


Aanhangsels aan cursus

Onderhoudsmanagement

Inhoud

Aanhangsel A : Voorbeeld korrekte nomenclatuur

Aanhangsel B : Gemiddelde waarden voor het individualiseren van een centraal onderhoudsmagazijn van standaardstukken en verbruiksartikelen

Aanhangsel C : Oefening "What the  is Service Grade ?"

Aanhangsel D : Studie standaardisatie

Aanhangsel E : FMECA studie

Aanhangsel F : Technisch onderhoudsconcept

Aanhangsel G : Gedecentraliseerd onderhoud

Aanhangsel H : Gemengde onderhoudsstructuur

Aanhangsel I : Gecentraliseerde onderhoudsstructuur

Aanhangsel J : Vereenvoudigde kringloop van de werkafhandeling

Aanhangsel K : Mogelijke inhoud van het machinedossier

Aanhangsel L : Specifiek lastencohier voor de opleiding van onderhoudspersoneel in geval van nieuwe investeringen

Aanhangsel M : Relatie tussen productie, onderhoud en engineering

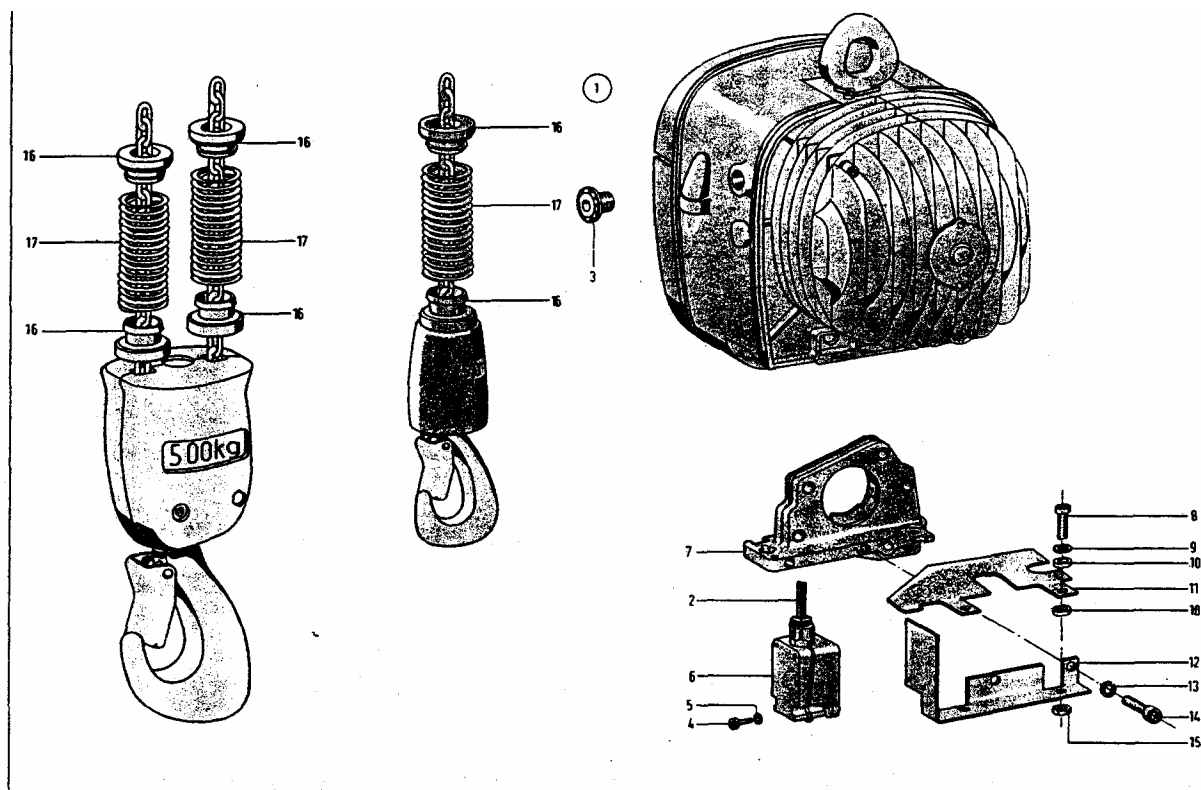
Aanhangsel N : De cyclische methode (Methode CY)

Aanhangsel O : De Methode van het bestelpunt (Methode PT)

Aanhangsel P : Oefening : MTBF

Aanhangsel Q : Hoe een Histogram opmaken?

Aanhangsel A : Voorbeeld korrekte nomenclatuur



Elektrische takel

Referentie	Hoeveelheid	Benaming	Stocknummer
1	1	Eindeloopschakelaar met toebehooren, compleet variante voor enkelvoudige ketting (ref. 2-17)	601709 44 N
	1	Eindeloopschakelaar met toebehooren, compleet variante voor dubbele ketting. (ref. 2-17)	601710 44 N
2	1	Soepele kabel in soepel omhulsel 5 x 1,5 x 0,5	504932 44
3	1	Schroefdop Pg 16	504. 503 44
4	2	Cilinderkop Schroef AM 4 x 12	DIN 84-4.8 A2E 318195 99
5	2	Veering S 4	343 78144
6	1	Eindeloopschakelaar XCK-P 710	893 860 44
7	1	Kettinggeleider	562 742 44
8	2	Cilinderkop Schroef met binnenzeskant M6 x 25	DIN 912-10.9 319 228 99
9	2	Sluitring 6,4	DIN 433-St A2E 340 455 99
10	4	Sluitring 6,4/14 x 4	342 082 44
11	1	Steunplaat	S62 746 44
12	1	Steunplaat voor cilinderschakelaar	562 747 44
13	2	Sluitring Grower A 6	DIN 127-Fedst. 343 106 99
14	2	Cilinderkop Schroef met binnenzeskant	DIN 912-10.9 319 539 99
15	2	Contramoor VM 6	334 606 44
16	2	Veergeleider voor enkelvoudige ketting	562 744 44
	4	Veergeleider voor dubbele ketting	S62 744 44
17	1	Veer 140 N, voor enkelvoudige ketting	561 265 44
	2	Veer 140 N, voor dubbele ketting	561 265 44

Aanhangsel B : Gemiddelde waarden voor het individualiseren van een centraal onderhoudsmagazijn van standaardstukken en verbruiksartikelen

ITEM	%	TYPE
Jaarlijks verbruik uitgedrukt als percentage van de vervangingskost van installaties:		
• gestandaardiseerde stukken	1,3	
• courante verbruiksartikelen	1,2	
Stockwaarde uitgedrukt als percentage van de vervangingskosten van installaties:		
• gestandaardiseerde stukken	1,4	
• courante verbruiksartikelen	1,6	
Benodigde plaats (als percentage van de totale benodigde oppervlakte):		
• voor standaardartikelen	40	
• voor verbruiksartikelen en courante artikelen	60	
Verdeling van de verbruiks- en courante artikelen (als percentage van hun totale stockwaarde):		
• staal platen en staal profielen	25	Speciale opstelling
• lagers	35	Paletten en bakken
• werktuigen	10	Bakken en kisten
• ijzerwaren	6	Bakken
• elektrische motoren-onderdelen	16	kasten, bakken en stockeren op de grond
• bouwmaterialen	1	Speciale opstelling
• bout	2	Speciale opstelling
• oliën	5	Reservoirs, stockeren op de grond en speciale opstelling
verdeling van de wijzen van stockeren in % van de stock:		
• bakken	25	
• paletten	33	
• speciale opstelling	30	
• stockeren op de grond (overdekt)	6	
• stockeren op de grond (in openlucht)	6	

verdeling van de oppervlakte (als percentage van de totale benodigde oppervlakte):

• bakken en rekken	20	
• netten	35	
• stellingen	30	
• stockeren in de open lucht	10	
• stockeren op de grond (overdekt)	5	
• in- en uitgang		200 m ²
• lokalen voor het personeel		10 à 15 m ² /persoon
• collectieve lokalen		1 m ² /persoon met een min. van 6 m ²
• vestiaires		0,5 m ² /persoon met een min. van 6 m ²
• douches		0,5 m ² /persoon met een min. van 4 m ²
• toiletten		0,25 m ² /persoon met een min. van 4 m ²

jaarlijkse werkingskosten (als percentage van het jaarlijks verbruik) ¹

Aanhangsel C : Oefening “What the σ^* is Service Grade ?”

C.1. De gestandaardiseerde normale wet (zie tabel) :

$$Z_x = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (\text{indien } Z > 0 \text{ dan bevindt het oppervlakte zich in de rechterstaart, } < 0 \text{ linkerstaart})$$

Wat is het beschouwde oppervlak van $-\infty$ to X ?

μ	σ	X
5.0 <input type="checkbox"/>	1.0 <input type="checkbox"/>	6.5 <input type="checkbox"/>
2.3 <input type="checkbox"/>	0.4 <input type="checkbox"/>	2.0 <input type="checkbox"/>
40 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	45 <input type="checkbox"/>
0.020 <input type="checkbox"/>	0.005 <input type="checkbox"/>	0.010 <input type="checkbox"/>
1101 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	1120 <input type="checkbox"/>

C.2. De Service Graad

Zoals eerder uiteengezet impliceert de keuze van de economische werking het aanvaarden van een risico van voorraadbreek.

Voor de automatische herbevoorrading van niet-geserialiseerd niet-herstelbaar materieel wordt dit risico onrechtstreeks bepaald door het opleggen van de service graad.

De Service Graad (SG) is de mate waarin onmiddellijk (= uit voorraad) aan de vraag van de klant kan voldaan worden.

De gewenste service graad is functie van de aard van het artikel en zijn belangrijkheid voor het uitvoeren van de opdracht.

Leg het begrip Service Graad uit aan de hand van de volgende maandelijkse verbruiken.

50	45	78	77	58	55
36 <input type="checkbox"/>	66 <input type="checkbox"/>	59 <input type="checkbox"/>	35	66	44
56 <input type="checkbox"/>	87 <input type="checkbox"/>	69 <input type="checkbox"/>	63 <input type="checkbox"/>	45 <input type="checkbox"/>	67 <input type="checkbox"/>
78 <input type="checkbox"/>	55 <input type="checkbox"/>	88 <input type="checkbox"/>	64 <input type="checkbox"/>	57 <input type="checkbox"/>	39 <input type="checkbox"/>
95 <input type="checkbox"/>	36 <input type="checkbox"/>	45 <input type="checkbox"/>	69 <input type="checkbox"/>	68 <input type="checkbox"/>	42 <input type="checkbox"/>

De variatiecoëfficiënt (CVAR) is een statistisch gegeven dat de mate van de stabiliteit van het verbruik weergeeft.

$$CVAR = \frac{\sigma}{MMC}$$

met σ zijnde de standaardafwijking van de waargenomen verbruiken over een bepaalde periode :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (OMC_i - MMC)^2}{n}}$$

waar :

- OMC : Observed Monthly Consumption, ofwel het geregistreerde maandelijkse verbruik,
- MMC : Mean Monthly Consumption, ofwel het gemiddelde maandelijkse verbruik

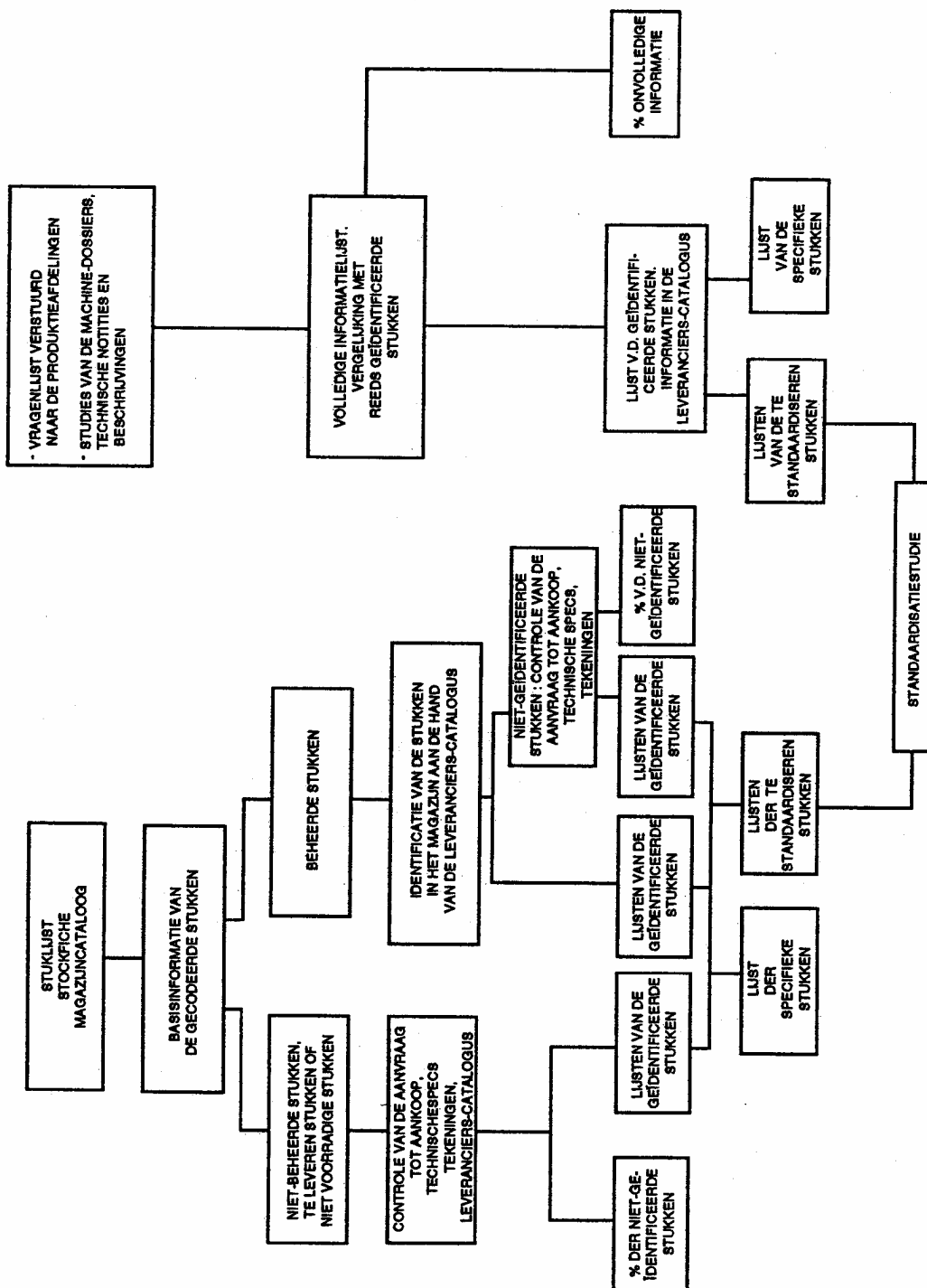
De variatiecoëfficiënt wordt onderverdeeld in drie klassen :

- $CVAR \leq 0,4$: zeer stabiel verbruik,
- $0,4 < CVAR \leq 0,8$: stabiel verbruik,
- $CVAR > 0,8$: minder tot niet stabiel verbruik.

Leg de betekenis van deze begrippen uit.

Bereken de CVAR met de bovenstaande gegevens.

Aanhangsel D : Studie standaardisatie



Aanhangsel E : FMECA studie

VOORBEELD VAN FMECA ANALYSETABEL

FMECA ELEMENT OF COMPONENTE	BETREFT :		SYSTEEM :				DOSSIERNR.		DATUM :	
	FUNCTIONIE	STORINGS- VORM	ORZAAK	EFFECT OP (DEEL)- SYSTEEM	DETECTIE	VOOR KORREKTIEVE AKTIE	KORREKTIEVE AKTIE	BLZ. :	NA KORREKTIEVE AKTIE	
N°						F	G	D	C	
1.										
2.										
3.										
4.										
entz.										
19.										
20.										

VOORBEELD VAN WAARBEPALING DER PARAMETERS IN DE BEREKENING VAN DE CRITICITEIT

I

FREQUENTIE VAN VOORKOMEN (F)	
WAARDE	STORINGS- GRAAD
1	< 1 storing / jaar
2	≥ 1 storing / jaar
3	< 1 storing / maand
4	≥ 1 storing / maand < 1 storing / week

II

DETECTEERBAARHEID (D)	
WAARDE	DETECTEERBAARHEID OP VOORHAND
1	Visueel door bediener
2	Gemakkelijk door OH-man
3	Moelijke detecteerbaarheid
4	niet detecteerbaar

III

ZWAARTE (G)	
WAARDE	STILSTAND
1	Geen productiestilstand
2	Stilstand ≤ 1 uur
3	1 uur > stilstand ≤ 1 dag
4	Stilstand > 1 dag

Aanhangsel F : Technisch onderhoudsconcept

Het technische onderhoudsconcept heeft tot doel een juiste onderhoudsvorm te bepalen voor een bouwgroep of componente in functie van een criticiteitsanalyse met betrekking tot veiligheid, produktie, kwaliteit en bescherming van het leefmilieu.

De hierna volgende methode bestaat uit 3 stappen. Bedoeling is selectief te werk te gaan teneinde de bij het bepalen van het onderhoudsconcept behorende criticiteitsstudie enkel uit te voeren op een klein aantal objecten. Er wordt namelijk vastgesteld dat er een klein aantal objecten verantwoordelijk is voor de meest voorkomende kritische storingen in het bedrijf (wet van Pareto).

Hieronder wordt de methode kort uitgelegd en met een voorbeeld geïllustreerd.

F.1. Eerste stap : Boomstructuur

Vertrekkend van een boomstructuur van de onderhoudsobjecten (zie voorbeeld 1 in bijvoegsel 4/3), worden die produktielijnen bepaald die kritisch zijn voor de veiligheid, de produktie (hoeveelheid, continuïteit en kost), de kwaliteit en de bescherming van het leefmilieu.

F.2. Tweede stap : Analyse van het technisch systeem

De bedoeling is om op kritische lijnen door een snelle analyse per machine de onderhoudsvormen voor deze machines vast te leggen.

Vermits het GAO meestal heel duur uitvalt in directe kosten, wensen we waar het gaat, deze te vervangen door een SAO, een TAO of een modificatie. De keuze vloeit voort uit de analyse van het technisch systeem volgens beslissingsschema in dit aanhangsel.

F.3. Derde stap : Criticiteitsstudie

Op de machines waarvoor een GAO voorgesteld wordt aan de hand van het beslissingsschema wordt een criticiteitsstudie gedaan volgens een vereenvoudigde FMECA-methode.

Overweging hierbij is dat we vertrekken van 2 informatiebronnen : ten eerste de bestaande ervaring in het bedrijf, ten tweede de storingen die zouden optreden moesten de op heden uitgevoerde onderhouds- en smeerprogramma's niet uitgevoerd worden.

Deze criticiteitsstudie wordt in een interactieve werkgroep uitgevoerd waaraan verschillende acteurs deelnemen: onderhoud, produktie, engineering. Om de toepassing van de methode te vergemakkelijken wordt een tabel gebruikt waarin men, vertrekkend van de storingsvorm, mogelijke oorzaken ervan bepaalt. Voor elke oorzaak worden dan 3 parameters gedefinieerd:

- F : de frequentie van het voorkomen;
- G : de zwaarte van het effect op het ganse systeem;
- D : de mogelijkheid om de storing te detecteren voor ze zich manifesteert.

Elke van deze parameters krijgt een waarde. De 3 parameters worden met elkaar vermenigvuldigd, hetgeen de criticiteit C geeft. Afhankelijk van de waarde van het bekomen resultaat of van de waarde die men toegekend heeft aan de parameters F en G gaat men dan aan de hand van een beslissingstabel de onderhoudsvorm

vastleggen. In een volgende kolom worden de acties bepaald die moeten toelaten om die onderhoudsvorm te implementeren. Verder wordt waarvan toepassing de frequentie van deze acties vastgelegd en wordt aangeduid of men het werk ken uitvoeren bij stilstand of in werking (S/W).

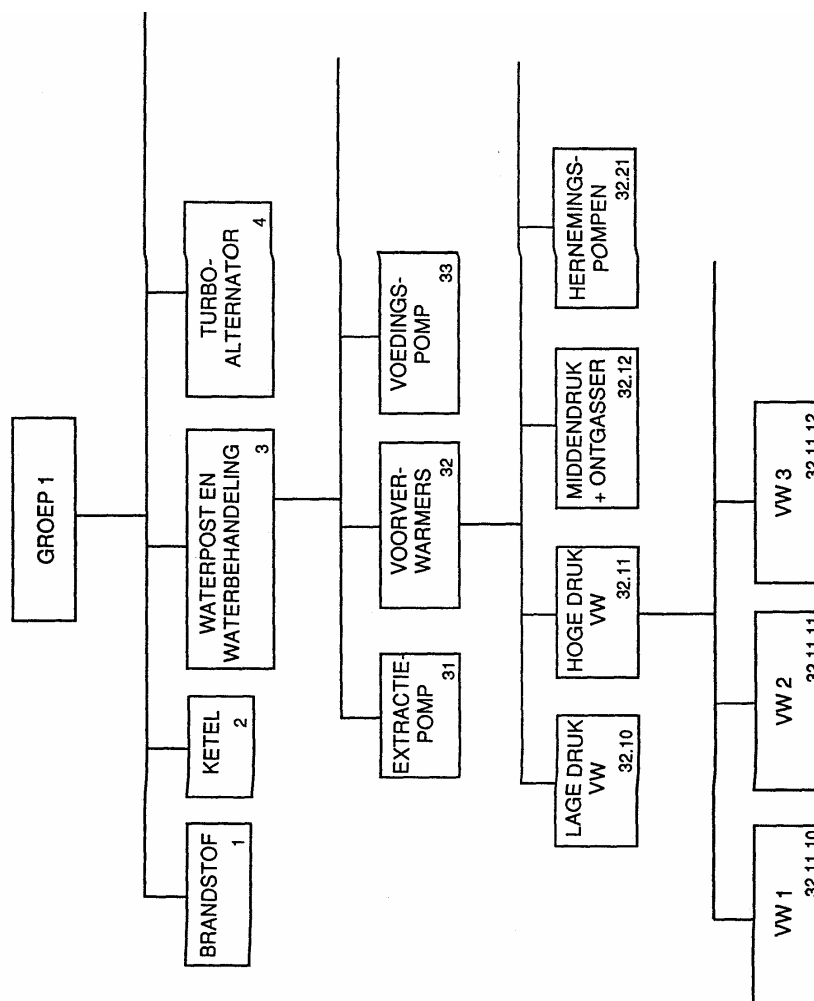
Tenslotte worden de taken verdeeld tussen productie en onderhoud.

Door de ganse machine op die manier te analyseren krijgt men een textuur met verschillende onderhoudsvormen per bouwgroep of component. Om nu het werk op een efficiënte manier te laten uitvoeren wordt er een groepering gedaan van frequenties en te ondernemen acties. Dit wordt den vertaald in onderhoudsprogramma's, inspectieprogramma's of smeerprogramma's.

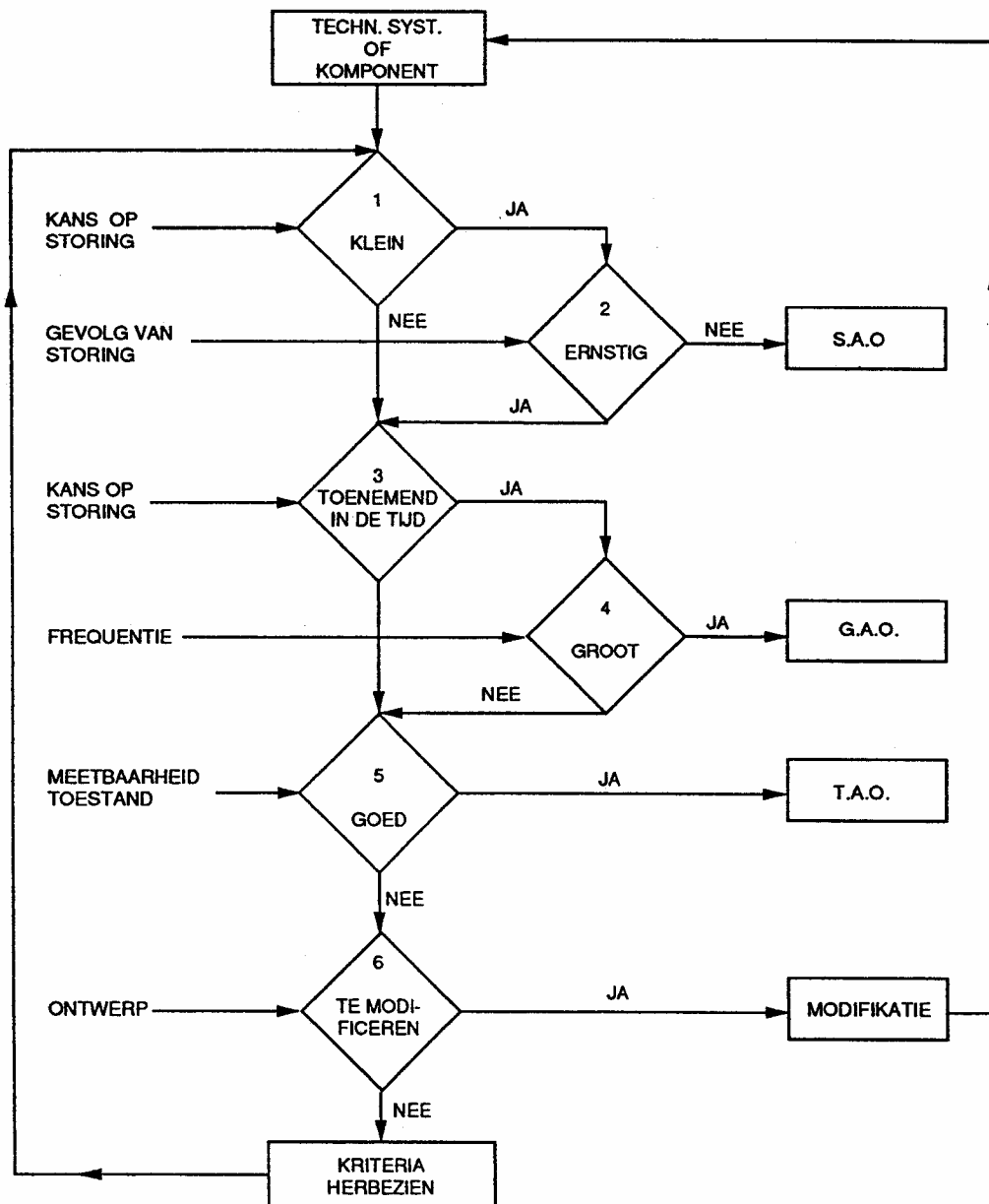
De kracht van deze methode bestaat vooral in een uitermate toegesneden onderhoudsprogramma op basis van de ervaring in het bedrijf en in functie van het onderhoudsgedrag van de machine. De manier van werken creëert een sterke dynamiek tussen de acteurs, hetgeen zich nadien vertaalt in een wederzijds begrip en aanvaarding van het opgemaakt programme.

Tenslotte is het een heel interessant instrument om aan continu verbetering te doen door zowel de evolutie van de ondernomen acties als operationele elementen zoals frequentie en taakverdeling te meten en bij te sturen.

F.4. Boomstructuur



Beslissingsschema

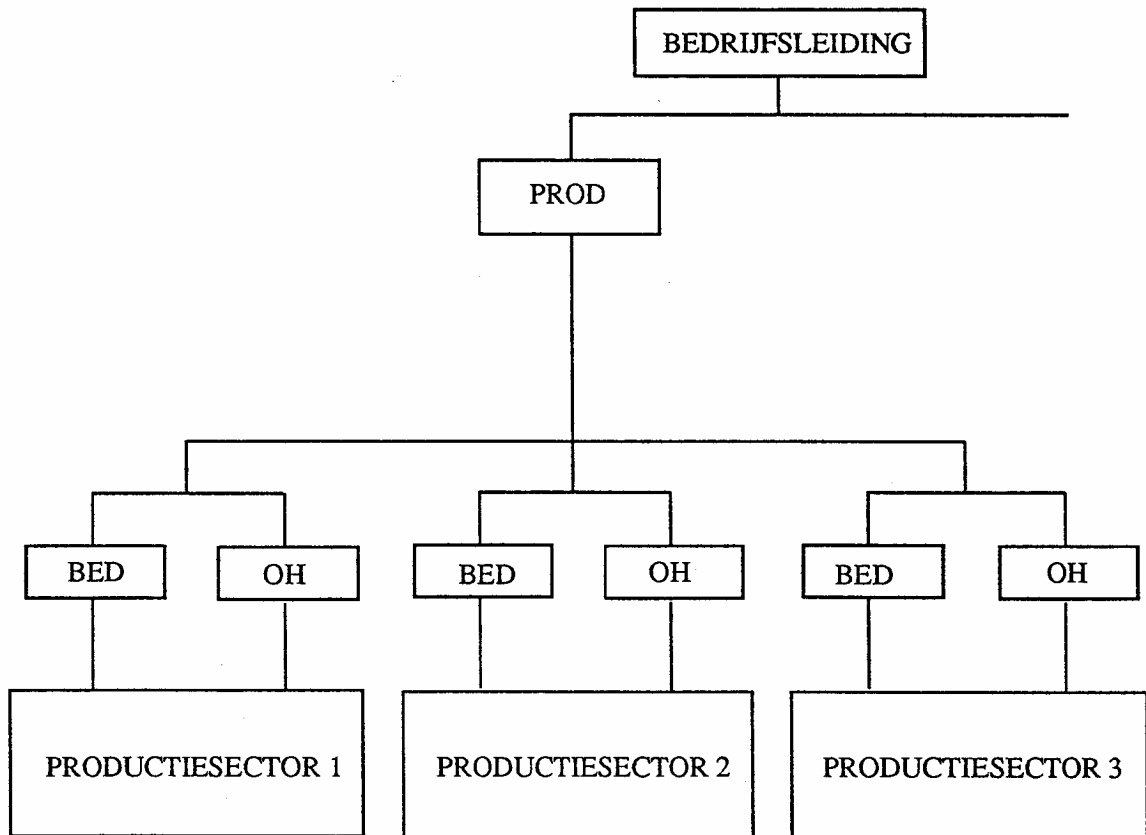


S.A.O. = Storings Afhankelijk Onderhoud (Correctief onderhoud)

G.A.O. = Gebruiks Afhankelijk Onderhoud (periodiek onderhoud)

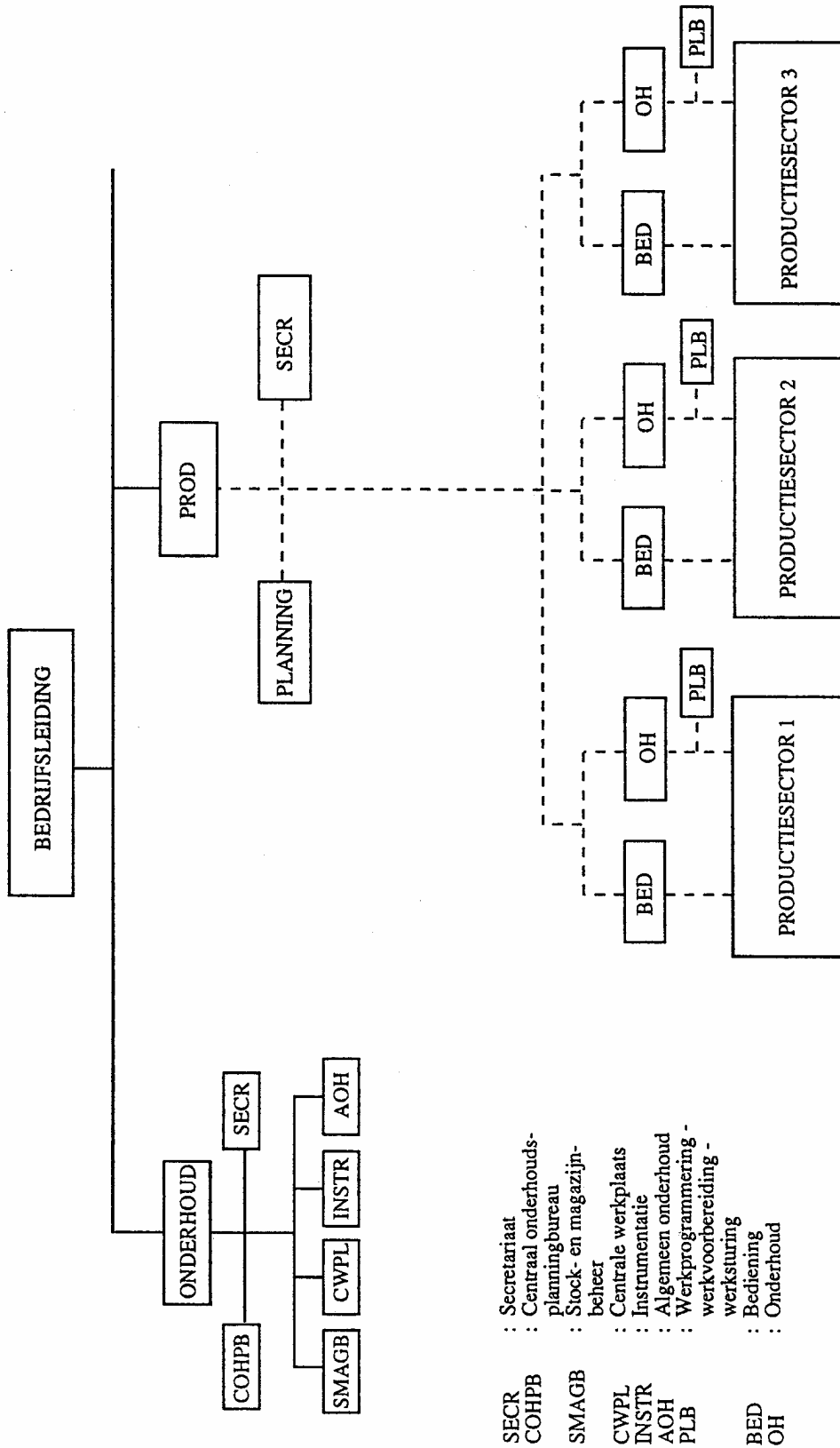
T.A.O. = Toestands Afhankelijk Onderhoud

Aanhangsel G : Gedecentraliseerd onderhoud



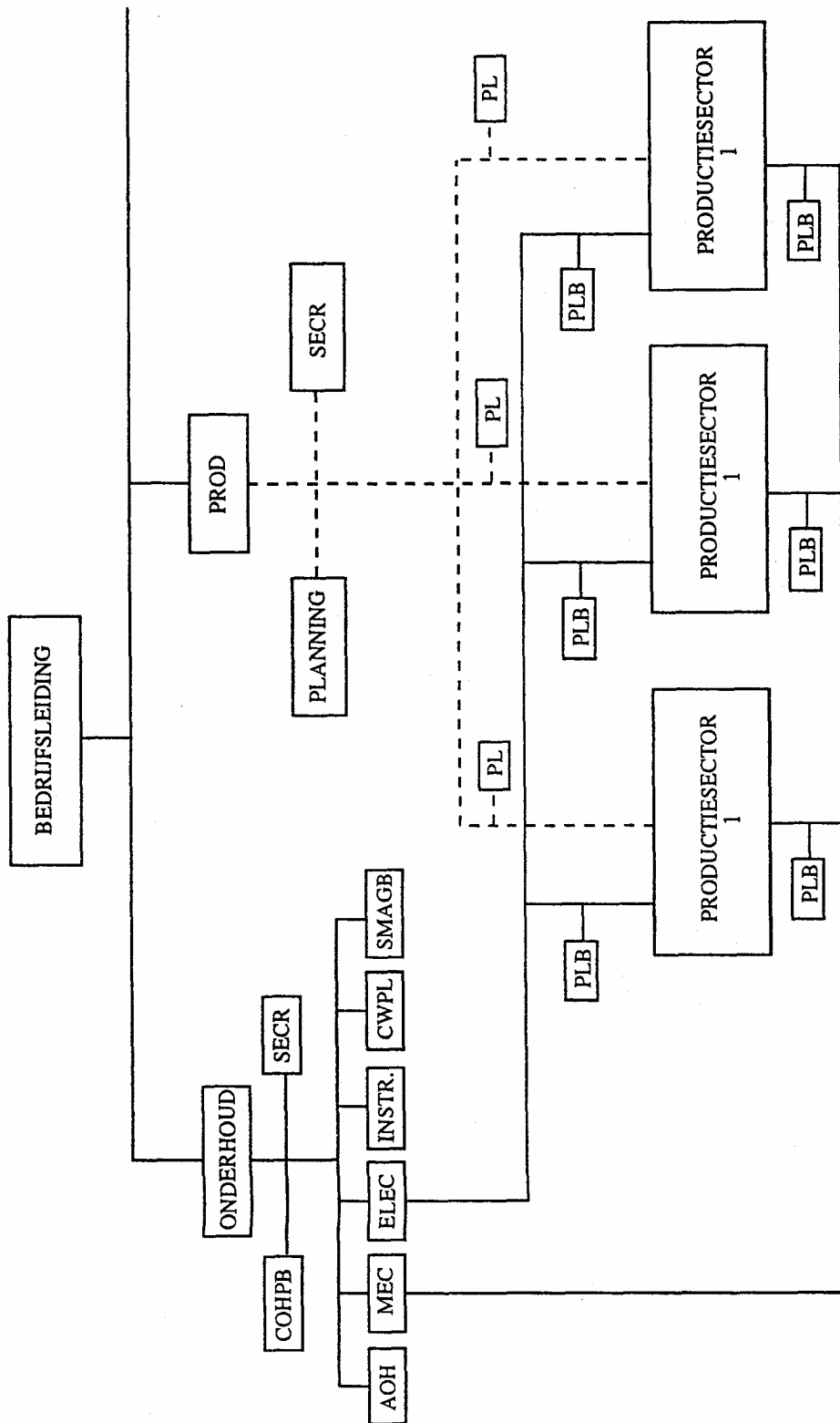
PROD : Productie
OH : Onderhoud
BED : Bediening

Aanhangsel H : Gemengde onderhoudsstructuur



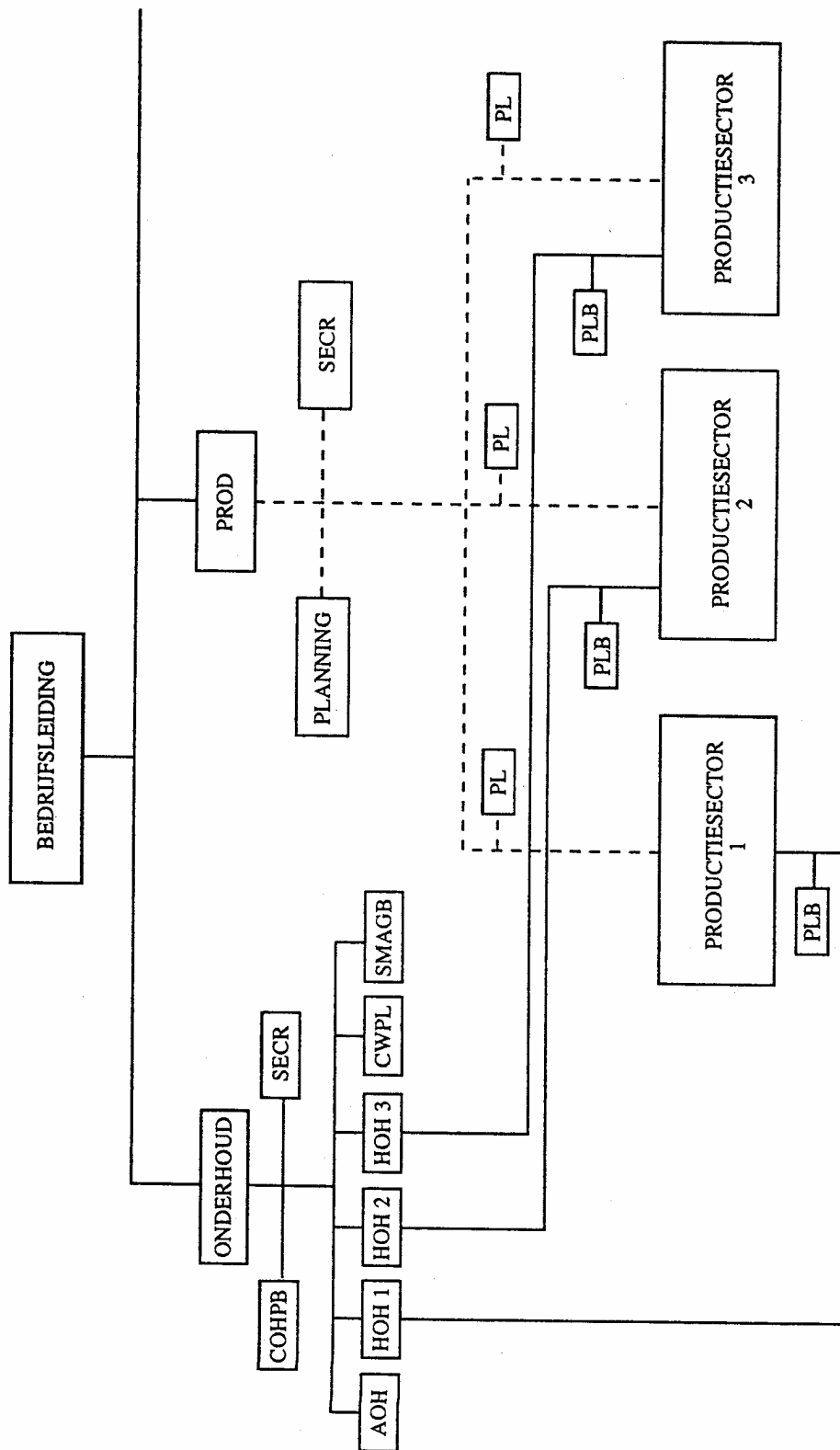
Aanhangsel I : Gecentraliseerde onderhoudsstructuur

I.1. Alternatief 1



- SECR : Secretariaat
- COHPB : Centraal onderhouds-planningbureau
- AOH : Algemeen onderhoud
- MEC : Mechanische dienst
- ELEC : Electriche dienst
- INSTR : Instrumentatie
- CWPL : Centrale werkplaats
- SMAG : Stock- en magazijnbeheer
- B : Planning
- PL : Werkprogrammering -
- PLB : werkvoorbereiding -
- werksturing

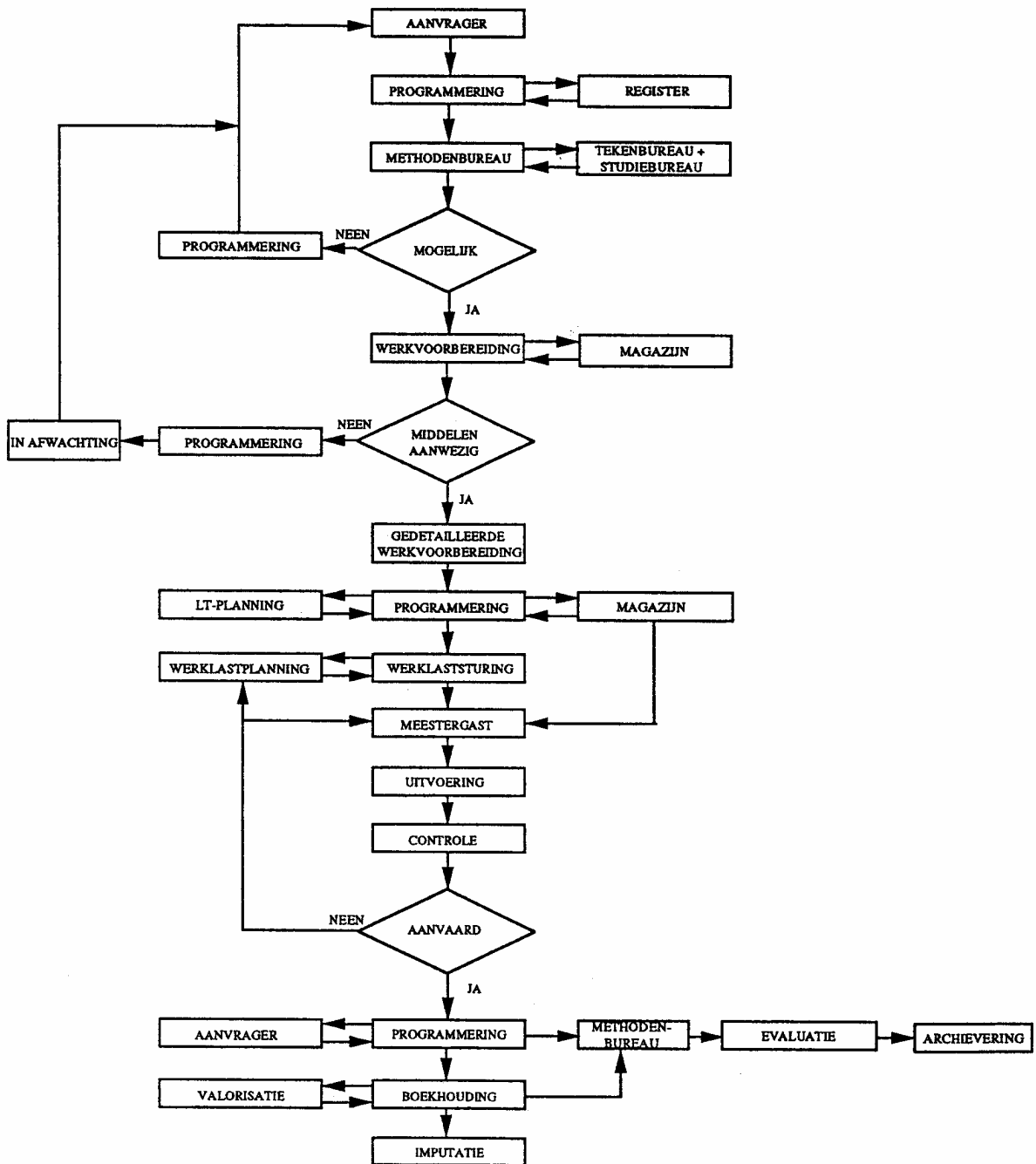
I.2. Alternatief 2



SECR : Secretariaat
 COHPB : Centraal onderhouds-
 planningbureau
 AOH : Algemeen onderhoud
 HOH : Hoofd onderhoud
 Sector 1, 2 of 3

CWPL : Centrale werkplaats
 SMAGB : Stock- en magazijnbeheer
 PL : Planning
 PLB : Werkprogrammering -
 Werkvoorbereiding -
 Werksturing

Aanhangsel J : Vereenvoudigde kringloop van de werkaafhandeling



Aanhangsel K : Mogelijke inhoud van het machinedossier

1. TECHNISCHE GEGEVENS

1.1 Technische gegevens en prestaties

1.2 Algemene inplantingstekening

1.3 Werking

2. BEHANDELING EN MONTAGE

2.1 Behandeling

2.2 Montage- en opstellingsvoorschriften

2.3 Montage- en behandelingsschema's

3. BEDRIJFSVOORSCHRIFTEN

3.1 Veiligheidsvoorschriften

3.2 Bediening

3.3 Afstelprocedures

3.4 Opzoeken en verhelpen van storingen

3.5 Onderhoudsinstructies bedienaar

4. MECHANISCHE TEKENINGEN

4.1 Plannenlijsten

4.2 Mechanische tekeningen

4.3 Stukslijsten mechanische tekeningen

5. ELEKTRISCHE SCHEMA'S EN PROGRAMMATIE

5.1 Elektrische schema's

5.2 Programmatie dossier

6. ELEKTRONISCHE SCHEMA'S

7. HYDRAULISCHE SCHEMA'S

8. PNEUMATISCHE SCHEMA'S

9. SCHEMA'S VAN ANDERE FLUIDA

10. ONDERHOUDSVOORSCHRIFTEN

10.1 Preventief onderhoud

10.2 Smeervoorschriften

10.3 Onderhoudsinstructies

11. KATALOGI EN PROSPECTUSSEN

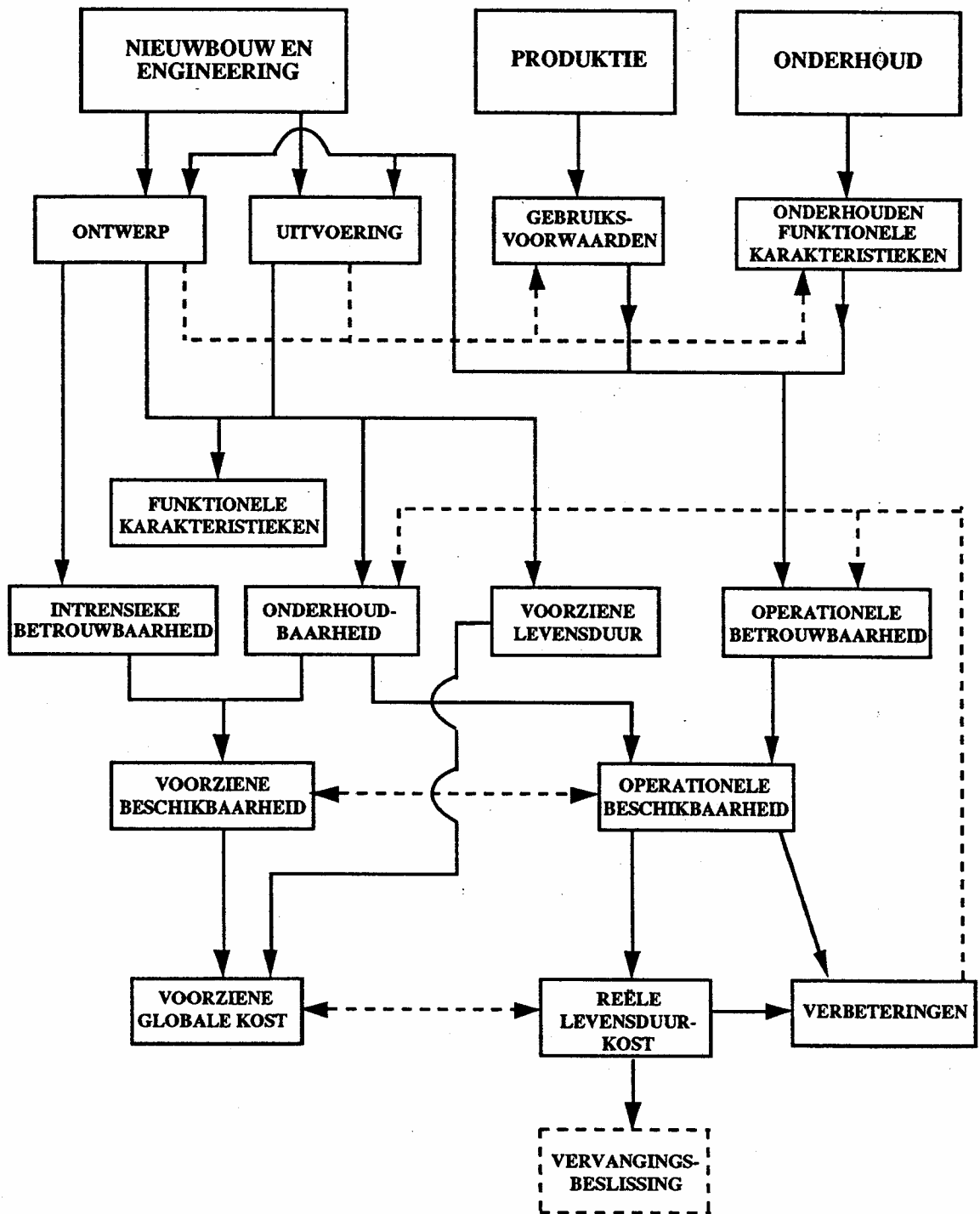
11.1 Mechanische elementen

11.2 Elektrische en elektronische elementen

**Aanhangsel L : Specifiek lastencohier voor de opleiding van onderhoudspersoneel in
geval van nieuwe investeringen**

1. Algemeenheden
 - Rechten en plichten - Toepassingsgebied van het contract - Taalgebruik en vertalingen
 - Te gebruiken eenhedenstelsel
 - Normen van toepassing
 - Opleidingsdocumentatie
2. Behoeftebepaling bets. gekwalificeerd personeel
 - Organogram
 - Keuze en aanwerving van personeel
3. Objectieven en verloop van de opleiding
 - Algemeenheden
 - Opleiding van uitvoerend personeel
 - Opleiding van de meester-gasten
 - Opleiding van het kaderpersoneel
4. Opleidingsprogramma en -planning
5. Plaats van de opleiding
 - Opleiding op de vloer (OJT - On the Job Training)
 - Stages
 - Studiereizen
6. Keuze van de opleiders en opleidingsorganismen
7. Administratieve organisatie
 - Keuze van kandidaten
 - Aanwerving
 - Statuut van het personeel in opleiding
 - Verzekeringen
 - Financiering van de opleiding
 - Materiële middelen
8. Verantwoordelijkheden van de leverancier
 - Opvolging van het personeel in opleiding
 - Verantwoordelijkheden tijdens de montage en inbedrijfname
 - Garanties en controles
 - Strafbepalingen
9. Prijzen en betalingsvoorwaarden
10. Bijvoegsels

Aanhangsel M : Relatie tussen produktie, onderhoud en engineering



Aanhangsel N : De cyclische methode (Methode CY)

N.1. Bepaling van het objectief

N.1.1. Dienstvoorraad

De berekening van het toekomstige verbruik gebeurt in drie stappen :

- bepaling van het geregistreerde maandelijkse verbruik (*OMC - Observed Monthly Consumption*),
- bepaling van het gemiddelde maandelijkse verbruik (*MMC - Mean Monthly Consumption*),
- bepaling van het berekende maximale maandelijkse verbruik waartegen men zich moet indekken, rekening houdend met de gewenste service graad, met behulp van waarschijnlijkheidswetten (*CMC - Calculated Monthly Consumption*).

N.1.1.1. Bepaling Observed Monthly Consumption (OMC)

Het *geregistreerde maandelijkse verbruik* op niveau Luchtmacht voor een bepaald artikel is gelijk aan de som van alle geregistreerde recurrente verbruiken van dit artikel, m.a.w. alle uitgaven van dit artikel door de verschillende magazijnen aan de gebruikers (*omc_j*) :

$$OMC = \sum_{i=1}^n omc_i$$

waar n het aantal magazijnen is dat een bepaald artikel op inventaris heeft.

N.1.1.2. Bepaling Mean Monthly Consumption (MMC)

Het *gemiddelde maandelijkse verbruik* voor een artikel is het vlottend gemiddelde van een aantal geregistreerde verbruiken :

$$MMC = \frac{(OMC + OMC_{-1} + OMC_{-2} + \dots + OMC_{-n+1})}{n}$$

met n zijnde *de horizon* (= aantal maanden die men wenst in beschouwing te nemen).

Bij een sterk wisselend verbruik zal men een grote horizon nemen (bvb. 36 maand) om een significant gemiddelde te bekomen. Wanneer men wenst in te spelen op een sterk stijgend of dalend verbruik, is het beter de horizon te verkleinen. Bij artikelen die nog niet zo lang in gebruik zijn als door de parameter bepaald (nieuwe artikelen) zal de horizon automatisch beperkt worden tot de periode dat het artikel in gebruik is.

N.1.1.3. Bepaling Calculated Monthly Consumption (CMC)

Het verloop van het verbruik is wisselvallig. Daarom wordt gebruik gemaakt van *waarschijnlijkheidswetten* om een zo nauwkeurig mogelijke raming te doen van het toekomstige maximale verbruik.

Aan de hand van een statistische test (Kolmogorov-Smirnov) wordt door het herbevoorradsingsprogramma voor elk artikel bepaald welke waarschijnlijkheidswet het best de probabilistische verdeling van het verbruiksgedrag weergeeft.

Er werden drie waarschijnlijkheidswetten weerhouden :

- de wet van Poisson,
- de normale wet,
- de exponentiële wet.

Als meerdere wetten in aanmerking komen, is de voorkeurorde : wet van Poisson, normale wet, exponentiële wet. Wanneer geen enkele wet in aanmerking komt, wordt de normale wet gebruikt.

Daarnaast moet eveneens rekening worden gehouden met de *service graad* waaraan men wenst te voldoen.

In functie van het MMC en de gebruikte waarschijnlijkheidswet wordt het berekende maximale maandelijks verbruik (CMC) bepaald, waartegen men zich moet indekken om de gewenste service graad te verzekeren.

$$CMC = f(MMC, \text{waarschijnlijkheidswet}, \text{service graad})$$

N.1.1.4. Extrapolatie CMC

Het CMC geeft het berekende maximale verbruik voor één maand. Deze CMC moet echter geëxtrapolerd worden over een langere periode, om rekening te houden met :

(a) De aankooptermijn (PLA)

De aankooptermijn (PLA - Pipe Line Time for Aquisition) is de volledige termijn vanaf de uitdrukking van de behoefte tot het ogenblik waarop het materieel in de boekhouding van de Luchtmacht wordt opgenomen.

Deze termijn wordt uitgedrukt in maanden. Wanneer de organisatie de grootte van de horizon inbrengt dan zal er automatisch een mobiel gemiddelde van de PLA berekend worden, rekening houdend met de historiek van de leveringen tijdens die voorbije periode. Indien er geen observaties zijn, dan wordt de vorige berekende PLA of de manueel ingebrachte waarde gebruikt.

(b) De herzieningscyclus (R)

Dit is de termijn tussen twee opeenvolgende herzieningen.

c. Veiligheidsreserve

Deze reserve laat toe onvoorziene schommelingen in het verbruik of haperingen in het herbevoorradsingsmechanisme op te vangen.

d. Objectief (OBJ)

$$OBJ = (PLA + R) \times CMC + SECL \times MMC$$

N.2. Virtuele voorraad (VS)

De virtuele voorraad wordt bepaald door :

$$VS = RS + TR + REQ - RA$$

waarin :

- RS = de werkelijk aanwezige voorraad van artikelen in goede staat in de verschillende distributieschakels (*RS - Real Stock*),

- TR = de openstaande transferten van artikelen in goede staat, m.a.w. de artikelen in beweging tussen twee verschillende distributieschakels (*TR - Transits*),
- REQ = de openstaande bestellingen en aanvragen, m.a.w. de hoeveelheden waarvan een levering wordt verwacht (*REQ - Requisitions*),
- RA = de reservaties en allocaties (voor werkorders, klanten en externe leveringen) in functie van de target date, m.a.w. delen van de voorraad waarvoor reeds een bestemming is voorzien (*RA - Reservations and Allocations*).

Opmerking :

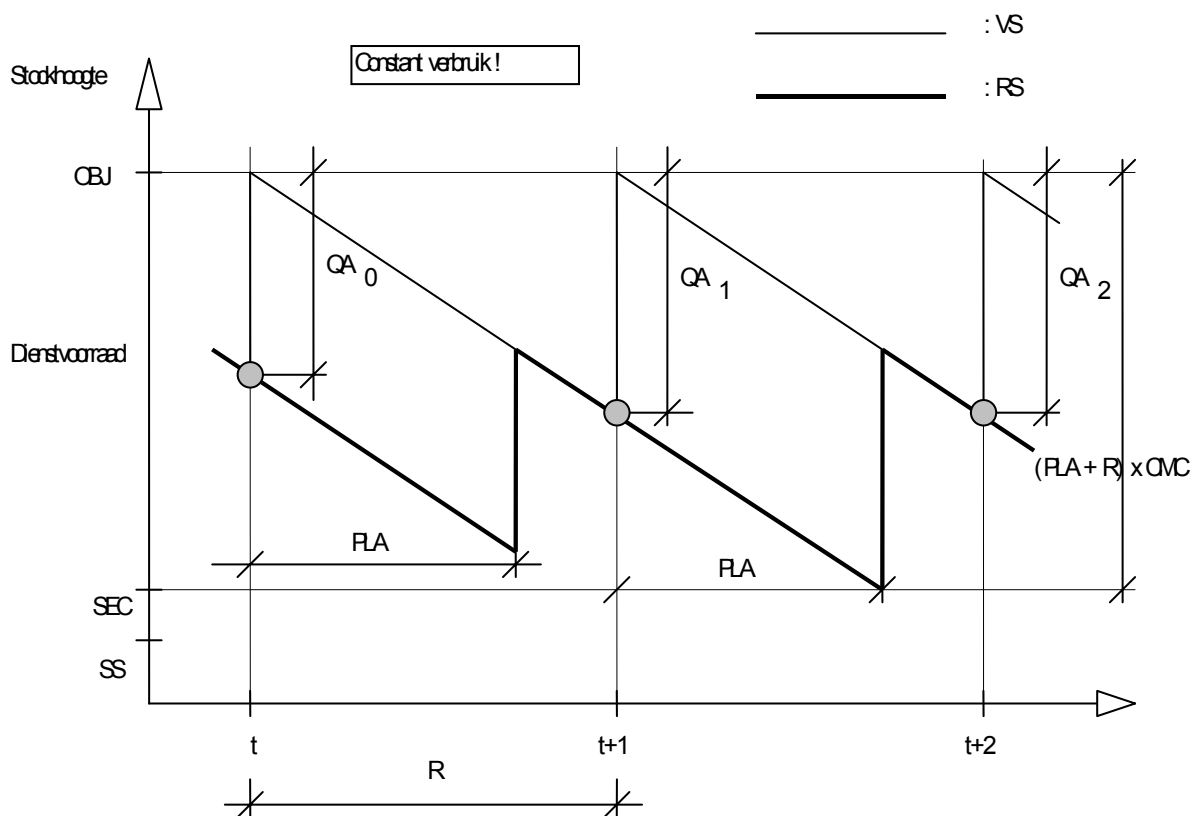
Voor de berekening van de virtuele voorraad van artikelen met beperkte levensduur (artikelen met een Shelf Life Code - SLC) wordt een correctie uitgevoerd in functie van de verwachte vervallen hoeveelheden per lot, op basis van een simulatie.

N.3. Aan te kopen hoeveelheid (QA)

De aan te kopen hoeveelheid wordt bepaald door het verschil tussen de berekende theoretische behoefte (het objectief) en de virtuele voorraad op het ogenblik van de herziening.

$$QA = OBJ - VS$$

N.4. Theoretisch schema



☞ Bovenstaand schema is geldig bij constant verbruik. Wanneer dit verbruik varieert, zullen eveneens de stockhoogtes van het objectief, de veiligheidsreserve en de strategische stock (wanneer van toepassing) variëren. Zij worden herberekend bij iedere herziening.

Aanhangsel O : De Methode van het bestelpunt (Methode PT)

O.1. Bepaling van het bestelpunt

O.1.1. Dienstvoorraad

De berekening van het toekomstige verbruik gebeurt in drie stappen :

- bepaling van het geregistreerde maandelijkse verbruik (*OMC - Observed Monthly Consumption*),
- bepaling van het gemiddelde maandelijkse verbruik (*MMC - Mean Monthly Consumption*),
- bepaling van het berekende maximale maandelijkse verbruik waartegen men zich moet indekken, rekening houdend met de gewenste service graad, met behulp van waarschijnlijkheidswetten (*CMC - Calculated Monthly Consumption*).

O.1.1.1. Bepaling OMC

Het *geregistreerde maandelijkse verbruik* op het niveau Luchtmacht voor een bepaald artikel is gelijk aan de som van alle geregistreerde maandelijkse recurrente verbruiken van dit artikel, m.a.w. alle uitgaven van dit artikel door de verschillende magazijnen aan de gebruikers (omc_i) :

$$OMC = \sum_{i=1}^n omc_i$$

waar n het aantal magazijnen is dat een bepaald artikel op inventaris heeft.

O.1.1.2. Bepaling MMC

Het *gemiddelde maandelijkse verbruik* voor een artikel is het vlottend gemiddelde van een aantal geregistreerde verbruiken :

$$MMC = \frac{(OMC + OMC_{-1} + OMC_{-2} + \dots + OMC_{-n+1})}{n}$$

met n zijnde *de horizon* (= aantal maanden die men wenst in beschouwing te nemen).

Bij een sterk wisselend verbruik zal men een grote horizon nemen (bvb. 36 maand) om een significant gemiddelde te bekomen. Wanneer men wenst in te spelen op een sterk stijgend of dalend verbruik, is het beter de horizon te verkleinen. Bij artikelen die nog niet zo lang in gebruik zijn als door de parameter bepaald (nieuwe artikelen) zal de horizon automatisch beperkt worden tot de periode dat het artikel in gebruik is.

O.1.1.3. Bepaling CMC

Het verloop van het verbruik is wisselvallig. Daarom wordt gebruik gemaakt van *waarschijnlijkheidswetten* om een zo nauwkeurig mogelijke raming te doen van het toekomstige maximale verbruik.

Aan de hand van een statistische test (Kolmogorov-Smirnov) wordt door het herbevoorradsingsprogramma voor elk artikel bepaald welke waarschijnlijkheidswet het best de probabilistische verdeling van het verbruiksgedrag weergeeft.

Er werden drie waarschijnlijkheidswetten weerhouden :

- de wet van Poisson,
- de normale wet,
- de exponentiële wet.

Als meerdere wetten in aanmerking komen, is de voorkeurorde : wet van Poisson, normale wet, exponentiële wet. Wanneer geen enkele wet in aanmerking komt, wordt de normale wet gebruikt.

Daarnaast moet eveneens rekening worden gehouden met de *service graad* waaraan men wenst te voldoen.

In functie van het MMC en de gebruikte waarschijnlijkheidswet wordt het berekende maximale maandelijke verbruik (CMC) bepaald, waartegen men zich moet indekken om de gewenste service graad te verzekeren.

$$CMC = f(MMC, \text{waarschijnlijkheidswet}, \text{service graad})$$

O.1.1.4. *Extrapolatie CMC*

Het CMC geeft het berekende maximale verbruik voor één maand. Deze CMC moet echter geëxtrapoleerd worden over de leveringstermijn.

De aankooptermijn (PLA - Pipe Line Time for Acquisition) is de volledige termijn vanaf de uitdrukking van de behoefte tot het ogenblik waarop het materieel in de boekhouding wordt opgenomen.

Deze termijn wordt uitgedrukt in maanden. Wanneer de organisatie de grootte van de horizon inbrengt dan zal er automatisch een mobiel gemiddelde van de PLA berekend worden, rekening houdend met de historiek van de leveringen tijdens die voorbije periode. Indien er geen observaties zijn, dan wordt de vorige berekende PLA of de manueel ingebrachte waarde gebruikt.

O.2. Veiligheidsreserve

Deze reserve laat toe onvoorziene schommelingen in het verbruik of haperingen in het herbevoorradsingsmechanisme op te vangen.

O.3. Bestelpunt (RP)

Het bestelpunt is het theoretisch geraamd verbruik voor een objectief gelijk aan de PLA vermeerderd met de veiligheidsreserve.

$$RP = PLA \times CMC + SECL \times MMC$$

O.4. Virtuele voorraad (VS)

De virtuele voorraad wordt bepaald door :

$$VS = RS + TR + REQ - RA$$

waarin :

- RS = de werkelijk aanwezige voorraad van artikelen in goede staat in de verschillende distributieschakels (*RS - Real Stock*),
- TR = de openstaande transferten van artikelen in goede staat, m.a.w. de artikelen in beweging tussen twee verschillende distributieschakels (*TR - Transits*),

- REQ = de openstaande bestellingen en aanvragen, m.a.w. de hoeveelheden waarvan een levering wordt verwacht (*REQ - Requisitions*),
- RA = de reservaties en allocaties (voor werkorders, klanten en externe leveringen) in functie van de target date, m.a.w. delen van de voorraad waarvoor reeds een bestemming is voorzien (*RA - Reservations and Allocations*).

Opmerking :

Voor de berekening van de virtuele voorraad van artikelen met beperkte levensduur (artikelen met een Shelf Life Code - SLC) wordt een correctie uitgevoerd in functie van de verwachte vervallen hoeveelheden per lot, op basis van een simulatie.

O.5. Aan te kopen hoeveelheid (QA)

Bij elke beweging die een effect heeft op de voorraadsituatie wordt het bestelpunt berekend in functie van het verwachte verbruik, en wordt de virtuele voorraad hiermee vergeleken.

Wanneer de virtuele voorraad het bestelpunt bereikt ($VS \leq RP$) wordt tot een herbevoorrading overgegaan.

De hoeveelheid die zal worden aangekocht is :

$$QA = ROQ + (RP - VS)$$

met ROQ = Reorder Quantity.

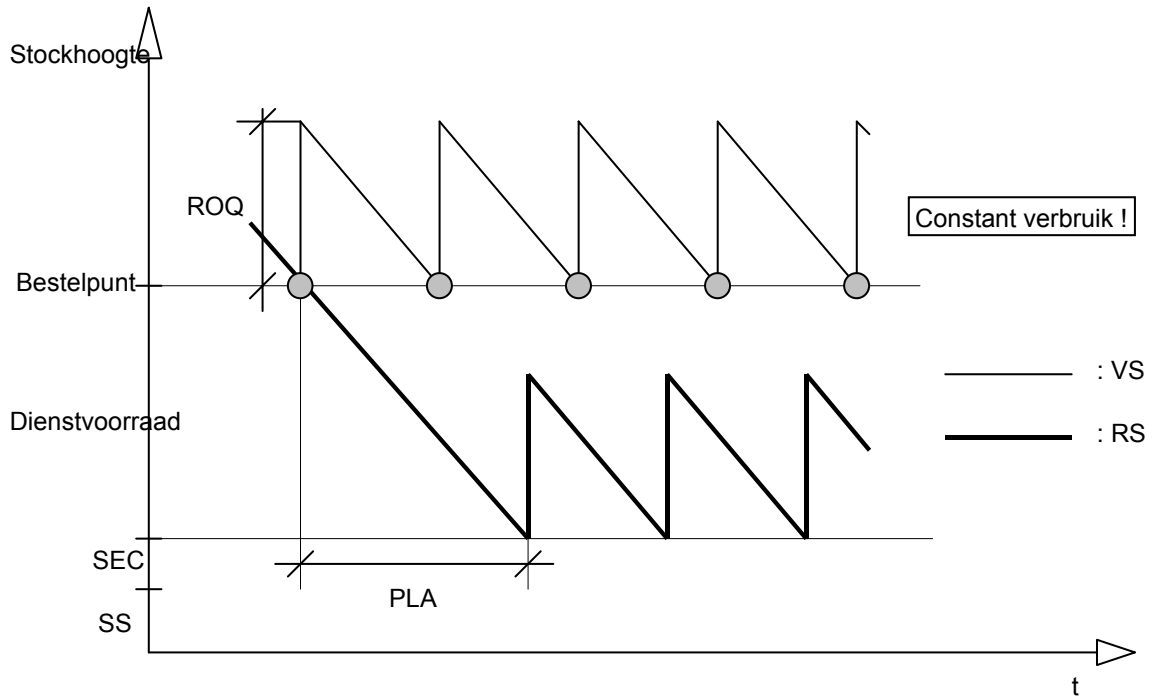
De ROQ is een hoeveelheid die enerzijds het aantal bestellingen beperkt en anderzijds toelaat tot economisch verantwoorde bestelhoeveelheden te komen. Op termijn bepaalt de ROQ eveneens de maximale stockhoogte van de dienstvoorraad. De bestelhoeveelheid zal dus ook uit dit oogpunt oordeelkundig gekozen moeten worden om de nodige opslagkosten binnen aanneembare grenzen te houden.

De ROQ is het product van een parameter, uitgedrukt in maanden, vermenigvuldigd met de MMC.

$$ROQ = a \times MMC$$

Het verbruik gedraagt zich niet altijd volgens een continu dalende kromme, zodat de virtuele voorraad plots onder het bestelpunt kan zakken. In dit geval zal, bovenop de ROQ, dit verschil aangekocht dienen te worden.

O.6. Theoretisch Schema



☞ Bovenstaand schema is bij constant verbruik. Wanneer dit verbruik varieert, zullen eveneens de stockhoogtes van het bestelpunt, de veiligheidsreserve en de grootte van de ROQ variëren.

O.7. Berekening CVAR

De variatiecoëfficiënt (CVAR) is een statistisch gegeven dat de mate van de stabiliteit van het verbruik weergeeft.

$$CVAR = \frac{\sigma}{MMC}$$

met σ zijnde de standaardafwijking van de waargenomen verbruiken over een bepaalde periode :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (OMC_i - MMC)^2}{n}}$$

waar :

- OMC : Observed Monthly Consumption, ofwel het geregistreerde maandelijkse verbruik,
- MMC : Mean Monthly Consumption, ofwel het gemiddelde maandelijkse verbruik.

Aanhangsel P : Oefening : MTBF

P.1. Gegevens

Incident Nb	Date	Down Time (h)	Failure Mode		TBF (d)
1	03-feb-00	8	rotor		
2	15-mrt-00	8	rotor		41
3	30-mei-00	4	seals		76
4	01-jul-00	8	rotor		32
5	04-jul-00	2	blocked		3
6	27-aug-00	8	rotor		54
7	16-sep-00	4	seals		20
8	12-okt-00	8	rotor		26
9	19-nov-00	2	blocked		38
10	12-jan-01	8	rotor		54
Total		60		Total (h)	8256
MTTR (h)		6		MTBF	917,33
Availability		0,99			

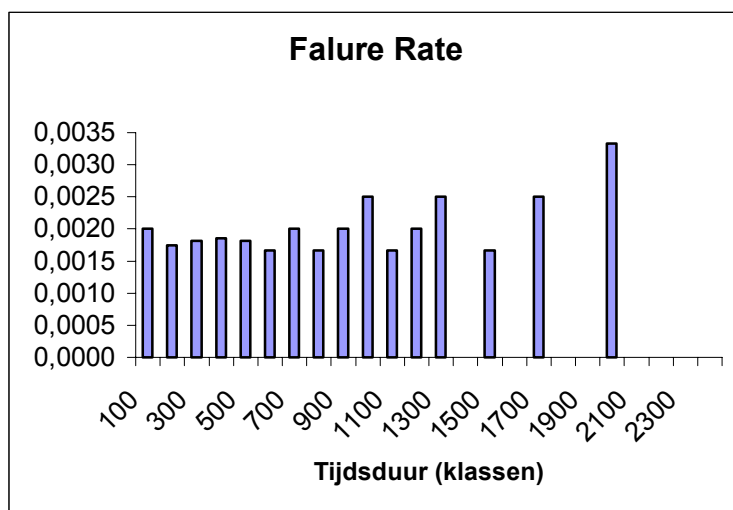
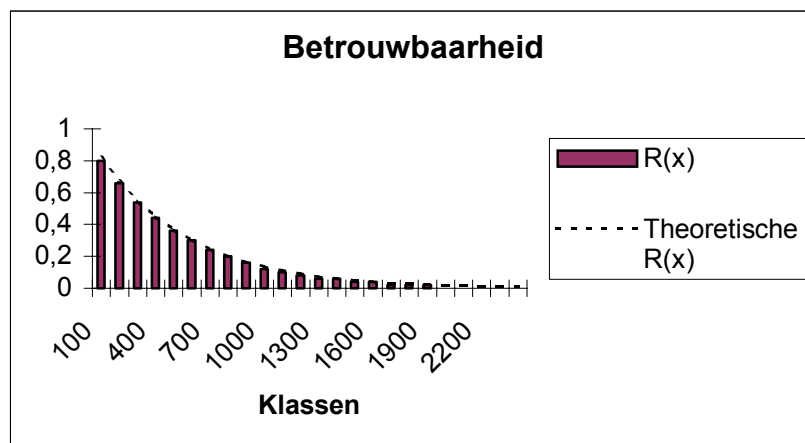
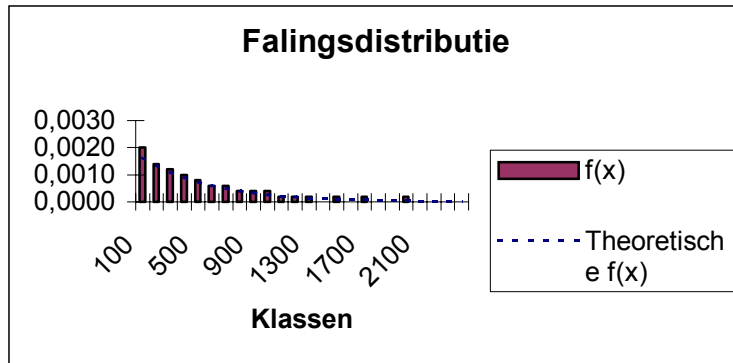
P.2. Berekeningen

Incident Nb	Time failure	Incident Nb	Time failure	Incident Nb	Time failure	Incident Nb	Time failure
1	136	14	141	27	463	40	367
2	117	15	660	28	973	41	184
3	269	16	423	29	377	42	440
4	624	17	895	30	296	43	64
5	587	18	1986	31	877	44	506
6	76	19	710	32	660	45	1269
7	315	20	164	33	258	46	121
8	237	21	94	34	1627	47	75
9	270	22	712	35	585	48	1042
10	20	23	111	36	1139	49	396
11	927	24	1499	37	92	50	55
12	80	25	292	38	10		
13	28	26	347	39	437		

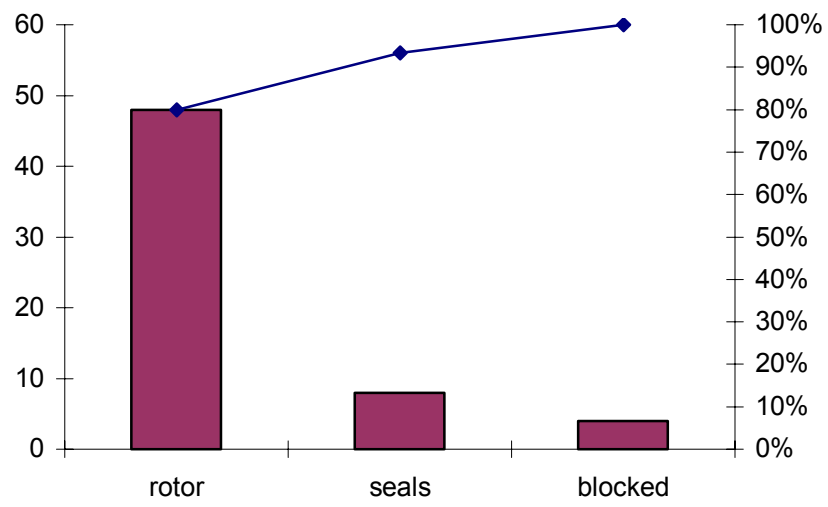
Klasse	Frequentie	Aantal na x Hrs	Gefaalde	R(x)	f(x)	FR	MTBF
100	10	40	10	0,80	0,0020	0,0020	500
200	7	33	7	0,66	0,0014	0,0018	571
300	6	27	6	0,54	0,0012	0,0018	550
400	5	22	5	0,44	0,0010	0,0019	540
500	4	18	4	0,36	0,0008	0,0018	550
600	3	15	3	0,30	0,0006	0,0017	600
700	3	12	3	0,24	0,0006	0,0020	500
800	2	10	2	0,20	0,0004	0,0017	600
900	2	8	2	0,16	0,0004	0,0020	500
1000	2	6	2	0,12	0,0004	0,0025	400
1100	1	5	1	0,10	0,0002	0,0017	600
1200	1	4	1	0,08	0,0002	0,0020	500
1300	1	3	1	0,06	0,0002	0,0025	400
1400	0	3	0	0,06	0,0000	0,0000	0
1500	1	2	1	0,04	0,0002	0,0017	600

1600	0	2	0	0,04	0,0000	0,0000	0
1700	1	1	1	0,02	0,0002	0,0025	400
1800	0	1	0	0,02	0,0000	0,0000	0
1900	0	1	0	0,02	0,0000	0,0000	0
2000	1	0	1	0,00	0,0002	0,0033	300
2100	0	0	0	0,00	0,0000	0,0000	0

P.3. Grafieken



P.4. Pareto analyse



Aanhangsel Q : Hoe een Histogram opmaken?

Q.1. Histogram?



Het histogram is een voorstelling van de verdeling van de frequentie (in aantal of in percentage) waarmee een gebeurtenis zich voordoet.

Q.2. Methode

Verzamel voldoende (minstens 50) observaties (N).

Zoek het minimum (Mi) en het maximum (Ma).

Bereken Ma - Mi.

Schat het aantal intervallen (I), ofwel met onderstaande tabel, ofwel door de vierkantswortel van het aantal observaties (\sqrt{N})

Aantal observaties	Aantal intervallen
20-50	6
51-100	7
101-200	8
201-500	9
501-1000	10
1001-...	11-20

Schat de grootte van de intervallen $\frac{M a - M i}{I}$.

Indien deze grootte geen betekenis heeft, herbepaal de grootte en pas het aantal intervallen aan.

Bepaal de intervallen.

Plaats de observaties in de intervallen.

Teken het histogram.

Q.3. Voorbeeld

Hieronder vindt u een histogram van de tijd om een artikel uit een magazijn te bekommen.

Q.3.1. *Observaties*

84	54	50	58	34
26	72	58	74	56

22	72	16	36	24
10	70	36	70	72
52	36	44	42	48
54	62	56	60	58
42	50	42	68	80
76	44	20	46	58
64	86	50	60	46
32	60	56	48	34

Q.3.2. Berekening

Maximum (Ma) = 86

Minimum (Mi) = 10

Range (Ma - Mi) = 76

Schatting van het aantal intervallen (I) $\sqrt{50} = 7.07$

Schatting van de grootte van de intervallen $(86-10) / 7.07 = 10.75$

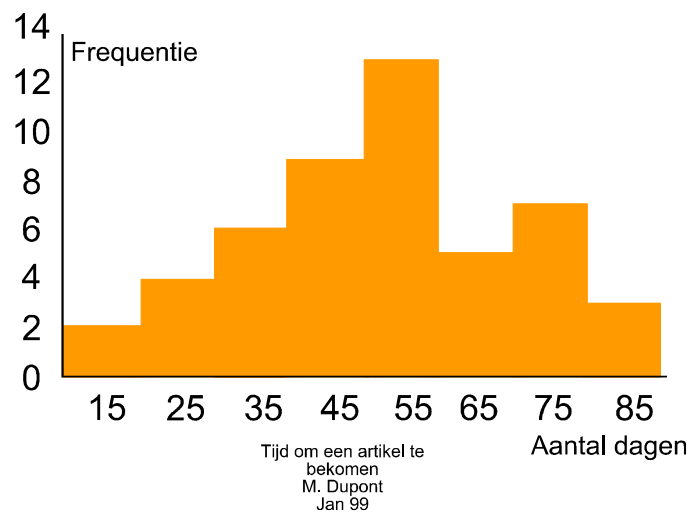
Bepaling van het aantal intervallen (I) $7.07 \rightarrow 7$

Bepaling van de grootte van de intervallen $10.75 \rightarrow 10$

Q.3.3. Tabel

Interval	Middelste waarden	Frekwentie
$\geq 10 < 20$	15	2
$\geq 20 < 30$	25	4
$\geq 30 < 40$	35	6
$\geq 40 < 50$	45	9
$\geq 50 < 60$	55	13
$\geq 60 < 70$	65	5
$\geq 70 < 80$	75	7
$\geq 80 < 90$	85	3

Q.3.4. Histogram



De tijd in dagen om een artikel uit het magazijn te krijgen