

Availability based maintenance

Handleiding voor de optimalisatie
van de beschikbaarheid van
kapitaalgoederen door toepassing
van nieuwe onderhoudsmethoden

Maarten van de Voort
Johan Kaelen
Gigi van Rhee

Opgesteld door Stratelligence in opdracht van het
World Class Maintenance Consortium

Voorwoord

Het Logistieke Centrum Woensdrecht (LCW) voert sinds tientallen jaren het onderhoud uit aan de vliegtuigen van de Koninklijke Luchtmacht en inmiddels ook van de Koninklijke Marine. Circa de helft van de hiermee gemoeide kosten wordt daarbij besteed aan vliegtuig motorenonderhoud.

Hierbij lag het accent vooral op beschikbaarheid van de vliegtuigen en speelden kosten een minder belangrijke rol. Het vliegtuigonderhoud vormt een (belangrijke) kostenpost voor Defensie. Met de omvorming van Defensie van een 'koude oorlog' instrument naar een flexibel inzetbare expeditionaire krijgsmacht, nam het aantal typen vliegtuigen toe, terwijl de aantallen per type afnamen. Als gevolg van de kleinere schaalgrootte en de grotere diversiteit namen de onderhoudskosten sterk toe, terwijl de beschikbare budgetten steeds verder onder druk kwamen te staan. Tegelijkertijd is de beschikbaarheid van de vliegtuigen steeds belangrijker geworden. Enerzijds omdat de vliegtuigen daadwerkelijk voor ernstoperaties worden ingezet, anderzijds omdat door de kleine aantallen relatief minder logistieke reserve aanwezig is. Dit noodzaakt tot het nemen van maatregelen om de beschikbaarheid van vliegtuigen en vliegtuigmotoren, en de kosteneffectiviteit van het onderhoud te verbeteren.

De eerste maatregel was het optimaliseren van het onderhoudsproces. Hiermee konden aanzienlijke verbeteringen worden bewerkstelligd, maar leidde niet tot de gewenste beschikbaarheid en kosteneffectiviteit. Derhalve werd een nieuwe onderhoudsfilosofie geïntroduceerd; repair-by-replace. Dit principe is niet nieuw in het vliegtuigonderhoud en wordt veelvuldig toegepast bij line maintenance, zowel civiel als militair. Toepassing van dit principe in het hogere onderhoudsproces is echter niet gebruikelijk.

Gedoseerde toepassing van repair-by-replace op alle stappen in het onderhoudsproces, optimaliseert dit proces voor de actuele omstandigheden. De doorlooptijd van onderhoud is hierbij de uitkomst van een afweging tussen kosten en beschikbaarheid. Hiermee wordt een flexibel, transparant en kosteneffectief onderhoudsproces gecreëerd dat leidt tot optimale beschikbaarheid. De hiermee voor het LCW gerealiseerde verbeteringen zijn spectaculair te noemen: een reductie van de doorlooptijd tot éénzesde en een reductie van de personele capaciteit tot tweederde. Bovendien is steeds ruimschoots voldaan aan de aangescherpte beschikbaarheidseis van de operationele gebruiker. Daarnaast heeft het onderhoudspersoneel een grotere eigen verantwoordelijkheid gekregen, waardoor het meer betrokken blijkt bij het proces en gemotiveerder aan permanente verbetering werkt. Voor een succesvolle toepassing van repair-by-replace is het essentieel gebleken dat het logistieke proces het onderhoudsproces adequaat kan faciliteren.

Het verbetertraject voor het motorenonderhoud heeft bijna drie jaar in beslag genomen. Een groot deel van deze tijd was, naast voor de uitwerking van het onderhoudsconcept, nodig voor de implementatie van het concept en het omvormen van het onderhoudsproces. Hierbij zijn verschillende methodes en

hulpmiddelen ontwikkeld en zijn veel lessen geleerd. Deze lessons learnt zijn gebruikt bij een tweede verbeterproject binnen LCW; de optimalisatie van de fase inspecties aan Cougar helikopters. Door het ontwikkelde concept en de lessons learnt op de fase-inspecties toe te passen werd de doorlooptijd van deze inspecties binnen drie maanden met 60% teruggebracht. Hiermee blijkt het onderhoudsconcept toepasbaar op verschillende typen onderhoudsprocessen.

In dit boekje wordt het succesvolle onderhoudsconcept toegelicht en zijn de ervaringen, de lessons learnt, en een aantal hulpmiddelen en methodes die gedurende de verbetertrajecten zijn ontwikkeld op gestructureerde wijze weergegeven. Het boekje vormt een gedetailleerde handleiding voor eenieder die een (complex) onderhoudsproces wil optimaliseren en/of de beschikbaarheid van kapitaalgoederen wil verbeteren.

Ik ben de mensen van de motorwerkplaats erkentelijk, die constructief en met veel enthousiasme hebben meegewerkt om alle verbeteringen te implementeren. Mijn zeer grote dank gaat uit naar de mensen van het verbetersteam, die met veel enthousiasme en een enorme inspanning de verbeteringen mogelijk hebben gemaakt. Een bijzonder woord van dank gaat naar Stratelligence dat al onze ervaringen analyseerde, conceptualiseerde en op overzichtelijke en toegankelijke wijze heeft verwerkt in dit boekje.

Kolonel ir. J.W.E.N. Kaelen

Ministerie van Defensie

Defensie Materieel Organisatie

Logistiek Centrum Woensdrecht

Postbus 77 4630 AB Hoogerheide

+31 (0)6 5335 1882

Inhoudsopgave

Voorwoord	III
Inhoudsopgave	V
Lijst van figuren, tabellen en boxen	VIII
Lijst van afkortingen	X
HOOFDSTUK 1 Introductie	11
1.1 Inleiding verbetertraject LCW	11
1.2 Achtergrond LCW en F100 motorenonderhoud	13
1.3 Toepasbaarheid aanpak LCW	15
1.3.1 Voor welke organisaties is dit document nuttig?	15
1.3.2 Welke verbetermogelijkheden biedt ABM?	15
1.3.3 Voor welke organisaties kan ABM een verbetering betekenen?	16
HOOFDSTUK 2 Repair-or-replace	17
2.1 Traditioneel onderhoudsproces	17
2.2 Availability Based Maintenance	18
2.2.1 Repair-by-replace	19
2.2.2 Repair-or-replace; de aanpak van LCW	22
HOOFDSTUK 3 Vorbereiding en analyse	27
3.1 Vorbereiden verbeteringstraject ABM	29
3.1.1 Stap 1: Raadplegen externe bronnen, literatuur, vergelijkbare organisaties	29
3.1.2 Stap 2: Vaststellen (beleids)doelen van het verbetertraject	30

3.1.3	Stap 3: Opzetten projectorganisatie	30
3.1.4	Stap 4: Creëren draagvlak beleidsmakers	32
3.1.5	Stap 5: Vaststellen operationele doelen / targets van het verbetertraject	35
3.1.6	Stap 6: Creëren draagvlak binnen organisatie	36
3.1.7	Stap 7: In kaart brengen startsituatie	39
3.1.8	Stap 8: In kaart brengen beschikbare resources	43
3.2	Lessons learnt	44
HOOFDSTUK 4 Herontwerp proces		47
4.1	Procesontwerp	47
4.1.1	Stap 1: Vaststellen benodigde werklast en resources per activiteit	47
4.1.2	Stap 2: Clusteren activiteiten	48
4.1.3	Stap 3: Opstellen netwerkplanning per building block	49
4.1.4	Stap 4: Vaststellen KPI's en verantwoordelijkheden per building block	51
4.1.5	Stap 5: Bepalen netwerkplanning building blocks	51
4.1.6	Stap 6: Optimaliseren kritieke pad en resources	54
4.2	Lessons learnt	56
HOOFDSTUK 5 Implementatie plan van aanpak		59
5.1	Implementatie verbetertraject ABM	59
5.1.1	Stap 1: Herinrichten werkvloer	61
5.1.2	Stap 2: Rationaliseren T&E en inventaris	63
5.1.3	Stap 3: Betrekken en aansturen personeel	65
5.1.4	Stap 4: Aanpassen personele capaciteiten	67
5.1.5	Stap 5: Aanpassen voorraden	70
5.1.6	Stap 6: Plannen en uitvoeren onderhoud	72
5.1.7	Stap 7: Aanpassen ketenrelaties	74
5.1.8	Stap 8: Implementeren meetsysteem	75
5.2	Lessons learnt	76

HOOFDSTUK 6	Nazorg	79
6.1	Borgen, evalueren en bijsturen	79
6.1.1	Stap 1: Borgen	79
6.1.2	Stap 2: Evalueren	81
6.1.3	Stap 3: Bijsturen	82
6.2	Lessons learnt	83
Bijlage 1:	Lessons learnt	85
	Vorbereiding en analyse	85
	Herontwerp proces	87
	Implementatie	88
	Nazorg	90
Bijlage 2:	Lijst van bronnen	91
Colofon:	92

Lijst van figuren, tabellen en boxen

Figuur 1	– F100 motor	14
Figuur 2	– Traditioneel onderhoudsproces in algemene vorm	17
Figuur 3	– Afhankelijkheden beschikbaarheid in traditioneel onderhoudsproces	18
Figuur 4	– Generiek onderhoudsproces repair-by-replace	19
Figuur 5	– Keuzes binnen het combinatie concept; vervangen of repareren?	20
Figuur 6	– Afhankelijkheid beschikbaarheid kapitaalgoederen bij repair-by-replace concept	21
Figuur 7	– Afhankelijkheid beschikbaarheid wisseldelen bij repair-by-replace concept	21
Figuur 8	– Optimalisatie trade-offs binnen de verschillende concepten	23
Figuur 9	– Stappen voorbereiding verbeteringstraject	29
Figuur 10	– Stappen krachtenveldanalyse	32
Figuur 11	– Krachten in en om projecten – krachtenveldanalyse	33
Figuur 12	– Krachtenveldanalyse LCW	34
Figuur 13	– Stappen voor het in kaart brengen van de startsituatie	39
Figuur 14	– Onderhoudsproces Woensdrecht voor verbetertraject	40
Figuur 15	– Onderhoudsproces op LCW	41
Figuur 16	– Stappen in ontwerpproces verbeterd onderhoudsproces	47
Figuur 17	– Illustratie bepalen volgorde van activiteiten	49
Figuur 18	– Illustratie kritieke pad methode	50

Figuur 19	– Onderhoudsproces Woensdrecht na verbetertraject	53
Figuur 20	– Voorbeeld optimalisatie kritieke pad	54
Figuur 21	– Stappen binnen implementatietraject	59
Figuur 22	– Illustratie herinrichting vloer	62
Figuur 23	– Voorbeeld uitsneden lade	64
Figuur 24	– Illustratie planbord LCW	66
Figuur 25	– Illustratie verwijderen scheidingswanden LCW	67
Figuur 26	– Analyse capaciteit personeel	68
Figuur 27	– Illustratie module-matching	73
Figuur 28	– KPI performance overzicht LCW	76
Tabel 1	– KPI's LCW	36
Box 1	– Illustratie risico's uitbestedingstrajecten	12
Box 2	– Typen onderhoud	14
Box 3	– Voorbeeld keuze repair or replace	25
Box 4	– Plan-do-check-act en KPI's	28
Box 5	– Toolboxen gebruikt bij implementatie	61

Lijst van afkortingen

ABM	Availability Based Maintenance
ADD	Audit Dienst Defensie
CAMS	Core Automated Maintenance System
DDC	Due date compliance
DEEC – computer	Digital Electronic Engine Control
DVVO	Defensie Verkeers- en Vervoersorganisatie
EASA	European Aviation Safety Agency
EDU – computer	Engine Diagnostic Unit
HAS	Hydraulische Accessoires & Mechanische Vliegtuigsystemen
HPT	High Pressure Turbine
KPI	Key Performance Indicator
LCW	Logistiek Centrum Woensdrecht
LPT	Low Pressure Turbine
LRU	Line Replaceable Unit
LSK	Luchtstrijdkrachten
MLA	Militaire Luchtvaart Autoriteit
MOB	Main Operating Base; Operationeel Veld
MTBF	Mean time between failure
NDO	Niet Destructief Onderzoek
OEM	Original Equipment Manufacturer
P&W	Pratt & Whitney
PDCA	Plan Do Check Act
PPS	Publiek Private Samenwerking
SPC	statistische procesbeheersing
T&E	Tooling and equipment
USAF	United States Air Force
WIP	Work in process

1.1 Inleiding verbetertraject LCW

Onderhoud aan hightech systemen past binnen de ambities van de Nederlandse overheid in het streven naar een kenniseconomie. Defensie deelt deze visie en geeft deze mede vorm door het onderhoud op het Logistiek Centrum Woensdrecht (LCW) om te vormen van kostenpost tot business opportunity en door LCW te ontwikkelen tot Centre of Excellence op het gebied van onderhoud aan luchtvaartsystemen.

Het streven om LCW verder te ontwikkelen, komt mede voort uit het feit dat het landschap van onderhoudswerkzaamheden van Defensie aan verandering onderhevig is. Zo verandert het onderhoud dat Defensie uitvoert sterk door een toename in het aantal typen systemen dat Defensie in onderhoud heeft onder gelijktijdige afname van de aantallen per type. Daarnaast gaan defensie onderhoudsorganisaties steeds meer samenwerken met particuliere partijen. Dit stelt hen beter in staat tegemoet te komen aan de steeds hogere beschikbaarheid die van defensieorganisaties wordt geëist terwijl hier lagere budgetten tegenover staan.

Een belangrijke methode om van LCW een Centre of Excellence te maken binnen dit veranderde landschap, is aanvullend werk binnen te halen, zoals het motorenonderhoud aan F100 motoren van andere landen. Voorwaarde voor het binnenhalen van dit soort werk is het bieden van 'best value'; oftewel het meest kosteneffectief een bepaald 'level of service' in motoronderhoud aanbieden. Een meer marktgerichte organisatie, c.q. industriële betrokkenheid, vormt één van de mogelijkheden om werk van derden aan te trekken en de daarmee samenhangende schaalvoordelen te behalen (2007).

Het volledig uitbesteden van onderhoud is voor Defensie vooralsnog geen optie. Dit zou nadelig zijn voor out-of-area operations, de wens van Defensie om smart-buyer / smart-maintainer te zijn en vanwege het gevaar een monopolist te creëren (zie Box 1, pagina 12). Om toch meer markt incentives in de organisatie in te brengen, is voor het motorenonderhoud de voorkeur gegeven aan een Publiek-Private Samenwerking (PPS) organisatie waarin Defensie vertegenwoordigd is.

Risico's van uitbesteden van onderhoud: een case voorbeeld

In een van de landen die Defensie bezocht tijdens het voorbereidingstraject in de analyse van de meest geschikte organisatievorm, was het onderhoud door Defensie uitbesteed aan een marktpartij.

De betreffende defensieorganisatie had tot dan toe weinig ervaring met het uitbesteden van onderhoudswerk. Het onderhoudswerk was volledig uitbesteed aan een marktpartij die op een aantal Key Performance Indicators (KPI's) werd beoordeeld. De marktpartij was tevens verantwoordelijk voor de engineering activiteiten.

Om de prestaties van de marktpartij te kunnen beoordelen, werd een uitgebreide projectorganisatie ingericht, waarin engineers van Defensie waren opgenomen. Vanuit hun expertise en kennis konden m.b.v. deze engineers de kwaliteit en de kosten van het onderhoud worden beheerst. Omdat de defensieorganisatie niet meer betrokken was bij het onderhoudswerk en de engineers uit de projectorganisatie regelmatig werden overgeplaatst, verloor de projectorganisatie na verloop van tijd de expertise en kennis om de prestaties van de marktpartij te kunnen beoordelen. Dit had uiteindelijk tot gevolg dat de kosten van het onderhoud bleven stijgen, terwijl de marktpartij werkzaamheden uitvoerde, zonder dat getoetst kon worden of deze werkzaamheden voor de instandhouding noodzakelijk waren.

In andere landen waar Defensie al langer ervaring heeft met uitbesteden, wordt veelal gekozen voor PPS organisaties. In deze organisaties blijft defensiepersoneel een deel van het onderhoud uitvoeren om de invloed van Defensie in de onderhoudsorganisatie te borgen en de kennis van het onderhoud binnen Defensie te behouden.

Box 1 – Illustratie risico's uitbestedingstrajecten

Om LCW klaar te maken voor de overgang naar een PPS organisatie, heeft LCW van 2003-2007 een verbetertraject uitgevoerd van het motoronderhoud. Onderdeel van dit traject was het centraliseren van een aantal onderhoudswerkzaamheden van de Vliegbases Volkel en Leeuwarden op Woensdrecht en een proces redesign (met ondersteuning van DutchAero) van het onderhoudsproces op Woensdrecht. Door de centralisatie heeft LCW de regie over een groter deel van de onderhoudsketen en is het in staat de proces redesign uit te voeren over een groter deel van de keten. Hierdoor kan LCW optimaliseren op output, oftewel op beschikbaarheid van kapitaalgoederen (in dit geval de motoren).

Tijdens de redesign fase is er een methode / filosofie ontwikkeld die breed toepasbaar is voor onderhoudsorganisaties; Availability Based Maintenance. De belangrijkste resultaten die behaald zijn met het uitvoeren van het verbetertraject bij LCW zijn:

- De beschikbaarheid van motoren (de kapitaalgoederen van LCW) is gestegen door de doorlooptijd van het onderhoud met een factor zes te verkorten;
- Na het doorlopen van het verbetertraject is de door de klant (gebruiker) gestelde kritische output altijd behaald;
- De beheersbaarheid van het onderhoudsproces is sterk verbeterd door het proces

transparant te maken en Visual Factory principes (zie Box 5, pagina 61) toe te passen;

- Het onderhoudsproces is betrouwbaarder geworden door de spreiding van de doorlooptijd sterk te reduceren.

Als gevolg hiervan:

- Wordt F100 motorenonderhoud uitgevoerd tegen een concurrerend kostenniveau;
- Behoudt Defensie de kennis van het onderhoudsproces en de capaciteit van smart buyer / smart maintainer;
- Kan dezelfde personele capaciteit een grotere werklast aan;
- Kan het aantal reservemotoren en reserveonderdelen worden vermindert;
- Is er meer inzicht in de vereiste voorraadniveaus en kunnen deze niveaus worden verlaagd;
- Is de motivatie onder het personeel sterk verbeterd, mede omdat het personeel meer invloed in het proces heeft gekregen en er bij het organiseren van het proces uitgegaan is van de kennis en kunde van het personeel.

Vergelijkbare resultaten zijn geboekt bij toepassingen van het concept bij andere Defensie onderhoudsprocessen (zoals dat van de Cougar helikopter, zie §5.2). In het verbetertraject van deze andere Defensie onderhoudsprocessen werden de resultaten al in drie maanden tijd behaald. Hieruit blijkt de algemene toepasbaarheid van het concept.

Dit document vormt een blauwdruk van de ontwikkelde methode, beschrijft hoe de methode toegepast is om het motoronderhoud bij LCW te verbeteren en beschrijft de resultaten die op LCW zijn behaald.

1.2 Achtergrond LCW en F100 motorenonderhoud

LCW is met circa 1000 werknemers onder andere verantwoordelijk voor het hoger onderhoud aan een groot aantal vliegende (wapen) systemen, waaronder het onderhoud aan de F-16, Chinook en Cougar. Voor de motor van de F-16 (de F100 motor) voert LCW zowel het preventief (oftewel periodiek, ingepland onderhoud) als correctief onderhoud motoren uit (zie Box 2)¹.

¹ Het gebruikeronderhoud wordt op de Main Operating Bases (MOBs) uitgevoerd. Als gesproken wordt over onderhoud, dan wordt bedoeld het onderhoud dat bij LCW wordt uitgevoerd. Naast correctief en preventief onderhoud kan er ook sprake zijn van modificatief onderhoud: het aanbrengen van aanpassingen die door de producent verplicht worden gesteld of door de gebruiker gewenst zijn. Dit valt buiten de scope van dit rapport.

Preventief onderhoud

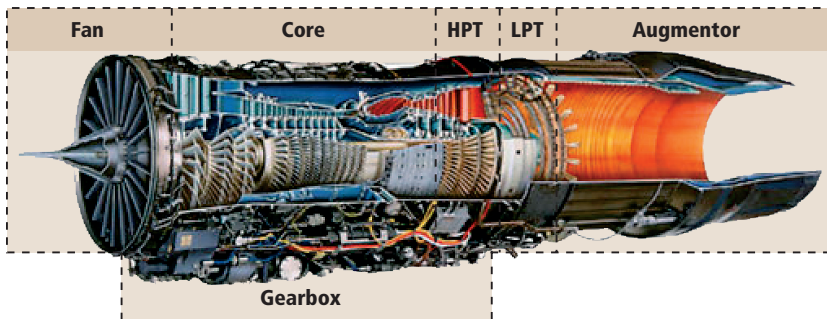
Preventief onderhoud gebeurt aan de hand van een cyclus gebaseerd op de tijd dat een technisch systeem in gebruik is (tijdsafhankelijk onderhoud) of op basis van de intensiteit, waarmee het technisch systeem gebruikt wordt (gebruiksafhankelijk onderhoud). Op basis van historische analyses en ervaringsgetallen worden harde tijds- en gebruiksintervallen ingesteld, waardoor het moment van onderhoud voorspelbaar wordt. De onderhoudsactiviteiten voor preventief onderhoud zijn nauwkeurig vastgelegd, met uitzondering van mankementen die tijdens de inspecties geconstateerd worden.

Correctief onderhoud

Correctief onderhoud vindt plaats naar aanleiding van het falen van een technisch systeem (storingsafhankelijk onderhoud). Deze situaties doen zich onverwacht voor. De behoefte aan correctief onderhoud kan ook worden geconstateerd tijdens standaardinspecties.

Box 2 – Typen onderhoud

De F100 motor is geproduceerd door Pratt & Whitney (P&W) en wordt onderhouden door Defensie zelf. Een beperkt aantal componenten van de F100 wordt door marktpartijen of de producent (OEM) onderhouden. De F100 motor is opgebouwd uit zes verschillende modules. Een doorsnede en de schematische opbouw van de motor zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 – F100 motor

De Fan zuigt verse lucht de motor in waarna de Core de lucht samenperst en ontbrand. De hete lucht wordt gebruikt om de 'High Pressure Turbine' en de 'Low Pressure Turbine' aan te drijven en verlaat de motor via de Augmentor. De motor is d.m.v. de Gearbox gekoppeld aan de systemen van de F-16.

De modules bestaan op zichzelf uit een verzameling assemblages, sub-assemblages en componenten. In totaal zijn er meer dan 1000 F100 gerelateerde componenten, waarvoor LCW over reparatiecapaciteit en reservevoorraad beschikt. De motor bevat naast modules en twee ducts, die de modules omvatten, een groot aantal Line Replaceable Units (LRU). LRU's zijn externe onderdelen, die verwisseld kunnen worden zonder dat de motor gedemonteerd hoeft te worden. Enkele belangrijke LRU's zijn olieleidingen, oliefilters, brandstofpompen, brandstofleidingen, sensoren, de Digital Electronic Engine Control (DEEC – computer) en de Engine Diagnostic Unit (EDU – computer).

1.3 Toepasbaarheid aanpak LCW

Deze paragraaf beschrijft in welke organisaties en onder welke omstandigheden Availability Based Maintenance (ABM) het best kan worden toegepast.

1.3.1 Voor welke organisaties is dit document nuttig?

ABM is toepasbaar voor onderhoudsbedrijven, OEM's en gebruikers van technische systemen. Dit document kan op twee manieren gebruikt worden. Ten eerste kan het worden gebruikt als handleiding voor het implementeren van het ABM concept binnen een onderhoudsorganisatie. Voor deze toepassing beschrijft Hoofdstuk 2 het door LCW ontwikkelde en gebruikte concept om het onderhoudsproces te verbeteren. Dit hoofdstuk is daarom vooral interessant voor onderhoudsorganisaties en partijen die direct te maken hebben met onderhoud of die het concept gaan toepassen. Ten tweede vormt het document een handleiding voor het doorvoeren van verbetertrajecten in meer algemene zin. Een aantal stappen die zijn genomen bij het verbeteren van het onderhoudsproces via ABM zijn algemeen toepasbaar in ieder verbetertraject. De ervaringen die opgedaan zijn bij het doorlopen van deze stappen zijn daarom waardevol voor iedere organisatie die een verbetertraject ingaat.

Voor zowel onderhoudsorganisaties als andere organisaties die een verbetertraject doormaken zijn Hoofdstuk 3 t/m Hoofdstuk 6 interessant. Hoofdstuk 3 beschrijft algemene stappen voor verbetertrajecten die zijn gezet in de voorbereidingsfase. Hierbij moet met name gedacht worden aan het in kaart brengen van best practices (§3.1.1), het vaststellen van doelen (§3.1.2 en §3.1.5), het samenstellen van een projectteam (§3.1.3), het creëren van draagvlak (§3.1.4 en §3.1.6) en het in kaart brengen van de startsituatie (§3.1.7 en §3.1.8), wat het startpunt van iedere verbeteringslag zal zijn.

Na deze voorbereiding gaat het document in op het ontwerpen van het verbeterde proces (Hoofdstuk 4). Ook de stappen die tijdens dit proces worden gezet, zijn algemeen toepasbaar met name voor onderhouds- en productieprocessen. Hieronder vallen het vaststellen van deelprocestijden (§4.1.1), het opstellen (§4.1.2, §4.1.3, §4.1.5) en optimaliseren (§4.1.6) van een netwerkplanning en het borgen van doelen door middel van een meetsysteem (§4.1.4).

Lessen die volgen uit de implementatie van ABM (Hoofdstuk 5) zijn met name waardevol voor onderhoudsorganisaties en productiebedrijven. De stappen die hier beschreven worden hebben betrekking op de inrichting van de werkomgeving (§5.1.1 en §5.1.2), het aanpassen van voorraadniveaus aan het nieuwe concept (§5.1.5), het opleiden en bij het verbetertraject betrekken van personeel (§5.1.3 t/m §5.1.4) en het implementeren van een meetsysteem om de prestaties van het nieuwe concept voortdurend te kunnen monitoren en verbeteren (§5.1.8).

Het laatste hoofdstuk, Hoofdstuk 6, beschrijft hoe een organisatie een doorlopen verbetertraject in de organisatie kan borgen en continu kan verbeteren.

Deze hoofdstukken sluiten ieder af met een lessons learnt paragraaf waarin de belangrijkste ervaringen op een rij worden gezet. Tot slot geeft Bijlage 1 een overzicht van de lessons learnt van alle hoofdstukken.

1.3.2 Welke verbetermogelijkheden biedt ABM?

In het ABM concept wordt het reparatieproces ontkoppeld van het onderhoudsproces. Dit heeft een aantal voordelen:

- Een reductie van de doorlooptijd van het onderhoud en daarmee een verbetering van de beschikbaarheid van de kapitaalgoederen;
- Een betrouwbaardere doorlooptijd van het onderhoudsproces;
- Een efficiëntere planning van reparatiewerkzaamheden waardoor minder capaciteit aan resources (personeel, tooling, equipment en infrastructuur) nodig is, reparatie-activiteiten in batches kunnen worden uitgevoerd en optimalisatietechnieken voor productiemethoden kunnen worden toegepast;
- Een kostenreductie door het aanhouden van relatief goedkope voorraden wisseldelen in plaats van relatief dure voorraad kapitaalgoederen;
- Een eenvoudiger en eenvoudiger te beheersen en te controleren onderhoudsproces;
- Een transparanter onderhoudsproces dat goed inzicht biedt in de beschikbaarheid van kapitaalgoederen en dat zich leent voor implementatie van Visual Factory.

Organisaties die deze doelen nastreven, hebben baat bij implementatie van het ABM concept.

1.3.3 Voor welke organisaties kan ABM een verbetering betekenen?

Alvorens ABM te implementeren, dient er een inventarisatie gemaakt te worden van de verbeteringen die dit concept voor een bepaalde organisatie mogelijk maakt. Organisaties die met name gebaat zijn met de toepassing van het ABM concept worden gekenmerkt door:

- Onvoldoende beschikbaarheid van kapitaalgoederen;
- Veel werk onder handen of een hoge work in process;
- Lange reparatietijden van systemen die liggen te wachten op de reparatie van onderdelen;
- Een groot aantal reserve kapitaalgoederen;
- Sterk fluctuerende benutting en regelmatige onderbezetting van personeel.

Processen die typisch verbeterd kunnen worden door toepassing van het ABM concept worden gekenmerkt door:

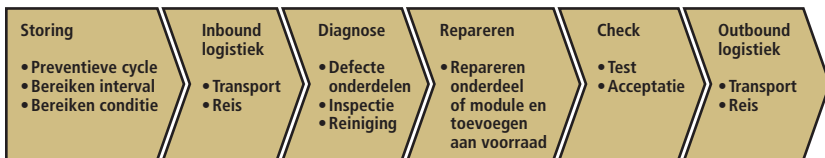
- Veel zich herhalende activiteiten;
- Lange reparatietijden;
- Onderdelen met frequente storingen;
- Hoge waarde van de beschikbaarheid van kapitaalgoederen;
- Korte demontage- en montagetijden;
- Direct beschikbare voorraden (zonder lange transporttijden vanuit opslag);
- Groot belang van een constante werklast van het personeel.

HOOFDSTUK 2 **Repair-or-replace**

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak zoals die is ontwikkeld en toegepast bij het verbeteren van het motorenonderhoudsproces bij LCW en zoals deze reeds succesvol is toegepast bij het verbeteren van het onderhoudsproces van de Cougar en Chinook helikopters.

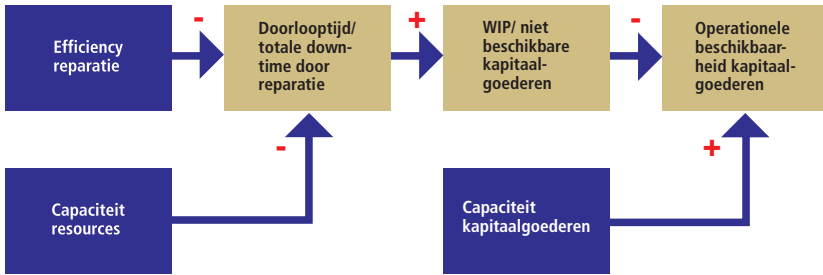
2.1 **Traditioneel onderhoudsproces**

Een onderhoudsproces ziet in het algemeen er als volgt uit: Een te onderhouden systeem raakt in storing of bereikt een belasting, gebruiksduur of conditie waarbij onderhoud vereist is. Vervolgens wordt dit systeem naar een onderhoudsfaciliteit verplaatst of wordt het systeem op locatie onderhouden. Het systeem wordt geïnspecteerd en het defect wordt vastgesteld, eventueel voorafgegaan door het reinigen van het systeem. Na de diagnose worden bepaalde onderdelen gerepareerd of vervangen en wordt het systeem getest. Ten slotte, dient het systeem geaccepteerd te worden door de gebruiker en vindt er eventueel transport plaats naar de locatie van de gebruiker (kan ook andersom zijn). Figuur 2 illustreert dit proces.



Figuur 2 – Traditioneel onderhoudsproces in algemene vorm

In deze onderhoudsprocessen zijn de capaciteit van de resources (mensen en productiemiddelen), de (reparatie)doorlooptijd, het onderhanden werk (oftewel, work in process / WIP) en de beschikbaarheid van het (te onderhouden) systeem aan elkaar gekoppeld. Figuur 3 illustreert dat een verhoging van efficiency van de reparatie en de vergroting van de capaciteit van de resources of de kapitaalgoederen, de factoren zijn die leiden tot een hogere beschikbaarheid van de kapitaalgoederen.



Figuur 3 – Afhankelijkheden beschikbaarheid in traditioneel onderhoudsproces

Om te voorkomen dat er een achterstand in onderhoudswerkzaamheden ontstaat en er een werkvoorraad wordt opgebouwd, moet de resource capaciteit tenminste het gemiddelde werkaanbod per jaar kunnen verwerken. Als de capaciteit gelijk (of net groter) is aan de gemiddelde werklust, neemt bij grote schommelingen in het aanbod van werk de doorlooptijd toe, loopt de werkvoorraad (tijdelijk) op en gaat de beschikbaarheid van kapitaalgoederen achteruit.

Als de eisen gesteld aan de operationele beschikbaarheid van de kapitaalgoederen niet gehaald worden², dan zijn er drie mogelijkheden om de beschikbaarheid te vergroten:

1. Het aanschaffen of huren van extra capaciteit in de vorm van kapitaalgoederen (reservcapaciteit) als vervanging voor de periode dat het onderhoud wordt uitgevoerd;
2. Het verhogen of flexibel maken van de capaciteit van de resources. Dit vergroot de beschikbaarheid doordat de gemiddelde doorlooptijd en work in process verminderen. Een nadeel hiervan is dat hierdoor de resources regelmatig onderbezet zijn en de totale kosten van de resources hoger uitvallen;
3. Het vergroten van de efficiency van het onderhoudsproces, bijvoorbeeld door een efficiëntere planning van resources, kortere reparatietijden, een andere werkvolgorde, etc.

Alle drie de oplossingen en combinaties hiervan kunnen de beschikbaarheid vergroten. Het vergroten van de beschikbaarheid op basis van (combinaties met) oplossing 1 en 2 leidt tot aanzienlijke extra kosten.

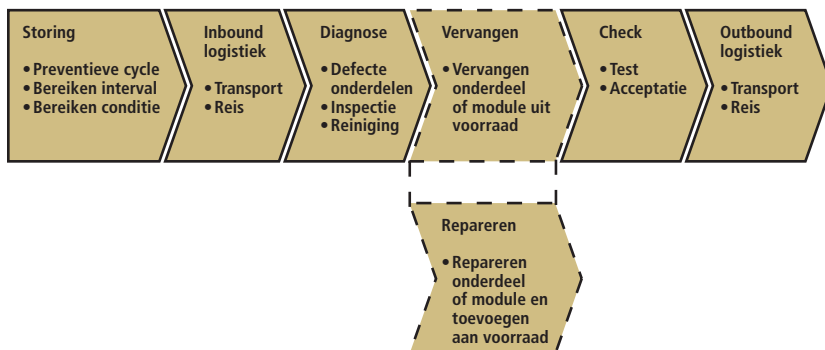
2.2 Availability Based Maintenance

Onderhouds- en productiebedrijven proberen een zo hoog mogelijke output te creëren tegen minimale kosten. Als gevolg hiervan zijn de beschikbare resources in veel onderhoudsprocessen beperkt. Het Availability Based Maintenance concept biedt de mogelijkheid om met beperkte resources en reservcapaciteit toch de vereiste beschikbaarheid te behalen.

² Dit komt voor als de operationele beschikbaarheid (= beschikbaarheid onder aftrek van correctief en preventief onderhoud en logistieke tijd gemoeid met onderhoud) onder het (door de gebruiker) geëiste niveau komt.

2.2.1 Repair-by-replace

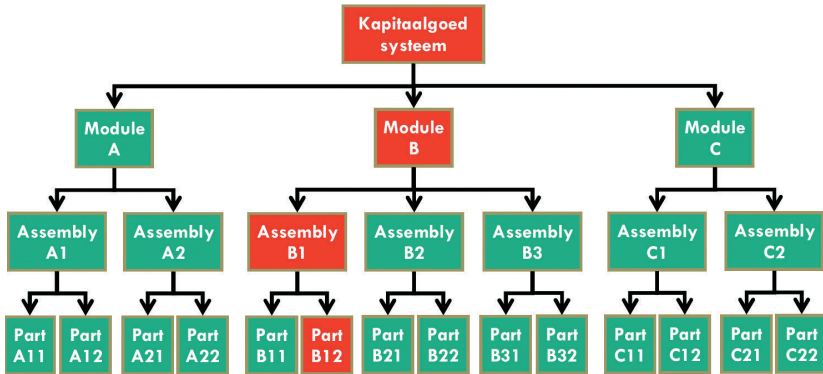
ABM maakt gebruik van de keuzemogelijkheid om onderdelen te vervangen in plaats van te repareren. Het onderhoudsproces op basis van deze repair-by-replace keuze is vergelijkbaar met het proces zoals dat in Figuur 2 is afgebeeld. Echter wordt bij repair-by-replace in de fase 'Repareren' gekozen het defecte onderdeel te vervangen in plaats van het te repareren. Figuur 4 illustreert het generieke onderhoudsproces op basis van repair-by-replace.



Figuur 4 - Generiek onderhoudsproces repair-by-replace

De kern van het concept is dat reparaties worden ontkoppeld van het onderhoudsproces. Hierdoor wordt voorkomen dat relatief dure onderdelen (en assemblages van onderdelen) wachten op de reparatie van relatief goedkope onderdelen. In het generieke proces zoals afgebeeld in Figuur 2 omvat de doorlooptijd van het kapitaalgoed (relatief duur) de reparatietijd van een enkel onderdeel (relatief goedkoop). In het proces zoals afgebeeld in Figuur 4 wordt de doorlooptijd van het onderhoud ontkoppeld van de reparatietijd. Dit verkort de doorlooptijd waardoor de beschikbaarheid van het kapitaalgoed evenredig toeneemt. Aangezien de tijd die reparaties in beslag nemen vaak variabel is, wordt de doorlooptijd niet alleen verkort, maar ook minder onzeker gemaakt.

Indien de wisseldelen of subsystemen uit meerdere losse onderdelen bestaan, kan ook op dat (lagere) niveau repair-by-replace worden toegepast. Van het subsysteem wordt dan elk te repareren onderdeel vervangen door een onderdeel op een lager niveau etc.



Figuur 5 – Keuzes binnen het combinatie concept; vervangen of repareren?

Figuur 5 illustreert een systeem of kapitaalgoed waarvan een onderdeel (part B12 van assembly B1 van module B) defect is (defecte onderdelen zijn aangegeven in rood). Hierdoor is het systeem niet beschikbaar. Op het moment van ontvangst van het defecte systeem wordt vastgesteld wanneer het systeem weer operationeel dient te zijn. Deze vaststelling legt de maximaal beschikbare doorlooptijd voor vervangings- en reparatiewerkzaamheden vast. Indien deze tijd kort is, wordt er op een relatief hoog niveau vervangen; d.w.z. dat bijvoorbeeld module B vervangen wordt, waardoor het systeem weer beschikbaar is na demontage van de oude module B en montage van een nieuw module B. Indien er meer tijd beschikbaar is, wordt na demontage van module B uit de motor, deze gedemonteerd in assemblies waarna assembly B1 vervangen wordt, module B geassembleerd wordt en de operationele module B teruggeplaatst wordt in de motor. Vergeleken met de situatie waarin de module vervangen wordt, is de doorlooptijd van het onderhoud langer (de demontage- en montagetijd van de assembly in de module). Hier staat tegenover dat er slechts een assembly op voorraad hoeft te worden aangehouden in plaats van een module. Aangezien assemblies goedkoper zijn dan modules betekent dit een kostenreductie³.

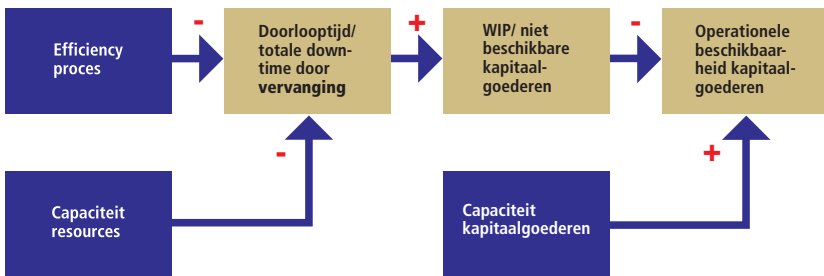
Indien het kritieke pad het toestaat, wordt de assembly gedemonteerd tot partniveau en wordt het part (onderdeel) vervangen in plaats van de assembly. Hier geldt dezelfde trade-off tussen doorlooptijd en kosten als bij de beslissing om op module of assembly niveau te vervangen. Ten slotte kan het part in plaats van vervangen ook gerepareerd worden zodat hetzelfde part wordt teruggeplaatst in de assembly. Dit is het traditionele reparatie concept.

Het ontkoppelen van reparatietijd en doorlooptijd binnen ABM is mogelijk door wisseldelen aan te houden. Hierdoor wordt een hogere beschikbaarheid gerealiseerd dan via een traditioneel onderhoudsproces. De kosten van het aanhouden van de wisseldelen bij onderhoudsprocessen aan kapitaalgoederen wegen op tegen de hogere beschikbaarheid. Het aantal wisseldelen dat wordt aangehouden, wordt geoptimaliseerd in een (kosten)afweging tussen wisseldelen, kapitaalgoederen op voorraad, doorlooptijden en resources.

³ In veel systemen bestaan modules uit een groot aantal assemblies, waardoor de waardeverhouding module/assembly groter is dan het voorbeeld doet voorkomen.

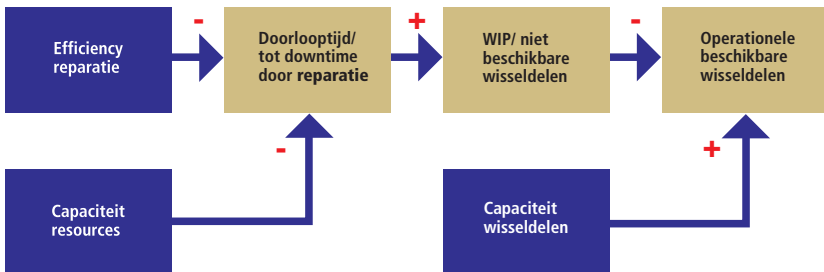
Door vervangen worden reparaties van het kritieke pad gehaald. Hierdoor zit er minder tijdsdruk achter reparaties en wordt de benodigde reparatiecapaciteit beperkt. Zo kunnen bepaalde reparaties in batches worden uitgevoerd (wat de benodigde capaciteit aan tooling en equipment verlaagt) en wordt de personele bezetting afgestemd op de gemiddelde werklast in plaats van de piekwerklast (wat de benodigde capaciteit aan personeel verlaagt).

Figuur 6 illustreert de afhankelijkheden van de operationele beschikbaarheid van kapitaalgoederen voor het repair-by-replace concept. Deze zijn niet heel anders dan voor het traditionele concept behalve dat reparatiewerkzaamheden niet langer van invloed zijn op de doorlooptijd en daarmee op de WIP en beschikbaarheid. De efficiency en de capaciteit van resources hebben wel invloed op de snelheid waarmee defecte onderdelen geïnspecteerd en gewisseld worden (zie Figuur 3) in plaats van reparatiewerkzaamheden. Daarnaast is de tijdige beschikbaarheid van wisseldelen een voorwaarde voor het succesvol toepassen van repair-by-replace.



Figuur 6 - Afhankelijkheid beschikbaarheid kapitaalgoederen bij repair-by-replace concept

De operationele beschikbaarheid van *wisseldelen* hangt naast het totaal aantal wisseldelen *wel* af van de resource capaciteit en de reparatie efficiency, zie Figuur 7.



Figuur 7 - Afhankelijkheid beschikbaarheid wisseldelen bij repair-by-replace concept

Gevolgen

Het belangrijkste resultaat van het ontkoppelen van het reparatieproces van het onderhoudsproces is een reductie van de doorlooptijd van het onderhoud en daarmee een verbetering van de beschikbaarheid van de kapitaalgoederen. Deze reductie van de doorlooptijd is gelijk aan de reparatietijd inclusief de transporttijd naar de reparatielocatie onder de voorwaarden dat:

- De demontage- en montagetijden voor vervangen en repareren zijn gelijk; en
- Er geen significante tijd verloren gaat met het uit de voorraad halen van de benodigde onderdelen.

Naast korter wordt de doorlooptijd ook betrouwbaarder. De doorlooptijd van reparaties is onder meer afhankelijk van de ernst van het defect en vaak pas in te schatten na inspectie van het defecte systeem. Hierdoor wordt de onderhoudsplanning aan een defect systeem pas na inspectie vastgesteld. Ook na inspectie is het moment waarop het kapitaalgoed weer beschikbaar is lastig te voorspellen aangezien er spreiding zit in de duur van reparaties.

Een ander voordeel is dat het verwijderen van reparatiewerkzaamheden van het kritieke pad een efficiëntere planning van deze werkzaamheden mogelijk maakt. De werklust voor resources (personeel, tooling, equipment en infrastructuur) wordt gespreid door reparaties uit te voeren als er relatief weinig werk ligt en (een deel van de) reparaties tijdelijk uit te stellen in geval van veel werk aanbod. Hierdoor wordt de werklust constanter en is er minder overcapaciteit aan resources nodig om pieken in werklust op te vangen. Daarnaast kunnen reparatie-activiteiten in batches worden uitgevoerd en optimalisatietechnieken voor productiemethoden, zoals 'just in time', worden toegepast.

In het repair-by-replace concept wordt voorraad kapitaalgoed vervangen door voorraden wisseldelen. Aangezien deze wisseldelen goedkoper zijn dan de kapitaalgoederen, zijn de kosten van voorraad binnen repair-by-replace lager dan in het traditionele concept.

Door het reparatieproces te ontkoppelen van het onderhoudsproces dat het kapitaalgoed doorloopt en daarmee deze werkzaamheden van het kritieke pad te halen, wordt het onderhoudsproces eenvoudiger. Hierdoor wordt ook de controle op en het beheersen van het proces eenvoudiger.

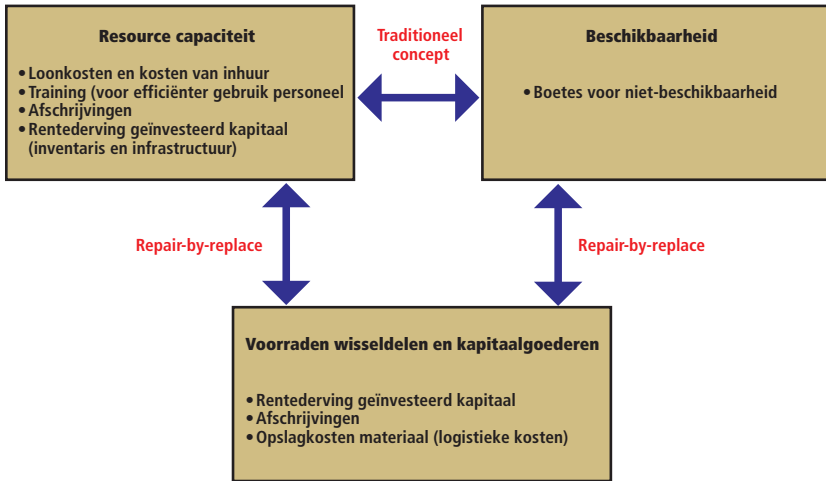
Ten slotte maakt repair-by-replace transparant welke werkzaamheden nog uitgevoerd moeten worden voordat het kapitaalgoed weer beschikbaar is en wanneer deze werkzaamheden gereed zijn. Hierdoor leent de opzet van repair-by-replace zich goed voor implementatie van Visual Factory, wat de transparantie van het systeem verder vergroot.

2.2.2 **Repair-or-replace; de aanpak van LCW**

Ondanks de voordelen van vervangen ten opzichte van repareren, zijn er situaties waarin toch de voorkeur aan repareren wordt gegeven. Om deze reden wordt door LCW niet in alle gevallen vervangen, maar in bepaalde gevallen gerepareerd. In dit document wordt derhalve met de methode ABM bedoeld: het vervangen van onderdelen in plaats van repareren in het geval dit het verstandigste is om te doen. In deze paragraaf wordt ingegaan op de factoren die van invloed zijn op de keuze repair-or-replace.

De keuze repair-or-replace wordt gemaakt op basis van kosten. Om het optimum, de situatie met de laagste kosten, te bepalen, worden bepaalde variabelen tegen elkaar afgewogen in de keuze tussen repareren of vervangen. In het traditionele concept worden de kosten van de inzet van resources afgewogen tegen de kosten van (niet-)beschikbaarheid. In het repair-by-replace concept geldt dezelfde afweging voor de (de)montageprocessen. Voor reparatiewerk worden de inzet van resources en de kosten van (niet-)beschikbaarheid afgewogen tegen de kosten van voorraden (zowel voorraad wisseldelen als voorraad kapitaalgoederen). Figuur 8 illustreert deze afwegingen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de kosten van het niet (voldoende) beschikbaar zijn van het kapitaalgoed voor

de gebruiker en het onderhoudsbedrijf kunnen verschillen. De kosten van niet-beschikbaarheid voor de gebruiker zijn niet algemeen vast te stellen, al zijn deze voor kapitaalgoederen typisch hoog. Voor het maken van de afweging, worden deze kosten gelijkgesteld aan de kosten van het aanhouden van extra kapitaalgoederen (bestaande uit afschrijvingskosten, rentederving en logistieke kosten).



Figuur 8 – Optimalisatie trade-offs binnen de verschillende concepten

Uitzonderingen

Op basis van de trade-offs uit Figuur 8 kan repareren voordeliger uitvallen dan vervangen. Echter in sommige organisaties staat de resource capaciteit vast waardoor er geen sprake is van trade-off. Dit is bijvoorbeeld het geval indien er een bepaalde hoeveelheid tooling en equipment (T&E) aanwezig is of personeel in dienst is dat niet kan afvloeien. In dit soort gevallen komt het voor dat het vervangen van onderdelen niet nodig is omdat de overcapaciteit aan resources kan worden ingezet om het onderdeel te repareren voordat de beschikbaarheid in gevaar komt. Hetzelfde geldt voor situaties waarin de beschikbaarheid ver boven het geëiste niveau ligt. Hierdoor is er geen noodzaak tot korte doorlooptijden en wordt er op de kosten van het op voorraad houden van wisseldelen bespaard.

Repareren kan ook optimaal zijn in het geval dat de reparatietijden kort zijn vergeleken met de (de)montagetijden, de levertijden uit de voorraad en de mean time between failure. In dit laatste geval is de frequentie waarmee een wisseldeel gebruikt wordt en daarmee de efficiency van het houden van voorraad laag. Ook indien een onderdeel geïnstalleerd (zonder het te (de)monteren) kan worden gerepareerd, ligt repareren voor de hand.

Ten slotte worden onderdelen gerepareerd indien er voldoende capaciteit beschikbaar is om de reparatie uit te voeren binnen het vastgestelde kritieke pad om het kapitaalgoed weer beschikbaar te maken. Dit komt voor in het geval een kapitaalgoed meerdere defecten vertoont en het vervangen van een van de defecte onderdelen langer duurt dan het repareren van een ander onderdeel.

Box 3 illustreert de kosten en overwegingen op basis waarvan gekozen wordt voor repareren of vervangen.

Voorbeeld

Een systeem bestaande uit verschillende onderdelen heeft onderhoud nodig. Na inspectie blijkt dat onderdeel A en B gerepareerd of vervangen dienen te worden. Onderdeel A vertegenwoordigt 10% en onderdeel B 30% van de waarde van het totale systeem. De reparatie en (de)montage tijden staan in onderstaande tabel.

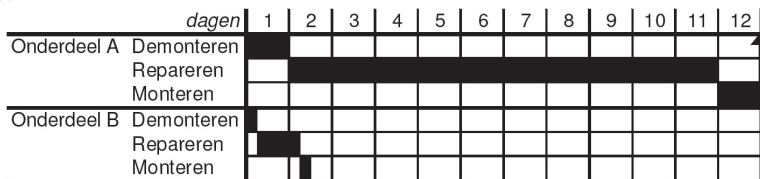
Onderdeel	Demontage	Reparatie	Montage
A	1 dag	10 dagen	1 dag
B	2 uur	1 dag	2 uur

Traditioneel concept; repair

Wanneer beide onderdelen direct gerepareerd worden, zijn er geen wisseldelen nodig en bedraagt de doorlooptijd van het onderhoud 12 dagen (1 dag + 10 dagen + 1 dag)⁴. Om de beschikbaarheid van kapitaalgoederen gedurende deze periode te garanderen, moet er een reservesysteem zijn. De kosten die samenhangen met het aanhouden van dit reservesysteem over de doorlooptijd van de reparatie bedragen:

12 dagen x K_{SYSTEEM} = 12,0 K_{SYSTEEM} , waarbij K_{SYSTEEM} de kosten per dag van het totale systeem zijn (rentederving, afschrijving, etc.).

Onderstaande figuur illustreert de doorlooptijd van het toepassen van het traditioneel concept. De pijl geeft het kritische pad en daarmee het moment dat het systeem weer beschikbaar is aan.



Repair-by-replace

Wanneer de beide te repareren onderdelen direct vervangen worden, is er korter behoefte aan reservesystemen. Alleen tijdens de demontage en montage is hier behoefte aan om de beschikbaarheid op het gewenste niveau te houden. Wel zijn voor beide onderdelen gedurende de reparatie reserveonderdelen nodig. De kosten voor het reservesysteem en de wisseldelen bedragen:

2 dagen x K_{SYSTEEM} + 10 dagen x K_A + 1 dag x K_B = 2 K_{SYSTEEM} + 10 x 10% K_{SYSTEEM} + 1 x 30% K_{SYSTEEM} = 3,3 K_{SYSTEEM}

Onderstaande figuur illustreert de doorlooptijd van het toepassen van het repair-by-replace concept. Uit de figuur kan worden afgelezen dat het systeem na 2 dagen weer beschikbaar is, terwijl de reparatie van onderdeel A dan nog gaande is.

		dagen											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Onderdeel A	Demonteren	█	█										
	Repareren		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Monteren												
Onderdeel B	Demonteren	█											
	Repareren	█	█										
	Monteren	█	█										

Availability Based Maintenance

Door bovenstaande concepten te combineren in ABM wordt eerst op basis van de vervangtijden (oftewel de demontage- en montagetijden) het kritieke pad vastgesteld. De vervangtijd voor onderdeel A bedraagt 2 dagen, die voor onderdeel B 4 uur. Dit betekent dat de activiteiten die op het kritieke pad liggen een doorlooptijd van 2 dagen hebben. Indien er onderdelen zijn die binnen dit kritieke pad gedemonteerd, gerepareerd en gemonteerd kunnen worden, dan heeft dit de voorkeur boven vervangen (op voorwaarde dat er voldoende resources voor de reparatie beschikbaar zijn). Aangezien de doorlooptijd van het repareren en terugplaatsen van onderdeel B 1,5 dag bedraagt, past dit binnen het kritieke pad en wordt onderdeel B gerepareerd parallel aan het demonteren en monteren van onderdeel A. Hierdoor is er alleen voor onderdeel A en niet voor onderdeel B een wisseldeel nodig. Alleen tijdens de demontage en montage van onderdeel A is een reservesysteem nodig om de beschikbaarheid op het gewenste niveau te houden. De kosten voor het reservesysteem en het wisseldeel (onderdeel A) op voorraad bedragen:

$$2 \text{ dagen} \times K_{\text{SYSTEEM}} + 10 \text{ dagen} \times K_A = 2 K_{\text{SYSTEEM}} + 10 \times 10\% K_{\text{SYSTEEM}} = 3,0 K_{\text{SYSTEEM}}$$

Onderstaande figuur illustreert de doorlooptijd van het toepassen van het combinatie concept. De figuur illustreert dat het toepassen van het repareren van onderdeel B (t.o.v. het vervangen van alle onderdelen) geen invloed op de doorlooptijd of beschikbaarheid heeft. Het heeft alleen invloed op de hoeveelheid wisseldelen die dient te worden aangehouden. De lagere hoeveelheid wisseldelen resulteert in lagere voorraadkosten.

		dagen											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Onderdeel A	Demonteren	█	█										
	Repareren		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Monteren												
Onderdeel B	Demonteren	█											
	Repareren	█	█										
	Monteren	█	█										

Box 3 – Voorbeeld keuze repair or replace

⁴ De demontage-, reparatie- en montagetijden van onderdeel A zijn groter dan die van onderdeel B, waardoor de tijden van onderdeel A op het kritieke pad liggen, oftewel maatgevend zijn.

HOOFDSTUK 3 **Vorbereiding en analyse**

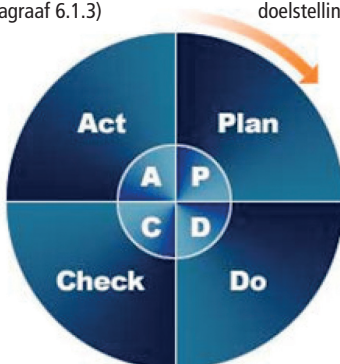
Dit hoofdstuk beschrijft de stappen die genomen dienen te worden ter voorbereiding van een verbetertraject op basis van repair-or-replace. Het illustreert vervolgens hoe deze voorbereiding plaatsvond in het verbetertraject van LCW. Hoofdstuk 4 gaat in op het ontwerpen van het nieuwe proces terwijl in Hoofdstuk 5 de implementatie van dit proces beschrijft. Om de kwaliteit van de stappen die in deze hoofdstukken worden beschreven te waarborgen, wordt gebruik gemaakt van het principe plan-do-check-act (zie Box 4) waar dit van toepassing is.

PDCA

De PDCA (plan-do-check-act) kwaliteitscirkel van Deming is een hulpmiddel voor kwaliteitsmanagement die vier activiteiten beschrijft die kunnen zorgen voor een betere kwaliteit. Onderstaande figuur illustreert de PDCA cyclus, geeft aan welke activiteiten binnen ieder van de stappen plaatsvinden en beschrijft waar deze stappen voor het verbetertraject in dit document zijn opgenomen.

Act: evalueer afwijkingen en resultaten en neem actie. Herontwerp de processen indien nodig voordat deze opnieuw worden uitgevoerd (Paragraaf 6.1.3)

Plan: opstellen van een plan voor de uitvoering van processen en vaststellen van normen en concrete doelstellingen (Hoofdstuk 3)



Check: controleer de processen op de uitvoering en registreer afwijkingen op de norm. Meet de beoogde resultaten (Paragraaf 6.1.2)

Do: voer de geplande processen uit (Hoofdstuk 4 en 5)

De cirkel is iteratief, wat wil zeggen dat de stappen doorlopend gevolgd worden om een proces continu te verbeteren. Om deze verbetering zichtbaar te maken worden veelal KPI's gebruikt.

KPI's

Om in de dagelijkse praktijk rekening te houden met de abstractere lange termijn doelen, stellen ondernemingen operationele doelstellingen. De voortgang die wordt bereikt in het nastreven van deze operationele doelstellingen kan worden gemonitord met KPI's.

De KPI's dienen alle primaire doelen van een organisatie te dekken en SMART oftewel specifiek, meetbaar, acceptabel, realiseerbaar en tijdsgebonden gedefinieerd te zijn.

Box 4 – Plan-do-check-act en KPI's

3.1 Voorbereiden verbeteringstraject ABM

In de voorbereiding van het verbeteren van het motoronderhoudproces worden een aantal stappen onderscheiden. Figuur 9 geeft deze stappen weer. De volgende subparagrafen beschrijven deze stappen en illustreren ze door voorbeelden van het implementatietraject van ABM van het motoronderhoud van LCW aan te halen.



Figuur 9 – Stappen voorbereiding verbeteringstraject

3.1.1 **Stap 1: Raadplegen externe bronnen, literatuur, vergelijkbare organisaties**

De eerste stap in het voorbereiden van het verbetertraject is het in kaart brengen van bestaande kennis en ervaringen van anderen. Zo wordt geleerd van ervaringen / lessons learnt die organisaties hebben opgedaan die eerder een verbetertraject doorliepen. Ook worden op basis hiervan de voor- en nadelen van strategieën van andere organisaties geïnventariseerd.

Het hebben van een goed beeld van de verbetermogelijkheden stelt een organisatie in staat realistische doelstellingen voor het verbetertraject vast te stellen. Deze doelstellingen worden in de volgende stap (stap 2) gebruikt om draagvlak te creëren onder beleidsmakers.

Om inzicht te verkrijgen in mogelijke verbeterpunten van het motoronderhoudproces bij LCW heeft LCW een overzicht gemaakt van wat Best practices in onderhoud zijn en een aantal werkbezoeken aan buitenlandse onderhoudsbedrijven gebracht. Ook deze bedrijven hebben de afgelopen jaren hun onderhoudsprocessen verbeterd, al focusen deze veranderingen zich met name op de optimalisatie van fysieke stromen over de werkvloer. Dit houdt in dat er gezocht wordt naar een logistiek concept waarbij producten die het proces doorlopen (en dus van werkbank naar werkbank gaan) in één richting door de fabriek bewegen in plaats van kras over de werkvloer. Dit reduceert transportafstanden en de daarmee samenhangende kosten. In de bezochte faciliteiten werd minder aandacht besteed aan het veranderen of optimaliseren van de onderhoudsprocessen zelf.

Een aantal buitenlandse onderhoudsbedrijven heeft ook ervaring met het onderbrengen van het onderhoudsproces in marktgerichte organisatievormen zoals het uitbesteden van onderhoud en het opzetten van PPS organisaties. Uit deze ervaringen blijkt onder andere dat het uitbesteden van onderhoudswerk kan leiden tot:

- Een monopoliepositie van het onderhoudsbedrijf met de negatieve kosteneffecten voor de klant (de defensieorganisatie) van dien; en
- Een terugval in kennis bij de defensieorganisatie waardoor de werkzaamheden van

een particuliere uitvoerder moeilijk te toetsen zijn, wat de machtspositie van de klant ten opzichte van de uitvoerder verder verzwakt.

Deze redenen stimuleren defensieorganisaties in landen waar ervaring met het uitbesteden van onderhoud is opgebouwd in toenemende mate te kiezen voor PPS organisaties in plaats van volledige uitbesteding aan marktpartijen.

Naast het bezoeken van buitenlandse onderhoudsbedrijven is er voor de start van het herontwerp van het onderhoudsproces gekeken naar bestaande logistieke concepten die gehanteerd worden om onderhouds- of productieprocessen te verbeteren (zie Box 5, pagina 61).

3.1.2 **Stap 2: Vaststellen (beleids)doelen van het verbetertraject**

Een belangrijke stap in de voorbereiding is het vaststellen van de (beleids)doelen van het verbetertraject. Het hebben van een goed beeld hiervan is noodzakelijk om in een volgend stadium andere belanghebbenden (zoals de beleidsmakers) te overtuigen van het nut en noodzaak van een verbeteringstraject. Ook kan aan de hand hiervan tijdens de krachtenveldanalyse (in stap 4) beter worden ingeschat hoe bepaalde personen binnen het krachtenveld zich zullen positioneren en hoe deze (wellicht door anderen) beïnvloed kunnen worden. Ten slotte wordt door het helder formuleren van de doelen gericht gezocht naar geschikte projectteamleden voor de volgende stap.

De primaire aanleiding voor het verbetertraject bij LCW was de tegenvallende beschikbaarheid van kapitaalgoederen. Het verbetertraject beoogde dan ook de doorlooptijd van onderhoud te reduceren en zo de beschikbaarheid te verbeteren. Indien de beschikbaarheid niet snel verbeterde kon dit tot het stopzetten van de onderhoudsactiviteiten door LCW leiden. Hiermee werden doel en reden heel duidelijk neergezet.

3.1.3 **Stap 3: Opzetten projectorganisatie**

Voorafgaand aan het opzetten van de projectorganisatie dienen de taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van de projectorganisatie duidelijk te zijn omschreven. De projectorganisatie bestaat uit:

- De opdrachtgever: is een lid van het management (bijvoorbeeld de directeur);
- De projectleider (de opdrachtnemer);
- Teamleden.

Bij het opzetten van de projectorganisatie zijn twee teams nodig: een conceptueel team en een projectteam. In de voorbereidingsfase stelt het conceptueel team de doelen vast, creëert draagvlak, brengt het bestaande proces in kaart, en bedenkt en verbetert concepten. In de implementatiefase wordt een team samengesteld met mensen die na invoering van het concept hiermee gaan werken. Dit team wordt hier het projectteam genoemd.

Het doorvoeren van een verbetertraject kan door sommige mensen binnen de organisatie als bedreigend (voor hun positie) worden ervaren waardoor het weerstand opwekt. Essentieel bij het opzetten van de projectorganisatie is dat deze voldoende mandaat en steun krijgt van de leiding / management van de organisatie en tegen deze weerstand bestand is. Zonder deze steun zowel binnen de eigen organisatie als naar buiten toe, zal het verbetertraject niet succesvol zijn. De persoon / directie die deze steun geeft en uitsprekt hoeft geen lid te zijn van het conceptueel team. Vanwege zijn communicatierol en functie als eindverantwoordelijke moet deze persoon wel goed op de hoogte zijn van de vorderingen die het project en de teams maken.

De conceptueel teamleden dienen volledig vrijgemaakt te worden voor het verbetertraject. Ze dienen over complementaire vaardigheden te beschikken zoals het:

- Vertalen van de complexe theorie van onderhoudsconcepten naar praktische werkinstructies;
- Die ze goed communiceren binnen het projectteam en naar de werkvloer⁵; en
- Coördineren van de verschillende deelprocessen van de implementatie van ABM.

De kwaliteit van het conceptueel team en de interactie tussen de leden onderling is een essentiële succesfactor voor het slagen van het project.

Een verander- of verbetertraject roept weerstand op binnen de organisatie omdat het bestaande belangen aantast. Bij het samenstellen van het conceptueel team moet daarom gezorgd worden dat teamleden geen belangenconflict hebben tussen het uitvoeren van hun projectteamtaken en de rol die zij na het verbetertraject vervullen.

Naast mensen van binnen de organisatie, kunnen ook externen betrokken worden bij het verbetertraject. Zij hebben een adviserende of specialistische rol en nemen niet het voortouw in de projectorganisatie. Wanneer zij wel een dergelijke rol hebben, voegt dit minder ervaring toe aan de eigen organisatie. Daarnaast zijn externen minder bekend met de praktijk van het werk en de cultuur binnen de organisatie.

⁵ Met werkvloer wordt hier verwezen naar het personeel op de werkvloer.

De directeur van het LCW was de opdrachtgever en committeerde zich aan de implementatie van het verbetertraject. Hij nam hiermee de politieke verantwoordelijkheid voor het slagen van het traject en was waar nodig beschikbaar om stakeholders te overtuigen van het nut en de noodzaak van het verbetertraject. Dit maakte voor het conceptueel team de weg vrij om een gedetailleerde analyse uit te voeren naar het functioneren van het onderhoudsproces, voorbereidingen te treffen om het proces te verbeteren en ten slotte de voorgenomen verbeteringen door te voeren.

Het conceptueel team van LCW dat verantwoordelijkheid nam voor het verbetertraject bestond uit vier personen. Het team omvatte naast de directeur van het LCW een projectleider die op strategisch niveau concepten opstelde en twee teamleden. Een van deze leden implementeerde de strategische concepten en vertaalde / detailleerde deze naar tactische concepten. Het tweede teamlid was op de werkvloer aanwezig, implementeerde de tactische concepten en werkte mee bij / leidde de praktische uitvoering van de concepten op de vloer in samenwerking met het projectteam. Het projectteam omvatte naast de teamleden van het conceptueel team tevens een medewerker van de werkvloer waardoor er veel praktische kennis in het projectteam aanwezig was. Deze opzet waarbij er niet alleen een concept werd aangereikt, maar tevens de implementatie ervan werd begeleid, leidde tot vertrouwen van de kant van de werkvloer.

Tijdens het verbetertraject is er veelvuldig gebruik gemaakt van stagiaires ter ondersteuning van het conceptueel team. Deze stagiaires onderzochten en detailleerden deelproblemen waardoor het conceptueel team ontlast werd en zich op de hoofdzaken kon richten. Daarnaast zijn externe adviseurs / erkende specialisten gebruikt bij het onderbouwen van beslissingen op het gebied van onderhoudsprocessen.

3.1.4 **Stap 4: Creëren draagvlak beleidsmakers**

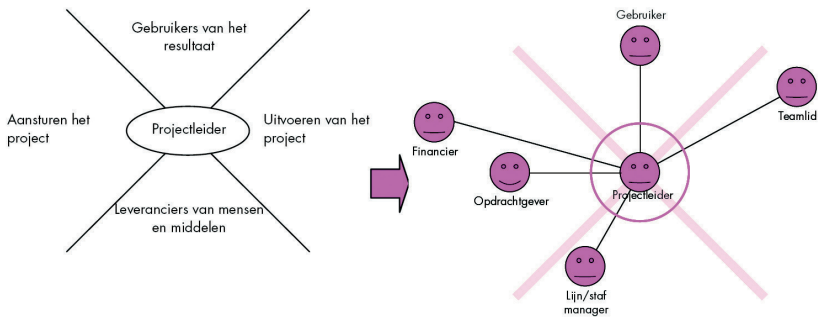
Zoals reeds genoemd is het verkrijgen van de actieve steun van de hoogst leidinggevende onontbeerlijk om het verbeteringstraject succesvol te doorlopen. Voor het verkrijgen van deze steun dienen de voorgenoemde beleidsdoelen helder te zijn aangezien de leiding het project intern en extern moet verkopen.

Zodra de leidinggevende zich achter het project heeft geschaard, wordt er een gedetailleerde analyse gemaakt van de actoren die invloed hebben op het slagen van het project. Hun houding ten opzichte van het project, personen rond het project die zij kunnen beïnvloeden en personen door wie zij worden beïnvloed, worden hierbij in kaart gebracht. Een dergelijke analyse kan gedaan worden via een krachtenveldanalyse. Figuur 10 geeft een overzicht van de stappen van een krachtenveldanalyse.



Figuur 10 – Stappen krachtenveldanalyse

Figuur 11 illustreert de relatieanalyse zoals in stap 5 van bovenstaande proces wordt uitgevoerd.



Figuur 11 – Krachten in en om projecten – krachtenveldanalyse (bron: Groote et al, 1997)

De linker figuur illustreert de verschillende groepen actoren die onderscheiden worden in een relatieanalyse. De rechter figuur laat zien welke actoren zich in deze groepen kunnen bevinden en hoe deze actoren ten opzichte van een andere actor staan (in het voorbeeld in Figuur 11: t.o.v. de projectleider). Deze houding wordt in de figuur d.m.v. smileys aangegeven.

Aangezien het verbetertraject bestaande machtsverhoudingen, rollen en werkinhoud wijzigt, is er mogelijk weerstand tegen het project. De invloed van de voorstanders van het traject wordt aangewend om de (potentiële) tegenstanders te overtuigen.

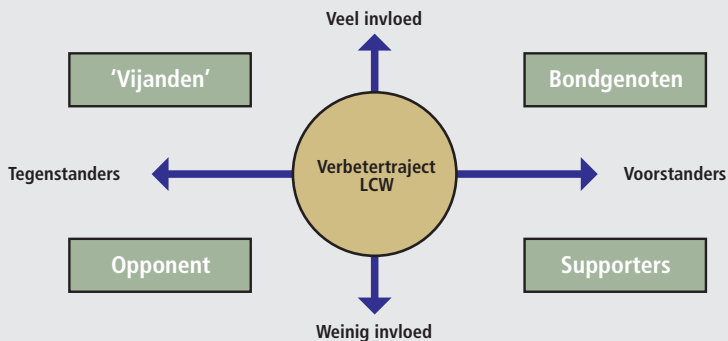
Zodra er voldoende draagvlak is voor het uitvoeren voor het project, stelt het conceptueel team de operationele doelen van het verbetertraject vast (zie stap 5). Het creëren en onderhouden van draagvlak is een continu proces gedurende het project. Enerzijds gebeurt dit door de actoren binnen het krachtenveld te blijven informeren over de voortgang van het project. Anderzijds vindt dit plaats door de stappen uit Figuur 10 periodiek te doorlopen, waardoor de krachtenveldanalyse wordt geactualiseerd. Dit is nodig om de voorstanders van het project aan boord te houden en om tegenstanders blijvend te bewegen om hun tegenstand te laten varen. Tegelijkertijd dienen actoren/posities die gedurende de looptijd van het project veranderen van de noodzaak van het project overtuigd te worden.

Bij LCW heeft het projectteam een uitgebreide krachtenveldanalyse uitgevoerd en heeft op basis van de bevindingen hieruit actief dit krachtenveld beïnvloed. Bij het beïnvloeden van het krachtenveld wist het projectteam zich gesteund door de directeur van LCW. De aanpak van de krachtenveldanalyse was als volgt:

- Identificeren welke actoren invloed op het welslagen van het project hebben;
- Vaststellen hoe groot deze invloed is en of deze positief of negatief gericht is;
- Inventariseren hoe negatieve invloeden door positief gestemde personen kunnen worden beïnvloed;
- Beïnvloeden krachtenveld.

Figuur 12 illustreert hoe de krachtenveldanalyse die LCW uitvoerde de actoren rangschikt op basis van hun invloed en hun houding ten opzichte van het project. Voorstanders van het traject worden door het projectteam gevoed met argumenten om tegenstanders op wie zij invloed hebben te overtuigen van het nut van het project. Een groot deel van de argumenten van het projectteam met betrekking tot potentiële baten van het verbetertraject is door externe onderzoeksbureaus onderbouwd en gevalideerd. Daarnaast zijn er veelvuldig stagiaires ingezet om data analyses uit te voeren ter onderbouwing van de argumenten van het projectteam voor het verbetertraject. De resultaten van deze analyses zijn gedeeld met het hele projectteam. Hierdoor waren de personen die actief het krachtenveld beïnvloedden op de hoogte van de onderbouwing van de argumenten en gebruikten deze analyse om tegenargumenten te weerleggen.

Het beïnvloeden van het krachtenveld rond de goedkeuring tot het verbetertraject en het onderhouden van het draagvlak voor het project vindt gedurende de hele looptijd van het project plaats. Om het draagvlak te onderhouden werden de belangrijkste actoren (LSK en de beleidsmakers op het Ministerie van Defensie) gedurende het project maandelijks geïnformeerd over de voortgang van het project. Tevens werden er rondleidingen gegeven in de onderhoudsfaciliteit om te illustreren welke vooruitgang er geboekt werd.



Figuur 12 – Krachtenveldanalyse LCW

3.1.5 **Stap 5: Vaststellen operationele doelen / targets van het verbetertraject**

Zodra de vorige stap een go-ahead voor de start van het project oplevert, worden de beleidsdoelen (zie Stap 2) door het projectteam vertaald naar operationele doelen. Deze operationele doelen zijn een praktische uitwerking van de beleidsdoelen. Zo wordt het beleidsdoel 'het verhogen van de beschikbaarheid van de kapitaalgoederen' vertaald naar operationele doelen m.b.t. wachttijden, doorlooptijden, interne transporttijd, voorraadniveaus, etc. In veel gevallen komen operationele doelen voort uit wensen van de klant. Voorbeelden hiervan zijn doelen op het gebied van: leverbetrouwbaarheid, maximale doorlooptijd, transparantie van het onderhoudsproces, etc. Voor het ontwerp van het verbeterde proces is het belangrijk vast te stellen welke eisen er aan de performance van het nieuwe proces gesteld worden. In het geval van (performance) eisen van de klant, dienen er afspraken gemaakt te worden over het geval er (tijdelijk) niet aan de eisen wordt voldaan.

Om de doelen helder en eenduidig vast te stellen en de voortgang op het behalen van deze doelen te monitoren, wordt gebruik gemaakt van Key Performance Indicators (KPI's). Deze KPI's dienen voldoende specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch en tijdgebonden te zijn zonder ambitie en motivatie in de weg te staan. Daarnaast dient het totaal aan KPI's de doelen van de organisatie af te dekken. Indien het niet lukt om voor een doel een KPI te definiëren, dienen de KPI's de subdoelen die gezamenlijk dat doel vormen af te dekken. Voor het behalen van een KPI dient specifiek iemand verantwoordelijk te zijn. Om de prestatie van de verantwoordelijke te monitoren, wordt er periodiek data verzameld / een meetsysteem ingericht op basis waarvan de KPI score wordt vastgesteld. §5.1.8 gaat in op het implementeren van een dergelijk meetsysteem.

Door het personeel te betrekken bij de vertaling van beleidsdoelen naar operationele doelen en KPI's, voelt het personeel zich meer verantwoordelijk voor het behalen van deze doelen. Om deze reden is het vertalen van beleidsdoelen een belangrijke voorwaarde voor het creëren van draagvlak binnen de organisatie in de volgende stap (Stap 6). Tevens draagt het afspreken van heldere output bij aan het ondervangen van twijfels over het functioneren van het systeem. Dit draagt op zijn beurt bij aan het vergroten van het draagvlak zowel binnen als buiten de organisatie. Er kan immers verwezen worden naar tastbare, onweerlegbare output die het succes van het systeem onderstreept.

De belangrijkste KPI voor het motorenonderhoud van LCW is het voldoen aan de verplichting naar de klant (LSK) tenminste 87 motoren beschikbaar te hebben (van de 113 motoren die LCW in totaal in onderhoud heeft). LCW heeft afspraken gemaakt met LSK over de wijze waarop LCW dit realiseert. Daarbij heeft LCW de ruimte om een belangrijk deel van de keten te optimaliseren. Intern heeft LCW deze output indicator doorvertaald naar meerdere KPI's (zie Tabel 1). Deze doorvertaling detailleert de te realiseren output voor individuele afdelingen en draagt bij aan het behalen van de belangrijkste KPI.

Tabel 1 – KPI's LCW

KPI	Target
Serviceable Engine Count	87 engines
Turn Around Time	14 days for Core change; LPT change
Efficiency	129 hours for Core change
Engine Delivery DDC	next day
Productivity	77% of available time

De KPI's dekken de belangrijkste doelstellingen en processen van LCW af. Ze stellen Defensie in staat de performance van LCW te monitoren, doelen aan te scherpen en bij te sturen. Daarnaast zijn de KPI's herkenbare grootheden voor het personeel op de werkvloer in tegenstelling tot de beleidsdoelen. Door de doelen herkenbaar te maken, voelt het personeel zich meer met de resultaten van het verbetertraject verbonden en overzien ze beter waaraan ze zich committeren. Dit draagt bij aan de acceptatie en realisatie van het verbetertraject.

3.1.6 **Stap 6: Creëren draagvlak binnen organisatie**

Draagvlak voor het project wordt behalve onder beleidsmakers ook binnen de organisatie zelf gecreëerd. Bij het creëren van dit draagvlak worden de onder de vorige stap omschreven operationele doelen gebruikt om aan de werkvloer te laten zien wat het nastreven van de beleidsdoelen voor hen gaat betekenen. Het is belangrijk de werkvloer goed te doordringen van wat er precies van hen verwacht wordt en voor welke uitdaging ze staan (bijvoorbeeld het halen van de afgesproken doorlooptijd). Door de doorvertaling van beleidsdoelen naar operationele doelen worden deze herkenbaar en kan personeel zich aan deze doelen conformeren en zich motiveren ze te realiseren. Om de houding van personen binnen de eigen organisatie te inventariseren en mogelijk te beïnvloeden, wordt ook hier een krachtenveldanalyse gemaakt. Deze (krachtenveld)analyse omvat zowel het (middle) management als de werkvloer.

Het is niet ongebruikelijk dat het personeel de acute noodzaak voor een verbeteringstraject niet inziet. Dit kan het geval zijn omdat men ervan overtuigd is dat het oude proces voldoet, of men veranderingen of de gevolgen van een reorganisatie vreest. Zaken die binnen het oude proces niet goed lopen, worden vaak niet uitgesproken. Vooral van werknemers die over 'verworven rechten' beschikken, kan weerstand tegen veranderingen verwacht worden.

Om het personeel het nut van een verbetertraject in te laten zien, moet dit nut eerst in theorie en later in praktijk gedemonstreerd worden. Zo is het belangrijk duidelijk en herkenbaar aan het personeel aan te geven:

- Wat de aanleiding is van het verbetertraject;
- Waarom het verbetertraject wordt ingezet;
- Wat de doelstellingen (beoogde resultaten) zijn;
- Wat de aanpak is om dit te realiseren;
- Wat de aanpak en het verbetertraject betekenen voor de medewerkers; en
- Wat de voordelen voor de medewerkers zijn.

Het behalen van de beoogde resultaten dient aannemelijk gemaakt te worden. Dit kan onder andere door externe adviseurs de voorgestelde concepten te laten doorrekenen. In een later stadium wordt het concept binnen een deelproces, bijvoorbeeld een bepaald onderdeel of module, gedemonstreerd. Vergaderingen, hei-sessies, et cetera zijn goede gelegenheden om personeel te betrekken bij het oplossen van het probleem.

Een ander belangrijk aspect van het meekrijgen van het personeel is duidelijk maken dat de top van het management / directie volledig achter het verbetertraject staat, bijvoorbeeld door ze regelmatig het personeel toe te laten spreken.

Daarnaast dient het personeel betrokken te worden bij het project door ze mee te laten denken over wat er op welke manier verbeterd kan worden. Personeel wordt gestimuleerd om mee te denken door het uitwerken van het concept zichtbaar voor het personeel op de werkvloer uit te voeren. Door het conceptueel team (een deel van haar) werkzaamheden op de werkvloer uit te laten voeren, ziet het personeel waar het team mee bezig is. Tevens vinden er korte periodieke bijeenkomsten plaats waarin de planning wordt doorgenomen en waar verantwoordelijkheden worden afgesproken. Hierdoor weet het personeel wat er speelt en wie waarvoor verantwoordelijk is. Een effectieve manier om draagvlak te creëren, is de informele leiders en het meest kritische personeel nauw te betrekken en voor het verbetertraject te winnen.

Een goede manier om het draagvlak op de werkvloer te onderhouden, is de successen die voortkomen uit het traject op te dragen aan de werkvloer en te vieren.

Ten slotte zal er personeel zijn dat zich blijft verzetten tegen het verbetertraject en niet mee wil werken aan de implementatie ervan. ABM legt veel verantwoordelijkheid bij het personeel op de werkvloer, bijvoorbeeld doordat personeel zelf in dient te schatten of werkzaamheden binnen een bestaand kritisch pad uitgevoerd kunnen worden. Om deze reden is het belangrijk dat het personeel het proces steunt en niet frustreert. Als dit laatste wel het geval is, wordt er afscheid genomen van deze medewerkers.

Het creëren van draagvlak op operationeel niveau vond bij LCW met name plaats bij twee typen personeel: 1) het personeel op de werkvloer, en 2) het middle-management.

Het middle-management bestond grotendeels uit personeel dat vroeger actief was op de werkvloer en gaandeweg was doorgegroeid naar leidinggevende functies. Over het algemeen was de houding van het middle-management ten opzichte van het verbetertraject negatief, omdat dit als een bedreiging van verworven rechten werd beschouwd. Voor het verbeteren van het onderhoudsproces werd al het personeel uitgenodigd mee te denken en mee te doen. Het middle-management heeft deze uitnodiging niet aangenomen. Naar aanleiding hiervan zijn een aantal sleutelfiguren binnen de onderhoudsorganisatie vervangen. Dankzij de steun van de leiding van LCW konden deze maatregelen en het verbetertraject doorgezet worden.

In de situatie voor het verbetertraject ervoer het personeel op de werkvloer problemen met het onderhoudsproces. Zo was er te weinig werk (leegloop) en werd er door gebrekkige planning extra capaciteit ingehuurd om het schaarse werk te doen. Deze situatie drukte de arbeidsvreugd onder het onderhoudspersoneel. Om deze redenen stond het personeel op de werkvloer positiever (dan het middle-management) tegenover het verbetertraject. Om de werkvloer actief te betrekken, kregen de informele leiders en sceptici onder het personeel een grote rol binnen het reorganiseren van het motorenonderhoudproces van LCW. Door het commitment van deze mensen werd tevens de inzet van het overige personeel zeker gesteld. Het draagvlak onder het personeel op de werkvloer werd vergroot door centraal in de motorshop een informatiepunt in te richten waar met borden de planning zichtbaar gemaakt werd. Deze centrale plaats werkte als informatiepunt en als locatie waar iedere maandagochtend een stand-up meeting werd gehouden. In deze meeting werden kort de planning voor de komende week en de verantwoordelijkheden voor iedereen binnen het team besproken. Ook werd het personeel van LCW regelmatig toegesproken door de directeur van LCW. Tijdens deze 'zeepkistsessies' werd het belang van het verbetertraject voor het voortbestaan van LCW duidelijk naar voren gebracht en werd de rol die het personeel hierin speelde benadrukt. Deze sessies illustreerden dat de leiding van LCW achter het verbetertraject stond. Daarnaast was een van de leden van het projectteam continu aanwezig op de werkvloer om personeel te begeleiden en zelf te demonstreren dat procestijden zoals die in het oude proces gehanteerd werden te lang waren. De behaalde resultaten, zoals een verbeterde planning en inzet van personeel, minder inhuur van externe arbeid en een verkorte doorlooptijd van onderhoud werkten enthousiasmerend op het personeel.

Daarnaast werd het verbetertraject het traject van het personeel gemaakt door deze zoveel mogelijk te betrekken. Een voorbeeld hiervan is het ontwerpen van het nieuwe proces. Dit gebeurde in een speciaal daarvoor ingerichte cell midden op de werkvloer. Hierdoor zag het personeel wat er bedacht werd, kon daar direct feedback op geven en actief in meedenken. Dit vergrootte de acceptatie van het verbetertraject en verbeterde (de implementatie van) het concept door er meer praktijkervaring in te verwerken. Suggesties die door het personeel werden aangereikt aan het projectteam, zoals het verbeteren van de lichtinval in de faciliteit, werden waar mogelijk overgenomen om ervoor te zorgen dat het personeel zich serieus genomen voelde.

Bij het bereiken van milestones in het verbetertraject, bijvoorbeeld bij het behalen van de voorspelde doorlooptijden van bepaalde modules, werd dit bij LCW gevierd met de hele werkvloer. Tevens werd aan het behalen van deze milestones aandacht geschonken in het bedrijfsblad en werden hier interviews met betrokkenen in opgenomen.

3.1.7 **Stap 7: In kaart brengen startsituatie**

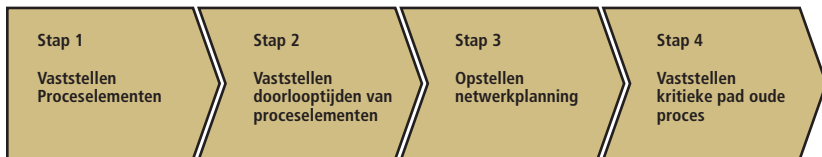
Om een goed beeld te krijgen van de onderhoudswerkzaamheden, wordt het proces van voor het verbetertraject in kaart gebracht. Dit geldt niet alleen voor het proces dat binnen de eigen organisatie doorlopen wordt, maar ook voor processen die door ketenpartners worden uitgevoerd. Door de ketenactiviteiten met een directe relatie met het onderhoudsproces in kaart te brengen, kan in de ontwerpfase van het nieuwe proces over een groter deel van de keten worden geoptimaliseerd. Dit biedt de mogelijkheid om een ketenoptimum te bereiken in plaats van optimalisatie van de eigen afdeling of organisatie.

Als de procesgrenzen zijn vastgelegd, wordt voor de activiteiten die binnen de eigen organisatie vallen gekeken welke stappen een te onderhouden systeem doorloopt (of kan doorlopen indien er meerdere paden zijn). Voor ieder van de (clusters van) onderhoudsactiviteiten die wordt uitgevoerd, wordt bepaald wat de doorlooptijden zijn en hoeveel en welke mensen erbij betrokken zijn. Tevens worden de verbanden en afhankelijkheden tussen de verschillende activiteiten inzichtelijk gemaakt.

Uit deze analyse volgt het kritieke pad van de startsituatie. Bij het ontwerp van het verbeterde proces in Hoofdstuk 4 wordt dit kritieke pad tegen het licht gehouden om:

- Mogelijke verbeteringen te identificeren (zoals minimaliseren slack: verschillen tussen de geldende norm en de daadwerkelijk benodigde tijd);
- Deelprocessen parallel uit te voeren; en
- Procestijden terug te brengen.

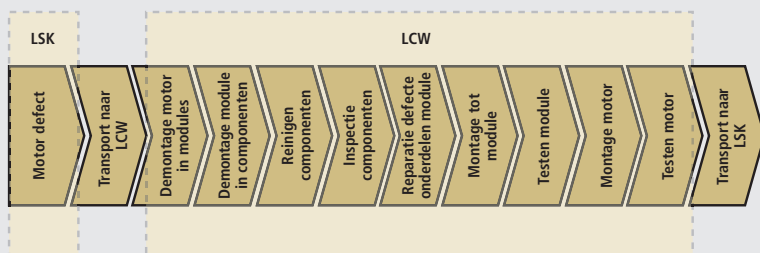
Figuur 13 illustreert de stappen die worden gezet om de startsituatie in kaart te brengen.



Figuur 13 – Stappen voor het in kaart brengen van de startsituatie

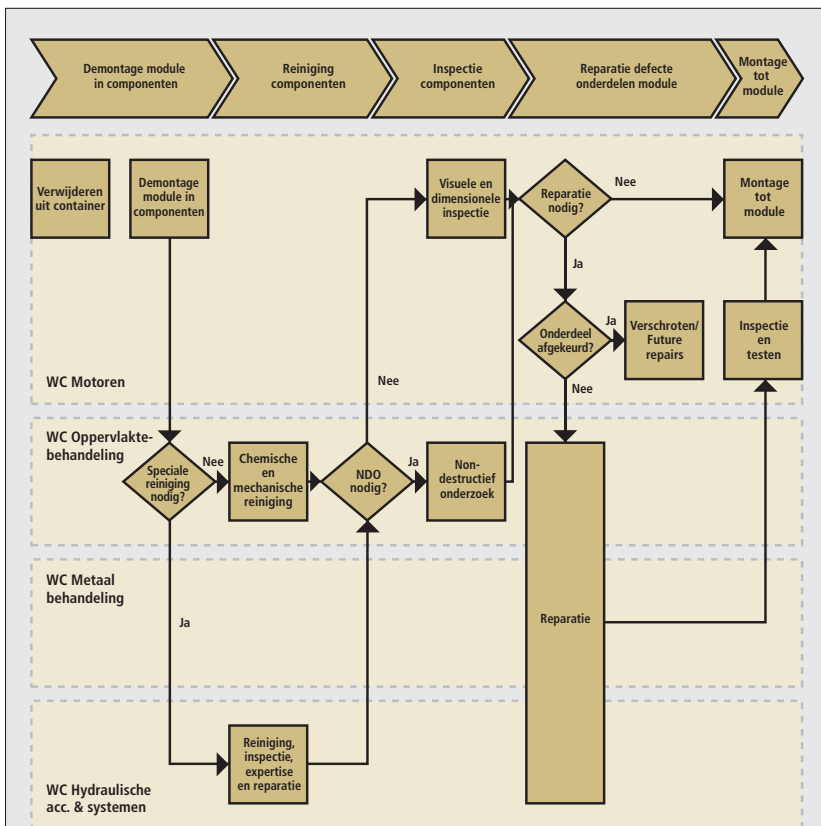
De belangrijke fase in het verbeteren van het onderhoudsproces bij LCW was het in kaart brengen van de procesflow in de startsituatie. In deze fase is vastgesteld welke stappen een motor/module/onderdeel doorloopt vanaf het moment dat er een defecte motor binnenkomt bij LCW tot het moment dat de gerepareerde motor LCW verlaat. Figuur 14 beschrijft deze procesflow.

In de situatie voor het verbetertraject werd een motor die een defect vertoonde op een vliegbasis (bij de klant) unserviceable gemeld. Dit werd doorgegeven aan LCW waarna DVVO de defecte motor naar Woensdrecht vervoerde. Na ontvangst van de motor op LCW werd deze geïnspecteerd en werd in overleg op basis van de klachten met de motor en de inspectie vastgesteld welke bewerkingen uitgevoerd dienden te worden. Op het moment dat er voldoende capaciteit beschikbaar was, werd(en) de defecte module(s) van de motor gedemonteerd. Het restant van de motor bleef intact en wachtte op de reparatie en assemblage van de defecte onderdelen. Modules werden tot op componentniveau uit elkaar gehaald die vervolgens werden gereinigd en geïnspecteerd. Oftewel; er werd vastgesteld wat het defect aan de module / component was. Na deze diagnose werden de defecte componenten ter reparatie aangeboden aan de repairshop; het onderdeel van LCW dat de reparaties aan de componenten uitvoert en waar eventueel defecte onderdelen worden vervangen. Na reparatie en / of vervanging werden de gerepareerde componenten geassembleerd en naar de module-assemblage afdeling gestuurd. Bepaalde onderhoudsactiviteiten aan motorencomponenten werden door het LCW bij de industrie uitbesteed en in geval van capaciteitsproblemen werden ook hele modules uitbesteed. Op de assemblageafdeling werd de module geassembleerd, getest en terug in de motor geplaatst. Na assemblage van de motor werd deze getest in een testbank en vervoerd naar de vliegbasis. Figuur 14 geeft schematisch weer welke stappen werden doorlopen en waar deze stappen plaatsvonden.



Figuur 14 – Onderhoudsproces Woensdrecht voor verbetertraject

De stappen die bij LCW plaatsvonden zoals geïllustreerd in Figuur 14, worden verder ontleed in activiteiten die plaatsvinden binnen de verschillende afdelingen of clusters van LCW. Figuur 15 geeft een gedetailleerd overzicht van de activiteiten en beslissingen die plaatsvonden binnen LCW en de verschillende clusters. De in de figuur weergegeven te doorlopen stappen, worden hieronder beschreven.



Figuur 15 – Onderhoudsproces op LCW

Demontage

Motormodules worden in een container bij het LCW Cluster Motoren & Modules aangeleverd vanuit de voorraad. Na verwijdering uit de container worden de modules behandeld in daarvoor bestemde module docks. Hier worden ze gedemonteerd waarna de onderdelen in de vorm van assemblages of losse componenten voor reiniging worden aangeboden. De gedemonteerde onderdelen worden door de specialisten op modulekarren geplaatst. Deze karren zijn zo ontworpen dat zij plaats bieden aan alle onderdelen van een bepaalde module. Op deze karren worden de onderdelen tussen de bewerkingsstations getransporteerd.

Reiniging

Het Cluster Oppervlaktebehandeling is verantwoordelijk voor de reiniging en beschikt over een verscheidenheid aan chemische- en mechanische reinigingsmiddelen. De werkzaamheden worden uitgevoerd door specialisten op het gebied van chemische- en mechanische reiniging.

Onder chemische reiniging verstaat men het behandelen van een onderdeel met chemicaliën, waardoor vuil en andere onreinheden losgeweekt of opgelost worden. Mechanische reiniging omvat de mechanische bewerking van een onderdeel met als doel onreinheden te verwijderen, zoals het zandstralen van bepaalde onderdelen. Bepaalde onderdelen worden direct naar het Cluster Hydraulica, Accessoires & Mechanische Vliegsystemen (HAS) gestuurd, waar zij een eigen traject voor reiniging, inspectie, expertise en reparatie volgen.

Inspectie

Na reiniging van de onderdelen worden verschillende onderdelen aangeboden voor Non-Destructief Onderzoek⁶ (NDO) op het Cluster Oppervlaktebehandeling. Via NDO kunnen defecten aan onderdelen en materialen worden vastgesteld die met het blote oog niet waar te nemen zijn. De onderdelen die geen NDO hoeven te ondergaan, worden teruggezonden naar het Cluster Motoren & Modules waar zij door een specialist visueel en dimensioneel geïnspecteerd worden. Aan de hand van de inspecties en werkorders besluit de specialist of het onderdeel al dan niet gerepareerd of vervangen gaat worden.

De onderdelen die verdere bewerkingen moeten ondergaan, worden aangeboden ter reparatie. Onderdelen die niet gerepareerd hoeven te worden, worden teruggeplaatst op de modulekar waar zij wachten tot alle onderdelen zijn gerepareerd. Op het moment dat alle onderdelen hun reparaties hebben doorlopen wordt de modulekar naar het Cluster Motoren & Modules gestuurd, alwaar de specialisten beginnen met de opbouw van de module.

Testen

LCW beschikt over verschillende testfaciliteiten waar sub-assemblages getest worden. Ook na voltooiing van de montage worden nog enkele tests uitgevoerd voordat een module wordt vrijgegeven.

Repareren

Per jaar worden er gemiddeld rond de 1000 verschillende motorgerelateerde reparaties en vervangingen uitgevoerd. Aangezien sommige onderdelen uit de voorraad komen en andere als onderdeel van een module binnenkomen, bestaan er kleine verschillen in de route die deze onderdelen door de reparatiewerkplaats afleggen. Onderdelen afkomstig van operationele velden worden na ontvangst (en tijdelijke opslag in het magazijn) eerst gereinigd bij het Cluster Oppervlaktebehandeling. Hier vindt tevens het NDO van de onderdelen plaats. Na het NDO beoordeelt, net als bij de modules, de specialist van het Cluster Motoren & Modules eventueel benodigde bewerkingen. De onderdelen afkomstig van de modules hebben de voorgaande stappen al in het moduletraject ondergaan. Als vastgesteld wordt dat bepaalde reparaties benodigd zijn, worden de onderdelen doorgestuurd. Als onderdelen niet meer repareerbaar zijn, worden ze afgekeurd en verschroot.

⁶ *Non-destructief houdt in dat de toegepaste technieken de staat van het materiaal of het onderdeel niet beïnvloeden.*

Het Cluster Metaalbehandeling voert de mechanische bewerkingen en de warmtebehandelingen uit. Dit cluster beschikt over een breed scala van machines en gereedschappen, waarmee een veelheid aan mechanische bewerkingen uitgevoerd wordt zoals lassen, draaien, slijpen, bankwerken, warmtebehandelingen en frezen. Chemische bewerkingen, zoals het galvaniseren van onderdelen, vallen onder de verantwoordelijkheid van het Cluster Oppervlaktebehandeling. Een deel van de reparaties wordt uitbesteed. Na reparatie worden de onderdelen teruggestuurd naar het Cluster Motoren & Modules. Daar worden de onderdelen nogmaals geïnspecteerd en getest, alvorens zij worden vrijgegeven.

3.1.8 **Stap 8: In kaart brengen beschikbare resources**

Voor het ontwerp van het nieuwe proces, dient er een goed overzicht te zijn van de aanwezige resources voor het verbetertraject. Onder resources vallen: personeel, tooling and equipment, inventaris, infrastructuur en voorraden. Van deze resources wordt in deze stap tevens vastgesteld wat de beschikbare capaciteit en resterende levensduur is en wat de kosten van operatie van deze resources zijn. Ook wordt geïnventariseerd of de resources afgestoten kunnen worden en welke kosten / opbrengsten hiermee gepaard gaan.

Voor T&E betekent dit dat de capaciteit en de conditie wordt vastgesteld. Het vaststellen van de conditie heeft als doel te bepalen of bepaalde T&E of inventaris ook na het verbetertraject nog inzetbaar is of (economisch) afgeschreven is.

Voor voorraden wordt vastgesteld of ze nog courant zijn en ingezet kunnen worden als onderdelen in de kapitaalgoederen of dat (bijvoorbeeld door modificaties) een onderdeel niet meer bruikbaar is.

Voor personeel ten slotte wordt een skill matrix opgesteld waaruit de capaciteiten van het personeel blijken. Tevens wordt gekeken hoe personeel ingezet kan worden en of (en tegen welke kosten) deze inzetbaarheid door omscholing of training verbreed kan worden.

LCW voert het verbeteringstraject per cell uit. Voor de eerste cellen die het verbetertraject doorloopt, is (mede vanwege het samenvoegen van T&E van ander luchtmachtbases) voldoende T&E (zoals opspanmiddelen, schroevendraaiers, steeksleutels en power tools) en inventaris aanwezig. Voor implementatie van het verbetertraject voor andere cellen, wordt een uitbreiding van T&E voorzien vanwege het cell-specifiek maken van T&E (zie hiervoor verder §5.1.2).

Het uitvoerend personeel van LCW bestaat uit opzichters en specialisten/monteurs. De specialisten zijn verdeeld over een groot aantal werkplaatsen die elk worden aangestuurd door een opzichter. Deze opzichters houden toezicht, bieden ondersteuning en sturen de specialisten aan. De specialisten voeren de onderhoudswerkzaamheden uit zoals die in Figuur 15 staan weergegeven.

Naast het maken van het overzicht van de capaciteiten van het personeel voor het verbetertraject, werd tevens gekeken naar de mogelijkheden personeel om te scholen en multi-inzetbaar te maken om zo de flexibiliteit te verhogen. Omdat het werken met vliegtuigmotoren en onderdelen daarvan aan strenge eisen gebonden is, worden alle specialisten intern opgeleid. De monteurs krijgen een algemene opleiding tot vliegtuigmonteur en een specialistische opleiding voor vliegtuigmotoren die samen negen maanden in beslag nemen. Zonder deze basisopleiding is een monteur niet bevoegd om met vliegtuigonderdelen te werken. Specialisten die aan modules werken, bouwen ervaring in de praktijk op door 'on the job training'.

3.2 Lessons learnt

De paragraaf somt puntsgewijs de aanbevelingen en lessen op die in de voorgaande paragraaf beschreven zijn.

Stap 1: Raadplegen externe bronnen, literatuur, bezoeken vergelijkbare organisaties

- Inventariseer strategieën en voor- en nadelen ervan bij andere organisaties
- Bezoek aan buitenlandse onderhoudsbedrijven (zowel overheid als civiel)
- Verken (marktgerichte) organisatievormen
- Raadpleeg literatuur over relevante concepten, methoden en technieken
- Bekijk voorbeelden van mislukte uitbestedingstrajecten

Stap 2: Vaststellen wat de (beleids)doelen van het verbetertraject zijn

- Formuleer heldere probleemstelling
- Formuleer heldere doelstelling

Stap 3: Samenstellen projectteam

- Zorg voor voldoende mandaat
- Stel projectteam samen uit mensen die concept kunnen opstellen en mensen die het concept kunnen implementeren / uitvoeren
- Selecteer mensen van buiten de (lijn)organisatie voor het projectteam

Stap 4: Creëren draagvlak beleidsmakers

- Zorg voor voldoende mandaat (op basis van vastgestelde beleidsdoelen) van hoogst leidinggevende voor uitvoeren verbetertraject
- Neem verantwoordelijkheid voor het realiseren van doelstellingen
- Voer krachtenveldanalyse uit (identificeren welke actoren invloed hebben op het welslagen van het project, vaststellen hoe groot deze invloed is en of deze positief of negatief gericht is, inventariseren hoe negatieve invloeden door positief gestemde personen kunnen worden beïnvloed)
- Anticipeer op weerstand vanwege verstoring belangen
- Beïnvloed krachtenveld; bewerk weerstand tegenstanders met voorstanders

Stap 5: Vaststellen wat de operationele doelen van het verbetertraject zijn

- Stel vast wat de operationele doelen van de organisatie zijn (bijv. doorlooptijd)
- Stel vast welke output (bijv. in aantallen, tijd en betrouwbaarheid) geleverd dient te worden
- Stel KPIs vast om ieder van deze doelen vast te leggen en vervolgens te borgen
- Zorg dat KPIs SMART zijn
- Leg verantwoordelijkheden voor het behalen van de KPIs bij aangewezen functionarissen
- Maak afspraken over het geval de KPI's niet gehaald worden
- Evalueer of het functioneren van de organisatie door doelen en KPI's gedekt wordt en pas indien nodig KPI's aan

Stap 6: Creëren draagvlak binnen organisatie

- Voer interne krachtenveldanalyse uit
- Win informele leiders / 'mensen die altijd al ideeën hadden maar naar wie nooit geluisterd werd' voor de verbetering
- Betrek personeel bij het meedenken over oplossingen en verbeteringen
- Anticipeer op weerstand vanwege verstoring belangen middle management (reorganisatie / ontslagenen)
- Overtuig het middle management op basis van de probleemstelling
- Houd er rekening mee dat het personeel vasthoudt aan het oude proces, dat dingen die in het oude proces mis gaan verborgen worden gehouden en dat het personeel in de verdediging gaat
- Plan overlegmomenten om personeel te betrekken (hei-sessies, management-vergaderingen en werkoverleggen)
- Communiceer duidelijke doelstellingen, beloof duidelijke resultaten en maak deze zichtbaar
- Onderbouw beloofde resultaten (bijvoorbeeld door extern onderzoek)
- Demonstreer in praktijk dat resultaten haalbaar zijn en gehaald worden (bijvoorbeeld voor een klein deel van het proces)
- Laat zien dat de top van het management achter het verbetertraject staat
- Creëer transparantie op werkvloer; laat zien wat je aan het doen bent en wek interesse
- Zorg dat het ontwerpproces om tot een verbeterde onderhoudsproces te komen open en transparant is

- Neem afscheid van personeel dat zich blijft verzetten
- Los bestaande problemen die het personeel in het oude proces ervaart op in het ontwerp van het verbeterde proces

Stap 7: In kaart brengen startsituatie

- Bepaal procesgrenzen in keten / netwerk
- Bepaal processtappen die het te onderhouden systeem doorloopt
- Bepaal onderlinge afhankelijkheden tussen de activiteiten
- Bepaal de doorlooptijd van iedere processtap en welk personeel erbij betrokken is
- Bepaal kritieke pad van de startsituatie

Stap 8: In kaart brengen beschikbare resources

- Maak overzicht van personeel inclusief skill matrix
- Maak overzicht van T&E
- Maak overzicht van voorraadniveaus
- Stel vast of deze resources kunnen worden afgestoten
- Verken de mogelijkheden en kosten van het herscholen van personeel

4.1 Procesontwerp

Het ontwerpen van een nieuw onderhoudsproces bestaat uit een aantal stappen zoals weergegeven in Figuur 16. De volgende subparagrafen beschrijven deze stappen.



Figuur 16 – Stappen in ontwerpproces verbeterd onderhoudsproces

4.1.1 Stap 1: Vaststellen benodigde werklust en resources per activiteit

De eerste stap in het ontwerpproces van het verbeterde traject is het vaststellen van de werklust in aantal manuren en de benodigde resources (waaronder materialen, tooling en equipment, en infrastructuur) per activiteit. Bij het vaststellen hiervan dient kritisch omgegaan te worden met data met betrekking tot de processen zoals die in het verleden uitgevoerd werden. Oude data kan schijnbaar betrouwbaar zijn, maar slack bevatten, waardoor het de voorkeur verdient normtijden voor activiteiten opnieuw vast te stellen. Het projectteam herijkt de normtijden (en eventueel de variatie op de tijd die nodig is om een activiteit te volbrengen). Tevens stelt het team vast hoeveel mensen er tegelijkertijd aan een activiteit kunnen werken (zonder dat de efficiëntie waarmee het werk gedaan wordt achteruit gaat) en welke andere resources (T&E) er nodig zijn voor het uitvoeren van een activiteit. Bij het uitvoeren van een activiteit kunnen handboeken een leidraad vormen. Herijking maakt het mogelijk de slack uit de doorlooptijd van de activiteiten te verwijderen, maar ook om de activiteiten efficiënter op elkaar aan te laten sluiten.

De eerste analyse van het onderhoudsproces bij LCW liet zien dat:

- De voorgeschreven normtijden voor onderhoudsactiviteiten niet gehaald werden;
- Daar geen terugkoppeling op plaatsvond; en
- Normtijden door het onderhoudspersoneel zelf werden aangepast.

Omdat er twijfel bestond over de geldigheid van de gehanteerde normtijden, heeft het projectteam op basis van de handboeken zelf onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd en geklokt om de bestaande normen op waarde te kunnen schatten.

Het bleek dat een (als onderhoudsmonteur relatief onervaren) projectteamlid reparaties ruim binnen de bestaande normtijden kon uitvoeren. Doordat het personeel de normtijden voorheen zelf aanpaste, waren deze voorcalculaties in de loop der tijd opgerekt en structureel te lang. De nacalculaties waren niet gebaseerd op de gebruikte tijd, maar werden naar de voorcalculatietijden toe geschreven.

Om deze reden zijn de doorlooptijden van alle activiteiten herijkt en zijn nieuwe normtijden vastgesteld voor het ontwerp van het verbeterde proces. Deze herijking van onderhoudswerkzaamheden vond plaats in het bijzijn van het personeel. Dit toonde het personeel op de werkvloer aan dat de gehanteerde normtijden te ruim waren en dat het mogelijk was om de doorlooptijd van onderhoud fors terug te brengen. Dit heeft bijgedragen aan het creëren van draagvlak op de werkvloer.

4.1.2 **Stap 2: Clusteren activiteiten**

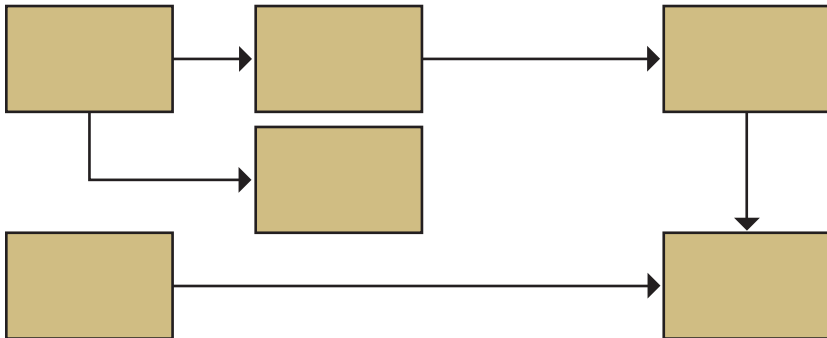
Na het vaststellen van de doorlooptijd (en variatie daarin) en de benodigde resources voor deze activiteiten, worden bepaalde activiteiten geclusterd. Een onderhoudsproces bestaat uit veel deelhandelingen en deelactiviteiten. Het individueel rangschikken en in het proces opnemen van deze activiteiten maakt het optimaliseren van het proces complex en weinig transparant. Het is praktischer om eerst de activiteiten die gebruikmaken van dezelfde resources of logischerwijs direct na elkaar dienen te worden uitgevoerd, te clusteren. Zo'n cluster van activiteiten noemen we hier een building block. Omdat het aantal building blocks kleiner is dan het aantal activiteiten, wordt het ordenen van de building blocks om een optimaal systeem te vinden eenvoudiger.

Binnen een building block worden activiteiten geclusterd die gebruik maken van hetzelfde personeel, T&E of die anderszins gevoelsmatig geclusterd worden uitgevoerd. Belangrijk hierbij is wel dat de activiteiten in een block ook daadwerkelijk logisch met elkaar verbonden zijn en dat er geen 'gevoelsmatige knip' in een block zit.

Na het vaststellen van de normtijden en benodigde resources per activiteit is begonnen met het clusteren van deze activiteiten. Een eerste belangrijke criterium is dat activiteiten volgorde-lijk worden uitgevoerd. Doordat deze volgorde-lijkheid ook wordt gebruikt bij het inrichten van de werkplaats om de route die onderdelen afleggen te minimaliseren, zijn routing en de plaats waar werkzaamheden worden uitgevoerd aan elkaar gerelateerd. Activiteiten die op dezelfde afdeling of in elkaars nabijheid worden verricht, worden ook geclusterd. Ten slotte vindt clustering plaats waar onderdelen eenzelfde proces ondergaan. Door deze activiteiten te clusteren wordt het mogelijk in batches te werken en een aantal onderdelen simultaan bijvoorbeeld een behandeling te laten ondergaan.

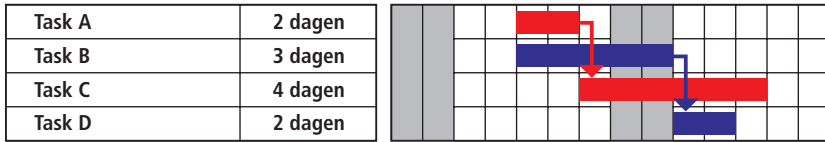
4.1.3 **Stap 3: Opstellen netwerkplanning per building block**

Voor ieder cluster van activiteiten wordt een netwerkplanning gemaakt (bijvoorbeeld via de kritieke pad methode). Eerst wordt de volgorde waarin de activiteiten uitgevoerd worden bepaald en wordt vastgesteld welke activiteiten afhankelijk van elkaar zijn (zie Figuur 17).



Figuur 17 – Illustratie bepalen volgorde-lijkheid activiteiten

De activiteiten worden op basis van deze onderlinge afhankelijkheden in een GANTT chart uitgezet. Figuur 18 illustreert dit en laat zien dat activiteiten pas kunnen starten na afronding van de direct voorgaande activiteiten. De pijlen in de figuur geven de volgorde van de activiteiten aan en lopen van 'links naar rechts'; er zijn dus geen lussen. De lengte van de pijlen in de figuur is niet van belang. Niet alle activiteiten hoeven van elkaar afhankelijk te zijn. Hierdoor kunnen er meerdere schakelingen van activiteiten ontstaan die niet van elkaar afhankelijk zijn. Het langste pad van activiteiten vormt het kritieke pad. Figuur 18 laat zien dat taken B en D niet afhankelijk zijn van taken A en C. Aangezien taken A en C meer tijd in beslag nemen dan taken B en D vormen A en C het kritieke pad.



Figuur 18 – Illustratie kritieke pad methode

Om het kritieke pad te kunnen bepalen wordt het netwerk voorwaarts en achterwaarts doorgerekend. Voorwaarts wil zeggen dat voor iedere activiteit wordt bepaald wat het vroegst mogelijke tijdstip is waarop alle direct voorgaande activiteiten afgerond zijn. Dit levert het tijdstip op dat de set van activiteiten op zijn vroegst afgerond is. Vervolgens wordt achterwaarts op basis van deze eindtijd bepaald wanneer activiteiten uiterlijk afgerond dienen te zijn (en dus ook uiterlijk gestart dienen te worden) zonder dat dit de totale projectduur verlengt. De ruimte tussen het vroegst en het laatst mogelijke starttijdstip van een activiteit is de marge (of speling, of slack) die een activiteit heeft zonder de doorlooptijd van het proces te beïnvloeden. Het kritieke pad wordt gevormd door de activiteiten die bij vertraging direct de totale procesduur beïnvloeden. Deze activiteiten moeten nauwlettend in de gaten worden gehouden bij voortgangscntrole.

Voor de eerste optimalisatieslag bij LCW is niet direct een kostenafweging tussen zowel arbeid, T&E, infrastructuur, doorlooptijd en voorraden uitgevoerd. In plaats daarvan is er een schatting gemaakt van de gewenste doorlooptijd van onderhoud aan de voornaamste module van de motor; de core. Deze schatting is gebaseerd op de doorlooptijden van de verschillende activiteiten binnen building blocks en het aantal personen dat simultaan, effectief een bepaalde activiteit zonder stagnatie kan verrichten. De schatting is vervolgens in praktijk getest om te verifiëren of bij deze doorlooptijd geen belastingspieken/dalen optraden. Het bijsturen van deze schatting heeft geleid tot de keuze voor een doorlooptijd voor de core van 27 dagen. Het is mogelijk een kortere doorlooptijd te realiseren. Dit zou tot gevolg hebben dat er wel pieken en dalen in de capaciteitsbelasting optreden en het proces minder efficiënt verloopt of tot het vervangen in plaats van repareren van onderdelen. Hierop wordt verder ingegaan in §4.1.5.

Op basis van de vastgestelde doorlooptijd worden de overige stappen van het proces vastgesteld. Zo wordt bijvoorbeeld het moment waarop de motor gedemonteerd moet worden teruggerekend vanuit het moment dat de motor weer gebruiksklaar dient te zijn.

Het proces van vaststellen van een netwerkplanning per building block is een iteratief proces. Het is vooraf moeilijk te voorspellen welke activiteiten aan een motor of onderdeel parallel kunnen worden uitgevoerd zonder dat monteurs hinder van elkaar ondervinden. Deze aspecten dienen in praktijk getest, verbeterd en weer getest te worden. Het projectteam van LCW heeft het proces geoptimaliseerd in nauwe samenwerking met de werkvloer. Daarnaast zijn er dry-runs gehouden die met alle betrokkenen geëvalueerd zijn om verbeterpunten te identificeren en implementeren (zie PDCA cyclus Hoofdstuk 3).

4.1.4 **Stap 4: Vaststellen KPI's en verantwoordelijkheden per building block**

Na de vorige stap is het duidelijk wat de doorlooptijden van de building blocks zijn (i.e. de kritieke paden van de building blocks). In Hoofdstuk 3 is al aangegeven dat voortgangsindicatoren of KPI's worden opgesteld om het proces te bewaken. Na het vaststellen van de doorlooptijden van building blocks worden de KPI's die de output van het totale proces bewaken doorvertaald naar KPI's die zich richten op onderdelen van het proces (de building blocks). Voor het verzamelen van data waarmee de prestatie wordt gemeten en voor het behalen van de streefwaarden van deze indicatoren worden medewerkers verantwoordelijk gesteld.

In het motorenonderhoudsproces van LCW wordt met name gewerkt op basis van doorlooptijden. Bij LCW zijn de verantwoordelijkheden voor activiteiten binnen building blocks gedecentraliseerd. Dit betekent dat niet een enkel persoon continu bijhoudt of alle activiteiten volgens de planning verlopen, maar dat monteurs zelf bijhouden of de taken waar ze aan werken nog op schema liggen. Op het moment dat een motor het reparatieproces ingaat, wordt de planning voor die motor vastgesteld. Er wordt dan bepaald welke onderhoudsactiviteiten een motor of module moet doorlopen, wanneer met deze activiteiten begonnen gaat worden en wanneer ze gereed zijn. Zodra een monteur merkt dat hij deze planning niet gaat halen, geeft hij dit zelf aan. De opzichter beslist op basis van de informatie die monteurs aanleveren de planning te wijzigen of capaciteiten anders in te zetten om de planning alsnog te halen.

Om te zorgen dat het personeel op de hoogte is van de deadlines van hun werkzaamheden binnen het kritieke pad, is er binnen het verbetertraject een wekelijks stand-up overleg op maandag ingevoerd. Hier wordt met het voltallige personeel de planning voor die week doorgenomen die op centrale borden wordt weergegeven. Deze borden worden gedurende de week bijgewerkt om wijzigingen in de planning te communiceren met de werkvloer. In Hoofdstuk 5 wordt in meer detail ingegaan op hoe dit proces geïmplementeerd is.

4.1.5 **Stap 5: Bepalen netwerkplanning building blocks**

Na het vaststellen van de verantwoordelijkheden per building block, worden deze in een netwerkplanning gezet. Dit gebeurt op dezelfde manier als het maken van een netwerkplanning op activiteitsniveau. Ook hiervoor kan de kritieke pad methode worden gebruikt.

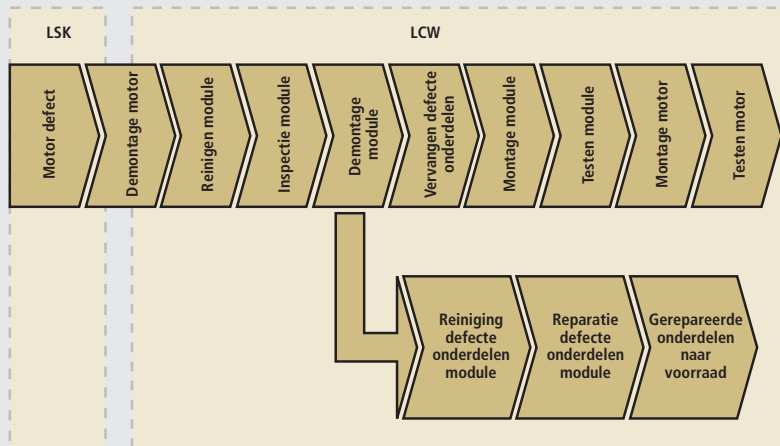
Het opstellen van de netwerkplanning op building block niveau bij LCW maakte inzichtelijk dat bepaalde activiteiten volgtijdelijk waren verondersteld, terwijl ze ook parallel uitgevoerd konden worden.

In de situatie voor het verbetertraject lag een motor of module bij LCW te wachten op montage tot de defecte onderdelen ervan door de Repairshop (afdeling die reparaties uitvoert) gerepareerd waren. Pas zodra de reparatie van alle defecte onderdelen voltooid was, werd de motor geassembleerd en getest. Dit betekent dat de reparatietijd van het onderdeel dat het langst in beslag neemt om te repareren, maatgevend was voor de tijd dat de motor niet bruikbaar was. Indien het betreffende defecte onderdeel echter op voorraad is, hoeft de motor of module niet te wachten op reparatie van het onderdeel, maar kan het worden voorzien van een onderdeel uit de voorraad. Als alle defecte onderdelen op voorraad zijn, kan de motor of module na demontage direct weer, voorzien van de onderdelen uit de voorraad, worden geassembleerd en bruikbaar gemaakt. Tegelijk met het monteren van de onderdelen op de motor kan ook gestart worden met de reparatie van de defecte onderdelen, zodat de reparaties parallel aan de assemblage plaatsvinden. Aangezien de reparatieactiviteiten op het kritieke pad lagen, werd door het parallel uitvoeren van de reparaties de doorlooptijd van het onderhoud aanzienlijk verkort. Ervan uitgaande dat de demontage en montagetijden voor beide situaties gelijk zijn en dat er niet veel tijd verloren gaat met het uit de voorraad halen van de benodigde onderdelen, wordt de doorlooptijd verkort met de reparatietijd ten opzichte van de oude situatie.

Niet alle defecte onderdelen of modules worden per definitie vervangen. Voor een aantal kostbare elementen wordt weinig tot geen voorraad aangehouden. Dit is mogelijk doordat door het verbetertraject eenvoudig voldaan wordt aan de service-level eisen van de gebruiker (LSK). Hierdoor wordt een langere doorlooptijd geaccepteerd waarin het mogelijk is te repareren en terug te plaatsen. Dit betekent dat de systemen zoals die worden afgebeeld in Figuur 14 en Figuur 19 door elkaar heen gebruikt worden. Het wezenlijke verschil hierbij is dat er na demontage en inspectie van de module een keuze wordt gemaakt tussen repareren of vervangen: repair-or-replace. Hierbij wordt opgemerkt dat ook bij vervangen de onderdelen wel gerepareerd worden, maar teruggeplaatst worden in een andere, volgende motor.

De keuze om bepaalde onderdelen te repareren, legt de tijdslijn voor het onderhoudsproces van de motor vast. Vanaf het moment dat de motor geïnspecteerd is en de keuze repair-or-replace is gemaakt, staat vast wanneer de motor weer geassembleerd en getest wordt. Anders gezegd; het kritieke pad is hiermee vastgelegd. Alle onderhoudshandelingen die verder aan de motor verricht worden, bijvoorbeeld bij preventief onderhoud, dienen binnen dit kritieke pad te passen. Het personeel dat verantwoordelijk is voor de uitvoering van de onderhoudswerkzaamheden schat zelf in of het mogelijk is reparatiewerkzaamheden binnen het kritieke pad uit te voeren. Als zij inschatten dat dit niet het geval is, beslissen zij ook zelf dat er vervangen moet worden. Hiermee ligt een groot deel van de verantwoordelijkheid voor het succes van het concept bij het personeel. Dit draagt bij aan het verantwoordelijkheidsgevoel voor en binding met het werk. §4.1.5 en Hoofdstuk 5 gaan in detail in op het informeren van het personeel over de actuele planning van het motoronderhoud.

Figuur 19 geeft het verbeterde proces weer. In vergelijking met het onderhoudsproces zoals dat voor het verbetertraject wordt uitgevoerd (zie Figuur 11), liggen de activiteiten die plaatsvinden in de Repairshop niet (meer) op het kritieke pad. Dit verkort niet alleen de doorlooptijd, maar maakt het onderhoudsproces tevens minder onzeker. Dit komt omdat het uitlopen van reparatieactiviteiten niet langer effect heeft op de doorlooptijd van het motoronderhoud. Door de kortere doorlooptijd is het aantal benodigde reservemotoren met circa 50% verlaagd. Hoewel een grotere voorraad onderdelen nodig is, zijn de waarde van die onderdelen en daarmee de kosten ervan laag vergeleken met het aanhouden van meer reservemotoren.



Figuur 19 – Onderhoudsproces Woensdrecht na verbetertraject

4.1.6 Stap 6: Optimaliseren kritieke pad en resources

Op basis van de geschakelde building blocks wordt het kritieke pad bepaald. Clustering in building blocks kan ertoe leiden dat activiteiten uit een bepaald block later beginnen dan mogelijk was geweest omdat ze wachten op het afronden van alle activiteiten in het voorgaande block. Bijvoorbeeld in Figuur 20 wordt met de start van Task C gewacht tot dag 4 (wanneer building block 1 is afgerond), terwijl Task C alleen het voltooien van Task A vereist en dus een dag eerder had kunnen beginnen.



Figuur 20 – Voorbeeld optimalisatie kritieke pad

De linker figuur illustreert het kritieke pad voor twee building blocks waarvan de activiteiten na elkaar worden uitgevoerd. Als er op activiteiten niveau wordt gekeken, blijkt echter dat Task C alleen afhankelijk is van Task A en niet hoeft te wachten op de afronding van Task B. De rechter figuur illustreert het kritieke pad na deze aanpassing.

Om dit te voorkomen wordt na het vaststellen van de blocks en de kritieke paden, een overzicht gemaakt van de individuele activiteiten en de onderlinge afhankelijkheden daartussen. Op basis hiervan wordt vastgesteld of bepaalde activiteiten sneller achter elkaar aan gepland moeten worden.

Het optimaliseren van het kritieke pad is een iteratief proces. Daarmee wordt hier bedoeld dat indien het hierboven beschreven proces voltooid is, taken die op het kritieke pad liggen worden versneld door er meer resources voor vrij te maken. Deze resources worden weggehaald bij taken die niet op het kritieke pad liggen (totdat deze kritisch worden). Ook kunnen er aanvullende resources worden ingezet (aanschaf aanvullende T&E of inhuur personeel). Daarnaast verkort het verhogen van voorraadniveaus in sommige gevallen de doorlooptijd als deze ingezet wordt om onderdelen te vervangen in plaats van te repareren. Hierdoor kunnen de beschikbare resources gelijkmatiger ingezet worden en vangen de voorraden piekbelastingen in reparatiewerk op. Een uiterste vorm van deze wijze van omgaan met piekbelastingen, is het aanhouden van een groter aantal reserve kapitaalgoederen. Hierdoor wordt ondanks een grote werklast toch de geëiste beschikbaarheid behaald.

Hieruit volgt dat het optimaliseren van het proces neerkomt op het afweging van doorlooptijd, resources en voorraden. Het kritieke pad dient te voldoen aan de operationele doelen (bijvoorbeeld op het gebied van doorlooptijd) zoals die in Hoofdstuk 3 werden besproken. Zodra het kritieke pad binnen deze doelstellingen valt, worden de kosten van resources en voorraden (inclusief voorraad kapitaalgoederen) die nodig zijn om een bepaalde doorlooptijd te halen, geminimaliseerd. Gezocht wordt dus naar die combinatie van personeel, T&E, infrastructuur en voorraden waarbij de kosten minimaal zijn. Daarnaast wordt rekening gehouden met project- en transitiekosten van de startsituatie naar de nieuwe situatie.

Bij het herplaatsen van personeel wordt rekening gehouden met opleidingskosten indien personeel voor andere of meer taken gaat worden ingezet. Ook het werven of laten afvloeien van personeel brengt kosten met zich mee. Bij het inschatten van de baten van de eventuele verkoop van T&E, inventaris, infrastructuur en voorraden dient er rekening mee gehouden te worden dat deze inmiddels 2e hands en grotendeels afgeschreven zijn.

Door toepassing van ABM wordt de doorlooptijd van onderhoud op LCW sterk gereduceerd. Ter illustratie, de doorlooptijd van onderhoud aan de meest ingewikkelde module van de F100 motor, de core, bedroeg voor het verbetertraject 183 dagen. Deze doorlooptijd is teruggebracht naar 27 dagen waarvan 2 dagen gereserveerd zijn voor het wachten op onderdelen. Dit is een reductie van ruim 85%. Deze doorlooptijd komt overeen met de doelen die het projectteam in de voorbereidingsfase stelde, wat het vertrouwen onder het personeel in het verbetertraject en het projectteam versterkt. Tegelijkertijd is het work in proces, de onderdelen die in reparatie en dus onbeschikbaar op de werkvloer aanwezig zijn, gereduceerd van circa 1400 artikelen tot circa 100 artikelen (een reductie van bijna 93%).

Door toepassing van ABM haalt het kritische pad de operationele doelen die vooraf aan het onderhoudsproces gesteld zijn. De doorlooptijd van het onderhoudsproces bij LCW kan verder worden teruggebracht door in nog meer gevallen repair-or-replace toe te passen. Echter, op basis van de eisen aan de beschikbaarheid van motoren is het niet nodig de doorlooptijd verder te verkorten. Hierdoor ontstaat er ruimte in de doorlooptijd van het onderhoud om personeel gelijkmatiger te laten werken, minder voorraden aan te houden en reparaties in batches uit te voeren. Deze maatregelen reduceren de kosten van onderhoud. Bijvoorbeeld, door een beter gespreide werklast wordt personeel efficiënter ingezet (en hoeft de capaciteit niet op piekbelasting te worden afgestemd). Verwacht wordt hierdoor het aantal productieve uren per jaar te verhogen van 1000 tot 1425 (een verhoging van bijna 43%).

In de hier beschreven fase van het verbetertraject van LCW is procesflow van het onderhoud reeds verbeterd. De voorraadniveaus zijn echter nog niet aangepast aan deze verbeterde flow. Wel is duidelijk dat er door de efficiëntere organisatie van het proces een overcapaciteit aan resources en voorraden is ontstaan. Tevens is inzichtelijk geworden hoe groot deze overcapaciteit is. Dit was mogelijk omdat na het verbeteringsproces werd vastgesteld wat de behoefte aan resources en voorraden is om te voldoen aan de prestatie eisen die aan LCW gesteld worden.

De volgende stap is het terugbrengen van de voorraadniveaus door:

- Verkoop van voorraden;
- Stoppen met het bestellen van nieuwe voorraden; en
- Kannibaliseren van geassembleerde delen (motoren, modules en assemblies).

Tevens worden de resources opnieuw toegewezen op basis van de verwachte werklast.

4.2 Lessons learnt

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de leerpunten uit dit hoofdstuk. Een overzicht van de leerpunten uit alle hoofdstukken is te vinden in Bijlage 1.

Stap 1: Vaststellen nominale werklast (in aantal manuren), benodigde materialen, tooling en equipment, en infrastructuur per activiteit

- Grijp niet terug op data uit oude proces; deze kan vervuild zijn
- Meet doorlooptijden deelprocessen / activiteiten door deze zelf of onder begeleiding uit te voeren en stel variaties vast (gebruik eventueel handboeken)
- Leg deze resultaten vast in normtijden
- Herijk normtijden in het bijzijn van personeel en laat zien dat er marge zit in de gehanteerde tijden
- Verwijder slack in doorlooptijden
- Stel het aantal mensen vast dat gelijktijdig op een efficiënte manier aan een activiteit kan werken
- Stel vast welke andere resources (T&E) er nodig zijn voor het uitvoeren van activiteiten

Stap 2: Clusteren activiteiten die gebruik maken van hetzelfde personeel, T&E of die anderszins gevoelsmatig geclusterd uitgevoerd dienen te worden in building blocks

- Cluster activiteiten die gebruikmaken van dezelfde resources of logischerwijs direct na elkaar uitgevoerd dienen te worden in blocks
- Zorg ervoor dat activiteiten in een block ook daadwerkelijk onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn en dat er geen 'gevoelsmatige knip' in een block zit.

Stap 3: Opstellen netwerkplanning per building block

- Maak een netwerkplanning per building block (bijvoorbeeld door gebruik van GANTT chart en kritieke pad methode)
- Stel een kritieke pad per building block vast

Stap 4: Vaststellen KPI's en verantwoordelijkheden per building block

- Stel KPI's op voor het monitoren van het proces binnen een building block
- Leg verantwoordelijkheden neer voor het behalen van vastgestelde KPI targets
- Maak personeel op de werkvloer verantwoordelijk voor de resultaten van hun werk

Stap 5: Bepalen volgtijdelijkheid van deze building blocks

- Maak een netwerkplanning op basis van building blocks (bijvoorbeeld door gebruik van GANTT chart en kritieke pad methode)
- Stel een kritieke pad vast

Stap 6: Optimaliseren (beschikbare) resources

- Stel de kosten van voorraden (per item per dag), doorlooptijd van het kapitaalgoed (per dag) en resources (per dag) vast.
- Zoek op basis van de verhouding tussen deze kosten naar een optimum van voorraden, resources en doorlooptijd.
- Stoot overbodige resources en voorraden af

Stap 7: Vaststellen en optimaliseren kritieke pad

- Stel vast of de doorlooptijd van het hele proces verder geoptimaliseerd kan worden door de activiteiten binnen blocks te laten overlappen in de tijdsplanning

De transitie van een traditioneel onderhoudsproces naar repair-or-replace is geen evolutieproces, maar vereist een revolutie omdat het veranderingen vereist in de cultuur van een bedrijf. Dit hoofdstuk beschrijft de stappen die in dit proces worden genomen om de organisatie van het onderhoudsproces te verbeteren.

5.1 **Implementatie verbetertraject ABM**

Bij het implementeren van het verbetertraject wordt onderscheid gemaakt tussen activiteiten die te maken hebben met:

- Het aanpassen van de infrastructuur (gebouwen, werkvloer);
- Middelen (tooling, equipment, inventaris en voorraden);
- De mensen op de werkvloer; en
- Het monitoren van processen.

Figuur 21 geeft een overzicht van welke stappen er binnen deze categorieën van activiteiten genomen worden. Deze activiteiten worden in de volgende subparagrafen beschreven.



Figuur 21 – Stappen binnen implementatietraject

Bij de implementatie van het verbetertraject is gebruik gemaakt van een toolbox van kwaliteitsmanagement methodieken die gericht zijn op het verwijderen van inefficiënties en ‘afval’ en het transparant maken van het proces. De methodieken waar met name uit is geput zijn: Lean Manufacturing, Six Sigma, Kanban, Visual Factory en Business Process Redesign (zie Box 5). Deze methodieken zijn niet integraal ingezet, maar zijn waar relevant gebruikt als bouwstenen om het verbetertraject te ondersteunen. Daarnaast wordt zoals eerder vermeld gebruik gemaakt van het plan-do-check-act principe om de kwaliteit van activiteiten te waarborgen.

Lean Manufacturing is een managementfilosofie die erop gericht is om verspillingen (zaken die geen toegevoegde waarde leveren) te elimineren. Hierdoor gaat de productiekwaliteit omhoog en gaan de productiekosten omlaag, wat leidt tot een verbetering van het bedrijfsresultaat. Lean Manufacturing onderscheidt de volgende typen verspilling: defecten, overproductie, transport, wachten, opslag, bewegingen en verplaatsingen, de productiemethode zelf (onnodige stappen, afval...) en gebrek aan creativiteit in het oplossen van problemen.

Six Sigma is een kwaliteitsmanagement benadering om de operationele prestaties van een organisatie te verbeteren door gebrekkige processen in de organisatie te identificeren en te verbeteren. Six Sigma wordt door velen gezien als een vervolg op bestaande managementmethodieken, waarbij deels is uitgegaan van statistische procesbeheersing (SPC) als onderliggende aanpak. De achterliggende filosofie van Six Sigma is dat processen alleen kunnen worden beheerst en verbeterd als er inzicht is in deze processen. Hiervoor zijn beschrijvingen en metingen vereist. Six Sigma is gebaseerd op statistisch denken. Daarnaast wordt er een vaste methodologie gebruikt om problemen op te lossen, namelijk de Define-Measure-Analyse-Improve-Control methodologie. Deze methode is generiek toepasbaar in elk bedrijfsproces. Six Sigma bevat een duidelijke klantfocus en weten wat de klant wil ("Voice of the Customer") is essentieel. De klant en niet het bedrijf zelf, bepaalt of een product of dienst voldoet aan de eisen.

Visual Factory verwijst naar de manier waarop informatie wordt verspreid binnen een Lean Manufacturing omgeving. Hoe complexer een proces wordt, hoe kritischer informatie-uitwisseling binnen of met zo'n proces is. Visual Factory bestaat uit een set van tools waarmee informatie eenvoudig, eenduidig en efficiënt wordt overgebracht. In een Lean Manufacturing omgeving worden de tijd en infrastructuur die nodig zijn om informatie over te dragen beschouwd als afval. Door het gebruik van visuele methoden, zoals borden, andons (waarschuwingsindicatoren / leds) en overzichtskaarten, is informatie eenvoudig toegankelijk voor de gebruikers en is de huidige status van alle processen direct inzichtelijk.

Het implementeren van Visual Factory bestaat uit twee fasen: vaststellen welke informatie gecommuniceerd dient te worden en bepalen hoe dit dient te gebeuren. De informatie die beschikbaar moet worden gemaakt is de informatie die nodig is om van de huidige naar de gewenste status te komen. Hoe en waar deze informatie beschikbaar wordt gesteld, is afhankelijk van het gewenste eindresultaat en de functie van de informatie.

- Procesindicatoren worden normaliter afgebeeld op de werkplek / bij de machine. Deze informatie is het meest waardevol als deze real-time beschikbaar is voor directe bijsturing. Voor dit doel worden met name andons gebruikt.
- Werkinstructies worden meestal in werkplaatsen aangebracht en illustreren door middel van visuele instructies en afbeeldingen de werkprocessen om de kans op fouten te verkleinen.
- Algemene werkplaats informatie wordt veelal op een centrale plaats in de werkplaats aangebracht zodat iedereen er toegang toe heeft. De informatie die getoond wordt, is vaak door uitwisseling van informatie tot stand gekomen en dient ter informatie, als waarschuwing en als motivator.

Kanban is een concept gebruikt in Lean Manufacturing en Visual Factory om door middel van kaarten te signaleren wanneer een item nodig is. Bij het ontwerpen van het bevoorradingssysteem wordt vastgesteld bij welk aantal resterende items een bestelling dient te worden geplaatst. In het magazijn wordt de positie van dit bestelmoment in de voorraad gemarkeerd door vlak voor dit item een kanban / kaart te plaatsen. Naarmate de voorraad verbruikt wordt, wordt op een gegeven moment de kanban bereikt. Dit is het signaal dat er besteld dient te worden. De kanban wordt verwijderd en pas terug in de voorraad geplaatst (voor het volgende bestelmoment) zodra de bestelling ontvangen is.

Business Process Redesign is het fundamenteel overdenken en (radicaal) herontwerpen van bedrijfsprocessen teneinde drastische prestatieverbeteringen te behalen en de kwaliteit binnen de organisatie te bevorderen. BPR is gericht op het afbreken van onlogische bedrijfsverbanden. BPR streeft naar het ontwikkelen van een verantwoorde procesbeheersing, een grotere betrokkenheid van en een beter overzicht voor de mensen die binnen het proces werkzaam zijn. Dit betekent in veel gevallen een ingrijpende wijziging van de bedrijfscultuur en organisatiestructuur (zoals het samenstellen van taakgroepen en het weghalen van barrières tussen afdelingen).

Box 5 – Toolboxen gebruikt bij implementatie. Bron: gebaseerd op Wikipedia

5.1.1 Stap 1: Herinrichten werkvloer

Het implementeren van ABM vereist in veel gevallen een herinrichting van de werkvloer. Dit komt doordat de keuze repareren of vervangen een verandering in de volgorde waarin het onderhoudsproces wordt uitgevoerd teweegbrengt en de reparatiefase uit het standaardproces wordt gehaald. In een ideaal proces zijn op de werkvloer alleen faciliteiten aanwezig die voor het standaard proces nodig zijn. Deze faciliteiten bevinden zich in dit geval in een zodanige opstelling op de werkvloer dat kapitaalgoederen een zo kort mogelijke route over de werkvloer afleggen. Een efficiënte inrichting van de werkvloer en de cellen draagt bij aan het beperken van de doorlooptijd en kosten. Een verandering van de volgorde van de werkprocessen, verandert deze kortst mogelijke route. Dit geldt zowel voor de positionering van de cellen op de werkvloer als voor de inrichting van een cell.

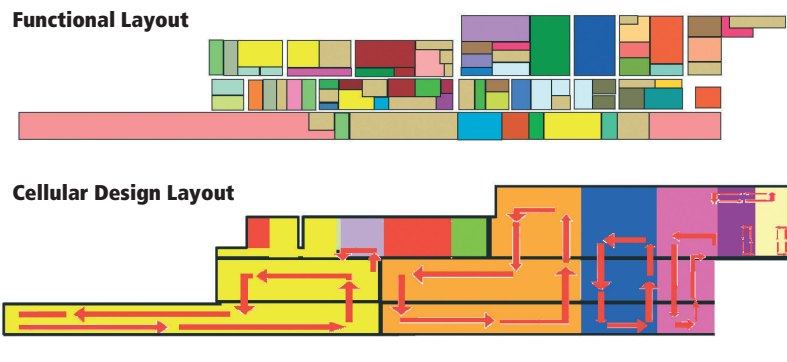
Een herinrichting van de werkvloer wordt het beste uitgevoerd door de werkvloer eerst helemaal leeg maken en eventuele markeringsystemen van oude processen te verwijderen. Omdat monteurs ervaring hebben met welke werkvolgordes in praktijk het beste werken, worden zij betrokken bij het optimaliseren van loop- en transporttijden. Tijdens de herinrichting worden waar mogelijk barrières, zoals tussenwanden, weggehaald. Dit vergroot de betrokkenheid van het personeel bij het proces en maakt het voor het personeel duidelijk waar andere afdelingen mee bezig zijn.

Zodra de werkprocessen op de werkplekken lopen, de T&E en inventaris is gesaneerd (zie §5.1.2) en een vaste plaats op de werkvloer heeft gekregen en het onderhoudsproces naar tevredenheid loopt, worden de definitieve markeringen van de inrichting van de werkvloer aangebracht. Vervolgens wordt de benodigde infrastructuur aangelegd. Hierbij moet bijvoorbeeld worden gedacht aan leidingen (stoom, water, lucht) en aansluitingen (elektra).

Naast bovengenoemde redenen om de vloer leeg te maken, speelde bij LCW tevens mee dat de werkvloer 'vervuild' was geraakt met inventaris en T&E waar de noodzaak niet duidelijk van was. Het ontbrak aan overzicht van wat er op de vloer aanwezig was en wat er moest zijn voor het goed faciliteren van het onderhoudsproces. Om deze reden werd bij LCW de werkvloer leeggemaakt, alle inventaris en T&E tijdelijk elders opgeslagen en werd de vloer opnieuw gecoat.

Ervaringen in het buitenland illustreerden voor LCW dat door het herinrichten van de werkvloer producten via een logischere route een kortere afstand over de werkvloer afleggen. Het verminderen van transporttijden en complexiteit in het systeem, verhoogt de efficiëntie van het proces. Op basis van deze constatering is de werkvloer zodanig ingericht dat loop- en transporttijden tussen cellen en binnen cellen zelf geminimaliseerd worden (zie Figuur 22). Door het onderhoudsproces bij LCW te visualiseren en te simuleren, werd de route die motoren en onderdelen tijdens het onderhoudsproces afleggen vastgesteld. Vervolgens werd de motorshop zo ingericht dat deze route werd verkort.

Daarnaast werden tussenwanden weggehaald om de betrokkenheid van de planningsafdeling bij het daadwerkelijke reparatieproces te vergroten en de drempel van het informeren door monteurs bij de planningsafdeling te verlagen. Ook werden opslagruimten leeggemaakt waar inventaris was opgeslagen die niet noodzakelijk was voor het uitvoeren van de werkzaamheden op de werkvloer. Doordat deze ruimten grensden aan de werkvloer, werden ze met het verwijderen van de tussenwanden bij de werkvloer getrokken.



Figuur 22 – Illustratie herinrichting vloer, bron: Tinker AFB Oklahoma, 2007

Figuur 22 geeft een voorbeeld van de verschillen tussen een functionele layout uit de startsituatie en een cell georiënteerde layout die tijdens het verbetertraject is ingevoerd.

Na het veranderen van de indeling van de werkvloer bij LCW is er een tijd met deze indeling gewerkt om in de praktijk te ervaren of de indeling prettig en efficiënt werkt. Na deze testperiode zijn de definitieve markeringen op de vloer aangebracht en de opstelplaatsen voor inventaris en T&E vastgelegd.

Het leegmaken en opnieuw inrichten van de werkvloer bij LCW hield in dat aansluitingen en leidingwerk aangepast werden. Installaties die in de nieuwe indeling dienden te worden ingepast, waren bijvoorbeeld elektra, luchtdruk en water.

5.1.2 **Stap 2: Rationaliseren T&E en inventaris**

In veel productie- en onderhoudsprocessen die ondoelmatig verlopen, is overbodig materieel en inventaris aanwezig. In een geoptimaliseerd proces zijn alleen de benodigde middelen op de werkvloer aanwezig, omdat andere middelen het proces kunnen frustreren. Op basis van het ontwerp van het verbeterde proces wordt een analyse gemaakt van de T&E en inventaris die op de werkvloer nodig is.

In eerste instantie wordt de werkvloer leeggemaakt (zie §5.1.1) en alle T&E en inventaris van de werkvloer verwijderd. T&E en inventaris die noodzakelijk is voor het onderhoudsproces, wordt gemarkeerd en terug op de werkvloer geplaatst. Met deze T&E en inventaris wordt een periode gewerkt om te testen of dit voldoet. Als personeel tijdens deze overgangperiode alsnog behoefte heeft aan bepaalde T&E en inventaris, wordt deze teruggeplaatst en gemarkeerd.

De T&E en inventaris die na de overgangperiode niet gemarkeerd is, wordt definitief verwijderd en afgestoten. Omdat deze T&E en inventaris 2e hands is, kan de opbrengst van het verkopen ervan laag uitvallen. Om deze reden kan het voordelig zijn overbodige T&E en inventaris op te slaan (weg van de werkvloer) en te gaan gebruiken als huidige T&E en inventaris afgeschreven raakt om hiermee op de aanschaf van nieuwe T&E en inventaris te besparen.

De gemarkeerde T&E en inventaris wordt aangepast aan het nieuwe werkproces. Centraal hierbij staan overzichtelijkheid en eenduidigheid met als doel monteurs zo efficiënt mogelijk aan onderhoudswerkzaamheden te laten werken. Dit betekent bijvoorbeeld dat monteurs niet hoeven zoeken naar T&E en werkvoorraad. Alle T&E en werkvoorraden die nodig zijn om bepaalde onderhoudswerkzaamheden te verrichten, moeten op een logische manier binnen handbereik op de werkplek aanwezig zijn.

Zo heeft ieder stuk T&E en inventaris een eigen, vaste plek op de werkvloer en is deze plek door middel van markeringen op de werkvloer aangegeven. Werkplekken waar dezelfde werkzaamheden worden uitgevoerd, worden hetzelfde ingericht. Daarnaast wordt bij het inrichten van verschillende werkplekken waar verschillende werkzaamheden worden uitgevoerd, dezelfde logica aangehouden. Hierdoor is het voor personeel dat niet standaard op een bepaalde werkplek actief is eenvoudig om bepaalde T&E te vinden.

Ook de inrichting van opbergruimte wordt overzichtelijk en eenduidig gemaakt. Uit de inrichting van opbergruimte moet duidelijk zijn waar T&E en werkvoorraden zijn opgeslagen. De monteurs zijn verantwoordelijk voor het correct terugplaatsen van T&E in opbergsystemen.

Voor het aanvullen van werkvoorraden (consumables) worden zogenaamde runners ingezet. Deze runners zijn lager gekwalificeerd en goedkoper dan monteurs. Zij ontlasten monteurs van logistieke taken, zodat monteurs zich op de feitelijke onderhoudswerkzaamheden kunnen richten. Runners prepareren de opbergsystemen voor werkvoorraden, zodat deze in ieder geval voldoende consumables bevat om een bepaald aantal reparaties te ondersteunen. Na dit aantal reparaties haalt de runner het opbergsysteem op en vervangt het door een aangevuld systeem. Het gebruikte en (deels) lege systeem wordt door de runner aangevuld om opnieuw ingezet te worden. De aangevulde gereedstaande opbergsystemen worden niet op de werkvloer gestald.

In het onderhoudsproces zoals dat bij LCW werd uitgevoerd was in de loop der tijd veel inventaris verzameld die niet nodig was op de werkvloer. Deze inventaris lag ongecategoriseerd opgeslagen in de nabijheid van de werkvloer of bevond zich op de werkvloer. In de startsituatie was de binnen de onderhoudsfaciliteit voor F100 motoronderhoud beschikbare T&E bestemd voor alle werkzaamheden (en dus alle cellen). Tijdens de analyse van het onderhoudsproces bleek dat monteurs / specialisten een groot deel van hun tijd besteden met het zoeken van gereedschap en onderdelen en het opruimen van werkplekken. Dit droeg eraan bij dat normtijden niet gehaald werden. In het nieuwe proces is T&E cell specifiek zodat deze direct beschikbaar is voor monteurs.

Door het overbrengen van onderhoudswerkzaamheden en de bijbehorende T&E en inventaris van Leeuwarden en Volkol was er weinig nieuwe T&E en inventaris nodig voor het inrichten van het vernieuwde onderhoudsproces bij LCW. Bij het vernieuwen van andere onderhoudscellen bij LCW is waarschijnlijk wel aanvullende T&E nodig, omdat het cell-specifiek maken van T&E meer T&E kan vereisen.

Bij het bepalen welke T&E en inventaris op de werkvloer aanwezig dient te zijn, is het personeel betrokken. Zo is in overleg met het personeel begonnen met het markeren van de inventaris die noodzakelijk is om op of bij de werkvloer op te slaan door deze blauw te schilderen. Alle inventaris die naar verloop van tijd niet blauw geschilderd was, is uit de ruimte verwijderd. Bij LCW bestond het grootste deel van de overbodige inventaris uit stellingkasten die zijn vervangen door ladekasten met een gestandaardiseerde indeling. T&E en inventaris die bij LCW niet hergebruikt kon worden, is verschroot.

De gestandaardiseerde indeling houdt in dat voor bepaalde taken karren met een standaard uitrusting zijn ingericht. Met deze standaard inhoud wordt een bepaalde handeling minimaal een vastgesteld aantal keren verricht. Zodra dit aantal is bereikt, wordt de kar door een runner opgehaald, aangevuld en teruggeplaatst. De standaard inhoud van deze karren is duidelijk aangegeven in de laden van de kar (door identificatienummers en uitsneden, zie Figuur 23).



Figuur 23 – Voorbeeld uitsneden lade

De standaardisatie voorkomt dat monteurs tijd verdoen met werk wat niet noodzakelijkerwijs door monteurs hoeft te worden gedaan waardoor er efficiënter gebruik gemaakt van de relatief dure specialisten. Monteurs zorgen er ook voor dat de werkplek opgeruimd achterblijft waardoor er minder tijd verloren gaat met het zoeken naar gereedschappen en andere spullen. De indeling van de trolleys en de standaarden die hierin gehanteerd worden, zijn bedacht door het betrokken personeel zelf.

5.1.3 **Stap 3: Betrekken en aansturen personeel**

Een goede manier om informatie-uitwisseling te stimuleren en personeel te betrekken bij het onderhoudsproces, is door het houden van werkoverleg. Tijdens het werkoverleg wordt kort besproken wat de status van de in onderhoud verkerende kapitaalgoederen is. Hierdoor worden verantwoordelijkheden expliciet bij het personeel gelegd en is het voor iedereen duidelijk wat er de komende tijd van hen verwacht wordt.

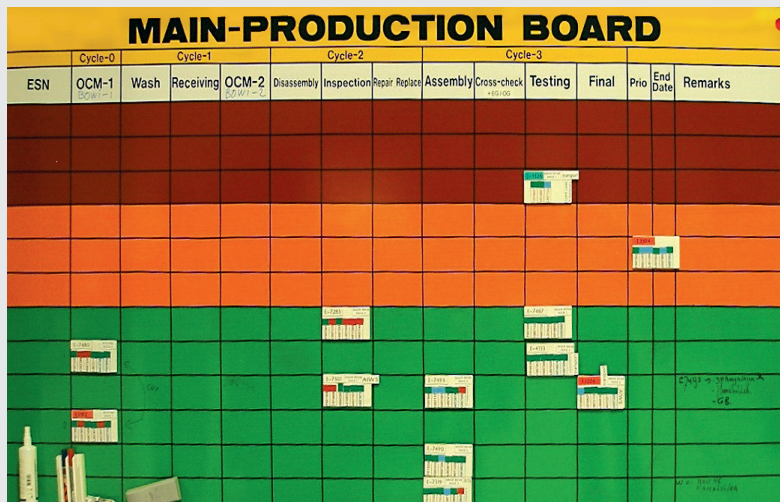
Ook dienen er voorzieningen getroffen te worden om voortgangsinformatie tussen de overlegmomenten te actualiseren en kenbaar te maken. Geschikte methoden hiervoor kunnen worden ontleend aan Visual Factory, waarbij bijvoorbeeld via borden geïllustreerd wordt wat de status van onderhoudswerkzaamheden aan een bepaald kapitaalgoed is.

Zoals al genoemd in de vorige stappen, speelt de inrichting van de onderhoudsgebouwen en werkvloer een belangrijke rol bij het betrekken van het personeel bij het onderhoudsproces. Door het gebruik van scheidingswanden zoveel mogelijk te beperken, wordt de drempel om informatie uit te wisselen tussen werkvloer en kantoorfuncties kleiner. Alleen (administratieve) functies die een geluidsarme werkomgeving vereisen, worden in aparte kantoren uitgevoerd.

Binnen het vernieuwde proces heeft het onderhoudspersoneel meer verantwoordelijkheden gekregen. Een voorbeeld hiervan is dat personeel zelf in dient te schatten of bepaalde reparaties binnen de vastgestelde doorlooptijd kunnen worden verricht of dat er dient te worden vervangen. Hierdoor is het belangrijk ervaren personeel te betrekken bij het werk op de werkvloer. In bepaalde gevallen heeft dit personeel leidinggevende taken en is vooral bezig met managementtaken en niet met de onderhoudswerkzaamheden zelf. Door dit personeel terug op de werkvloer te plaatsen, wordt:

- Optimaal geprofiteerd van de ervaring van dit personeel;
- Beter toezicht op de werkzaamheden van ander personeel gehouden; en
- De kennis van het ervaren personeel beter worden overgedragen op minder ervaren personeel.

Om ervoor te zorgen dat het personeel goed op de hoogte is van de deadlines voor hun werkzaamheden binnen het kritieke pad, is er binnen het verbetertraject een wekelijks stand-up overleg op maandag ingevoerd. Hier wordt met het voltallige personeel de planning voor die week doorgenomen die op centrale borden wordt weergegeven. Deze borden worden gedurende de week bijgewerkt om wijzigingen in de planning te communiceren met de werkvloer.



Figuur 24 – Illustratie planbord LCW

Ook is de aansturing van het personeel veranderd. Uit de analyse van de startsituatie bleek dat bij LCW veel ervaren onderhoudsspecialisten waren doorgestroomd naar managementfuncties. Deze opzichters zaten in kantoren van waaruit ze toezicht hielden. Dit toezicht bestond grotendeels uit papieren toezicht; het controleren van voor- en nacalculaties. Hierdoor waren zij niet meer bezig met de daadwerkelijk onderhoudswerkzaamheden.

In de nieuwe situatie zijn de opzichters terug op de werkvloer geplaatst en voeren zelf weer onderhoudswerkzaamheden uit. De scheidingswanden van de kantoren waarin zij zaten zijn verwijderd waardoor de ruimten bij de werkvloer zijn getrokken (zie Figuur 25). De opzichters zijn tevens vraagbaak voor minder ervaren personeel en hebben goed zicht op de voortgang van het werk van dat personeel. Ook overzien zij beter dan minder ervaren monteurs wat de gevolgen van een keuze tussen vervangen of repareren van bepaalde onderdelen zijn en kunnen deze keuze dus beter maken.

Om toezicht en expertise op de werkvloer te houden wordt voorkomen dat experts op de werkvloer weggepromoveerd worden tot managers in een kantoor. Dit wordt bereikt door een beloningsstructuur in te richten gebaseerd op de waarde die personeel toevoegt aan de organisatie. Hierdoor wordt het mogelijk een ervaren monteur op de werkvloer beter te belonen dan een planner.



Figuur 25 – Illustratie verwijderen scheidingswanden LCW

5.1.4 **Stap 4: Aanpassen personele capaciteiten**

Om de fluctuaties in de werklust op te vangen wordt flexibiliteit gecreëerd bij het personeel door hen breder op te leiden en in te zetten. De kosten van training dienen te worden afgezet tegen de opbrengsten van de bredere inzetbaarheid. Tevens wordt er aandacht besteed aan het trainen van personeel om om te gaan met het nieuwe onderhoudsproces waarin meer verantwoordelijkheid bij het personeel ligt.

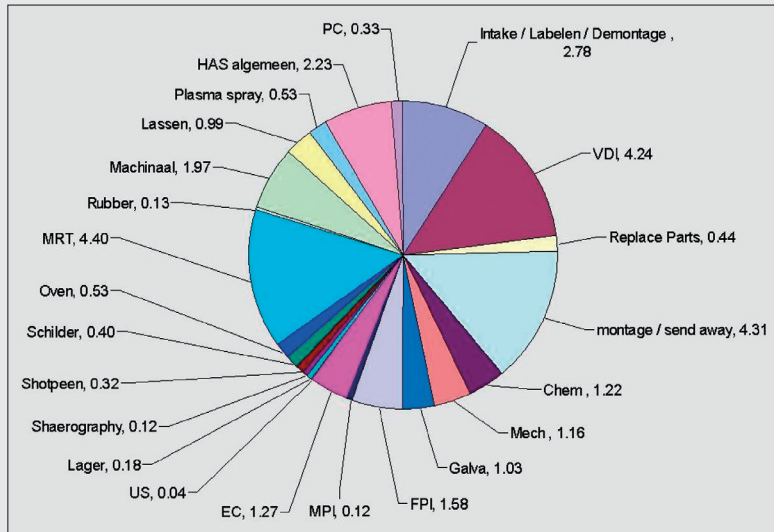
Het verbeterde proces is efficiënter waardoor er minder personeel nodig is om hetzelfde werk uit te voeren. Als de werklust niet uitgebreid wordt, vloeit er personeel af. Hierbij is het belangrijk de ervaring van het personeel op de werkvloer niet uit te hollen. Omdat het verbeteringstraject een continu proces is dat ook na het voltooiën van de implementatie van het ABM concept doorloopt, dient het personeel enthousiast te blijven over het verbetertraject. Hier dient rekening mee gehouden te worden bij het laten afvloeien van personeel, omdat dit negatief kan overkomen. Het verdient de voorkeur om door het verbeteren van de kosteneffectiviteit van het onderhoud aanvullend werk aan te trekken. Hierop kan personeel efficiënt ingezet worden. Ook kan personeel in het kader van de onderhoudsfaciliteit als opleidingscentrum uitgeplaatst worden bij andere afdelingen / organisaties of kan personeel op natuurlijke wijze worden afgevoerd.

Aanpassen skills personeel

Bij LCW hebben twee typen training plaatsgevonden: 1) het trainen van personeel op inhoudelijk gebied (multi-skill maken van personeel) en 2) het trainen van personeel in het omgaan met het nieuwe onderhoudsconcept (via workgroup sessies).

1) Vakinhoudelijke training: multi-skill maken personeel

LCW heeft een analyse uitgevoerd van het aantal voltijds eenheden personeel (VTE) dat nodig is om de jaarlijkse werklast aan te kunnen. Figuur 26 geeft een overzicht van de VTE behoefte van LCW.



Figuur 26 – Analyse capaciteit personeel

De figuur illustreert dat er veel activiteiten zijn waar geen volledige VTE voor nodig is. Om het aantal VTE te minimaliseren heeft LCW een analyse gemaakt van de taken die eenvoudig of logisch te koppelen zijn en besloten personeel multi-skill te maken. Dit betekent dat personeel opgeleid wordt om meerdere activiteiten uit te voeren. Hierdoor worden bijvoorbeeld slechts drie personen aangenomen voor Chemische en Mechanische reparaties in plaats van vier (2×2 , aangezien de som van de werklasten onder 3 VTE ligt). Het multi-inzetbaar maken van personeel betekent ook dat personeel eenvoudiger op andere taken bij kan springen als hier tijdelijk capaciteitsstekort is, bijvoorbeeld vanwege ziekte, vakantie, vacatures, of een piek in de werklast. Door het combineren van taken binnen een functie diende een aantal functie-omschrijvingen te worden aangepast. Dit heeft gevolgen gehad voor de functiewaardering en inschaling van deze functies.

Naar aanleiding van het verbetertraject is de behoefte aan VTEs bij LCW van 76 naar 65 gedaald. Een van de redenen voor LCW om het motorenonderhoud niet uit te besteden, was dat LCW

smart-buyer/smart maintainer wil blijven. Om deze positie te behouden, wil LCW kennis van het onderhoud aan motoren vasthouden. Hiermee is rekening gehouden bij het af laten vloeien van personeel.

Vanwege de gevolgen die het verbetertraject heeft op het personeelsbestand, is in een vroeg stadium de medezeggenschapsraad (ondernemingsraad) betrokken. Bij het uitvoeren van dergelijke reorganisaties is het betrekken van de medezeggenschapsraad verplicht. In het geval van LCW was de medezeggenschapsraad bereid mee te denken en verleende volop medewerking.

2) Trainen in omgaan met het nieuwe onderhoudsconcept: Workgroup sessies

Voor het verbetertraject was het personeel van LCW gewend dat er van hogerhand uitgezet werd welk werk er diende te worden gedaan en welke activiteiten prioriteit hadden. Het nieuwe concept vraagt meer initiatief, meer eigen verantwoordelijkheid en een mentaliteitsverandering van het personeel op de werkvloer. Om het personeel te trainen in omgaan met deze nieuwe verantwoordelijkheden is het nieuwe concept uitgelegd aan de hand van nieuwe planningsborden, vloer lay-out en mondelinge instructies. Om de voor het nieuwe concept vereiste vaardigheden te oefenen en te toetsen, zijn er scenario's opgesteld van situaties waarmee personeel op de werkvloer in de toekomst mee om moeten gaan. In zogenaamde workgroup sessies worden deze scenario's aan het personeel voorgelegd door een realistische situatie in de praktijk na te bootsen. Zo wordt een bepaalde situatie nagespeeld en wordt monteurs gevraagd welke activiteiten prioriteit hebben en of er gerepareerd of juist vervangen moet worden (gegeven deze situatie). Ook wordt er binnen de workgroup sessies gekeken naar hoe er binnen een cell wordt omgegaan met voorraden en T&E. Zo dienen op de werkvloer binnen een cell alleen de voorraden die nodig zijn voor het afronden van de geplande werkzaamheden aanwezig te zijn. Het cell-personeel moet zelf ingrijpen in het voorraadbeheerproces, oftewel overtollige voorraad naar het magazijn (laten) brengen of aangeven dat voorraden dienen te worden aangevuld. Voor het omgaan met de T&E is weinig aanvullende training nodig aangezien het werk op zich hetzelfde blijft. Echter, T&E is in het nieuwe concept cell-specifiek gemaakt en dient als het niet gebruikt wordt teruggeplaatst te worden in de daarvoor ingerichte opbergssystemen. Tevens is het personeel zelf verantwoordelijk voor de T&E binnen de cell en onderhoud deze (deels) zelf.

Via de workgroup sessies is duidelijk gemaakt wat de nieuwe manier van werken inhoudt en hebben monteurs vragen gesteld over het nieuwe proces. De workgroup sessies zijn door een extern adviseur georganiseerd / geleid en waren cell-specifiek; dus voor iedere cell werd een aparte workgroup sessie gehouden en werden aparte scenario's geschreven. Binnen een scenario worden de verantwoordelijkheden voor iedere functie apart belicht. Deze workgroup sessies zijn cell voor cell doorlopen en werden over een periode van 2,5 jaar uitgevoerd.

Naast de cell-specifieke workgroup sessies, is ook het totale proces op de werkvloer via scenario's nagespeeld. Het uitvoeren van deze simulaties voor de gehele proces verbetert de bewustwording van het personeel binnen een cell van de rol die zij in het totale proces spelen. Door de oefeningen te evalueren, wordt voor het personeel duidelijk wat de gevolgen zijn van het overschrijden van het tijdsframe dat voor de werkzaamheden die binnen een cell verricht

worden is vastgesteld. Bij deze oefeningen worden zowel het personeel op de werkvloer als de leidinggevenden betrokken.

Aanpassen omvang personeel

Ook bij LCW heeft het verbetertraject en de daaruit volgende efficiëntieslag geleid tot een overcapaciteit aan personeel die herbestemd is.

5.1.5 Stap 5: Aanpassen voorraden

Zoals in Hoofdstuk 4 is opgemerkt, worden door het aanhouden van voorraden piekbelastingen in reparatiewerk opgevangen en beschikbare resources gelijkmatiger ingezet. Als gevolg hiervan wordt er bespaard op de kosten van resources.

Echter, het aanhouden van hogere voorraden resulteert in hogere voorraadkosten bestaande uit de handeling- en opslagkosten van de voorraad en uit gederfde rente-inkomsten over het geïnvesteerde vermogen.

Een ander nadeel is dat het aanhouden van (hogere) voorraden efficiëntie problemen in het onderhoudsproces kan verhullen. Zo wordt bijvoorbeeld een verminderde beschikbaarheid als gevolg van een grote hoeveelheid werk in process gecompenseerd door (te) hoge voorraadniveaus. Hierdoor kan extra voorraad ertoe leiden dat het achterliggende probleem (in dit voorbeeld een grote hoeveelheid werk in process) niet aangepakt wordt.

Ten slotte leidt het houden van voorraden tot extra kosten indien voorraad onbruikbaar wordt. Dit is bijvoorbeeld het gevolg van het overschrijden van houdbaarheidstijden en door productveranderingen. In het geval er veranderingen doorgevoerd worden in (het ontwerp van) producten die op voorraad liggen, dienen deze producten gemodificeerd of weggegooid te worden.

Om deze redenen wordt alleen die voorraad wisseldelen aangehouden die nodig is om het ABM concept succesvol toe te passen. De overtallige voorraad wordt afgebouwd. Dit afbouwen gebeurt door voorraden te verkopen of ze te verbruiken en geen nieuwe voorraden in te kopen (waarbij nieuwe lagere bestelvolumes of bestelfrequenties worden bepaald). Hoge voorraadniveaus assemblies en kapitaalgoederen kunnen ook worden afgebouwd door ze te kannibaliseren. Dit geldt alleen voor voorraden die nog bruikbaar zijn binnen de technische systemen. Voorraad die niet meer binnen de nieuwe systemen gebruikt wordt, wordt verkocht of verschroot.

Deze laatste manier van aanpassen van de voorraadniveaus vereist dat de manier van bestellen van voorraden wordt aangepast. In het nieuwe systeem wordt de ijzeren voorraad bepaald op basis van het ABM concept. Afhankelijk van de ordergrootte, verbruiksfrequentie en levertijd worden bestellingen geplaatst.

Ook dient er een goed en betrouwbaar systeem voor het bijhouden van voorraadniveaus te zijn aangezien het ABM concept hoge eisen stelt aan de betrouwbare beschikbaarheid van onderdelen.

Schommelingen in het aanbod van onderhoudswerk worden binnen het ABM concept met name opgevangen door tussenvoorraden aan onderdelen in plaats van reserve capaciteit of variabele doorlooptijden. Om het onderhoudsproces optimaal te laten verlopen, houdt LCW voorraden onderdelen aan. Deze voorraadniveaus dienen daarom verklaard te kunnen worden uit schommelingen in werklust.

Momenteel bestaat de indruk dat de voorraadniveaus zowel in aantallen motoren als modules en componenten hoog zijn vergeleken bij een optimale situatie (rekening houdend met de fluctuaties in het werkaanbod). Vastgesteld dient nog te worden of er daadwerkelijk sprake is van een surplus, hoe groot dit surplus is en op welke manier het afgebouwd kan worden. Ook is er geen goed beeld van de kosten van het aanhouden van voorraad. Inzicht in de kosten is nodig om het evenwicht tussen voorraden, resource capaciteit en doorlooptijd (zoals beschreven in §2.2 en §4.1.6) te bepalen. Het afbouwen van voorraadniveaus gebeurt door: geen nieuwe onderdelen te bestellen, door motoren te kannibaliseren en door motoren, modules en componenten te verkopen.

In het traditionele concept werden voorraden aangehouden op basis van verbruiksfrequentie. Er werden voldoende onderdelen op voorraad gehouden om op basis van de gemiddelde werklust drie jaar lang in het onderhoud te voorzien. In het nieuwe concept wordt het gewenste voorraadniveau bepaald door de kosten van niet beschikbaarheid van onderdelen (oftewel de kans dat een onderdeel niet beschikbaar is) en de kosten van aanhouden van voorraden.

Ervaring met het verbruik van voorraden leert dat het verbruik van circa 90% van de onderdelen goed te voorspellen is. De spreiding in het verbruik van deze onderdelen is vrij regelmatig. Van de resterende 10% is het verbruik niet goed te voorspellen. Het komt voor dat een bepaald onderdeel lang opgeslagen ligt zonder dat het nodig is bij reparatiewerkzaamheden, terwijl het ook voorkomt dat ditzelfde onderdeel meerdere keren per week verbruikt wordt. Op basis van de kans op niet beschikbaarheid die wordt geaccepteerd, wordt per onderdeel vastgesteld hoeveel stuks er op voorraad moeten zijn. Van dure onderdelen wordt een grotere kans op niet-beschikbaarheid geaccepteerd dan van relatief goedkope onderdelen. Het bestelmoment wordt vastgelegd via een kanban systeem (zie Box 5, pagina 61).

Ook de lead-time van de leverancier heeft invloed op de niet-beschikbaarheid. Omdat voorraadbeheer binnen ABM op kans op beschikbaarheid wordt gestuurd, worden er duidelijke afspraken met de ketenpartners (met name de leveranciers) over leverbetrouwbaarheid gemaakt.

Voor de voorraad- en assortimentsbeheersing van de artikelen die nodig zijn voor het uitvoeren van het motorenonderhoud is een artikelmanager aangewezen. Deze manager kent de verschillen in verbruik, levertijd, leverfrequentie, ordergrootte, voorraadniveaus en kans op niet beschikbaarheid van de verschillende onderdelen. Ook kent de artikelmanager de gevolgen van het niet beschikbaar zijn van een bepaald artikel voor het onderhoudsproces. Een kanban systeem stelt de artikelmanager in staat snel inzicht in de voorraadniveaus te verkrijgen en deze te interpreteren. Voor het plaatsen van orders heeft de artikelmanager geen toestemming van een leidinggevende nodig.

5.1.6 **Stap 6: Plannen en uitvoeren onderhoud**

In Hoofdstukken 2 en 4 is beschreven hoe het concept ABM werkt, welke voor- en nadelen het heeft en in welke situaties gekozen dient te worden voor vervangen en wanneer voor repareren. Ook wordt in deze hoofdstukken beschreven hoe de keuze voor voorraadniveaus en de capaciteiten van resources gekozen worden binnen dit concept. Vanaf het moment dat de resource capaciteiten en voorraadniveaus zijn vastgesteld, dient de planning op deze niveaus te worden gebaseerd.

Aangezien de resource capaciteit en voorraadniveaus vastliggen, is bij het maken van de planning met name de beschikbaarheid van kapitaalgoederen en daarmee de doorlooptijd van het onderhoud van belang. In de planning dient wel rekening gehouden te worden met het gelijkmatig verdelen van de werklast om te voorkomen dat er door piekbelastingen overgewerkt of externe arbeid ingehuurd moet worden. Voorraden worden in veel gevallen niet na ieder item dat uit de voorraad wordt gehaald aangevuld. Om deze reden fluctueren de voorraadniveaus. Deze fluctuaties zijn met name afhankelijk van de bestelvolumes / leveringsintervallen die al in een eerder stadium (Hoofdstukken 2 en 4) zijn vastgesteld.

Bij binnenkomst van de melding dat een kapitaalgoed gerepareerd moet worden, wordt zoveel mogelijk informatie over het defect aan het kapitaalgoed verzameld (bij voorkeur al voor het systeem bij de onderhoudsfaciliteit wordt afgeleverd). Op basis van deze informatie en de reeds geplande onderhoudswerkzaamheden in de faciliteit wordt een eerste schatting van de onderhoudsplanung gemaakt, waarin wordt vastgelegd:

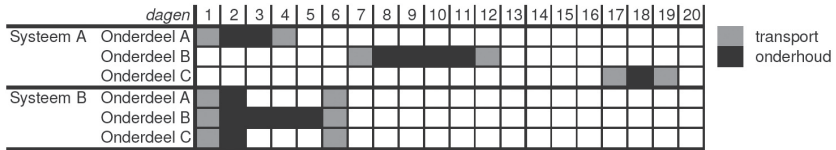
- Wanneer het defecte systeem welke van de stappen van het onderhoudproces gaat doorlopen;
- Op welke niveaus er gerepareerd of vervangen gaat worden; en
- Wanneer het systeem weer beschikbaar gemeld kan worden.

Zodra het systeem bij de faciliteit aankomt, wordt het geïnspecteerd en het defect nader gespecificeerd. Vervolgens wordt de onderhoudsplanung op basis van deze aanvullende / nieuwe informatie geactualiseerd. Op basis van de resources die de reparatie van een systeem vereist, worden bepaalde defecte systemen in een wachtrij geplaatst voordat met repareren wordt begonnen. Dit is mede afhankelijk van het aantal beschikbare systemen op dat moment.

Indien er een aantal systemen liggen te wachten op onderhoud biedt dit mogelijkheden voor het in batches repareren van (onderdelen van) deze systemen. Ook biedt het betere mogelijkheden om systemen samen te stellen uit onderdelen die nadat het systeem beschikbaar wordt verklaard een vergelijkbaar preventief onderhoudsinterval hebben. Dit wil zeggen dat de onderdelen die samen een systeem vormen bij het verlaten van de onderhoudsfaciliteit op (min of meer) hetzelfde moment terugverwacht worden voor preventief onderhoud. Het op deze manier afstemmen van onderdelen in een systeem wordt module-matching genoemd. Hoe meer systemen / onderdelen er in de onderhoudsfaciliteit zijn, hoe beter de preventieve onderhoudsintervallen op elkaar afgestemd kunnen worden en hoe minder frequent een systeem (in de toekomst) voor onderhoud binnen komt. Het gevolg van toepassing van module-matching is dat een systeem minder vaak onderhoud nodig heeft en dat als een systeem voor onderhoud binnenkomt er gemiddeld meer onderhoudswerk aan verricht moet worden. Aangezien de langsturende onderhoudsactiviteit maatgevend is (en het kritieke pad van het systeem vastlegt), vinden andere reparaties (of vervangingen) plaats binnen het vastgestelde kritieke pad. Indien het

systeem voor ieder van de afzonderlijke onderhoudsactiviteiten apart binnenkomt, is de doorlooptijd van het onderhoud de som van de individuele doorlooptijden van de onderhoudsactiviteiten. Tevens wordt het systeem in dit geval voor ieder van de afzonderlijke onderhoudsactiviteiten getransporteerd, wat de tijd dat het systeem beschikbaar is verder reduceert.

Figuur 27 illustreert de effecten van het toepassen van module-matching op de werklust en de beschikbaarheid van het kapitaalgoed. Systeem A geeft onderhoud aan een systeem weer waarbij geen module-matching wordt toegepast. Het systeem komt herhaaldelijk binnen voor onderhoud aan de diverse onderdelen en is 35% van de tijd (7 van de 20 dagen) beschikbaar. Systeem B geeft onderhoud aan een systeem weer waarbij module-matching wordt toegepast. Onderdelen A, B en C komen tegelijkertijd in aanmerking voor preventief onderhoud. De doorlooptijd van het onderhoud aan onderdeel B is maatgevend waardoor onderdelen B en C parallel aan onderdeel A kunnen worden onderhouden. De onderhoudswerklust aan onderdeel A wordt gereduceerd doordat voor onderhoud aan onderdeel A en B dezelfde (de)montage werkzaamheden uitgevoerd dienen te worden. Toepassing van module-matching resulteert in dit voorbeeld in een verdubbeling van de beschikbaarheid tot 70% (14 van de 20 dagen).



Figuur 27 – Illustratie module-matching

Indien een systeem correctief onderhoud vereist, dan hebben de niet-defecte onderdelen veelal geen preventief onderhoud nodig en is er dus minder gelegenheid tot het combineren van onderhoud binnen dezelfde onderhoudsbeurt. Wel kan de volgende preventieve onderhoudsbeurt van onderdelen die gerepareerd of vervangen worden naar aanleiding van een correctieve onderhoudsbeurt worden afgestemd op de andere onderdelen van het systeem. Dit betekent dat een onderdeel dat gerepareerd wordt, niet altijd een volledige overhaul krijgt, maar soms zodanig gerepareerd wordt dat het eerstvolgende verwachte inspectiemoment samenvalt met andere onderdelen van het systeem.

Bij het onbeschikbaar raken van een motor geeft LSK het defect en de luchtmachtbasis waar het defect opgetreden is aan LCW door. LCW vraagt DVVO een beschikbare motor van LCW naar de betreffende luchtmachtbasis te brengen en de defecte motor als retourlading mee te nemen. Bij ontvangst van de motor bij LCW wordt deze geïnspecteerd om vast te stellen hoeveel onderhoudswerk eraan verricht moet worden en om dit werk in te plannen.

Afhankelijk van de marge met het kritische aantal beschikbare motoren op dat moment, heeft LCW de mogelijkheid onderdelen van de motor te repareren of te vervangen. Bij het maken van deze beslissing wordt er tevens rekening gehouden met mogelijkheden tot het onderling afstemmen van onderhoud aan delen van de motor; het module matching (zie Figuur 27). Door module matching toe te passen wordt de werklast gereduceerd. Module matching houdt in dat motoren zodanig worden samengesteld uit de voorraad modules dat het resterende aantal cycles van ieder van de modules waaruit een motor is opgebouwd vergelijkbaar is. Door de motoren samen te stellen uit modules met een vergelijkbaar aantal resterende cycles, valt het preventieve onderhoud voor deze modules op hetzelfde moment. Hierdoor worden meerdere modules tijdens dezelfde onderhoudsbeurt onderhouden, hoeft de motor minder vaak naar LCW te worden getransporteerd en neemt de beschikbaarheid toe.

Naast het samenstellen van motoren uit modules met een vergelijkbaar aantal resterende cycles, kan een defecte module ook een lichte reparatie ondergaan. Hierdoor wordt het resterend aantal cycles na onderhoud vergelijkbaar met dat van de andere modules van de motor.

5.1.7 **Stap 7: Aanpassen ketenrelaties**

De wijzigingen van de organisatie van het onderhoud hebben invloed op interactie met de directe ketenpartners. De prestaties van de ketenpartners beïnvloeden de prestaties van het onderhoudsbedrijf. Als het onderhoudsbedrijf de beschikbaarheid van kapitaalgoederen in de doelen en KPI's opneemt, wil het eisen stellen aan processen in de keten die invloed hebben op de beschikbaarheid of wil het deze processen regisseren. Een proces dat bijvoorbeeld onder de regie van het onderhoudsbedrijf geplaatst kan worden, is het transportproces tussen gebruiker en onderhoudsfaciliteit. Om aan haar eigen verplichtingen te voldoen, stelt het onderhoudsbedrijf eisen (KPI's) op voor processen die de ketenpartners regisseren. Hierdoor moeten deze ketenpartners hun werkwijze afstemmen met het onderhoudsbedrijf. Een voorbeeld van een onderwerp waar dit soort afspraken over gemaakt worden, is de leverbetrouwbaarheid / beschikbaarheid van onderdelen.

Ook de afspraken en interactie met de gebruiker van het kapitaalgoed moeten worden aangepast. De eisen van de gebruiker vormen een uitgangspunt voor de optimalisatie van de processen van het onderhoudsbedrijf. Deze eisen hebben bijvoorbeeld betrekking op de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de prestaties van het onderhoudsbedrijf en de kosten waartegen deze prestaties geleverd worden. Ook worden er afspraken met de gebruiker gemaakt over eventuele compensaties die het onderhoudsbedrijf dient te voldoen als het niet aan de afgesproken eisen voldoet.

Om het verbetertraject goed te laten verlopen, dienen ketenpartners in een vroeg stadium geïnformeerd te worden over de plannen van het onderhoudsbedrijf. Samen met de ketenpartners wordt er gezocht naar een wederzijds acceptabele organisatie van activiteiten en verantwoordelijkheden na het verbetertraject. Tijdens de implementatiefase van dit traject worden de intentieverklaringen uit de voorgaande fasen vertaald naar concrete afspraken (bijvoorbeeld over KPI scores etc.).

De beschikbaarheid van motoren die LCW garandeert, heeft betrekking op motoren die bij de gebruiker aanwezig zijn. Dit betekent dat het tijdig verzorgen van transport tussen de gebruiker en de klant binnen de KPI valt zoals die tussen LCW en LSK is afgesproken en de verantwoordelijkheid van LCW is. Het transport van motoren tussen LCW en de gebruiker (LSK) wordt verzorgd door DVVO. Deze Defensiedienst valt niet onder de verantwoordelijkheid van LCW en wordt gezien als een derde partij. Om het transportproces te beheersen en te kunnen optimaliseren over een groter deel van de keten, is er een KPI opgesteld die het transport tussen LCW en LSK monitort. De verantwoordelijkheid van het halen van deze KPI ligt bij DVVO. LCW blijft verantwoordelijk voor het halen van de KPI waarmee beschikbaarheid wordt gemonitord en waar transport integraal deel van uitmaakt.

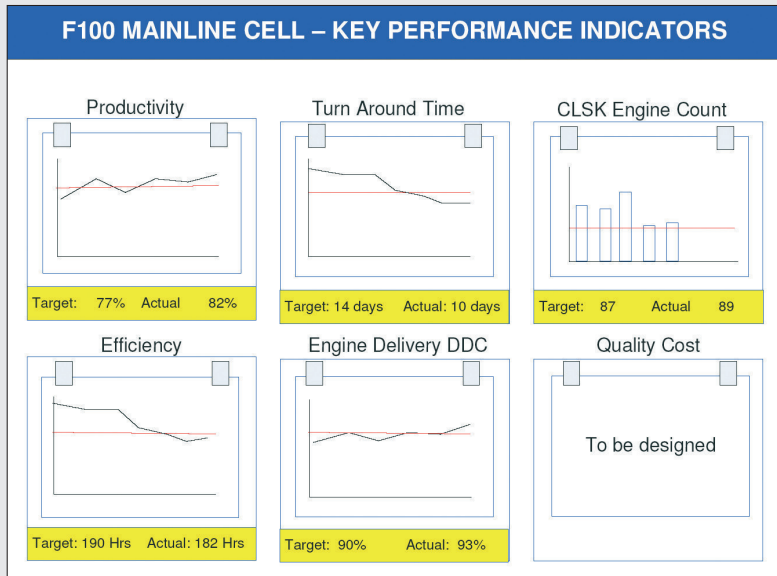
In het verleden had LCW hoge voorraadniveaus waardoor de leverbetrouwbaarheid aan LCW door OEMs niet kritiek was. Met het transparant maken van de vereiste voorraadniveaus en het terugbrengen van de voorraden tot deze niveaus in het verbetertraject, wordt leveringsbetrouwbaarheid aan LCW door OEMs kritiek. Om deze reden sluit LCW performance based contracten met OEMs waarin leveringscondities en boeteclausules zijn vastgelegd.

Met LSK zijn duidelijke afspraken gemaakt over de prestaties die LSK van LCW mag verwachten. Er zijn geen boeteclausules afgesproken.

5.1.8 **Stap 8: Implementeren meetsysteem**

In §4.1.4 is beschreven hoe KPI's worden vastgesteld. Om de KPI's te gebruiken als een monitoringsysteem voor de prestaties van de onderhoudsfaciliteit, dient data verzameld te worden op basis waarvan de KPI score wordt vastgesteld. Hiervoor is het belangrijk dat medewerkers binnen de organisatie verantwoordelijk zijn voor het verzamelen van deze data, het periodiek vaststellen van de KPI score en het bekend maken van de score. Dit betekent dat het personeel kennis kan nemen van de prestaties, maar ook dat de verantwoordelijken het personeel en de leidinggevendenden waarschuwen in het geval de score van de KPI's buiten een bepaald bereik komt. Voor sommige KPI's is het nodig dat deze continu bijgewerkt worden om personeel op basis van de KPI score zelfstandig planningsbeslissingen te laten nemen. Van andere KPI's is het wekelijks updaten van de score voldoende.

Bij LCW is de productieplanner verantwoordelijk voor het verzamelen van de data en het afleiden van de KPI score op basis hiervan. De score wordt door de opzichter van de werkplaats verwerkt in een Excel grafiek die dagelijks wordt geactualiseerd (zie Figuur 28). Doordat de opzichter tevens hoofdverantwoordelijke is voor het behalen van de KPI scores, is deze functionaris automatisch en direct op de hoogte van afwijkende KPI scores en kan zelf maatregelen treffen.



Figuur 28 – KPI performance overzicht LCW

5.2 Lessons learnt

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de leerpunten uit dit hoofdstuk. Een overzicht van de leerpunten uit alle hoofdstukken is te vinden in Bijlage 1.

- Gebruik productie verbeteringsmethoden (zoals Lean Manufacturing) als bouwstenen om concept te implementeren

Stap 1: Herinrichten werkvloer

- Maak werkvloer helemaal leeg
- Verwijder eventuele markeringsystemen van oude processen
- Optimaliseer loop- en transporttijden op de werkvloer
- Verwijder afscheidingen waar de werkzaamheden dit toelaten
- Breng nieuwe markeringen op vloer aan om de ruimten waarin processen worden

uitgevoerd te scheiden

- Breng waar nodig nieuwe infrastructuur (leidingen etc.) aan

Stap 2: Rationaliseren T&E en inventaris

- Analyseer welke T&E en inventaris op de werkvloer nodig is (maak eventueel onderscheid tussen T&E en inventaris die beslist niet meer nodig is en die wellicht nog gebruikt gaat worden)
- Markeer te behouden T&E en inventaris
- Maak definitieve selectie te behouden T&E en inventaris
- Stoot overbodige T&E en inventaris af of sla deze weg van de werkvloer op
- Geef T&E een vaste plek op de werkvloer
- Richt werkplekken waar dezelfde werkzaamheden worden uitgevoerd hetzelfde in
- Zorg dat alle materialen die nodig zijn om bepaalde onderhoudswerkzaamheden te verrichten binnen handbereik op een logische manier op de werkplek aanwezig zijn
- Richt opbergruimten overzichtelijk en eenduidig in
- Maak gebruikers van T&E verantwoordelijk voor het correct terugplaatsen ervan
- Laat personeel (enkel en alleen) die taken uitvoeren waarvoor het gekwalificeerd is (bijv. gebruik geen hooggekwalificeerd personeel voor werkvloer logistieke taken)

Stap 3: Betrekken en aansturen personeel

- Beperk gebruik scheidingswanden op werkvloer
- Bespreek onderhoudsplanung in werkoverleg
- Maak overzichten waar personeel voortgangsinformatie over onderhoudsplanung op vindt
- Geef onderhoudspersoneel meer verantwoordelijkheid over planning eigen werkzaamheden
- Betrek ervaren personeel bij de onderhoudswerkzaamheden op de werkvloer
- Plaats toezichthouders op werkvloer

Stap 4: Aanpassen personele capaciteiten

- Inventariseer of het personeel training nodig heeft om aan het nieuwe onderhoudsproces mee te kunnen werken / deel te kunnen nemen
- Creëer flexibiliteit in inzetbaarheid personeel door deze breed / multi-skill op te leiden
- Gebruik simulaties / scenario's van het onderhoudsproces om de verantwoordelijkheden van personeel in het nieuwe proces te illustreren
- Voorkom gedwongen afvloeiing indien mogelijk
- Herbestem overcapaciteit aan personeel
- Plaats overcapaciteit aan personeel uit bij andere afdelingen / organisaties om ervaringen uit te wisselen
- Houd de ervaring van het personeel op de werkvloer in stand
- Betrek de medezeggenschapsraad / ondernemingsraad

Stap 5: Aanpassen voorraden

- Bepaal benodigde voorraadniveaus (op basis van kans op niet beschikbaar zijn artikel)
- Realiseer benodigde voorraadniveaus door verkoop, verminderde inkoop, kannibalisatie (geassembleerde onderdelen) of aanschaf extra voorraden
- Pas bestelfrequenties en volumes aan
- Richt een betrouwbaar systeem voor het bijhouden van voorraadniveaus in
- Maak afspraken met leveranciers over levervoorwaarden
- Zorg dat er overzicht is over de status van bestellingen en de consequenties hiervan voor het onderhoudsproces (bijvoorbeeld door een artikelmanager aan te stellen)

Stap 6: Plannen en uitvoeren onderhoud

- Maak een onderhoudsplanning op basis van de vereiste beschikbaarheid, de vastgestelde resource capaciteiten en voorraadniveaus
- Stel de planning bij op basis van de meest recente informatie over defecten aan systemen
- Houd in de planning rekening met het afstemmen van onderhoudsintervallen van de onderdelen die een systeem vormen (module matching)

Stap 7: Aanpassen ketenrelaties

- Identificeer processen bij ketenrelaties die invloed hebben op het halen van operationele doelen
- Borg deze processen door middel van KPI's met de ketenrelatie of neem de regie over
- Maak afspraken over het geval de KPI's niet gehaald worden

Stap 8: Implementeren meetsysteem

- Stel verantwoordelijkheden vast voor het verzamelen van input voor KPI's
- Stel verantwoordelijkheden vast voor het vaststellen en verspreiden van KPI scores

Ook op de implementatie van ABM is de Plan-Do-Check-Act cyclus van toepassing. In de voorgaande hoofdstukken zijn de onderdelen 'Plan' (Hoofdstuk 3) en 'Do' (Hoofdstukken 4 en 5) besproken. Dit hoofdstuk gaat in op de aspecten 'Check' en 'Act' oftewel het borgen, evalueren en bijsturen van de implementatie van het concept. Het hoofdstuk sluit af met de belangrijkste lessons learnt op deze gebieden.

6.1 **Borgen, evalueren en bijsturen**

6.1.1 **Stap 1: Borgen**

Om de behaalde resultaten duurzaam te handhaven en verdere verbeterlagen te implementeren, is het noodzakelijk de opgedane lessen in de organisatie in te bedden. Het vertrek van de bedenkers van het nieuwe onderhoudsproces en de daarbij behorende discipline van planning en informatievoorziening, kan een negatieve uitwerking op de performance van de motorshop hebben. Mogelijkheden om de nieuwe werkwijze in te bedden in de organisatie zijn:

- Het aanstellen van nieuwe mensen op planningfuncties. Zij wennen sneller aan het nieuwe systeem en zijn niet geneigd terug te vallen in oude fouten.
- Het in de lijnorganisatie plaatsen van projectteamleden. Doordat zij weten hoe de verbeterlagen zijn uitgevoerd, zijn zij eenvoudiger in staat verdere verbeterlagen door te voeren.
- Zorgen dat kennis binnen afdelingen bij meerdere mensen aanwezig is om kennis te behouden in het geval van personeelwisselingen.
- Het beschrijven en communiceren van het systeem.
- Het gebruik van borden en andere inventaris die blijvend in de organisatie aanwezig zijn. Het gebruik van deze borden draagt bij aan het in stand houden van het systeem.
- Incentives implementeren om voortdurend te verbeteren. Hieronder valt bijvoorbeeld het opstellen van hogere operationele doelen en targets voor de KPI's voor de toekomst.
- Uitvoeren van kwaliteitsaudits. Deze kunnen intern, door externen of een combinatie van beiden worden uitgevoerd. Tijdens de audit wordt de dagelijkse praktijk vergeleken met het beschreven proces (vergelijkbaar met ISO audits). Een belangrijk aspect van de audits is het verifiëren of de gemaakte afspraken, zoals ingestelde normtijden

gehaald worden.

- Certificering van het proces. Door (aspecten van) het proces te laten certificeren, vindt er periodiek een externe audit plaats die deze aspecten van het proces evalueert.
- Binnen andere afdelingen van eigen organisatie implementeren van het concept. Dit kan gerealiseerd worden door de onderhoudsfaciliteit als opleidingscentrum voor het ABM concept te beschouwen en personeel dat voldoende bekend is met het concept uit te laten vliegen naar andere afdelingen van de organisatie. Een vergelijkbare werkwijze maakt de uitruil van personeel eenvoudiger en maakt het eenvoudiger om bijvoorbeeld een intern auditteam op te zetten dat de hierboven beschreven audits in de hele organisatie uitvoert.
- Het inrichten van een meetsysteem waarmee data verzameld wordt op basis waarvan de KPI scores worden vastgesteld. Door een dergelijk systeem in de organisatie in te bedden, worden de prestaties van de organisatie 'automatisch' continu gemonitord.
- Stimuleren van andere organisaties om concept over te nemen, bijvoorbeeld ketenpartners. Als door olievlékwerking het aantal ketenpartners die het concept overnemen groter wordt, wordt het eenvoudiger het concept binnen de eigen organisatie te handhaven.

Bij LCW is op de volgende manieren invulling gegeven aan het borgen van het proces in de organisatie:

- Het proces en de overwegingen die hieraan ten grondslag liggen zijn beschreven in dit document. Het document functioneert als een handleiding voor het verbeterde proces.
- Op de werkvloer zijn magneetborden geplaatst waarop de planning wordt bijgehouden. Deze borden zijn ingesteld op het gebruik van het nieuwe concept waardoor de borden het gebruik van het concept stimuleren.
- Er wordt gebruik gemaakt van incentives om het proces continu te verbeteren. De KPI's op het gebied van doorlooptijd en arbeidsproductiviteit worden hiertoe periodiek verhoogd.
- DMO voert interne audits uit die met name gericht zijn op de financiële performance van LCW.
- De Audit Dienst Defensie (ADD) voert interne audits uit die met name gericht zijn op de financiële performance van en het beheer door LCW.
- De activiteiten bij LCW worden getoetst op basis van de MLA eisen die vergelijkbaar zijn met de EASA eisen zoals die in de civiele luchtvaart certificering gehanteerd worden.
- Kennis van het concept wordt verspreid binnen de eigen defensieorganisatie.

Dit wordt ondersteunt met het publiceren dit document

- Kennis van het concept wordt verspreid onder ketenpartners om het draagvlak voor het concept binnen de eigen keten te verbreden, om het concept over een groter deel van de keten toe te passen en de keten over een groter deel te optimaliseren.

Het ABM concept is ook al bij andere onderdelen van Defensie toegepast om het onderhoudsproces te verbeteren. Op basis van het bij de F100 motoren ontwikkelde concept zijn de onderhoudsprocessen van de Cougar en Chinook helikopters aangepast. De doorlooptijd van onderhoud aan de Cougar is met 66% teruggebracht. Een opvallend verschil tussen de verbetertrajecten bij F100 en bij Cougar is dat de implementatietijd bij F100 2,5 jaar heeft geduurd. Dit komt doordat in deze periode het concept eerst ontwikkeld en daarna pas geïmplementeerd werd. Bij Cougar is het ontwikkelde concept toegepast en werd een implementatietijd van drie maanden behaald. Hieruit blijkt de algemene toepasbaarheid van het concept.

6.1.2 **Stap 2: Evalueren**

Het evalueren en daar waar nodig aanpassen/bijsturen van het vernieuwde onderhoudsysteem vindt op verschillende niveaus plaats. Allereerst is er de evaluatie van het verbetertraject op zich. Hierbij dienen vragen gesteld te worden zoals:

- Zijn de beleidsdoelen van het verbetertraject gehaald (bijvoorbeeld op het gebied van beschikbaarheid) en zo niet, waar ligt dit aan en wat kan eraan gedaan worden?
- Zijn de beleidsdoelen correct en volledig?

Een niveau lager dient dezelfde analyse voor de operationele doelen uitgevoerd te worden:

- Zijn de operationele doelen gehaald (bijvoorbeeld op het gebied van doorlooptijd) en zo niet, waar ligt dit aan en wat kan eraan gedaan worden?
- Is de vertaling van beleidsdoelen naar operationele doelen goed gedaan, oftewel zijn de operationele doelen correct en volledig?

Vervolgens dienen de KPI's geëvalueerd te worden:

- Zijn de targets voor de KPI's gehaald (bijvoorbeeld op het gebied van doorlooptijd van reparaties aan onderdelen) en zo niet, waar ligt dit aan en wat kan eraan gedaan worden?
- Dekken de KPI's de operationele doelen, oftewel zijn de KPI's correct en volledig?

De meeste onderhoudsorganisaties zullen beleidsdoelen op het gebied van beschikbaarheid van kapitaalgoederen en kosten opnemen. Bij het toepassen van het ABM concept zal dit leiden tot KPI's op het gebied van:

- Voorraadniveaus van wisseldelen en kapitaalgoederen
- Normtijden
- Transporttijden tussen gebruiker en onderhoudsfaciliteit
- Inhuur van personeel

Om het verbetertraject binnen een bepaalde periode af te ronden of binnen een bepaalde tijd zichtbare resultaten te presenteren, kan ABM fasegewijs geïmplementeerd worden. De in dit document beschreven cyclus van het verbetertraject kan na implementatie nogmaals doorlopen worden. Hiermee wordt de implementatie afgerond en worden kinderziekten uit het systeem gehaald.

LCW evalueert jaarlijks de mate waarin de vastgestelde doelen behaald zijn. Het voornaamste beleidsdoel van LCW is het verbeteren van de beschikbaarheid van motoren tegen gereduceerde kosten. Dit doel wordt vertaald in vijf operationele doelen die ieder bewaakt worden via een KPI. De jaarlijkse evaluatie wordt voorafgegaan aan de in de vorige paragraaf genoemde audits. Op basis van de conclusies van de audit en de evaluatie worden acties gedefinieerd om bij te sturen.

6.1.3 **Stap 3: Bijsturen**

Als het monitoringsysteem aangeeft dat de gewenste en geëiste targets niet gehaald worden, dienen de verantwoordelijke medewerkers bijstuurmogelijkheden te hebben. In het concept ABM wordt het subsidiariteitsbeginsel toegepast; oftewel, verantwoordelijkheden worden op het laagst mogelijke niveau in de organisatie neergelegd waardoor relatief veel verantwoordelijkheden worden toegekend aan personeel op de werkvloer. Dit personeel dient daarom zelf in te kunnen grijpen als de planning niet gehaald dreigt te worden. Pas als een monteur een bepaald probleem zelf niet (meer) kan beheersen, wordt het probleem bij een leidinggevende neergelegd. Maatregelen die het personeel ter beschikking heeft om planningsprobleem op te lossen omvatten het (tijdelijk) uitbreiden van de resource capaciteit, bijvoorbeeld door inhuur van externen, overwerk, of uitbesteden.

Indien de doorlooptijd van onderhoud aan een motor of onderdeel buiten het kritieke pad dreigt te raken, zal in eerste instantie de monteur zelf maatregelen treffen, zoals overwerken of ondersteuning door een collega vragen. De monteur geeft dit probleem aan op het planningsbord.

Als deze opties niet voldoende zijn, legt de monteur het probleem bij de opzichter neer. Deze kan besluiten extra resources toe te wijzen, structureel te laten overwerken, extern personeel in te huren of de planning te wijzigen.

Als gedurende een langere periode en ondanks bovenstaande maatregelen blijkt dat de KPI's niet haalbaar zijn, kan besloten worden de KPI targets zoals die in Figuur 28 staan afgebeeld in samenspraak met de klant bijgesteld worden.

6.2 Lessons learnt

Deze paragraaf somt puntsgewijs de aanbevelingen en lessen op die in de voorgaande paragraaf beschreven zijn.

Stap 1: Borgen de opgedane lessen in de organisatie door:

- Stel nieuwe mensen op planningfuncties aan
- Plaats projectteamleden van verbeterproject in de lijnorganisatie
- Zorg dat kennis binnen afdelingen bij meerdere mensen aanwezig is
- Beschrijf het systeem (bijvoorbeeld via een handleiding)
- Gebruik bordes en andere inventaris die blijvend in de organisatie aanwezig zijn
- Implementeer incentives om voortdurend te verbeteren
- Voer kwaliteitsaudits uit (intern en extern)
- Laat het proces certificeren
- Implementeer het concept binnen andere afdelingen van de eigen organisatie
- Richt een meetsysteem in waarmee data verzameld wordt op basis waarvan de KPI scores worden vastgesteld
- Stimuleer andere organisaties om het concept over te nemen (bijvoorbeeld ketenpartners)

Stap 2: Evalueren van het vernieuwde onderhoudssysteem:

- Monitor behalen beleids- en operationele doelen verbetertraject en KPI's
- Evalueer correctheid en volledigheid beleids- en operationele doelen en KPI's
- Herhaal ABM implementatie cyclus om gemiste delen alsnog te implementeren, en suboptimalisaties en kinderziekten uit het systeem te halen

Stap 3: Bijsturen van het vernieuwde onderhoudssysteem:

- Leg verantwoordelijkheden op het niveau waar deze het best ingevuld kunnen worden
- Laat personeel op de werkvloer eerst zelf oplossingen zoeken voor een probleem naar een leidinggevende wordt geëscaleerd

BIJLAGE 1: **Lessons learnt**

Deze bijlage geeft een overzicht van alle lessons learnt zoals die aan het eind van de diverse hoofdstukken vermeld staan.

Vorbereiding en analyse

Stap 1: Raadplegen externe bronnen, literatuur, bezoeken vergelijkbare organisaties

- Inventariseer strategieën en voor- en nadelen ervan bij andere organisaties
- Bezoek aan buitenlandse onderhoudsbedrijven (zowel overheid als civiel)
- Verken (marktgerichte) organisatievormen
- Raadpleeg literatuur over relevante concepten, methoden en technieken
- Bekijk voorbeelden van mislukte uitbestedingstrajecten

Stap 2: Vaststellen wat de (beleids)doelen van het verbetertraject zijn

- Formuleer heldere probleemstelling
- Formuleer heldere doelstelling

Stap 3: Samenstellen projectteam

- Zorg voor voldoende mandaat
- Stel projectteam samen uit mensen die concept kunnen opstellen en mensen die het concept kunnen implementeren / uitvoeren
- Selecteer mensen van buiten de (lijn)organisatie voor het projectteam

Stap 4: Creëren draagvlak beleidsmakers

- Zorg voor voldoende mandaat (op basis van vastgestelde beleidsdoelen) van hoogst leidinggevende voor uitvoeren verbetertraject
- Neem verantwoordelijkheid voor het realiseren van doelstellingen
- Voer krachtenveldanalyse uit (identificeren welke actoren invloed hebben op het welslagen van het project, vaststellen hoe groot deze invloed is en of deze positief of negatief gericht is, inventariseren hoe negatieve invloeden door positief gestemde personen kunnen worden beïnvloed)
- Anticipeer op weerstand vanwege verstoring belangen

- Beïnvloed krachtenveld; bewerk weerstand tegenstanders met voorstanders

Stap 5: Vaststellen wat de operationele doelen van het verbetertraject zijn

- Stel vast wat de operationele doelen van de organisatie zijn (bijv. doorlooptijd)
- Stel vast welke output (bijv. in aantallen, tijd en betrouwbaarheid) geleverd dient te worden
- Stel KPI's vast om ieder van deze doelen vast te leggen en vervolgens te borgen
- Zorg dat KPI's SMART zijn
- Leg verantwoordelijkheden voor het behalen van de KPI's bij aangewezen functionarissen
- Maak afspraken over het geval de KPI's niet gehaald worden
- Evalueer of het functioneren van de organisatie door doelen en KPI's gedekt wordt en pas indien nodig KPI's aan

Stap 6: Creëren draagvlak binnen organisatie

- Voer interne krachtenveldanalyse uit
- Win informele leiders / 'mensen die altijd al ideeën hadden maar naar wie nooit geluisterd werd' voor de verbetering
- Betrek personeel bij het meedenken over oplossingen en verbeteringen
- Anticipeer op weerstand vanwege verstoring belangen middle management (reorganisatie / ontslagenen)
- Overtuig het middle management op basis van de probleemstelling
- Houd er rekening mee dat het personeel vasthoudt aan het oude proces, dat dingen die in het oude proces mis gaan verborgen worden gehouden en dat het personeel in de verdediging gaat
- Plan overlegmomenten om personeel te betrekken (hei-sessies, managementvergaderingen en werkoverleggen)
- Communiceer duidelijke doelstellingen, beloof duidelijke resultaten en maak deze zichtbaar
- Onderbouw beloofde resultaten (bijvoorbeeld door extern onderzoek)
- Demonstreer in praktijk dat resultaten haalbaar zijn en gehaald worden (bijvoorbeeld voor een klein deel van het proces)
- Laat zien dat de top van het management achter het verbetertraject staat
- Creëer transparantie op werkvloer; laat zien wat je aan het doen bent en wek interesse
- Zorg dat het ontwerpproces om tot een verbeterde onderhoudsproces te komen open en transparant is
- Neem afscheid van personeel dat zich blijft verzetten
- Los bestaande problemen die het personeel in het oude proces ervaart op in het ontwerp van het verbeterde proces

Stap 7: In kaart brengen startsituatie

- Bepaal procesgrenzen in keten / netwerk
- Bepaal processtappen die het te onderhouden systeem doorloopt
- Bepaal onderlinge afhankelijkheden tussen de activiteiten
- Bepaal de doorlooptijd van iedere processtap en welk personeel erbij betrokken is

- Bepaal kritieke pad van de startsituatie

Stap 8: In kaart brengen beschikbare resources

- Maak overzicht van personeel inclusief skill matrix
- Maak overzicht van T&E
- Maak overzicht van voorraadniveaus
- Stel vast of deze resources kunnen worden afgestoten
- Verken de mogelijkheden en kosten van het herscholen van personeel

Herontwerp proces

Stap 1: Vaststellen nominale werklast (in aantal manuren), benodigde materialen, tooling en equipment, en infrastructuur per activiteit

- Grijp niet terug op data uit oude proces; deze kan vervuild zijn
- Meet doorlooptijden deelprocessen / activiteiten door deze zelf of onder begeleiding uit te voeren en stel variaties vast (gebruik eventueel handboeken)
- Leg deze resultaten vast in normtijden
- Herijk normtijden in het bijzijn van personeel en laat zien dat er marge zit in de gehanteerde tijden
- Verwijder slack in doorlooptijden
- Stel het aantal mensen vast dat gelijktijdig op een efficiënte manier aan een activiteit kan werken
- Stel vast welke andere resources (T&E) er nodig zijn voor het uitvoeren van activiteiten

Stap 2: Clusteren activiteiten die gebruik maken van hetzelfde personeel, T&E of die anderszins gevoelsmatig geclusterd uitgevoerd dienen te worden in building blocks

- Cluster activiteiten die gebruikmaken van dezelfde resources of logischerwijs direct na elkaar uitgevoerd dienen te worden in blocks
- Zorg ervoor dat activiteiten in een block ook daadwerkelijk onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn en dat er geen 'gevoelsmatige knip' in een block zit.

Stap 3: Opstellen netwerkplanning per building block

- Maak een netwerkplanning per building block (bijvoorbeeld door gebruik van GANTT chart en kritiek pad methode)
- Stel een kritiek pad per building block vast

Stap 4: Vaststellen KPI's en verantwoordelijkheden per building block

- Stel KPI's op voor het monitoren van het proces binnen een building block
- Leg verantwoordelijkheden neer voor het behalen van vastgestelde KPI targets
- Maak personeel op de werkvloer verantwoordelijk voor de resultaten van hun werk

Stap 5: Bepalen volgtijdelijkheid van deze building blocks

- Maak een netwerkplanning op basis van building blocks (bijvoorbeeld door gebruik van GANTT chart en kritiek pad methode)
- Stel een kritiek pad vast

Stap 6: Optimaliseren (beschikbare) resources

- Stel de kosten van voorraden (per item per dag), doorlooptijd van het kapitaalgoed (per dag) en resources (per dag) vast.
- Zoek op basis van de verhouding tussen deze kosten naar een optimum van voorraden, resources en doorlooptijd.
- Stoot overbodige resources en voorraden af

Stap 7: Vaststellen en optimaliseren kritieke pad

- Stel vast of de doorlooptijd van het hele proces verder geoptimaliseerd kan worden door de activiteiten binnen blocks te laten overlappen in de tijdsplanning

Implementatie

- Gebruik productie verbeteringsmethoden (zoals Lean Manufacturing) als bouwstenen om concept te implementeren

Stap 1: Herinrichten werkvloer

- Maak werkvloer helemaal leeg
- Verwijder eventuele markeringsystemen van oude processen
- Optimaliseer loop- en transporttijden op de werkvloer
- Verwijder afscheidingen waar de werkzaamheden dit toelaten
- Breng nieuwe markeringen op vloer aan om de ruimten waarin processen worden uitgevoerd te scheiden
- Breng waar nodig nieuwe infrastructuur (leidingen etc.) aan

Stap 2: Rationaliseren T&E en inventaris

- Analyseer welke T&E en inventaris op de werkvloer nodig is (maak eventueel onderscheid tussen T&E en inventaris die beslist niet meer nodig is en die wellicht nog gebruikt gaat worden)
- Markeer te behouden T&E en inventaris
- Maak definitieve selectie te behouden T&E en inventaris
- Stoot overbodige T&E en inventaris af of sla deze weg van de werkvloer op
- Geef T&E een vaste plek op de werkvloer
- Richt werkplekken waar dezelfde werkzaamheden worden uitgevoerd hetzelfde in
- Zorg dat alle materialen die nodig zijn om bepaalde onderhoudswerkzaamheden te

- verrichten binnen handbereik op een logische manier op de werkplek aanwezig zijn
- Richt opbergruimten overzichtelijk en eenduidig in
- Maak gebruikers van T&E verantwoordelijk voor het correct terugplaatsen ervan
- Laat personeel (enkel en alleen) die taken uitvoeren waarvoor het gekwalificeerd is (bijv. gebruik geen hooggekwalificeerd personeel voor werkvloer logistieke taken)

Stap 3: Betrekken en aansturen personeel

- Beperk gebruik scheidingswanden op werkvloer
- Bespreek onderhoudsplanning in werkoverleg
- Maak overzichten waar personeel voortgangsinformatie over onderhoudsplanning op vindt
- Geef onderhoudspersoneel meer verantwoordelijkheid over planning eigen werkzaamheden
- Betrek ervaren personeel bij de onderhoudswerkzaamheden op de werkvloer
- Plaats toezichthouders op werkvloer

Stap 4: Aanpassen personele capaciteiten

- Inventariseer of het personeel training nodig heeft om aan het nieuwe onderhoudsproces mee te kunnen werken / deel te kunnen nemen
- Creëer flexibiliteit in inzetbaarheid personeel door deze breed / multi-skill op te leiden
- Gebruik simulaties / scenario's van het onderhoudsproces om de verantwoordelijkheden van personeel in het nieuwe proces te illustreren
- Voorkom gedwongen afvloeiing indien mogelijk
- Herbestem overcapaciteit aan personeel
- Plaats overcapaciteit aan personeel uit bij andere afdelingen / organisaties om ervaringen uit te wisselen
- Houd de ervaring van het personeel op de werkvloer in stand
- Betrek de medezeggenschapsraad / ondernemingsraad

Stap 5: Aanpassen voorraden

- Bepaal benodigde voorraadniveaus (op basis van kans op niet beschikbaar zijn artikel)
- Realiseer benodigde voorraadniveaus door verkoop, verminderde inkoop, kannibalisatie (geassembleerde onderdelen) of aanschaf extra voorraden
- Pas bestelfrequenties en volumes aan
- Richt een betrouwbaar systeem voor het bijhouden van voorraadniveaus in
- Maak afspraken met leveranciers over levervoorwaarden
- Zorg dat er overzicht is over de status van bestellingen en de consequenties hiervan voor het onderhoudsproces (bijvoorbeeld door een artikelmanager aan te stellen)

Stap 6: Plannen en uitvoeren onderhoud

- Maak een onderhoudsplanning op basis van de vereiste beschikbaarheid, de vastgestelde resource capaciteiten en voorraadniveaus
- Stel de planning bij op basis van de meest recente informatie over defecten aan systemen

- Houd in de planning rekening met het afstemmen van onderhoudsintervallen van de onderdelen die een systeem vormen (module matching)

Stap 7: Aanpassen ketenrelaties

- Identificeer processen bij ketenrelaties die invloed hebben op het halen van operationele doelen
- Borg deze processen door middel van KPI's met de ketenrelatie of neem de regie over
- Maak afspraken over het geval de KPI's niet gehaald worden

Stap 8: Implementeren meetsysteem

- Stel verantwoordelijkheden vast voor het verzamelen van input voor KPI's
- Stel verantwoordelijkheden vast voor het vaststellen en verspreiden van KPI scores

Nazorg

Stap 1: Borgen de opgedane lessen in de organisatie door:

- Stel nieuwe mensen op planningfuncties aan
- Plaats projectteamleden van verbeterproject in de lijnorganisatie
- Zorg dat kennis binnen afdelingen bij meerdere mensen aanwezig is
- Beschrijf het systeem (bijvoorbeeld via een handleiding)
- Gebruik bordes en andere inventaris die blijvend in de organisatie aanwezig zijn
- Implementeer incentives om voortdurend te verbeteren
- Voer kwaliteitsaudits uit (intern en extern)
- Laat het proces certificeren
- Implementeer het concept binnen andere afdelingen van de eigen organisatie
- Richt een meetsysteem in waarmee data verzameld wordt op basis waarvan de KPI scores worden vastgesteld
- Stimuleer andere organisaties om het concept over te nemen (bijvoorbeeld ketenpartners)

Stap 2: Evalueren van het vernieuwde onderhoudssysteem:

- Monitor behalen beleids- en operationele doelen verbetertraject en KPI's
- Evalueer correctheid en volledigheid beleids- en operationele doelen en KPI's
- Herhaal ABM implementatie cyclus om gemiste delen alsnog te implementeren, en suboptimalisaties en kinderziekten uit het systeem te halen

Stap 3: Bijsturen van het vernieuwde onderhoudssysteem:

- Leg verantwoordelijkheden op het niveau waar deze het best ingevuld kunnen worden
- Laat personeel op de werkvloer eerst zelf oplossingen zoeken voor een probleem naar een leidinggevende wordt geëscaleerd

BIJLAGE 2: **Lijst van bronnen**

G.P. Groote, P. Slekker, C.J. Hugenholtz-Sane, Projecten leiden, methoden en technieken voor projectmatig werken, 1997, Het Spectrum/Marka

Michiel A. Koenraads, Afstudeerverslag Air Power door Repair Power, november 2005

LCKLu, Eindrapportage verbeteronderzoek PE-OFF equipment, augustus 2004

Vision Waves, Rapportage PACE Plateau 1 "Als strategie, organisatieontwerp en businessconcept zijn geaccepteerd", maart 2006

Brig. Gen. Judy Fedder, Tinker AFB Oklahoma, 76th Maintenance Wing Transformation, 2007

Wikipedia:

- Lean manufacturing - http://en.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing
- Business Process Redesign - http://en.wikipedia.org/wiki/Business_process_reengineering
- Kanban - <http://nl.wikipedia.org/wiki/Kanban>
- Six Sigma - http://nl.wikipedia.org/wiki/Six_sigma

Colofon

Opdrachtgevers: World Class Maintenance Consortium
Auteurs: Maarten van de Voort (Stratelligence)
Johan Kaelen (Logistiek Centrum Woensdrecht)
Gigi van Rhee (Stratelligence)
Opmaak & druk: Repro Plus Oss

Tweede druk © 2009, Logistiek Centrum Woensdrecht

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kan voor de aanwezigheid van eventuele (druk)fouten en onvolledigheden niet worden ingestaan en aanvaarden auteurs en uitgever deswege geen aansprakelijkheid.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs en de uitgever.

Availability based maintenance (ABM) beschrijft een nieuwe onderhoudsmethode voor de optimalisatie van onderhoudsprocessen. De methode is specifiek gericht op het optimaliseren van de beschikbaarheid van kapitaalgoederen en doet dit door de keuze tussen het vervangen of repareren van onderdelen van deze systemen te laten sturen door beschikbaarheid en kostenafwegingen.

De methode is ontwikkeld en voor het eerst toegepast bij het verbeteren van het motorenonderhoudsproces van het Logistiek Centrum Woensdrecht (LCW). Tijdens dit drie jaar durende verbetertraject heeft LCW de doorlooptijd van het motorenonderhoud tot éénzede en de personele capaciteit tot tweederde gereduceerd. Bovendien is steeds ruimschoots voldaan aan de aangescherpte beschikbaarheids-eis van de operationele gebruiker. Dit boek beschrijft de stappen die doorlopen zijn bij implementatie van de methode bij LCW en vormt als zodanig een blauwdruk voor toepassing van de ontwikkelde methode.

Availability based maintenance is toepasbaar voor onderhoudsbedrijven, OEMs en gebruikers van technische systemen. Dit boek kan op twee manieren gebruikt worden. Ten eerste kan het worden gebruikt als handleiding voor het implementeren van het ABM concept binnen een onderhoudsorganisatie. Hiertoe vormt het een gedetailleerde handleiding voor eenieder die een (complex) onderhoudsproces wil optimaliseren en/of de beschikbaarheid van kapitaalgoederen wil verbeteren. Ten tweede vormt het boek een handleiding voor het doorvoeren van verbetertrajecten in meer algemene zin. Een aantal stappen die zijn genomen bij het verbeteren van het onderhoudsproces via ABM zijn algemeen toepasbaar in ieder verbetertraject. De ervaringen die opgedaan zijn bij het doorlopen van deze stappen zijn daarom waardevol voor iedere organisatie die een verbetertraject ingaat.

Ir. Maarten van de Voort is consultant bij Stratelligence; een adviesbureau dat haar klanten ondersteunt met evidence-based consultancy bij het maken van strategische beslissingen met name op de gebieden van defensie en veiligheid, energie, transport en infrastructuur en overige kapitaalintensieve sectoren.

Kol ir. Johan Kaelen is projectleider van diverse strategische projecten bij het Logistiek Centrum Woensdrecht.

Ir. Gigi van Rhee MBA is directeur van en consultant bij Stratelligence