

Opzetten van een onderhoudsprogramma voor nieuw hangaarequipement van de Surinaamse Luchtvaart Maatschappij



**Afstudeerverslag ter verkrijging van de graad van
Bachelor of Applied Technology (BTech.)
in de studierichting Werktuigbouwkunde**

Ch. Newland

Paramaribo, juli 2013

Opzetten van een onderhoudsprogramma voor nieuw hangaarequipement van de Surinaamse Luchtvaart Maatschappij



Student + studentenreg.nr: Charleen Newland 10689
Docent-begeleider: Dhr. J.Sital BSc
Bedrijf: Surinaamse Luchtvaart Maatschappij
Bedrijfsbegeleiders: Dhr. D. van Brussel (BEng)
Mw. J. Fong-Tin-Joen (BEng)

Paramaribo, juli 2013

Voorwoord

Bij het afstuderen van het Polytechnisch College (PTC) wordt er van de student verwacht ter verkrijging van de graad van Bachelor of Applied Technology een verslag te schrijven betreffende het analyseren of het oplossen van een technisch onderwerp. Het eindresultaat hiervan is een verslag dat aan de eisen (van de docent-begeleider, bedrijfsbegeleider en de begeleider verslaglegging) voldoet en dat moet worden afgesloten met een presentatie.

Mijn hartelijke dank gaat uit naar de heer Sital, de docent-begeleider. Tevens dank ik de bedrijfsbegeleiders, dhr. van Brussel (chief Engineering) en Mw.Fong Tin Joen (Project and Systems Engineer) voor de begeleiding en het verschaffen van de nodige informatie en uitleg.

Paramaribo, augustus 2013

Charleen Newland

Samenvatting

De Surinaamse Luchtvaart Maatschappij staat bekend als de nationale luchtvaartmaatschappij die vluchten uitvoert op de Mid-Atlantische route en verscheidene regionale routes. De afdeling die verantwoordelijk is voor het vliegtuigtechnisch onderhoud binnen de SLM is de afdeling Maintenance and Engineering.

Op deze afdeling is er nieuw hangaarequipment aangeschaft om het onderhoud op de vliegtuigen te kunnen vergemakkelijken. Er ontbrak echter een adequaat onderhoudsprogramma voor het nieuwe hangaarequipment. De probleemstelling hierbij luidt: Bij de SLM is er voor het nieuwe hangaarequipment nog geen adequaat onderhoudsprogramma.

Het doel van dit project is het opzetten van een onderhoudsprogramma voor het hangaarequipment van de SLM.

Er moest een onderzoek gedaan worden naar de meest geschikte onderhoudstechniek voor het hangaarequipment van de SLM. Er is ten eerste een inventarisatie gemaakt van al het nieuw ingekochte hangaarequipment. Voor de overzichtelijkheid van het onderhoud is alle equipment voorzien van een equipmentcode. De onderhoudstaken en intervallen zijn gehaald uit de verschillende onderhoudshandleidingen van het equipment. Met deze data is er een overzicht gemaakt van alle equipment met bijbehorende onderhoudstaken en -intervallen.

Er is uit verschillende onderhoudstechnieken gekozen voor Preventive Maintenance, met name het opzetten van een Planned Maintenance onderhoudsprogramma, waarbij de mogelijkheid voor het toepassen van Condition Based Maintenance bekeken is. Condition Based Maintenance zou toegepast kunnen worden bij het vervangen van filters en bij schoonmaak. Er zijn dagelijkse, wekelijkse en maandelijkse inspectielijsten ontworpen om het equipment te onderhouden. Ondanks de hoge kosten van Condition Based Maintenance is er naar een minder kostbare toepassing voor de SLM gezocht, namelijk het toepassen van Condition Based Maintenance op filters.

Voor het goed beheren van het onderhoudsprogramma wordt aanbevolen dat het ontworpen onderhoudsprogramma geïntroduceerd wordt bij het personeel. De verschillende onderhoudsinspectielijsten en onderhoudsintervallen moeten accuraat bijgehouden worden. Verder wordt aanbevolen dat het toepassen van Condition Based Maintenance op filters kan plaatsvinden. Voor het accuraat bijhouden van het onderhoud dient de onderhoudstasksheet goed gemonitord en bijgehouden te worden.

Summary

In this department new hangar equipment is purchased for aircraft maintenance. This maintenance of the new equipment lacked an adequate maintenance program. To properly maintain the new equipment a maintenance program needed to be set up. The problem here is: Surinam Airways has no adequate maintenance program for the new hangar equipment.

The goal of this project is to set up a maintenance program for the hangar equipment of the SLM.

Out of different maintenance techniques the most appropriate maintenance technique for setting up the maintenance program had to be chosen. Firstly, an inventory of all newly purchased hangar equipment is made. For convenience sake all equipment is provided of an equipment code. The maintenance tasks and intervals originate from the various maintenance manuals of the equipment. With this data an overview of each equipment with corresponding maintenance tasks and –intervals is made.

The most appropriate maintenance technique chosen for the new hangar equipment is Preventive Maintenance, namely Planned Maintenance, where the possibility for the application of Condition Based Maintenance is viewed. Condition Based Maintenance could be applied when replacing filters. Condition Based Maintenance could be when replacing filters and cleaning applied. To perform maintenance on the equipment daily, weekly and monthly inspection lists are. Despite the high costs of Condition Based Maintenance a less costly application of Condition Based Maintenance would be on filters.

To properly manage the designed maintenance program it is recommended that the maintenance program is introduced to the staff. The various maintenance inspection lists and maintenance intervals must be accurately tracked. It is further recommended that the application of Condition Based Maintenance can be carried out on filters. For accurate tracking of maintenance, the maintenance tasksheet must be monitored properly.

Lijst van figuren

Figuur 1. Organogram SLM.....	12
Figuur 2. Evolutie onderhoudsmanagement.....	16
Figuur 3. Meest voorkomende vorm van onderhoud	27
Figuur 4. Vergelijking onderhoudstechnieken	27
Figuur 5. Vergelijking onderhoudstechnieken	28
Figuur 6. Urenggebonden werkzaamheden.....	44
Figuur 7. Kalenderdagengebonden werkzaamheden	44

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

Lijst van figuren

Inleiding.....	9
2 De Surinaamse Luchtvaart Maatschappij	11
2.1 Start van de Surinaamse Luchtvaart Maatschappij	11
2.2 Huidige status Surinaamse Luchtvaart Maatschappij	12
2.3 Structuur SLM.....	12
2.4 Subafdelingen van Maintenance en Engineering	13
2.4.1 <i>Engineering</i>	13
2.4.2 <i>Quality Control</i>	14
2.4.3 <i>Production</i>	14
2.4.4 <i>Production Planning and Control</i>	15
2.4.5 <i>Materials</i>	15
2.4.6 <i>Technical Representative Schiphol (SPL)</i>	15
3 Onderhoud algemeen	16
3.1 Geschiedenis onderhoudsmanagement	16
3.2 Onderhoudstechnieken.....	19
3.2.1 <i>Corrective Maintenance</i>	19
3.2.2 <i>Preventive Maintenance</i>	20
3.2.3 <i>Planned Maintenance</i>	21
3.2.4 <i>Condition Based Maintenance of predictive Maintenance</i>	23
3.2.5 <i>Reliability Centered Maintenance</i>	24
3.3 Meest geschikte onderhoudstechniek voor hangaarequipement van de SLM ..	26
3.3.1 <i>Keuze onderhoudstechniek voor hangaarequipement van de SLM</i>	27
4 Het opzetten van een preventief onderhoudsprogramma	29
4.1 Samenstellen van het onderhoudsprogramma	29
4.2 Bepalen van onderhoudstaken	30
4.3 Bepalen van onderhoudsintervallen	30
4.4 Onderhoudshandelingen	32
4.5 Inventaris en overzicht van het hangaarequipement	37
4.5.1 <i>Hangaarequipement</i>	37

4.6 Mogelijkheid voor het toepassen van Condition Based Maintenance	38
5 Beschrijving onderhoudsprocedure	40
5.1 Categorisatie van de inspecties	40
5.2 Uren- en kalenderdagengebonden inspecties	41
5.3 Onderhoudstasksheet.....	42
5.3.1 <i>Onderhoudstasksheet (Uren- en kalenderdagengebonden)</i>	42
5.3.2 <i>Werking sheet onderhoudswerkzaamheden</i>	43
Literatuurlijst	47
Bijlagenlijst	48

Inleiding

Een groot deel van de werktuigbouwkunde richt zich op het ontwerpen van allerhande werktuigen die onder andere gemak bieden aan de mens. Bij het ontwerpen wordt er op tal van aspecten gelet zoals het uiteindelijke doel van het te ontwerpen werktuig, maar ook op de vraag of het ontwerp economisch verantwoord is. Een ander belangrijk aspect bij het ontwerpen is de mogelijkheid het ontworpen werktuig naar behoren te kunnen onderhouden. Onderhoud verzekert niet alleen de continuïteit maar ook de kwaliteit van het geleverde product.

De Surinaamse Luchtvaart Maatschappij, verder aangeduid als de SLM, staat bekend als de nationale luchtvaartmaatschappij. Dit bedrijf voert vluchten uit op de mid-Atlantische route en regionale routes en is officieel opgericht op 30 augustus 1962.

Om bepaalde onderhoudswerkzaamheden op de vliegtuigen te vergemakkelijken of zelfs te kunnen uitvoeren wordt er gebruikgemaakt van hangaarequipment. Dit verslag beschrijft het opzetten van een onderhoudsprogramma voor het nieuw hangaarequipment van de SLM.

De afdeling Maintenance and Engineering is verantwoordelijk voor alle vliegtuigtechnisch onderhoud.

Door deze afdeling is er nieuw hangaarequipment gekocht dat onderhouden moet worden.

Onder hangaarequipment wordt verstaan alle voor vliegtuigonderhoud benodigde equipment. Dit equipment wordt gebruikt om op een goede wijze onderhoud te plegen op de vliegtuigen en om het onderhoud te vergemakkelijken. Er ontbrak echter een adequaat onderhoudsprogramma voor het nieuwe hangaarequipment. De probleemstelling hierbij luidt: Bij de SLM is er voor het nieuwe hangaarequipment nog geen adequaat onderhoudsprogramma.

De SLM moest dus laten nagaan op welke wijze er gezorgd kan worden voor adequaat onderhoud van het nieuwe hangaarequipment.

Het doel van dit project is het opzetten van een onderhoudsprogramma voor het hangaarequipment van de SLM.

Voor dit equipment moest er een onderhoudsprogramma opgezet worden waarbij ten eerste een inventarisatie gemaakt moest worden van het nieuw ingekochte hangaarequipment. Vervolgens is er in fabrikanthandleidingen opgezocht wat de onderhoudsintervallen van dit equipment zijn. Er moest hierna nagegaan worden welke verschillende typen onderhoudstechnieken er zijn waar-

uit vervolgens de meest ideale onderhoudsmethode, betaalbaar en eenvoudig op te zetten, voor het hangaarequipement gekozen moest worden.

De kern van dit verslag bestaat uit zes hoofdstukken. In hoofdstuk 2 van dit verslag wordt de SLM beschreven evenals de afdeling waarbinnen het project uitgevoerd is. Vervolgens worden er in hoofdstuk 3 verschillende onderhoudsconcepten en onderhoudshandelingen toegelicht. In het vierde hoofdstuk wordt de samenstelling van het onderhoudsprogramma uiteengezet en wordt er een totaalbeeld gegeven van alle hangaarequipement dat in het programma opgenomen moet worden, waarna in het vijfde hoofdstuk een beschrijving gegeven wordt van de onderhoudsprocedure.

Bron: Levitt Joel, 1952- *The handbook of Maintenance management*. 2nd ed.

2 De Surinaamse Luchtvaart Maatschappij

Alvorens er overgegaan kan worden tot het uiteenzetten van het programma is het van belang een overzicht te hebben van het bedrijf en de afdeling waar deze opdracht uitgevoerd wordt. Dit hoofdstuk bevat een beknopte beschrijving van de geschiedenis en de huidige status van het bedrijf en de afdeling Maintenance and Engineering (M&E) van de SLM. In 2.1 wordt de start van de SLM uiteengezet waarna in 2.2 de huidige status van dit bedrijf beschreven wordt. De structuur binnen de SLM komt in 2.3 aan de orde en vervolgens worden de subafdelingen, waaruit de afdeling bestaat en waarop de opdracht uitgevoerd wordt, behandeld. De hoofdbron bij dit hoofdstuk is *Surinam Airways* (Retrieved 13 January 2012 from http://en.wikipedia.org/wiki/Surinam_Airways.)

2.1 Start van de Surinaamse Luchtvaart Maatschappij

In 1953 besloten Ronald Kappel en Herman van Eyck een luchtvaartmaatschappij op te richten. Toen er een vergunning voor een binnenlandse luchtvaartmaatschappij verkregen werd, werd er een stuk grond in Paramaribo gekocht waar het vliegveld Zorg en Hoop begonnen is. Het succes van Kappel en Van Eyck trok de aandacht van de Staten van Suriname, die het bedrijf wilden omzetten in een nationale luchtvaartmaatschappij. Toen de onderhandelingen hierover stroef verliepen, zette Kappel het bedrijf stop en verkocht de toestellen. Onder druk vanuit de samenleving kwam er uiteindelijk een akkoord tot stand.

De nieuwe maatschappij heette Surinaamse Luchtvaart Maatschappij en was op 1 januari 1955 een feit. Op 7 januari begon de SLM een binnenlandse lijndienst tussen Paramaribo en Moengo met twee toestellen van het type Cessna-170B die kort daarvoor waren aangeschaft. Al snel gingen stemmen op om de beide particuliere partners uit te kopen. Kappel verongelukte echter in 1959. In 1962 werd Van Eyck alsnog uitgekocht, en op 30 augustus 1962 werd de SLM een staatsbedrijf. Vanaf 1964 participeerde de SLM in de lijndienst tussen Paramaribo en Curaçao, samen met de ALM en de KLM. De SLM had echter geen eigen toestel. Dat kwam er pas ten tijde van de onafhankelijkheid van Suriname.

Op 2 november 1975 voerde de SLM de eerste trans-Atlantische vlucht uit, in een van KLM gehuurde DC8-63. Het toestel was in de eigen bedrijfskleuren gespoten en was 25 november gedoopt, naar de datum van de toen aanstaande Surinaamse onafhankelijkheid later die maand. Op 7 juni 1989 raakte de SLM betrokken bij de ergste vliegramp uit de Surinaamse

geschiedenis toen nabij Zanderij een naar Anthony Nesty genoemde Douglas DC-8-62 neerstortte.

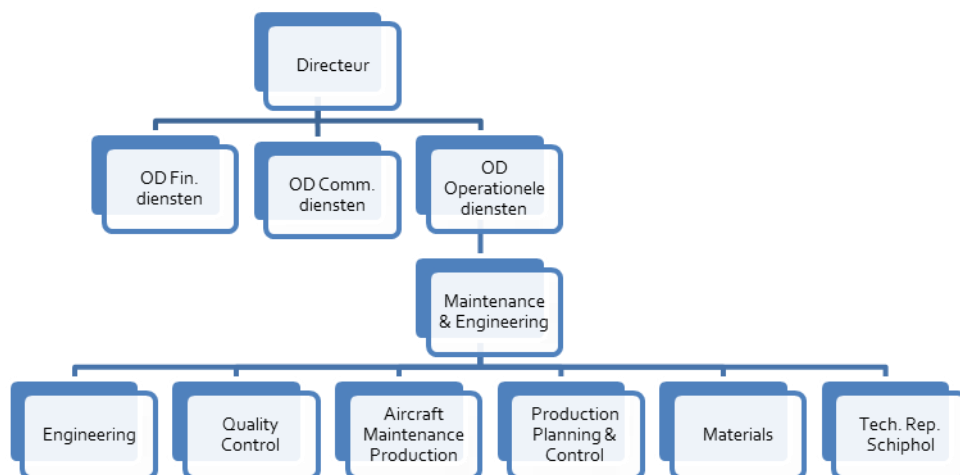
2.2 Huidige status Surinaamse Luchtvaart Maatschappij

In 2004 werd een Boeing 747-306 van de KLM overgenomen. Eind 2009 is deze 747 vervangen door een Airbus A340-311 met registratie PZ-TCP en als naam Palulu.

De huidige vloot van de SLM bestaat uit drie Boeing-vliegtuigen van het type 737-300. Elk van hen kan 126 passagiers bevatten. De 737-300 voeren de regionale routes uit. En verder nog de A340-311 die maximaal 312 passagiers kan vervoeren. De A340-311 voert de mid-Atlantische route uit.

2.3 Structuur SLM

Bij de SLM is eraan het hoofd van het bedrijf een directeur die de rechtstreekse superieur van de verschillende onderdirecteuren is, namelijk van: de onderdirecteur van de financiële diensten, onderdirecteur van de commerciële diensten en de onderdirecteur van de operationele diensten. Onder de operationele diensten valt onder andere de afdeling Maintenance and Engineering.



Figuur 1. Organogram SLM

2.4 Subafdelingen van Maintenance en Engineering

De in dit verslag besproken opdracht is uitgevoerd op de afdeling Maintenance and Engineering. Deze afdeling bestaat uit vijf subafdelingen, namelijk: de afdeling Engineering, de afdeling Quality Control, de afdeling Planning Production and Control, de afdeling Production en de afdeling Materials. Deze paragraaf geeft een uiteenzetting van hoe de verschillende subafdelingen in elkaar zitten. In subparagraaf 2.4.1 wordt de afdeling Engineering besproken, waarna in 2.4.2 de afdeling Quality Control uiteengezet wordt. In 2.4.3 wordt de afdeling Production besproken waarna er in 2.4.4 uitleg gegeven wordt over de afdeling Production Planning and Control. Subparagraaf 2.4.5 geeft uitleg over de afdeling Materials, waarna de paragraaf afgesloten wordt met 2.4.6, een uitleg van de Technical Representative Schiphol.

2.4.1 Engineering

Het verbeteren van een onderhoudsprocedure binnen een luchtvaartmaatschappij is een van de voornaamste taken van de afdeling Engineering. Elke luchtvaartmaatschappij krijgt een Maintenance Planning Data (MPD) document van de vliegtuigfabrikanten. SLM kreeg een Boeing 737 MPD- document dat van toepassing is voor Boeing 737-300/400/500 vliegtuigen. Een MPD is een verzameling van richtlijnen voor een luchtvaartmaatschappij om een eigen gepland onderhoudsprogramma te ontwikkelen. In dit proces vormt de afdeling Engineering ook wel aangeduid als Engineering de geplande onderhoudstaken van het MPD- document uit, een onderhoudsprogramma dat wordt aangeduid als de customized Aircraft Maintenance Program (AMP). Engineering is bewaker van het AMP en verleent bijstand bij problemen. Engineering voorziet de verschillende afdelingen van het AMP en is verder verantwoordelijk voor het ontvangen en nagaan van technische data en publicaties zoals Airworthiness Directives (AD), Service Bulletins (SB) and Service Letters (SL). Bij klachten waarbij informatie van de fabrikant van het vliegtuig vereist is functioneert Engineering als contactpersoon en speelt de verkregen informatie door aan de productieafdeling. Verder is deze afdeling belast met het geven van recommendaties, inspelen op herhaaldelijke klachten en biedt ondersteuning aan resterende subafdelingen.

Ook wordt een Fleet Performance Tracking Program door deze afdeling beheerd, waarbij er toezicht wordt gehouden op het gedrag van vliegtuigcomponenten en indien nodig opdracht gegeven wordt aan de productieafdeling om corrigerende maatregelen te treffen.

Deze afdeling biedt ook de juiste technische opleidingen, die opgenomen zijn in een trainingsprogramma. Engineering wordt beheerd door het hoofd van Engineering en daarbij een Reliability Engineer, een Project and Systems Engineer en een technische publicatie- en trainingscoördinator.

2.4.2 Quality Control

De afdeling Quality Control (QC) is verantwoordelijk voor het observeren en het waarborgen van de kwaliteit en veiligheid van alle vliegtuigonderhoudswerkzaamheden binnen het bedrijf. QC bewaakt de kwaliteit van de documentatie en audits en fungeert als brug tussen de afdeling Maintenance and Engineering en de autoriteiten. QC zorgt er voor dat luchtwaardige onderdelen en equipment gebruikt worden bij het uitvoeren van onderhoud.

Tijdens grote inspecties inspecteert QC de werkpakketten. QC voert toegewezen inspecties uit zoals voorgeschreven in de procedures van de luchtvaartmaatschappij om ervoor te zorgen dat het vliegtuig in een standaard luchtwaardige staat verkeert. QC zorgt ervoor dat goedgekeurde apparatuur en gereedschap worden gebruikt voor onderhoudswerkzaamheden en dat alle noodzakelijke beleidsmaatregelen en procedures in acht worden genomen door gecertificeerd personeel. De QC- medewerkers worden inspectors genoemd, met aan het hoofd de Chief Quality Control.

2.4.3 Production

Het eigenlijke werk aan het vliegtuig wordt gedaan door de medewerkers van de afdeling Production. Deze afdeling voert onderhoudstaken uit met hoge kwaliteit op het geplande interval gebruikmakend van de juiste apparatuur, gereedschappen en mankracht. Alle onderhoudswerkzaamheden aan het vliegtuig worden uitgevoerd binnen een gestelde termijn en gesteld budget en zo veilig mogelijk voordat het vliegtuig in luchtwaardige en vliegveilige staat vrijgegeven wordt voor operatie. De Chief Production is verantwoordelijk voor onderhoud op de thuisbasis en buitenstations.

De technici die onderhoudswerkzaamheden op het vliegtuig uitvoeren worden Aircraft Maintenance Technicians (AMT) genoemd. Wanneer een AMT een opdracht krijgt, wordt de opdracht uitgevoerd in overeenstemming met de autoriteits- en de bedrijfsprocedures en conform de in de fabrikantenhandboeken voorgeschreven richtlijnen.

2.4.4 Production Planning and Control

De Production Planning and Control afdeling (PPC) is een gecentraliseerde organiserende afdeling. PPC voorspelt, schematiseert, en beheert alle onderhoudsactiviteiten van de vliegtuigen en beheert het onderhoudssysteem.

Alle uit te voeren onderhoudswerkzaamheden worden door PPC ingedeeld inclusief de nodige onderdelen en de tijd die nodig is voor het voltooiën van de onderhoudswerkzaamheden. Alle onderhoudsintervallen worden door PPC gecontroleerd en bijgehouden. Wanneer een onderhoudsinterval nadert worden werkpakketten gegenereerd. De vliegreizen en landingen worden bijgehouden door die in computerprogramma's in te brengen. Data van tijdgerelateerde onderdelen worden door PPC bijgehouden om te verzekeren dat de onderdelen op het juiste moment verwisseld worden. PPC onderhoudt en administreert alle technische data die toepasbaar zijn op de vliegtuigen zoals Ads, SBs en SLs. Alle papierwerk van uitgevoerde werkzaamheden wordt door PPC gecontroleerd op compleetheid waarna het opgeslagen wordt in mappen. Documenten en records worden beheerd door PPC op een voor de autoriteiten aanvaardbare wijze. De hoofdverantwoordelijke op PPC is de chef van PPC. Andere medewerkers van PPC zijn de planning officers en -employees.

2.4.5 Materials

De afdeling Materials is verantwoordelijk voor het bestellen van de nodige onderdelen voor de onderhoudswerkzaamheden. Deze afdeling zorgt ervoor dat de gereedschappen gekalibreerd worden. De afdeling legt de onderdelen en gereedschappen klaar voor het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden en is verder belast met het terugsturen van gebruikte onderdelen. Aan het hoofd van de afdeling staat de chef Materials.

2.4.6 Technical Representative Schiphol (SPL)

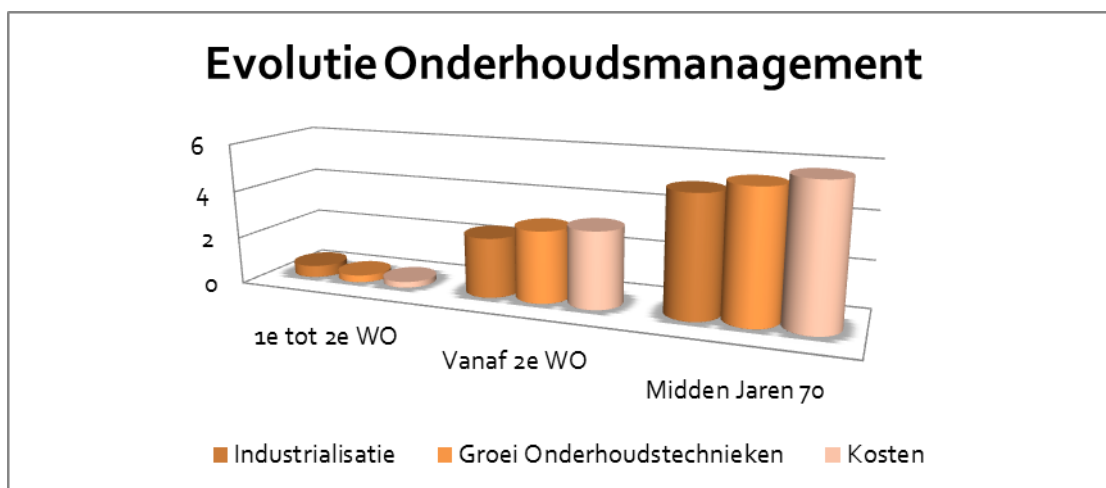
Het onderhoud op de A-340 wordt uitgevoerd door de Maintenance Service Provider, Air France in Nederland (Schiphol). De Technical Representative is de vertegenwoordiger van de SLM afdeling Maintenance and Engineering op Schiphol. De taak van een Technical Representative is er voor te zorgen dat de wensen van SLM uitgevoerd worden en dat de voorafgemaakte afspraken met de Maintenance Service Provider nagekomen worden. De SLM heeft twee Technical Representatives te Schiphol (SPL). Deze Representatives zijn verantwoordelijk voor het monitoren van alle op de operatie betrekking hebben de werkzaamheden die door AirFrance gedaan worden en voor het tijdig voorzien van de afdeling Maintenance and Engineering van de nodige informatie.

3 Onderhoud algemeen

Voor veel productiebedrijven is de productieafdeling het hart van de onderneming. Tal van bedrijven zijn zich bewust van de essentie van onderhoud van machines, equipment en installaties. Het is daarom niet ongebruikelijk dat een hele afdeling belast is met onderhoudswerkzaamheden. De kosten van geregeld onderhoud zijn minder in vergelijking met de kosten bij het uitvallen van een installatie ten gevolge van slecht onderhoud. Om deze reden leven steeds meer bedrijven een uitgekiend onderhoudsplan na. In dit hoofdstuk zullen de algemene typen technisch onderhoud en onderhoudshandelingen besproken worden. In 3.1 wordt de geschiedenis van onderhoudsmanagement beschreven waarin alle fases van de evolutie van onderhoudsmanagement uiteengezet zijn. In 3.2 worden er enkele typen onderhoudsconcepten toegelicht. In 3.3 wordt de meest geschikte onderhoudstechniek voor hangaarequipment van de SLM belicht. Hoofdbron bij dit hoofdstuk: Levitt Joel, 1952- *The handbook of Maintenance management. 2nd ed.*

3.1 Geschiedenis onderhoudsmanagement

Onderhoudsmanagement is het totaal van activiteiten en technieken dat als doel heeft het in "goede conditie" houden van machines, equipment en objecten ten einde de functionaliteit van het te onderhouden goed te waarborgen. De verwachtingen ten aanzien van onderhoud zijn de afgelopen decennia sterk veranderd. De evolutie van onderhoudsmanagement wordt gekenmerkt door drie te onderscheiden generaties.



Figuur 2. Evolutie onderhoudsmanagement

Generatie 1

De eerste periode heeft betrekking op de periode tot de Tweede Wereldoorlog. In deze periode werd er slechts bij het falen van een systeem overgegaan tot reparatie. In de eerste generatie had de preventie van faalgebeurtenissen geen prioriteit. De industrie was in deze periode niet zo sterk gemechaniseerd, waardoor stilstand van apparatuur niet erg was. Daardoor hechtten de meeste managers niet al te veel belang aan het voorkomen van storingen van apparatuur. Bovendien was de meeste apparatuur eenvoudig ontworpen en sterk overgedimensioneerd, apparatuur was daardoor betrouwbaar en relatief eenvoudig te repareren. Er was geen systematisch onderhoud noodzakelijk behalve af en toe schoonmaken, nakijken en smeren. Het hiervoor benodigde vakmanschap was niet hoog.

Generatie 2

De Tweede Wereldoorlog bracht grote veranderingen teweeg. De oorlog verhoogde de vraag naar allerlei goederen, terwijl de industrie minder mensen beschikbaar had dan ooit tevoren. Hierdoor nam de mechanisering enorm toe. Rond 1950 was er sprake van veel meer en veel ingewikkelder machines. Vooral de industrie begon daar echt afhankelijk van te worden.

Naarmate deze afhankelijkheid toenam, nam ook de aandacht voor stilstaande apparatuur toe. Zo ontwikkelde men de gedachte dat storingen van apparatuur moesten en konden worden voorkomen; dit leidde tot het concept van preventief onderhoud. Rond 1960 betekende preventief onderhoud voornamelijk het met vaste intervallen reviseren van technische systemen.

Tegelijkertijd begonnen de kosten van onderhoud ten opzichte van overige bedrijfskosten enorm te stijgen. Deze systemen hebben er aanzienlijk toe bijgedragen dat onderhoud een beheersbare en beheerste activiteit werd; ze behoren inmiddels veelal tot de dagelijkse praktijk van de onderhoudsfunctie.

Ten slotte zorgde de grote hoeveelheid kapitaal ervoor dat men begon te zoeken naar methoden om de levensduur van de technische systemen te maximaliseren. Dit had weer tot gevolg dat onderhoudsbesturingssystemen een stijgende trend kenden.

De punten die meer aandacht genoten waren:

- hogere installatiebeschikbaarheid
- langere levensduur van de apparatuur

- lagere kosten

Generatie 3

Sinds het midden van de jaren zeventig is het veranderingsproces in een stroomversnelling geraakt. De veranderingen kunnen door drie termen worden gekenmerkt:

- Nieuwe verwachtingen
- Nieuw onderzoek
- Nieuwe methoden en technieken

Nieuwe verwachtingen

Stilstand heeft op de productie altijd al een negatieve invloed gehad omdat de opbrengst erdoor vermindert, de bedrijfskosten oplopen en de service voor de klant wordt verstoord. In de jaren zestig en zeventig was dit in de mijnbouw, de productiebedrijven en de transportsector al een belangrijk aandachtspunt. In de productiebedrijven zijn de effecten van stilstand tegenwoordig veel sterker merkbaar als gevolg van de wereldwijde tendens naar just-in-time-systemen. Hierdoor is door de lagere voorraad aan onderhanden werk de kans veel groter dat zelfs een korte storing een heel productieproces stillegt. Door de toenemende mechanisering en automatisering in de sectoren gezondheidszorg, dataverwerking, telecommunicatie en gebouwenbeheer zijn ook de begrippen betrouwbaarheid en beschikbaarheid belangrijke aandachtspunten geworden. Kortom: de verwachtingen op het gebied van onderhoudsmanagement zijn verhoogd.

Nieuw onderzoek

Nieuw onderzoek is een van de oorzaken voor het veranderen van veel van de fundamentele denkbepelden over ouderdom van een component en storingen. Onderzoek tijdens deze periode uit de burgerluchtvaart hebben als resultaat opgeleverd dat er niet altijd een verband bestaat tussen betrouwbaarheid en het aantal bedrijfsuren. Deze mening heeft geleid tot het idee dat hoe vaker men een component reviseert, hoe kleiner de kans op storingen wordt. Dit is tegenwoordig zelden waar. Tenzij er sprake is van een dominante leeftijdsgerelateerde storingsvorm, verbetert het hanteren van leeftijdsgrenzen de betrouwbaarheid van ingewikkelde componenten weinig of helemaal niet.

In feite kunnen periodieke revisies de kans op storing van een technisch systeem als geheel zelfs vergroten. Voor storingen die slechts geringe gevolgen hebben is dit de beste handelswijze.

Maar wanneer storingen verstrekkende gevolgen hebben, moeten ze uiteraard voorkomen worden of voorspeld worden of moeten op zijn minst hun gevolgen verminderd worden.

Nieuwe methoden en technieken

Het aantal onderhoudsmethoden en technieken heeft een explosieve groei doorgemaakt. De afgelopen vijftien jaar zijn er al honderden uitgewerkt en er komen frequent nieuwe bij. De nadruk op revisies en administratieve systemen heeft plaatsgemaakt voor nieuwe ontwikkelingen op diverse terreinen.

Deze nieuwe ontwikkelingen zijn onder andere:

- methoden ter ondersteuning van besluitvorming, zoals risicostudies, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) en kennisgebaseerde systemen;
- nieuwe onderhoudstechnieken zoals toestandsbewaking;
- ontwerpen van technische systemen met veel meer nadruk op betrouwbaarheid en onderhoudbaarheid

3.2 Onderhoudstechnieken

Onderhoud heeft te maken met het in een goede staat houden van machines of equipment. Dit wordt bewerkstelligd doordat bedrijven zich houden aan een (voor hen) geschikte onderhoudstechniek, uitgewerkt in een onderhoudsprogramma,. Er zijn tal van technieken die wereldwijd toegepast worden in bedrijven en operaties. De verschillende onderhoudstechnieken worden in deze paragraaf besproken. In 3.2.1 wordt Corrective Maintenance beschreven, waarna in 3.2.2 een uiteenzetting gegeven wordt van Preventive Maintenance. In 3.2.3 Planned Maintenance wordt beschreven. Subparagraaf 3.2.4 geeft een uiteenzetting over Condition Based Maintenance terwijl in 3.2.5 Reliability Centered Maintenance behandeld wordt.

Hoofdbron bij dit hoofdstuk: Levitt Joel, 1952- *The handbook of Maintenance management. 2nd ed.*

3.2.1 Corrective Maintenance

Corrective Maintenance, ook wel reactive Maintenance kan beschreven worden als het uitvoeren van onderhoud om storing te identificeren, isoleren en rectificeren zodat het defecte equipment, machine of systeem hersteld kan worden tot de door de fabrikant erkende operationele toestand.

Corrective maintenance, ook aangeduid als reparatie is dus bedoeld om equipment weer operationeel te krijgen in tegenstelling tot Preventive Maintenance waarbij het doel is equipment operationeel te houden.

Corrective Maintenance kan onderverdeeld worden in:

1. "immediate Corrective Maintenance", waarbij het werk onmiddellijk na een storing begint,
2. "deferred Corrective Maintenance", waarbij het werk uitgesteld wordt in overeenstemming met bepaalde onderhoudsvoorschriften.

Corrective Maintenance wordt toegepast in gevallen waarbij een storing geen significant effect heeft op de operatie of productie en geen significante verliezen veroorzaakt dan alleen de reparatiekosten.

Voordelen

De voordelen van Corrective Maintenance zijn:

- lage kosten voor het lopende onderhoud.
- minder personeel nodig.

Nadelen

De nadelen van Corrective Maintenance zijn:

- verhoogde ongeplande uitvaltijd.
- verhoogde arbeidskosten.
- verhoogde kosten voor apparatuurreparatie of -vervanging.
- mogelijke secundaire apparatuur of processchade als gevolg van defecte apparatuur.
- inefficiënt gebruik van personele middelen

3.2.2 Preventive Maintenance

Preventive Maintenance werkzaamheden zijn inspecties op equipment, gedeeltelijke of complete revisies op gespecificeerde intervallen, olie verversen, smering toedienen en onderdelen vervangen.

Achteruitgang van het equipment kan hierbij vastgelegd worden zodat verwisseling of reparatie kan plaatsvinden, voordat er een storing in het systeem veroorzaakt wordt. Het doel van Preventive Maintenance is om storingen te minimaliseren. Een simpele toepassing van Preventive Maintenance is het onderhoud van een auto. Als het voertuig niet naar behoren onderhouden wordt is de kans groot dat dit voertuig defect zal raken op een onverwacht moment. Op dezelfde wijze zal, wanneer equipment bij slecht onderhoud faalt, dat resulteren in verlies en storingen in het productieproces.

De noodzaak van een Preventive Maintenance programma:

- Verhoogde automatisering van productiefaciliteiten verhoogt de vraag naar een Preventive Maintenance system.
- Een storing in het productieproces heeft verliezen tot gevolg door de vele vertragingen in het productieproces.

Preventive Maintenance kan onderverdeeld worden in:

- Planned Maintenance
- Condition Based maintenance of Predictive Maintenance

Het voornaamste verschil is de bepaling van het onderhoud of de bepaling van het tijdstip waarop het onderhoud moet worden uitgevoerd. Het hoofddoel van Preventive Maintenance is het voorkomen of verminderen van de consequenties van het falen van equipment. Dit kan door het voorkomen van defecten voordat die optreden. Hiervoor zijn Planned Maintenance en Condition Based Maintenance geschikt. Deze onderhoudstechnieken zijn geschikt voor het behouden en herstellen van de betrouwbaarheid van het equipment door het vervangen van afgeleefde componenten voordat die werkelijk falen. Preventive Maintenance werkzaamheden houden onder andere in: gedeeltelijke of complete inspecties in specifieke periodes, olieerversing en smering. Door de inspecties kan het personeel de achteruitgang van het equipment vastleggen zodat het duidelijk is wanneer versleten componenten vervangen of gerepareerd moeten worden voordat die een productiestoring veroorzaken.

3.2.3 Planned Maintenance

Planned Maintenance is regelmatig gepland onderhoud, uitgevoerd door bekwaam personeel om ervoor te zorgen dat een onderdeel van een bepaald equipment altijd goed functioneert en ongeplande productieonderbrekingen en storingen voorkomen worden.

Planned Maintenance wordt toegepast op elk equipment afzonderlijk volgens de aanbevelingen of wetgeving van de fabrikant. Het plannen kan gebaseerd zijn op draaiuren, op basis van datum of bijvoertuigen op basis van afgelegde afstand. Een goed voorbeeld van Planned Maintenance is voertuigenonderhoud. Na een aantal kilometers moeten onderdelen verwisseld en moet olie ververst worden.

Voordelen

De voordelen van Planned Maintenance ten opzichte van Condition Based Maintenance en Corrective Maintenance zijn:

- het gemakkelijker plannen van onderhoud, mankracht en bestellen van onderdelen en materialen,
- de kosten worden gelijkmatig verdeeld.
- geen initiële kosten voor instrumenten voor toezicht op apparatuur.
- de levensduur is min of meer voorspelbaar.
- de schatting, dat kostenbesparing ten opzichte van Corrective Maintenance tussen 12% en 18% ligt.

Nadelen

- minder betrouwbaar dan equipment dat voorzien is van Condition Based Maintenance instrumentatie. Storingen zijn nog altijd mogelijk.
- arbeidsintensief.
- hogere kosten vanwege het voortijdig (onnodig) repareren en vervangen van onderdelen.
- er moet een deugdelijk planningssysteem of programma zijn/komen.
- er is potentie voor incidentele schade door onnodig onderhoud.

Planned Maintenance is een onderhoudsconcept dat hoofdzakelijk equipment op een veilige en efficiënte manier in werking houdt.

De belangrijkste componenten van gepland onderhoud zijn:

1. onderhoudstaakkaarten
2. dagelijkse werkschema's
3. dagelijkse planningschema's

4. geplande onderhoudstakenlijsten
5. equipmentgeschiedenisarchief

Deze tools kunnen bewerkstelligd worden via Computerized Maintenance Management Systems of met de hand.

3.2.4 Condition Based Maintenance of predictive Maintenance

Condition Based Maintenance(CBM) ook wel predictive Maintenance kan beschreven worden als het uitvoeren van onderhoud slechts wanneer dat nodig is. Dit type onderhoudstechniek wordt uitgevoerd wanneer een of meerdere indicatoren uitwijzen dat equipment een storing zal veroorzaken of wanneer het functioneren van het equipment achteruit gaat. De bedoeling van CBM is om het juiste equipment op het juiste moment te onderhouden. Bij CBM gaat het voornamelijk om prioriteiten stellen en zo efficiënt mogelijk onderhoudsmiddelen ter beschikking stellen.

Bij CBM-inspecties wordt er veelal tijdens het in bedrijf zijn van machines gemeten hoe de status van de machine is, waardoor verstoring van de normale werking van het systeem geminimaliseerd wordt. Oliemonsters worden genomen en geanalyseerd. Infraroodmetingen geven aan waar overtollige warmte wordt gecreëerd door bijv. overgangsweerstanden in schakelkasten en op aansluitpunten van kabels. Pneumatisch kan worden gecontroleerd op lekkages d.m.v. ultrasoonmetingen. Wentellagers kunnen d.m.v. trillingsmetingen op hun conditie worden beoordeeld. De onderdelen die goed worden bevonden, worden niet in het onderhoud opgenomen maar die onderdelen die binnen afzienbare tijd problemen zullen geven worden bij de eerstkomende gelegenheid of productiestop vervangen.

CBM bespaart tijd en energie. Studies tonen aan dat een goed CBM onderhoudsprogramma tussen de 8% en 12% meer dan een Planned Maintenance onderhoudsprogramma aan besparingen levert.

De volgende gemiddelde besparingen zijn typisch voor industriële settings:

- Vermindering van de onderhoudskosten: 25% tot 30%
- Eliminatie van storingen: 70% tot 75%

- Vermindering van uitval: 35% tot 45%
- Verhoging van de productie: 20% tot 25%

Voordelen

De voordelen van CBM ten opzichte van gepland onderhoud:

- betere systeembetrouwbaarheid.
- verminderde apparatuur of proces downtime.
- lagere onderhoudskosten .
- vermindering van de hoeveelheid onderhoud waardoor de invloed van human error tot afname leidt.
- betere kwaliteit van het product.
- verbeterde veiligheid.
- energiebesparing.
- ± 8% tot 12% kostenbesparing ten opzichte van preventief onderhoud.

Nadelen

De nadelen van CBM ten opzichte van gepland onderhoud:

- hoge aanschafkosten van diagnostische apparatuur (CBM- instrumentatie).De aanschafprijs van bijvoorbeeld een trillingsmeter begint bij €500.
- hoge investeringen in opleiding van het personeel.
- het besparingspotentieel is niet altijd goed in te zien door het management.

Ondanks de voordelen wordt dit type onderhoud niet toegepast op minder belangrijke machineonderdelen vanwege de kosten. Deze onderhoudstechniek wordt vaak genoeg toegepast als aanvulling op een gezond preventief onderhoudsprogramma.

3.2.5 Reliability Centered Maintenance

Reliability Centered Maintenance (RCM) is een systematische aanpak voor het identificeren van preventief of geplande onderhoudswerkzaamheden voor apparatuur om zodoende noodzakelijke preventieve (of geplande) onderhoudstaken en intervallen tot stand te brengen.

RCM wordt gezien als de beste manier voor het opstellen en optimaliseren van een preventief onderhoudsprogramma van een technisch (deel)systeem met als doel een zo hoog mogelijke be-

schikbaarheid tegen zo laag mogelijke kosten te realiseren, rekening houdend met de eisen die vooraf aan het systeem gesteld worden. RCM is een onderhoudstechniek die bepaalde machines prioriteit geeft boven andere om de betrouwbaarheid te verhogen en de financiële middelen te optimaliseren. RCM heeft niet als doel om het optreden van storingen te voorkomen, maar om de gevolgen van die storingen die vooraf als acceptabel worden gesteld binnen de grenzen te houden.

De oorsprong van Reliability Centered Maintenance ligt in de vliegtuigindustrie. Na het succes werd deze techniek verder uitgewerkt. Niet alleen binnen de vliegtuigindustrie, maar ook daarbuiten. RCM is een gestructureerde aanpak waarmee de meest kosteneffectieve onderhoudstaak wordt bepaald voor iedere (mogelijke) storing aan een installatie.

Het RCM- proces omvat zeven basisvragen om een systeem te analyseren, namelijk:

1. Welke functies en prestatiestandaards zijn aan het systeem verbonden?
2. Welke manieren van falen zijn te onderscheiden?
3. Wat is de oorzaak van het falen?
4. Wat zijn de effecten van het falen?
5. Wat zijn de consequenties van het falen?
6. Wat kan worden gedaan om falen te voorkomen?
7. Wat moet worden gedaan wanneer er geen geschikte pro-actieve oplossingen worden gevonden?

De voor- en nadelen van RCM zijn identiek aan die van Predictive Maintenance, omdat beide afhankelijk zijn van dezelfde technieken. Echter heeft RCM het extra voordeel dat het gericht is op het onderhouden van het “nodige equipment”(kritische onderdelen) terwijl de betrouwbaarheid verbeterd wordt en de kosten verminderd worden.

Voordelen RCM

- Efficiëntie
- Verhoogde betrouwbaarheid van het systeem
- Lagere kosten als gevolg van geen onnodig onderhoud
- Minimale revisies
- Verminderde plotselinge storingen in apparatuur
- Onderhoud gericht op kritische onderdelen

- Bevat root cause analysis

Nadelen RCM

- Aanzienlijke initiële kosten voor training en uitrusting
- Besparingspotentieel niet altijd goed in te zien door het management

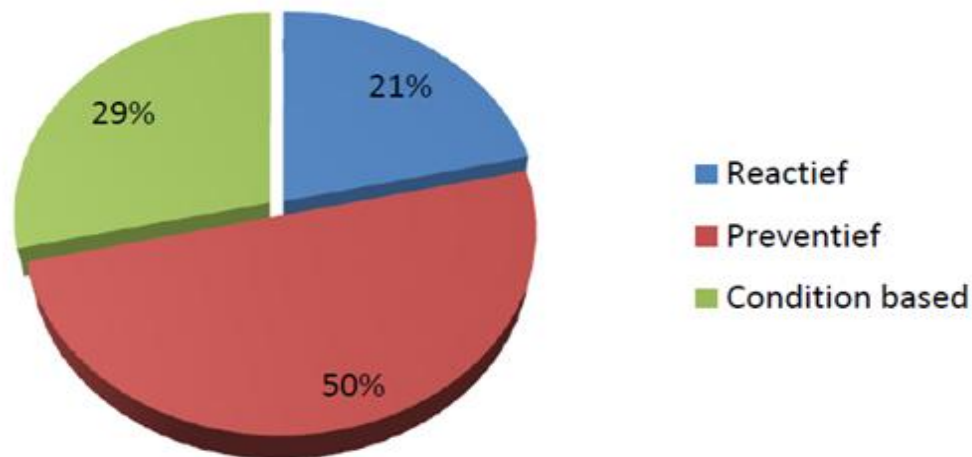
3.3 Meest geschikte onderhoudstechniek voor hangaarequipement van de SLM

Uit paragraaf 3.2 blijkt duidelijk dat aan bepaalde onderhoudstechnieken hogere kosten verbonden zijn dan aan andere onderhoudstechnieken. Verder is duidelijk merkbaar dat bepaalde onderhoudstechnieken gecompliceerder zijn dan andere.

Uit onderzoek is gebleken dat de top 3 onderhoudstechnieken binnen bedrijven uit de procesindustrie, maritiem-, infra-, energie- en automobielsectoren, reactief, preventief en Condition Based onderhoud zijn. In meer dan 50% van de bedrijven wordt preventief onderhoud toegepast (figuur 3). Het blijkt dat vanuit het oogpunt van instandhouding van productie preventief onderhoud het beste is, waardoor onverwachte stops tot een minimum beperkt worden¹. In deze paragraaf wordt onderbouwd welke onderhoudstechniek het geschikt is voor het equipement van de SLM. In 3.3.1 wordt de keuze voor de SLM beschreven.

Hoofdbron bij dit hoofdstuk: *Handboek Onderhoudsmanagement, D2010, december 1997* (Retrieved 24 January 2012 from <http://www.operationalexcellence.nl/artikelen/artikelen%20-%20handboek%20onderhoudsmanagement.htm>)

¹(Resultaten_Maintenance_Quickscan_Juli2010[1]).



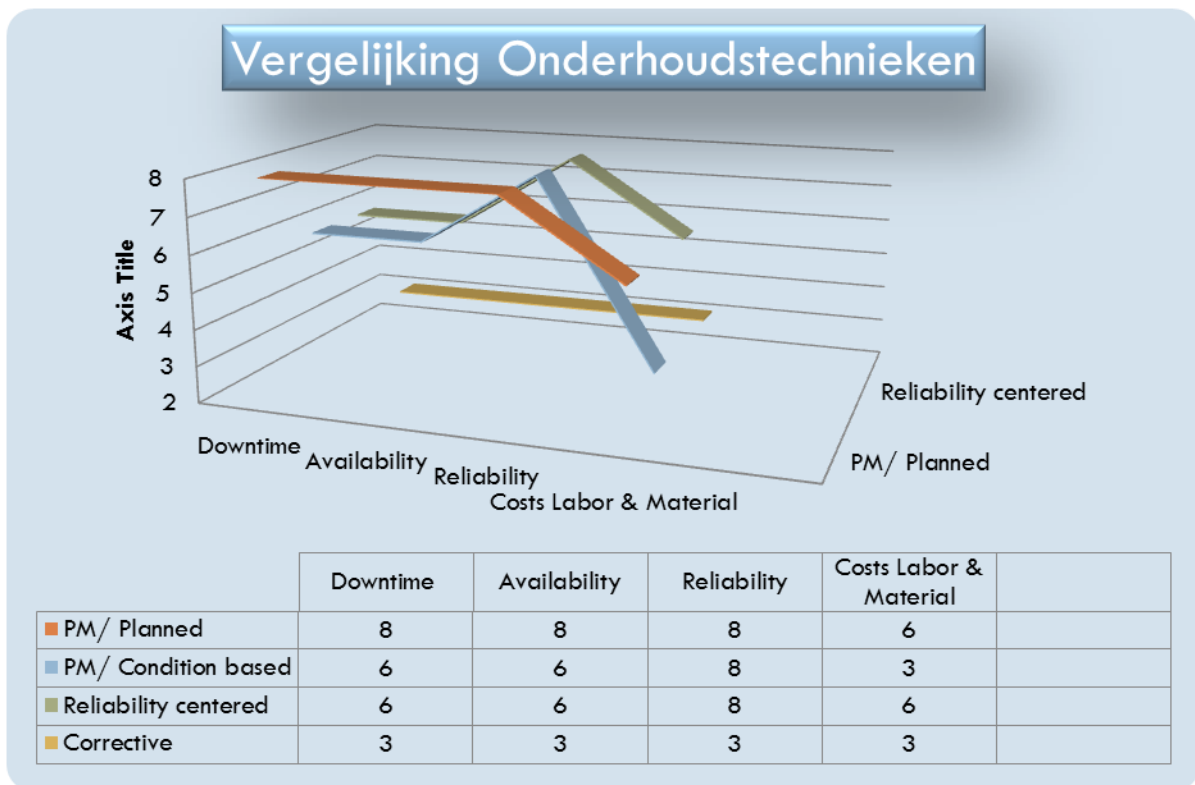
Figuur 3. Meest voorkomende vorm van onderhoud

3.3.1 Keuze onderhoudstechniek voor hangaarequipement van de SLM

Om een goede keuze te maken voor een onderhoudstechniek die het meest geschikt is voor de SLM is er in figuren 4 en 5 een vergelijking gemaakt tussen de verschillende onderhoudstechnieken. De onderhoudstechnieken zijn vergeleken op de volgende criteria: productieonderbreking, beschikbaarheid, betrouwbaarheid en kosten. Voor het hangaarequipement geeft SLM de voorkeur aan een eenvoudige, economisch verantwoorde doch efficiënte onderhoudstechniek. In figuren 4 en 5 zijn er punten gegeven aan de verschillende criteria. Als het criterium goed bevonden is 8 punten, is het criterium redelijk bevonden 6 punten en indien het criterium slecht bevonden is of niet in aanmerking komt 3 punten.

Factor	PM/ Planned	PM/ Condition Based	Reliability Centered	Corrective
Downtime (Productieonderbreking)	Goed	Goed	Redelijk	Slecht
Availability (Beschikbaarheid)	Goed	Goed	Goed	Slecht
Reliability (Betrouwbaarheid)	Goed	Goed	Goed	Slecht
Costs Labor & Material (Kostenverlagend)	Redelijk	Goed	Redelijk	Slecht

Figuur 4. Vergelijking onderhoudstechnieken



Figuur 5. Vergelijking onderhoudstechnieken

Zoals te zien in figuren 4 en 5 komt Corrective Maintenance helemaal niet in aanmerking als onderhoudstechniek voor het hangaarequipement van de SLM. Reliability Centered Maintenance is zoals eerder aangegeven niet geschikt voor alle equipment. Met het oog daarop wordt RCM ook uitgesloten. Na het afwegen van de voordelen tegen de nadelen en na genoemde vergelijkingen van de onderhoudstechnieken is er uiteindelijk gekozen voor preventief onderhoud, namelijk Planned Maintenance en de mogelijkheid voor het toepassen van Condition Based Maintenance.

4 Het opzetten van een preventief onderhoudsprogramma

Op grond van de voordelen is er uit tal van onderhoudstechnieken gekozen voor het opzetten van een preventief onderhoudsprogramma, namelijk Planned Maintenance en de mogelijkheid voor het toepassen van Condition Based Maintenance. Preventief onderhoud is een verzameling van taken die uitgevoerd moeten worden bij een frequentie afhankelijk van tijd, productie, machinedraaiuren, aantal kilometers of conditie met als doel: de levensduur van equipment te verlengen. Dit hoofdstuk beschrijft de stappen die gevolgd zijn bij het opzetten van het preventief onderhoudsprogramma. In paragraaf 4.1 wordt de samenstelling van het onderhoudsprogramma besproken. In 4.2 wordt besproken hoe de onderhoudstaken bepaald worden, waarna er in 4.3 een beschrijving volgt van hoe de onderhoudsintervallen bepaald worden. Vervolgens wordt er in 4.4 een uiteenzetting gedaan van de verschillende onderhoudshandelingen die kunnen voorkomen bij onderhoud. 4.5 geeft een overzicht van al het hangaarequipment. In 4.6 wordt de mogelijkheid voor het toepassen van Condition Based Maintenance beschreven.

Hoofdbron bij dit hoofdstuk is Levitt Joel, 1952- *The handbook of Maintenance management*. 2nd edition.

4.1 Samenstellen van het onderhoudsprogramma

Bij het opzetten van het onderhoudsprogramma zijn er belangrijke stappen die gevolgd moeten worden. Voor het tot stand komen van het programma:

- moeten alle onderhoudshandelingen voorzien zijn van voldoende informatie en aanwijzingen die aantonen op welke wijze de onderhoudshandelingen moeten geschieden. Er zijn gecompliceerde en ongecompliceerde onderhoudshandelingen. Alle onderhoudskaarten moeten om deze reden dus voorzien zijn van aanwijzingen en informatie om de taak naar behoren uit te voeren. Zaken zoals onderdeelnummers van te verwisselen onderdelen en de juiste viscositeit van vloeistoffen moeten allemaal duidelijk aangegeven worden bij het uitvoeren van desbetreffende onderhoudshandeling.
- moeten de onderhoudshandelingen en de intervallen waarbinnen het onderhoud gedaan moet worden, worden vastgesteld.

Om ervoor te zorgen dat het onderhoud van dit equipment op een goede wijze geschiedt, moeten de onderhoudshandelingen binnen het bijbehorende onderhoudsinterval geschieden. Deze tijdsintervallen moeten nauwkeurig bijgehouden worden. Iedere onderhouds-

handeling moet opgenomen worden in het onderhoudsprogramma en moet dus uitgevoerd worden op het bijbehorende interval.

- moet er een systeem gecreëerd worden dat aangeeft wanneer de onderhoudshandeling uitgevoerd moet worden.

Voor het vergemakkelijken van de planning van het onderhoud zal er een systeem opgezet moeten worden waarbij, bij het naderen van een tijdsinterval behorende bij een onderhoudshandeling een melding komt van een systeem dat de betreffende onderhoudshandeling uitgevoerd moet worden.

4.2 Bepalen van onderhoudstaken

De onderhoudstakenlijst bevat de handelingen die uitgevoerd moeten worden zoals: inspecties, afstellingen, smering, vervangingen en metingen. Een onderhoudstakenlijst kan afkomstig zijn van:

- fabrikantenhandleiding (Original Equipment Manufacturer)
- opgeslagen data van equipement
- engineeringsafdeling
- equipement van handelaren
- ervaren personeel

4.3 Bepalen van onderhoudsintervallen

De eerste bron voor onderhoudsintervallen is de onderhoudshandleiding van de fabrikant. Door aanbevelingen van de fabrikant in de handleiding te negeren kan verlies van de garantie op het equipement geriskeerd worden. De aanbevelingen van de fabrikant hoeven niet altijd geschikt te zijn voor elke situatie en zijn dus niet toepasbaar op elk bedrijf. De aannames van de fabrikant over het gebruik van de machine kunnen verschillen van het werkelijk gebruik. Bepaalde fabrikantshandleidingen zijn op de eerste plaats geïnteresseerd in het veilig stellen van de garantie. Dit kan betekenen dat bij het volgen van deze richtlijnen het equipement overgeïnspecteerd wordt. Aanbevolen wordt de richtlijnen van de fabrikant als minimum niveau te gebruiken om de garantie veilig te stellen, maar dat eigen equipement, data en ervaring voldoende richtlijnen bieden bij het vaststellen van de frequentie van het onderhoud.

De intervallen kunnen zijn:

1. Dagen
2. Utilisatie
3. Meterstanden (aflezingen)
4. Energie

ad 1. Dagen

Hierbij wordt preventief onderhoud uitgevoerd op basis van kalendertijd.

Het voordeel hiervan is dat het gemakkelijk is te begrijpen en toe te passen op equipment dat op geregelde basis gebruikt wordt.

Het nadeel hierbij is dat het niet op alle equipment toepasbaar is, omdat equipment niet hetzelfde aantal uren in bedrijf zijn per week. Bijvoorbeeld: een compressor kan per week tien uren draaien terwijl een andere 100 uren draait per week.

ad 2. Utilisatie

Het onderhoud wordt hier uitgevoerd op basis van “de mate van productie”. Bijvoorbeeld het uitvoeren van onderhoud na 50.000 kratten.

Het voordeel hierbij is dat het inschedulen eenvoudig is als het productieschema bekend is.

Het nadeel is dat er een extra inzet nodig is om de data te collecteren en het moeilijker zal zijn het onderhoud een maand of jaar van te voren in te plannen.

ad 3. Meterstand aflezen

Een andere effectieve methode die toegepast wordt op equipment dat niet op geregelde basis gebruikt wordt is het aflezen van meterstanden op equipment, waar mogelijk.

Het voordeel van deze methode is dat die eenvoudig te begrijpen is.

Het nadeel is dat:

- er veel inzet nodig is voor het opnemen van de meterstanden;
- het plannen moeilijk van te voren in te schatten is, omdat meterstanden moeilijk te voorspellen zijn

ad 4. Energie

Het onderhoud wordt hier uitgevoerd nadat de machine of het equipment een vooraf bepaalde hoeveelheid elektriciteit of brandstof verbruikt heeft. De machine moet dan wel voorzien zijn van een meter of een ander methode die de energie input kan opmeten.

Het voordeel bij deze methode is dat de afmetingen accuraat zijn en het besef van energieverbruik vergroot wordt.

Nadelen zijn:

- dat het equipment voorzien moet zijn van wattmeters en /of oliemeters en die meters dan gemonitord moeten worden.
- dat plannen moeilijk is zonder een goede historie en er extra arbeid nodig zal zijn voor het verzamelen van data.

4.4 Onderhoudshandelingen

Het hoofddoel van geregeld onderhoud is te verzekeren dat alle benodigdheden bij het uitvoeren van onderhoud te allen tijde 100% functioneren. De SLM prefereert voor het hangaarequipment een preventief onderhoudsprogramma, namelijk gepland onderhoud. De onderhoudshandelingen worden dan, afgestemd op de geprefereerde onderhoudstechniek, in een onderhoudsprogramma opgenomen rekeninghoudend met de door fabrikant aangegeven intervallen. Door de onderhoudshandelingen toe te passen worden kleine complicaties tijdig ontdekt en gecorrigeerd voordat die een groot probleem veroorzaken en stagnerend werken voor de productie.

De meest voorkomende onderhoudshandelingen zijn:

1. inspecties
2. smering
3. vervanging
4. reiniging

ad 1. Inspecties

Onder onderhoud valt onder andere het uitvoeren van inspecties. Het komt wel eens voor dat een van de door de fabrikant vereiste onderhoudswerkzaamheden een inspectie is. Een inspectie is het georganiseerd nauwkeurig bezichtigen en evalueren van de toestand waarin een machine of componenten van machines verkeren. De resultaten van een inspectie worden meestal vergeleken met vastgestelde eisen en normen die bepalen en aangeven of het component in lijn is met de voorgeschreven eisen in de handleiding van de fabrikant. Inspecties kunnen metingen en testen omvatten en zijn meestal niet destructief. Enkele veel voorkomende inspectiemethoden zijn visuele inspecties, microscopische inspecties, vloeibare of penetrante inspecties, “magnetic particle” inspecties, x-ray of radiografische testen, ultrasoon testen, eddy-current testen, akoestische emis-

sietesten en thermografische inspecties. In dit verslag is er uitsluitend sprake van visuele inspecties.

Punten die geïnspecteerd kunnen worden zijn:

- dat een onderdeel voldoende gesmeerd is,
- of het oliepeil binnen de limiet is,
- het goed functioneren van een onderdeel tijdens het in werking zijn van de machine,
- dat onderdelen op de juiste wijze geïnstalleerd of bevestigd zijn

De intervallen waarop de verschillende inspecties moeten geschieden worden door de fabrikant aangegeven in de handleiding.

ad 2. Smering

In de werktuigbouwkunde worden objecten ontworpen die handelingen moeten uitvoeren, zoals tillen, wegen, verplaatsen, druk opbouwen, analyseren, warmte wisselen, verbinden of verspanen. Het is dus voor de hand liggend dat deze objecten veelal uit onderdelen bestaan die ten opzichte van elkaar bewegen.

Smering is het proces dat of de techniek die gebruikt wordt om slijtage van een of meerdere oppervlakken die ten opzichte van elkaar bewegen te verminderen. Dit gebeurt door tussenvoeging van een stof, genoemd smeermiddel, tussen de oppervlakken. De tussengelegen smeermiddelfilm kan vast, vast-vloeibaar of vloeibaar zijn.

In het meest voorkomende geval wordt de uitgeoefende belasting opgenomen door de druk die binnen het smeermiddel ontstaat vanwege de viskeuze wrijvingsweerstand. Smeren kan ook beschreven worden als het verschijnsel van vermindering van slijtage zonder tussenkomst van de mens.

Adequate smering heeft een soepele continue werking van apparatuur tot gevolg, met slechts milde slijtage, en zonder al te veel belasting op lagers. Bij gebrek aan smering, kunnen metalen of andere componenten destructief over elkaar wrijven, waardoor schade, hitte, en storing hiervan het gevolg kunnen zijn.

Een smeermiddel is een stof die de wrijving tussen bewegende oppervlakken verlaagt. Ook heeft smeermiddel de functie vreemde deeltjes af te voeren.

Een goed smeermiddel heeft de volgende eigenschappen:

- Hoog kookpunt.
- Laag vriespunt.
- Hoge viscositeitsindex.
- Thermische stabiliteit.
- Corrosiepreventie.
- Hoge weerstand tegen oxidatie.

Een van de grootste toepassingen van smeermiddelen, in de vorm van motorolie, is bescherming van de inwendige verbrandingsmotor in motorvoertuigen en ander door een motor aangedreven equipment. Na een bepaald aantal draaiuren moet de olie ververs worden omdat de eigenschappen van de olie achteruitgaan.

Over het algemeen bevat smeerolie 90% basisolie (meestal aardoliefracties, de zogenaamde minerale oliën) en minder dan 10% additieven. Plantaardige oliën of synthetische vloeistoffen, zoals gehydrogeneerde polyolefinen, esters, siliconen, fluorkoolwaterstoffen en vele andere worden vaak gebruikt als basisolie. Additieven zijn verantwoordelijk voor vermindering van wrijving en slijtage, verhoogde viscositeit, een verbeterde viscositeitsindex, weerstand tegen corrosie en oxidatie, veroudering en vervuiling.

Vetten beter bekend als “grease” zijn semi-vaste smeermiddelen. Vetten worden toegepast op mechanismen die slechts onregelmatig gesmeerd kunnen worden en in gevallen waarbij gebruik van smeerolie onmogelijk is vanwege de vloeibaarheid. Vetten fungeren ook als dichtingsmateriaal om het binnendringen van water en onsamendrukbare materiaal te voorkomen.

Vetten bestaan uit een olie en /of een ander vloeibaar smeermiddel dat wordt gemengd met een bindmiddel, meestal een zeep en zodoende een vaste of halfvaste stof vormen. Vetten worden vaak aangebracht door middel van een “grease gun”, waarbij het vet onder druk aangebracht wordt op het te smeren onderdeel het vet “geforceerd” wordt in de ruimten van het onderdeel.

De te gebruiken smering en de intervallen waarop de smering moet geschieden alsook de intervallen waarop de motorolie ververs dient te worden, worden door de fabrikant aangegeven in de handleiding.

ad 3. Vervanging

Bij sommige machines is het vereist dat bepaalde onderdelen vervangen worden na een aantal draaiuren om het goed functioneren van de machine te garanderen.

Een voorbeeld hiervan is het vervangen van een filter. Een filter heeft een zuiveringsfunctie in een systeem dat wil zeggen dat een filter het vuil achterhoudt dat gedurende de werking van een machine verzameld is, zodat dat niet in het systeem terechtkomt.

De meeste in motoren voorkomende filters zijn:

1. Oliefilters
2. Luchtfilters
3. Brandstoffilters

ad 1. De oliefilter

Een oliefilter is een filter die ontworpen is om verontreinigingen te verwijderen die afkomstig zijn van de motorolie, transmissieolie, smeerolie of hydraulische olie. Oliefilters worden in diverse hydraulische machines toegepast. Ze worden vaak gebruikt in verbrandingsmotoren van voertuigen, vliegtuigen, en diverse marineschepen. Voertuigen met automatische versnellingsbakken en stuurbekrachtiging zijn vaak uitgerust met een oliefilter. Naast deze vormen van gebruik, worden oliefilters ook toegepast in het productieproces bij productie van olie, transport- en recyclingfaciliteiten.

ad 2. De luchtfilter

Een luchtfilter is een filter die ervoor zorgt dat aangezogen lucht gezuiverd wordt van ongewenste stoffen. Deze ongewenste stoffen kunnen geuren, bacteriën of eenvoudigweg stofdeeltjes zijn. Lucht kan worden gefilterd om verschillende redenen: het voorkomen van slijtage, milieuverontreiniging, bescherming van personen of bescherming van installaties.

Luchtfilters zijn in verschillende apparaten te vinden, bijvoorbeeld in stofzuigers, ionisators, luchtbehandelinginstallaties en in verbrandingsmotoren. Een luchtfilter als onderdeel van een motor heeft als doel om zand en vuil tegen te houden. De luchtfilter zuivert de inlaatlucht die eventueel gemengd met brandstof in de cilinders gaat. Stof in de inlaatlucht kan slijtage van de zuigers en cilinders veroorzaken.

ad 3. De brandstoffilter

Een brandstoffilter is een filter in de brandstofleiding die onder andere vuil- en roestdeeltjes uit de brandstof tegenhoudt. Brandstoffilters komen in de meeste verbrandingsmotoren voor.

Ongefilterde brandstof kan verschillende soorten verontreinigingen bevatten, bijvoorbeeld verfddeeltjes en vuil dat de tank binnengekomen is tijdens het vullen, of roest dat veroorzaakt is door vocht in een stalen tank. Indien deze stoffen niet verwijderd worden voordat de brandstof het systeem binnenkomt, zal slijtage en op den duur het uitvallen van de brandstofpomp en injectoren veroorzaakt worden, vanwege de schurende werking van de deeltjes op de componenten van het injectiesysteem. Brandstoffilters verbeteren het functioneren van de machine doordat er minder verontreinigingen aanwezig zijn in de brandstof en hierdoor de verbranding efficiënter is. Als een filter niet regelmatig vervangen wordt, kan het verstopt raken door de verontreinigingen en leiden tot een vermindering van de brandstoftoevoer, waardoor er een aanzienlijke daling van de prestaties van de motor teweeggebracht wordt doordat de motor met moeite voldoende brandstof krijgt om normaal te kunnen functioneren.

Sommige filters, in het bijzonder van dieselmotoren, zijn zodanig gevormd dat er ophoping van water op de bodem kan plaatsvinden. Het water kan dan worden afgevoerd door het openen van een klep in de bodem totdat het alleen diesel bevat.

De te gebruiken filters en de intervallen waarop de vervanging van de filters moet geschieden, worden door de fabrikant aangegeven in de handleiding.

ad 4. Reinigen / schoonmaken

Een ander vaak voorkomende onderhoudshandeling is het schoonmaken van equipment of onderdelen van equipment. Het op tijd schoonmaken van componenten kan de levensduur en prestatie van een machine verhogen. Een andere belangrijke reden voor het schoonmaken is het uiterlijk van equipment zolang als mogelijk goed te houden.

Bepaald equipment vereist regelmatige schoonmaken reiniging van componenten.

Het reinigen komt veelal neer op het geregeld schoonmaken van het uiterlijk van de machine zodat roest voorkomen kan worden.

Andere componenten die gereinigd moeten worden zijn de verbrandingskamer, vonkenvanger en brandstoftank.

De intervallen waarbinnen de reiniging moet gebeuren, worden in enkele gevallen door de fabrikant aangegeven in de handleiding.

4.5 Inventaris en overzicht van het hangaarequipement

Bij het opzetten van een preventief onderhoudsprogramma moet ten eerste alle hangaarequipement in kaart gebracht worden en moet alle relevante informatie van dit equipement bekend zijn. In deze paragraaf staat een schematische weergave van alle hangaarequipement en de functie daarvan. In 4.5.1 wordt er een overzicht gegeven van al het hangaarequipement, de aantallen en het doel waarvoor het gebruikt wordt.

4.5.1 Hangaarequipement

Onder hangaarequipement wordt hier verstaan alle voor vliegtuigonderhoud benodigd equipement. Om het onderhoudsysteem te vergemakkelijken is alle hangaarequipement gecodeerd. In tabel 1 volgt een schematische opsomming van het nieuw ingekocht hangaarequipement en de aantallen, een korte omschrijving en het doel waarvoor het hangaarequipement gebruikt wordt binnen de SLM. Voor verdere informatie zoals fabrikant, serienummers, onderdeelnummers en de codes behorende bij het hangaarequipement zie bijlage 13.

Tabel 1 Overzicht hangaarequipement

Naam	Aantal	Omschrijving	Doel
Lifts	2	Type hoogwerker met hydraulisch hijssysteem.	Schoonmaken van de buitenkant van het vliegtuig.
Jacks	3	Mechanisch apparaat dat wordt gebruikt om zware lasten te tillen	Heffen van het vliegtuig bij het verwisselen van de vliegtuigbanden en andere onderhoudsactiviteiten.
Towbars	2	Stangen die als hulp dienen bij het verplaatsen van een vliegtuig	-
Vliegtuigstofzuiger	3	Apparaat dat stofdeeltjes en vloeistoffen zuigt	Reinigen
Oil dispenser	2	Oliereservoir waaruit olie gepompt wordt	Smeringswerkzaamheden op vliegtuigen
Ladders	7	-	Allerhande doeleinden

Maintenance stands	11	Type trappen op wielen voorzien van locks	Binnentreden van de vliegtuigen
Werktafels	6	Verrijdbare werktafels	Plaatsen van gereedschappen en onderdelen
Hand Pump	2	Hydraulische handpomp	Het openen van de motor cowls van het vliegtuig, waardoor onderhoud op de motor mogelijk wordt.
Hogedrukspuit	1	Apparaat dat water onder hoge druk door een spuitpistool leidt.	Hardnekkige aanslag, verwerking en andere vervuiling aan de buitenkant van het vliegtuig worden verwijderd
Tronair Coolunit / Generator	1	Verplaatsbare vliegtuiggrondkoelunit	Voorziet in voorgekoelde lucht tijdens onderhoudswerkzaamheden en niet of slecht geventileerde locaties.
Compressor	1	-	Sputten (paint spraying), het oppompen van banden en het bedienen van pneumatisch gereedschap.
Wheel / brake Changer	1	-	Verwisselen van wielen.

4.6 Mogelijkheid voor het toepassen van Condition Based Maintenance

Zoals eerder aangegeven wordt is bekeken wat de mogelijkheden zijn voor het toepassen van CBM. Het nadeel van CBM is dat het niet toepasbaar is op ieder equipment vanwege de kosten verbonden aan CBM- instrumentatie.

De meeste bedrijven hebben tot op zekere hoogte de voordelen van (CBM) ontdekt. Het belangrijkste voordeel van CBM is dat onderhoudstaken uitsluitend uitgevoerd worden wanneer dat nodig is, op basis van gegevens en zodoende het gebruik van schaarser wordende onderhoudsmiddelen geoptimaliseerd wordt. CBM houdt in: het uitvoeren van onderhoudstaken, niet op een geplande basis van intervallen (zoals bedrijfsuren, mijlen, cycli), maar eerder op basis van verzamelde data van bepaalde Predictive Maintenance taken, zoals olieanalyse, trillingsanalyse, thermografie of ultrasoon testen. De instrumentatie die hierbij nodig is, is voor toepassing op SLM-equipment economisch niet verantwoord aangezien het over het onderhoud van het hangarequipment gaat.

Een eenvoudige en minder kostbare toepassing van CBM die aanbevolen wordt voor het hangaarequipement is het monitoren van het drukverschil bij filters. Drukverschilmetingen geven het drukverschil aan tussen twee punten in een systeem.

Een drukverschilsensor kan worden gebruikt om de zuiverheid van een filter zowel in gas- als vloeibare applicaties te monitoren. Wanneer de druk een bepaalde vooraf ingestelde limiet bereikt, dan wordt er een indicatie gegeven dat zo een filter aan vervanging toe is. Het toepassen van deze techniek zorgt ervoor dat filters slechts vervangen worden wanneer dat nodig is en niet eerder. De aanschafkosten van zo een drukverschilmeter liggen tussen \$50 en \$200.

Drukverschilmetingen kunnen toegepast worden in:

- Waterfiltratiesystemen voor woningen en bedrijfspanden
- Condition monitoring van brandstoffilters voor dieselmotoren
- Flow measurements
- Transmissions
- Chillers
- Olie / Gas Equipment

5 Beschrijving onderhoudsprocedure

Preventief onderhoud is het uitvoeren van onderhoud, bijvoorbeeld verwisseling of reparatie, voordat er een storing kan plaatsvinden. Om dit te kunnen bewerkstelligen moet er een duidelijk overzicht per equipment gecreëerd worden van het uit te voeren onderhoud en de intervallen waarbij die moeten geschieden. In dit hoofdstuk wordt de onderhoudsprocedure met betrekking tot het hangaarequipment geheel beschreven. In 5.1 worden de onderhoudsinspecties gecategoriseerd en de manier waarop het onderhoud zal geschieden wordt uiteengezet, terwijl in paragraaf 5.2 de onderhoudstaaksheet toegelicht wordt. In 5.3 wordt de onderhoudstasksheet beschreven waarna in 5.4 de onderdelenvoorraad beschreven wordt.

Hoofdbron bij dit hoofdstuk is de service and Maintenance manual Models 600S/SJ, 660SJ, 600A/AJ prior to S/N 0300080000 P/N 3120718, Sep 23, 2000.

5.1 Categorisatie van de inspecties

Van alle equipment is nagegaan of de laatste revisie onderhoudshandleiding beschikbaar was. Voor bepaalde onderhoudshandleidingen is er contact gemaakt met de fabrikant, terwijl van ander equipment de handleidingen online te vinden waren. De onderhoudstaken zijn vanuit de verschillende onderhoudshandleidingen in een tabel geplaatst met desbetreffende intervallen. Van hieruit zijn er per equipment voor het gemak inspectieformulieren of lijsten voor elk interval gemaakt. Bepaalde machines hebben onderdelen of vloeistoffen die op een bepaald interval verwisseld of verversst moeten worden. Van deze onderdelen en vloeistoffen zijn de nummers en namen genoteerd bij de desbetreffende onderhoudstaken. Om verwarring te voorkomen is iedere inspectielijst voorzien van de naam en de code van het equipment dat geïnspecteerd dient te worden. De afdeling Production Planning and Control zorgt ervoor dat deze inspectielijsten met of zonder werkbrief worden klaargezet. Op zo een inspectielijst moet ieder inspectieitem afgevinkt worden. Aan de onderkant van zo een inspectielijst dient de uitvoerder van de inspectie de lijst te ondertekenen.

De inspecties zijn op te delen in de volgende inspectielijsten:

- **Dagelijkse inspectielijsten;** dit zijn inspectielijsten waarbij voor het gebruik van het equipment elk item afgehaakt dient te worden, zie bijlage 1. Bepaalde inspecties hebben aanwijzingen die het uitvoeren van onderhoud vergemakkelijken. Zo een aanwijzing wordt aan de inspectielijst gehecht, zie bijlage 2.

- **Wekelijkse inspectielijsten;** deze lijsten bevatten onderhoudswerkzaamheden die wekelijks uitgevoerd dienen te worden. . Deze wekelijkse lijst dient als aangehechte lijst bij een werkbrief met de beschrijving: “Perform weekly inspection in accordance with weekly inspection sheet”. Voor een voorbeeld van een werkbrief en een wekelijkse inspectielijst zie bijlage 11 en 3.
- **Maandelijks inspectielijsten;** deze lijsten bevatten onderhoudswerkzaamheden die op maandelijkse basis uitgevoerd dienen te worden. De maandelijkse lijst wordt gehecht aan een werkbrief met de beschrijving: “Perform monthly inspection in accordance with monthly inspection sheet”. Voor een een maandelijks inspectielijst, zie bijlage 4.
- **Driemaandelijks inspectielijsten;** deze lijsten bevattende onderhoudswerkzaamheden die om de drie maanden onderhoud nodig hebben. Zie bijlage 6. Echter heeft de fabrikant van de hoogwerkers, JLG Industries, van deze onderhoudswerkzaamheden een inspectielijst gemaakt genaamd frequent inspection list. Zie bijlage 5. Voor een voorbeeld van een driemaandelijks inspectielijst zie bijlage 5 en 6.
- **Jaarlijkse inspectielijsten:** er zijn componenten op de machine die jaarlijks onderhoud nodig hebben. Deze lijsten bevatten de onderhoudswerkzaamheden die jaarlijks uitgevoerd moeten worden zie bijlage 8. De fabrikant JLG Industries heeft van deze onderhoudswerkzaamheden van zowel de boomlift als de scissor lift een inspectielijst gemaakt genaamd de annual inspection list. Zie bijlage 7

5.2 Uren- en kalenderdagengebonden inspecties

Er zijn componenten die zowel aan uren als aan kalenderdagen gebonden zijn. Hier geldt de regel: whichever occurs first (WOF) wat betekent dat het interval geldt dat als eerste benaderd wordt. Afhankelijk van de manier waarop het equipment van de SLM gebruikt wordt zullen de kalenderdagen eerst gehaald worden bij alle equipment, maar voor het geval het gebruik van het equipment wordt opgevoerd is er een Excel sheet opgemaakt met formules waarmee de uren worden bijhouden. Zie bijlage 12.

De machines die aan kalenderdagen en gebruiksuren gebonden zijn, zijn voorzien van een equipmentkaart. Zie bijlage 10.

Bij ieder gebruik van de machine moeten op de equipmentkaart van desbetreffend equipment de datum waarop de machine gebruikt is en de gedraaide uren genoteerd worden.

Deze uren moeten wekelijks worden opgebracht op de Excel sheet, waardoor de intervallen van het onderhoud gebaseerd op uren bijgehouden kunnen worden. Zie bijlage 12. De machines waarvan het onderhoud zowel aan kalenderdagen als aan uren gebonden is, zijn opgenomen in een onderhoudstasksheet die in de volgende paragraaf besproken zal worden.

Van deze onderhoudswerkzaamheden worden er eveneens werkbrieven uitgedraaid bij het bereiken van het interval. Op zo een werkbrief komt de beschrijving van het onderhoud zoals hoe het in de onderhoudshandleiding staat. Bij het uitvoeren van deze inspecties moet de werkbrief getekend worden door de uitvoerder van de inspectie. De werkbrief wordt zoals alle andere werkbrieven bij het naderen van de uitvoeringsdatum ter uitvoering door de afdeling Production Planning and Control uitgegeven en geplaatst in de productiekamer.

Rapporteren van defecten

Bij het uitvoeren van de inspecties is het mogelijk dat er op het equipment een defect gevonden wordt. Zo een defect moet dan op een equipmentdefectrapportagekaart geschreven worden door de persoon die de inspectie uitvoert. Op deze kaart moet eveneens de genomen actie op het defect genoteerd worden. Bijvoorbeeld onderdeel besteld. Zie bijlage 9 voor defect reporting sheet.

5.3 Onderhoudstasksheet

De tasksheet is een Excelsheet waarop het onderhoud van equipment opgenomen is met de daarbij behorende intervallen. In deze paragraaf wordt de onderhoudstasksheet beschreven. In 5.3.1 wordt een uitleg gegeven van uren- en kalenderdagengebonden werkzaamheden in de onderhoudstasksheet. 5.3.2 geeft een beschrijving van de werking van de onderhoudstasksheet.

5.3.1 Onderhoudstasksheet (Uren- en kalenderdagengebonden)

Voor het equipment dat gebonden is aan zowel uren als kalenderdagen bestaat de sheet uit twee delen, namelijk:

1. het gedeelte waarop de machinedraaiuren per datum ingebracht worden voor het bijhouden van de uren. Zie bijlage 12.

2. het gedeelte waarop alle onderhoudstaken opgenomen zijn met de beschrijvingen zoals die op de werkbrieven staan met hun intervallen en referenties, met uitzondering van alle dagelijkse inspecties. De intervallen op deze sheet worden bijgehouden doordat de cellen voorzien zijn van formules.

Er is een gedeelte op de sheet waarin het onderhoud dat aan uren gebonden is opgenomen is en een gedeelte in het bijzonder voor onderhoud dat aan kalenderdagen gebonden is. Het equipment dat voorzien is van een onderhoudswerkzaamheidsheet en een sheet waarin de uren bijgehouden worden zijn: de twee hoogwerkers (boomlift en sisscorlift), de draagbare koelunit en de compressor. Omdat van al dit equipment de uren apart bijgehouden moeten worden.

Er is ook equipment waarvan de onderhoudswerkzaamheden slechts aan kalenderdagen gebonden zijn. De sheet voor onderhoudswerkzaamheden van dit equipment bestaat dus slechts uit het gedeelte dat gebonden is aan kalenderdagen. Op deze sheet worden meerdere typen equipment bijgehouden die aan kalenderdagen gebonden zijn.

5.3.2 Werking sheet onderhoudswerkzaamheden

De sheet voor onderhoudswerkzaamheden werkt als volgt:

Er is als voorbeeld gebruik gemaakt van de sheet van de boomlift. De draaiuren van de machine worden wekelijks opgebracht op de sheet die de uren bijhoudt. Dit is de 1^e tab van de sheet. Deze is voorzien van formules die de opgebrachte draaiuren optellen (bijlage 12). De 2^e tab is de sheet met alle onderhoudswerkzaamheden die aan uren en dagen gebonden zijn. Deze werkzaamheden, worden zowel op het aan uren gebonden deel als op het aan kalenderdagen gebonden deel van de sheet opgebracht. Zie figuren 6 en 7.

Equipment :

Boom Lift

HOURS		HRS AS PER DATE:		146		DATE:		2/4/2013		
STATUS	TASK CARD	Rev	Last Perf.	Next Due	Reference/Item	TASK	P/N	S/N OR REP INTV	POS Dim	Interval
PERFORM	E-0101-5			0	150	Perform frequent Inspection iaw JLG Frequent Inspection Sheet	INSP			HRS 150

Figuur 6. Urenggebonden werkzaamheden

Equipment :

Boom Lift

CALENDAR		DATE:		4-Feb-13					
TASK CARD	Rev	Last Perf.	Next Due	Reference/item	TASK	P/N	S/N	POS Dim	Interval
E-0101-6	1	31-Jan-13	21-Jan-15	Repack bearings	INSP				Days 720
E-0101-5	1	05-Feb-13	06-May-13	Perform frequent Inspection iaw JLG Frequent Inspection Sheet	INSP				Days 90
E-0101-12	1	02-Jan-13	01-Jul-13	Hydraulic Charge Filter	Repl		2120150		Days 180

Figuur 7. Kalenderdagengebonden werkzaamheden

Als voorbeeld wordt taskkaart E-0101-5 bekeken. Deze taak is zowel aan uren (150 uren) als aan kalenderdagen (90 dagen) gebonden en moet bijgehouden worden op beide gedeelten van de sheets, zowel het uren- als het kalendergebonden gedeelte. Hier geldt de regel ‘whichever occurs first’. Het interval dat dus eerst benaderd wordt zal gelden.

In de next due kolom wordt de datum waarop de taak uitgevoerd moet worden aangegeven. Als deze datum nadert kan de werkbrieff uitgegeven worden. Bij het verwerken van de werkbrieff zal dan de datum van uitvoering op het kalenderdagengebonden gedeelte en de uren waarop de taak uitgevoerd is op het urenggebonden gedeelte ingevuld worden.

Wanneer bij wijze van uitzondering deze machine vaker per dag gebruikt wordt, waardoor het ureninterval eerder nadert, zal bij 145 uren (interval minus 5hrs) het woord: ‘PERFORM’ komen te staan in de statuskolom. Dit komt doordat de cel voorzien is van een formule. De formule is zodanig opgesteld dat vijf uren voordat het interval benaderd wordt het woordje ‘PERFORM’ in de cel verschijnt. Er kan dus een werkbrieff uitgegeven worden. Wanneer deze taak uitgevoerd is, wordt er op de werkbrieff genoteerd op welke datum en uren de taak uitgevoerd is.

Bij het verwerken van de werkbrief zal dan de datum van uitvoering op het kalenderdagengebonden gedeelte en de uren op het urengebonden gedeelte ingevuld worden.

6 Conclusies en aanbevelingen

Er zijn verschillende onderhoudstechnieken die wereldwijd gebruikt worden, waaronder technieken die gebruikmaken van geavanceerde instrumentatie en duurder zijn en andere minder complexe technieken die economisch gezien voordeliger uitkomen.

Conclusies

1. Er is uit verschillende onderhoudstechnieken gekozen voor het opzetten van een preventief onderhoudsprogramma omdat de beschikbaarheid, de betrouwbaarheid en de kosten gekoppeld aan deze onderhoudstechniek, deze onderhoudstechniek de geschikste maakt voor de SLM.
2. Vanuit de intervallen voor het onderhoud zijn de onderhoudsinspecties gecategoriseerd in dagelijkse, wekelijkse, maandelijkse, driemaandelijke en jaarlijkse inspecties. Van het onderhoud dat aan uren gebonden is worden de utilisatie-uren in een Excelsheet bijgehouden.
3. Ondanks dat CBM- instrumentatie over het algemeen zeer prijzig is, is bij het bekijken van de mogelijkheden voor het toepassen van CBM een minder kostbare toepassing voor de SLM gezocht, namelijk het toepassen van CBM op filters.

Aanbevelingen

1. Het ontworpen onderhoudsprogramma moet geïntroduceerd worden bij het personeel. Voor het optimaal beheren van het onderhoudssysteem wordt een CMMS aanbevolen.
2. Verschillende onderhoudsinspectielijsten moeten accuraat ingevuld en verwerkt worden. De verschillende onderhoudsintervallen moeten accuraat bijgehouden worden in de Excelsheet.
3. Het toepassen van CBM op filters kan plaatsvinden.

Literatuurlijst

DiLeo, Mike, *Charles Manker, and John Cadick, Condition Based Maintenance P.E.* © 1999

Kinnison.A. Harry Ph.D/Tariq Siddiqui Msc- *Aviation Maintenance Management 2nded,* 2012/2013

Levitt Joel, 1952- *The handbook of Maintenance management./ by Joel Levitt. 2nd ed.*

Narayan V. *Effective Maintenance Management: Risk & Reliability Strategies for optimizing performance.*

Websites:

<http://www.reliability.com/articles/article37.htm>>

http://en.wikipedia.org/wiki/Surinam_Airways

http://en.wikipedia.org/wiki/Preventive_Maintenance

<http://en.wikipedia.org/wiki/Prognostics>

http://www.hutchins.co.uk/Ar_TPM.aspx

<http://www.rushtonintl.com/introductionPlannedMaintenance.htm>

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Onderhoud>

<http://www.operationalexcellence.nl/artikelen/artikelen%20-%20handboek%20onderhoudsmanagement.htm>

http://www.mainpress.com/nederlands/dossier_Maintenance/knelpunten_predictief_onderhoud.htm

Bijlagenlijst

Bijlage 1 Dagelijkse inspectielijst JLG Boomlift.....	49
Bijlage 2 Dagelijkse inspectielijst	52
Bijlage 3 Wekelijkse inspectielijst	53
Bijlage 4 Maandelijkse inspectielijst.....	55
Bijlage 5 Driemaandelijkse inspectielijst of frequent inspection list.....	56
Bijlage 6 Driemaandelijkse inspectielijst custom made.....	58
Bijlage 7 Jaarlijkse inspectielijst	59
Bijlage 8 Jaarlijkse inspectielijst custom made.....	60
Bijlage 9 Defectenrapportagekaart.....	63
Bijlage 10 Equipementkaart	64
Bijlage 11 Werkbrief.....	65
Bijlage 12 Hours sheet	66
Bijlage 13 Lijst met equipmentnaam, -code, -model en -serienummer	67

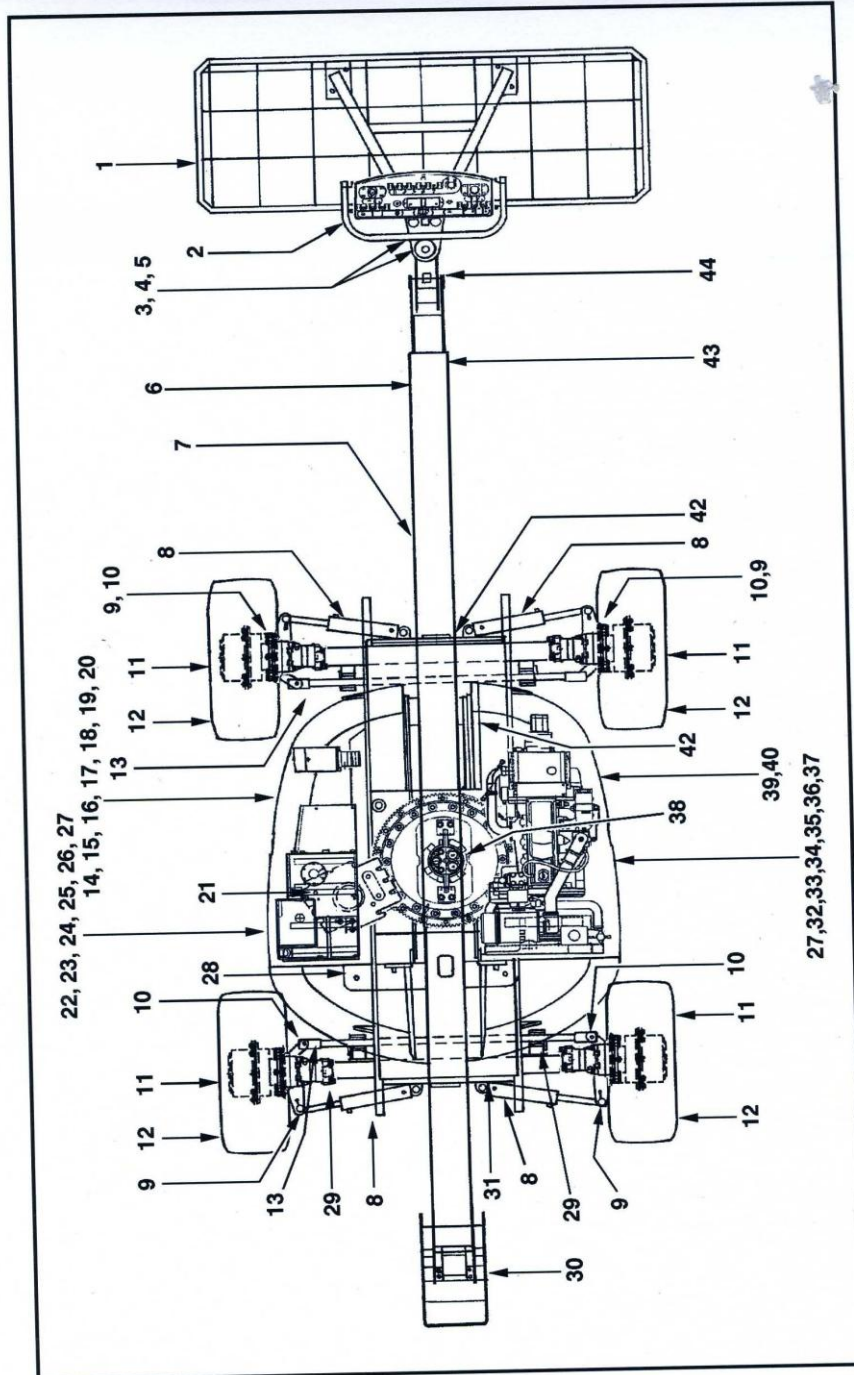
Bijlage 1 Dagelijkse inspectielijst JLG Boomlift

PRE-USE INSPECTION JLG 600A LIFT			
EQUIPEMENT CODE: 0101			
DATE :			
TYPE OF WORK :			
VEHICLE COMPONENTS	OK	POOR	COMMENTS
Oil level			
Fuel level			
Coolant level (DO NOT CHECK IF HOT) (9)			
Hydraulic oil level (With machine in stowed position) (22)			
Horn			
Brakes (10)			
Lights			
Battery condition			
Backup Alarm			
warning Lights			
PLATFORM CONTROL CONSOLE			
Switches and levers return to neutral and are properly secured (2)			
Placards, decals, control markings secure and legible (2)			
Manual in manual storage box (2)			
PLATFORM ASSEMBLY			
Platform Assembly and gate properly secured, work properly (1)			
Footswitch works properly, not disabled or blocked (1)			
Latch, stop and hinges in working condition (1)			
Rotator - no visible damage exists, no loose or missing parts (3)			
Rotator motion control valve - no visible damage exists, no loose or missing parts (3)			
Articulating jib - no visible damage exists, no loose or missing parts (5)			
Transport position switch- Arm free to move, and free from dirt and grease (6)			
Power track - no visible damage exists, no loose or missing parts (7)			
CHASSIS ASSEMBLY			

Steer cilinder assembly - no visible damage exists, no loose or missing parts (8)				
Spindle - properly lubricated, no visible damage, no loose or missing parts (9)				
Drive motor and brake - no visible damage, no loose or missing parts (10)				
Drive hub - no visible damage, no loose or missing parts (11)				
Wheel/Tire assembly - no loose or missing lug nuts, no damage and corrosion, no worn tread, cuts, tears (12)				
Tie Rod and Steering Linkage - Tie rod end studs locked (13)				
Turntable Lock- Operable (14)				
HYDRAULIC AND ELECTRIC SYSTEM				
Auxiliary Power Pump - no visible damage, no loose or missing parts (15)				
Control Valve (Tank Compartment) - no visible damage, no loose or missing parts (16)				
Turntable Bearing and Pinion- no evidence of loose bolts or looseness between bearing and structure (17)				
Hydraulic Oil Medium Pressure Filter Housing- Housing secure (18)				
Hydraulic Oil Return Filter Housing- Housing secure (19)				
Hydraulic Pump - no visible damage, no loose or missing parts (36)				
Engine Tray Pivot- no visible damage, no loose or missing parts (37)				
Hydraulic Swivel- no visible damage, no loose or missing parts (38)				
LP Gas Tank - no visible damage, no loose or missing parts (39)				
Flow Valves - no visible damage, no loose or missing parts (40)				
Manual Descent - no visible damage, no loose or missing parts (20)				
LP Gas Tank - no visible damage, no loose or missing parts (21)				

Hydraulic Oil Breather - Element in place , not clogged, no sign of overflow (23)				
FUNCTIONS & CONTROLS				
Ground Controls - Switches operable, decals secure and legible (24)				
Door and Latches -Hood door and latches in working condition (27)				
Oscillating Cam Valve - no visible damage, no loose or missing parts (28)				
Oscillating Cam Valve - no visible damage, no loose or missing parts (29)				
POWER SYSTEM				
Fuel Supply - Fuel filler cap secure. Tank - no visible damage, no loose or missing parts (25)				
Engine Air Filter - Element clean (32)				
Engine Oil Supply - Full mark on dipstick; filler cap secure (34)				
Muffler and Exhaust System - no visible damage, no loose or missing parts (35)				
TURNTABLE ASSEMBLY				
Swing Drive Motor and Brake - no visible damage, no loose or missing parts (25)				
BOOM ASSEMBLY				
Tower Boom/Upright-Wear pads secure. All cylinders - rod end shafts and barrel-end shafts properly secured. Upright in vertical position. If Tower Boom does not rest on stop with machine in the stowed position, this indicates upright is out of plumb. (41)				
Frame-- no visible damage, no loose or missing parts (42)				
Main Boom Sections- Wear pads secure. All cylinders- rod end shafts and barrel-end shafts properly secured (43)				
Platform Pivot Pin - no visible damage, no loose or missing parts (44)				
NAME:	SIGNATURE:			

SECTION 2 - USER RESPONSIBILITIES, MACHINE PREPARATION, AND INSPECTION



27,32,33,34,35,36,37

Figure 2-3. Daily Walk-Around Inspection Diagram

2-11

- JLG Lift -

'21204

Bijlage 3 Wekelijkse inspectielijst

WEEKLY INSPECTION CHECKLIST 600A BOOM LIFT			
EQUIPMENT CODE: 0101			
DATE :			
TYPE OF WORK :			
INSPECTION	AREA	CONDITION	
Check for proper and secure installation and proper operation	FUNCTIONS & CONTROLS	OK	POOR
	Function Control Locks, Guards, or Detents		
	Platform Controls		
	Ground Controls		
	Function Control Locks, Guards, or Detents		
Check for proper and secure installation and clean and free of debris	POWER SYSTEM		
	Air/ Fuel Filters		
	Batteries		
Check for proper fluid level and check for signs of leakage	Engine Fluids (Oil, Coolant, Fuel)		
	Batteries		
	Battery Fluid		
Operates Properly	Battery Charger		
Check for proper and secure installation and check for signs of leakage and clean and free of debris	HYDRAULIC / ELETRIC SYSTEM		
	Hydraulic Pumps		
	Hydraulic Cylinders		
	Cylinder Attachment Pins and Pin Retainers		
	Hydraulic Hoses, Lines and Fittings		
	Hydraulic Reservoir, Cap, and Breather		
	Hydraulic Filter		
Check for signs of leakage and replace if necessary	Hydraulic Filter		
Check for proper and secure installation	Electrical Connections		
	Instruments, Gauges, Switches, Lights, Horn		

Check for signs of leakage and operates Properly	PLATFORM ASSEMBLY		
	Rotator		
Check for signs of leakage and operates Properly	TURNTABLE		
	Oil Coupling		
Properly inflated and seated around rim. No gouges, excessive wear, or cords showing	CHASSIS ASSEMBLY		
	Tires		
Torqued to proper specification	Wheel Nuts/Bolts		
NAME:	SIGNATURE:		

Bijlage 4 Maandelijkse inspectielijst

MONTHLY INSPECTION CHECKLIST 600A BOOM LIFT			
EQUIPMENT CODE: 0101			
DATE :			
TYPE OF WORK :			
INSPECTION	AREA	CONDITION	
		OK	POOR
	POWER SYSTEM		
Check for proper and secure installation and check for signs of leakage	Exhaust System		
Visually inspect for damage, cracks, distortion or excessive wear and replace if necessary	Fuel Reservoir, Cap and Breather		
Check for chafing and proper routing	HYDRAULIC/ ELETRIC SYSTEM		
	Hydraulic Hoses, Lines, and Fittings		
Visually inspect for damage, cracks, distortion or excessive wear and replace if necessary	Hydraulic Reservoir, Cap and Breather		
	Hydraulic/ Electric System Hydraulic Cylinders		
	PLATFORM ASSEMBLY		
Operates Properly	Gate		
NAME:	SIGNATURE:		

Bijlage 5 Driemaandelijke inspectielijst of frequent inspection list



JLG Industries, Inc.
1 JLG Drive
McConnellsburg, PA 17233-9533

BOOM LIFT and TRAILER MOUNTED BOOM LIFTS Pre-Delivery and Frequent Inspection Report

Serial Number: _____
Machine Model: _____
Hourmeter Reading: _____

Customer No.: _____
JLG Account Holder Name & Address

Product Owner/User Name & Address
 Owner User

INSPECTION TYPE: Pre-Delivery (Previous Inspection Date) _____

Frequent (Previous Inspection Date) _____

PRE-DELIVERY The Dealer/Owner must perform a Pre-Delivery Inspection of this machine prior to each delivery, by sale, lease, or rental.

FREQUENT The Owner must perform, by a qualified mechanic, a Frequent Inspection of this machine every three months or 150 hours of operation, whichever comes first. Check each item below. (Refer to Operators & Safety, Service & Maintenance Manuals for specific information regarding inspection procedures and criteria.) Indicate in the appropriate space as each item has been performed. If the item is found to be not acceptable, describe each discrepancy in the comments space at the bottom of the form. Use additional paper if necessary. Immediate action must be taken to correct all discrepancies. The Owner shall not place the machine in service until all discrepancies have been corrected.

Y = Yes (Passed) N = No (Failed) C = Corrected NA = Not Applicable

Y = Yes (Passed) N = No (Failed) C = Corrected NA = Not Applicable

Y N C NA

FUNCTIONS & CONTROLS

1. All controls return to neutral/off position when released.				
2. Detents properly lock controls in neutral/off position. Check condition of control enclosures & protective boot/guards.				
3. Footswitch operates properly. (stays off function when released)				
4. Emergency stop switches at the ground & platform control stations arrest all platform movement.				
5. All function & speed cut-outs operate properly.				
6. Manual descent system and/or auxiliary power system operates properly.				
7. Brakes operate properly. (swing & drive)				
8. Machine controls operate properly at platform & ground control stations. (lift, swing, drive, telescope, etc.)				

TURNTABLE

1. Hood doors open & latch properly.				
2. Turntable bearing, swing drive & gear secure and undamaged, properly lubricated. No missing bearing bolts or signs of loose-ness.				
3. Turntable lock secure, undamaged & operates properly.				

CHASSIS

1. Wheel rim nuts torqued properly.				
2. Check tires for proper inflation, damage, and wear. Proper tires installed.				
3. Outrigger/extendible axles operate properly. Interlocks function properly.				
4. Check torque hubs for proper fluid level.				

POWER SYSTEM

1. Engine idle, throttle & RPM set properly.				
2. Battery fluid levels correct.				
3. Air & fuel filter clean.				
4. Fuel, coolant and engine oil level correct.				
5. Fuel cap tight & vent open.				
6. Exhaust system free of leaks.				

HYDRAULIC/ELECTRICAL SYSTEM

1. All cylinders free of damage, no evidence of leaks.				
2. All areas around hydraulic components (pump, oil lines, reservoir) free of oil, no evidence of leaks.				
3. Hydraulic filter clean.				
4. Hydraulic level in tank correct.				
5. Hydraulic tank cap tight & vent open.				

HYDRAULIC/ELECTRICAL SYSTEM (continued)

6. All hydraulic fittings & lines secure, free of damage, chafing & leaks.				
7. All electrical connections tight, no corrosion or abrasions.				
8. Pumps & motor secure, undamaged & free of leaks.				

MANUALS & DECALS

1. ANSI/SIA Manual of Responsibilities in manual storage box.				
2. Operator's & Safety Manual in manual storage box.				
3. AEM Handbook in manual storage box.				
4. Capacity decals in place, secure & legible at both ground & platform stations.				
5. All safety & instructional decals installed, secure & legible.				

GENERAL

1. Lift is free of unauthorized modifications or additions.				
2. Paint and overall appearance.				
3. Applicable Safety Bulletins completed.				
4. Inspect general structural condition including all welds.				
5. Is Annual Inspection due?				
6. If machine ownership has changed complete attached Owner Update form and return to JLG.				

Comments:

The undersigned certifies that this machine has been inspected, per each area of inspection, and any and all discrepancies have been brought to the attention of the Owner/User, and that all discrepancies have been corrected prior to any further use of this machine.

JLG Account Holder: _____ Authorized Signature _____ Printed Signature _____ Date _____ Owner/User: _____ Authorized Signature _____ Printed Signature _____ Date _____
Copy to JLG Account Holder Copy to Owner/User Owner Update Form send to JLG Industries, Inc. as required Form No. - 3154127 - 09F482 - 3/16/2005

Bijlage 6 Driemaandelijkse inspectielijst custom made

COLUMBUS HYDRAULIC JACK QUARTERLY INSPECTION		
EQUIPEMENT CODE: 0201		
DATE :		
TYPE OF WORK :		
INSPECTION	X	REMARKS
Check for leakage around plungers; check for scoring or galling of plunger tops		
Inspect for linkage for distortion; excessive looseness		
Inspect hoses for deterioration, leakage, cuts, scrapes and loose connections.		
Inspect adapters for loose connections; leakage		
Inspect caster wheels for cracks, binding while in motion		
Check cylinder for leakage; lateral play; scoring are galling along sliding mating surfaces of ram and plungers		
NAME:	SIGNATURE:	



JLG Industries, Inc.
1 JLG Drive
McConnorsburg, PA 17233-9533

BOOM LIFT and TRAILER MOUNTED BOOM LIFTS Annual Machine Inspection Report

JLG Account Holder Name & Address

Customer No. :

Product Owner/User Name & Address
 Owner User

Serial Number: _____

Machine Model: _____

Hourmeter Reading: _____

Previous Inspection Date _____

ANNUAL MACHINE: The Owner must perform an Annual Machine Inspection of this machine no later than 13 months from the date of the prior Annual Machine Inspection. This Annual Machine Inspection is to be performed by a mechanic qualified on the specific make and model of aerial work platform.

Check each item below. (Refer to Operators & Safety, Service & Maintenance Manuals for specific information regarding inspection procedures and criteria.) Indicate in the appropriate space as each item has been performed. If the item is found to be not acceptable describe each discrepancy in the comments space at the bottom of the form. Use additional paper if necessary. Immediate action must be taken to correct all discrepancies. The Owner shall not place the machine in service until all discrepancies have been corrected.

Y=Yes (Passed) N=No (Failed) C=Corrected NA=Not Applicable	Y	N	C	NA
FUNCTIONS & CONTROLS				
1. All controls return to neutral/off position when released.				
2. Detents properly lock controls in neutral/off position. Check condition of control enclosures & protective boot/guards.				
3. Footswitch operates properly. (shuts off function when released)				
4. Emergency stop switches at the ground & platform control stations arrest all platform movement.				
5. All function & speed cut-outs operate properly.				
6. Manual descent system and/or auxiliary power system operates properly.				
7. Tower boom synchronization and sequence system operates properly. (HA & A models)				
8. Capacity indicator system operates properly.				
9. Brakes operate properly. (swing & drive)				
10. Machine controls operate properly at platform & ground control stations. (lift, swing, drive, telescope, etc.)				
PLATFORM ASSEMBLY				
1. Platform installed & secure. Mounting hardware free of damage & secure. Gate opens & latches properly.				
2. Platform guardrails and floor in place, secure and undamaged.				
3. Lanyard anchorage points secure, undamaged & labeled.				
BOOM ASSEMBLY				
1. Boom sections free of damage, distortion & excessive wear.				
2. All nuts, bolts, pins, shafts, shields, bearings, wear pads, locking devices, checked for proper installation, no excessive wear, cracks or distortion.				
3. Inspect all sheaves, shafts and bearings for proper installation, secure, no excessive wear, cracks or distortion.				
4. Boom chains and cables are free of damage, properly installed, properly torqued & properly lubricated.				
5. Powertrack is free of damage, distortion & excessive wear. Cables hoses are properly routed, no chafing or leaks.				
BOOM ASSEMBLY (continued)				
6. Inspect all cylinder pins, pivot pins, attaching & retention hardware for damage, distortion & excessive wear.				
TURNABLE				
1. Hood doors open & latch properly.				
2. Hood props in place, secure and functioning properly.				
3. Turnable bearing, swing drive & gear secure and undamaged, properly lubricated. No missing bearing bolts or signs of looseness				
4. Check swing bearing bolt tolerance per the Service & Maintenance Manual.				
5. Turntable lock secure, undamaged & operable. (if equipped)				
CHASSIS				
1. Wheel rim nuts torqued properly.				
2. Proper tires installed.				
3. Tires free of gouges and excessive wear, no cords showing. If pneumatic, properly inflated. Tire bead properly seated around rim				
4. Oscillating axle operates properly, bolts in place when turntable swings to side.				
5. Outrigger/extendible axles operate properly. Interlocks function properly.				
POWER SYSTEM				
1. Engine idle, throttle & RPM set properly.				
2. Battery fluid levels correct.				
3. Battery charger scrolls through diagnostics when plugged in.				
4. Batteries accept charge.				
5. Air & fuel filter clean.				
6. Fuel, coolant and engine oil level correct.				
7. Fuel cap tight & vent open.				
8. Exhaust system free of leaks.				
HYDRAULIC/ELECTRICAL SYSTEM				
1. All cylinders free of damage, no evidence of leaks.				
HYDRAULIC/ELECTRICAL SYSTEM (continued)				
2. All areas around hydraulic components (pump, oil lines, reservoir) free of oil, no evidence of leaks.				
3. Hydraulic oil free of contaminants, hydraulic filter clean.				
4. Hydraulic level in tank & torque hubs correct.				
5. Hydraulic tank cap tight & vent open.				
6. All hydraulic fittings & lines secure, free of damage, chafing & leaks				
7. All electrical connections tight, no corrosion or abrasions.				
8. Instruments, switches, gauges, horn & lights operate properly.				
9. Pump & motor secure, undamaged & free of leaks.				
10. All hydraulic pressures properly adjusted.				
MANUALS & DECALS				
1. ANSI/SA. Manual of Responsibilities in manual storage box.				
2. Operators & Safety Manual in manual storage box.				
3. AEM Handbook in manual storage box.				
4. Capacity decals installed & legible at both platform & ground stations.				
5. All safety & instructional decals installed, secure & legible.				
GENERAL				
1. Lift is free of unauthorized modifications or additions.				
2. Paint and overall appearance.				
3. Applicable Safety Bulletins completed.				
4. Inspect general structural condition including all welds.				
5. Grease and lubricate per Service & Maintenance Manual.				
6. Drive & operate machine to test all machine functions.				
7. Record inspection date on "MAJORANT" decal on frame.				
8. If ownership has changed, complete attached Owner Update form and return to JLG.				
Comments:				

The undersigned certifies that this machine has been inspected, per each area of inspection, and any and all discrepancies have been brought to the attention of the Owner/User, and that all discrepancies have been corrected prior to any further use of this machine.

JLG Account Holder: _____ Authorized Signature _____ Printed Signature _____ Date _____ Owner/User: _____ Authorized Signature _____ Printed Signature _____ Date _____

Copy to JLG Account Holder: _____ Copy to Owner/User: _____ Owner Update Form sent to JLG Industries, Inc. as required Form No. - 9124156 - CGF-489 - 3/31/2005

Bijlage 8 Jaarlijkse inspectielijst custom made

MALABAR 60P9 JACK ANNUAL INSPECTION		
EQUIPEMENT CODE: 0202		
DATE :		
TYPE OF WORK :		
INSPECTION	X	REMARKS
1. Remove load gauge, calibrate and reinstall. Note: Load gauge is optional equipment.		
2. Lubricate caster wheels and horn bearings.		
3. Check reservoir fluid level with plungers fully retracted.		
4. Operate jack to extend plungers and inspect for corrosion, moisture or foreign material. Caution: Do not fully extend inner plunger at elevated pressure! Operate jack partially with air operated pump and partially with hand pumps. Note: Air operated pump is optional equipment		
5. Check jack frame, casters, ship adapter, jack base & hardware for damage, corrosion or excessive wear.		
6. Check reservoir fluid level with plungers fully retracted.		

<p>8. Open release valve & verify plungers fully retract automatically. Note: Only “AR” models will retract automatically. Retract plungers manually for all others. Retract screw extension completely & replace rain cover if so equipped.</p>		
<p>9. If jack is equipped with air operated pump, check air relief valve (must be properly installed) and air pump lubricator for oil (SAE #10 wt. or equiv.) Note: Air pump lubricator is optional equipment.</p>		
<p>10. Check paint condition and apply touch-up paint as required.</p>		
<p>11. Operate towbar & verify proper operation. (towbar must raise & lower the jack base)</p>		
<p>12. Open release valve & verify plungers fully retract automatically. Note: Only “AR” models will retract automatically. Retract plungers manually for all others. Retract screw extension completely & replace rain cover if so equipped.</p>		
<p>13. Apply a thin film of LPS2 or equivalent lubricant to jack plungers and screw extension.</p>		
<p>14. Check reservoir for fluid contamination (water and/or dirt). Drain and flush if required</p>		

<p>15. Install jack cylinder assembly in an approved jack test fixture and check hydraulic relief valve setting. Note: If a test fixture is not available, disconnect fluid line to jack cylinder assembly and plug before adjusting hydraulic relief valve. Caution: Do not attempt to adjust hydraulic relief valve with inner plunger fully extended!</p>		
<p>16. Remove jack from test fixture, retract jack plungers & screw extension completely. Replace rain cover if so equipped.</p>		
<p>NAME:</p>	<p>SIGNATURE:</p>	

Bijlage 9 Defectenrapportagekaart

SLM EQUIPMENT DEFECT REPORTING SHEET				
DATE	EQUIPMENT NAME / CODE	DISCREPANCY NUMBER & DESCRIPTION	CORRECTIVE ACTION	BY

Bijlage 13 Lijst met equipmentnaam, -code, -model en -serienummer

Code	Brand / Mfg - Name	Model	S/N
101	JLG Boom lift	600A	058307 0300033080
102	JLG Scissor Lift 260 MRT	260 MRT	U2009
201	Columbus Hydraulic jack		
202	Malabar Hydraulic jack		
203	B737 Nose Wheel jack Aircraft Parts & Ground Equipment		
301	Aircraft Parts & Ground Support Equipment B737 Towbar	B737	
301	Aircraft Parts & Ground Support Equipment B737 Towbar	B737	
401	Proteam - Vacuum	AV300	PVAV34 002806
402	Proteam - Vacuum	AV300	PVAV34 002808
403	Ridgid - Vacuum	WD19560	10343R007
501	Malabar International – Oil Dispenser	54367-2	2075
502	Malabar International – Oil Dispenser	PF633361PWS	7641
1101	Enerpac - Handpump	P462	
1102	Enerpac - Handpump	P462	
1201	Karcher Quality Cleaning Systems – Hoge drukspuit		10225
1401	Tronair Coolunit / Generator	GPN 125 EH	GF3-775
1501	Schulz	MSS40	2440214
1601	Malabar Hydraulic jack	175 R	110

Code	Brand / Mfg (Name)	Model	Height / Dimensions	Lbs
601	Werner - Ladders	T6206	10ft	300lbs
602	Werner - Ladders	T6206	8ft	300lbs
603	Werner - Ladders	T6206	8ft	300lbs
604	Werner - Ladders	T6202	2ft	375lbs
605	Werner - Ladders	T7400	4ft	375lbs
606	Werner - Ladders	T7400	4ft	375lbs
607	Werner - Ladders	T6202	6ft	300lbs
701	Maintenance stands		575cm	
702	Maintenance stands		311cm	
703	Maintenance stands		307cm	
704	Maintenance stands		270cm	
705	Maintenance stands		206cm	
706	Maintenance stands		203cm	
707	Maintenance stands		201cm	
708	Maintenance stands		201cm	
709	Maintenance stands		201cm	
710	Maintenance stands		114cm	
711	Maintenance stands		91cm	
801	Werktafels		91 x 80 cm	
802	Werktafels		91 x 80 cm	
803	Werktafels		91 x 80 cm	
804	Werktafels		91 x 80 cm	
805	Werktafels		91 x 80 cm	
806	Werktafels		91 x 80 cm	
807	Werktafels		91 x 80 cm	
808	Werktafels		91 x 80 cm	