oplossingen. Hierdoor kan het invoeren van sommige oplossingen bespoedigd worden.

4.2. Eisen

Aan de hand van interviews met de ME en MM is een aantal eisen opgesteld waaraan de nieuwe ramingsprocedure en het distributieproces moeten voldoen. Dit zijn harde eisen, oftewel randvoorwaarden. De eisen per proces worden in aparte paragrafen behandeld.

4.2.1. Ramingsprocedure

1. **Start ramingsprocedure:** De jaarplanning van GPO's moet uiterlijk december van het voorgaande jaar zijn goedgekeurd. Daaruit volgt wanneer GPO's plaatsvinden en daarmee ook wanneer voorinspecties plaatsvinden. Uiterlijk in januari moeten afspraken met de

verscheidene bedrijven gemaakt zijn. Voorinspecties moeten acht weken voor een GPO plaatsvinden.

2. **Communicatie tussen ME en MM:** De ME en MM zijn de twee personen die er samen voor zorgen dat de juiste materialen op tijd aanwezig zijn. Het is daarom essentieel dat zij met elkaar communiceren. Er moet ten minste één overlegmoment zijn, een week voor een GPO.
3. **Bestellingen:** De bestellingen moeten te allen tijde door de MM worden gedaan. Andere personeelsleden die bestellingen willen doen geven dit door aan de MM, zodat hij de controle erover houdt en weet wat er binnenkomt.
4. **Ramingen doorgeven:** Het doorgeven van ramingen moet enkel via werkorders plaatsvinden. Hierbij wordt duidelijk voor welk proces of gedeelte van een lijn het onderdeel nodig is en welke partij het onderdeel zal gebruiken. Daarnaast vindt dit proces dan geheel digitaal plaats, waardoor men niet meer losse papieren kan kwijtraken en dubbel werk wordt bespaard.
5. **Benodigde onderdelen reserveren:** De materialen waarvan is vastgesteld dat ze nodig zijn voor een GPO moeten gescheiden worden van de rest van het magazijn, zodat duidelijk is dat ze bestemd zijn voor het betreffende GPO. Deze materialen moeten duidelijk worden geordend per werkorder.

4.2.2. Distributieproces

1. **Communicatie tussen ME en monteurs:** In de eerste ochtend van een GPO moet er een *toolboxmeeting* plaatsvinden, waar de monteurs uitleg krijgen over veiligheid en hun taken. Daarnaast moet er aan het eind van elke dag een overleg plaatsvinden tussen de ME, zijn assistent, afgevaardigden van de monteurs en een afgevaardigde van het productieteam.
2. **Gebruik van PDA's:** Enkel de storingsmonteurs van Bolletje maken gebruik van PDA's voor werkaafhandeling, omdat zij bekend zijn met het systeem. Externen moeten het werk zonder PDA afhandelen. Hier komen namelijk vaak verschillende mensen, waardoor het al snel niet lonend meer is om hen eerst wegwijs te maken met de PDA's. Daarnaast zou er dan een aanzienlijke investering in nieuwe PDA's moeten plaatsvinden.
3. **Onderdelenregistratie:** Zodra onderdelen gebruikt worden moet het gebruik direct geregistreerd worden. Dat kan via de onderdelenregistratielijst of via Rimses. Hiermee voorkomt men dat gebruikte onderdelen worden vergeten.

4.3. Oplossingen

De hierboven beschreven eisen in acht nemende zijn verscheidene oplossingen gegenereerd. Subparagraaf 4.3.1 beschrijft oplossingen voor de ramingsprocedure, waar subparagraaf 4.3.2 oplossingen geeft voor tijdens een GPO. Per oplossing wordt tevens beschreven hoe en in welke mate de oplossing nu geïmplementeerd kan worden.

4.3.1. Ramingsprocedure

1. Afspraken met externen

De ME moet eenmalig per productielijn vaststellen welke externe partijen zelf een voorinspectie willen uitvoeren en van welke externen hij dat verlangt. Aan de hand van deze lijst nodigt de ME de externen uit. Dit geeft de ME meer overzicht, het verlaagt de kans op fouten bij het uitnodigen (d.w.z. ongewenst wel of niet uitnodigen) en het bespaart tijd doordat de ME niet elke GPO opnieuw hoeft vast te stellen welke externen gewenst zijn. Deze oplossing kan voor alle productielijnen zonder meer worden doorgevoerd. De ME zal hier eenmalig tijd in moeten steken.

2. Pareto-analyse

Ruim voor een GPO begint moet de ME met behulp van data uit Rimses een Pareto-analyse maken. Hieruit moet per machine naar voren komen door welke oorzaken de machine hoofdzakelijk defecten krijgt. Deze informatie wordt meegenomen bij het opstellen van de te verrichten werkzaamheden, zodat op bepaalde machines of processen extra focus komt wanneer dat nodig blijkt.

De Pareto-analyse kan tevens zonder meer worden doorgevoerd, aangezien daar genoeg betrouwbare data voor zijn. De analyse kan simpel worden uitgevoerd met behulp van Rimses Analyzer. Appendix C geeft een voorbeeld van het gebruik van Rimses Analyzer voor een Pareto-analyse bij een kartonneermachine.

3. Standaard werkzaamheden

Voor het aanmaken van werkorders voor een GPO binnen Rimses moet gewerkt worden met de functie 'standaard werkzaamheden'. Middels standaard werkzaamheden worden na een vooraf ingestelde periode (bijvoorbeeld één jaar) automatisch werkorders gegenereerd. Dit proces herhaalt zich vervolgens telkens na eenzelfde periode. Deze standaard werkzaamheden lenen zich uitstekend voor de terugkerende werkorders zoals inspecties en standaard revisies en vervangingen. Overige werkorders die volgen uit voorinspecties of die zijn vastgesteld gedurende het jaar moeten wel los worden aangemaakt, aangezien deze niet jaarlijks terugkeren.

De standaard werkzaamheden zullen per GPO worden ingevoerd, enige tijd voordat het GPO plaatsvindt. Bij de eerstvolgende GPO zal hoogstwaarschijnlijk niet per direct aan alle gewenste standaard werkzaamheden zijn gedacht. Daarmee is dit een proces waar meerdere GPO's voor nodig zijn voordat alle standaard werkzaamheden naar tevredenheid zijn behaald. Dit betekent dat het over enkele jaren compleet zou moeten zijn voor alle productielijnen.

4. Raming onderdelen

Op dit moment zijn de data toereikend om in twee categorieën onderdelen te ramen. Ten eerste kunnen in de standaard werkzaamheden de onderdelen worden geraamd waarvan bekend is dat ze bij elk GPO vervangen moeten worden. Dit is wederom een eenmalig proces waarna bij elk GPO de te vervangen onderdelen automatisch besteld zullen worden. De tweede categorie omvat de onderdelen horend bij de werkzaamheden die zijn vastgesteld bij voorinspecties. Bij het aanmaken van deze werkorders worden de onderdelen die vanuit Bolletje besteld worden direct geraamd zodat deze besteld kunnen worden. Bij deze oplossing geldt hetzelfde als bij de vorige: over meerdere GPO's zullen de ramingen geconfigureerd moeten worden.

5. Evaluaties

Nadat een GPO heeft plaatsgevonden moet er een procesevaluatie worden uitgevoerd. Momenteel vindt er een evaluatie plaats met de productieafdeling waarin de samenwerking tussen de productieafdeling en de TD wordt besproken en enkele procesvragen aan bod komen. Naast deze evaluatie moet de ME zelf het proces van het GPO analyseren. Middels evaluaties met zijn assistent voor dat GPO en de MM kan ook hun onderling proces worden belicht en verbeterd.

Deze evaluaties kunnen zonder meer worden doorgevoerd. Er zijn twee evaluatieformulieren opgesteld aan de hand waarvan de ME het proces betreffende samenwerking met de MM en met zijn assistent kan evalueren. Appendices E.1 en E.2 geven respectievelijk de evaluatieformulieren voor de MM en voor de assistent. Los van deze evaluaties, en de evaluatie met productie, moet hij na elk GPO evalueren of standaard werkzaamheden moeten worden toegevoegd of verwijderd, of ramingen moeten worden aangepast en of de juiste externen op voorinspectie zijn gekomen.

6. Mobiele stellingkast

Om duidelijk de onderdelen die nodig zijn voor een GPO te onderscheiden van andere onderdelen moeten de onderdelen apart bewaard worden. Dit kan in de vorm van een mobiele stellingkast met losse bakken. Hierin worden de onderdelen voor elke werkorder in een aparte bak bewaard, met de vermelding van de werkorder en de onderdelen die erbij horen erop aangegeven. In de stellingkast kan tevens ruimte zijn om werkordermappen op te bergen met daarin onder meer vergunningen, instructies, verbruiksformulieren en tijdsregistratieformulieren. Daarnaast kan het ruimte bieden voor middelgrote onderdelen die niet in een opslagbak passen. Doordat de stellingkast mobiel is kan deze

tijdens een GPO worden verplaatst naar de betreffende productielijn, hetgeen looptijd en drukte in het magazijn aanzienlijk kan verminderen. Ter illustratie: als elk van de gemiddeld twintig monteurs per dag één keer minder op en neer naar het magazijn hoeft, à vijftien minuten per keer, dan scheelt dat in totaal al 5 uur werktijd per dag.

In de mobiele stellingkast kan reeds worden geïnvesteerd. In eerste instantie zal het ruimte moeten bieden aan dertig bakken van circa 50x30x30 cm. In de bakken zal de werkorderbon komen te liggen waar ook op staat welke onderdelen zich in de bak bevinden. Daarnaast worden de bakken voorzien van etiketten met daarop het werkorder, zodat gemakkelijk de juiste bak is terug te vinden. Later zal geëvalueerd moeten worden of het genoeg ruimte biedt en of ander soort opslag mogelijk moet zijn (bijvoorbeeld voor werkmappen of middelgrote voorwerpen).

7. Overleg ME en productie

Aangezien de productieafdeling dagelijks werkt met de productielijnen, is het belangrijk dat zij betrokken worden bij de GPO's. Zodra de ME de rapporten heeft ontvangen van de externen en daarmee duidelijk heeft welke werkzaamheden worden verricht, moet er een overlegmoment zijn met een afgevaardigde van desbetreffende productielijn. Hier kan de ME mededelen wat de werkzaamheden zullen zijn, waarop de afgevaardigde van de lijn eventuele toevoegingen of aanpassingen kan voorstellen. Tegelijkertijd kan de ME verduidelijken wat van de productieafdeling verwacht wordt, bijvoorbeeld wat betreft schoonmaken en testdraaien. Dit verkleint de kans dat werkzaamheden over het hoofd worden gezien en geeft de productieafdeling meer inzicht in wat van haar verwacht wordt.

Deze oplossing kan zonder meer worden doorgevoerd. Voor het huidige jaar zullen de overleggen los moeten worden ingepland. In de daaropvolgende jaren wordt het meegenomen in de jaarplanning van de GPO's.

8. Overleggen ME en MM

De ME en MM zijn de twee personen die samen in zijn geheel ervoor zorgen dat de juiste materialen op tijd aanwezig zijn. Het is daarom essentieel dat zij goed met elkaar communiceren. Om die reden moeten er minstens twee overleggen plaatsvinden voor een GPO: op het moment dat de ramingen worden doorgegeven en een week voordat een GPO plaatsvindt. Deze overleggen kunnen zonder meer worden doorgevoerd.

9. Tijdsplanning

Er moeten vaste deadlines komen in het ramingsproces en daarbij een tijdlijn om hier gemakkelijker grip op te krijgen. De hierboven omschreven oplossingen, zoals de overleggen en de evaluatie, moeten daarin meegenomen worden. Tevens moeten de ramingen eerder worden doorgegeven aan de MM, zodat ook bij lange levertijden de gewenste onderdelen op tijd aankomen.

Op basis van de eisen, de beschreven oplossingen en de huidige situatie is een nieuwe tijdsplanning gemaakt. Om gemakkelijker te kunnen werken met de nieuwe tijdsplanning is een checklist gemaakt waarin de verscheidene taken en afspraken staan beschreven. De checklist is in samenspraak met de ME opgesteld. Appendix E geeft de betreffende checklist.

4.3.2. Distributieproces

1. Onderdelenregistratielijst

Zoals benoemd in paragraaf 2.4 en geïllustreerd in appendix A.1 wordt de onderdelenregistratielijst niet altijd correct ingevuld. Hierdoor is de kans groter dat de MM de onderdelen verkeerd registreert in Rimses en is soms niet duidelijk met wie contact opgenomen moet worden bij onduidelijkheid. Een aanpassing van deze lijst zou hier verbetering in kunnen aanbrengen.

Aan de nieuwe onderdelenregistratielijst zijn drie kolommen toegevoegd: de naam van het onderdeel, de naam van het bedrijf van de monteur, en zijn of haar telefoonnummer. Hiermee verwachten wij dat zowel het onderdeel als de monteur vaker correct worden opgeschreven; in geval van twijfel of onduidelijkheid kan met desbetreffende persoon contact worden opgenomen. Appendix A.2 geeft de onderdelenregistratielijst waar deze kolommen bij zijn inbegrepen.

2. Mobiele werkbanken

Naast het gebruik van een mobiele stellingkast waar zich reserveonderdelen in bevinden, moeten er ook mobiele werkbanken worden gebruikt. Deze kunnen worden opgesteld bij de productielijn, bijvoorbeeld naast de stellingkast. Dit vermindert nogmaals de looptijd van de monteurs en de drukte in en rondom de werkplaats.

Alvorens meerdere mobiele werkbanken worden besteld, zal eerst een test worden gedaan met één werkbank. Hierdoor kan men evalueren hoe een werkbank bevalt en wat het eventueel nog meer nodig heeft. Daarnaast kan het gebruik ervan worden gemeten en daarmee worden bepaald hoeveel werkbanken er ongeveer nodig zullen zijn. Mocht de mobiele werkbank bevallen en zijn er meer nodig, dan zullen deze worden besteld.

3. Data werktijden

Om in de toekomst beter inschattingen te kunnen maken van de benodigde mankracht en tijd voor een GPO, moeten de werktijden voor werkorders worden bijgehouden. In samenspraak met de ME is besloten dat bij de inspecties door monteurs van Bolletje achteraf wordt gevraagd hoe lang ze er zeer grofweg mee bezig zijn geweest, bijvoorbeeld een halve of een hele dag. (Externe) monteurs tijdens een GPO worden na hun werkzaamheden gevraagd een schatting te maken op uren nauwkeurig. Voor dit moment is dat nauwkeurig genoeg, later zou dit eventueel preciezer kunnen. Deze data worden vervolgens door de ME verwerkt in Rimses.

4. Interface Rimses

De interface van Rimses moet worden aangepast zodat enkele nuttige functies en snelkoppelingen daadwerkelijk gebruikt worden, terwijl overbodige functies niet langer zichtbaar zijn. Dit versnelt het administratief proces en verhoogt het gebruiksgemak. Een adviseur van Realdolmen heeft alle verschillende opties van de interface rondom werkorders uitgelegd. Aan de hand van de kennis hierover is bepaald hoe de nieuwe interface eruit moet zien.

4.4. Toekomstige mogelijkheden

In deze paragraaf kijken we naar twee werkzaamheden die op dit moment nog in gang zijn, waardoor uiteindelijk efficiënter gewerkt kan worden. Hierbij analyseren we welke gevolgen het heeft als de werkzaamheden verricht zijn. De twee punten zijn de opbouw van de productielijnen en het verzamelen van data over materiaalverbruik.

4.4.1. Opbouw productielijnen

Momenteel is men nog bezig om alle productielijnen, inclusief de losse functies en onderdelen, in Rimses te zetten. Dit heet de opbouw van de fabriek; appendix B geeft deze opbouw weer. De meeste productielijnen zijn nog niet zo grondig gespecificeerd dat alle onderdelen in het systeem bekend zijn. Het is een tijdrovend proces waarbij de exacte structuur van alle machines moet worden opgezocht of opgetekend en onderdelen van de machines van barcodes moeten worden voorzien. Uiteindelijk moet het ook mogelijk worden om onderscheid te maken tussen meerdere van dezelfde onderdelen in een machine.

Het is cruciaal dat deze opbouw zo spoedig mogelijk volledig in het systeem staat, zodat daarmee kritieke onderdelen kunnen worden bepaald, ramingen beter kunnen worden doorgegeven en

problemen en kosten kunnen worden gespecificeerd. Hoe lang dit proces in beslag zal nemen is afhankelijk van de tijd die de ME en eventuele extra werkrachten beschikbaar hebben voor het in kaart brengen van de opbouw. Uitgaande van de omvang van de taak en het gemiddelde aantal uren dat er momenteel aan wordt besteed kan het nog meer dan een jaar duren.

4.4.2. Verbruiksdata

Zodra er meer data van onderdelengebruik beschikbaar zijn, kan beter bepaald worden welke onderdelen nodig zijn bij een nieuw GPO. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van de voorspellingsmethodes zoals beschreven in hoofdstuk 3, bijvoorbeeld *simple exponential smoothing*. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of dit daadwerkelijk een verbetering is op de voorgestelde ramingsprocedure en zo ja, welke methode gebruikt moet worden.

De hoeveelheid data die nodig is om goede voorspellingen te doen van benodigde onderdelen is afhankelijk van de methode die wordt gebruikt. Aangezien GPO's in de meeste gevallen jaarlijks en in sommige gevallen halfjaarlijks plaatsvinden, zal naar verwachting ten minste vijf jaar aan data beschikbaar moeten zijn alvorens enigszins betrouwbare voorspellingen kunnen worden gedaan. Verder onderzoek met verscheidene methodes moet hierover meer duidelijkheid creëren.

4.5. Conclusies

In dit hoofdstuk hebben we een antwoord gezocht op de laatste drie onderzoeksvragen. Dit betreft ten eerste: *“Aan welke eisen moet het nieuwe proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens een GPO voldoen?”*. Hiervoor hebben we voor beide processen (voor en tijdens een GPO) met behulp van interviews en observaties bepaald welke eisen gelden voor de processen. Vervolgens beantwoordden we de vraag: *“Welke oplossingen zijn geschikt om het proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens een GPO te verbeteren?”*. Daarvoor zijn oplossingen gegenereerd om de huidige problemen aan te pakken die vervolgens zijn goedgekeurd door de MTD en ME. Tot slot kwam de laatste onderzoeksvraag aan bod: *“Hoe kan de TD van Bolletje het nieuwe proces succesvol implementeren?”*. Per oplossing is aangegeven hoe het geïmplementeerd kan worden in de TD.

Ik concludeer dat van de dertien oplossingen er acht zonder meer kunnen worden doorgevoerd. Dit betreft het evalueren van de externen en behoeftes aan voorinspecties, de Pareto-analyse, de procesevaluatie, beide soorten overleggen, de nieuwe tijdsplanning, de vernieuwde onderdelenregistratielijst en de interface van Rimses. De mobiele stellingkast kan in gebruik genomen worden, maar er zal nog een evaluatie moeten plaatsvinden of het aantal bakken voldoende is en er andere functies nodig zijn. Voor de mobiele werkbank geldt dat de TD zal beginnen met één werkbank. Als deze bevalt en er meer nodig zijn, zullen deze worden aangeschaft. De standaard werkzaamheden en bijbehorende ramingen zullen stelselmatig per GPO worden ingevoerd en verbeterd, waardoor over enkele jaren een compleet beeld moet ontstaan. Tot slot zullen voor nu op een grove manier de data van werktijden worden bijgehouden, wat in de toekomst eventueel preciezer zal worden gedaan.

5. Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag van het onderzoek: *“Hoe kan het proces rondom de stroom en beschikbaarheid van benodigde reserveonderdelen tijdens een Gepland Periodiek Onderhoud van de Technische Dienst van Bolletje Almelo worden verbeterd?”*. Eerst trek ik in paragraaf 5.1 conclusies over de onderzoeksvragen en beantwoorden we de hoofdvraag. In paragraaf 5.2 bediscussieer ik enkele punten uit het onderzoek. Ten slotte behandelt paragraaf 5.3 de aanbevelingen voor Bolletje en mogelijkheden tot verder onderzoek.

5.1. Conclusies

Als start van dit onderzoek is een nulmeting uitgevoerd. De huidige manier van werken omtrent het ramen van reserveonderdelen en de distributie ervan is in kaart gebracht middels interviews en observaties. Ook de stappen die gemaakt zijn in het verleden en nog te verrichten werkzaamheden zijn hierin meegenomen. Hieruit bleek dat er een goed beeld is waar men als TD naartoe wil, namelijk meer preventief onderhoud. Er zijn verscheidene ideeën om deze verschuiving te bewerkstelligen. Het huidige proces is echter inconsistent, het ontbreekt aan systematische procedures en beslissingen worden veelal gevoelsmatig genomen.

Vervolgens zijn de problemen geanalyseerd. Twee belangrijke problemen kwamen hier naar voren, namelijk een te lage beschikbaarheid van reserveonderdelen en drukte in het magazijn. Hier bleek dat een te lage beschikbaarheid van reserveonderdelen het resultaat was van een verkeerde inschatting van benodigde reserveonderdelen en een discrepantie tussen de geregistreerde en daadwerkelijke voorraad. De drukte in het magazijn wordt voornamelijk veroorzaakt door het feit dat monteurs individueel onderdelen ophalen en bestellen, in combinatie met de grote aantallen monteurs die tijdens GPO's aanwezig zijn. Naar aanleiding van de probleemanalyse richtte verder onderzoek zich op het creëren van een standaard ramingsprocedure, herontwerp van de onderdelenregistratielijst en het proces rondom spoedbestellingen en distributie van reserveonderdelen tijdens een GPO.

Na de probleemanalyse zijn in samenspraak met de MTD en de ME vier KPI's opgesteld waaraan het presteren tijdens GPO's kan worden gemeten. Deze KPI's kunnen met de huidige data worden gemeten, hoewel de data nog niet toereikend zijn om betrouwbare uitspraken te kunnen doen. Tegelijkertijd zijn de gevolgen van de huidige manier van werken beschreven. Het ontbreken van reserveonderdelen verstoort het onderhoudsproces, resulteert regelmatig in hoge spoedbestellingskosten en soms in geplande of ongeplande extra stilstand van de productielijn met nog hogere kosten als gevolg. De drukte in het magazijn heeft tot gevolg dat monteurs langer wachten en er meer fouten worden gemaakt bij de registratie van onderdelen. Dit laatste resulteert in een groter verschil tussen geregistreerde en daadwerkelijke voorraad en onbetrouwbare data.

Alvorens oplossingen zijn gegenereerd is in de literatuur gezocht naar een antwoord op de volgende kennisvraag: *“Welke methodes voor het voorspellen van benodigde voorraad worden beschreven in de literatuur en hoe geschikt zijn deze methodes voor de TD?”*. We hebben hier kwalitatieve en kwantitatieve voorspellingsmethodes vergeleken. De conclusie die ik hieruit trek is dat kwantitatieve methodes hoogstwaarschijnlijk meer heil bieden binnen de TD, maar dat de data momenteel simpelweg niet voldoende zijn om betrouwbare voorspellingen te doen.

De vierde stap van het onderzoek omvatte het opstellen van eisen waaraan het nieuwe proces moet voldoen en het genereren van oplossingen om dit proces daadwerkelijk beter te maken. In overleg met de ME en MM zijn enkele eisen opgesteld. Vervolgens zijn aan dezelfde personen oplossingen betreffende de ramingsprocedure en het distributieproces aangedragen en goedgekeurd, waarna dit geheel is verwerkt tot concrete oplossingen inclusief een implementatieplan. Tot slot is gekeken naar de huidige werkzaamheden en welke mogelijkheden ontstaan wanneer deze werkzaamheden zijn afgerond.

Het antwoord op de hoofdvraag ligt dan ook voornamelijk in het vierde hoofdstuk: daar worden de oplossingen gegeven. Enkele oplossingen kunnen direct worden ingevoerd, waar andere over de loop der tijd voor verbetering zullen zorgen. Het is hierbinnen voornamelijk van belang dat het proces blijft worden geëvalueerd, om zo tot echte continue verbetering te komen.

5.2. Discussie

Hieronder beschrijf ik enkele punten uit het onderzoek die ter discussie moeten worden gesteld.

Bij het analyseren van de huidige situatie is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van interviews en eigen observaties tijdens GPO's. Dit brengt twee complicaties met zich mee. Ten eerste heb ik slechts twee GPO's meegemaakt tijdens mijn onderzoek, waarbij ik slechts bij de laatste diep genoeg in de materie zat om er een kritisch oordeel over te kunnen vormen. Tussen GPO's kan er een groot verschil zitten in onder meer het soort werkzaamheden en het aantal monteurs dat werkzaam is. Het beeld dat ik erover heb gevormd is daarmee niet volledig betrouwbaar – als ik de analyse opnieuw zou uitvoeren tijdens andere GPO's krijg ik wellicht andere uitkomsten. Bij het analyseren van data, zoals bij het bepalen van het aantal *stockouts*, heb ik wel data van meerdere GPO's genomen om uiteindelijk een gemiddelde te berekenen.

Om andere informatie te verkrijgen en om mijn observaties te bevestigen heb ik interviews afgenomen. Het probleem wat immer speelt bij interviews is dat personen subjectief antwoorden. Het beeld dat bijvoorbeeld de ME schetst kan tegenstrijdig zijn met dat van de MM, omdat zij het beide van een andere kant ervaren. Ik heb getracht waar mogelijk vanuit meerdere perspectieven het proces te beschrijven, maar het is belangrijk om in acht te nemen dat het proces door anderen mogelijk anders kan worden geïnterpreteerd.

5.3. Aanbevelingen en verder onderzoek

In deze paragraaf beschrijf ik de aanbevelingen en mogelijkheden voor verder onderzoek.

5.3.1. Aanbevelingen

De voornaamste aanbeveling die ik doe, is om de dertien oplossingen die zijn beschreven in hoofdstuk 4 door te voeren. Kort samengevat zijn dat de volgende oplossingen:

1. Eenmalig per productielijn vaststellen welke externen gewenst zijn voor zowel de voorinspecties als het onderhoud zelf. Dit bespaart tijd en verkleint de kans op onnodig wel of niet uitnodigen van externen.
2. Per GPO een Pareto-analyse uitvoeren voor de machines, om na te gaan wat de voornaamste oorzaken van defecten zijn en daarop handelen.
3. Terugkerende werkorders aanmaken met behulp van standaard werkzaamheden. Hiermee wordt tijd bespaard, worden de werkorders gestandaardiseerd en kunnen de prestaties over de jaren heen beter vergeleken worden.
4. Het van te voren ramen van de onderdelen van standaard werkzaamheden en die waarvan bekend is dat ze bij elk GPO vervangen moeten worden, zodat deze op voorraad zijn. De verhoogde beschikbaarheid van onderdelen leidt tot minder spoedbestellingskosten en onderbrekingen in het onderhoudsproces.
5. Procesevaluatie voor de ME individueel, voor de samenwerking tussen de ME en MM en voor de samenwerking tussen de ME en zijn assistent.
6. Een mobiele stellingkast waar onderdelen bedoeld voor GPO's geordend apart worden gehouden en die dient als verplaatsbaar magazijn om looptijd te verminderen.
7. Overleg tussen ME en productie voor een GPO om de werkzaamheden en potentiële aandachtspunten te bespreken.

8. Overleggen tussen ME en MM voor een GPO om wederzijdse verwachtingen en mogelijke aandachtspunten te bespreken.
9. Het volgen van een gestructureerde jaar- en GPO-planning. Voor de ME is een checklist opgesteld waarin de belangrijkste taken staan genoemd.
10. Een vernieuwde onderdelenregistratielijst die ertoe moet leiden dat bij gemaakte fouten bij het invullen de MM gemakkelijker contact op kan nemen met de betreffende persoon.
11. Mobiele werkbanken voor in de productiehal opdat monteurs minder looptijd hebben tijdens hun werkzaamheden.
12. Het bijhouden van de werktijden per inspectietaak en werkzaamheid, zodat er inzicht ontstaat in het benodigde aantal manuren.
13. Een aangepaste interface van Rimses waarbij de nuttige functies gebruikt worden en overbodige functies buiten beschouwing blijven, voor het gebruiksgemak en om tijd te besparen.

Er zijn echter ook twee specifieke punten waar ik naast de genoemde oplossingen de nadruk op wil leggen. Als gevolg van zowel voorgaand onderzoek als dit onderzoek is een aantal werkzaamheden ontstaan die veel tijd in beslag nemen. Dit betreft voornamelijk het tot op onderdeelniveau in kaart brengen van de opbouw en het creëren van standaard werkzaamheden met ramingen voor alle productielijnen. Het uitvoeren van deze werkzaamheden is een tijdrovend proces, maar het zijn stuk voor stuk oplossingen waardoor in de toekomst vele malen efficiënter gewerkt kan worden. Daarom is het zeer belangrijk dat hier voldoende tijd en mankracht voor wordt vrijgemaakt: hoe eerder de oplossingen zijn doorgevoerd, des te meer profijt de TD ervan heeft.

Daarnaast zijn sinds de TD in de start van 2016 een nieuwe weg is ingeslagen tal van data verzameld. Bovendien hebben analyses plaatsgevonden over welke prestatie-indicatoren belangrijk zijn om het proces te meten, wat ook terugkwam in dit onderzoek. Deze KPI's worden echter niet of nauwelijks gemeten en gebruikt als basis voor beslissingen. Mijn aanbeveling is om hier een dashboard voor te ontwikkelen en de KPI's stevast te evalueren tijdens dagelijkse en wekelijkse overleggen. Hierdoor wordt daadwerkelijk gehandeld naar bepaalde data, in plaats van het enkel te registreren.

5.3.2. Verder onderzoek

Naast de aanbevelingen die ik hierboven doe, suggereer ik de volgende drie punten voor verder onderzoek:

1. Op dit moment is van sommige data bepaald dat ze interessant zijn om beslissingen op te baseren, zoals de KPI's, en om voorspellingen op te baseren, zijnde het materiaalverbruik. Intensiever oorzaak-gevolgonderzoek in de beschikbare data zou nieuwe relaties kunnen blootleggen. Mogelijkheden hierin zouden bijvoorbeeld zijn om te kijken naar het effect van een bepaalde periode continue productie op het aantal defecten, of oorzaken en werkwijzen koppelen aan defecten en daarmee de werkwijzen aanpassen.
2. In dit onderzoek is geen rekening gehouden met de samenwerking van de verscheidene monteurs onderling tijdens een GPO. Het zou interessant zijn om dieper in te gaan op deze samenwerking, met in het bijzonder de samenwerking tussen verschillende externe partijen. Wellicht zijn er verstoringen in dit proces en kan er efficiënter gewerkt worden als het proces wordt toegelicht.
3. Een punt van nader onderzoek dat nog steeds interessant is, is het herzien van de indeling van het magazijn. Dit kan leiden tot minder looptijd, een magazijn dat ook voor onbekenden overzichtelijk is en een vermindering van niet beschikbare onderdelen.

Verwijzingen

- Adya, M., & Collopy, F. (1998). How Effective are Neural Networks at Forecasting and Predication? A Review and Evaluation. *Journal of Forecasting*, 17, 481-495.
- Altena, T. (2017). *Better to prevent than regret*. Enschede: University of Twente.
- Armstrong, J. S. (2001, Mei 24). *Selecting Forecasting Methods*. Retrieved from University of Pennsylvania: http://repository.upenn.edu/marketing_papers/147
- Baecke, P., De Baets, S., & Vanderheyden, K. (2017). Investigating the added value of integrating human judgment into statistical demand forecasting systems. *International Journal of Production Economics*, 191, 85-96.
- Bhuiyan, N., & Baghel, A. (2005). An overview of continuous improvement: from the past to the present. *Management Decision*, 43, 761-771.
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2016). *The Lean Toolbox*. Buckingham: PICSIE Books.
- Chambers, J. C., Mullick, S. K., & Smith, D. D. (1971). How to Choose the Right Forecasting Technique. *Harvard Business Review*, 49, 45-71.
- Cheikhrouhou, N., Marmier, F., Ayadi, O., & Wieser, P. (2011). A collaborative demand forecasting process with event-based fuzzy judgements. *Computers & Industrial Engineering*, 61, 409-421.
- Gardner, E. S. (1985). Exponential Smoothing: The State of the Art. *Journal of Forecasting*, 4, 1-28.
- Green, K. C., & Armstrong, J. S. (2007). Structured analogies for forecasting. *International Journal of Forecasting*, 23, 365-376.
- Heerkens, H., & van Winden, A. (2012). *Geen Probleem*. Nieuwegein: Van Winden Communicatie.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2013). *Forecasting: principles and practice*. Melbourne: OTexts.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance. *Harvard Business Review*, January-February, 71-79.
- Lee, W. Y., Goodwin, P., Fildes, R., Nikolopoulos, K., & Lawrence, M. (2007). Providing support for the use of analogies in demand forecasting tasks. *International Journal of Forecasting*, 23, 377-390.
- Marmier, F., & Cheikhrouhou, N. (2010). Structuring and integrating human knowledge in demand forecasting: a judgemental adjustment approach. *Production Planning & Control*, 21, 399-412.
- Neely, A., Richards, H., Mills, J., Platts, K., & Bourne, M. (1997). Designing performance measures: a structured approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 17, 1131-1152.
- Parmenter, D. (2007). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Realdolmen. (2017, Oktober 30). *Rimses flyer*. Retrieved from Rimses: http://www.rimses.com/sites/default/files/downloads/Rimses_flyer_NL.pdf

Rowe, G., & Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15, 353-375.

Schutte, M. (2017). *In(ventory) control of spare parts at the warehouse of the TD of Bolletje Almelo*. Enschede: University of Twente.

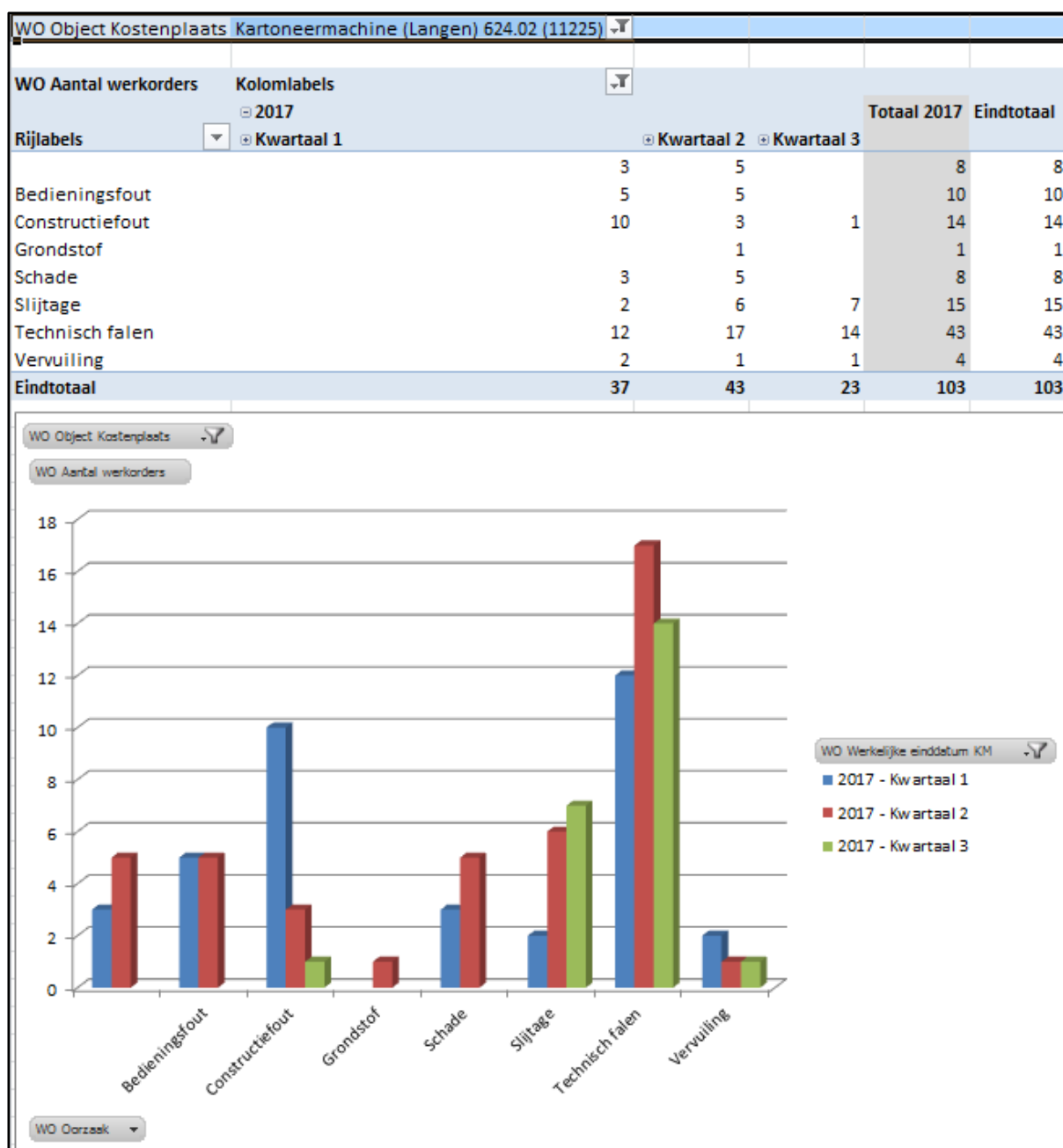
Trippi, R. R., & Turban, E. (1992). *Neural Networks in Finance and Investing: Using Artificial Intelligence to Improve Real World Performance*. New York: McGraw-Hill.

Wikipedia. (2017, September 3). *Bolletje*. Retrieved from Wikipedia:
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Bolletje>

Onderdelenregistratie magazijn TD

[illegible]

Appendix C. Pareto-analyse



Appendix D.1. Evaluatieformulier magazijnmanager

Betreft	Onderhoud week X			
Functionele Locatie	Lijn Y			
Locatie	Hal Z			
Datum	DD-MM-JJJJ t/m DD-MM-JJJJ			
Voor onderhoud				
	Ja	Nee	Opmerkingen	
1	Hoe waren de onderlinge overleggen voor het GPO?			
2	Zijn de ramingen op tijd binnen gekomen?	☐	☐	
3	Waren de ramingen duidelijk; was het duidelijk welke onderdelen bij welke werkorder hoorden?	☐	☐	
4	Kwamen de bestellingen op tijd binnen?	☐	☐	
Verloop onderhoud				
	Ja	Nee	Opmerkingen	
1	Hoe verliep het onderhoud/inspectie?			

2	Wat ging goed tijdens het onderhoud?	
3	Wat kan er beter bij het volgende onderhoud?	
4	Hoe verliep de communicatie tussen de magazijnmanager en de Maintenance Engineer/zijn assistant?	
5	Hoe was de drukte in het magazijn? Kwam je aan je werk toe?	
6	Waren er onverwachte gebeurtenissen?	☐ ☐

7	Konden deze worden voorkomen?			
8	Moet er iets in het proces veranderd worden?	☐	☐	
Conclusie/Actiepunten. 1)..... 2)..... 3).....				

Appendix D.2. Evaluatieformulier assistent ME

Betreft	Onderhoud week X		
Functionele Locatie	Lijn Y		
Locatie	Hal Z		
Datum	DD-MM-JJJJ t/m DD-MM-JJJJ		
Voor onderhoud			
	Ja	Nee	Opmerkingen
1 Is de planning op het juiste tijdstip doorgesproken?	☐	☐	
2 Was het duidelijk wat er van je werd verwacht?	☐	☐	
Verloop onderhoud			
	Ja	Nee	Opmerkingen
1 Hoe verliep het onderhoud/inspectie?			
2 Wat ging goed tijdens het onderhoud?			

3	Wat kan er beter bij het volgende onderhoud?		
4	Hoe verliep de communicatie tussen de Maintenance Engineer en assistent?		
5	Hoe verliep de communicatie tussen assistent en monteurs, productie en magazijnmanager?		
6	Had je genoeg tijd voor je werkzaamheden?	☐	☐
7	Waren er onverwachtse gebeurtenissen?	☐	☐

8	Konden deze worden voorkomen?	☐	☐	
9	Moet er iets in het proces veranderd worden?	☐	☐	
Conclusie/Actiepunten. 1)..... 2)..... 3).....				

Appendix E. Checklist GPO's

#	Taak	Deadline	Gedaan?
Jaarplanning			
1	Jaarplanning voor productie maken en ter goedkeuring sturen	10 weken voor nieuw kalenderjaar	
2	Jaarplanning goedgekeurd	8 weken voor nieuw kalenderjaar	
3	Jaarplanning met afspraken en acties voor ME maken	8 weken voor nieuw kalenderjaar	
4	Jaarplanning opnemen in persoonlijke agenda en betrokkenen uitnodigen	8 weken voor nieuw kalenderjaar	
5	Teamleider op voorkeuren assistenten en monteurs voor voorinspecties laten inplannen	8 weken voor nieuw kalenderjaar	
6	Externen uitnodigen voor betreffende GPO's en voorinspecties	4 weken voor nieuw kalenderjaar	
GPO			
Voor aanvang van GPO			
1	Voorinspecties uitvoeren met storingsmonteurs en uitgenodigde externen	8 weken voor GPO	
2	Pareto-analyse per machine uitvoeren om na te gaan wat de belangrijkste oorzaken van defecten zijn	8 weken voor GPO	
3	Rapporten van externen ontvangen	7 weken voor GPO	
4	Werkorders uit voorinspecties opstellen	6 weken voor GPO	
5	Lijst van werkzaamheden maken voor overleg met productie	5 weken voor GPO	
6	Overleg met productie voor informeren over werkzaamheden en nagaan of er extra werkzaamheden zijn	5 weken voor GPO	
7	Ramingen van std wkzh en van WO's volgend uit voorinspecties en productie-overleg gereed melden	4 weken voor GPO	
8	Overleg met MM over verwachtingen en bijzonderheden voor GPO	4 weken voor GPO	
9	Overige werkorders (los van #7) rond hebben en gereed melden	1 week voor GPO	
10	Overleg met MM over stand van zaken en lijst van werkorders overhandigen	1 week voor GPO	
11	Werkmappen met werkorders en veiligwerkvergunningen compleet	Vrijdag voor GPO	
Tijdens GPO			
12	Toolboxmeeting houden: aanwezigen laten inschrijven en Lock-out Tag-out sleutels uitdelen	Maandag 07:30	
13	Middagoverleg met afgevaardigden van alle teams en productie om voortgang te bespreken	Maandag 16:00	
14	Middagoverleg met afgevaardigden van alle teams en productie om voortgang te bespreken	Dinsdag 16:00	
15	Middagoverleg met afgevaardigden van alle teams en productie om voortgang te bespreken	Woensdag 16:00	

16	Middagoverleg met afgevaardigden van alle teams en productie om voortgang te bespreken	Donderdag 16:00	
17	Opleveren productielijn met goedkeuring door productie	Vrijdag	
18	Testrun van productielijn	Vrijdag	
19	Productielijn schoonmaken (na testrun)	Vrijdag	
Na afloop van GPO			
20	Zelfevaluatie over eventuele aanpassingen in std wkzh en ramingen, gewenste externen en voorinspecties	1 week na GPO	
21	Evaluatie met assistenten en eventuele extra storingsmonteurs over verloop van het proces	1 week na GPO	
22	Evaluatie met MM over verloop van het proces	1 week na GPO	
23	Evaluatie met productie over verloop van het GPO en de samenwerking tussen beide afdeling	2 weken na GPO	