

**DIE ONTWERP VAN 'N GESENTRALISEERDE
INSTANDHOUDINGS FASILITEIT VIR DIE HERBOU VAN
7FDL12 EN 7FDL8 GENERAL ELECTRIC DIESEL ENJINS
EN VERWANTE KOMPONENTE**

Werkstuk voorgelê ter gedeeltelike vervulling van die vereistes vir die
MEESTERSGRAAD IN BEDRYFSINGENIEURSWESE
(INSTANDHOUDINGS TEGNOLOGIE)

by die
FAKULTEIT INGENIEURSWESE
UNIVERSITEIT VAN STELLENBOSCH



Gerhardus Bernardus Gildenhuys

Studieleier : Dr DC Page

November 2000

VERKLARING

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in hierdie verslag vervat, my eie oorspronklike werk is wat nog nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige ander universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê is nie.

ERKENNING

Graag gee ek erkenning aan die volgende persone vir hul bydrae tot die voltooiing van my studies:

- My ouers vir hulle volgehoue ondersteuning en aanmoediging
- Erick wat die saadjie gesaai het en die proses begin het
- Dr Page vir sy raad en insette
- Bowenal dank aan ons Hemelse Vader vir die krag wat hy my geskenk het om die studies te kan voltooi

OPSOMMING

Die ontwerp van 'n effektiewe uitleg vir 'n fasiliteit speel 'n belangrike rol in die suksesvolle werking daarvan. Die sentralisering van sekere aktiwiteite het voordele deurdat dit voorraadvlakke kan verlaag, beheer van voorraad vereenvoudig, standaardisering vergemaklik en beter beheer oor die gehalte van die finale produk bied.

Hierdie tesis identifiseer die faktore wat in berekening gebring moet word ten einde 'n uitleg te verkry wat effektief funksioneer. Verskillende tipes uitlegte, materiaal hanterings konsepte en vloeï patrone word ondersoek. 'n Verskeidenheid hulpmiddels om hierdie faktore te ontleed en te evalueer word bespreek. 'n Logiese, praktiese en eenvoudige prosedures word bespreek wat die beplanning van die fasiliteits uitleg sistematies aanpak.

Deur van beskikbare instandhoudings planne gebruik te maak word die volume van komponente wat deur die fasiliteit herbou moet word bepaal. Die mannekrag behoeftes word bepaal gebaseer op hierdie volume. Aktiwiteite en ondersteunings funksies binne die fasiliteit word vergelyk ten einde die belangrikheid van die verhoudings tussen elkeen te bepaal. Hierdie verhoudings speel 'n belangrike rol in die plasing van selle relatief tot mekaar. Deur die praktiese beperkings van die huidige fasiliteit in ag te neem word die uitleg aangepas. 'n Paar alternatiewe uitlegte word ontwikkel en evalueer teen 'n lys parameters om die mees geskikte uitleg te verkry.

Die prosesse en vloeruitleg van die huidige uitleg word ondersoek en bespreek. Hieronder word aspekte soos toerusting, materiaal, skoonmaak van komponente en die vloeï van dokumentasie en inligting gedek.

Ten slotte word gekyk na die toekomstige werkswyse wat gevolg gaan word. Dit word bereik deur die teoreties bepaalde uitleg te neem en aan te pas deur sommige van die goeie en slegte punte van die huidige uitleg in ag te neem.

SYNOPSIS

The design of an effective layout for a facility plays an important roll in its successful operation. The centralisation of certain activities has advantages in that it can reduce inventory levels, simplify material management, ease standardisation and provide better control over the quality of the final product.

This thesis identifies the factors that must be taken into account in order to obtain a layout that functions effectively. Different layout types, material handling concepts and flow patterns are investigated. A variety of tools to analyse and evaluate these factors are discussed. A logical, practical and simple process is discussed which addresses the planning of the facility layout in a systematic manner.

The volume of components that have to be rebuilt by the facility is obtained by making use of existing maintenance plans. The labour requirement is determined based on this volume. Activities and support services within the facility are compared to each other in order to determine the importance of the relationship between each. This relationship plays an important role in the placement of cells relative to each other. The layout is adjusted by taking the practical limitations of the current facility into account. A few alternative layouts are developed and they are rated against a list of parameters in order to obtain the most suitable layout.

The processes and floor layout of the current facility are investigated and discussed. Aspects such as material, equipment, cleaning of components and the flow of documentation and information are discussed.

Finally the way of operating in the future is discussed. This is obtained by looking at the theoretically determined layout and adapting it by taking both the good and bad points of the current layout into consideration.

INHOUDSOPGAWE

VERKLARING	ii
ERKENNING	iii
OPSOMMING	iv
SYNOPSIS	v
LYS VAN FIGURE	x
LYS VAN TABELLE	xi
1. INLEIDING	1
1.1. AGTERGROND	1
1.2. DOELWIT	4
2. LITERATUURSTUDIE	5
2.1. INSTANDHOUDING	5
2.1.1. Definisie van instandhouding	5
2.1.2. Instandhoudings konsepte	5
2.2. VERVAARDIGINGS PROSES TEGNOLOGIË	6
2.2.1. Projek	6
2.2.2. Funksioneel	6
2.2.3. Lot	6
2.2.4. Produksielyn	6
2.2.5. Kontinue produksie	7
2.3. FASILITEITS UITLEG	7
2.3.1. Proses uitleg (“job shop” of funksionele uitleg)	8
2.3.2. Produk uitleg	9
2.3.3. Vaste posisie uitleg	10
2.3.4. Groep tegnologie	11
2.3.4.1. Groep tegnologie vervaardiging sel	13
2.3.4.2. Vloeilyn werksel	13
2.4. MATERIAAL / KOMPONENT VOORSIENING	13
2.4.1. Stoot stelsels	14

2.4.2. Trek stelsels	14
2.4.3. Eenheidslading	16
2.5. VLOEI BINNE 'N FASILITEIT	17
2.5.1. Tipes vloeï	17
2.5.1.1. Kwantitatiewe vloeï	18
2.5.1.2. Kwalitatiewe vloeï	21
2.5.2. Vloeï proses	22
2.5.2.1. Samestellings diagram	22
2.5.2.2. Operasie proses diagram	23
2.5.2.3. Multi produk proses diagram	23
2.5.2.4. Van-na diagram	24
2.6. AREA BEHOEFTE	24
2.7. VOORUITSKATTINGS	25
2.8. KAPASITEITS BEPALING	25
2.8.1. Faktore wat kapasiteit beïnvloed	26
2.8.2. Faktore wat in ag geneem moet word by kapasiteits bepaling	26
2.8.2.1. Optimum produksietempo	26
2.8.2.2. Skaalbesparings	27
2.8.2.3. Kapasiteits benutting	27
2.8.2.4. Kapasiteits aanpasbaarheid	28
2.8.2.5. Balansering van kapasiteit	28
2.8.2.6. Kapasiteits fokus	28
2.9. FASILITEITS UITLEG PROSES	29
2.9.1. Stap 0 – PV analise	32
2.9.2. Stap 1 – Vloeï van materiaal	35
2.9.3. Stap 2 - Aktiwiteit verhoudings	35
2.9.4. Stap 3 – Vloeï en/of aktiwiteit verhoudings diagram	36
2.9.4.1. Diagram ontwikkeling	37
2.9.4.2. Prosedure vir opstel van aktiwiteit verhoudings diagram	37
2.9.4.3. Ligging	37
2.9.5. Stap 4/5 – Spasie benodig / beskikbaar	38
2.9.6. Stap 6 – Spasie verhoudings diagram	40
2.9.7. Stap 7 - Aanpassing van die diagram	42
2.9.7.1. Hantering stelsel	42
2.9.7.2. Stoor fasiliteit	42
2.9.7.3. Ligging	42

2.9.7.4. Personeel behoeftes	43
2.9.7.5. Gebou eienskappe	43
2.9.7.6. Hulpmiddels	44
2.9.7.7. Kontrole en prosedure	44
2.9.8. Stap 8 – Praktiese beperkings	44
2.9.9. Stap 9 – Evaluasie van alternatiewe	44
2.9.10. Stap10 – Detail werksarea uitleg	45
3. TOEPASSING	47
3.1. INLEIDING	47
3.2. LIGGING (Fase 1)	47
3.3. ALGEMENE UITLEG (Fase 2)	47
3.3.1. Stap 0 - P-V Analise	47
3.3.2. Stap 1 - Vloei van materiaal (Roete)	50
3.3.3. Mannekrag	55
3.3.4. Stap 2 – Aktiwiteit verhoudings	60
3.3.5. Stap 3 - Vloei en/of aktiwiteit verhoudings diagram	62
3.3.6. Stap 4&5 - Spasie benodig / beskikbaar	63
3.3.7. Stap 6 – Spasie verhoudings diagram	63
3.3.8. Stap 7 – Aanpassing van die diagram en praktiese beperkings	64
3.3.8.1. Hantering stelsel	64
3.3.8.2. Stoor fasiliteit	64
3.3.8.3. Personeel behoeftes	68
3.3.8.4. Gebou eienskappe	68
3.3.8.5. Hulpmiddels	69
3.3.8.6. Kontrole en prosedure	69
3.3.9. Stap 9 – Evaluasie van alternatiewe	71
3.3.10. Vloei van komponente	72
3.3.11. Dokumentasie en vloei van inligting	75
4. AANBEVELINGS	76
4.1. INLEIDING	76
4.2. MATERIAAL	76
4.3. KOMPONENT GESKIEDENIS	78
4.4. FOUT DATA	79
4.5. TOERUSTING	79
4.6. INLOOP VAN ENJIN	80
5. OPSOMMING	81

BIBLIOGRAFIE	82
BYLAE A DATA VIR SPASIE BENODIG	84
BYLAE B UITLEG OPSIES	90
BYLAE C HUIDIGE KOMPONENT VERSLAG VORM	101
BYLAE D HUIDIGE KOMPONENT SERIE NOMMER UITRUIL VORM	103
BYLAE E MATERIAAL BOM	105
BYLAE F TOEKOMSTIGE KOMPONENT SERIE NOMMER UITRUIL VORM	113
BYLAE G ONTLEDING VAN HUIDIGE SITUASIE	116

LYS VAN FIGURE

Figuur 1	Komponent volume/verskeidenheid verhoudings by vervaardigings stelsels	12
Figuur 2	Stoot stelsel	15
Figuur 3	Trek stelsel	15
Figuur 4	Afstand matriks	18
Figuur 5	Driehoekige afstand matriks	19
Figuur 6	Afstand data, koste per eenheidsafstand, aantal vragte, totale koste	20
Figuur 7	Verhoudings matriks	21
Figuur 8	Samestelling diagram	22
Figuur 9	Operasie proses diagram	23
Figuur 10	Multi produk proses diagram	24
Figuur 11	Optimum produksie tempo	26
Figuur 12	Skaalbesparings	27
Figuur 13	Die sistematiese uitleg proses	31
Figuur 14	Produk – Volume kurwe	34
Figuur 15	Aktiwiteit verhoudings diagram	38
Figuur 16	Spasie verhoudings diagram	41
Figuur 17	Detail uitleg van werksarea	46
Figuur 18	Samestelling diagram vir enjin opbou proses	51
Figuur 19	Aktiwiteit verhoudings diagram	62
Figuur 20	Huidige basiese vloerplan	65
Figuur 21	Spasie verhoudings diagram	66
Figuur 22	Spasie verhoudings diagram met aktiwiteit verhoudings	67
Figuur 23	Vloei van komponente en dokumentasie	70
Figuur 24	Vloei van komponente wat herbou moet word na houstoor	73
Figuur 25	Vloei van komponente tussen houstoor en selle	74
Figuur 26	Komponent hierargie op lokomotief	79
Figuur 27	Huidige komponent vloei na / van enjin aftakel area	121
Figuur 28	Huidige fasiliteit uitleg	127

LYS VAN TABELLE

Tabel 1	Komponente wat by Swartkops herbou moet word	48
Tabel 2	Volume van komponente wat herbou moet word	49
Tabel 3	Aktiwiteit / hulpbron matriks	52
Tabel 4	Verwerkte aktiwiteit / hulpbron matriks	53
Tabel 5	Sel indeling	54
Tabel 6	Van – na diagram	55
Tabel 7	Vlakke van werkers	56
Tabel 8	Tyd benodig per komponent	57
Tabel 9	Personeel behoefte per sel	58
Tabel 10	Personeel behoefte per sel (afgerond)	59
Tabel 11	Personeel vir ondersteunings funksies	59
Tabel 12	Indeling van personeel	60
Tabel 13	Totale personeel behoefte vir fasiliteit	60
Tabel 14	Waardes en kodes	61
Tabel 15	Aktiwiteit verhoudings	61
Tabel 16	Spasie benodig/beskikbaar	63
Tabel 17	Kodes en waardes	71
Tabel 18	Evaluasie van alternatiewe	72
Tabel 19	Verspreiding van omruilbare eenhede	117

1. INLEIDING

1.1. AGTERGROND

Rolmat is die instandhoudings been van Spoornet se rollende materiaal en is verantwoordelik vir die voorsiening van betroubare rollende materiaal.

Die afgelope paar jaar is daar al hoe meer druk op Spoornet geplaas om winsgewend te wees in 'n hoogs kompeterende vervoer bedryf. Rolmat se rol as instandhouding instansie het ook meer en meer belangrik geword.

Toenemende druk word op Rolmat uitgeoefen om hoogs betroubare rollende materiaal te lewer teen die laagste koste moontlik. Sedert die dae van die Suid Afrikaanse Spoorweë en Hawens en ook later die Suid Afrikaanse Vervoer Dienste het die klem verskuif van 'n verskaffer van vervoer tot 'n organisasie wat homself ten doel stel om beide winsgewend asook kompetend in beide prys en vlak van diens lewering te wees.

'n Groot verandering was die feit dat verskillende afdelings binne die organisasie nou met buite instansies moes meeding vir werk binne die organisasie. Dit het meegebring dat drastiese stappe gedoen moes word om kompetend met buite instansies te word op beide koste, kwaliteit en aflewering.

Groot veranderinge in Rolmat se struktuur, werksmetodes en onderhouds filosofieë was ook noodsaaklik om in te pas by die nuwe organisasie. Die grootste uitdaging was egter om denkwyses binne die organisasie te verander ten einde die fokus op koste effektiewe onderhoud te vestig.

Die land was in nege streke verdeel wat met die jare elk 'n eie kultuur ontwikkel het. Dit het tot groot kompetisie tussen streke gelei. Hierdie verskynsel het tot groot oneffektiwiteit gelei aangesien daar nie goeie koördinerende van die werk verrig op verskillende streke was nie. Duplisering van werk en fasiliteite het algemeen voorgekom.

Ten einde in sy doel te slaag om 'n koste effektiewe instandhoudings organisasie te wees moes instandhouding binne Rolmat landwyd gekoördineer word. Die veranderinge binne Rolmat het begin met die implementering van die Rolmat Proses. Hierdie proses het die interaksie en verantwoordelikhede van die partye binne Rolmat geïdentifiseer. Die implementering van die proses het groot veranderinge in beide werkswyse en denkwyses vereis. 'n Belangrike aspek van die nuwe

werkswyse was dat spesifieke rolspelers eienaarskap van generiese produkte, tipes rollende materiaal, geneem het.

Die hele Rolmat Proses was dinamies en het gedurig aangepas om aan die vereistes wat aan die organisasie gestel word te voldoen. 'n Nuwe konsep was geïdentifiseer nl. Sentrum vir Uitnemendheid ("Centre of Excellence", COE). Dit behels die identifisering van onderhouds instansies om spesifieke werk te verrig. Elke instansie sal dus 'n kundige wees en spesialiseer op 'n spesifieke gebied.

Rolmat se vloot diesel elektriese lokomotiewe bestaan uit twee hoof groepe naamlik General Electric en General Motors lokomotiewe. Daar word gepoog om sover moontlik die instandhoudings fasiliteite verantwoordelik vir elke groep apart te hou. Die twee groot redes hiervoor is die logistieke probleme verbonde aan die aanhou van onderhouds materiaal en omruilbare eenhede en die spesialisering van onderhouds personeel op een van die twee groepe.

Die hele vloot General Electric lokomotiewe is tans ingedeel tussen drie hoofdepots. Elke hoof depot het 'n spesifieke vloot lokomotiewe aan hom toegedeel vir onderhouds doeleindes. Hierdie vloot werk egter deur die hele land. Daar word gebruik gemaak van strategies geplaaste sub depots om die hoof depots by te staan in die onderhouds take.

Hoof depots is geleë in Port Elizabeth (Swartkops depot), Bellville (Bellville depot) en Germiston (Germiston depot).

Tans sien die hoof depot 'n lokomotief vir geskeduleerde ondersoeke ten minste een keer elke 18 maande waartydens die lokomotief inkom vir 'n Groot Onderzoek. Die geskeduleerde ondersoeke tussen in kan by die hoof depot of sub-depot gedoen word afhangende waar die lokomotief in diens is.

Die sub-depots verrig die kleiner geskeduleerde ondersoeke asook ongeskeduleerde instandhouding op die lokomotiewe. Indien die sub-depots nie die werk kan verrig nie word die lokomotief na die hoof depot verwys.

Sommige omruilbare eenhede is by die sub-depots beskikbaar en word na uitruil of by die sub-depot herstel of na die hoof depot gestuur vir herstel. Van die groter omruilbare eenhede, bv. enjins, word slegs by die hoof depots aangehou. Indien 'n lokomotief faal as gevolg van een van hierdie omruilbare eenhede word dit na die hoof depot verwys vir herstel.

Een van die mees kritiese samestellings op die lokomotief is die diesel enjin. Die herstel en uitruil van 'n diesel enjin word slegs by die hoof depots gedoen. Aangesien dit 'n baie duur item is om te herstel is dit belangrik dat die uitruilsiklus so gekies word dat die optimum diens uit die enjin verkry word. Dit is ook belangrik dat die kombinasie van onderdele soos bv. silinders en ringe so gekies word dat die kombinasie van herstel- en bedryfskoste 'n optimum is oor die leeftyd van die lokomotief. Verskeie nuwe prosesse is beskikbaar vir die herstel van enjin onderdele. Hierdie opsies moet teen mekaar opgeweeg word ten einde die optimale kombinasie te verkry.

Enjins word by elk van die hoof depots herstel en aangehou as omruilbare eenhede. Dit beteken dat elke hoof depot 'n hele paar enjins aanhou in geval dit benodig word vir 'n ongeskeduleerde enjin ruil. Hierdie enjins dien ook as 'n buffer tydens geskeduleerde enjin ruile. Hierdie werkswyse het tot gevolg dat 'n volledige stel onderdele by elk van die hoof depots aangehou moet word. Duur onderdele soos krukaste en suier stange moet dus op drie plekke aangehou word ingeval dit benodig word. Ander fasiliteite, toerusting en gereedskap moet ook gedupliseer word.

Die herstel van enjins by elk van die drie hoof depots vind op 'n byna aaneenlopende basis plaas. Die volume is egter nie genoeg om 'n goed beplande produksie lyn by elke hoof depot te vestig nie.

Indien daar slegs 'n enkele fasiliteit sou bestaan vir die herstel van enjins kan baie van bg. probleme uitgeskakel word.

Ten einde die uit diens tydperk van die lokomotiewe so kort as moontlik te hou word gebruik gemaak van omruilbare eenhede. Hierdie eenhede word in 'n herstelde toestand aangehou en kan 'n foutiewe eenheid vervang in 'n korter tyd as waarin die foutiewe eenheid reggemaak kan word. Die meeste van die omruilbare eenhede is generies op die verskillende klasse waarop onderhoud gedoen word. Dit verminder die aantal verskillende eenhede wat aangehou moet word.

Geen formele stelsel bestaan tans om te verseker dat die omruilbare eenhede opgebou en in 'n werkende toestand is nie. 'n Eenheid mag bv. van 'n lokomotief verwyder word en met 'n werkende eenheid vervang word. Die foutiewe eenheid kan dan in die herstel area geplaas word om op 'n later stadium reggemaak te word. Indien hierdie werkswyse herhaal word en goeie beheer nie oor die herstel proses uitgeoefen word nie, kan die toestand bereik word waar 'n eenheid eers reggemaak moet word wanneer dit benodig word. Te veel omruilbare eenhede kan ook aanleiding gee tot hierdie situasie aangesien die herstel uitgestel word omdat daar nog genoeg herstelde eenhede beskikbaar is.

1.2. DOELWIT

Die instandhoudingsfasiliteit by Swartkops in Port Elizabeth is geïdentifiseer as die COE vir die herstel van General Electric diesel enjins. Ten einde 'n effektiewe diens te kan lewer moet 'n herstel fasiliteit beplan en gevestig word met inagneming van alle hulpbronne benodig.

Hierdie werkstuk sal ondersoek instel na tegnieke van fasiliteit uitleg beplanning en ontwerp. Hierdie tegnieke sal ontleed word en toegepas word ten einde 'n fasiliteit uitleg te verkry wat logies en prakties is.

Die doelwit wat bereik wil word deur die werkstuk is tweeledig, nl. :

- Die daarstel van 'n logiese fasiliteit uitleg vir Swartkops vir die herstel van General Electric diesel enjins en verwante komponente. Die uitleg sal nie 'n detail ontwerp van afsonderlike werksareas binne die fasiliteit bevat nie maar sal konsentreer op die algemene uitleg van die fasiliteit. Volume van komponente wat herstel moet word, mannekrag behoeftes, grootte van werksareas asook die relatiewe posisies van werksareas tot mekaar sal bepaal word.
- Die daarstel van 'n dokument wat gebruik kan word as basis vir die uitleg van COE's vir ander komponente.

2. LITERATUUR STUDIE

2.1. INSTANDHOUDING

2.1.1. Definisie van instandhouding

Die verklarende woordeboek verduidelik instandhouding as die daad om iets te laat bly bestaan, aan die gang te hou en in wese te bewaar. Alhoewel dit 'n breë definisie is verduidelik dit die kern van instandhouding. BS 3811 :1984 gee die volgende definisies :

Instandhouding

Die kombinasie van alle tegniese en gepaardgaande administratiewe aksies wat ten doel het om 'n item te onderhou, of te herstel na 'n toestand waarin dit sy verlangde funksie kan verrig.

Beplande instandhouding

Instandhouding wat welbedag, met beheer en die gebruik van geskiedenis georganiseer en uitgevoer word volgens 'n vooropgestelde plan.

Onbeplande instandhouding

Instandhouding uitgevoer volgens geen vooropgestelde plan.

Instandhouding behels egter veel meer as om net na die fisiese toestand van 'n item om te sien. Dit omvat alle aspekte van die nuttige lewe van 'n item. Dit is nie altyd net instandhoudingskoste wat geminimiseer moet word nie, maar wel die lewensiklus koste. Kelly(1989) waarsku teen die blindstaar teen korttermyn faktore ten koste van langtermyn doelstellings. 'n Item wat van een geskeduleerde instandhoudings geleentheid tot die volgende werk sonder 'n faling mag voldoen aan die verbruiker se behoefte i.t.v. beskikbaarheid en betroubaarheid. Indien groot en duur herstelwerk egter tydens elke instandhoudings geleentheid nodig is word die doel van die minimalisering van die lewensiklus koste egter nie bereik nie. Instandhoudings koste moet dus nie altyd geminimiseer word nie, maar geoptimiseer word.

2.1.2. Instandhoudings konsepte

Instandhouding word baie beïnvloed deur die geografiese verspreiding van die item wat instand gehou moet word. Die reaksietyd van instandhoudings personeel binne 'n vaste fasiliteit kan kort wees. In 'n vloot omgewing is hierdie reaksietyd dikwels lank. Aangesien die afstand tussen die voertuig en die instandhoudings fasiliteit groot kan wees, kan die tyd wat die voertuig uit diens is a.g.v. 'n faling 'n groot impak hê op die voertuig se beskikbaarheid. Die kwessie van missie betroubaarheid van die voertuig word nou baie belangrik. Die instandhoudings organisasie het die keuse om die gefaalde

voertuig na die instandhoudings fasiliteit te neem of die personeel na die voertuig te neem. Die bepaling van die optrede wat moet plaasvind om die optimum resultate te verkry raak sodoende meer kompleks.

As deel van die algehele plan moet die koste van verhoogde betroubaarheid opgeweeg word teen die koste verbonde aan die tyd wat 'n voertuig uit diens is. Die instandhoudings ingenieur het dus nie net ten doel om betroubaarheid te verhoog nie, maar ook om die optimum verhouding tussen betroubaarheid en koste te vind en die instandhoudings plan so saam te stel sodat hierdie optimum gehandhaaf word.

2.2. VERVAARDIGINGS PROSES TEGNOLOGIË

Adam (1989 : 119-121) noem vyf tegnologië wat gebruik kan word om 'n produk te vervaardig :

2.2.1. Projek

Enkele voorkoms. Die produk spesifikasie kan nie gestandaardiseer word nie. Die hele proses moet baie aanpasbaar wees, insluitende toerusting gebruike en menslike vaardighede.

2.2.2. Funksioneel

Geskik vir klein lotte van 'n verskeidenheid van produkte. Elkeen is uniek ontwerp en vereis unieke fases deur die produksie proses. A.g.v. die groot verskeidenheid verskillende take word 'n ingewikkelde stelsel benodig om die produk gedurende die vervaardigings proses te volg. Tipies word baie tyd spandeer deur te wag vir werk stasies.

2.2.3. Lot

Die produkte is hier meer standaard as by die funksionele proses. Verskeie produkte word in groter hoeveelhede vervaardig wat hierdie proses onderskei van 'n funksionele proses. Produk volume regverdig egter nie produk gerigte toerusting nie. Hierdie proses lewer 'n groot verskeidenheid produkte sowel as 'n groot verskeidenheid volumes.

2.2.4. Produksielyn

Hier word 'n klein reeks standaard produkte gelewer. Aangesien die verlangde produkte bekend is en redelik stabiel bly kan gespesialiseerde toerusting en personeel ontwikkel word. Die stelsel is egter baie rigied.

2.2.5. Kontinue produksie

Hierdie proses is tipies van 'n olie raffinadery. Produkte word kontinu gelewer en nie in lotte of diskrete hoeveelhede nie. Dit word gekenmerk deur hoë kapitale investering.

2.3. FASILITEITS UITLEG

Tompkins (1996 : 286) vra die vraag van wat eerste kom, die materiaal hanterings stelsel of die fasiliteits uitleg. Tradisioneel word die fasiliteits uitleg eerste gedoen en dan word die materiaal hanterings stelsel daarvolgens ontwerp. Die tipe materiaal hanterings stelsel het egter 'n groot impak op die uitleg van die fasiliteit.

Een van die redes dat daar geneig word om eers te fokus op die uitleg is dat daar oormatige klem gelê word op die vervaardigings proses (Tompkins, 1996 : 287).

Indien twee prosesse, A en B, mekaar direk opvolg lyk dit logies dat werkstasies A en B langs mekaar moet wees. Tradisioneel word die materiaal hanterings proses beplan nadat die uitleg voltooi is. Die oplossing vir die materiaal hanterings probleem in hierdie geval is dit wat die beste manier sal wees om materiaal van werkstasie A na B te vervoer. Indien die materiaal egter nie direk van 'n masjien in A na 'n masjien in B kan vloei nie moet daar 'n werk in proses stoor area geskep word. Hierdie area kan òf in werkstasies A of B òf in 'n gesentraliseerde area elders in die fasiliteit wees. Aangesien materiaal nou van A -> stoor area -> B vloei hoef werkstasies A en B nie meer langs mekaar te wees nie.

Die uitleg van 'n fasiliteit word grotendeels bepaal deur die tipe en volume van die produkte wat geproduseer word. Sims (1968 : 33) definieer fasiliteits uitleg as die kuns of wetenskap van die omskakeling van verskeie komplekse en interafhanklike elemente van 'n vervaardigings organisasie na 'n fisiese fasiliteit met die vermoë om die eienaars se doelwitte te bereik met die optimum ekonomiese balans tussen koste en wins.

Volgens Steudel (1992 : 116) is die uitleg van 'n fasiliteit een van die belangrikste faktore wat 'n invloed het op die produk se gehalte en koste. Die wyse waarop toerusting uitgelê is beïnvloed :

materiaalvloei

leityd

werk in proses voorraad

in proses kwaliteits beheer

die wyse waarop werk geskeduleer, geproduseer en beheer word.

Volgens Moore, soos aangehaal deur Snyman (1996 : 4), is die rede waarom dit so moeilik is om aanvaarbare oplossings te definieer en te genereer die feit dat daar by fasiliteits ontwerp gesoek word na 'n oplossing op 'n probleem wat nie goed gestruktureer is nie en wat die volgende eienskappe het :

- Die probleem kan nie ten volle numeries beskryf word nie (kwalitatiewe so wel as kwantitatiewe inligting word verwerk).
- Die doelwitte wat bereik moet word kan nie akkuraat in terme van 'n kwantitatiewe objek funksie gedefinieer word nie (hierdie doelwitte sluit 'n kombinasie van faktore in, van die minimisering van materiaal hanterings koste tot die verskaffing van 'n veilige werks area).
- Numeriese algoritmes wat 'n optimale oplossing bied bestaan nie.

Adam (1989 : 231-233) noem drie basiese uitlegte nl. :

Proses uitleg

Produk uitleg

Vaste posisie uitleg.

'n Uitleg val nie altyd volkome onder een van hierdie drie nie maar kan uit 'n kombinasie van hierdie uitlegte bestaan. Produk- en proses uitlegte verteenwoordig die uiterstes in uitlegte. Dit is wenslik om die beste eienskappe van elke proses te identifiseer en te ontwikkel om aan te pas by die organisasie se spesifieke behoeftes.

2.3.1. Proses uitleg ("job shop" of funksionele uitleg)

In 'n proses uitleg word masjinerie, toerusting en prosesse van dieselfde funksionele tipe bymekaar gegroepeer. Hierdie uitleg word gebruik wanneer dieselfde fasiliteit 'n wye reeks produkte moet lewer. Die toerusting en fasiliteit is aanpasbaar om hierdie doel te bereik. Die posisionering van afdelings of werkstasies word gedoen om die materiaal hanterings koste te minimiseer.

In die proses uitleg is daar geen vaste roete vir 'n komponent deur die stelsel nie. Elke komponent mag deur 'n unieke proses gaan en sal gevolglik 'n unieke pad volg. Die werkslading op elke werkstasie kan dus baie varieer afhangende van die samestelling van komponente wat vervaardig word. 'n Groot probleem is die plasing van werkstasies relatief tot mekaar. Aangesien elke komponent sy eie pad mag volg is dit moeilik om 'n optimum uitleg te bepaal. Tersine (1980 : 340) stel voor dat daar na alle moontlike roetes wat 'n komponent kan volg gekyk word en daar dan gekyk

word na roetes wat die meeste gebruik word ten einde die beste relatiewe posisies van werkstasies te bepaal.

Volgens Tompkins (1996 : 291) is sommige van die voordele en tekortkominge van die proses uitleg as volg :

Voordele

- Hoër benutting van toerusting.
- Meerdoelige toerusting kan gebruik word.
- Baie aanpasbaar in die toedeling van personeel en toerusting.
- Personeel het 'n wye verskeidenheid take.
- Gespesialiseerde toesighouding is moontlik.

Tekortkominge

- Verhoogde materiaal hanterings behoeftes.
- Meer komplekse produksie beheer word benodig.
- Werk in proses neem toe.
- Langer produksie lyne.
- Hoër vlak van vaardigheid word verlang om die diversiteit van die take wat uitgevoer moet word te behartig.

2.3.2. Produk uitleg (produksielyn)

In 'n produk uitleg word toerusting geplaas volgens die volgorde waarin take op die komponent uitgevoer word. Take is gewoonlik repeterend en standaard en is gewoonlik nie aanloklik vir alle werkers nie. Die volgorde waarin take gedoen word is relatief vas en optimisering word hoofsaaklik gedoen deur die werkslading by die verskillende werkstasies in die lyn te balanseer. Die tydsverloop tussen twee opeenvolgende produkte wat die lyn verlaat staan bekend as die siklustyd. Die optimum is om dieselfde prosesseringstyd by elke werkstasie te hê en om hierdie tyd gelyk aan die siklustyd te kry.

Volgens Tompkins (1996 : 290) is sommige van die voordele en tekortkominge van die produk uitleg as volg :

Voordele

- Gladde, eenvoudige, logiese en direkte lyne van vloei ontstaan.
- Werk in proses is laag.
- Produksie tyd per eenheid is kort.
- Materiaal hanterings behoeftes is laag.
- Minder vaardighede van personeel word benodig.
- Eenvoudige produksie beheer is moontlik.
- Gespesialiseerde toerusting kan gebruik word.

Tekortkominge

- Faling van een stuk toerusting kan die hele lyn tot stilstand bring.
- Veranderinge in die ontwerp van die produk kan die uitleg onbruikbaar maak.
- Die stadigste werkstasie bepaal die produksie tempo van die lyn.
- Algemene toesighouding word benodig.
- Hoër belegging in toerusting word verlang.

2.3.3. Vaste posisie uitleg

Die produk is gewoonlik stasionêr a.g.v. sy grootte of vorm en hulpbronne soos gereedskap en personeel word na die produk geneem. Dit word veral gedoen by groot ingewikkelde produkte soos skepe en geboue. Slegs een of 'n lae volume word gewoonlik geproduseer en die produk is in baie gevalle uniek.

Volgens Tompkins (1996 : 290) is sommige van die voordele en tekortkominge van die vaste posisie uitleg as volg :

Voordele

- Materiaal hantering word verminder.
- Met 'n span benadering word aaneenlopendheid van operasies en verantwoordelikheid verkry.
- Voorsien die werker van werks verrykings geleenthede.
- Bevorder beide trots in die werk en kwaliteit aangesien 'n werker betrokke is in die hele taak.
- Hoogs aanpasbaar. Veranderinge in die ontwerp van die produk, verskeidenheid en samestelling van produkte en produksie hoeveelhede kan geakkommodeer word.

Tekortkominge

- Beweging van personeel en toerusting kan verhoog.
- Duplisering van toerusting mag voorkom.
- Groter vaardighede van personeel word verlang.
- Toesighouding geskied op 'n wyer vlak en is nie gespesialiseer nie.
- Spasie behoeftes en werk in proses mag toeneem.
- Goeie beheer en ko-ordinering van produksie skedulering word benodig.

2.3.4. Groep tegnologie

Studel (1992) lê baie klem op die belangrikheid van die konsep van groep tegnologie. Volgens Studel (1992 : 109) verskaf groep tegnologie 'n manier om die onderliggende enersheid van produkte en prosesse te identifiseer en te benut. Wanneer enersheid geïdentifiseer word, is dit moontlik om hierdie enersheid te benut deur groepe soortgelyke produkte (families) saam te prosesseer en soortgelyke en herhalende aktiwiteite te standaardiseer en te vereenvoudig om sodoende duplisering te verhoed.

Sommige komponente mag dieselfde voorkom maar a.g.v. verskille in materiaal, toleransies of vervaardigings metodes het hulle verskillende vervaardigings behoeftes en behoort dus nie aan dieselfde familie van komponente nie. Soortgelyk mag komponente wat verskillend voorkom uit 'n ontwerp oogpunt 'n soortgelyke vervaardigings proses deurgaen. In 'n vervaardigings omgewing is die kodering van komponente baie belangrik ten einde komponente met soortgelyke eienskappe te identifiseer.

Die vorming van werkselle speel 'n belangrike rol by die konsep van groep tegnologie en kan volgens Studel (1992 : 117) in twee basiese groepe verdeel word nl.

- vervaardiging werksel
- vloeilyn werksel

Figuur 1 toon aan waar groep tegnologie inpas relatief tot 'n produk- en proses uitleg op 'n onderdeel volume teenoor onderdeel verskeidenheid diagram.

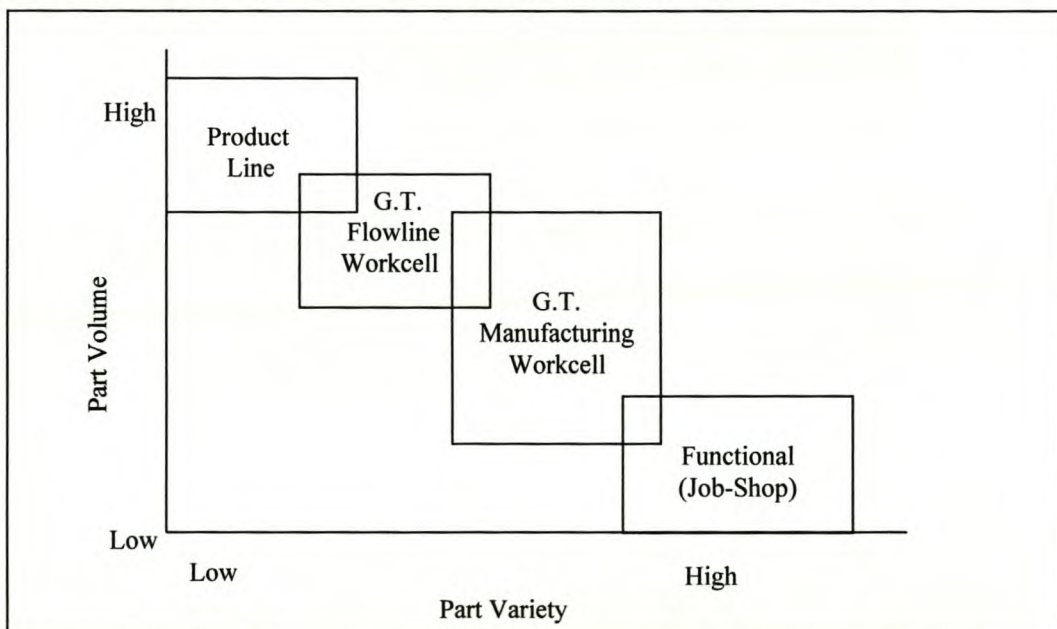
Volgens Tompkins (1996 : 291) is sommige van die voordele en tekortkominge van die groep tegnologie uitleg as volg :

Voordele

- Deur produkte saam te groepeer kan 'n hoër benutting van toerusting verkry word.
- Gladder vloei en korter vervoer afstande kan verkry word as wat die geval is by 'n proses uitleg.
- Goeie spangees en werks verrysing kan verkry word.
- Sommige van die voordele van beide 'n produk- en proses uitleg kan verkry word.
- Bevorder die gebruik van meerdoelige toerusting.
- Personeel het eienaarskap van 'n totale komponent of produk.
- Die sel kan as 'n eenheid geskeduleer word.
- Die interne bedryf van die sel kan deur die spanlede bepaal word.

Tekortkominge

- Algemene toesighouding word benodig.
- Groter vaardighede word van personeel verlang ten einde alle operasies te kan uitvoer.
- Indien 'n volledige komponent of produk nie in een sel vervaardig word nie is die sel baie afhanklik van produksie beheer wat die vloei deur die afsonderlike selle moet balanseer.
- Indien die vloei in elke sel nie gebalanseer is nie word 'n buffer voorraad en werk in proses stoor benodig in die sel sodat die behoefte vir addisionele materiaal hantering na en van die sel vermy kan word.
- Bevat sommige van die nadele van 'n produk- en proses uitleg.
- Die geleentheid om gespesialiseerde toerusting te gebruik word verminder.



Figuur 1 : Komponent volume/verskeidenheid verhoudings by vervaardigings stelsels

Steudel(1992 : figuur 4.3 : 117)

2.3.4.1. Groep tegnologie vervaardiging sel

Toerusting met verskillende funksies word saam gegroep en is doelgerig om 'n familie produkte te proses. 'n Groep tegnologie vervaardiging sel bied groter fokus en beheer as 'n funksionele uitleg terwyl die prosessering van verskillende komponente (in dieselfde familie) in klein tot medium lot groottes toegelaat word. Elke sel is in effek 'n klein funksionele uitleg.

2.3.4.2. Vloeily n werksel

Volgens Steudel (1992 : 119) lewer die vloeily n werksel die beste resultate in sellulêre vervaardiging. Dit bied die voordeel en effektiwiteit van hoë volume produksie (produksielyn) in 'n kort of medium termyn omgewing.

2.4. MATERIAAL / KOMPONENT VOORSIENING

Volgens Sims (1968 : 31) moet die vloeipatroon binne 'n fasiliteit voldoen aan die behoefte van die proses en inpas by die beperkings van die struktuur terwyl dit moet poog om die materiaalvloeikoste tot 'n minimum te beperk. Volgens Tersine (1980 : 340) dra die vervoer van komponente in die vervaardigings fasiliteit niks by tot die waarde van die finale produk wat vervaardig word nie en moet materiaal hanterings koste as 'n vermorsing beskou word.

Tompkins (1996 : 137) noem dat daar 'n sterk verhouding bestaan tussen die fasiliteits uitleg ontwerp en die materiaal hanterings ontwerp binne 'n fasiliteit. Dit is baie belangrik dat die ontwerp van 'n materiaal hanterings stelsel in berekening gebring word tydens die ontwerp van die fasiliteits uitleg.

Tompkins (1996 : 137) beweer dat materiaal hantering in 'n tipiese fasiliteit 25% van alle werkers, 55% van alle fasiliteits spasie en 87% van produksie tyd in beslag neem. Hieruit kan afgelei word dat die hantering van materiaal 'n groot bydrae tot die finale koste van die gelewerde produk het. Dit is duidelik dat materiaal hantering een van die fokus punte moet wees om kostes te verminder.

Deur op materiaal hantering te fokus kan 'n groot verbetering in gehalte ook verkry word aangesien die risiko van beskadigde materiaal toeneem met 'n toename in hantering. Die hantering van materiaal kan nooit 100% verhoed word nie maar daar moet gepoog word om nie net die materiaal minder te hanteer nie maar ook meer effektief. Met minder hanteer word bedoel dat die aantal kere wat die materiaal hanteer word verminder word en nie noodwendig die afstand wat die materiaal beweeg nie.

Vloei van items kan in een van twee stelsels geklassifiseer word nl. trek- en stoot stelsels. Binne 'n fasiliteit kan 'n kombinasie van hierdie stelsels gebruik word om die beste resultate te bereik. Die verskille tussen die twee stelsels word uitgebeeld in figure 1 en 2. Steudel (1992 : 237) noem dat alhoewel dit mag lyk asof die twee stelsels op totaal verskillende konsepte gebaseer is hulle tog punte in gemeen het. Die belangrikste is dat albei probeer om produksie so te skeduleer dat komponente of finale produkte slegs vervaardig word wanneer dit deur die opeenvolgende stap in die proses benodig word.

2.4.1. Stoot stelsels

MRP is 'n voorbeeld van 'n stoot stelsel. Die kern van die stelsel is goed gedefinieerde BOM's. Hierdie BOM's vorm individuele onderdele en later sub-samestellings en finale produkte. Die doelwit van MRP is om werksbestellings en aankoopbestellings vir alle produkte so vry te stel dat die finale produk op die regte tyd vrygestel kan word. Hierdie stelsel maak staat op akkurate leitye. Daar word teruggewerk vanaf die afleweringdatum en met inagneming van produksie tyd, leityd vir lewering van materiaal, tyd vir plaas van bestellings ens. word 'n tyd bepaal wanneer die aanvul aksies moet begin ten einde die afleweringdatum te haal.

Voordele

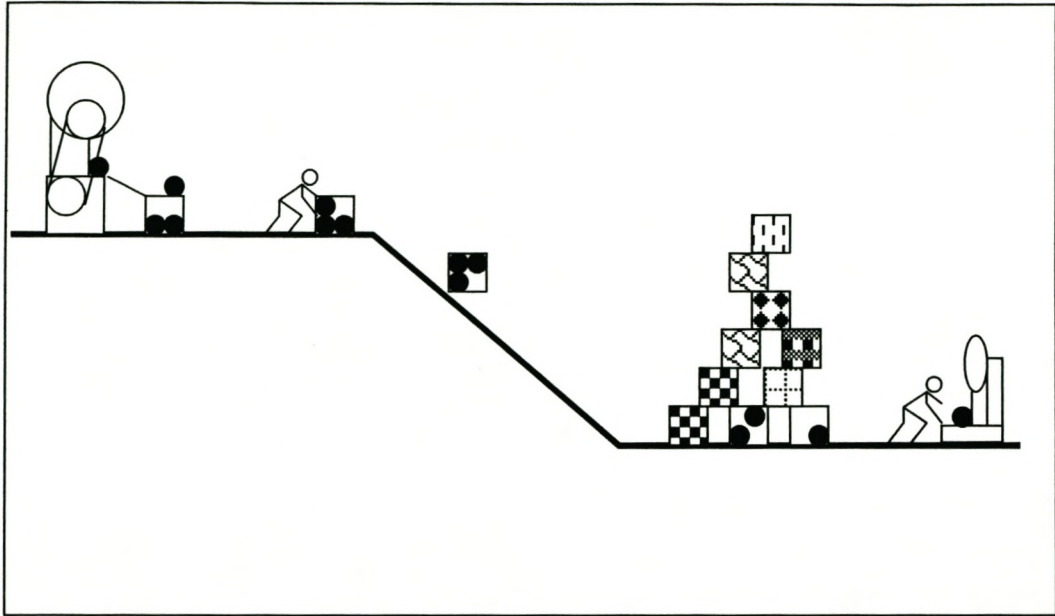
Steudel (1992 : 241) noem dat een van MRP se voordele die vermoë is om repeterende sowel as nie- repeterende produksie te beplan. Die stelsel is ook buigbaar om aan te pas by variasies in kliënt behoefte. Die variasies kan maklik geakkomodeer word solank as die verandering bekend is vir 'n langer periode as die produksie leityd.

Tekortkominge

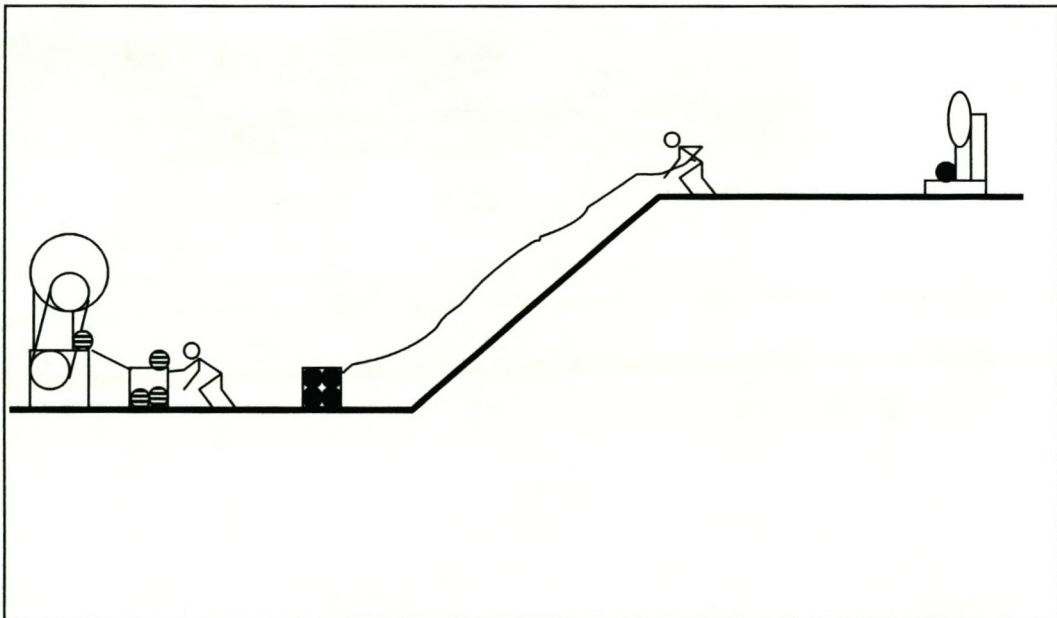
Volgens Steudel (1992 : 241) kan die hoeveelheid data wat geprosesseer moet word in die meeste maatskappye hoog wees. Die hoeveelheid voorraad op hande en werk in proses is hoog.

2.4.2. Trek Stelsels

Die trek stelsel is veral van toepassing waar die konsep van JIT produksie gebruik word tesame met 'n Kanban stelsel. BOM's en leityd speel net so 'n belangrike rol hier as by stootstelsels. Die belangrikste verskil is dat daar geen detail skedulering by enige van die vervaardigings selle is nie.



Figuur 2 : Stoot stelsel
Steudel(1992 : figuur 8.1 : 238)



Figuur 3 : Trek stelsel
Steudel(1992 : figuur 8.2 : 239)

Slegs die produksielyn ontvang 'n gedetailleerde skedule wat ooreenstem met die kliënt se aanvraag.

Alhoewel die stelsel neig om voorraadhouding af te kry na zero, kan die stelsel nie funksioneer sonder 'n sekere vlak van buffer voorraad nie.

In 'n suiwer trek stelsel word sel produksie beheer deur 'n Kanban stelsel. In 'n Kanban stelsel word vloeï beheer deur kaarte (kanbans). Die woord kanban verwys na die oorspronklike Japanese woord vir etiket of kaart terwyl Kanban stelsel na die wyer betekenis van die stelsel verwys (Steudel, 1992 : 243). Die kanbans beheer die produksie van komponente in selle sodat die benodigde hoeveelheid komponente net betyds, JIT, by die volgende werkstasie aankom. Die kanbans beheer ook die hoeveelheid voorraad wat binne elke sel en tussen opeenvolgende selle gehou word.

Vir 'n trek stelsel om effektief te kan funksioneer gee Steudel (1992 : 244) drie voorwaardes :

- Stabiele kliënt behoefte.
- Repeterende produksie (nie noodwendig hoë volume).
- Akkurate maandelikse vooruitskatting.

Voordele

Die vermindering van voorraad is een van die redes waarom die Kanban stelsel aanloklik is vir veral maatskappye waarvan die voorraad vlakke onbeheerd toegeneem het a.g.v. stoot stelsels. Steudel (1992 : 242) noem dat gladde produksie verkry kan word terwyl die werk in proses laag gehou kan word.

Tekortkominge

'n Trek stelsel funksioneer nie effektief in 'n omgewing waar die aanvraag nie stabiel is nie. Indien aanvraag baie wissel kan hierdie stelsel tot 'n oneffektiewe vervaardigings proses lei.

2.4.3. Eenheidslading

Tanchoco (1994 : 102) beskou die konsep van 'n eenheidslading ("unit load") as een van die belangrikste konsepte in 'n vervaardigingsproses. Tompkins (1996 : 164) noem dat die groot gebruik making van houers ("containerization") in die verspreiding van komoditeite hierdie belangrikheid van die eenheidslading verder beklemtoon. Tanchoco (1994 : 102) definieer die eenheidslading as 'n enkele komponent of groep van identiese komponente wat so saamgestel en beperk word dat dit opgetel en tussen punte beweeg kan word as 'n enkele entiteit. Die identifisering van die korrekte eenheidslading het 'n groot impak op die vervoer afstand van komponente en gevolglik ook die

hanteringskoste. Tanchoco (1994 : 103) noem ook dat die grootte van die eenheidslading die tipe toerusting bepaal wat gebruik word om materiaal te vervoer.

Die grootte van die eenheidslading asook die manier waarop dit saamgevoeg word hang volgens Tompkins (1996 : 165) af van 'n aantal faktore :

- Die tipe materiaal wat saamgevoeg moet word.
- Die aantal keer wat die lading hanteer word voordat dit weer opgebreek word in afsonderlike eenhede.
- Die hoeveelheid materiaal wat hanteer word.
- Die omstandighede waaraan die eenheidslading blootgestel word.
- Hoe bestand die materiaal teen beskadiging is.
- Sekuriteits aspekte.
- Die metode van versending, ontvangs en vervoer.
- Die formaat van ander eenheidsladings wat binne die stelsel hanteer moet word.

Die eenheidslading kan in dose of op palette vervoer word. Op palette kan dit op verskeie maniere vasgemaak word deur gebruik te maak van bv. bande of plastiek wat deur hitte gekrimp word en sodoende die onderlinge eenhede bymekaar hou. Hierdie plastiek hou nie net die eenheidslading bymekaar nie maar dien ook as beskerming.

2.5. VLOEI BINNE 'N FASILITEIT

Effektiewe vloei binne 'n fasiliteit sluit in die progressiewe vloei van materiaal, inligting, of mense tussen afdelings. Effektiewe vloei binne 'n afdeling behels die progressiewe vloei van materiaal, inligting of mense tussen werkstasies. Effektiewe vloei binne 'n werkstasie spreek die progressiewe vloei van materiaal, inligting of mense deur die werkstasie aan (Tompkins, 1996 : 88)

Volgens Tompkins (1996 : 90) is die vloei tussen afdelings binne 'n fasiliteit een van die belangrikste faktore wat die relatiewe posisies van afdelings binne 'n fasiliteit bepaal.

2.5.1. Tipes vloei

Vloei kan geklassifiseer word as :

- Kwantitatief : eenhede/uur, bewegings/dag, vervoer koste/eenheids tyd

- Kwalitatief : noodsaaklikheid dat 2 afdelings langs mekaar/nie langs mekaar is nie. Dit mag byvoorbeeld absoluut noodsaaklik wees dat afdelings A en B aan mekaar moet grens terwyl afdeling C ver van afdeling B moet wees.

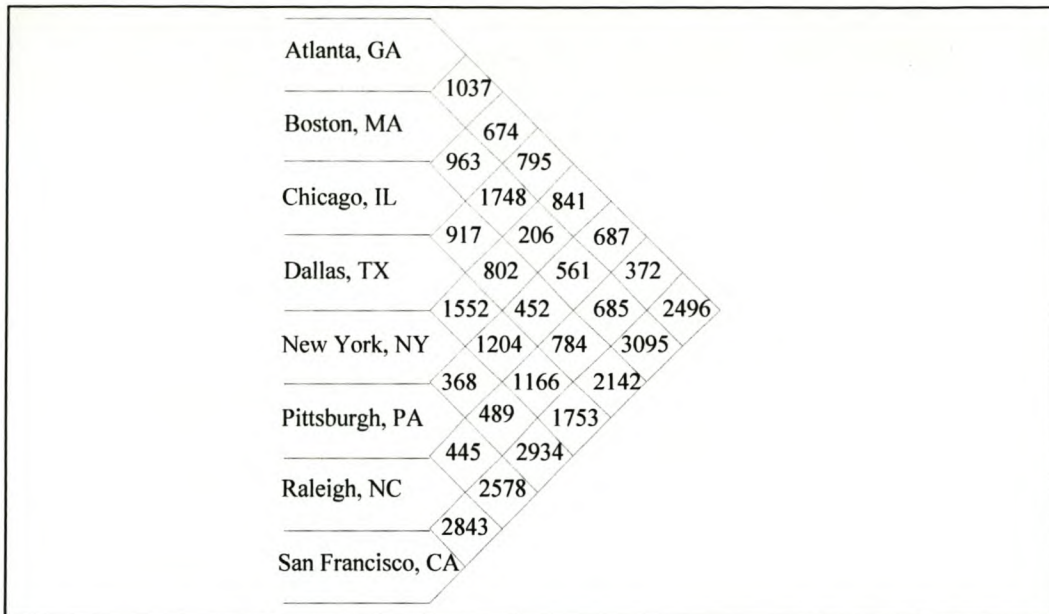
2.5.1.1. Kwantitatiewe vloei

Vloei kan gemeet word i.t.v. die hoeveelheid eenhede wat beweeg tussen afdelings of die afstand wat eenhede tussen afdelings beweeg. Hierdie inligting kan in 'n matriks formaat uitgedruk word om 'n sogenaamde van-na matriks te verkry. Al die afdelings binne die fasiliteit word op beide die horisontale en die vertikale as aangebring en die afstande tussen afdelings word op die matriks ingevul soos aangedui in figuur 4. Indien die matriks simmetries is, die afstand vanaf A na B = die afstand vanaf B na A, kan die matriks uitgedruk word as 'n driehoekige afstand matriks waarvan 'n voorbeeld in figuur 5 getoon word.

Die afstand van A na B kan verskil van die afstand van B na A indien daar slegs eenrigting beweging tussen sekere afdelings toegelaat word of as terugvloei dubbel gemeet word teenoor vorentoe vloei.

From \ To	Atlanta GA	Boston MA	Chicago IL	Dallas TX	New York NY	Pittsburgh PA	Raleigh NC	San Francisco CA
Atlanta, GA	-	1037	674	795	841	687	372	2496
Boston, MA	1037	-	963	1748	206	561	685	3095
Chicago, IL	674	963	-	917	802	452	784	2142
Dallas, TX	795	1748	917	-	1552	1204	1166	1753
New York, NY	841	206	802	1552	-	368	489	2934
Pittsburgh, PA	687	561	452	1204	368	-	445	2578
Raleigh, NC	372	685	784	1166	489	445	-	2843
San Francisco, CA	2496	3095	2142	1753	2934	2578	2843	-

Figuur 4 : Afstand matriks
Tompkins(1996 : figuur 4.20 : 91)



Figuur 5 : Driehoekige afstand matriks
Tompkins(1996 : figuur 4.21 : 91)

Francis (1992 : 154) noem dat ‘n gewilde benadering is om die koste van die vloei van komponente tussen afdelings te bepaal. Hierdie koste (s) word gedefinieer as

$$s = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} * D_{ij}$$

waar c_{ij} die koste per eenheidsafstand is wat die komponent beweeg word en D_{ij} is die afstand per vraag tussen afdelings i en j. Die term c_{ij} maak voorsiening vir vloei vanaf i na j asook vloei vanaf j na i. D_{ij} kan geneem word as die reguitlyn afstand of die reghoekige afstand tussen afdelings i en j.

Indien k_{ij} die aantal vragte per eenheidstyd tussen afdelings i en j voorstel kan hierdie vergelyking aangepas word na

$$s = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} * D_{ij} * k_{ij}$$

Indien aangeneem word dat die afstand tussen afdelings i en j gemeet word tussen die sentroïde van die afdelings en die sentroïde voorgestel word deur punte (x_i, y_i) en (x_j, y_j) kan D_{ij} as volg bepaal word:

reghoekige afstand : $D_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$

reguitlyn afstand : $D_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$

Figure 6a, 6b en 6c toon 'n voorbeeld van matrikse wat die waardes vir c_{ij} , D_{ij} en k_{ij} onderskeidelik bevat. Deur die selle in hierdie drie matrikse met mekaar te menigvuldig kan die materiaal hanterings koste tussen afdelings verkry word. Hierdie koste word in figuur 6d aangetoon.

Indien al die koste in figuur 6d bymekaar getel word kan die totale vervoer koste tussen alle afdelings verkry word. Dit is hierdie totale koste wat geminimiseer moet word. Vir die voorbeeld in figuur 6 beloop dit 5760 eenhede.

From \ To	A j=1	B j=2	C j=3	D j=4
A i=1		40 D_{12}	25 D_{13}	55 D_{14}
B i=2	40 D_{21}		65 D_{23}	25 D_{24}
C i=3	25 D_{31}	65 D_{32}		40 D_{34}
D i=4	55 D_{41}	25 D_{42}	40 D_{43}	

(a)

From \ To	A j=1	B j=2	C j=3	D j=4
A i=1		2 c_{12}	4 c_{13}	4 c_{14}
B i=2	1 c_{21}		1 c_{23}	3 c_{24}
C i=3	2 c_{31}	1 c_{32}		2 c_{34}
D i=4	4 c_{41}	1 c_{42}	2 c_{43}	

(b)

From \ To	A j=1	B j=2	C j=3	D j=4
A i=1		5 k_{12}	7 k_{13}	9 k_{14}
B i=2	4 k_{21}		6 k_{23}	2 k_{24}
C i=3	2 k_{31}	1 k_{32}		6 k_{34}
D i=4	5 k_{41}	3 k_{42}	2 k_{43}	

(c)

From \ To	A j=1	B j=2	C j=3	D j=4
A i=1		400 s_{12}	700 s_{13}	1980 s_{14}
B i=2	160 s_{21}		390 s_{23}	150 s_{24}
C i=3	100 s_{31}	65 s_{32}		480 s_{34}
D i=4	1100 s_{41}	75 s_{42}	160 s_{43}	

(d)

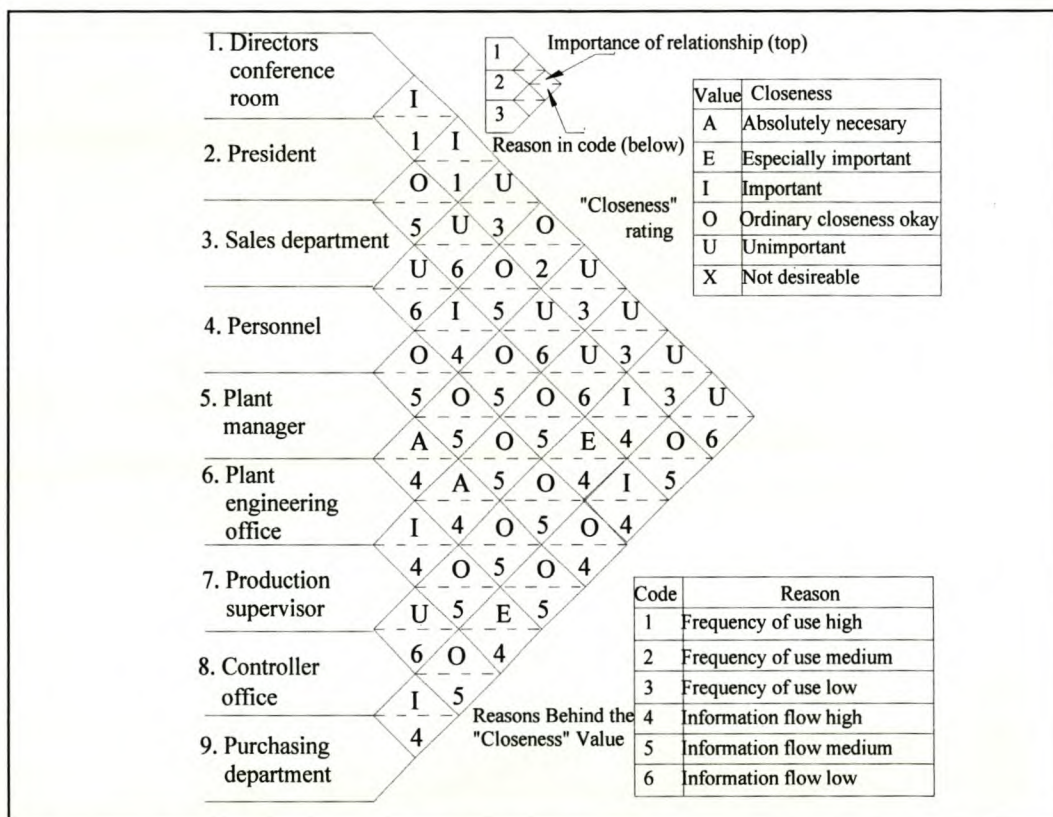
Figuur 6 : (a) Afstand data, (b) koste per eenheidsafstand, (c) aantal vragte, (d) totale koste

2.5.1.2. Kwalitatiewe vloei

Met kwalitatiewe vloei word nie-kwantifiseerbare parameters gebruik om die verhouding tussen twee posisies weer te gee. 'n Matriks soortgelyk aan diè vir kwantitatiewe vloei meting word opgestel maar afstand word vervang deur twee parameters wat die rede en wenslikheid vir twee afdelings om naby mekaar te wees weergee.

Figuur 7 toon 'n voorbeeld van 'n matriks wat die verhoudings tussen afdelings d.m.v. nie kwantifiseerbare parameters weergee.

Tompkins (1996 : 96) beveel aan dat daar 'n afsonderlike matriks opgestel word vir elke belangrike verhouding wat gemeet moet word. Sodoende kan verskillende verhoudings matrikse opgestel word vir materiaalvloei, personeel vloei en inligting vloei tussen afdelings. Deur die verskillende verhoudings matrikse met mekaar te vergelyk kan 'n aanduiding verkry word van hoe belangrik dit is om sommige van hierdie verhoudings te bevredig vir meer as een parameter sonder om van afstandgebaseerde data gebruik te maak.



Figuur 7 : Verhoudings matriks
Tompkins(1996 : figuur 4.25 : 95)

2.5.2. Vloei proses

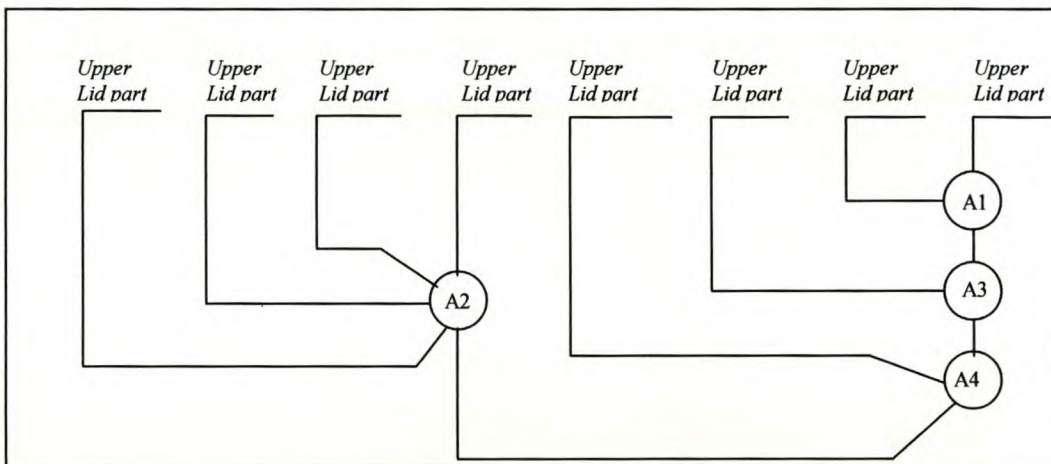
Muther (1961 : 4-4) lê baie klem op die visuele aspekte van die ontledingsproses. Die proses wat gevolg word om 'n produk te vervaardig kan op verskeie maniere aangetoon word. Elkeen van hierdie wyses kan gebruik word onder spesifieke omstandighede.

Simbole wat in 1947 deur die American Society of Mechanical Engineers ontwikkel en gestandaardiseer is word gebruik om vloei diagramme op te stel. Daar is vyf basiese aktiwiteite wat in simbool vorm weergegee word, nl. :

- - Operasie
- ➡ - Vervoer
- - Inspeksie
- D - Vertraging
- ▽ - Storing

2.5.2.1. Samestellings diagram

Tydens die begin fase van die ontwerp van die fasiliteit is die posisie en uitleg van toerusting nie bekend nie. Volgens Sule (1994 : 136) kan die operasies wat uitgevoer moet word om 'n produk te vervaardig asook die volgorde waarin dit moet geskied in hierdie stadium slegs gevisualiseer word. Die samestellings diagram gee 'n grafiese voorstelling van die vervaardigings proses sonder om te veel besonderhede te bevat. Figuur 8 gee 'n voorbeeld van 'n samestellings diagram. Besonderhede aangaande die spesifieke komponente word nie gegee nie maar die kombinasie van komponente om die finale produk te lewer word uitgebeeld.

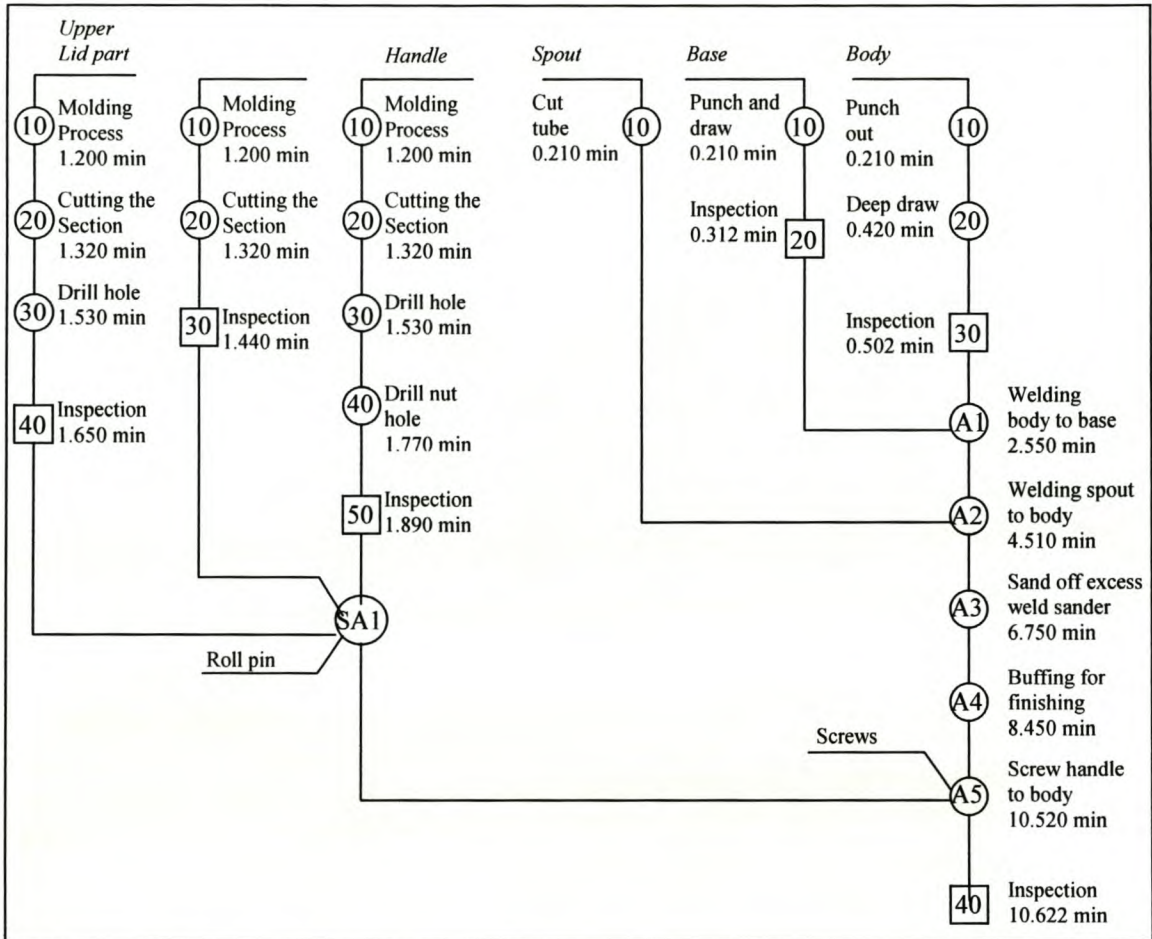


Figuur 8 : Samestellings diagram

Sule(1994 : figuur 5.1 : 137)

2.5.2.2. Operasie proses diagram

Hierdie diagram is grootliks 'n verfyning van die samestellings diagram. Aangesien die breë struktuur reeds bepaal is, is dit makliker om die besonderhede in te vul. Figuur 9 toon die operasie proses diagram wat ontwikkel is vanaf die samestellings diagram aan.



Figuur 9 : Operasie proses diagram

Sule(1994 : figuur 5.3 : 138)

2.5.2.3. Multi produk proses diagram

Volgens Muther (1961 : 4-11) kan 'n multi produk proses diagram gebruik word indien ongeveer ses of meer operasie proses diagramme opgetrek moet word. Die diagram gee 'n algehele prentjie van die totale proses op een dokument weer. 'n Voorbeeld van so 'n diagram word getoon in figuur 10. Die eerste kolom bevat al die operasies wat moontlik uitgevoer kan word terwyl die eerste ry al die produkte bevat. Die roete wat elke item volg gedurende die vervaardigings proses word dan uitgemerk.

Operation	Part or Product A	Part or Product B	Part or Product C	Part or Product D	Part or Product E	Part or Product F
Shear	①	①	①		①	①
Notch	②	②	②	①		
Draw		③	④	②	③	③
Pierce	③		③		②	②
Bend	④	④		③	④	④
Trim		⑤	⑤	④	⑤	

Figuur 10 : Multi produk proses diagram

Muther (1961 : figuur 4.7 : 4-9)

2.5.2.4. Van – Na diagram

‘n Van – na diagram reflekteer die interaksie tussen operasies i.t.v. beweging tussen werkstasies. ‘n Voorbeeld word gegee in figuur 4.

2.6. AREA BEHOEFTE

Tompkins (1996 : 96) beskou die bepaling van die spasie benodig binne ‘n fasiliteit as die moeilikste parameter om te bepaal. In ‘n vervaardigings omgewing moet die area benodig eers vir individuele werkstasies bepaal word, dan vir departemente met inagneming van alle werkstasies in elke departement.

Die verandering in die benadering tot vervaardiging veroorsaak ‘n verandering in die area benodig deur vervaardigings werkstasies. Kleiner lot groottes, minder werk in proses, verlaagde voorraad vlakke en kleiner, meer gefokusde fasiliteite gee aanleiding daartoe dat kleiner areas benodig word.

Spasie binne ‘n werkstasie word hoofsaaklik benodig vir :

- In- en uitgang van verkeer.
- Stoor area vir inkomende materiaal.
- Stoor area vir materiaal in proses.
- Stoor area vir uitgaande materiaal.

- Area vir masjinere en toerusting.

Voorsiening moet ook gemaak word vir gange. Die wydte van elke gang word bepaal deur die tipe vervoer wat daarvoor beweeg asook die volume van vervoer.

2.7. VOORUITSKATTINGS

Adam (1989 : 70) tref onderskeid tussen voorspelling en vooruitskatting en verskaf die volgende definisies :

Vooruitskatting is die proses waardeur 'n beraming van gebeure in die toekoms gemaak word deur gebruik te maak van data uit die verlede. Hierdie data word sistematies saamgestel in 'n voorafbepaalde manier ten einde 'n vooruitskatting vir die toekoms te verkry

Voorspelling is die proses waardeur 'n beraming van gebeure in die toekoms gemaak word gebaseer op subjektiewe oorwegings anders as data uit die verlede. Hierdie data hoef nie in 'n voorafbepaalde manier saamgestel te wees nie.

Chase(1992 : 310) deel vooruitskatting op in vier kategorië.

- Kwalitatief - hierdie tegnieke is subjektief en word gebaseer op skattings en menings.
- Tyd analise – die tegniek is gebaseer op die idee dat data uit die verlede gebruik kan word om toekomstige aanvraag te voorspel.
- Gevolglik – die tegniek neem aan dat aanvraag verband hou met onderliggende faktore of omgewings faktore.
- Simulasie – 'n reeks aannames kan gemaak word en die invloed van veranderinge aan een of meer hiervan kan bepaal word deur die werklike situasie so na as moontlik te simuleer.

2.8. KAPASITEITS BEPALING

Chase(1992 : 363) gee die volgende definisies :

- kapasiteit is die uitset tempo wat van 'n proses verkry kan word en kan gemeet word in eenhede uitgesit per eenheids tyd.
- ontwerp-kapasiteit is die tempo waarteen 'n fasiliteit graag produksie wil lewer onder normale omstandighede en is ook die kapasiteit waarvoor die fasiliteit beplan is.
- maksimum kapasiteit beskryf die maksimum uitset tempo wat bereik kan word wanneer alle produktiewe hulpbronne maksimaal benut word.

Wanneer 'n fasiliteit teen sy maksimum kapasiteit bedryf word mag doeltreffendheid prysgegee word, bv. verhoogde arbeidskoste a.g.v. oortyd.

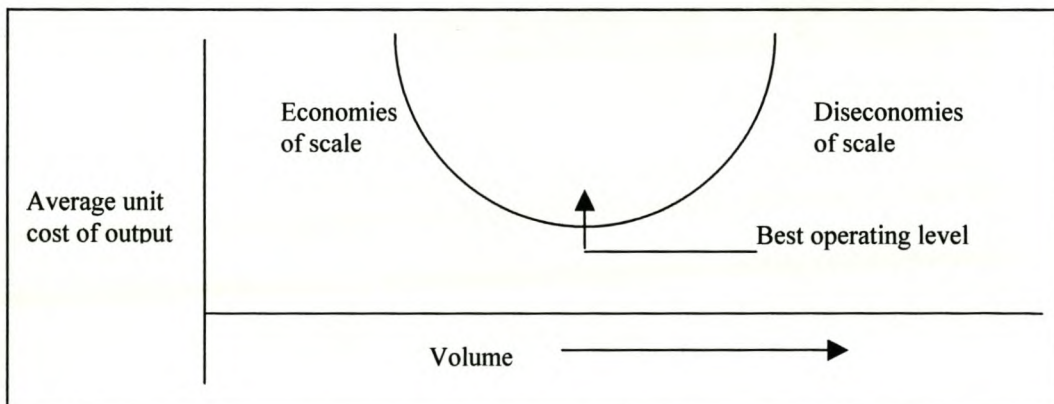
2.8.1. Faktore wat kapasiteit beïnvloed

- Eksterne faktore
regeringsregulasies i.v.m. werksure, veiligheid, vakbond ooreenkomste en verskaffers se vermoëns
- Interne faktore
personeel motivering, opleiding, werksinhoud, werksmetodes, werksomstandighede, fasiliteits uitleg, toerusting vermoëns en gehalte, materiaal bestuur, kwaliteit stelsels en bestuurs vaardighede

2.8.2. Faktore wat in ag geneem moet word by kapasiteits bepaling

2.8.2.1. Optimum produksietempo

Die optimum produksietempo is die produksie tempo waarvoor die gemiddelde eenheidskoste 'n minimum is (Chase, 1992 : 363). In figuur 11 kan gesien word dat daar 'n optimum volume is waarby die eenheidskoste vir 'n spesifieke uitleg 'n minimum is.

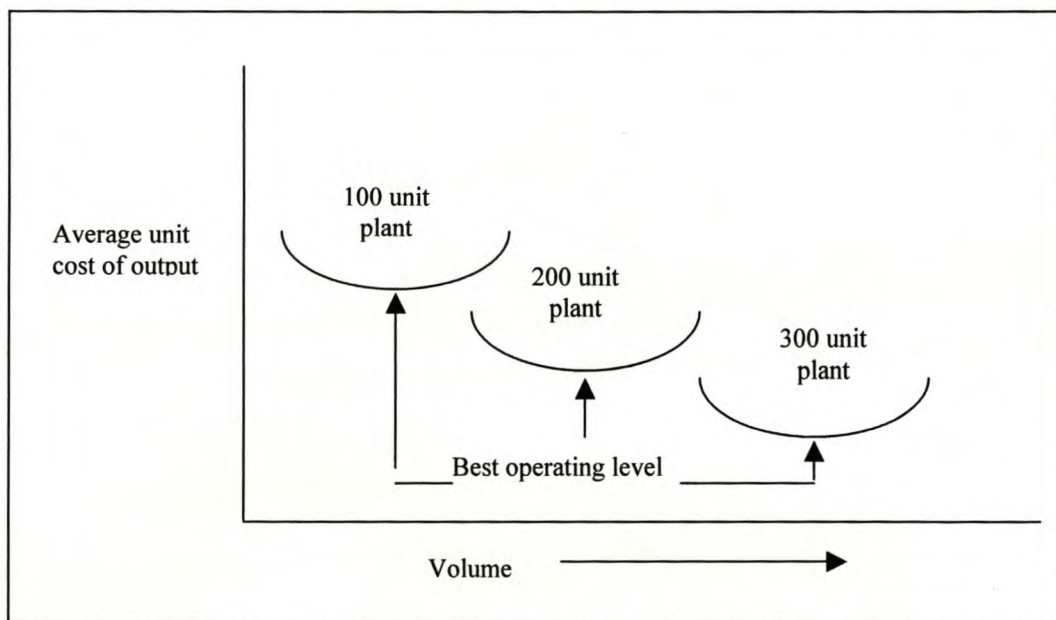


Figuur 11 : Optimum produksietempo

Chase(1992 : figuur 8.1 : 363)

2.8.2.2. Skaalbesparings

Soos 'n fasiliteit groter word en produksie toeneem, verlaag die gemiddelde koste per eenheid aangesien elke eenheid 'n gedeelte van die vaste koste absorbeer. Hierdie tendens hou aan totdat die fasiliteit so groot word dat beheer oor materiaal en personeel so duur word dat nuwe bronne van kapasiteit verkry moet word. Volgens Chase (1992 : 363) hou hierdie konsep verband met die optimum produksietempo en kan geïllustreer word deur die gemiddelde koste van verskillende grootte fasiliteite te vergelyk. Figuur 12 toon aan dat daar nie alleen 'n optimale grootte vir 'n fasiliteit is nie maar ook 'n optimale uitset tempo vir 'n fasiliteit van gegewe grootte. Die uitdaging vir bestuur is om die variasie in koste vir verskillende uitset tempo's te voorspel.



Figuur 12 : Skaalbesparings
Chase(1992 : figuur 8.2 : 363)

2.8.2.3. Kapasiteits benutting

Die mate waarin 'n fasiliteit sy kapasiteit benut kan gemeet word i.t.v. sy kapasiteits benuttings verhouding. Chase (1992 : 165) definieer hierdie verhouding as die kapasiteit gebruik / ontwerp kapasiteit. Die mate waarin die kapasiteit die verwagte verbruik oorskry kan uitgedruk word as die kapasiteits buffer. 'n 20 % buffer is gelyk aan 'n $100/120 = 83\%$ benutting.

2.8.2.4. Kapasiteits aanpasbaarheid

Die kapasiteits aanpasbaarheid van 'n organisasie is sy vermoë om aanpasbaar te wees ten einde aan die aanvraag van 'n kliënt te voldoen in 'n korter tyd as mededingers. Volgens Chase (1992 : 366) word hierdie aanpasbaarheid gekenmerk deur :

- Aanpasbare fasiliteit
Die vermoë om 'n fasiliteit tydloos te verander om aan te pas by nuwe vereistes
- Aanpasbare proses
'n Kombinasie van 'n aanpasbare vervaardigings stelsel en die maklike en eenvoudige opstel van toerusting. Beide moet die fasiliteit in staat stel om vinnig en teen lae koste oor te skakel van een produk na 'n volgende.
- Aanpasbare werkers
Hierdie werkers is multi-vaardig en kan maklik van een taak na 'n ander oorskakel. Wier opleiding is nodig as vir gespesialiseerde werkers en bestuur moet die vinnige oorskakeling van een proses na 'n ander kan fasiliteer.
- Eksterne kapasiteits benutting
Twee voorbeelde hiervan is sub-kontraktering en deel van fasiliteite.

2.8.2.5. Balansering van kapasiteit

In 'n perfek gebalanseerde fasiliteit is die uitset van fase 1 presies gelyk aan die inset benodig deur fase 2, die uitset van fase 2 presies gelyk aan die inset benodig deur fase 3 ens. Dit is egter in die praktyk feitlik onmoontlik om te bereik. Dit is ook nie altyd wenslik nie aangesien die verskillende fases se mees effektiewe uitset tempo's mag verskil. Chase (1992 : 367) noem dat hierdie probleem oorkom kan word deur :

- die bottelnekke van ekstra kapasiteit te voorsien d.m.v. bv. oortyd en inkoop van dienste.
- buffer voorraad voor die bottelnek te plaas.

2.8.2.6. Kapasiteits fokus

Skinner het in 1974 die konsep van 'n gefokusde fasiliteit bekend gestel. Sy redenasie was dat daar nie van 'n fasiliteit verwag moet word om in alle fasette van produksie uit te blink nie bv. koste, kwaliteit, aanpasbaarheid, bekendstelling van nuwe produkte en kort leityd. Die fasiliteit moet eerder 'n beperkte aantal fasette kies wat die meeste tot die maatskappy se doelwitte bydra en daarop konsentreer. Met die nuwe verwickelinge in produksie tegnologie is daar egter 'n neiging om te probeer om in alle fasette uit te blink. Alhoewel dit lyk asof hier 'n teenstrydigheid is kan dit verklaar

word. Indien 'n fasiliteit nie oor die tegnologie beskik om meervoudige doelwitte te bemeester nie is 'n nou fokusarea verkieslik. Alle fasiliteite het ook nie hul hele reeks vaardighede nodig om mededingend te wees nie.

'n Gefokusde fasiliteit is nie noodwendig een afdeling onder een dak nie. Verskeie fasiliteite kan onder een dak gehuisves word waar elkeen sy eie kern fokus gebiede het.

2.9. FASILITEITS UITLEG PROSES

Tompkins (1996 : 291) bespreek 'n aantal van die oorspronklike benaderings tot die uitleg probleem. Hieronder is Apple sowel as Reed se fasiliteits uitleg prosedure asook 'n proses wat deur Muther ontwikkel is nl. sistematiese uitleg prosedure. Hy noem dat alhoewel dit lank terug ontwikkel was hierdie benaderings nog steeds dien as die basis vir baie van die metodes wat tans voorgestel word.

Volgens Apple (1977 : 7) moet die uitleg proses beplan en uitgevoer word met die doelwitte van die uitleg proses in gedagte. Hy noem agt doelwitte nl. :

- Fasiliteer die vervaardigings proses. Die uitleg moet so ontwerp word dat die vervaardigings proses so doeltreffend as moontlik uitgevoer kan word.
- Minimiseer materiaal hantering.
- Behou aanpasbaarheid. Die fasiliteit moet die vermoë behou om sy produksie vermoë te kan aanpas.
- Behou hoë omdraai tempo van materiaal in proses. Deur die waarde van materiaal in proses so laag as moontlik te hou word minder kapitaal in die produksie proses vasgevang. Dit veroorsaak dat die produksie koste afneem.
- Verlaag belegging in toerusting. Deur effektiewe beplanning kan werk so beplan word dat minder toerusting benodig word om die verlangde uitsette te lewer.
- Ekonomiese gebruik van gebou spasie. Beplanning moet gedoen word sodat daar gepoog word om elke moontlike vierkante meter vloer area te benut.
- Bevorder effektiewe gebruik van mannekrag. Die hantering van materiaal moet so veel as moontlik verminder word. Beweging na en van werksareas, gereedskap store en materiaal store moet tot 'n minimum beperk word. Die werkslading op toerusting en personeel moet so geskeduleer word om onproduktiewe tyd tot 'n minimum te beperk. Effektiewe toesig moet verseker word.
- Verseker personeel veiligheid, gemaklikheid en tevredenheid. Verseker dat daar voldoende aandag gegee word aan lig, ventilasie, temperatuur, veiligheid en verwydering van vullis, stof en afval produkte.

Muther (1961) het 'n proses ontwikkel wat hy sistematiese uitleg beplanning noem. Volgens Muther (1961 : 1-4) is daar 5 elemente wat die basis vorm van enige fasiliteits uitleg. Hierdie elemente is :

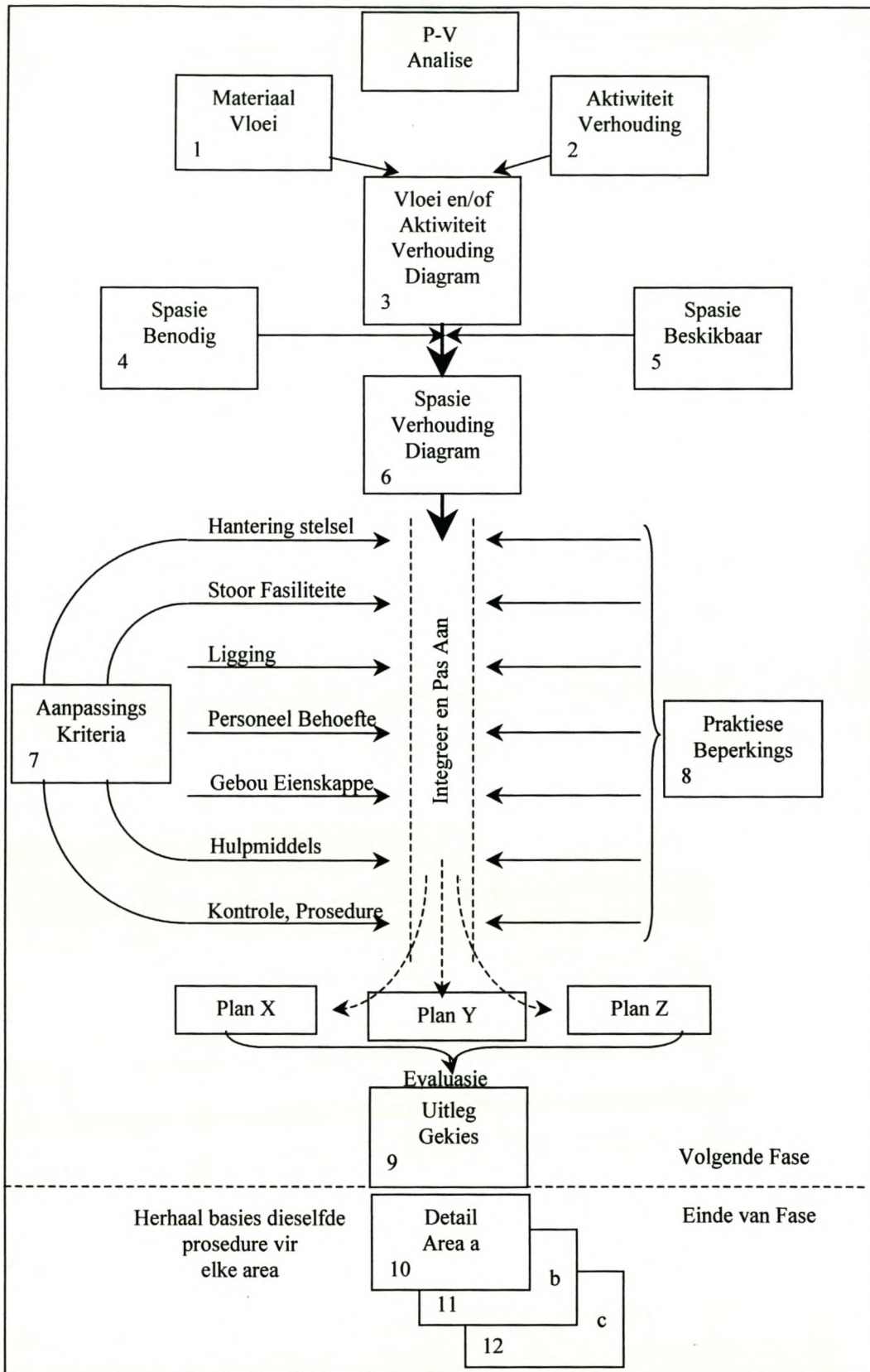
- P - Produk
- V - Volume
- R - Roete (Volgorde van proses)
- S - Sekondere dienste (Ondersteunings dienste)
- T - Tyd

Die eerste twee elemente is die basiese elemente van elke fasiliteits uitleg probleem. Die vasstel van wat gemaak moet word (P) en hoeveel daarvan gemaak moet word (V) beïnvloed alle ander aspekte van die uitleg. Nadat inligting i.v.m. hierdie twee elemente verkry is kan aandag aan die oorblywende drie elemente gegee word.

Volgens Muther (1961 : 1-8) bestaan die sistematiese uitleg beplanning uit 4 fases nl. :

- Fase 1 Ligging :
Bepaal die ligging van die area waarvoor die uitleg gedoen moet word.
Hierdie hoef nie noodwendig 'n nuwe posisie te wees nie. 'n Bestaande area kan gebruik word.
- Fase 2 Algemene uitleg :
Bepaal die algemene uitleg van die area.
Gedurende hierdie fase word die grootte en uitleg van elke werksarea naastenby bepaal asook die inter afhanklikheid tussen die werksareas.
- Fase 3 Gedetaileerde uitleg :
Die detail uitleg van elke werksarea word gedoen deur die posisie en area benodig van elke komponent te bepaal.
- Fase 4 Installering :
Finale tekening word gemaak en die fasiliteit word ontwikkel soos beplan.

Hierdie vier fases vind in volgorde plaas alhoewel oorvleueling kan plaasvind tussen opeenvolgende fases. Fase 1 kan in baie gevalle 'n studie vir die ligging van 'n nuwe fasiliteit vereis. Indien 'n bestaande fasiliteit gebruik word val hierdie stap weg aangesien die ligging vas is. Fase 2 vorm die basis van die uitleg probleem. Die proses wat gevolg word tydens hierdie fase word getoon in figuur 13. Die proses bestaan uit 9 stappe. Die algemene uitleg proses kan slegs begin indien inligting aangaande die twee basiese elemente , produk (P) en volume (V), bekend is. Die ontleding en verwerking van hierdie inligting kan as stap 0 beskou word.



Figuur 13 : Die sistematiese uitleg proses

Muther(1961, figuur 2-1 : 2-2)

2.9.1. Stap 0 – PV Analise

Volgens Muther(1961 : 1-1) vorm twee elemente nl. produk(P) en volume(V) die basis van enige fasiliteits uitleg probleem. Aangesien P en V elke besluit in die fasiliteits uitleg beïnvloed is dit belangrik om voldoende en betroubare inligting daaroor te hê.

Met volume (V) word bedoel die aantal van 'n produk wat vervaardig of gebruik word (Muther, 1961 : 1-2). Volume kan uitgedruk word i.t.v. eenhede, gewigsmate en volume of waarde van produkte wat vervaardig of verkoop is.

Met produk (P) word bedoel 'n item wat vervaardig word deur die fasiliteit of 'n afdeling binne die fasiliteit, die rou materiaal, aangekoopte items asook die finale produk (Muther, 1961 : 1-2).

Francis(1992 : 37) noem dat alle eienskappe van die produk bekend moet wees voor die proses kan begin. Die tipe materiaal waarvan die produk of gedeelte van die produk gemaak gaan word kan die metode van vervaardiging, en gevolglik ook die uitleg van die fasiliteit, verander.

Konz(1994 : 20) deel die volume op in ses onderafdelings :

- Vervaardig / koop

'n Besluit moet oor elke item geneem word of dit vervaardig gaan word binne die fasiliteit en of dit aangekoop gaan word. Gespesialiseerde produkte en prosesse waarvoor kundigheid en toerusting nie beskikbaar is nie word gewoonlik aangekoop.

- Standaardisering

Daar moet sover moontlik gepoog word om komponente te standaardiseer. Met 'n klein verandering in ontwerp mag dit moontlik wees om slegs een tipe bout in verskeie aplikasies te gebruik i.p.v. 'n aantal verskillende boue. Standaardisering kan produksie koste verminder deurdat die vervaardigings proses vergemaklik word. Deur 'n komponent soos bv. 'n bout te standaardiseer kan gereedskap vir die vervaardiging van 'n produk ook gestandaardiseer word. Voorraadhouding kan ook vergemaklik word en die waarde van voorraad kan verminder word.

- Produk lewe

Produkte wat geproduseer word ondergaan veranderinge oor tyd. Items wat staatmaak op voorkoms en mode het gewoonlik 'n kort leeftyd. 'n Goeie ontwerp sal verseker dat die basiese ontwerp nie veel verander nie en dat die kosmetiese en addisionele funksies aangepas kan word om in die veranderende mark behoeftes te voldoen. Aangesien daar nie aangeneem kan word dat

aanvraag na 'n spesifieke produk konstant is nie moet 'n mate van aanpasbaarheid in enige fasiliteit ingebou word. Dit kan verseker dat produksie kan aanpas by veranderende mark behoeftes.

Hierdie aanpasbaarheid kan in 'n produksie omgewing verkry word deur dit in die sagteware eerder as in die hardeware in te bou en sodoende opstelkoste te verminder.

- Lot grootte

Die grootte van elke lot wat vervaardig word het 'n groot invloed op die eenheidskoste van elke komponent. Die opsteltyd van masjinerie beïnvloed die lotgroottes in 'n groot mate. Indien opstelkoste en -tyd verlaag kan word kan die ekonomiese lotgrootte wat vervaardig moet word verklein word. Die effek hiervan is 'n afname in voorraad van voltooide en in proses komponente asook 'n vinniger reaksie op kliënt behoeftes.

- Opbrengs

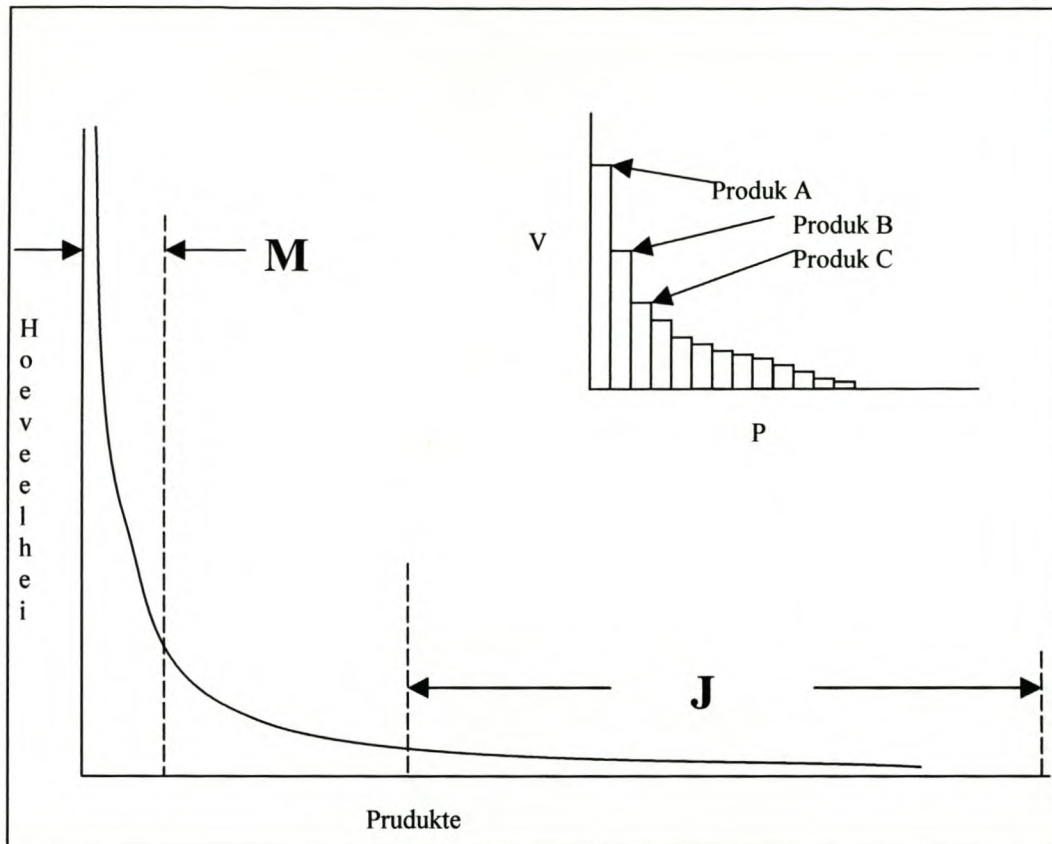
In enige vervaardigings proses is daar produkte wat afgekeur word omdat dit nie aan 'n spesifikasie voldoen nie. Dit is belangrik dat die persentasie produkte wat afgekeur word bekend is sodat daarvoor gekompenseer kan word wanneer die hoeveelheid materiaal benodig bepaal word.

- Produk / Volume verhouding

Die PV kurwe, figuur 14, word gebruik om die verhouding uit te beeld.

Basiese inligting i.v.m. 'n produk kan verkry word uit tekeninge, samestellings diagramme asook materiaal lyste (BOM) (Francis, 1992 : 39). Inligting aangaande die finale produk moet terug gewerk word na die afsonderlike komponente waaruit die produk bestaan. Die BOM is 'n baie belangrike bron van inligting en moet akkuraat bepaal wees. Indien een komponent met 'n lang leityd uitgelaat word kan dit die hele vervaardigings proses tot stilstand bring terwyl 'n ekstra komponent die voorraad onnodig kan laat styg.

Dit is 'n bekende feit dat daar 'n skewe verhouding is tussen die twee elemente P en V. In 'n tipiese situasie word gevind dat 20% van 'n instansie se kliënte 80% bydra tot inkomste. Hierdie skewe verhouding word ook in die produksie omgewing waargeneem waar 20% van die verskeidenheid items wat vervaardig word 80% van die verkope uitmaak. Muther(1961 : 3-2) gebruik 'n PV grafiek om hierdie tendens uit te beeld.



Figuur 14 : Pruduk – Volume kurwe

Muther(1961, figuur 3-2 : 3-4)

In figuur 14 kan gesien word dat die gedeelte aan die begin van die kurwe 'n steil helling het en dit dui produkte aan wat in groot hoeveelhede vervaardig word. Die verskeidenheid produkte in hierdie gedeelte van die kurwe is klein. Hierdie produkte leen hulle daartoe vir massa produksie deur gebruik te maak van produksie lyne of produk uitlegte.

Namate die kurwe afplat word 'n groot verskeidenheid produkte gevind waarvan die produksie volume laag is. Hierdie produkte is geskik vir vervaardiging d.m.v proses- of funksionele uitlegte.

Deur die PV grafiek te bestudeer mag dit nodig gevind word om twee tipes uitlegte in een fasiliteit te gebruik ten einde optimale effektiwiteit te behaal.

Inligting i.v.m. die twee elemente P en V beteken min indien dit nie verband hou met die derde element van tyd (T) nie. Volgens Muther(1961 : 3-13) is dit in baie gevalle nodig om terug te kyk na wat in die verlede gebeur het wanneer planne vir die toekoms ontwikkel moet word. Hy noem egter dat goeie marknavorsing 'n baie beter basis skep vir projeksies vir die toekoms. Daar word gewoonlik

aan dié projeksies gedink as die verhouding tussen V en T. Dit is egter belangrik om te beseef dat die verhouding tussen P en T ook aangespreek word. Indien daar 'n neiging is vir 'n produk om kleiner te word met verloop van tyd moet dit in berekening gebring word. 'n Produk mag oor vyf jaar die helfte so groot wees soos die huidige model. Die tendens oor die afgelope paar jaar kan 'n aanduiding gee van wat sekere produk eienskappe sal wees oor vier of vyf jaar. Die veranderende fisiese eienskappe van 'n produk kan 'n reuse invloed hê op vervaardigings metodes en veral materiaal hanterings toerusting.

2.9.2. Stap 1 – Vloei van materiaal (R-Roete)

Die derde element wat Muther (1961 : 4-1) noem in die fasiliteits uitleg proses is die roete (R). R bepaal die proses waardeur 'n item tydens vervaardiging gaan deur die operasies en hulle volgorde om beide P en V te lewer te definieer. 'n Gedeelte van die probleem in die analisering van materiaalvloei is om te bepaal watter metode gebruik moet word om die proses voor te stel. Muther (1961 : 4-3) noem vier metodes wat gebruik kan word.

- Vir een of 'n paar gestandaardiseerde komponente – operasie proses diagram.
- Vir verskeie komponente – multi produk proses diagram.
- Vir baie items – kombineer hulle in tipiese groepe en analiseer volgens een van bg. twee metodes of kies verteenwoordigende items en analiseer volgens een van bg. twee metodes.
- Vir 'n groot verskeidenheid items – gebruik van-na matriks.

2.9.3. Stap 2 – Aktiwiteit verhoudings

Tompkins (1996 : 79) maak die stelling dat aktiwiteit verhoudings die basis vorm vir baie besluite wat geneem word in die fasiliteits beplannings proses. Die primêre verhoudings waarna gekyk word is:

- Organisasie verhoudings wat beïnvloed word deur die gesags struktuur en rapporterings kanale. Hierdie verhoudings word gewoonlik formeel beskryf deur middel van 'n organigram. Daar bestaan egter informele verhoudings wat baie belangrik is en wat in ag geneem moet word wanneer die aktiwiteit verhoudings van 'n organisasie bepaal word.
- Vloei verhoudings wat die vloei van materiaal, mense, toerusting, inligting en geld insluit. Hierdie verhoudings word tipies uitgedruk in terme van die aantal bewegings per tyd eenheid, omdraai tempo van voorraad en uitgawe vir arbeid en materiaal per tyd eenheid.
- Beheer verhoudings wat insluit gesentraliseerde of gedentraliseerde materiaal beheer, intydse of lot grootte voorraad beheer en die vlakke van automatisasie en integrasie.

- Omgewings verhoudings wat insluit veiligheids aspekte, temperatuur, geraas, skadelike dampe, humiditeit en stof.
- Proses verhoudings wat bg. vier uitsluit soos vloer belasting, waterbehandeling vereistes en chemiese prosesse.

Alhoewel die klem tydens fasiliteits uitleg ontwerp gewoonlik op die vloei van materiaal val gee Muther (1961 : 5-1) 'n paar redes aan waarom dit nie altyd die beste roete is om te volg nie. Ondersteunings dienste moet met die vloei geïntegreer word op 'n logiese manier. Dit mag nodig wees om die logiese vloei van materiaal te onderbreek en 'n werkstasie ver weg te skuif. Die behandeling van 'n komponent met gevaarlike stowwe mag dit nodig maak om die spesifieke operasie uit die logiese vloei van materiaal te skuif ten einde 'n veilige werksomgewing te verseker. Die veiligheid van werkers is hier van groter belang as kort vloei afstand.

Tydens die aktiwiteit verhoudings ontleding word die vierde element, nl. die ondersteunende aktiwiteite (S), bygevoeg. Die verhoudings matriks soos getoon in figuur 7 word gebruik om die verhoudings tussen verskillende aktiwiteite of afdelings aan te toon.

'n Belangrike aspek tydens die opstel van die aktiwiteit verhoudings matriks is die vraag of die operasionele aktiwiteite saam met die ondersteunende of diens aktiwiteite gevoeg gaan word. Muther (1961 : 5-10) noem weereens dat die belangrikheid van vloei van komponente baie keer oorbeklemtoon word.

Deur operasionele en ondersteunende aktiwiteite saam te groepeer word die klem meer geplaas op kwalitatiewe aspekte as kwantitatiewe aspekte. Alhoewel dit neig om die akkuraatheid van parameters te verminder moet in gedagte gehou word dat die vloei van komponente gebaseer is op beraamde waardes van P en V.

Dit is belangrik dat alle betrokke partye genader word vir insae in die verhoudings matriks. Enige veranderinge in die oorspronklike diagram moet gemotiveer en op rekord gehou word.

2.9.4. Stap 3 – Vloei en/of aktiwiteit verhoudings diagram

Stap drie in Muther se SLP proses is die opstel van 'n diagram om die verhoudings tussen aktiwiteite uit te beeld. Aangesien daar slegs na die algemene uitleg gekyk word is die detail uitlegte nog nie ter sprake nie.

2.9.4.1. Diagram ontwikkeling

Alhoewel baie tegnieke beskikbaar is om die diagramme op te trek noem Muther (1961 : 6-1) dat die mees algemeenste hiervan is om van die getabuleerde data na 'n visuele diagram te werk. Die belangrikste verhoudings word eerste aangespreek.

Indien die vloeï van materiaal en ondersteunende dienste in ag geneem was met die opstel van die verhoudings matriks kan alles gelyktydig voorgestel word. Namate meer inligting tot die diagram toegevoeg word kan die rangskikking van afdelings verander. Dit mag nodig wees om verskeie diagramme op te trek voordat 'n aanvaarbare een verkry word. Daar moet gewaak word daarteen om te veel detail op die diagram aan te bring.

2.9.4.2. Prosedure vir opstel van aktiwiteit verhoudings diagram

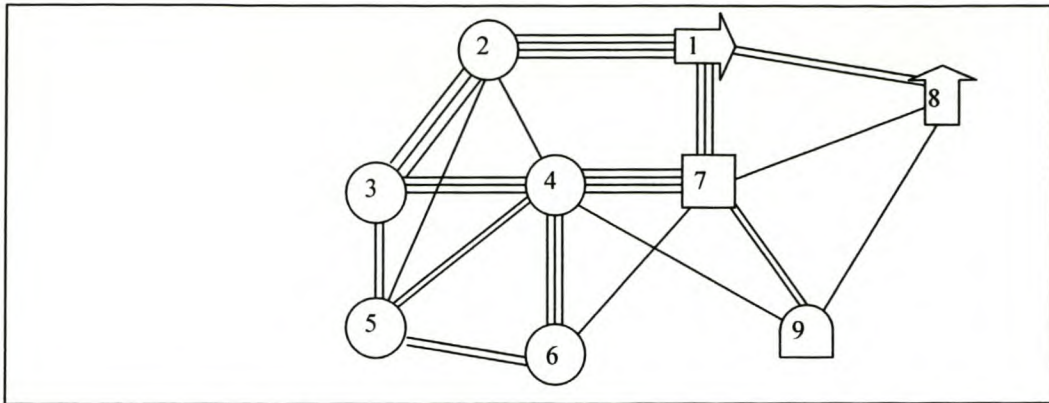
Data vanaf 'n verhoudings matriks word gebruik vir die opstel van die aktiwiteit verhoudings diagram. Die A verhoudings word eerste aangespreek. Die simbool vir die spesifieke tipe aktiwiteit word geteken met die aktiwiteit nommer daarbinne. Hierdie simbool word nou verbind met die ander A verhoudings d.m.v. vier lyne.

Nadat al die A verhouding aktiwiteite geteken en rondgeskuif is word die volgende belangrikste aktiwiteite, nl. E, bygevoeg. Die proses word herhaal totdat alle aktiwiteite op die diagram aangebring is. Die lengte van die lyne is verteenwoordigend van die belangrikheid van die verhoudings. Die vier lyne tussen A verhoudings sal dus korter wees as die een lyn tussen O verhoudings.

Ten einde die diagram nie onnodig ingewikkeld te maak nie kan sekere verhoudings weggelaat word. Telefoonlyne wat na enige punt geneem kan word is 'n voorbeeld hiervan. 'n Voorbeeld van 'n eenvoudige aktiwiteit verhoudings diagram word getoon in figuur 15.

2.9.4.3. Ligging

Die opstel van die aktiwiteit verhoudings diagram kan gedoen word met of sonder inagneming van die werklike area wat gebruik gaan word. Aangesien daar na 'n teoretiese beste uitleg gemik word behoort die aktiwiteit verhoudings diagram opgetrek te word sonder inagneming van die werklike beskikbare area. Hierdie benadering het die voordeel dat daar nie blind gestaar word teen praktiese beperkings nie. Hierdie beperkings kan op 'n later stadium van die uitleg in ag geneem word.



Figuur 15 : Aktiwiteit verhoudings diagram

Muther(1961, figuur 6-3 : 6-6)

Indien daar egter van 'n bestaande gebou gebruik gemaak gaan word kan tyd gespaar word deur die beperkings tydens die opstel van die aktiwiteit verhoudings diagram in ag te neem. Daar moet kennis geneem word van die feit dat daar op hierdie stadium slegs na verhoudings tussen aktiwiteite gekyk word en nie na die benodigde spasie nie.

Die finale teoretiese diagram sal die basis vorm van die uitleg wanneer area en fisiese beperkings in berekening gebring word.

2.9.5. Stap 4/5 – Spasie benodig / beskikbaar

Dit is noodsaaklik om die area benodig vir die uitvoer van die verskillende aktiwiteite te bepaal en dit te vergelyk met die area beskikbaar indien daar van 'n bestaande fasiliteit gebruik gemaak gaan word. Hierdie vergelyking word in stappe vier en vyf van die SLP proses gedoen. Indien 'n nuwe fasiliteit ontwerp word moet die area benodig reeds vroeg tydens fase een in ag geneem word.

Volgens Muther (1961 : 7-1) is dit beter om eers die aktiwiteit verhoudings diagram op te stel voordat area behoeftes in ag geneem word wanneer van 'n bestaande fasiliteit gebruik gemaak word. Sodoende word 'n beter idee verkry van die relatiewe posisie en die grootte van die verskillende afdelings.

Ten einde die area benodig vir 'n afdeling te bepaal moet die besonderhede i.v.m. die toerusting bekend wees. Indien hierdie besonderhede nie alreeds op rekord is nie mag dit nodig wees om detail van toerusting in die huidige opset op 'n tabel vas te lê. Muther (1961 : 7-3) gee voorbeelde van

vorms waarop area behoeftes en ander besonderhede van toerusting, stoor spasie en beweeg ruimte vasgelê word.

Wanneer al die afsonderlike areas benodig binne 'n afdeling bymekaar getel word kan 'n goeie aanduiding van die totale area benodig vir die afdeling verkry word.

Daar bestaan hoofsaaklik vyf metodes om die spasie benodighede van 'n fasiliteit te bepaal nl. berekening, aanpassing, spasie standaard, rowwe uitleg en verhouding en projeksie (Muther, 1961 : 7-2). Hierdie vyf metodes word genoem in volgorde van akkuraatheid.

Vir die berekening metode word elke afdeling opgebreek in sy verskillende elemente. Elke stuk toerusting en ander items wat in die betrokke afdeling voorkom word gelys. Die spasie benodig vir elk van hierdie items word bepaal. Enige ander spasie binne die afdeling wat nie aan een van hierdie items gekoppel kan word nie word ook gelys. Indien al hierdie spasie bymekaar getel word, word die totale spasie benodig vir 'n spesifieke afdeling verkry. Die proses word herhaal vir elke afdeling. Hierdie metode is die mees akkurate van die vyf metodes (Muther, 1961 : 7-6)

Die aanpassings metode vereis dat die spasie wat tans gebruik word bepaal word en dat dit aangepas word na wat vir die voorgestelde uitleg benodig word. Dit is belangrik dat daar eers bepaal word hoeveel van die huidige spasie wat gebruik word werklik nodig is en dat hierdie spasie dan aangepas word.

Spasie standaard maak gebruik van vooropgestelde tabelle wat die spasie benodig vir verskillende items weergee. Indien tabelle gebruik word wat deur ander instansies opgestel was en waarvoor die agtergrond en aannames nie bekend is nie kan groot berekenings foute gemaak word. Muther (1961 : 7-15) stel voor dat tabelle wat deur ander persone opgestel was slegs as riglyne gebruik moet word tydens die spasie behoefte proses.

Indien modelle, twee- of drie dimensioneel, van toerusting beskikbaar is kan dit op 'n skaaltekening van die fasiliteit gepas word om 'n benaderde spasie behoefte vir elke afdeling te verkry. Hierdie tegniek gee slegs 'n aanduiding van die spasie benodig en die posisionering van toerusting kan heeltemal verskil van die finale uitleg van die afdeling.

Die verhouding en projeksie metode van spasie bepaling koppel spasie benodig aan 'n produksie faktor soos bv. vierkante meter per aantal persone in diens, man ure gewerk of aantal komponente vervaardig. Hierdie verhouding word vasgestel vir verskeie tye in die verlede. 'n Tendens word

bepaal en projeksies vir die toekoms word gemaak. Die spasie benodig vir 'n gegewe tyd in die toekoms kan sodoende bepaal word en gebruik word as 'n behoefte vir die uitleg proses.

Muther (1961 : 7-20) plaas slegs geld beskikbaar bo area beperkings as die mees beperkende faktor by fasiliteits uitleg en beplanning. Hy noem verder dat wanneer area beskikbaar en area benodig vergelyk word daar antwoorde op drie basiese vrae verkry moet word, nl. :

- Is die totale area beskikbaar voldoende?
- Sal die verdeling van beskikbare area, bv. geboue en kantore, genoeg wees om al die verskillende afdelings te huisves?
- Sal die eienskappe van die area beskikbaar voldoen aan die vereistes van die areas benodig?

2.9.6. Stap 6 - Spasie verhoudings diagram

Stap ses van die SLP proses behels die opstel van 'n spasie verhoudings diagram. Wanneer spasie aan die diagram gekoppel word kan dit gekoppel word aan óf die vloei diagram óf die aktiwiteit verhoudings diagram óf 'n kombinasie van die twee. Die proses wat gevolg word vir enige van die drie opsies is basies dieselfde. Die simbool van elke aktiwiteit word vervang met 'n spasie wat die area benodig aandui.

Indien 'n bestaande fasiliteit gebruik word kan die spasie verhoudings diagram direk op 'n vloerplan van die bestaande fasiliteit ontwikkel word. Muther (1961 : 8-3) waarsku egter dat dit tot die neem van kort paaie kan lei en dat die geleentheid om groot verbeteringe aan te bring aan die huidige uitleg verlore kan gaan. Die voordeel is egter dat sekere eienskappe van die fasiliteit wat nie verander kan word nie, bv. pilare en mure, op 'n vroeë stadium in berekening gebring kan word en sodoende kan tyd bespaar word.

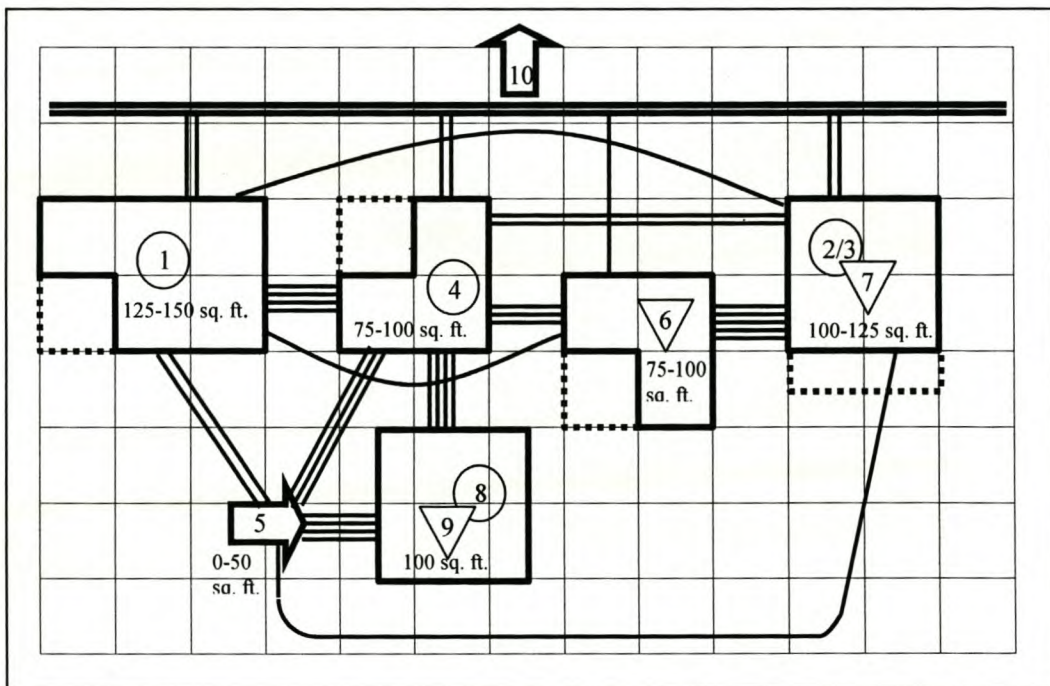
Die ideale situasie is egter om die uitleg te beplan volgens die teoretiese ideale toestande waar daar geen beperkings bestaan nie.

Die spasie verhoudings diagram is die eerste basiese uitleg van die fasiliteit. Hier is nog geen of min beperkings in ag geneem. Die vorms van die verskillende afdelings moet ook nog verander word om op 'n logiese manier by mekaar aan te pas. Muther (1961 : 8-5) gee twee basiese en eenvoudige metodes om dit te bereik. Verskillende kombinasies van afdelings kan op skaal geteken word en op die vloerplan van die fasiliteit gepas word. Eenheid area blokkies kan ook gebruik word om die verskillende afdelings te vorm. Die metode van eenheids blokkies is 'n eenvoudige en maklike manier om verskillende kombinasies van die afdelings saam te stel. Aangesien 'n maklike skaal

gekies word is die area wat deur elke blokkie verteenwoordig word bekend en kan die totale area van elke afdeling maklik bepaal word. Dit is belangrik dat 'n rekord van elke uitleg gehou word sodat verskillende opsies later met mekaar vergelyk kan word.

Volgens Tompkins (1996 : 702) kan bg. twee metodes aangepas word en op 'n rekenaar voorgestel word. 'n Twee- of drie dimensionele voorstelling kan vir die toerusting in die fasiliteit op die rekenaar geskep word. Daar kan ook maklik van eenheids blokkies gebruik gemaak word om elke afdeling te beplan. Die toerusting kan rondgeskuif word en die grootte daarvan kan maklik verander word indien nodig. Elke alternatief kan ook gestoor word vir vergelyking op 'n later stadium. Dit is ook maklik om alternatiewe uitlegte te vergelyk aangesien hulle op mekaar gesuperponeer kan word. Sommige programme laat die uitleg beplanner toe om die vloei van verskillende items in verskillende lae weer te gee. Hierdie lae kan aan of af geskakel word soos benodig om óf die een vloei óf meer as een vloei te toon.

'n Voorbeeld van 'n spasie verhoudings diagram word getoon in figuur 16. Die aktiwiteit verhoudings word ook op die diagram aangetoon.



Figuur 16 : Spasie verhoudings diagram

Muther(1961, figuur 8-2 : 8-3)

2.9.7. Stap 7 - Aanpassing van die diagram

Stappe een tot ses van die SLP proses behels volgens Muther (1961 : 9-1) die versameling van data en die volg van neergelegde prosedure. Die werklik kreatiewe gedeelte van fasiliteit uitleg en beplanning begin wanneer die spasie verhoudings diagram aangepas word met inagneming van praktiese beperkings en ander behoeftes om 'n aanvaarbare uitleg te lewer.

Soos reeds getoon in figuur 13 is daar verskeie faktore wat in ag geneem moet word wanneer die uitleg aangepas word.

2.9.7.1. Hanterings stelsel

In 'n fasiliteit waar groot volumes produkte vervaardig word is die materiaal hanterings stelsel een van die belangrikste aspekte tydens die ontwerp. Dit is belangrik om te weet watter eksterne vervoer stelsels gebruik gaan word of beskikbaar is sodat seker gemaak kan word dat die interne vervoer stelsel daarby kan aanpas. Indien 'n bestaande fasiliteit gebruik gaan word mag dit nodig wees om die uitleg aan te pas sodat bestaande toerusting, bv. oorhoofse krane, gebruik kan word vir sekere afdelings. Indien daar van vorkhysers gebruik gemaak gaan word moet verseker word dat toegang tot al die afdelings verkry kan word en dat gange breed genoeg is.

2.9.7.2. Stoor fasiliteit

Stoor areas van produkte in proses en finale produkte word in baie gevalle verklein indien die beskikbare spasie te min is. Hierdie areas vorm egter 'n baie belangrike deel van die uitleg. Die stoor areas moet so geplaas wees dat dit nie vervoer en hantering van produkte bemoeilik nie en ook nie die uitvoer van ander take belemmer nie. Die manier waarop produkte gestoor word sal ook 'n groot effek op die benodigde stoor area hê. Materiaal moet so gestoor word dat die hantering daarvan nie bemoeilik word nie.

2.9.7.3. Ligging

Alhoewel die mening mag bestaan dat die ligging van 'n fasiliteit slegs in ag geneem word by die ontwerp van 'n nuwe fasiliteit, is dit ook 'n belangrike aspek by die heruitleg van 'n bestaande fasiliteit. Natuurlike lig wat die gebou binnedring moet in ag geneem word wanneer na die posisie van afdelings binne die fasiliteit gekyk word. Heersende winde moet in ag geneem word aangesien

dit skadelike stowwe vanaf een afdeling na 'n volgende kan versprei. Toegang na en van die ontvangste en versendings areas kan ook beïnvloed word deur die ligging van die fasiliteit.

2.9.7.4. Personeel behoeftes

Die plasing van ingange na die fasiliteit moet in ag geneem word. Daar moet voldoende ruimte wees om die fasiliteit vinnig en veilig te ontruim in 'n noodgeval.

Voorsiening moet ook gemaak word vir items soos water fonteine binne die fasiliteit.

Tompkins (1996 : 112) sê dat daar voorsiening gemaak moet word vir skakeling tussen die werker se werk- en nie-werk aktiwiteite. Belangrike nie-werk faktore sluit in parkeer areas vir voertuie en stoor areas vir persoonlike eiendom.

Voorsiening moet gemaak word vir parkeer areas vir werkers se motors. Die areas moet nie alleen voldoende parkering bied vir alle voertuie nie maar moet ook die veiligheid van die motors in ag neem en beskerming bied teen diefstal en omgewings faktore.

Die grootte van eetplekke en aantrek geriewe moet voldoen aan die neergelegde standarde. Hierdie fasiliteite moet ook so geplaas word dat die minimum tyd verlore gaan a.g.v. beweging tussen dit en die werkplek. Volgens Tompkins (1996 : 118) moet hierdie fasiliteite geplaas word tussen die werker se ingang na die fasiliteit en sy werkplek.

Toilet geriewe moet so geplaas word dat dit maklik bereikbaar is vanaf enige werkplek in die fasiliteit. Tompkins (1996 : 119) noem dat kleiner gedentraliseerde fasiliteite gewoonlik beter werk as groot gesentraliseerde fasiliteite.

Geriewe vir die verskaffing van voedsel moet in ag geneem word. Hierdie geriewe mag wissel van die voorsiening van 'n volle maal vir 'n aansit ete tot 'n kafeteria wat slegs basiese voedsel soos bv. pasteie, brood, lekkers en koeldrank verskaf tot 'n muntoutomaat.

2.9.7.5. Gebou eienskappe

Sekere aspekte van 'n fasiliteit kan verander word. Krag, lug en water punte kan geskuif word na waar dit in die nuwe uitleg benodig word. Uitsuig waaiers kan vermeerder word of in areas geplaas

word waar dit noodsaaklik is. Indien nodig kan nuwe toegange gemaak word om toegang na sekere areas te vergemaklik.

2.9.7.6. Hulpmiddels

Die plasing van administratiewe en toesighoudende personeel kan 'n invloed hê op die uitleg. Daar moet gepoog word om toesighoudende personeel so na as moontlik aan die werksarea te plaas. Die plasing van ander belangrike areas, bv. gereedskapstoor en noodhulp kamer, moet ook in ag geneem word.

2.9.7.7. Kontrole en prosedure

Enige voordele wat 'n spesifieke uitleg mag inhou kan heeltemal geneutraliseer word indien praktiese en logiese bedryfs prosedure nie gevolg word nie. Die vloei van afval materiaal en produksie dokumente moet inpas by die uitleg ten einde 'n effektiewe werking van die fasiliteit as 'n geheel te verseker.

2.9.8. Stap 8 - Praktiese beperkings

Sekere eienskappe van 'n fasiliteit, bv. dakhoogte, lasdra vermoë van vloer en posisie van pilare, is vas en kan nie verander word nie. Die uitleg moet dus aangepas word om hierdie beperkings in ag te neem en probleme rondom dit te bowe te kom. Vir elke moontlike uitleg kan 'n lys van praktiese beperkings opgestel word wat die effektiewe werking van die fasiliteit sal beïnvloed. Deur hierdie beperkings te ontleed kan sekere uitleg opsies heeltemal uitgeskakel word. Sodoende kan daar slegs 'n paar alternatiewe uitlegte oorbly wat goeie resultate kan lewer.

2.9.9. Stap 9 - Evaluasie van alternatiewe

'n Aantal verskillende uitlegte kan vir 'n spesifieke fasiliteit toegepas word. Elkeen het egter voordele en nadele wat eie is aan die spesifieke uitleg. Die evaluasie proses behels volgens Tompkins (1996 : 662) die evaluasie van elke alternatiewe uitleg gemeet aan die kriteria wat opgestel is. Daar moet egter een uitleg gekies word wat die mees geskikte resultate lewer. Tompkins (1996 : 662) gee drie metodes waarvolgens die keuse tussen die verskillende opsies gemaak kan word nl. voordele teen nadele, faktor analise en ekonomiese oorwegings.

Deur die voordele en nadele van elke opsie te lys en met die ander opsies te vergelyk kan die opsie wat die beste voordele bied gekies word. Die metode is eenvoudig om te volg maar mag nie altyd maklik wees om te interpreteer wanneer 'n groot fasiliteit met heelwat voordele en nadele evalueer word nie.

Indien daar van koste vergelyking gebruik gemaak word moet daar onderskeid getref word tussen die kapitale uitgawe en bedryfs uitgawe van elke opsie. Alhoewel dit belangrik is om die koste van verskillende opsies te vergelyk mag dit gebeur dat die verskille tussen die opsies baie klein is. Daar is heelwat kwalitatiewe eienskappe wat met groter sukses vergelyk kan word.

Faktor analise maak gebruik van verskeie faktore wat belangrik geag word in die bepaling van die beste uitleg. Al hierdie faktore word neergeskryf en 'n gewig word aan elkeen gekoppel wat die relatiewe belangrikheid tot die ander faktore aandui. Die verskillende opsies word dan vir elk van die faktore vergelyk en 'n waarde vir elke opsie toegeken. 'n Totale aanslag kan dus vir elke opsie verkry word. Dit is belangrik dat elke faktor duidelik verstaanbaar is en dat meer as een faktor nie dieselfde betekenis het nie.

Muther (1961 : 10-7) maak gebruik van AEIOUX om die belangrikheid van 'n faktor vir elke opsie aan te dui. Na die evaluasie voltooi is kan die letters met numeriese waardes vervang word deur 'n vier te koppel aan A en dit te verminder tot nul vir U.

Volgens Muther (1961 : 10-10) kan die evaluasie deur slegs een persoon of 'n groep persone gedoen word. Daar is voordele verbonde aan die groep evaluasie. Indien die persone betrokke by die fasiliteit betrek word en daar eenstemmigheid in die groep is het die uitleg homself reeds verkoop. Elke persoon kan die evaluasie op sy eie doen en dit kan dan saamgevoeg word of slegs een evaluasie kan gedoen word d.m.v. gesamentlike besluitneming. Die koste vergelyking kan as een van die faktore in die evaluasie gebruik word.

Tompkins (1996 : 664) waarsku dat daar gewaak moet word op die voorkoms van 'n faktor met 'n hoë gewig wat die ander faktore beïnvloed en sodoende 'n skewe beeld van die verskillende opsies kan lewer.

2.9.10. Stap 10 – Detail werksarea uitleg

Nadat die finale uitleg gekies is moet detail beplanning van die werksareas binne die fasiliteit gedoen word. Muther (1961 : 11-1) beskou hierdie beplanning as fase drie van die sistematiese uitleg proses.

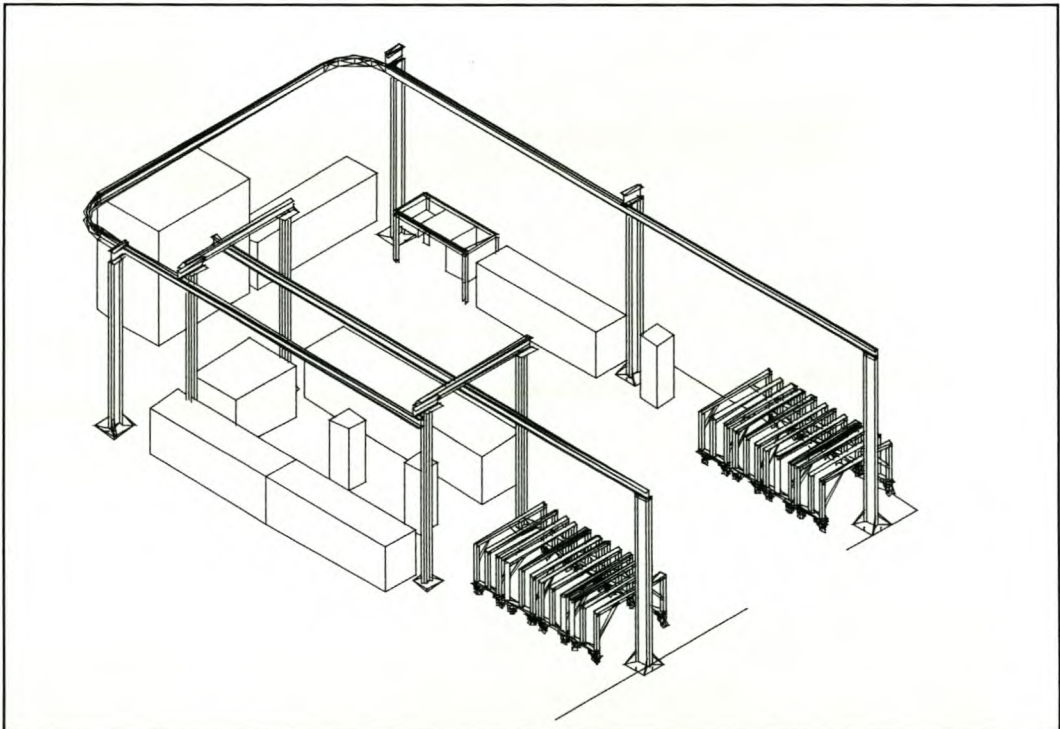
Dieselfde proses wat gevolg was vir die uitleg van die fasiliteit word nou toegepas op elke werksarea. Strenger beperkings is egter hier van toepassing as tydens fase twee aangesien die spasie beskikbaar reeds bepaal is.

Deur gebruik te maak van CAD programme kan elke item wat binne 'n werksarea voorkom in detail en op skaal geteken word. 'n Groot verskeidenheid rekenaar programme is beskikbaar waarmee twee- of driedimensionele tekeninge van toerusting gemaak kan word. Hierdie getekende voorwerpe kan nou binne die toegelate areas vir elke werksarea geplaas word. Indien driedimensionele tekeninge gebruik word kan 'n baie realistiese beeld van elke werksarea verkry word. Stoorspasiae en beweegruimte binne elke werksarea is ook duidelik sigbaar en kan maklik verander of aangepas word.

Indien nuwe toerusting vervaardig moet word, bv. werksbanke en staanders, kan hierdie tekeninge gebruik word tydens die vervaardigingsproses.

Die finale uitleg tekeninge wat tydens hierdie stap gemaak word sal gebruik word tydens die implementerings fase van die projek. Dit is dus belangrik dat baie aandag gegee word aan detail.

'n Voorbeeld van 'n detail driedimensionele uitleg van 'n werksarea word getoon in figuur 17.



Figuur 17 : Detail uitleg van werksarea

3. TOEPASSING

3.1. INLEIDING

Die sistematiese uitleg proses wat deur Muther (1961) ontwikkel was bied 'n logiese en sistematiese manier om die uitleg van 'n fasiliteit te beplan. Al die faktore wat 'n invloed het op die uitleg beplannings proses word stelselmatig ondersoek, ontleed en in berekening gebring. Die proses bestaan uit vier fases waarvan veral fase twee, algemene uitleg, in detail behandel sal word.

Ten einde 'n detail uitleg van elke sel binne die fasiliteit te doen moet die probleme en tekortkominge van die huidige fasiliteit krities ondersoek word. Deur die huidige probleme te verstaan kan die uitleg so aangepas word dat soortgelyke probleme in die nuwe fasiliteit uitgeskakel word. 'n Kritiese bespreking van die huidige fasiliteit word aangeheg as Bylae G. Hierdie bespreking word gedoen om die probleme en tekortkominge wat ondervind word met die huidige fasiliteit te begryp. Verbeterings voorstelle word egter nie op 'n detail vlak vir elke sel gedoen nie.

3.2. LIGGING (Fase 1)

Die fasiliteits uitleg proses sal toegepas word op 'n bestaande fasiliteit. Die diesel lokomotief instandhoudings fasiliteit by Swartkops in Port Elizabeth is deur bestuur geïdentifiseer as die ligging van die herbou fasiliteit vir General Electric diesel enjins en hul verwante komponente.

3.3. ALGEMENE UITLEG (Fase 2)

3.3.1. Stap 0 - P-V Analise

Die fasiliteit by Swartkops sal verantwoordelik wees vir die herbou van diesel enjins sowel as komponente wat op die enjin voorkom soos bv. waterpompe en oliepompe. Die komponente wat herbou word bestaan uit twee groepe, nl. komponente wat herbou word vir gebruik in Spoornet lokomotiewe en komponente wat herbou word vir ander instansies. Hierdie instansies sluit hoofsaaklik myne in Suid Afrika sowel as in die buiteland in asook spoorweë van ander Afrika lande.

Die volume van Spoornet komponente wat op 'n geskeduleerde basis uitgeruil word kan verkry word vanaf die medium- tot lang termyn instandhoudings planne. Ongeskeduleerde komponent herbou behoeftes kan verkry word deur na die ongeskeduleerde uitruil van hierdie komponente by die drie hoof depots te kyk. Die hoeveelhede van komponente wat herbou word vir ander instansies buite

Spoornet kan bepaal word deur na die volume vir die afgelope paar jaar te kyk. Dit is ook die fasiliteit se oogmerk om, nadat dit in werking is, meer werk vanuit die buiteland te verkry.

Die komponente wat herbou moet word in die fasiliteit word in tabel 1 getoon. Die hoeveelhede benodig vir beide 'n 8- en 12 silinder enjin word getoon. Kolum vier toon die uitruil siklus van elke komponent. 'n Enjin word elke 12 jaar uit die lokomotief verwyder en totaal herbou. Halfpad deur die enjin lewe, d.w.s. op ses jaar, word die silinders en suierstange verwyder en vervang met nuwe silinders en herboude suierstange. Hierdie operasie staan bekend as 'n silinder uitruil.

Tabel 1 : Komponente wat by Swartkops herbou moet word

	8-sil	12-sil	Siklus (jaar)
Enjin	1	1	12
Waterpomp	1	1	Saam met enjin
Oliepomp	1	1	Saam met enjin
Turbo	1	1	Saam met enjin, andersins GE tipe 4.5 en Elliot tipe 1.5
Uitlaat pyp	1	1	Saam met enjin
Hoëdruk brandstof pomp	8	12	Saam met enjin asook saam met silinder uitruil
Brandstof inspuiter	8	12	Saam met enjin asook saam met silinder uitruil
Reëlaar	1	1	Saam met enjin
Oorspoed reëlaar	1	1	Saam met enjin
Reëlaar ratkas	1	1	Saam met enjin
Laedruk brandstofpomp	1	1	Saam met enjin asook saam met silinder uitruil
Brandstofpomp motor	1	1	Saam met enjin en daarna elke 3 jaar
Hulp generator	1	1	Saam met enjin asook saam met silinder uitruil
Opwekker ("Exciter)	1	1	Saam met enjin asook saam met silinder uitruil
Hoof generator/alternator	1	1	Saam met enjin
Kragaftakker (PTO)	1	1	Saam met enjin
Geartikuleerde suierstang	4	6	Saam met enjin asook saam met silinder uitruil
Hoof suierstang	4	6	Saam met enjin asook saam met silinder uitruil
Oliedruk reguleer klep	1	1	Saam met enjin
Suier	8	12	Saam met enjin asook saam met silinder uitruil
Nokas	2	2	Saam met enjin
Nokroller	24	36	Saam met enjin asook saam met silinder uitruil
Krukas	1	1	Saam met enjin
Tussenkoeler	2	2	Saam met enjin
Krukkas oordruk toestel	1	1	Saam met enjin en daarna elke 3 jaar

Aangesien die datums waarop die enjins oorgedoen moet word vanaf die instandhoudings plan verkry kan word kan die hoeveelheid komponente wat tydens 'n enjin herbou asook 'n silinder uitruil benodig word bepaal word. Die ander komponente wat tussen enjin herbouings uitgeruil word kan ook bepaal word.

Indien die hoeveelheid komponente wat a.g.v. ongeskeduleerde uitruile by hierdie syfers vir geskeduleerde uitruile getel word kan die totale aantal komponente benodig bepaal word. Hierdie syfers word in tabel 2 getoon. Die syfers wat in tabel 2 verskyn neem aan dat die instandhoudings plan so opgestel word dat dit poog om die werkslas eweredig oor 'n aantal jare te versprei. Dit sal

verseker dat produksie konstant kan wees en dat daar nie 'n groot variasie is in die aantal enjins wat herbou word van een jaar tot 'n volgende nie.

Daar was gemiddeld tussen vier en vyf volledige enjins herbou vir kliënte buite Spoornet gedurende die afgelope drie jaar. Gedurende 1999 was ses enjins volledig herbou. Komponente soos bv. suierstange en hoëdruk brandstofpompe word ook vir kliënte buite Spoornet herbou. Die verwagte volume van komponente wat vir dié kliënte herstel sal word, word ook in tabel 2 getoon.

Tabel 2 : Volume van komponente wat herbou moet word

	Totaal/week afgerond	TOTAAL/week	TOTAAL/jaar	EKST. Kliënte	Geskeduleerd				Ongeskeduleerd			
					SWS	GMR	BLE	TOT	SWS	GMR	BLE	TOT
Enjin 12 silinder	1	0.9	49	7	20	10	6	36	4	1	1	6
Enjin 8 silinder	1	0.6	30	2	5	12	8	25	1	1	1	3
Waterpomp	3	2.6	133	9	25	22	14	61	26	35	2	63
Silinders uitruil 12 sil	1	0.7	36	0	20	10	6	36	0	0	0	0
Silinders uitruil 8 sil	1	0.5	25	0	5	12	8	25	0	0	0	0
Oliepomp	2	1.5	80	9	25	22	14	61	5	2	3	10
Turbo	8	7.9	412	9	120	151	81	352	15	26	10	51
Uitlaatpyp	3	2.5	130	9	50	44	14	108	6	5	2	13
Hoëdruk brandstofpomp	28	27.8	1444	100	560	432	272	1264	36	28	16	80
Brandstof inspuiter	33	32.5	1692	100	560	621	315	1496	36	36	24	96
Reëlaar	2	1.8	95	10	25	22	14	61	10	13	2	25
Oorspoed reëlaar	2	1.6	82	9	25	22	14	61	6	4	2	12
Reëlaar ratkas	2	1.5	80	9	25	22	14	61	5	2	2	10
Laedruk brandstofpomp	2	1.7	90	9	25	22	14	61	16	2	2	20
Brandstofpomp motor	5	4.6	240	9	70	84	45	199	6	23	3	32
Hulp generator	3	2.8	145	9	50	44	28	122	6	6	2	14
Opwekker ("Exciter")	4	3.3	172	9	50	44	28	122	6	4	2	12
Hoof generator met ratkas	2	1.6	84	9	25	22	14	61	6	3	5	14
Kragaftakker (PTO)	2	1.6	81	9	25	22	14	61	5	3	3	11
Geartikuleerde suierstang	15	14.7	766	50	280	216	136	632	36	24	24	84
Hoof suierstang	15	15	778	50	280	216	136	632	36	36	24	96
Oliedruk reguleer klep	3	2.9	153	9	50	50	30	130	6	6	2	14
Suier	30	29.7	1544	100	560	432	272	1264	72	60	48	180
Nokas	3	3	160	18	50	44	28	122	10	4	6	20
Nokroller	80	80	4166	274	1680	1296	816	3792	36	36	24	96
Krukas	2	1.5	79	9	25	22	14	61	5	2	2	9
Tussenkoeler	4	3.4	177	9	50	44	28	122	12	15	10	37
Krukas oordruk toestel	5	4.4	227	9	70	80	45	195	10	10	3	23
Inspeksie deksels/water-brandstof pype	3	2.6	133	9	25	22	14	61	0	0	0	0

Bo en behalwe die komponente in tabel 2 is daar 'n verskeidenheid kleiner items wat ook tydens die enjin herbou proses verwyder, skoongemaak, herstel en terug gesit word op die enjin. Tipiese voorbeelde hiervan is die brandstof pype, lug inlaat pype en water toevoer en afvoer pype. Die volume van hierdie items is direk eweredig aan die aantal enjins wat herbou word.

Alhoewel beide die geskeduleerde en ongeskeduleerde hoeveelhede mag wissel is die syfers soos getoon in tabel 2 'n goeie weergawe van die werk wat gedurende 'n een jaar periode gedoen moet word. Die aantal komponente wat herbou moet word per jaar kan deur 52 gedeel word om die weeklikse behoefte te verkry. Hierdie syfer word na 'n heelgetal omgeskakel en word getoon in tabel 2.

Sommige van die komponente mag verskil tussen verskillende klasse van lokomotiewe. Hierdie verskille is in die algemeen so klein dat dit nie die herbou proses enigsins verander nie. Vir die doel van die fasiliteits uitleg sal hierdie komponente as een tipe beskou word.

Spoornet maak gebruik van SAP sagteware vir die beplanning en beheer van instandhoudings take. Die SAP stelsel maak voorsiening vir die opstel van materiaal lyste (BOM's). Indien hierdie BOM's akkuraat en logies opgestel word kan die materiaal behoeftes vir die fasiliteit akkuraat bepaal word. Daar word ook voorsiening gemaak om die komponente wat op 'n enjin gepas word soos bv. die waterpomp en olieomp in die BOM in te sluit. 'n Bestelling op die SAP stelsel vir die herbou van elke komponent kan geskep word en die BOM vir die herbou van die spesifieke komponent kan daaraan geheg word. Indien die bestelling vroegtydig geskep word kan die hoeveelheid materiaal benodig vir 'n spesifieke periode verkry word.

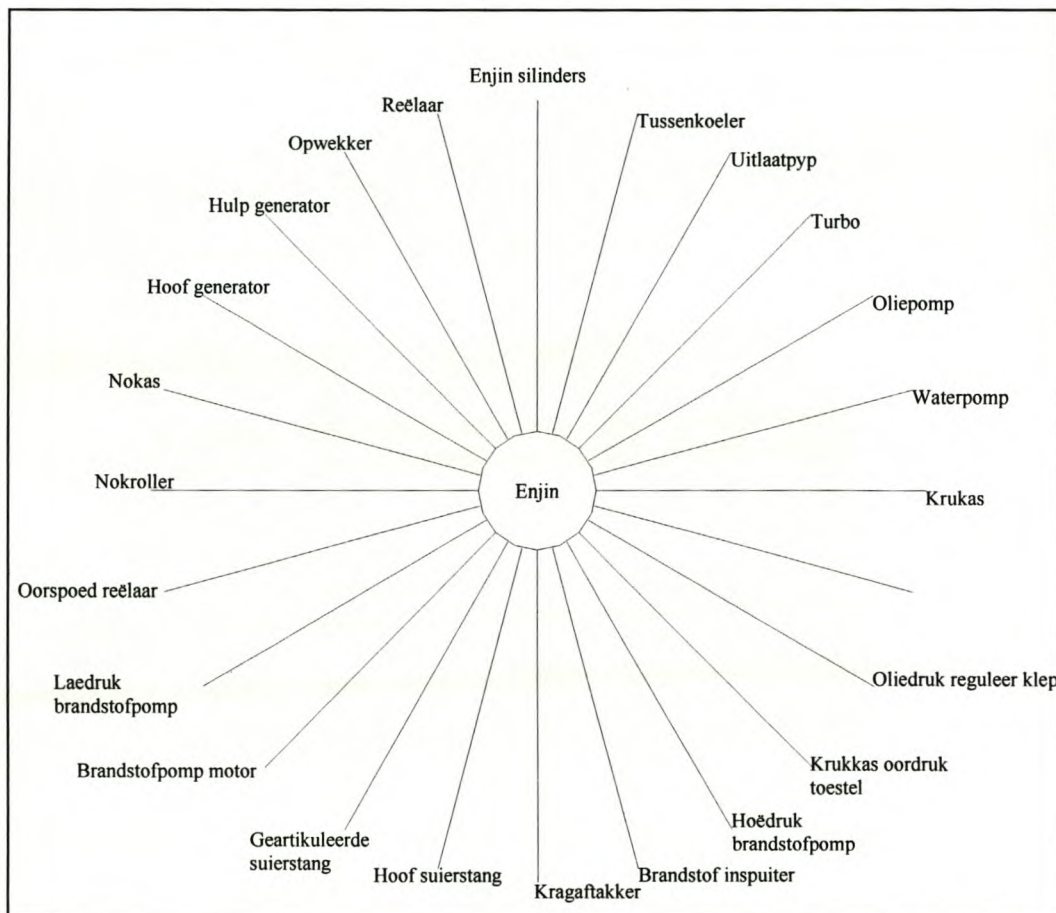
Die bestelling moet op so 'n tyd geskep word dat daar voldoende tyd is vir die materiaal met die langste leityd om in voorraad te wees wanneer dit benodig word. Indien al die bestellings vir die volgende finansiële jaar, 1 April – 31 Maart, reeds in September van die vorige jaar geskep word kan die detail begroting ook daaruit afgelei word.

3.3.2. Stap 1 - Vloei van Materiaal (Roete)

Deur na tabel 2 te kyk is dit duidelik dat die volume van komponente wat binne die fasiliteit vloei nie baie hoog is nie. Deur van doelgerigte vervoer trollies gebruik te maak kan die komponente maklik beweeg word.

Figuur 18 toon die samestellings diagram vir die enjin opbou proses. Al die komponente vloei na die enjin herbou area en word op die enjin blok gepas. Die opbou proses is hoofsaaklik die toevoeg van herboude komponente tot 'n basis. Figuur 18 kan ook gesien word as die samestellings diagram vir die aftakel van die enjin aangesien al die komponente vanaf die enjin verwyder word en daarvandaan na ander areas vloei.

Aangesien van die komponente wat herbou word van dieselfde toerusting gebruik maak, soortgelyke eienskappe het of in eenderse omgewings herbou moet word kan hierdie komponente saam gegropeer word vir herbou doeleindes. Die fasiliteit kan dus in selle opgedeel word wat elkeen 'n groep produkte herbou. Sodoende kan duplisering van duur toerusting en ander hulpbronne voorkom word. Tabel 3 toon die verskillende komponente asook die hulpbronne wat by elkeen van toepassing is.



Figuur 18 : Samestellings diagram vir enjin opbou proses

Tabel 3 : Aktiwiteit / hulpbron matriks

Aktiwiteit \ Hulpbron	Hulpbron																		
	Beheerde atmosfeer	DVE III	Druk toets apparaat	Elektriese toetsbank	Kommutator sny masjien	Magnaflux	Oond	Gelykrichter, inloop	Sandstraal	Skoonmaak tenk, Al	Skoonmaak tenk, Bosch	Skoonmaak tenk, Bosch, groot	Spesiale meet toerusting 1	Spesiale meet toerusting 2	Toerusting stand, 1	Toerusting stand, 2	Toetsbank	Vw	Was toerusting, filter
Brandstof inspuiter	1																1		1
Brandstofpomp																			1
Brandstofpomp motor				1															
Enjin blok												1							
Geartikuleerde suierstang		1				1							1		1				
Hoëdruk brandstofpomp	1																1		1
Hoof suierstang		1				1							1		1				
Hoofgenerator					1														
Hulp generator					1		1												
Kragaftakker (PTO)							1												
Krukas		1															1		
Krukkas inspeksie deksel										1									1
Krukkas oordruk toestel				1															
Lug inlaat										1									1
Nokas		1															1		
Nokasroller																			
Oliepan												1							
Oliedruk reguleer klep	1																		1
Oliepomp																			
Oorspoed reëlaar	1																1		1
Opwekker ("Exciter")					1		1												
Reëlaar	1																1		1
Reëlaar ratkas																			
Silinder inspeksie deksel										1									1
Suier		1				1							1		1				
Turbo									1		1								
Tussenkoeler			1																
Uitlaatpyp									1										
Verkoelings water afvoer pyp										1									1
Verkoelings water toevoer pyp																			1
Waterpomp							1												

Hierdie tabel kan so verander word dat komponente wat dieselfde hulpbronne gebruik saam gegroepeer word. Die gewysigde data word in tabel 4 getoon. Uit hierdie tabel kan sekere groepe komponente wat vir herbou doeleindes saam gegroepeer word duidelik geïdentifiseer word. Van die komponente wat nie ooglopend by 'n groep inval nie kan ingedeel word by 'n groep a.g.v. soortgelyke herbou metodes.

Tabel 4 : Verwerkte aktiwiteit / hulpbron matriks

Aktiwiteit \ Hulpbron	Hulpbron																			
	oond	toerusting stand, 2	DVE III	magnaflex	toerusting stand, 1	spesmeete toerusting 1	spesmeete toerusting 2	beheerde atmosfeer	was toerusting, filter	toetsbank	kom sny masjien	rectifier, inloop	sand blaas	skoonmaak tenk, Bosch	elek toetsbank	druk toets app.	skoonmaak tenk, Al	VW	skoonmaak tenk, Bosch, gr	
Waterpomp	1																			
Oliepomp																				
Kragaftakker (PTO)	1																			
Nokas		1	1																	
Krukas		1	1																	
Geartikuleerde suierstang			1	1	1	1														
Hoof suierstang			1	1	1	1														
Suier			1	1	1	1														
Hoëdruk brandstofpomp								1	1	1										
Brandstof inspuiter								1	1	1										
Reëlaar								1	1	1										
Oorspoed reëlaar								1	1	1										
Brandstofpomp									1											
Oliedruk reguleer klep								1	1											
Hulp generator											1	1								
Opwekker ("Exciter")											1	1								
Hoofgenerator											1									
Turbo													1	1						
Uitlaatpyp													1							
Brandstofpomp motor															1					
Krukas oordruk toestel																1				
Tussenkoeler																	1			
Nokasroller																				
Reëlaar ratkas																				
Verkoelings water toevoer pyp																				1
Verkoelings water afvoer pyp																			1	1
Lug inlaat																			1	1
Krukas inspeksie deksel																			1	1
Silinder inspeksie deksel																			1	1
Enjin blok																				1
Oliepan																				1

Die data in tabel 4 kan verwerk word en elke komponent kan ingedeel word by 'n herbou sel. Tabel 5 toon hierdie selle met die komponente wat in elkeen herbou kan word. Die reëlaar ratkas en nokasroller het nie spesifieke eienskappe waarvolgens hulle saam groepeer kan word nie. Hulle sal egter in een sel geplaas word. Aangesien die metode van herbou vir die oliepomp ooreenstem met dié van die waterpomp en kragaftakker sal hierdie drie komponente saam in 'n sel geplaas word.

Tabel 5 : Sel indeling

Sel	Komponent
Sel A	Waterpomp
	Oliepomp
	Kragaftakker (PTO)
Sel B	Geartikuleerde suierstang
	Hoof suierstang
	Suier
Sel C	Hoëdruk brandstofpomp
	Brandstof inspuiter
	Reëlbaar
	Oorspoed reëlbaar
	Brandstofpomp
	Oliedruk reguleer klep
Sel D	Hulp generator
	Opwekker ("Exciter")
	Hoofgenerator
Sel E	Turbo
	Uitlaatpyp
Sel F	Brandstofpomp motor
	Krukkas oordruk toestel
Sel G	Nokas
	Krukas
Sel H	Tussenkoeler
Sel I	Nokasroller
	Reëlbaar ratkas
Sel J	Verkoelings water toevoer/afvoer pyp
	Lug inlaat
	Krukkas inspeksie deksel
	Silinder inspeksie deksel
Sel K	Enjin blok
	Oliepan
Sel L	Hou stoor
Sel M	Skoonmaak area
Sel N	Materiaal stoor

Drie ander areas wat ook as selle geklassifiseer kan word vir die uitleg proses is die hou stoor, skoonmaak area en materiaal stoor. Hulle sal as selle L, M en N onderskeidelik genoem word.

Die funksie van die hou stoor is om die vloei van alle komponente, herbou of nie herbou, te beheer. Komponente wat herstel moet word kan die hou stoor op drie maniere bereik, nl. vanaf ander depots, vanaf die enjin aftakel area of vanaf die lokomotief herstel area. Herboude komponente kan weer na een van hierdie drie areas vloei. Alle komponente wat by die Swartkops herbou fasiliteit herbou word en na ander depots versprei sal word sal dus deur die hou stoor vloei. Sommige komponente wat vanaf 'n enjin verwyder word en nie na ander depots versprei sal word nie sal nie noodwendig deur die hou stoor vloei nie. Tipiese voorbeelde hiervan is die inspeksie deksels, water pype, brandstof pype en nokasse.

Soos gesien kan word uit figuur 18 vloei die komponente na die enjin blok en word daarop gepas. Geen ander operasies vind plaas tydens die herbou proses nie. Die proses is basies die toevoeg van komponente tot 'n kern komponent.

Tabel 6 gee 'n van-na diagram wat die weeklikse volume vloei van komponente tussen die verskillende selle aandui. Die syfers in die tabel stel eenhede voor wat beweeg en nie noodwendig vragte nie. Die eenhede kan as 'n enkel komponent of in groepe beweeg word. Die grootte van die vrag wat beweeg word sal bepaal word deur die aanvraag vir die spesifieke komponent.

Tabel 6 : Van – na diagram

Sel	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
B	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0
C	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0
D	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	9	0
E	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	11	0
F	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	10	0
G	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	5	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	4	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	82	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	0	2
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	4
L	7	60	70	9	11	10	0	4	82	0	0	-	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	-

3.3.3. Mannekrag

Die werksmag bestaan hoofsaaklik uit twee groepe, nl. ambagsmanne en vakwerkers. Die ambagsmanne is verder onderverdeel in drie vlakke en die vakwerkers in vier. Daar bestaan 'n meester aktiwiteits handleiding waarin elke funksie wat deur 'n werker op 'n lokomotief of komponent van 'n lokomotief verrig kan word gekoppel word aan 'n spesifieke vlak van werker. 'n Werker mag werk verrig wat aan sy vlak toegeken is of aan 'n vlak onder hom. Hy mag egter nie werk verrig wat in 'n hoër vlak val nie. Die verskillende vlakke van werkers word getoon in tabel 7 van hoogste na laagste vlak.

Die tyd vir die herstel van elke tipe komponent word bepaal deur die gemiddelde werklike tyd te neem wat deur die personeel teen elke operasie geboek word. Hierdie tyd word gereeld aangepas namate meer inligting beskikbaar word en is voldoende vir beplannings doeleindes.

Tabel 7 : Vlakke van werkers

Ambagsman vlak III (D/E III)
Ambagsman vlak II (D/E II)
Ambagsman vlak I (D/E I)
Vakwerker vlak IV (V/W IV)
Vakwerker vlak III (V/W III)
Vakwerker vlak II (V/W II)
Vakwerker vlak I (V/W I)

Indien die aantal komponente wat per week herbou word, tabel 2, vermenigvuldig word met die tyd wat dit neem om elke komponent te herbou, word die totale aantal ure benodig per komponent per week verkry. Hierdie tye word getoon in tabel 8. Die aantal beskikbare produktiewe ure per werker per week word verkry deur die totale werks ure te neem en die onproduktiewe tye daarvan af te trek. Wanneer die ure benodig per komponent per week gedeel word deur die aantal beskikbare produktiewe ure per werker per week word die aantal werkers benodig vir elke komponent verkry.

Die aantal beskikbare produktiewe ure per werker per week is as volg :

Tee tyd	(2 x 10 minute x 5 dae)	:	100 minute	per week
Hande was tyd	(1 x 10 minute x 5 dae)	:	50 minute	per week
Groen area	(1 x 15 minute x 5 dae)	:	75 minute	per week
Persoonlik	(1 x 15 minute x 5 dae)	:	<u>75 minute</u>	<u>per week</u>
Totale onproduktiewe tyd		:	300 minute (5 ure)	per week
Totale ure beskikbaar per werker per week		:	42	ure per week
Totale onproduktiewe tyd		:	<u>5</u>	<u>ure per week</u>
Beskikbare produktiewe ure		:	37	ure per week

Deur die aantal ure benodig vir elke vlak per sel bymekaar te tel kan die personeel behoefte vir elke sel bepaal word. Hierdie behoefte word getoon in tabel 9. Die eerste ry gee die aantal ure benodig per vlak per sel terwyl die tweede ry die aantal personeel gee.

Tabel 8 : Tyd benodig per komponent

SEL	KOMPONENT	AKTIWITEIT	VLAK	GRAAD	/WEEK	EENH. TYD	TOT. TYD
K	Enjin 12 silinder	Aftakel		2 D/E	1	20	20
				4 V/W	1	18	18
				1 V/W	1	37	37
K	Enjin 8 silinder	Aftakel		2 D/E	1	18	18
				4 V/W	1	14	14
				1 V/W	1	37	37
K	Silinder	Voorberei		2 D/E	1	62	62
				1 V/W	1	37	37
				4 V/W	30	0.15	4.5
A	Waterpomp	Aftakel		2 V/W	3	2	6
A	Oliepomp	Aftakel		1 D/E	3	4	12
				2 V/W	2	2	4
A	Kragaftakker (PTO)	Aftakel		1 D/E	2	3	6
				2 V/W	2	1	2
				1 D/E	2	3	6
B	Suierstang & suier	Aftakel		1 V/W	1	37	37
				4 V/W	30	0.6	18
				3 D/E	15	2	30
B	Hoof suierstang	Herbou		3 D/E	15	0.75	11.25
B	Geartikuleerde suierstang	Herbou		3 D/E	15	0.6	18
B	Suier	Herbou		1 D/E	30	0.6	18
C	Hoëdruk brandstofpomp	Aftakel/herbou/kalibreer		1 V/W	1	37	37
				1 D/E	28	3	84
				1 D/E	33	0.5	16.5
C	Inspuiter	Aftakel/herbou		1 D/E	2	25	50
C	Reëlaar	Aftakel/herbou/toets		3 D/E	2	4	8
C	Oorspoed reëlaar	Aftakel/herbou/toets		3 D/E	2	1	2
C	Laedruk brandstofpomp	Aftakel/herbou		1 D/E	2	1	2
C	Oliedruk reguleer klep	Aftakel/herbou/toets		1 V/W	1	37	37
				1 D/E	3	1	3
				3 V/W	3	2	6
D	Hulp generator	Aftakel		2 D/E	3	9	27
				3 V/W	4	2	8
D	Opwekker	Aftakel		2 D/E	4	9	36
				3 V/W	2	7	14
D	Hoof generator met ratkas	Aftakel		2 D/E	2	42	84
				1 V/W	1	37	37
				3 V/W	2	7	14
E	Turbo	Aftakel/herbou		2 D/E	8	12	96
E	Uitlaatpyp	Aftakel		2 V/W	3	3	9
				1 D/E	3	5	15
				1 V/W	2	37	74
F	Brandstofpomp motor	Aftakel/herbou		2 D/E	5	3	15
F	Krukkas oordruk toestel	Aftakel/herbou		2 D/E	5	2	10
G	Nokas	Aftakel/herbou		1 D/E	3	2	6
G	Krukas	Ondersoek		3 D/E	2	4	8
H	Tussenkoeler	Aftakel		2 V/W	4	1	4
				1 D/E	4	4	16
I	Reëlaar ratkas	Aftakel/herbou		1 D/E	2	3	6
I	Nokas rollers	Aftakel/herbou		1 D/E	80	0.2	16
J	Water/brandstof/lug pype	Aftakel/herbou		4 V/W	2	5	10
J	Brandstof stange	Aftakel		4 V/W	2	2	4
				1 D/E	2	5	10
J	Inspeksiedeksels	Aftakel/herbou		4 V/W	20	0.6	12
				1 V/W	2	37	74

Tabel 9 : Personeel behoefte per sel

SEL		D/E I	D/E II	D/E III	V/W I	V/W II	V/W III	V/W IIII
A	URE	24.0	0.0	0.0	37.0	12.0	0.0	0.0
	AANTAL	0.6	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0
B	URE	18.0	0.0	41.3	37.0	0.0	0.0	18.0
	AANTAL	0.5	0.0	1.1	1.0	0.0	0.0	0.5
C	URE	105.5	0.0	58.0	37.0	0.0	0.0	0.0
	AANTAL	2.9	0.0	1.6	1.0	0.0	0.0	0.0
D	URE	0.0	147.0	0.0	37.0	0.0	28.0	0.0
	AANTAL	0.0	4.0	0.0	1.0	0.0	0.8	0.0
E	URE	15.0	96.0	0.0	74.0	9.0	0.0	0.0
	AANTAL	0.4	2.6	0.0	2.0	0.2	0.0	0.0
F	URE	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AANTAL	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G	URE	6.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	AANTAL	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
H	URE	16.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0
	AANTAL	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
I	URE	22.0	0.0	0.0	37.0	0.0	0.0	0.0
	AANTAL	0.6	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
J	URE	10.0	0.0	0.0	74.0	0.0	0.0	26.0
	AANTAL	0.3	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.7
K	URE	0.0	170.0	0.0	148.0	0.0	0.0	36.5
	AANTAL	0.0	4.6	0.0	4.0	0.0	0.0	1.0

Soos gesien kan word in tabel 9 is daar selle wat personeel nie baie produktief sal aanwend nie. Van die selle kan saamgevoeg word ten einde die benutting van ure te verbeter. Selle I en G kan gekombineer word om 'n enkele sel te vorm met 'n hoër benutting van personeel. Hierdie gekombineerde sel het 'n baie klein aanvraag vir 'n D/E III. In sel B is daar 'n aanvraag vir net meer as een D/E III. Indien die behoefte vir 'n D/E III in sel B verander word na twee kan die ekstra kapasiteit gebruik word om in die aanvraag van sel G te voldoen.

Die waardes in tabel 9 word afgerond na die volgende grootste heelgetal om die totale personeel behoefte te verkry. Daar moet in gedagte gehou word dat personeel binne een sel in 'n ander sel kan werk indien die behoefte ontstaan. Daar is surplus mannekrag in meeste van die selle. Dit sal benut word namate die fasiliteit, nadat dit goed gevestig is, meer werk vanaf ander instansies verkry.

Tabel 10 toon die personeel getalle per sel nadat die waardes in tabel 9 afgerond is. Sel I val weg en dit word by sel G gevoeg.

Behalwe die personeel wat direk betrokke is by produksie word addisionele personeel benodig vir ondersteunings funksies. Die aantal personeel wat benodig word vir hierdie funksies word in tabel 11 getoon en is bereken deur van die huidige sterkte gebruik te maak en dit aan te pas.

Tabel 10 : Personeel behoefte per sel (afgerond)

SEL	D/E I	D/E II	D/E III	V/W I	V/W II	V/W III	V/W IIII	TOTAAL
A	1	0	0	1	1	0	0	3
B	1	0	2	1	0	0	1	5
C	3	0	2	1	0	0	0	6
D	0	4	0	1	0	1	0	6
E	1	3	0	2	1	0	0	7
F	0	1	0	0	0	0	0	1
G	1	0	1	1	0	0	0	3
H	1	0	0	0	1	0	0	2
J	1	0	0	2	0	0	1	4
K	1	5	0	4	0	0	1	11
TOTAAL	10	13	5	13	3	1	3	48

Tabel 11 : Personeel vir ondersteunings funksies

Funksie	Vlak	Beskrywing	Aantal	Ure/week	Totale ure
Gereedskap stoor	2	V/W	1	37	37
	2	D/E	1	37	37
	1	V/W	1	37	37
Hystoerusting	2	D/E	1	37	37
Verfwerk	2	V/W	1	37	37
Druklug/stoom	3	V/W	1	37	37
Vurkhyser	2	V/W	1	37	37
Sweiswerk	1	Sweiser	1	37	37
	1	V/W	1	37	37
Draaiwerk	1	Draaier	1	37	37
Houtwerk	1	Skrynwerker	1	37	37
Enjin inloop	3	D/E	1	37	37
	1	D/E	1	37	37
Skoonmaak(Bosch tenk)	2	V/W	1	37	37
	1	V/W	2	37	74
Materiaal/komponent verskaffer	4	V/W	2	37	74

Daar word gepoog dat elke toesighouer tussen 12 en 20 persone onder sy beheer het. Die aantal personeel in tabelle 10 en 11 is 66. Indien hierdie personeel gelyk verdeel word tussen vyf toesighouers sal elkeen 13 personeel onder sy beheer hê. Die toesighouers sal aan 'n produksie bestuurder rapporteer wat in beheer staan van die werkswinkel. Die indeling van personeel by die toesighouers word in tabel 12 getoon.

Die personeel benodighede in tabelle 10 en 11 maak nog nie voorsiening vir afwesigheid a.g.v. siekte en verlof nie. 'n Hoeveelheid van 20 % word toegelaat hiervoor. Tabel 13 gee 'n opsomming van die totale hoeveelheid personeel vir die fasiliteit in elke vlak. Die hoeveelheid in die derde kolom maak voorsiening vir 20% afwesigheid a.g.v. siekte en verlof en die totaal vir elke vlak word gegee in kolom vier.

Tabel 12 : Indeling van personeel

Toesighouer 1		Toesighouer 2		Toesighouer 3		Toesighouer 4		Toesighouer 5	
Beskrywing	Aantal	Beskrywing	Aantal	Beskrywing	Aantal	Beskrywing	Aantal	Beskrywing	Aantal
Sel K	11	Gereedskap stoor	3	Sel D	6	Sel C	6	Sel A	3
Sel B	5	Hys toerusting	1	Sel F	1	Sel E	7	Sel G	3
		Verfwerk	1	Enjin inloop	2			Sel H	2
		Drukklug/stoom	1					Sel J	4
		Vurkhyser	1						
		Sweiser	2						
		Draaier	1						
		Skrynwerker	1						
		Skoonmaak	2						
		Materiaal verskaffer	2						

16

16

9

13

12

Tabel 13 : Totale personeel behoefte vir fasiliteit

Beskrywing	Aantal	Addisioneel	Totaal
D/E I	11	2	13
D/E II	15	3	18
D/E III	6	2	8
V/W I	17	4	21
V/W II	7	2	9
V/W III	2	0	2
V/W IV	5	1	6
Sweiser	1	0	1
Draaier	1	0	1
Skrynwerker	1	0	1
Toesighouer	5	0	5
Produksie bestuurder	1	0	1
TOTAAL	72	14	86

3.3.4. Stap 2 - Aktiwiteit verhoudings

Die belangrike aktiwiteite in die fasiliteit word in tabel 15 getoon. Met 'n aktiwiteit word nie net na 'n operasie verwys nie maar ook na 'n afdeling, area, gebou, gebou eienskap, groep toerusting ens.

'n Waarde word aan elke verhouding tussen twee aktiwiteite toegeken om die graad van belangrikheid aan te dui. Verder word 'n kode aan elke waarde gekoppel om die rede vir die toeken van die spesifieke waarde aan te dui. Meer as een kode kan aan elke waarde gekoppel word. Die betekenis van die waardes en kodes wat gebruik word, word in tabel 14 getoon.

Tabel 14 : Waardes en kodes

Waarde	Verhouding
A	Nabyheid absoluut noodsaaklik
E	Nabyheid baie belangrik
I	Nabyheid belangrik
O	Redelike nabyheid voldoende
U	Nabyheid onbelangrik
X	Nabyheid nie gewens nie

Kode	Rede
1	Lae vloeiempo van komponent
2	Hoë vloeiempo van komponent
3	Lokale skoonmaak area
4	Materiaal maklik hanteerbaar
5	Eksterne skoonmaak fasiliteit
6	Lae vloeiempo van materiaal
7	Hoë vloeiempo van materiaal
8	Komponent moeilik hanteerbaar
9	Komponent maklik hanteerbaar
10	Massa van komponent
11	Lokale hanterings meganisme
12	Toesighouding
13	Vloei van dokumentasie
14	Kontaminasie

Tabel 15 : Aktiwiteit verhoudings

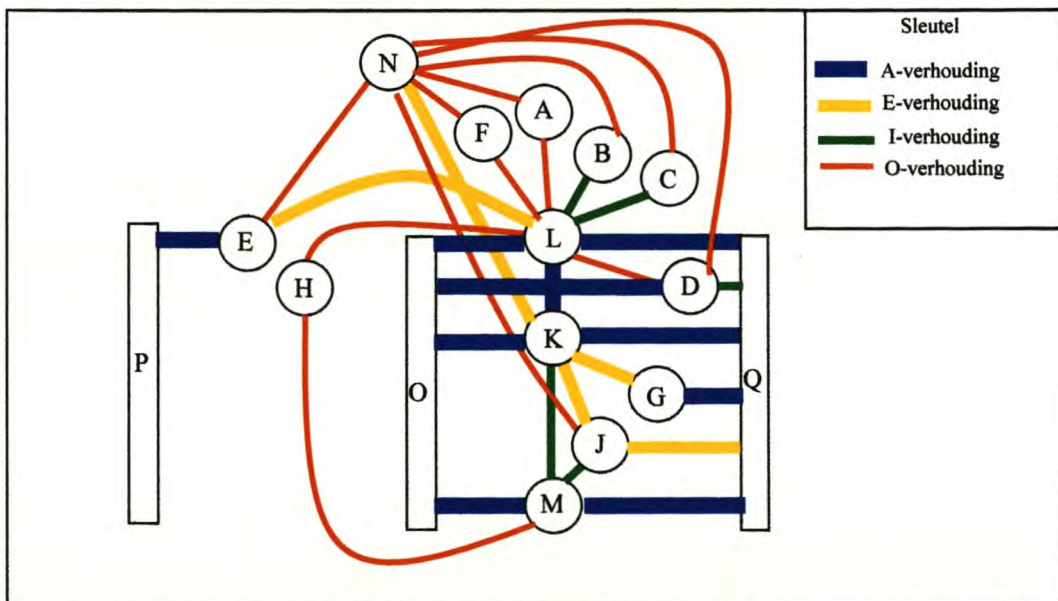
Sel	A	B	C	D	E	F	G&I	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
A-water/oliepomp/PTO	-																				
B-suierstange	U	-																			
C-brandstof komponente	U	U	-																		
D-elek. Roterende komponente	U	U	X 14	-																	
E-turbo/uitlaatpyp	U	U	U	U	-																
F-elek. Komponente	U	U	X 14	U	U	-															
G&I-nokas/krukas	U	U	U	U	U	U	-														
H-tussen koeler	U	U	U	U	U	U	U	-													
J-ander komponente	U	U	U	U	U	U	U	U	-												
K-enjin blok	U	U	U	U	U	U	E 8	U	E 2	-											
L-hou stoor	O 1	I 2	I 2	O 1	E 8	O 9	U	O 1	U 1	A 2	-										
M-skoonmaak area	U 3	U 3	U 3	X 14	U 3	X 14	U	O 1	I 2	I 8	X 14	-									
N-materiaal stoor	O 6	O 6	O 4,6	O 4,6	O 4	O 4,6	U	U	O 4,6	E 7	U	X 14	-								
O-40/7.5 ton kraan	U	U	U	A 10	U	U	U	U	U	A 8,10	A 8,10	A 8,10	U	-							
P-7.5 ton kraan	U 11	U 11	U	U	A 10	U	U	U	U	U	U	U	U	U	-						
Q-8 ton kraan	U	U	U	I 10	U	U	A 10	U	E 10	A 10	A 10	A 10	U	U	U	-					
R-beplannings kantoor	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	X 14	U	U	U	U	-				
S-produkse bestuurder	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	O 13	-			
T-toesighouer kantoor	E 12	E 12	E 12	E 12	E 12	E 12	E 12	E 12	E 12	E 12	U	E 12	O 12	U	U	U	O 13	O 12	-		
U-noodhulp kamer	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	U	U	U	U	U	O	O	-	
V-gereedskapstoor	O 1	O 1	O 1	O 1	O 1	O 1	O 1	O 1	O 1	O 2	U	X 14	U	U	U	U	U	O	O	U	-

Deur die data in tabel 15 te ontleed en op 'n diagram weer te gee kan 'n visuele beeld van die verhoudings tussen verskillende aktiwiteite verkry word. Die area waar selle geplaas moet word asook die grootte van elke sel word nog nie in ag geneem nie.

Alhoewel dit beter is om nie na die beskikbare area te kyk tydens die opstel van die diagram nie moet in ag geneem word dat oorhoofse krane nie geskuif kan word nie. Hierdie aspek moet dus in berekening gebring word tydens die opstel van die diagram. Die oorhoofse krane sal as langwerpige blokke voorgestel word aangesien hulle nie op een vaste plek voorkom nie.

Die toesighouers se kantore sal in die opstel van die diagram uitgelaat word. Wanneer die uitleg bepaal is sal kantore so toegeken word dat elke toesighouer so na as moontlik aan sy werksarea is. Verhoudings tussen die gereedskapstoor en noodhulp kamer en die ander aktiwiteite sal weggelaat word op die diagram aangesien dit die diagram onnodig ingewikkeld sal maak. Beide hierdie selle moet so sentraal as moontlik geplaas word. Die noodhulpkamer moet beskikbaar wees wanneer dit benodig word maar hoef nie noodwendig naby aan een of meer spesifieke selle te wees nie. Vloei na en van die gereedskap stoor is feitlik dieselfde vir alle selle en hierdie sel moet ook so sentraal en bereikbaar as moontlik geplaas word.

Die belangrikste aktiwiteite, A, sal eerste geplaas word en die ander aktiwiteite word in volgorde van belangrikheid bygevoeg. Die diagram word na elke byvoeg van aktiwiteite verander en aangepas om hierdie nuwe aktiwiteite te akkomodeer. Die finale diagram word in figuur 19 getoon.



Figuur 19 : Aktiwiteit verhoudings diagram

3.3.6. Stap 4&5 - Spasie benodig / beskikbaar

3.3.6. Stap 4&5 - Spasie benodig / beskikbaar

Ten einde die spasie benodig te bepaal word die toerusting en ander items wat in elke afdeling verlang word in 'n tabel aangetoon. 'n Aparte tabel word vir elke sel opgetrek. Hierdie tabelle word getoon in bylae A.

'n Opsomming van die spasie benodig vir elke sel word in tabel 16 getoon. Die waardes in bylae A is afgerond tot die naaste vierkante meter

Tabel 16 : Spasie benodig / beskikbaar

SEL	AREA BENODIG m ²	AREA BESKIKBAAR m ²
A	48	
B	116	
C	72	
D	137	
E	151	
F	24	
G	100	
H	28	
J	88	
K	402	
L	500	
M	85	
	1751	2528

Die materiaal stoor lewer nie net materiaal aan die enjin herbou fasiliteit nie maar ook aan ander fasiliteite in die Port Elizabeth omgewing. Hierdie stoor word nie deur Spoornet bedryf nie. Die ligging en grootte van die stoor kan nie verander word nie en sal nie in berekening gebring word tydens die bepaling van die spasie wat benodig word nie.

Die spasie benodig vir elke sel is bepaal deur die toerusting en areas benodig vir die sel te lys saam met die area wat deur elk benodig word. Alhoewel hierdie spasie mag verander tydens die finale uitleg van elke sel is dit akkuraat genoeg om die relatiewe posisies van die selle te bepaal en 'n basiese fasiliteits uitleg te verkry.

3.3.7. Stap 6 – Spasie verhoudings diagram

Die spasie verhoudings diagram lewer die eerste basiese uitleg van die fasiliteit. Spasie behoeftes word gekombineer met die aktiwiteit verhoudings diagram om hierdie uitleg te verkry. Aangesien

daar aspekte van die huidige fasiliteit is wat nie verander kan word nie sal die huidige vloerplan gebruik word as basis vir die spasie verhoudings diagram. Figuur 20 toon die huidige vloerplan. Geen reëlins of los strukture word aangetoon nie.

Die spasie benodig deur elke sel word volgens skaal op die vloerplan aangetoon. Die vorm van elke sel is nie finaal nie en gee slegs 'n aanduiding van die grootte daarvan. Selle word so geplaas dat daar nog steeds voldoen word aan die verhoudings vereistes soos getoon in die aktiwiteit verhoudings diagram. Deur verskeie konfigurasies te evalueer en aan te pas word 'n finale diagram verkry. Hierdie diagram word getoon in figuur 21. Figuur 22 toon die spasie verhoudings diagram met die aktiwiteit verhoudings daarop aangebring. Om die diagram duideliker te maak is die area wat deur kraan O gedek word nie aangetoon nie.

3.3.8. Stap 7 – Aanpassing van die diagram en praktiese beperkings

Die basiese uitleg wat verkry is met die spasie verhoudings diagram moet aangepas word deur verskillende faktore wat 'n invloed het op die uitleg in ag te neem en die nodige veranderinge aan te bring.

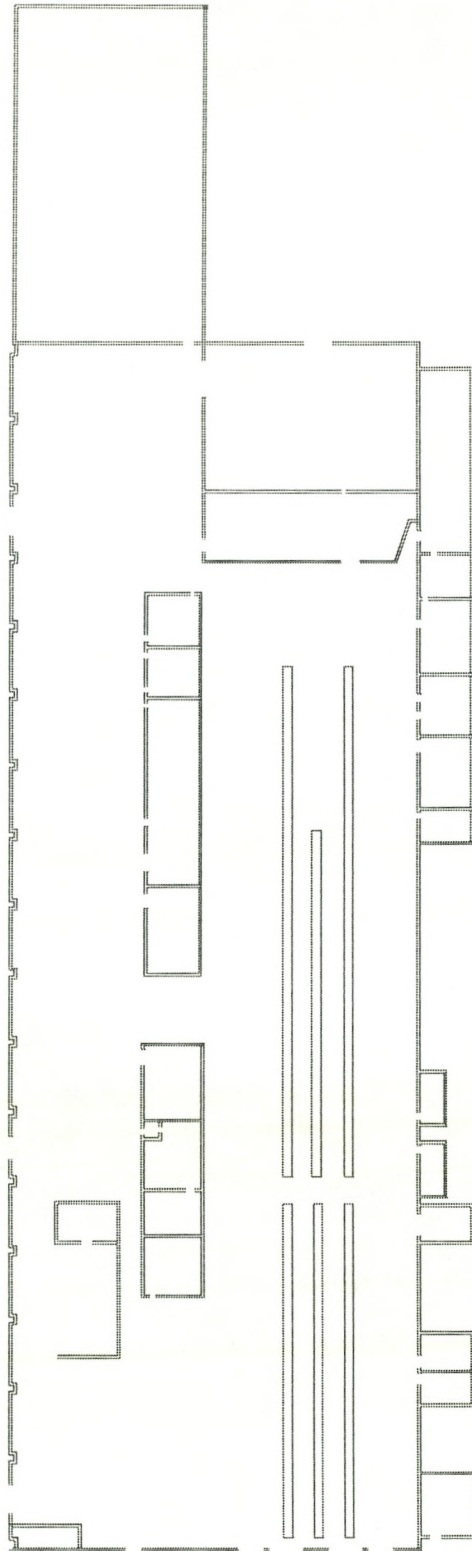
3.3.8.1. Hanterings stelsel

Daar word hoofsaaklik van drie metodes van vervoer van komponente gebruik gemaak. Groot en swaar komponente word tussen areas geskuif m.b.v. oorhoofse krane. Van die ligter komponente word ook met krane geskuif. Trollies sal egter gebruik word vir die ligter komponente aangesien dit die las op die oorhoofse krane sal verlig. Die krane word hoofsaaklik gebruik om komponente binne 'n sel rond te skuif. 'n Vurkhyser sal ook gebruik word om komponente rond te skuif. Dit sal hoofsaaklik komponente tussen selle en die houstoor vervoer.

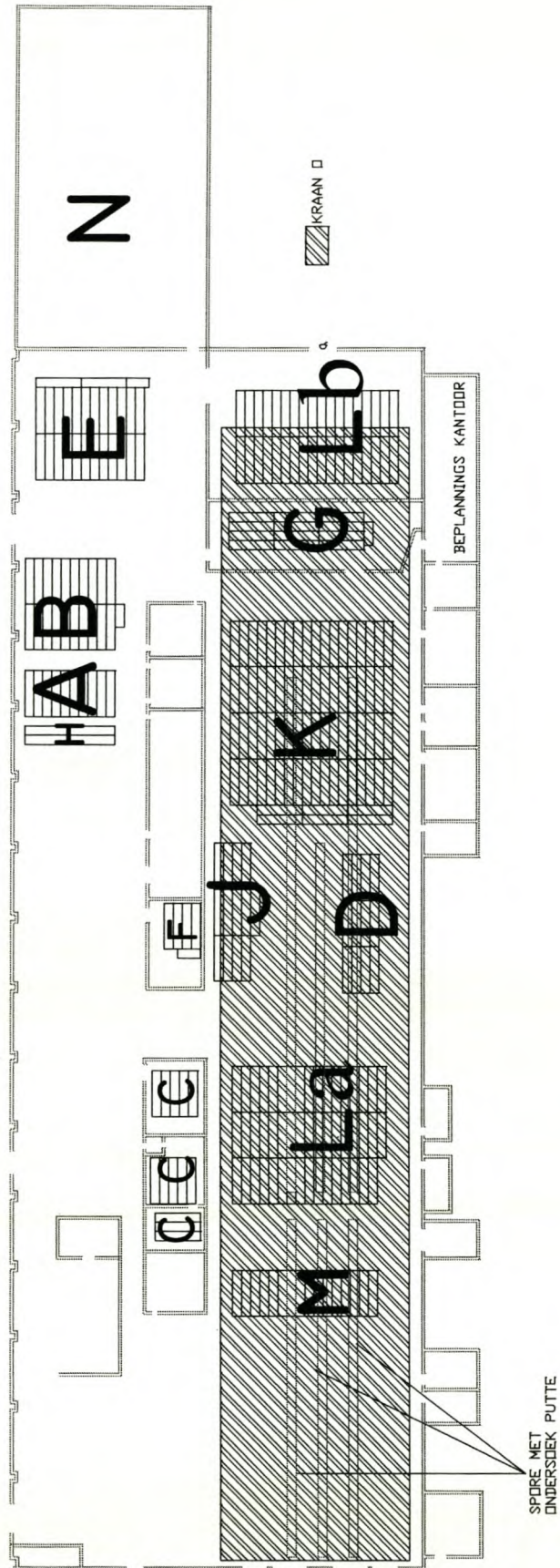
Die looparea wat selle verbind moet wyd genoeg wees sodat die vurkhyser maklik en veilig daarlangs kan beweeg.

3.3.8.2. Stoor fasiliteit

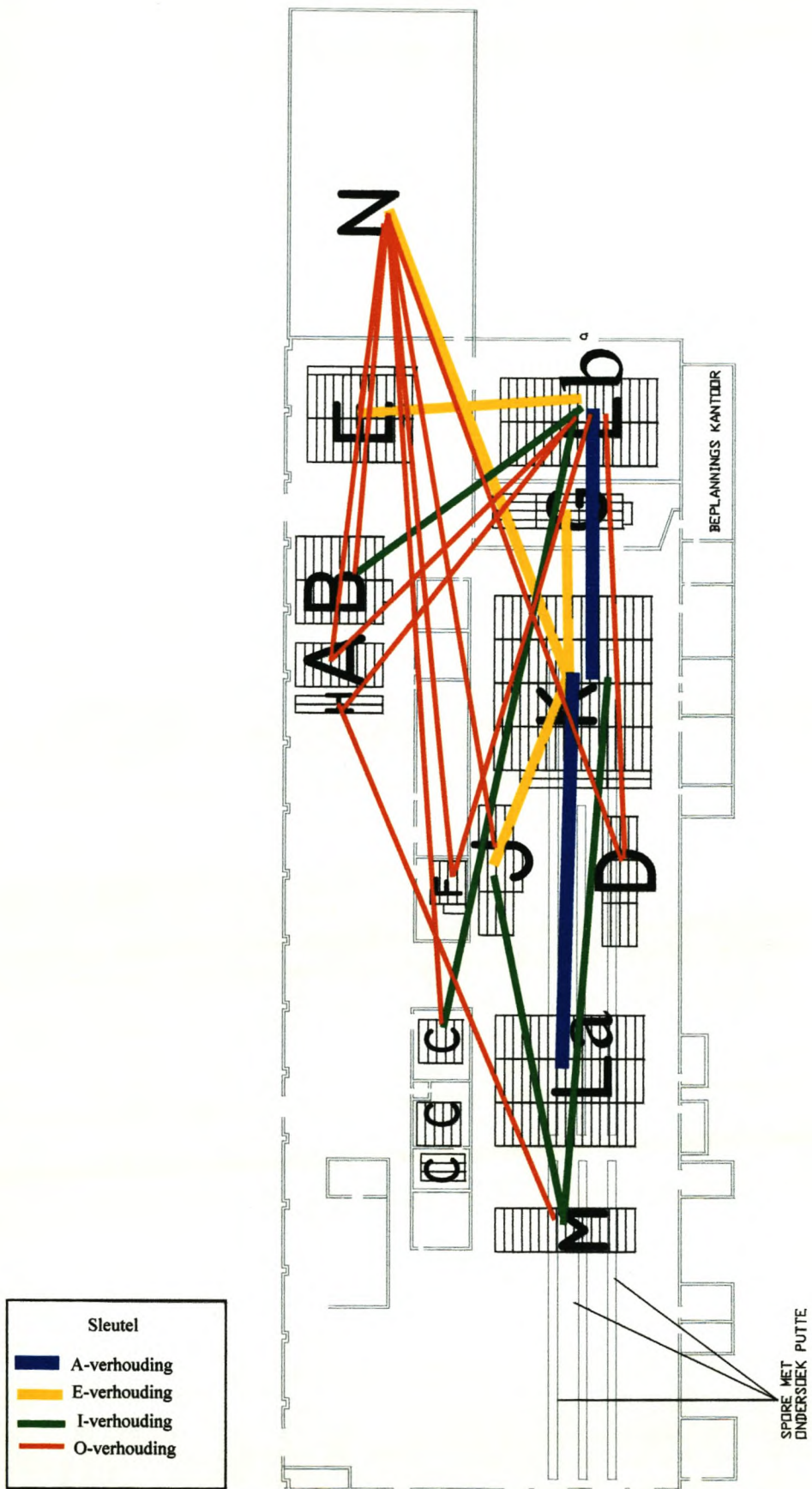
Die houstoor hoef nie noodwendig op een posisie binne die fasiliteit geleë te wees nie. Dit is egter belangrik dat goeie beheer uitgeoefen kan word op komponente wat die houstoor binnekom of verlaat.



Figuur 20 : Huidige basiese vloerplan



Figuur 21 : Spasie verhoudings diagram



Figuur 22 : Spasie verhoudings diagram met aktiwiteit verhoudings

Soos gesien kan word in figuur 21 is die houstoor, sel L, in twee gedeeltes en op verskillende posisies binne die fasiliteit geplaas. Komponente sal die houstoor op een van twee maniere binnekom en verlaat, nl. per spoor of per pad. Groot komponente soos die enjin sal per spoor vervoer word. Die enjin kan slegs op die enjin trok gelaai word deur van kraan O gebruik te maak. Hierdie kraan bedien die area soos gemerk in figuur 21. Die deur gemerk "a" in figuur 21 verleen toegang tot 'n area wat deur pad verkeer bereik kan word. Hierdie area word ook deur die materiaalstoor gebruik vir ontvangste van materiaal.

Die enjins sal dus in area L_a gestoor word terwyl die ander komponente in area L_b gestoor word. Area L_a is omring met 'n 2.6 meter hoë baksteen muur en beperk toegang tot die area. Toegang tot hierdie area word verkry deur een van twee hekke.

Komponente wat in sel C herbou word sal nie in areas L_a of L_b gestoor word nie. Aangesien hierdie komponente sensitief is vir stof sal dit in die beheerde atmosfeer binne sel C gestoor word.

Elke sel benodig 'n stoor area vir komponente wat wag op herbou asook komponente wat klaar herbou is. Hierdie area hoef egter nie groot te wees nie aangesien komponente nie in herbou areas moet lê nie. Komponente sal slegs na 'n sel geneem word wanneer dit herbou gaan word. Herboude komponente sal ook onmiddelik uit die sel verwyder word en in die houstoor geplaas word.

3.3.8.3. Personeel behoeftes

Aangesien daar van 'n bestaande fasiliteit gebruik gemaak word bestaan daar reeds voldoende eet en aantrek geriewe. Die aantrek geriewe is naby die ingang na die fasiliteit geleë. Toilet geriewe bestaan ook op verskeie posisies binne die fasiliteit. Hierdie geriewe kan maklik vanaf enige posisie binne die fasiliteit bereik word.

Afgesien van administratiewe personeel werk daar geen dames binne die fasiliteit nie. Voorsiening moet egter gemaak word vir geriewe vir vroue aangesien verskeie reeds in ander fasiliteite elders in Suid Afrika werk. Van die bestaande toilet geriewe binne die fasiliteit sal aangepas word om in hul behoeftes te voldoen.

3.3.8.4. Gebou eienskappe

Veranderinge aan die struktuur van die huidige gebou moet tot 'n minimum beperk word. Die hoeveelheid natuurlike lig wat die gebou binnedring is baie belangrik. Deurskynende plate moet

gebruik word om lig toe te laat om die gebou binne te dring. Indien huidige plate nie meer voldoende is nie moet dit vervang word.

In figuur 21 kan gesien word dat spore met ondersoek putte voorkom. Hierdie putte moet bedek word sodat 'n gelyke werkoppervlak verkry word. Staal plate sal gebruik word om die putte te bedek.

Sommige komponente word skoongemaak deur dit in 'n tenk met warm water en chemikalië te dompel. Wanneer die komponente uit die bad verwyder word moet dit met warm water afgespuit word. Hierdie proses moet verkieslik buite die gebou plaasvind aangesien dampe wat afgeskei word ongesond kan wees binne 'n beperkte ruimte. Die skoonmaak area moet ook naby afvoer pype geplaas word wat die besoedelde water na die water behandelings aanleg neem.

3.3.8.5. Hulpmiddels

Figuur 21 toon die ligging van die sommige ondersteunende funksies binne die fasiliteit. Die beplannings kantoor se posisie word hoofsaaklik bepaal deur die posisie van die rekenaar netwerk binne die gebou. Die vensters van hierdie kantoor is ook van dubbele glas om geraas tot die minimum te beperk. Twee lugversorgers is ook geïnstalleer om die hitte wat deur die rekenaar toerusting vrygestel word teen te werk.

Die noodhulpkamer moet so sentraal as moontlik geplaas word sodat dit maklik vanaf enige posisie binne die fasiliteit bereikbaar is.

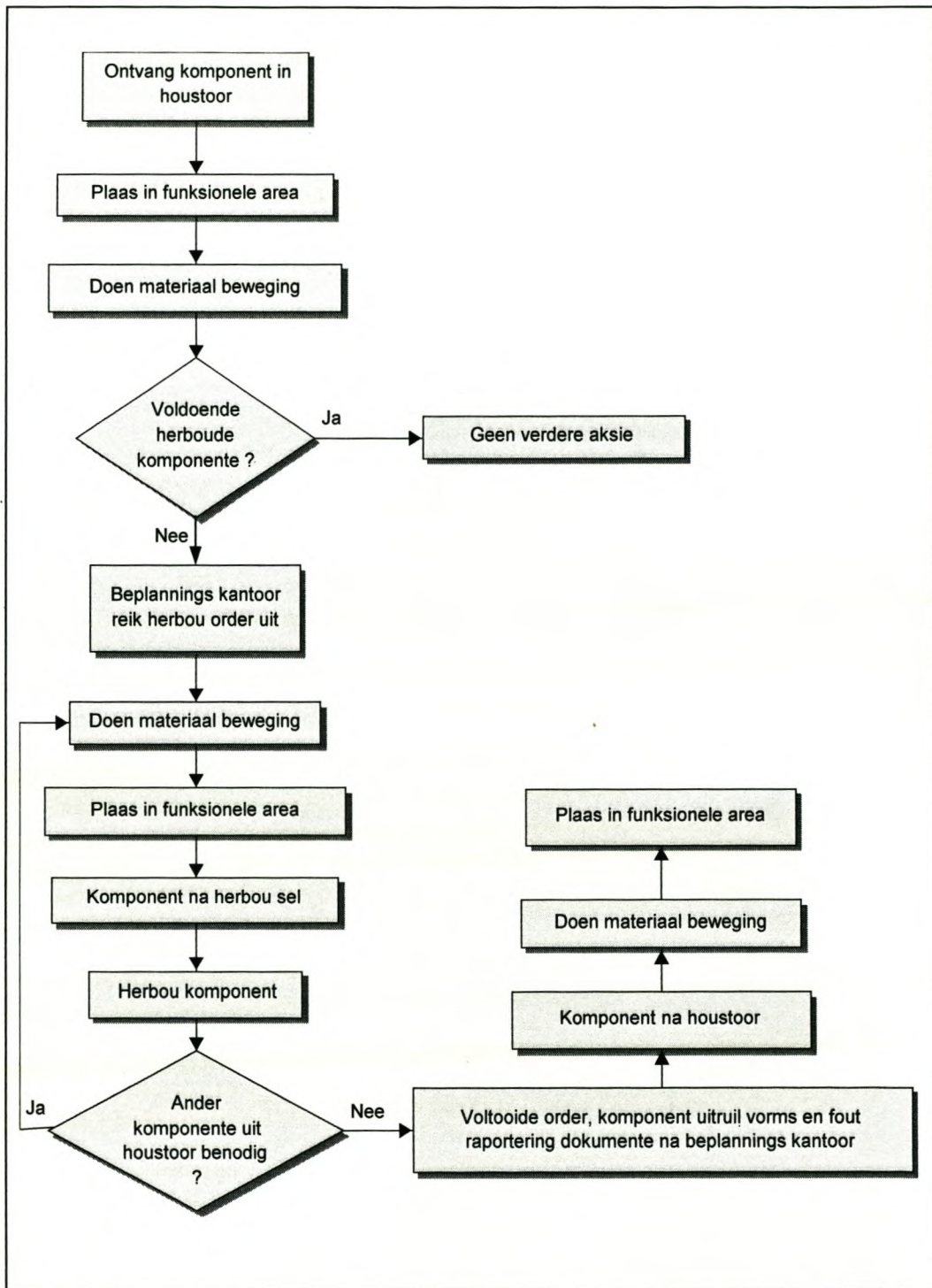
Twee kantore word benodig om die vyf toesighouers te huisves. Hierdie twee kantore moet elke toesighouer so na as moontlik aan die areas onder sy beheer plaas.

Die produksie bestuurder se kantoor word so geplaas dat dit naby die twee toesighouers kantore en beplannings kantoor is. Dit moet ook verkieslik naby die enjin herbou area en raadsaal wees.

3.3.8.6. Kontrole en prosedure

Die oorsprong van die meeste dokumentasie binne die fasiliteit is die beplannings kantoor. Produksie orders word hier geskep en aan die toesighouers van die verskillende selle gegee. Serie nommers van komponente, fout besonderhede en voltooide orders word weer deur die toesighouers aan die beplannings kantoor gelewer. Dokumentasie aangaande komponente ontvang en versend vloei vanaf die houstoor na die beplannings kantoor.

Die proses waarvolgens dokumentasie en komponente na en van die houstoor vloei word getoon in figuur 23.



Figuur 23 : Vloei van komponente en dokumentasie

3.3.9. Stap 9 – Evaluasie van alternatiewe

Deur die praktiese beperkings van die fasiliteit in ag te neem word die spasie verhoudings diagram aangepas om 'n praktiese en logiese uitleg te lewer. Die spasie verhoudings diagram moet beskou word as 'n skematiese voorstelling van die fasiliteit en nie as 'n uitleg nie. Selle wat in die spasie verhoudings diagram deur eenheids blokke voorgestel word moet vervorm word om bruikbare werksareas te skep.

Vir enige fasiliteit bestaan daar 'n byna oneindige aantal uitlegte wat verkry kan word deur verskillende konfigurasies van werksareas en ondersteunende dienste. Deur noue samewerking met die produksie personeel kan hierdie hoeveelheid verminder word om twee tot sewe moontlike uitlegte te verkry. Elk van hierdie uitlegte het voordele en nadele. Indien elkeen ontleed word en met die ander vergelyk word sal 'n uitleg verkry word wat die beste kombinasie van werks areas en ander dienste bied.

Bylae B toon vyf moontlike uitlegte. Enige van hierdie uitlegte kan gebruik word en sal 'n fasiliteit lewer wat die vereiste uitsette kan lewer. Ten einde die uitleg te verkry wat die beste resultate sal lewer word hulle met mekaar vergelyk. Die resultate word getoon in tabel 18. Die tabel bevat 'n lys van faktore wat belangrik geag word vir die suksesvolle funksionering van die fasiliteit. 'n Gewig word aan elke faktor toegeken om die belangrikheid van daardie spesifieke faktor in die funksionering van die fasiliteit aan te toon. Elke faktor word vir elk van die planne evalueer en 'n kode word aan elke plan toegeken wat die belangrikheid van die faktor vir daardie plan aandui. Tabel 17 toon die betekenis van die waardes aan.

Tabel 17 : Kodes en waardes

Kode	Beskrywing	Numeriese waarde
A	Byna perfek	4
E	Baie goed	3
I	Goed	2
O	Aanvaarbaar	1
U	Swak	0
X	Onmoontlik	

Soos gesien kan word in tabel 18 het opsie een die hoogste waarde behaal. Dit beteken egter nie dat daar nie klein veranderinge aangebring kan word tydens die detail uitleg van die selle nie. Hierdie plan vorm egter die basis van die nuwe uitleg en sal gebruik word vir enige verdere besprekings.

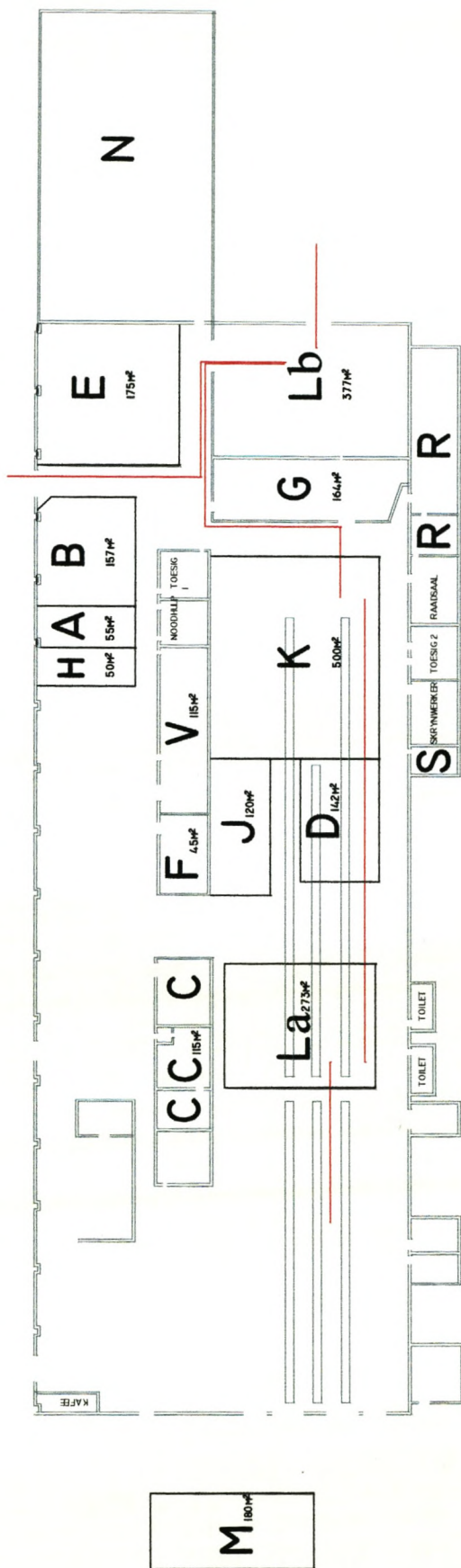
3.3.10. Vloei van komponente

Opsie een het die hoogste waarde behaal tydens die evaluasie van alternatiewe uitlegte. Daar sal dus na die vloei van komponente vir hierdie uitleg gekyk word. Figuur 24 toon die vloei van komponente wat herstel moet word na die houstoor. Hierdie sluit komponente in wat vanaf die lokomotief herstel area, die enjin aftakel area en ander instandhoudings fasiliteite ontvang word. In figuur 25 kan die vloei van komponente tussen die houstoor en die selle binne die fasiliteit gesien word.

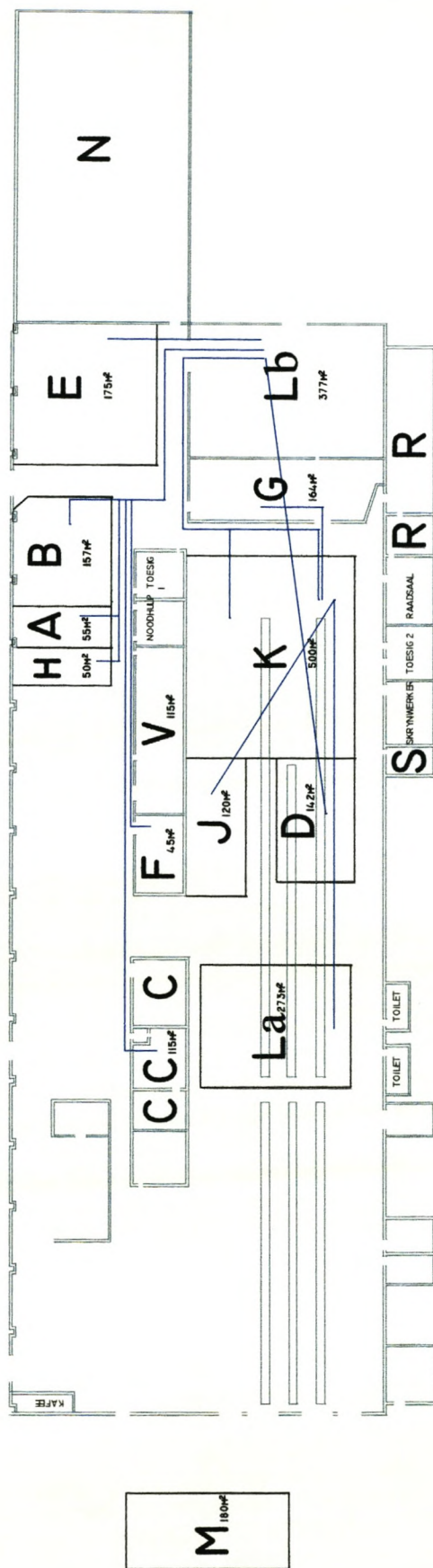
Komponente sal vervoer word tussen die houstoor en selle m.b.v. trollies. Die groot komponente soos bv. die enjin en generator sal met die oorhoofse kraan verskuif word.

Tabel 18 : Evaluasie van alternatiewe

Faktor	Gewig	Plan 1			Plan 2			Plan 3			Plan 4			Plan 5		
		Kode	Waarde	Aanslag	Kode	Waarde	Aanslag	Kode	Waarde	Aanslag	Kode	Waarde	Aanslag	Kode	Waarde	Aanslag
Moontlikheid van toekomstige uitbreiding	10	E 3	30	O 1	10	I 2	20	U 0	0	O 1	10					
Aanpasbaarheid	9	E 3	27	O 1	9	I 2	18	O 1	9	U 0	0					
Effektiwiteit van materiaal vloei	7	E 3	21	I 2	14	E 3	21	E 3	21	O 1	7					
Effektiwiteit van materiaal hantering	7	E 3	21	E 3	21	O 1	7	O 1	7	U 0	0					
Effektiwiteit van storing	7	E 3	21	E 3	21	E 3	21	O 1	7	O 1	7					
Benutting van spasie	6	I 2	12	E 3	18	E 3	18	E 3	18	E 3	18					
Integrasie van ondersteunende dienste	8	E 3	24	E 3	24	E 3	24	E 3	24	E 3	24					
Veiligheid	10	E 3	30	I 2	20	O 1	10	U 0	0	O 1	10					
Werkstoestand en werker tevredenheid	9	E 3	27	E 3	27	E 3	27	U 0	0	I 2	18					
Goeie toesighouding en beheer	9	E 3	27	I 2	18	E 3	27	E 3	27	E 3	27					
Voorkoms	5	E 3	15	E 3	15	E 3	15	O 1	5	E 3	15					
Effektiwiteit van personeel vloei	8	E 3	24	E 3	24	E 3	24	E 3	24	E 3	24					
Gemak van instandhouding	8	E 3	24	E 3	24	E 3	24	E 3	24	E 3	24					
Benutting van toerusting	8	E 3	24	E 3	24	E 3	24	O 1	8	E 3	24					
Benutting van omgewing , gebou	4	E 3	12	E 3	12	E 3	12	E 3	12	E 3	12					
Vermoë om aan aanvraag te voldoen	9	E 3	27	E 3	27	E 3	27	E 3	27	E 3	27					
Kapitaal benodig	8	E 3	24	E 3	24	E 3	24	U 0	0	E 3	24					
Produksie ontwigting tydens implementering	5	E 3	15	E 3	15	E 3	15	U 0	0	U 0	0					
Voldoening aan gesondheids standarde	10	E 3	30	E 3	30	E 3	30	U 0	0	E 3	30					
Beligting	6	E 3	18	E 3	18	E 3	18	E 3	18	E 3	18					
Ventilasie	8	E 3	24	E 3	24	E 3	24	U 0	0	E 3	24					
Vloei van dokumentasie	5	E 3	15	E 3	15	E 3	15	E 3	15	E 3	15					
Noodplan	10	E 3	30	E 3	30	E 3	30	I 2	20	E 3	30					
Gemak van skoonmaak	7	I 2	14	E 3	21	O 1	7	O 1	7	O 1	7					
Besoedeling en hantering van afval water	10	E 3	30	E 3	30	E 3	30	U 0	0	E 3	30					
		566			515			512			273			425		



Figuur 24 : Vloei van komponente wat herbou moet word na houstoer



Figuur 25 : Vloei van komponente tussen houstoor en selle

3.3.11. Dokumentasie en vloeï van inligting

Aangesien die leityd van baie van die materiaal wat benodig word vir die herbou van komponente wissel tussen vier en ses maande moet materiaal behoeftes vroegtydig bepaal word. Die opstel van die kort tot medium termyn instandhoudings plan, begroting en materiaal behoeftes moet gelyktydig plaasvind.

Daar word gebruik gemaak van SAP sagteware vir die hantering van skedulering, materiaal benodighede en vaslegging van falings data.

4. AANBEVELINGS

4.1. INLEIDING

Deur die huidige funksionering en uitleg van die fasiliteit te vergelyk met die ideale fasiliteit soos bepaal in hoofstuk drie kan 'n werkswyse verkry word wat goed funksioneer in die praktyk. 'n Goeie en praktiese uitleg alleen sal nie verseker dat die fasiliteit goed funksioneer nie. Prosesse word benodig om operasionele bedrywighede te beskryf en stelsels word benodig om hierdie bedrywighede te monitor en te bestuur.

Spoornet maak gebruik van SAP sagteware om instandhouding van sy rollende materiaal te bestuur. Verskeie modules van hierdie sagteware is geïmplementeer en sluit in 'n instandhoudings module (PM), materiaal module (MM) en koste module (CO). Die SAP stelsel word dus nie net gebruik om instandhoudings data vas te vang nie maar is 'n geïntegreerde stelsel wat alle aspekte van Spoornet se operasies dek.

Daar is vier aspekte wat 'n groot rol sal speel in die operasie van die voorgestelde fasiliteit by Swartkops, nl. materiaal bestuur, vasvang van fout data, komponent geskiedenis data en vloei van dokumentasie en inligting.

4.2. MATERIAAL

Ten einde materiaal beskikbaar te hê wanneer dit benodig word moet behoeftes vroegtydig bepaal word. Spoornet se finansiële jaar begin op die eerste April. Die leityd van die meeste materiaal is ongeveer ses maande. Materiaal behoeftes moet dus op die laaste teen die einde van September bekend wees.

Om hierdie doel te bereik moet die begroting vir die volgende finansiële jaar reeds voltooi wees. Hierdie begroting is nie alleen 'n hoeveelheid geld wat uitgegee gaan word nie. Die basis vir die begroting is die instandhoudings plan. Hierdie plan toon aan watter aktiwiteite uitgevoer gaan word, wanneer dit uitgevoer gaan word, watter materiaal daarvoor benodig gaan word en hoeveel arbeid gebruik gaan word.

Vanaf hierdie instandhoudings plan word orders geskep op die SAP stelsel. 'n Order word geskep vir elke aktiwiteit wat beplan word vir die volgende finansiële jaar. Hierdie order bevat al die inligting wat benodig word vir beplanning van die instandhoudings aktiwiteite vir die volgende finansiële jaar,

nl. die aantal personeel betrokke by die herbou, aantal man ure benodig, aanvangs datum en tyd van die aktiwiteit en 'n lys van die materiaal wat benodig word om die aktiwiteit uit te voer. Hierdie orders gee dus 'n aanduiding van die materiaal benodig asook wanneer dit benodig word.

Ten einde die materiaal vir elke herbou te bepaal word van 'n materiaal lys, BOM, gebruik gemaak. Dit is dus noodsaaklik dat daar 'n BOM bestaan vir elke moontlike komponent wat herbou kan word. Hierdie BOM's is in 'n hierargie opgestel met die lokomotief op die hoogste vlak. Deur die BOM vir die herbou van 'n spesifieke komponent aan die komponent te koppel word seker gemaak dat al die materiaal benodig om die komponent te herbou aangevra word vir aanvulling. Dit is belangrik dat die inhoud van die BOM akkuraat en volledig is aangesien enige foute 'n tekort of 'n surplus van materiaal kan beteken. Deur die leityd in ag te neem sal die materiaal op so 'n datum bestel word dat dit in voorraad is wanneer dit benodig word.

Die BOM vir 'n lokomotief word in bylae E getoon. Die BOM vir die enjin is uitgebrei tot op die laagste vlak van die hierargie. 'n BOM bevat die item nommer van die materiaal, die hoeveelheid benodig en 'n beskrywing.

'n Komponent word deur twee nommers beskryf. Elke komponent word uniek beskryf deur 'n serie nommer. 'n Item nommer word gebruik om 'n tipe komponent te klassifiseer. Deur die item nommer te gebruik kan 'n komponent op dieselfde wyse as materiaal in 'n BOM ingesluit word. Die komponent kan dus deur 'n stoor in voorraad geneem of uitgereik word. Dit bring mee dat die behoefte vir komponente maklik bepaal kan word deur na die aanvraag vir 'n spesifieke item nommer te kyk.

Die item nommer van komponente begin met die voorvoegsels ARD of BRD. Dit gee 'n indikatie van die toestand van die komponent. Die voorvoegsel ARD ("Available") dui op 'n herboude komponent terwyl BRD ("Bad") 'n komponent aandui wat nog herbou moet word. Deur na die item nommer op die SAP stelsel te kyk kan gesien word hoeveel komponente, herbou en wag vir herbou, in voorraad is. Die toestand en posisie van 'n spesifieke komponent kan egter nie hierdeur bepaal word nie.

Ten einde die probleem op te los word van 'n funksionele posisie ("functional location,floc") gebruik gemaak. Die funksionele posisie verteenwoordig 'n spesifieke area in 'n fasiliteit. Die houstoor word opgedeel in twee funksionele posisies nl. RS-D-8000-SWS-A en RS-D-8000-SWS-B. Die selle binne die fasiliteit het ook 'n funksionele posisie. Die D dui aan dat dit 'n diesel lokomotief fasiliteit is, die 8000 is die afdeling binne Spoornet en SWS dui die fasiliteit aan wat in hierdie geval Swartkops is.

Die A en B stem ooreen met die voorvoegsel van die item nommer en het dieselfde betekenis. Hierdie karakter dui die spesifieke area binne die fasiliteit aan waar die komponent geplaas is. Indien 'n komponent in hierdie A of B funksionele posisie geplaas word, word sy unieke serie nommer aan daardie posisie gekoppel. Deur na elk van hierdie funksionele areas te kyk kan daar dus ter enige tyd gesien word watter spesifieke komponente in 'n sekere area is asook wat die status daarvan is.

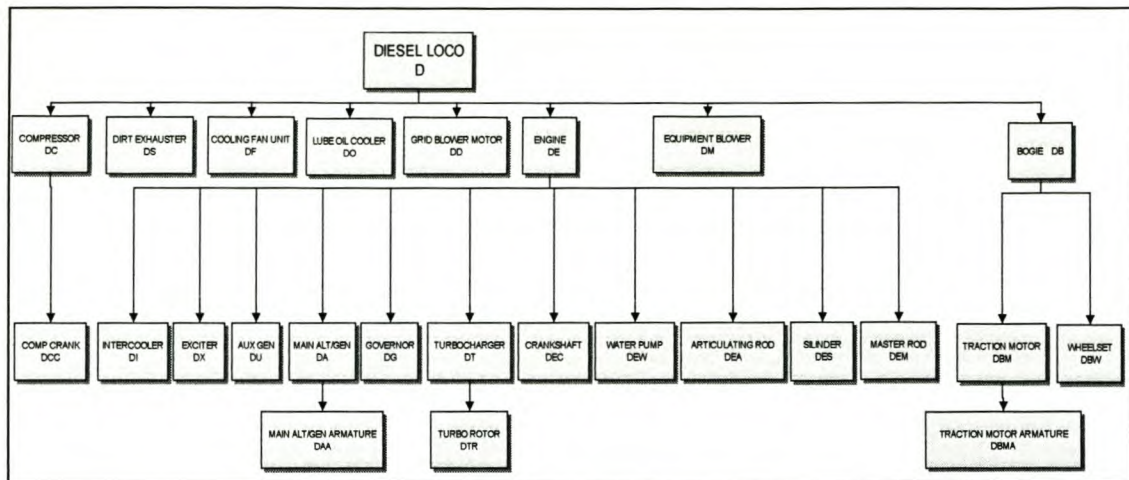
Dit is baie belangrik dat die voorraad vlakke van alle komponente wat die houstoor binnekom of verlaat op datum gehou word en dat hierdie komponente in die korrekte funksionele posisie geplaas word. Sodoende kan daar nie alleen bepaal word hoeveel komponente opgebou is of nie, maar ook wat hul serie nommers is.

4.3. KOMPONENT GESKIEDENIS

Komponente word op 'n lokomotief gepas in 'n hierargiese formaat. Hierdie hierargie word getoon in figuur 26. Wanneer 'n komponent verwyder word vanaf 'n komponent wat hoër is in die hierargie moet hierdie inligting verwerk word. Dié komponent moet verwyder word uit die hierargie en 'n ander een moet in sy plek gepas word. Hierdie inligting vloei na die beplannings kantoor op komponent uitruil vorms. Voorbeelde hiervan is aangeheg in bylae F.

Elke tipe komponent kan uitgeken word aan 'n spesifieke voorvoegsel wat die serie nommer voorafgaan. Alhoewel hierdie voorvoegsel nie op die komponent voorkom nie vergemaklik dit die bestuur en beheer van komponente. Navrae i.v.m. 'n spesifieke tipe komponent kan gedoen word op die SAP stelsel deur slegs na die betrokke voorvoegsel te verwys. Dit verhoed ook dat daar verwarring kan ontstaan tussen twee komponente van verskillende tipes waarop dieselfde serie nommer voorkom.

Elke keer wanneer 'n komponent geïnstalleer word, óf in 'n komponent wat hoër in die hierargie is óf in 'n funksionele area, word 'n rekord daarvan geskep. Dit skep dus 'n geskiedenis van waar elke komponent op 'n spesifieke tyd was en vir watter periode dit daar was. Deur die twee funksionele areas soos beskryf in 5.2 te gebruik kan waardevolle inligting verkry word. Hierdie inligting sluit in hoe lank die komponent gewag het op herstel, hoe lank die herstel proses geduur het en hoe lank die komponent na herstel gewag het voordat dit gebruik was.



Figuur 26 : Komponent hierargie op lokomotief

4.4. FOUT DATA

Indien 'n komponent gefaal het is dit belangrik om besonderhede i.v.m. die faling vas te vang. Sodoende kan data versamel word vir fout ontleding. Hieruit kan bepaal word watter tipe foute gereeld voorkom en hoe lank dit die lokomotief uit diens hou. Aandag kan dan aan die foute gegee word wat die grootste invloed op die beskikbaarheid van die lokomotief het. Hierdie inligting kan ook aandui waar probleme in die herbou prosesse voorkom sodat die nodige stappe geneem kan word om die probleme uit te skakel.

Indien die oorsaak van die faling tydens die aftakel proses gevind word, moet hierdie inligting aan die beplannings kantoor verskaf word. Kodes word gebruik om die tipe komponent waarop die faling voorgekom het, die mode van faling asook die moontlike oorsaak van die faling aan te toon. Die gebruik van standaard kodes vergemaklik fout ontleding. Hierdie inligting word op die SAP stelsel ingevoer.

4.5. TOERUSTING

Tydens die herbou van komponente word 'n groot hoeveelheid toerusting gebruik. Die meeste van hierdie toerusting word uit die gereedskap stoor verkry. Die ambagsman moet 'n plaatjie aan die stoorman gee vir elke item wat hy uit die gereedskap stoor benodig. Deur die gereedskap wat gebruik word vir die herbou van elke tipe komponent saam te groepeer en in 'n trollie te plaas, sal baie tyd

bespaar word. Die ambagsman onttrek dus net een item, nl. die gereedskap trollie, uit die stoor en dit bevat al die gereedskap wat benodig word om die komponent te herbou.

Aangesien dieselfde ambagsman hoofsaaklik van 'n spesifieke stel gereedskap gebruik gaan maak, neem hy nou eienaarskap daarvan. Dit het tot gevolg dat daar beter na gereedskap omgesien sal word.

4.6. INLOOP VAN ENJIN

Om te verseker dat alle probleme van 'n herboude enjin reggestel word voordat dit in 'n lokomotief geplaas word, moet die enjin in 'n toets sel getoets word. Deur 'n toets sel te gebruik sal ook verseker word dat 'n enjin goed ingeloopt word voordat dit in 'n lokomotief geplaas word of aan 'n kliënt gelewer word.

Die toets sel wat ontwikkel word sal beide die ag en twaalf silinder enjins kan hanteer. Hierdie toets sel word deur CAE by die Universiteit van Stellenbosch ontwikkel. Die ontwerp is reeds voltooi en die verskillende komponente word huidiglik vervaardig. 'n Verskeidenheid parameters sal tydens die inloop proses gemoniteer word. Deur hierdie inligting te ontleed sal 'n aanduiding van die werkverrigting van die enjin verkry word. Verstellings kan gedoen word om te verseker dat die enjin optimaal funksioneer wanneer dit die fasiliteit verlaat. Hierdie inligting kan ook gebruik word as 'n verwysing indien die toestand van die enjin op 'n later stadium bepaal moet word.

5. OPSOMMING

Deur 'n sistematiese proses vir die uitleg van die fasiliteit by Swartkops te volg is 'n werkstuk opgestel wat kan dien as basis vir die implementering van 'n COE vir General Electric diesel enjins. Hierdie werkstuk kan ook gebruik word as 'n riglyn vir die ontwerp van uitlegte vir ander COE's.

Die volume van die verskillende komponente wat herbou moet word is bereken. Deur hierdie volume as basis vir verdere berekeninge te gebruik is 'n tabel met die mannekrag benodig vir die COE opgestel. Die verhoudings tussen verskillende aktiwiteite is baie belangrik vir die bepaling van die relatiewe posisies van werksareas binne die fasiliteit. Dië verhoudings is ondersoek en geklassifiseer volgens belangrikheid. Met inagneming van die aktiwiteit verhoudings is vyf moontlike uitlegte verkry. Na 'n ontleding van die voordele en nadele van elke uitleg is een uitleg geïdentifiseer wat die beste resultate lewer. Praktiese beperkings speel 'n belangrike rol in die uitkie van 'n finale uitleg. Sekere aspekte van die fasiliteit, bv. die ligging van die materiaal stoor, kan nie verander word nie en plaas beperkings op die plasing van sekere werksareas. Hierdie beperkings is egter in ag geneem tydens die ontwerp van die fasiliteit.

Hoofstuk vier bevat aanbevelings oor die manier waarop die fasiliteit moet funksioneer. Hierdie aanbevelings word gedoen deur na die huidige tekortkominge te kyk en oplossings daarvoor te vind.

Indien daar na die voorgestelde uitleg gekyk word kan gesien word dat addisionele spasie beskikbaar is in die fasiliteit. Daar is dus ruimte beskikbaar indien die behoefte bestaan om die enjin herbou fasiliteit uit te brei. Hierdie spasie kan ook aangewend word om 'n COE vir ander komponente, soos bv. kompressors, te vestig.

Deur die voorgestelde uitleg met die huidige situasie te vergelyk kan die volgende gevolgtrekkings gemaak word :

- Die fasiliteit by Swartkops het voldoende spasie om die COE vir General Electric enjins te huisves.
- Addisionele spasie is beskikbaar om òf die enjin COE uit te brei òf 'n addisionele COE te vestig.
- Die voorgestelde uitleg kan relatief maklik geïmplementeer word sonder groot ontwingting van die huidige produksie.

BIBLIOGRAFIE

Adam Jr., E.E., Ebert, R.J. 1989. Production and operations management. concepts, models and behavior. 4th ed. Prentice-Hall

Apple, J.M. 1977. Plant layout and material handling.. 3rd ed. New York: Wiley

BSI standards catalogue. 1996/1997

Chase, R.B., Aquilano, N.J. 1992. Production and operations management: A life cycle approach. 6th ed. Irwin

Egbelu, P.J. Unit load design and its impact on manufacturing systems performance. In Tanchoco, J.M.A. (red.). Material flow systems in manufacturing. Chapman and Hall, 102-137

Francis, R.L., McGinnis, L.F., White, J.A. 1992. Facility layout and location : an analytical approach. 2nd ed. Prentice Hall

Konz, S. 1994. Facility design : manufacturing engineering. 2nd ed. Scottsdale: Publishing Horizons, Inc.

Muther, R. 1961. Systematic layout planning. Industrial Education Institute

Muther, R. 1979. Systematic planning of industrial facilities. Management and Industrial Research Publishers

Schonberger, R.J. 1985. Operations management, Productivity and quality. 2nd ed. Business Publications, Inc.

Sims, E.R. 1968. Planning and managing material flow. Industrial Education Institute

Skinner, W. The focused factory. Harvard business review (May – June 1974). pp113-121

Snyman, D.P. 1996. The transfer of rapid computer aided facilities redesign technology from the USA to South Africa, unpublished M Eng thesis, University of Stellenbosch, 135p.

Steudel, H.J. 1992. Desruelle, P, Manufacturing in the nineties. Van Nostrand Reinhold

Sule, D.R. 1994. Manufacturing facilities : location, planning, design. 2nd ed. PWS

Tanchoco, J.M.A. 1994. Material flow systems in manufacturing. Chapman & Hall

Tersine, R.J. 1980. Production/operations management : concepts, structure and analysis. 2nd ed.
North Holland

Tompkins, J.A., [et al.] 1996. Facilities planning. 2nd ed. Wiley

Bylae A

DATA VIR SPASIE BENODIG

Afdeling		Sel A					
Item	Aantal	Area Van item	Werks-area	Ander area	Area / Item	Totale area	Algemeen
Waterpomp staander	1	0.6	3.0		3.6	3.6	
Oliepomp staander	1	0.6	3.0		3.6	3.6	
PTO staander	1	0.6	3.0		3.6	3.6	
Oond	1	1.6	1.5		3.1	3.1	
Skoonmaak bak	1	2.5	3.0		5.5	5.5	
Gereedskap trollie	1	1.0	1.0		2.0	2.0	
Stoor area	1	2.0	3.0		5.0	5.0	Komponente wag op herbou
Stoor area	1	2.0	3.0		5.0	5.0	Komponente herbou
Werksbank	1	4.4	5.0		9.4	9.4	
Stoorkas	2	2.5	1.0		3.5	7.0	
						47.8	

Afdeling		Sel B					
Item	Aantal	Area van item	Werks-area	Ander area	Area / Item	Totale area	Vereistes
Magnaflux	1	2.5	3.0	2.0	7.5	7.5	Lug, 380 V
Skoonmaak bak	1	2.0	3.0		5.0	5.0	
Stang staander	1	0.5	3.0		3.5	3.5	
Suier staander	1	0.5	3.0		3.5	3.5	
Stoor area	6	2.0		1.5	3.5	21.0	Staan area vir trollies
Stoor area	1	8.0			8.0	8.0	Suier krone, herwerk
Stoor area	1	8.0			8.0	8.0	Suier krone, wag op herstel
Stoor area	1	8.0			8.0	8.0	Suier rompe, herwerk
Stoor area	1	8.0			8.0	8.0	Suier rompe, wag op herstel
Stoor area	1	8.0			8.0	8.0	Suiers, herbou
Stoor area	1	8.0			8.0	8.0	Suiers, wag op herstel
Gereedskap trollie	1	2.0			2.0	2.0	
Meet tafel	1	2.0	2.0		4.0	4.0	
Werksbank	3	3.2	4.0		7.2	21.6	
						116.1	

Afdeling	Sel C						
Item	Aantal	Area van item	Werks-Area	Ander area	Area / Item	Totale Area	Vereistes
Reëlaar toetsbank	1	3.0	3.0		6.0	6.0	
Hoëdruk brandstofpomp toetsbank	2	3.0	2.0		5.0	10.0	
Inspuiter toetsbank	1	0.5	1.5		2.0	2.0	
Hoëdruk brandstofpomp staander	2	0.5	2.0		2.5	5.0	
Skoonmaak bak	1	2.0	2.0		4.0	4.0	
Stoor area	1	15.0			15.0	15.0	Herboude komponente
Stoor area	1	10.0			10.0	10.0	Wag vir herbou
Werksbank	1	6.0	4.0		10.0	10.0	
Werksbank	1	6.0	4.0		10.0	10.0	
						72.0	

Afdeling	Sel D						
Item	Aantal	Area van item	Werks-area	Ander area	Area / Item	Totale area	Vereistes
Kom. Sny 1	1	2.5	2.0		4.5	4.5	380 V
Kom. Sny 2	1	4.0	3.0		7.0	7.0	380 V
Gelykrichter	1	2.0		2.0	4.0	4.0	380 V
Anker staander	1	4.0	4.0		8.0	8.0	Opwekker/hulp generator
Anker staander	4	3.0	2.0		5.0	20.0	Hoof generator
Opbou area	2		6.0	2.0	8.0	16.0	
Aftakel area	2		6.0	2.0	8.0	16.0	
Inloop area	1	4.0	3.0		7.0	7.0	
Oond	1	2.0	1.5		3.5	3.5	380 V
Stoor area	4	5.0				20.0	
Stoor area	1	9.0	3.0		12.0	12.0	Komponente wag op herbou
Stoor area	1	9.0	3.0		12.0	12.0	Komponente herbou
Motor staander	1	4.0	3.0		7.0	7.0	
						137.0	

Afdeling		Sel E					
Item	Aantal	Area van item	Werks-Area	Ander area	Area / Item	Totale area	Vereistes
Sandstraal	1	3.0	3.0		6.0	6.0	
Turbo staander	6	2.0	3.0		5.0	30.0	
Uitlaat staander	3	3.0	3.0		6.0	18.0	
Rotor staander	3	2.0	3.0		5.0	15.0	
Gereedskap trollie	1	2.0		2.0	4.0	4.0	
Stoor area	1	8.0		3.0	11.0	11.0	Komponente wag op herbou
Stoor area	1	8.0		3.0	11.0	11.0	Komponente herbou
Stoorkas	2	1.5		1.0	2.5	5.0	
Werkstafel	2	1.5	1.0		2.5	5.0	
Kabel staander	1	2.0	2.0		4.0	4.0	
Kabel staander	1	2.0	2.0		4.0	4.0	
Werkstafel	6	0.5	1.0		1.5	9.0	
Stoor area	1	3.0	2.0		5.0	5.0	Waardevolle afval materiaal
Onderdele rak	1	0.4	2.0		2.4	2.4	
Skoonmaak tenk	1	10	6	6	22	22.0	
						151.4	

Afdeling		Sel F					
Item	Aantal	Area van item	Werks-Area	Ander area	Area / Item	Totale area	Vereistes
Toetsbank	1	4.0	3.0		7.0	7.0	
Werksbank	1	4.0	3.0		7.0	7.0	
Stoor area	1	2.0	1.0		3.0	3.0	
Stoor area	1	2.0	1.0		3.0	3.0	
Skoonmaak bak	1	2.0	1.5		3.5	3.5	
						23.5	

Afdeling		Sel G					
Item	Aantal	Area van item	Werks-Area	Ander area	Area / Item	Totale area	Vereistes
Nokas staander	2	5.0	3.0		8.0	16.0	
Krukas staander	3	10.0	6.0		16.0	48.0	
Rak	2	4.0	2.0		6.0	12.0	
Werkstafel	2	3.0	3.0		6.0	12.0	
Krukas inspeksie tafel	1	8.0	4.0		12.0	12.0	
						100.00	

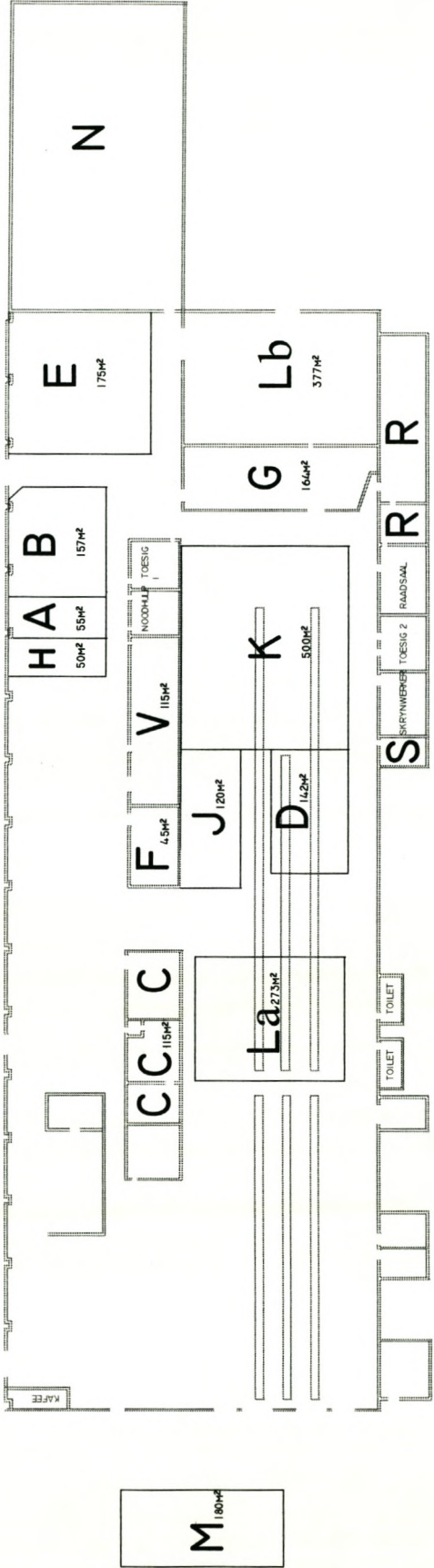
Afdeling		Sel H					
Item	Aantal	Area Van item	Werks-Area	Ander area	Area / Item	Totale area	Vereistes
Stoor area	1	3.0	3.0		6.0	6.0	Komponente wag op herbou
Stoor area	1	3.0	3.0		6.0	6.0	Komponente herbou
Werksbank	1	4.0	5.0		9.0	9.0	
Toets apparaat	1	4.0	3.0		7.0	7.0	
						28.0	

Afdeling		Sel J					
Item	Aantal	Area van item	Werks-Area	Ander area	Area / Item	Totale area	Vereistes
Monteer staander	1	6.0	3.0		9.0	9.0	Silinder deksels
Monteer staander	1	6.0	3.0		9.0	9.0	Krukkas deksels
Samedruk apparaat	1	3.0	3.0		6.0	6.0	Krukkas deksels
Waterpyp staander	2	4.0	2.0		6.0	12.0	
Stoor area	1	8.0	3.0		11.0	11.0	Silinder deksels
Stoor area	1	8.0	3.0		11.0	11.0	Krukkas deksels
Stoor area	1	8.0	3.0		11.0	11.0	Lug inlaat pype
Pyp staander	1	5.0	2.0		7.0	7.0	
Werkstafel	2	3.0	3.0		6.0	12.0	
						88.0	

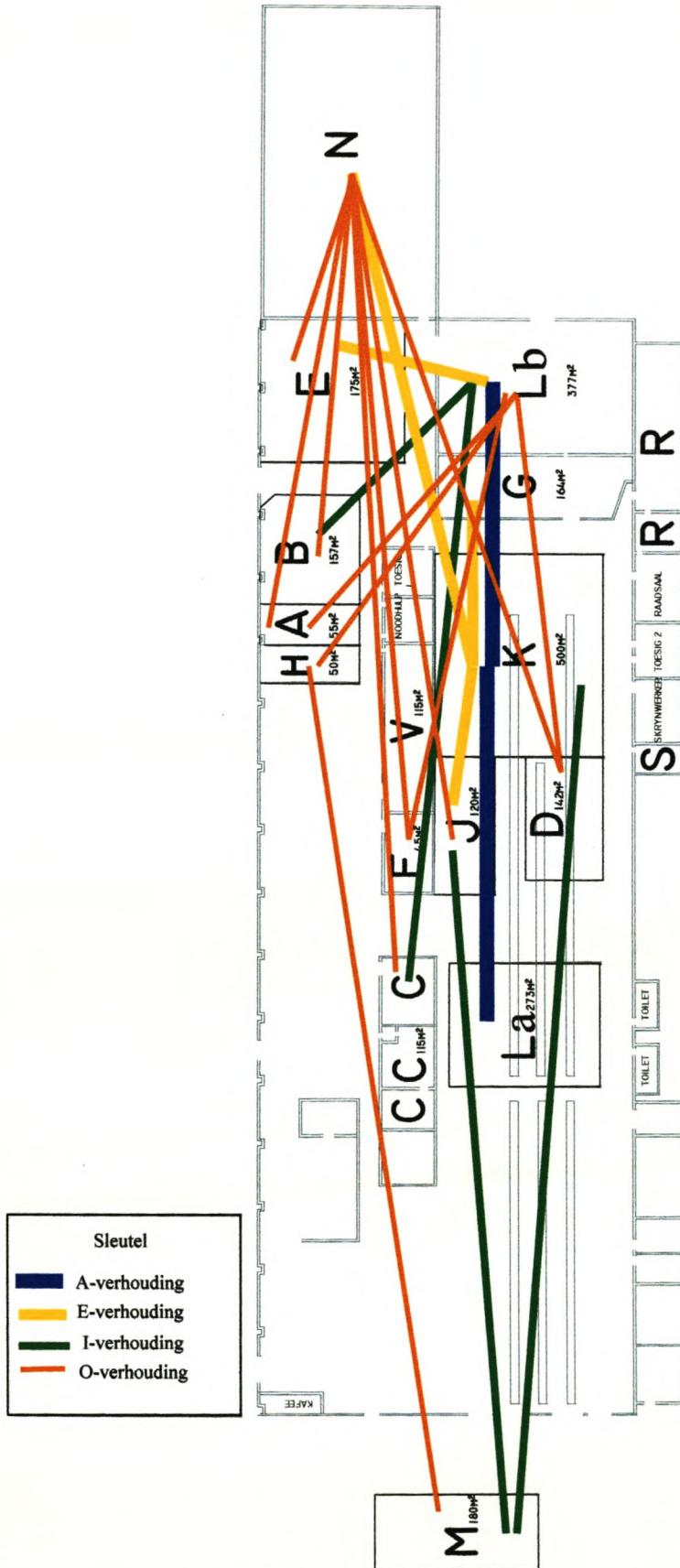
Afdeling		Sel K					
Item	Aantal	Area van item	Werks-Area	Ander area	Area / Item	Totale Area	Vereistes
Herbou area	3	25.0		6.0	31.0	93.0	
Aftakel area	2	20.0		6.0	26.0	52.0	
Rak	4	5.0	2.5		7.5	30.0	
Werkstafel	5	3.0	3.0		6.0	30.0	
Stoor area	3	5.0	5.0	3.0	13.0	39.0	Trollies vir aftakel
Stoor area	3	5.0	5.0	3.0	13.0	39.0	Trollies vir opbou
Stoor area	3	8.0	2.0	3.0	13.0	39.0	Komponente vir opbou
Werk platvorm	10	3.0	5.0		8.0	80.0	
						402.0	

Bylae B

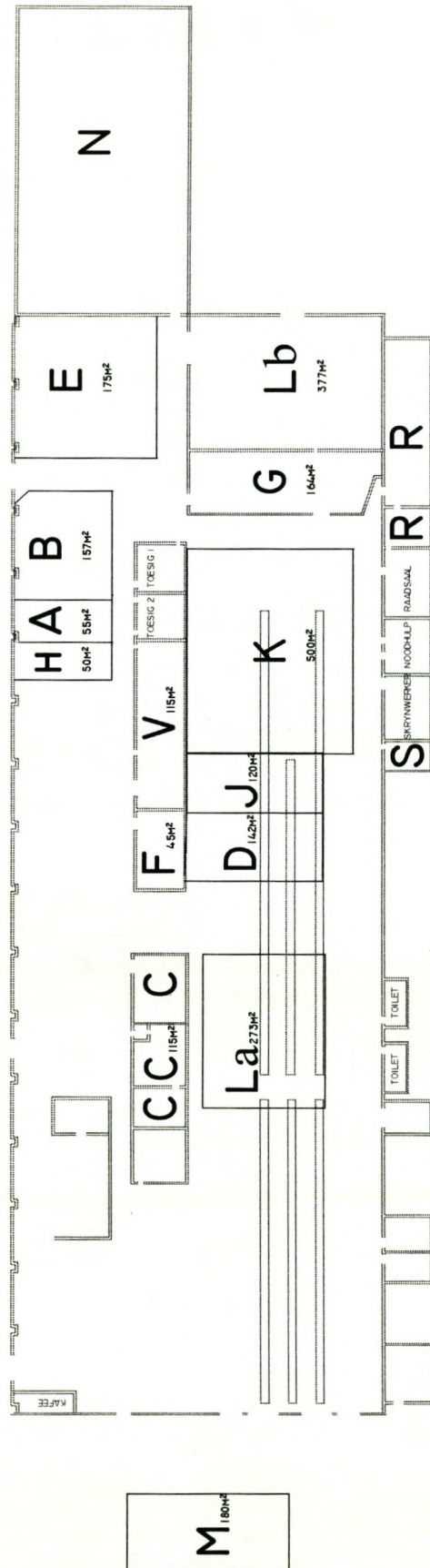
UITLEG OPSIES



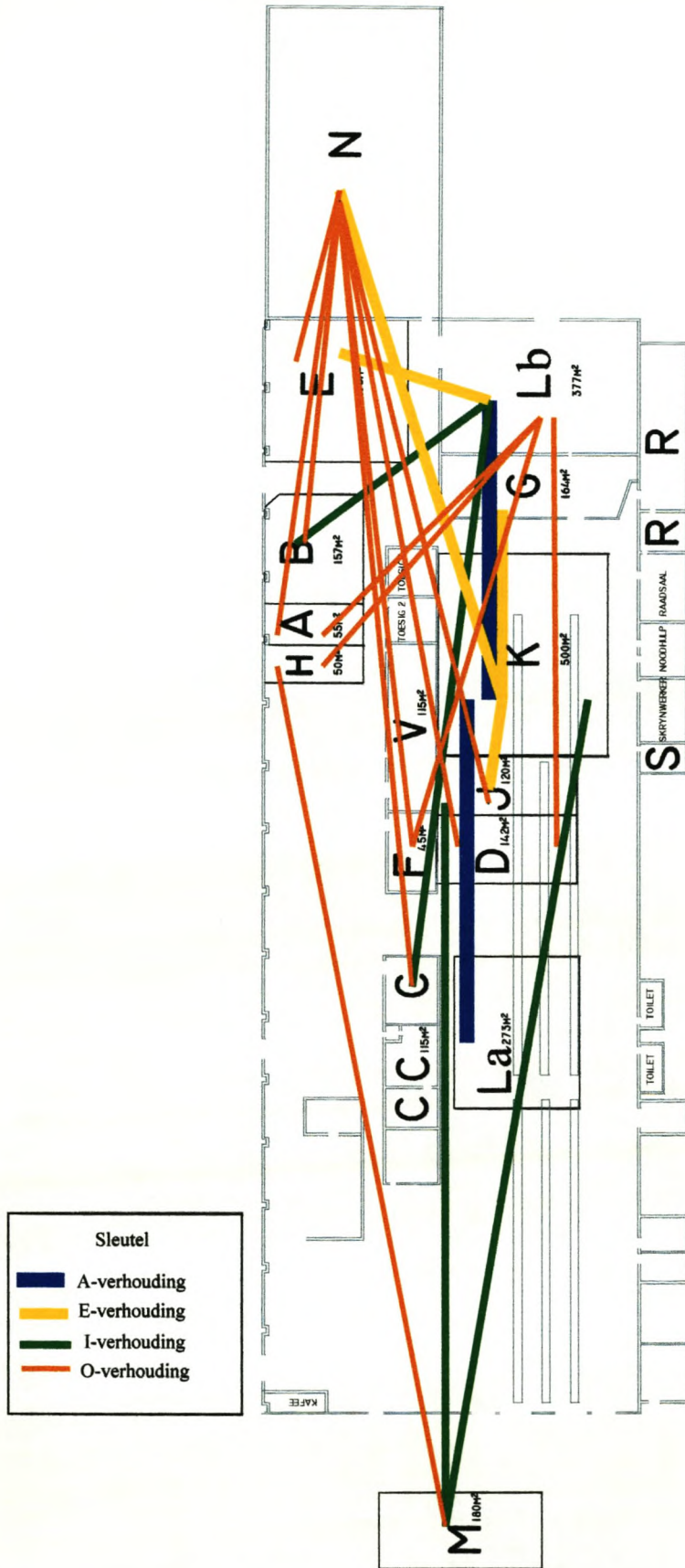
Opsie 1 : Vloeruitleg



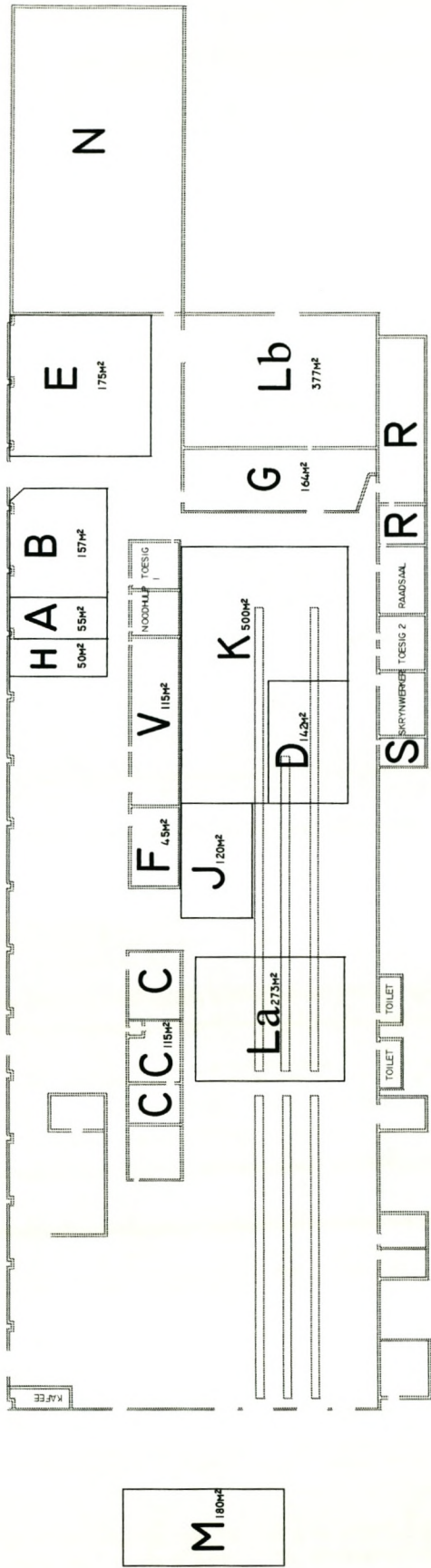
Opsie 1 : Vloeruitleg met aktiwiteit verhoudings



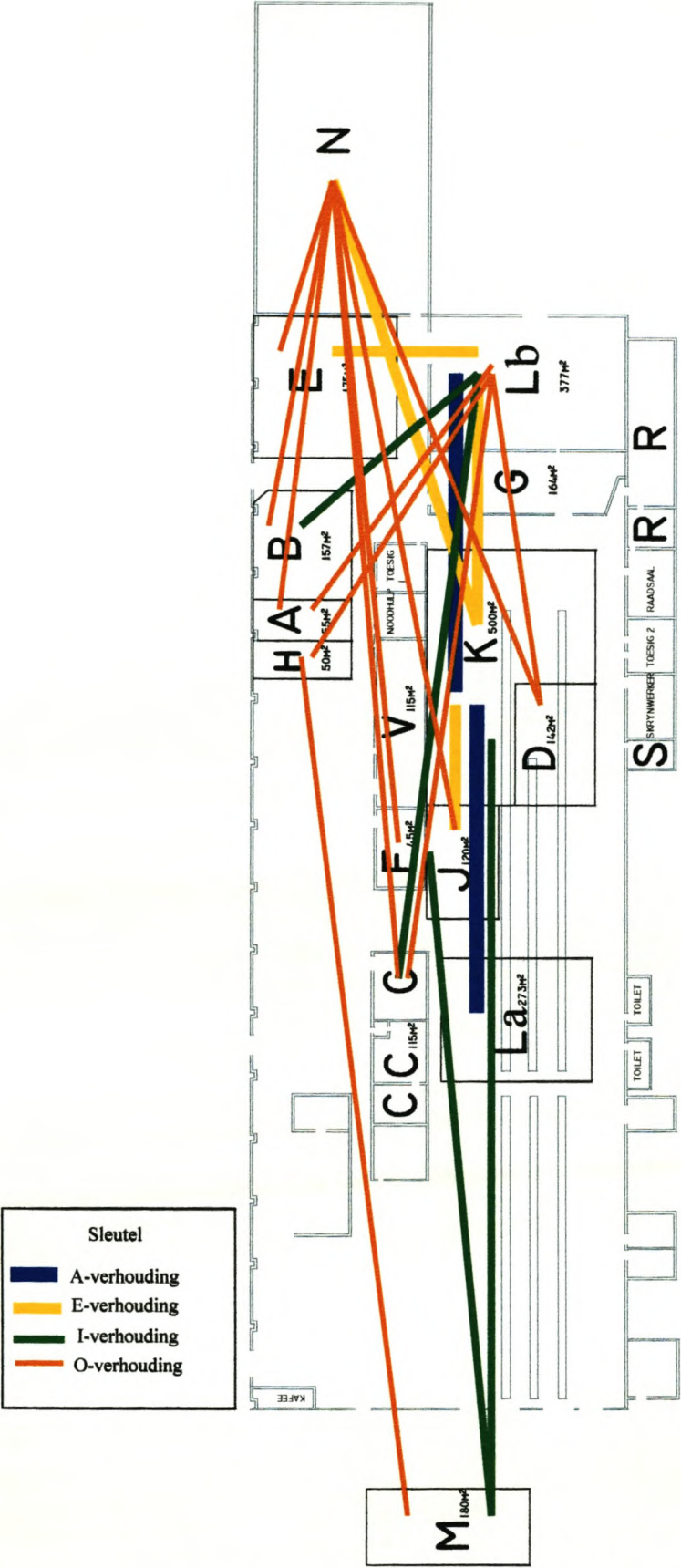
Opsie 2 : Vloeruitleg



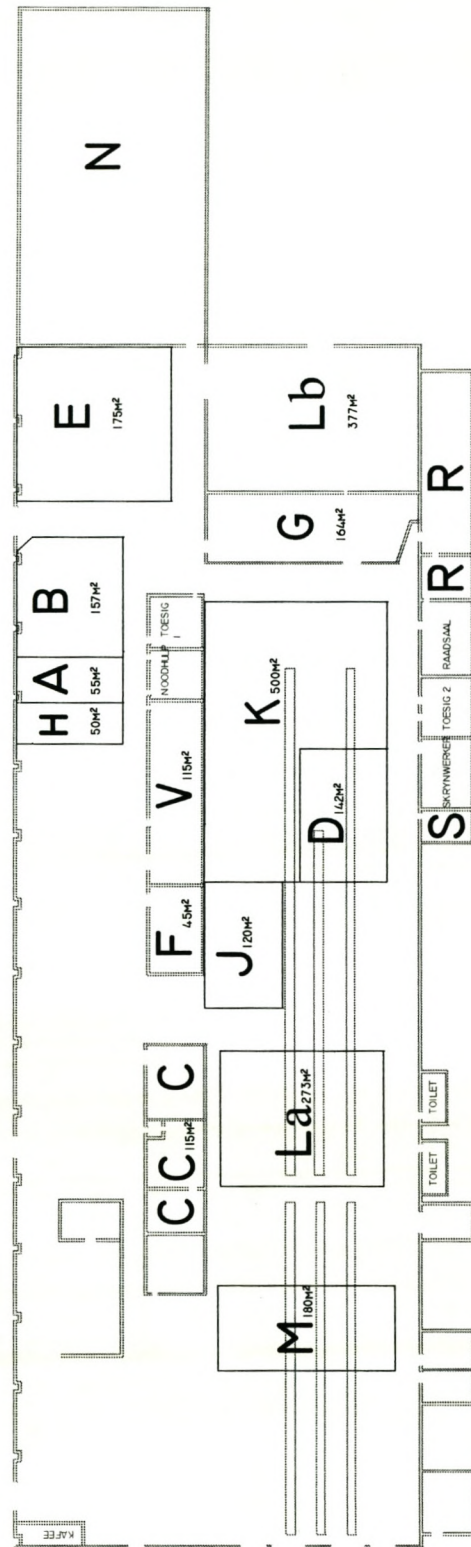
Opsie 2 : Vloeruitleg met aktiviteit verhoudings



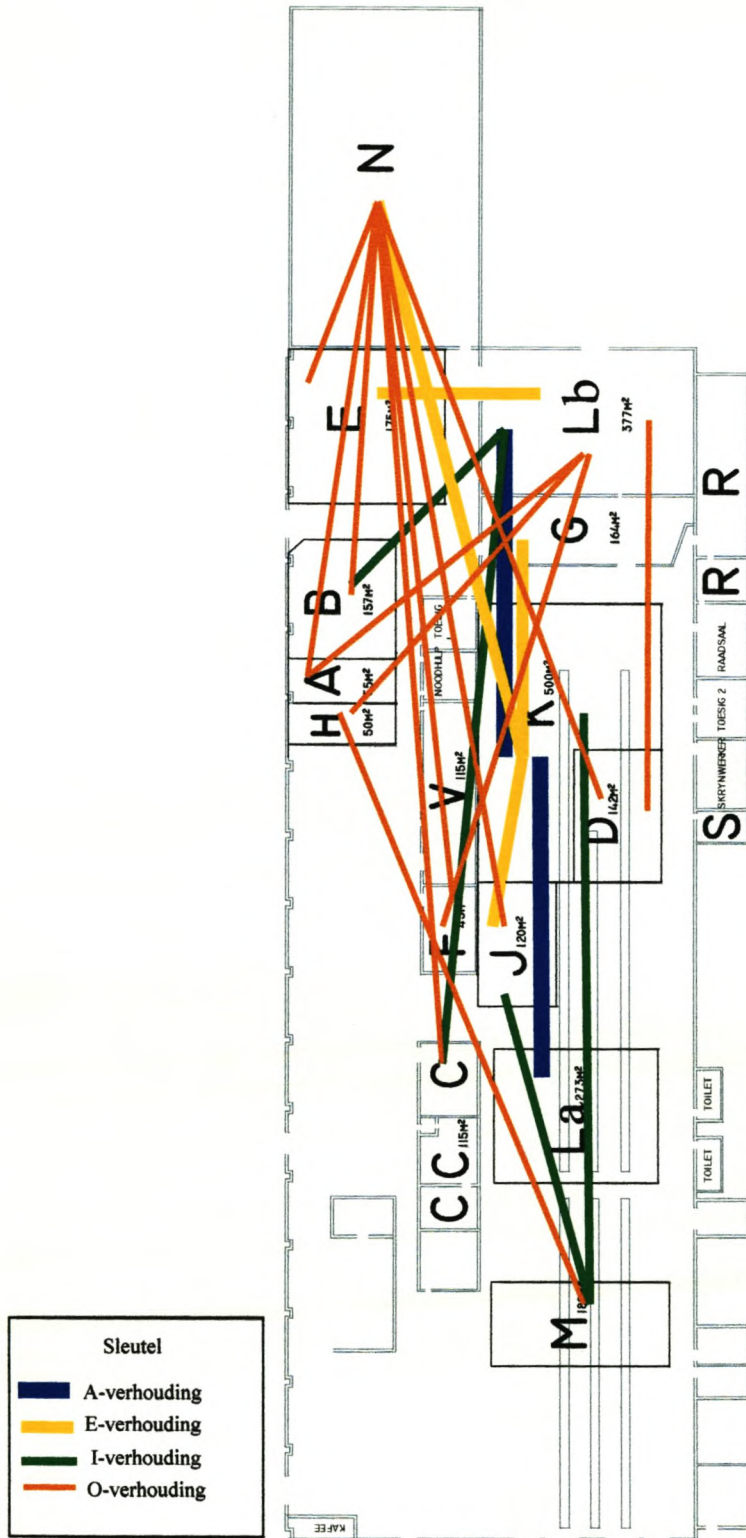
Opsie 3 : Vloeruitleg



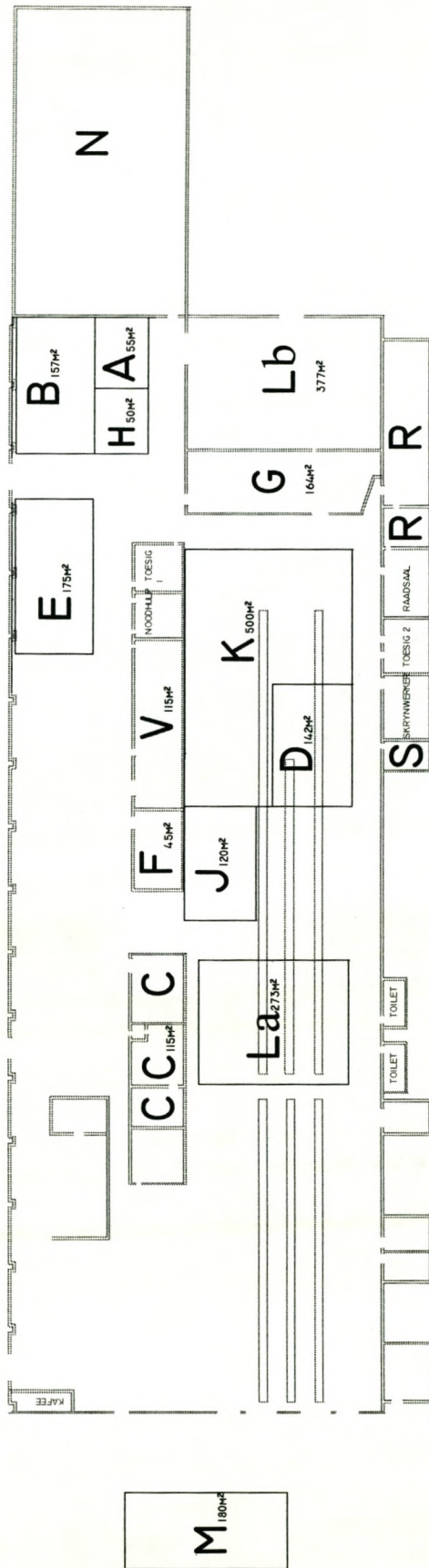
Opsie 3 : Vloeruitleg met aktiwiteit verhoudings



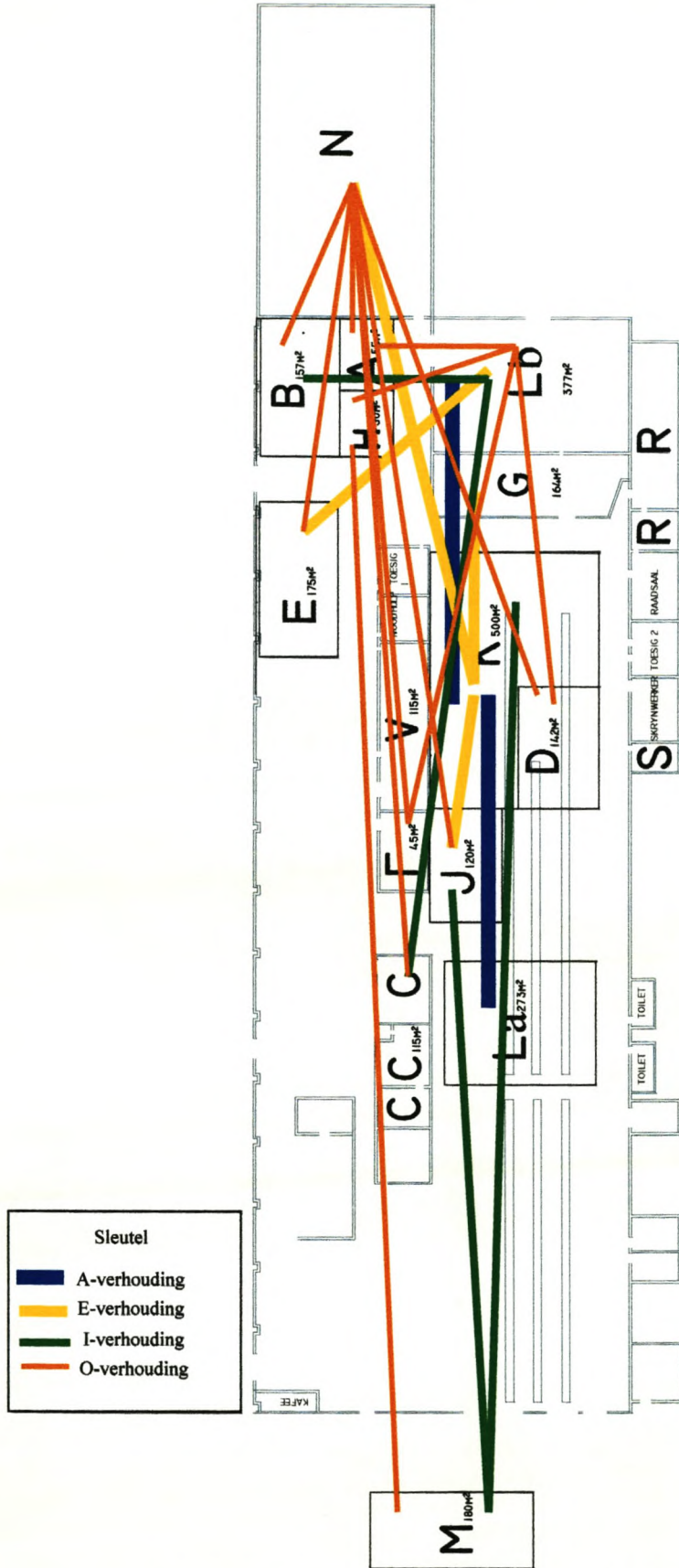
Opsie 4 : Vloeruitleg



Opsie 4 : Vloeruitleg met aktiwiteit verhoudings



Opsie 5 : Vloeruitleg



Opsie 5 : Vloeruitleg met aktiwiteit verhoudings

Bylae C

HUIDIGE KOMPONENT VERSLAG VORM

**SPOORNET
LOCOMOTIVE MAINTENANCE DEPOT(DIESEL) SWARTKOPS**

**DIESEL ELECTRIC LOCOMOTIVES
EQUIPMENT REPAIR REPORT**

DEPOT : _____
 PRO NO. : _____

ITEM DESCRIPTION : _____.

SERIAL NUMBER : _____ DATE REPAIRED : _____.

If this item was repaired on the locomotive or removed, repaired and refitted to the same locomotive please state:
 Loco no.: _____ km Distance : _____.
 (or Diesel Engine Number where applicable) : _____.
 Loco no. & km distance **MUST NOT BE FILLED IN** when the component was changed out completely. That is when the component is to be fitted to another locomotive, or engine and a change out report submitted.

REASON FOR ATTENTION

--

DETAILS OF WORK PERFORMED

NEW PARTS USED	REASON FOR REPLACEMENT

ARTISANTECHNICAL SUPERVISOR STATS

COMPILED BY : G.B.GILDENHUYS	DATE : 95/03/10	DOCUMENT NO. : SS76
REVISED BY : G.B.GILDENHUYS	DATE : 95/03/10	REVISION LEVEL : 001
APPROVED BY :	DATE : 95/03/10	PAGE 1 OF 1

Bylae D

HUIDIGE KOMPONENT SERIE NOMMER UITRUIL VORM

SPOORNET

EQUIPMENT CHANGE-OUT REPORT

SWARTKOPS LOCOMOTIVE MAINTENANCE DEPOT

PRO NO: _____

DIESEL ENGINE

LOCOMOTIVE NUMBER: _____ DATE: _____

ENGINE SERIAL NUMBER REMOVED: _____

ENGINE SERIAL NUMBER FITTED: _____

WHERE ITEM OBTAINED: _____

REASON FOR REMOVAL _____

STATS

TECHNICAL SUPERVISOR

D/E FITTER

REMARKS: _____

COMPILED BY : G.B.GILDENHUYS	DATE : 95/03/13	DOCUMENT NO. : SS75/3
REVISED BY : G.B.GILDENHUYS	DATE : 95/03/13	REVISION LEVEL : 001
APPROVED BY :	DATE : 95/03/13	PAGE 1 OF 1

Bylae E

MATERIAAL BOM

Material DD340BOM Valid from 19.10.00
 Component desc. Diesel locomotive 34000 BOM

Material	Description	Quantity	Unit
DD340BOM	Diesel locomotive 34000 BOM	1	
0010	DD340ABCM Diesel locomotive 34000 A/B/C/M BOM	1	
0020	DDE34ENG Engine Diesel Locomotive GE 34 BOM	1	
A001	DDE34ENGO Engine Overhaul Diesel Loco GE 34 BOM	1	
A120	077020799 GROMMET, RUBBER, FUEL STRAINER	1	
A125	077021202 COUPLING	1	
A130	077021707 GASKET	13	
A135	077021744 PACKING, PREFORMED	13	
A140	077021857 PACKING, PREFORMED	4	
A145	077021946 GASKET	1	
A150	077021958 GASKET, MOUNTING, WATER PUMP	1	
A155	077021995 GASKET	1	
A160	077022078 GASKET	1	
A165	077022192 PACKING, PREFORMED	3	
A170	077022786 SEAL, PLAIN ENCASED	1	
A175	077023250 PACKING, PREFORMED	13	
A180	077023274 PACKING, PREFORMED	2	
A185	077023286 RING	1	
A190	077023302 GASKET	1	
A195	077023314 GASKET	1	
A200	077023326 PIN, STRAIGHT, HEADLESS	1	
A205	077023338 GASKET	1	
A210	077023351 PACKING, PREFORMED	3	
A215	077023363 GASKET	2	
A220	077023375 GASKET	1	
A225	077023399 BUSHING, SLEEVE	12	
A230	077023403 SEAL, PLAIN	2	
A235	077023553 PACKING, PREFORMED	6	
A240	077023577 PACKING, PREFORMED	17	
A245	077023590 GASKET, CRANKCASE BREATHER	1	
A250	077023605 PACKING, PREFORMED	1	
A255	077023617 GASKET	1	
A260	077023629 GASKET	1	
A265	077023642 RING, O, SEAL, BEARING RETAINER	1	
A270	077023654 PACKING ASSEMBLY	1	
A275	077023666 GASKET	1	
A280	077023691 GASKET	1	
A285	077023820 GASKET	12	
A290	077023832 O RING	1	
A295	077023881 GASKET	1	
A300	077024028 GASKET	2	
A305	077024065 PACKING, PREFORMED	12	
A310	077024647 BEARING, HALF, CONNECTING ROD	12	
A320	077028997 SEAL, OIL, FILLER COVER, ENGINE	1	
A325	077029991 FILTER	1	
A330	077032859 GASKET	1	
A335	077038072 GASKET	24	
A340	077038084 GASKET, SEAL, DRESSER COUPLING	8	
A345	077038994 BEARING, HALF, CRANKSHAFT	7	
A350	077039231 GASKET	1	
A355	077039255 PACKING, PREFORMED	3	
A360	077039267 SEAL, PLAIN	1	
A365	077039280 PACKING, PREFORMED	12	
A370	077039951 GASKET, MANIFOLD, EXHAUST	1	
A375	077040529 GASKET	12	
A380	077041612 BUSHING, SLEEVE	12	
A382	077044111 GASKET	1	
A385	077044159 GASKET	12	
A390	077044564 GASKET	12	
A395	077047014 GASKET	1	
A420	077054536 GASKET	1	
A425	077054548 SEAL, COUPLING, PIPE, DRESSER	2	
A435	077054573 GASKET	22	
A440	077055922 GASKET	3	
A445	077055934 GASKET	1	
A455	077079468 BUSH, BRACKET, FUEL CONTROL	10	
A465	077081534 WASHER, SEAL	31	
A467	077081635 WASHER, LOCK	12	
A470	077081886 WASHER, SEAL	14	
A472	077087996 SPARE PART, KIT, PISTON RING	12	
A473	077096999 BOLT, MACHINE	12	
A475	077164767 BEARING, THRUST, CRANKSHAFT	2	
A480	077164893 PACKING, PREFORMED	2	
A482	077173354 PIN	1	
A485	077173492 GASKET	2	
A490	077173544 GASKET	1	
A495	077174699 HOSE ASSEMBLY, FUEL SUPPLY	12	
A515	077191134 RING, SEAL, O	2	

A520	077191195	GASKET	1
A525	077196036	GASKET	12
A530	077269993	BEARING, MAIN, GROOVELESS, ENGINE	7
A535	077285394	BOLT,HOLD DOWN,CYLINDER	48
A540	077285268	WASHER	48
A545	077292224	WASHER,SEAL	24
A002 DDE34EN10		Engine Overhaul Diesel Loco GE 34 BOM	1
A100	077089101	KIT, ENGINE OVERHAUL	1
A105	077024647	BEARING,HALF,CONNECTING ROD	12
A115	077029991	FILTER	1
A117	077038084	GASKET,SEAL,DRESSER COUPLING	4
A120	077038994	BEARING,HALF,CRANKSHAFT	7
A121	077044111	GASKET	1
A123	077047014	GASKET	1
A125	077081635	WASHER, LOCK	12
A126	077087996	SPARE PART,KIT,PISTON RING	12
A127	077096999	BOLT,MACHINE	12
A128	077164767	BEARING, THRUST, CRANKSHAFT	2
A130	077174699	HOSE ASSEMBLY, FUEL SUPPLY	12
A135	077191195	GASKET	1
A140	077269993	BEARING, MAIN, GROOVELESS, ENGINE	7
A145	077285394	BOLT,HOLD DOWN,CYLINDER	48
A150	077285268	WASHER	48
A003 DDE34ENGF		Engine Fitting Diesel Loco GE 34 BOM	1
M100	077052359	GASKET	1
M105	077052384	GASKET	1
M110	077052396	GASKET	1
M115	077054496	SEAL, COUPLING, PIPE, DRESSER	4
M120	077054524	GASKET	6
M125	077054561	SEAL, COUPLING, PIPE, DRESSER	8
M130	077174942	GASKET,WATER PUMP TO PIPE	1
M135	077176548	SEAL,PIPE COUPLING	1
A004 DDERINGS		Rings Diesel Locomotive GE BOM	1
A010	077051783	RING, PISTON, COMPRESSION, TOP	1
A020	077271464	RING, PISTON	1
A030	077269907	RING, TOP, COMPRESSION, PISTON	1
A050	077271440	RING, TOP, COMPRESSION, PISTON	1
A060	077060005	RING, INTERMEDIATE, COMPRESSION	1
A110	077036720	RING, PISTON	1
A120	077271731	RING, PISTON, COMPRESSION, TOP	1
A130	077271553	RING, PISTON, DIESEL ENGINE	1
A140	077271706	RING, PISTON, COMPRESSION, TOP	1
A150	077271718	RING, PISTON, DIESEL ENGINE	1
A160	077079456	RING, PISTON	1
A210	077036707	RING, OIL CONTROL, ENGINE PISTON	1
A310	077088031	SPARE PARTS KIT, PISTON RING	1
A320	077087996	SPARE PART, KIT, PISTON RING	1
A005 DDE34CYL		Cylinder Diesel Locomotive GE 34 BOM	1
A100	077020799	GROMMET, RUBBER, FUEL STRAINER	1
A105	077021202	COUPLING	1
A110	077021707	GASKET	12
A115	077021744	PACKING, PREFORMED	12
A120	077023250	PACKING, PREFORMED	13
A125	077023274	PACKING, PREFORMED	2
A130	077023286	RING	1
A135	077023363	GASKET	2
A140	077023399	BUSHING, SLEEVE	12
A145	077023553	PACKING, PREFORMED	6
A150	077023577	PACKING, PREFORMED	3
A155	077023590	GASKET, CRANKCASE BREATHER	1
A160	077023605	PACKING, PREFORMED	1
A165	077023642	RING, O, SEAL, BEARING RETAINER	1
A170	077023654	PACKING ASSEMBLY	1
A175	077023666	GASKET	1
A180	077023820	GASKET	12
A185	077024065	PACKING, PREFORMED	12
A190	077024647	BEARING, HALF, CONNECTING ROD	12
A195	077029991	FILTER	1
A200	077038072	GASKET	24
A205	077038084	GASKET, SEAL, DRESSER COUPLING	8
A210	077039255	PACKING, PREFORMED	3
A215	077039280	PACKING, PREFORMED	12
A220	077039951	GASKET, MANIFOLD, EXHAUST	1
A225	077040529	GASKET	12
A235	077044111	GASKET	1
A240	077044159	GASKET	12
A245	077044564	GASKET	12
A250	077054548	SEAL, COUPLING, PIPE, DRESSER	1
A255	077054561	SEAL, COUPLING, PIPE, DRESSER	2
A260	077054573	GASKET	22
A265	077081457	WASHER, LOCK	48
A270	077081534	WASHER, SEAL	12

A275	077081635	WASHER, LOCK	16
A280	077087996	SPARE PART, KIT, PISTON RING	12
A285	077096999	BOLT, MACHINE	12
A290	077174699	HOSE ASSEMBLY, FUEL SUPPLY	12
A295	077196036	GASKET	12
A300	077292224	WASHER, SEAL	24
B230	077040591	BUSHING, SLEEVE	12
A006	DDEFRACKO	Fuel Rack Overhaul Diesel Loco GE 34	1
A100	077029525	BEARING, BALL, ANNULAR	8
A105	077040263	BEARING, BALL, ROD END	6
A110	077040591	BUSHING, SLEEVE	6
A007	DDEOPUMP	Oil Pump Diesel Locomotive GE BOM	1
B001	DDEOPUMPO	Oil Pump Overhaul Diesel Loco GE BOM	1
B100	077033929	GASKET	2
B002	DDEOPUMPF	Oil Pump Fitting Diesel Loco GE BOM	1
B300	077023617	GASKET	1
B310	077077356	BOLT, MACHINE	3
B320	077081457	WASHER, LOCK	10
B110	077033905	GASKET	1
B115	077033917	DOWEL	4
B125	077033930	KEY	1
B130	077034062	BUSHING	1
B135	077034074	BUSH	1
B140	077034098	BUSHING	2
B150	077034114	SHAFT	2
B170	077040869	STUD	11
B175	077040870	STUD	7
B185	077086145	NUT, HEXAGON, SELF LOCKING	18
B190	077174562	PLATE	1
B195	077179577	SCREW	1
B200	077226714	SHAFT	1
A008	DDE34EXH	Exhaust Diesel Locomotive GE 34 BOM	1
A100	077027110	GASKET	2
A105	077039898	MANIFOLD, EXHAUST	5
A110	077039902	ELBOW	6
A120	077039951	GASKET, MANIFOLD, EXHAUST	1
A130	077039975	CLAMP	12
A135	077040000	RING	2
A145	077077117	BOLT	4
A150	077077307	BOLT, MACHINE	48
A155	077079533	GASKET	6
A160	077081457	WASHER, LOCK	48
A165	077081635	WASHER, LOCK	20
A170	077096951	BOLT, MACHINE	12
A175	077096963	BOLT, MACHINE	8
A180	077096975	NUT, SELF LOCKING, HEXAGON	48
A185	077096987	NUT, SELF LOCKING, HEXAGON	12
A190	077096999	BOLT, MACHINE	12
A195	077175126	SEAL, PLAIN	12
A200	077191284	SCREW	4
A205	077195852	COMPOUND	1
A210	077248060	TRANSITION SECTION, EXHAUST, ENG	1
A220	077254527	PLATE, MOUNTING	1
A009	DDEFTP	Fuel Transfer Pump Diesel Loco GE BOM	1
0010	DDEFTPVOV	Fuel Transfer Pump Overhaul Diesel GE1	
C100	077257342	RING, FUEL BOOSTER PUMP	1
C105	077257354	SEAL, PUMP, FUEL BOOSTER	1
C110	077257366	PLUG, FUEL BOOSTER PUMP	1
C115	077257378	ROTOR, PUMP, FUEL BOOSTER	1
C120	077257418	RING, O, FUEL BOOSTER PUMP	1
A010	DDEOSG	Overspeed Governor(old) Diesel Loco GE 1	
0010	DDEOSGO	Overspeed Gov(old) Overhaul Diesel GE1	
C105	077022410	PACKING, PREFORMED	1
C110	077022648	GASKET, OVERSPEED GOVERNOR CAP	2
C115	077022685	GASKET	1
C120	077032087	PIN, SHOULDER, HEADLESS	1
C125	077032176	PLUG, DRIVE	2
C130	077039028	PIN, COTTER	2
C135	077082527	WASHER	2
C145	077173418	GASKET	2
A011	DDEENOSG	Overspeed Governor(new) Diesel Loco GE 1	
0010	DDEENOSGO	Overspeed Gov(new) Overhaul Diesel GE1	
C100	077022410	PACKING, PREFORMED	1
C105	077022648	GASKET, OVERSPEED GOVERNOR CAP	2
C110	077022685	GASKET	1
C112	077039028	PIN, COTTER	2
C115	077082527	WASHER	2
C125	077173418	GASKET	2
C130	077174360	LATCH RESET	1
C135	077174360	LATCH RESET	4
A012	DDEFTPM	Fuel Transfer Pump Motor Diesel loco	1
H100	077171367	SEAL, SHAFT	1

H105	077173139	BRUSH,ELECTRICAL CONTACT	2
H110	077197357	BEARING,BALL,ANNULAR	2
A013 DDECOPT			
COPT Device Diesel Locomotive GE BOM			
C001	DDECOPTO	COPT Device Overhaul Diesel Loco GE1	1
C100 077018232			
DIAPHRAGM,FLAT			
C100	077018143	COVER,ACCESS	1
C105	077018155	PLATE,CONTROL,PRESSURE SWITCH	1
C110	077018167	HOUSING BOTTOM	1
C115	077018179	PLUNGER	1
C120	077018180	HOLDER ASSEMBLY,ELECTRICAL CONTACT	2
C125	077018192	TRIGGER	1
C130	077018207	PLUNGER	1
C135	077018220	DIAPHRAGM ASSEMBLY	1
C140	077018232	DIAPHRAGM,FLAT	1
C145	077018244	FOLLOWER	1
C150	077018256	PLUNGER,DETENT	1
C155	077018268	GASKET	1
C165	077018293	SOCKET,PRESSURE SWITCH	1
C170	077018308	BRUSH	8
C180	077018333	BUSH	1
C190	077018394	LENS RED	1
C200	077164731	LAMP	1
C205	077173026	RECEPTACLE,PRESSURE SWITCH	1
C210	077173038	SPRING	1
C215	077228749	CONNECTOR,PRESSURE SWITCH	1
C220	077228750	LIGHT AND BULB ASSY	1
A014 DDEHPFPLS			
HPFP Diesel Locomotive GE LS BOM			
C001	DDEHPPLSO	HPFP Overhaul Diesel Loco GE LS BOM	1
C100 077021744			
PACKING,PREFORMED			
C105	077040376	PACKING,PREFORMED	12
C110	077040529	GASKET	12
C115	077097071	SCREW,MACHINE	12
C120	077175163	PACKING,PREFORMED	12
C125	077175276	SPRING,HELICAL,COMPRESSION	3
C130	077289481	PLUNGER ASSEMBLY,FUEL PUMP	3
C100	077018511	DELIVERY,VALVE,STOP	1
C110	077021744	PACKING,PREFORMED	1
C120	077029170	SHIM	1
C130	077029182	SHIM	1
C140	077029194	SHIM	1
C160	077034693	LINE ASSEMBLY,FUEL PUMP	1
C170	077034708	CONNECTOR ASSEMBLY,FUEL PUMP	1
C180	077036340	FERRULE,SWAGE,TUBE COUPLING	1
C190	077040352	HOUSING,FUEL PUMP	1
C200	077040364	HOLDER,DELIVERY VALVE	1
C210	077040376	PACKING,PREFORMED	1
C230	077040404	DELIVERY VALVE,INJECTION FUEL PUMP	1
C250	077040465	SLEEVE,SHAFT,PUMP	1
C260	077040477	FOLLOWER,PLUNGER	1
C280	077040490	PILOT	1
C290	077040505	SPRING PLATE	1
C300	077040517	COVER,ACCESS	1
C310	077040529	GASKET	1
C320	077041458	SPRING,HELICAL,COMPRESSION	1
C340	077084021	WASHER,FLAT	1
C350	077097071	SCREW,MACHINE	1
C370	077175163	PACKING,PREFORMED	1
C390	077175276	SPRING,HELICAL,COMPRESSION	1
C400	077179363	SCREW,MACHINE	1
C410	077289481	PLUNGER ASSEMBLY,FUEL PUMP	1
A015 DDEINJLS			
Injector Diesel Locomotive GE LS BOM			
C001	DDEINJLSO	Injector Overhaul Diesel Loco GE LS	12
C100 077024077			
PACKING,PREFORMED			
C105	077173317	GASKET	12
C110	077264876	NOZZLE,FUEL INJECTION	12
C100	077024077	PACKING,PREFORMED	1
C110	077034681	PIPE,INJECTOR FUEL DRAIN LINE	1
C130	077036618	BUSH,INJECTOR FUEL DRAIN	1
C160	077039534	SHIM	1
C170	077039546	SHIM	1
C180	077039558	SHIM	1
C210	077080807	INJECTOR,FUEL	1
C240	077081206	SHIM	1
C250	077083432	SHIMS	1
C260	077083800	SHIM	1
C270	077083986	SHIM	1
C280	077084486	SHIM	1
C290	077084627	SHIM	1
C340	077165016	WASHER,FLAT	1
C350	077165028	WASHER,FLAT	1
C360	077165041	WASHER,FLAT	1
C390	077173317	GASKET	1

C400	077174816	SLEEVE, FUEL INJECTOR DRAIN	1	
C410	077175102	SHIM	1	
C420	077186609	WASHER, FLAT	1	
C430	077264876	NOZZLE, FUEL INJECTION	1	
A016 DDEINTCLR Intercooler Diesel Locomotive GE 34 BOM1				
B001 DDEINTCLO Intercooler Overhaul Diesel Loco GE				
	B100	077028520	GASKET	2
	B105	077028532	GASKET	2
	B100	077021857	PACKING, PREFORMED	1
	B110	077023274	PACKING, PREFORMED	10
	B120	077023351	PACKING, PREFORMED	2
	B130	077023553	PACKING, PREFORMED	6
	B160	077027235	RING, MANIFOLD	2
	B170	077028290	INTERCOOLER	1
	B180	077028305	SM INTERCOOLER	1
	B190	077028520	GASKET	2
	B200	077028532	GASKET	2
	B210	077038893	PLUG	2
	B220	077039987	ELBOW, TURBOCHARGER DISCHARGE	2
	B230	077039999	FLANGE, ELBOW TO TURBOCHARGER	2
	B240	077040024	SUPPORT, INTERCOOLER	1
	B260	077054548	SEAL, COUPLING, PIPE, DRESSER	3
	B270	077077090	BOLT, HEXAGON HEAD	96
	B280	077077117	BOLT	12
	B300	077078301	WASHER, FLAT	12
	B310	077081457	WASHER, LOCK	10
	B320	077081635	WASHER, LOCK	116
	B350	077175074	STUD, DISCHARGE ELBOW, INTERCOOL	4
	B360	077178762	NUT, PLAIN, HEXAGON	16
	B380	077191284	SCREW	8
	B400	077289407	HEADER	1
A017 DDEWPUMP Waterpump Diesel Locomotive GE BOM				
B001 DDEWPUMPO Water Pump Overhaul Diesel Loco GE				
	B100	077021971	GASKET	4
	B105	077023893	PACKING, PREFORMED	2
	B110	077026392	SEAL ASSEMBLY, SHAFT, SPRING LOADED	1
	B120	077026420	BEARING, BALL, ANNULAR	1
	B125	077026444	BEARING, BALL	1
	B130	077085038	SEAL, PLAIN ENCASED	1
	B135	077085176	SLEEVE, SHAFT, PUMP	1
	B140	077173330	GASKET, WATER PUMP	1
B002 DDEWPUMPF Waterpump Installation Dies. Loco GE				
	B100	077021946	GASKET	1
	B105	077021958	GASKET, MOUNTING, WATER PUMP	1
	B110	077023338	GASKET	1
	B145	077174942	GASKET, WATER PUMP TO PIPE	1
	B100	077021404	LOCKWIRE	1
	B105	077023718	KEY, MACHINE	1
	B115	077026407	SPACER, PLATE	1
	B120	077026456	RETAINER OUTER BEARING	1
	B125	077026622	CASING	1
	B130	077026634	HOUSING, BEARING UNIT	1
	B135	077026646	IMPELLER, PUMP, CENTRIFUGAL	1
	B140	077030230	GEAR, SPUR	1
	B145	077034959	PLUG, COUNTERSUNK, PIPE	1
	B147	077077332	BOLT, MACHINE	4
	B148	077077647	NUT, CASTLE, HEXAGON	1
	B150	077077700	BOLT	8
	B152	077081457	WASHER, LOCK	8
	B155	077081635	WASHER, LOCK	8
	B160	077082160	WASHER, LOCK	1
	B162	077083824	WASHER, FLAT	1
	B165	077083962	BOLT, HEXAGON HEAD, WATER PUMP	6
	B170	077084312	NUT LOCK	1
	B175	077095439	WASHER, LOCK	1
	B185	077179161	WASHER, LOCK, HEAVY DUTY	8
	B190	077191284	SCREW	8
	B195	077225834	SHAFT, SHOULDERED	1
	B200	077225846	BOLT	1
A018 DDEGOV Governor Diesel Locomotive GE BOM				
C010 DDEGOVOV Governor Overhaul Diesel Loco GE BOM				
	0010	077031967	BEARING	1
	C100	077088055	SPARE PART KIT, GOVERNOR	1
	C110	077193663	SPRING, HELICAL, COMPRESSION	1
C020 DDEGOVDI Governor Diaphragm Diesel Loco GE BOM				
	C100	077088079	DIAPHRAGM KIT, GOVERNOR	1
A019 DDE34TBG Turbo GE Diesel Locomotive 34 BOM				
B001 DDE34TBGO Turbo GE Overhaul Diesel Loco GE BOM				
	B105	077044285	BEARING, BLOWER, TURBOCHARGER	1
	B120	077171027	SCREW, SLOTTED FAT COUNTERSUNK	5
	B125	077232863	WASHER, PLAIN	6
	B126	077232903	SEAL, TURBINE END, TURBOCHARGER	1

---	B128 077232915	SEAL, TURBOCHARGER BLOWER END	1
---	B130 077232927	BOLT, MACHINE	8
---	B135 077233011	BEARING, SLEEVE	1
---	B140 077250869	BOLT	6
---	B145 077261936	BOLT, MACHINE	6
---	B002 DDE34TBGF	Turbo GE Fitting Diesel Loco GE BOM	1
---	B100 077023250	PACKING, PREFORMED	1
---	B105 077023363	GASKET	2
---	B110 077023553	PACKING, PREFORMED	6
---	B115 077023577	PACKING, PREFORMED	3
---	B120 077023590	GASKET, CRANKCASE BREATHER	1
---	B125 077023605	PACKING, PREFORMED	1
---	B130 077038084	GASKET, SEAL, DRESSER COUPLING	4
---	B135 077039255	PACKING, PREFORMED	4
---	B140 077039951	GASKET, MANIFOLD, EXHAUST	1
---	B145 077044111	GASKET	1
---	B150 077047014	GASKET	1
---	B155 077081635	WASHER, LOCK	12
---	B160 077096999	BOLT, MACHINE	12
---	B100 009994409	GREASE, ZINC OXIDE FILLED	1
---	B145 077039267	SEAL, PLAIN	1
---	B150 077039837	CASING, INLET, TURBOCHARGER	1
---	B180 077084045	SCREW, HEXAGON SOCKET HEAD	2
---	B225 077261026	RETAINER, PACKING	1
---	B230 077285220	KIT, RING, DIFFUSER, TURBOCHARGER	1
---	A020 DDE34TBE	Turbo EL Diesel Locomotive 34 BOM	1
---	B001 DDE34TBEO	Turbo EL Overhaul Diesel Loco GE BOM	1
---	B100 077038084	GASKET, SEAL, DRESSER COUPLING	2
---	B105 077039267	SEAL, PLAIN	1
---	B110 077044273	GASKET	1
---	B115 077044285	BEARING, BLOWER, TURBOCHARGER	1
---	B125 077085103	WASHER, LOCK	8
---	B130 077085127	SCREW, MACHINE	6
---	B135 0771171027	SCREW, SLOTTED FAT COUNTERSUNK	5
---	B140 077232863	WASHER, PLAIN	6
---	B145 077233011	BEARING, SLEEVE	1
---	B150 077250869	BOLT	6
---	B002 DDE34TBFE	Turbo EL Fitting Diesel Loco GE BOM	1
---	B105 077023250	PACKING, PREFORMED	1
---	B110 077023363	GASKET	2
---	B115 077023553	PACKING, PREFORMED	6
---	B120 077023577	PACKING, PREFORMED	3
---	B125 077023590	GASKET, CRANKCASE BREATHER	1
---	B130 077023605	PACKING, PREFORMED	1
---	B132 077023691	GASKET	1
---	B135 077038084	GASKET, SEAL, DRESSER COUPLING	4
---	B140 077039255	PACKING, PREFORMED	3
---	B150 077039951	GASKET, MANIFOLD, EXHAUST	1
---	B155 077044111	GASKET	1
---	B160 077047014	GASKET	1
---	B165 077081635	WASHER, LOCK	12
---	B170 077096999	BOLT, MACHINE	12
---	B100 009994409	GREASE, ZINC OXIDE FILLED	1
---	B115 077023565	STUD, PLAIN	4
---	B150 077039837	CASING, INLET, TURBOCHARGER	1
---	B175 077044297	SEAL, PLAIN	1
---	B180 077044325	SEAL, OIL, TURBINE, TURBOCHARGER	1
---	B195 077084045	SCREW, HEXAGON SOCKET HEAD	2
---	B230 077261026	RETAINER, PACKING	1
---	B235 077285220	KIT, RING, DIFFUSER, TURBOCHARGER	1
---	A100 077024408	SM BEARING	14
---	A105 077024558	CONNECTING ROD, PISTON	6
---	A115 077025111	CRANKSHAFT, DIESEL ENGINE	1
---	A120 077034693	LINE ASSEMBLY, FUEL PUMP	12
---	A125 077039635	ROLLER, LINEAR ROTARY MOTION	12
---	A130 077039672	ROLLER CAM	12
---	A135 077039684	PIN, STRAIGHT, HEADLESS	12
---	A140 077041244	LINE	12
---	A145 077076185	CAMSHAFT, SECTION, DIESEL ENGINE	6
---	A150 077169216	SKIRT, PISTON, DIESEL ENGINE	12
---	A155 077169228	PISTON, CROWN	12
---	A160 077273993	CROSSHEAD, CYLINDER VALVE	24
---	A165 077274003	PIN, FOLLOWER, CAMSHAFT	24
---	A170 077274027	ROLLER, BRASS PIN, CAMSHAFT	24
---	A175 077276099	BUSH, ENGINE PISTON SKIRT	12
---	A180 077279512	CAMSHAFT, SECTION, DIESEL ENGINE	6
---	A185 077285268	WASHER	48
---	A190 077285394	BOLT, HOLD DOWN, CYLINDER	48
---	A195 077289205	ROD, MASTER CONNECTING	6
---	0070 DDEBRAKE	Brake System Locomotive Diesel GE BOM	1
---	0080 DDECOMP	Compressor diesel loco GE	1
---	0160 DDE34GBM	Dynamic Blower Motor Diesel Loco GE BOM	1

	0170	DDE34AG	Auxilliary Gen Diesel Loco GE 34 BOM	1
	0180	DDE34ALT	Alternator Diesel Locomotive GE 34 BOM	1
	0190	DDE34EX	Exciter Gen Diesel Locomotive GE 34 BOM	1
	0230	DDEORELV	Oil Pressure Relieve Valve GE BOM	1
	0240	DDEALTB	Alternator Gearbox Diesel Loco GE BOM	1
	0250	DDE34CFB	Cooling Fan Gearbox Diesel Loco 34 BOM	1

Bylae F

TOEKOMSTIGE KOMPONENT SERIE NOMMER UITRUIL VORMS

**LOCOMOTIVE MAINTENANCE DEPOT (GE DIESEL)
SPOORNET (TRACTION)**

ENGINE CHANGE-OUT DATA

DATE : ___/___/___

ENGINE SERIAL NUMBER : DE_____

POSITION	CYLINDER	CYLINDER
L1	DES	DES
L2	DES	DES
L3	DES	DES
L4	DES	DES
L5	DES	DES
L6	DES	DES

POSITION	CYLINDER	CYLINDER
R1	DES	DES
R2	DES	DES
R3	DES	DES
R4	DES	DES
R5	DES	DES
R6	DES	DES

POSITION	MASTER ROD SERIAL NO. IN	MASTER ROD SERIAL NO. OUT
1	DEM	DEM
2	DEM	DEM
3	DEM	DEM
4	DEM	DEM
5	DEM	DEM
6	DEM	DEM

POSITION	ART ROD SERIAL NO. IN	ART ROD SERIAL NO. OUT
1	DEA	DEA
2	DEA	DEA
3	DEA	DEA
4	DEA	DEA
5	DEA	DEA
6	DEA	DEA

POSITION	FUEL PUMP SERIAL NO. IN	FUEL PUMP SERIAL NO. OUT
L1		
L2		
L3		
L4		
L5		
L6		

POSITION	FUEL PUMP SERIAL NO. IN	FUEL PUMP SERIAL NO. OUT
R1		
R2		
R3		
R4		
R5		
R6		

POSITION	PISTON SERIAL NO. IN	PISTON SERIAL NO. OUT
L1		
L2		
L3		
L4		
L5		
L6		

POSITION	PISTON SERIAL NO IN	PISTON SERIAL NO OUT
R1		
R2		
R3		
R4		
R5		
R6		

ARTISAN : _____ SUPERVISOR : _____ PCO : _____

COMPILED BY	: G.B.GILDENHUYS	DATE : 99/11/04	DOCUMENT NO. : SS11
REVISED BY	: G.B.GILDENHUYS	DATE : 99/11/04	REVISION LEVEL : 001
APPROVED BY	: G.B.GILDENHUYS	DATE : 99/11/04	PAGE 1 OF 1

**LOCOMOTIVE MAINTENANCE DEPOT (GE DIESEL)
SPOORNET (TRACTION)**

ENGINE CHANGE-OUT DATA

DATE : ___/___/___

SUPERIOR EQUIPMENT SERIAL NUMBER : _____

POSITION	SERIAL NO. IN	SERIAL NO. OUT
ENGINE	DE	DE
GENERATOR	DA	DA
ALTERNATOR	DA	DA
GENERATOR ARMATURE	DAA	DAA
ALTERNATOR ARMATURE	DAA	DAA
EXCITER	DX	DX
AUX GEN	DU	DU
GOVERNOR	DG	DG
TURBOCHARGER	DT	DT
TURBOCHARGER ROTOR	DTR	DTR
WATERPUMP	DEW	DEW
CRANKSHAFT	DEC	DEC
INTERCOOLER LEFT BANK	DEI	DEI
INTERCOOLER RIGHT BANK	DEI	DEI
FUEL TRANSFER PUMP MOTOR		
OVERSPEED GOVERNOR		
TIMING GEAR LEFT BANK		
TIMING GEAR RIGHT BANK		
OILPUMP		
PTO		
FREE-END COVER		

ARTISAN : _____ SUPERVISOR : _____ PCO : _____

COMPILED BY	: G.B.GILDENHUYS	DATE : 99/11/04	DOCUMENT NO. : SS12
REVISED BY	: G.B.GILDENHUYS	DATE : 99/11/04	REVISION LEVEL : 001
APPROVED BY	: G.B.GILDENHUYS	DATE : 99/11/04	PAGE 1 OF 1

Bylae G

ONTLEDING VAN HUIDIGE SITUASIE

1. ONTLEDING VAN HUIDIGE SITUASIE

1.1. INLEIDING

Deur na die huidige uitleg en werkswyse te kyk en dit te ondersoek kan baie tekortkominge asook positiewe aspekte raakgesien word. Hierdie hoofstuk kyk na die huidige werking van die fasiliteit en beskryf die vloei van komponente asook die uitleg van die herstel areas.

1.2. OMRUILBARE EENHEDE

Omruilbare eenhede word by al drie hoofdepots gebruik. Die gebruik van omruilbare eenhede verkort die tyd wat 'n lokomotief uit diens is as gevolg van beide geskeduleerde en ongeskeduleerde werk. Tabel 19 toon die aantal omruilbare eenhede wat tans by die drie hoofdepots aangehou word vir elke klas lokomotief. Alhoewel die model nommer van sekere omruilbare eenhede verskil tussen klasse is baie van hierdie eenhede uitruilbaar tussen die verskillende klasse.

Tabel 19 : Verspreiding van omruilbare eenhede

NO	STREEK	Klas	BESKRYWING	AANTAL	FABRIKAAT	MODEL
1	BELLVILLE	33-000	Diesel enjin, volledig	1	GE	7FDL12B6
1	BELLVILLE	33-400	Diesel enjin, volledig	1	GE	7FDL12B3
1	BELLVILLE	35-000	Diesel enjin, volledig	2	GE	7FDL8E1 or 2
1	BELLVILLE	36-000	Diesel enjin, volledig	1	GE	7FDL8F1
1	SWARTKOPS	33-000	Diesel enjin, volledig	3	GE	7FDL12B3
1	SWARTKOPS	340/5	Diesel enjin, volledig	5	GE	7FDL12D6
1	SWARTKOPS	34-900	Diesel enjin, volledig	1	GE	7FDL12D30
1	SWARTKOPS	35-000	Diesel enjin, volledig	1	GE	7FDL8E1 or 2
1	SWARTKOPS	36-000	Diesel enjin, volledig	1	GE	7FDL8F1
1	GERMISTON	34-400	Diesel enjin, volledig	5	GE	7FDL12D6
1	GERMISTON	35-400	Diesel enjin, volledig	4	GE	7FDL8E1 or 2
1	GERMISTON	36-000	Diesel enjin, volledig	2	GE	7FDL8F1
2	BELLVILLE	33-000	Enjin Silinders	26	GE	7FDL12B6
2	BELLVILLE	33-400	Enjin Silinders	24	GE	7FDL12B3
2	BELLVILLE	35-000	Enjin Silinders	34	GE	7FDL8E1 or 2
2	BELLVILLE	36-000	Enjin Silinders	17	GE	7FDL8F1
2	SWARTKOPS	34-000	Enjin Silinders	62	GE	7FDL12D6
2	SWARTKOPS	34-500	Enjin Silinders	27	GE	7FDL12D6
2	SWARTKOPS	34-900	Enjin Silinders	48	GE	7FDL12D30
2	SWARTKOPS	35-000	Enjin Silinders	20	GE	7FDL8E1 or 2
2	SWARTKOPS	36-000	Enjin Silinders	22	GE	7FDL8F1
2	GERMISTON	34-400	Enjin Silinders	62	GE	7FDL12D6
2	GERMISTON	35-400	Enjin Silinders	46	GE	7FDL8E1 or 2
2	GERMISTON	36-000	Enjin Silinders	35	GE	7FDL8F1

3	BELLVILLE	33-000	Turboaanjaer	6	GE	H581
3	BELLVILLE	350,334	Turboaanjaer	4	GE	7S1408A1
3	BELLVILLE	36-000	Turboaanjaer	3	GE	7S1408B3
3	SWARTKOPS	340/5/9	Turboaanjaer	13	GE	7S1412
3	SWARTKOPS	35-000	Turboaanjaer	1	GE	7S1408A1
3	SWARTKOPS	36-000	Turboaanjaer	2	GE	7S1408B3
3	GERMISTON	34-400	Turboaanjaer	3	GE	7S1412
3	GERMISTON	354,330	Turboaanjaer	6	GE	7S1408A1
3	GERMISTON	36-000	Turboaanjaer	3	GE	7S1408B3
4	BELLVILLE	33-000	Turboaanjaer rotor	3	GE	H581
4	BELLVILLE	350,334	Turboaanjaer rotor	5	GE	7S1408A1
4	BELLVILLE	36-000	Turboaanjaer rotor	1	GE	7S1408B3
4	SWARTKOPS	340/5/9	Turboaanjaer rotor	12	GE	7S1412
4	SWARTKOPS	35-000	Turboaanjaer rotor	1	GE	7S1408A1
4	SWARTKOPS	36-000	Turboaanjaer rotor	1	GE	7S1408B3
4	GERMISTON	34-400	Turboaanjaer rotor	4	GE	7S1412
4	GERMISTON	354,330	Turboaanjaer rotor	11	GE	7S1408A1
4	GERMISTON	36-000	Turboaanjaer rotor	3	GE	7S1408B3
5	BELLVILLE	33-000	Reëlaar	2	Woodward	7FDL12B6
5	BELLVILLE	33-400	Reëlaar	1	Woodward	7FDL12B3
5	BELLVILLE	35-000	Reëlaar	3	Woodward	7FDL8E1 or 2
5	BELLVILLE	36-000	Reëlaar	1	Woodward	7FDL8F1
5	SWARTKOPS	340/5	Reëlaar	5	Woodward	7FDL12D6
5	SWARTKOPS	35-000	Reëlaar	1	Woodward	7FDL8E1 or 2
5	SWARTKOPS	36-000	Reëlaar	1	Woodward	7FDL8F1
5	GERMISTON	34-400	Reëlaar	1	Woodward	7FDL12D6
5	GERMISTON	35-400	Reëlaar	1	Woodward	7FDL8E1 or 2
5	GERMISTON	36-000	Reëlaar	2	Woodward	7FDL8F1
8	BELLVILLE	330,334	Hoof generator	1	GE	5GT581D9
8	BELLVILLE	350,360	Hoof generator	1	GE	5GT581D15
8	SWARTKOPS	33-000	Hoof generator	2	GE	5GT581D9
8	SWARTKOPS	340/5/9	Hoof generator	2	GE	5GTA11D1
8	SWARTKOPS	350,360	Hoof generator	1	GE	5GT581D15
8	GERMISTON	34-400	Hoof generator	2	GE	5GT581D9
9	BELLVILLE	330/4	Hulp generator	5	GE	5GY48B1
9	BELLVILLE	35-000	Hulp generator	1	GE	5GY27F1
9	SWARTKOPS	340/5/9	Hulp generator	6	GE	5GY27J1
9	SWARTKOPS	35-000	Hulp generator	1	GE	5GY27F1
9	SWARTKOPS	36-000	Hulp generator	1	GE	5GY27F1
9	GERMISTON	34-400	Hulp generator	1	GE	5GY48B1
9	GERMISTON	35-400	Hulp generator	1	GE	5GY27F1
9	GERMISTON	36-000	Hulp generator	2	GE	5GY27F1
10	BELLVILLE	330,334	Opwekker	4	GE	5GY50D1
10	BELLVILLE	35-000	Opwekker	1	GE	5GY50A1
10	SWARTKOPS	340/5/9	Opwekker	4	GE	5GY27K1
10	SWARTKOPS	35-000	Opwekker	1	GE	5GY50A1
10	SWARTKOPS	36-000	Opwekker	1	GE	5GY50A1
10	GERMISTON	34-400	Opwekker	1	GE	5GY50D1

10	GERMISTON	35-400	Opwekker	1	GE	5GY50A1
10	GERMISTON	36-000	Opwekker	2	GE	5GY50A1

Aangesien elke hoofdepot sy eie poel omruilbare eenhede aanhou word daar tans nie onderskeid getref tussen eenhede benodig vir geskeduleerde en ongeskeduleerde werk nie. Indien 'n omruilbare eenheid totaal misluk en nie herstel kan word nie word dit vervang. Die eenheid kan óf vanaf 'n eksterne verskaffer, gewoonlik die OEM, verkry word óf vanaf 'n ander depot wat 'n surplus eenheid mag hê. Die oorsprong van surplus eenhede is gewoonlik 'n lokomotief wat in 'n ongeluk was en daarna afgedank word aangesien dit nie ekonomies is om te herstel nie.

Geen formele stelsel bestaan om onderskeid te tref tussen eenhede wat wag op herstel, in die proses is om herstel te word of reeds herstel is nie. Omruilbare eenhede is ook nie aangeteken op die stoor voorraad stelsel nie. Die aantal eenhede by elke depot word twee keer per jaar getel om die voorraad vlakke na te gaan.

1.3. PROSES ONTLEDING

Verskeie komponente word vanaf die lokomotief verwyder en na herstel areas geneem vir herstel terwyl 'n herstelde komponent weer na die lokomotief geneem word. Hierdie komponente kan in twee groepe ingedeel word nl. enjin komponente, bv. silinders, suierstange, waterpompe en die ander algemene komponente bv. kompressors en waaier ratkaste. Wanneer 'n enjin uit 'n lokomotief verwyder word, word dit op een plek afgetakel en die verskillende komponente vloei dan vanaf hierdie punt na die verskillende herstel areas. Die ander komponente op die lokomotief vloei direk vanaf die lokomotief na die herstel areas. Die vloei van die twee groepe komponente deur die werkswinkel kan dus eers afsonderlik beskou word en dan later saamgevoeg word om die totale vloei patroon van komponente binne die werkswinkel te verkry.

1.3.1. Enjin aftakel

Nadat die enjin uit die lokomotief verwyder is word dit na die aftakel area geneem waar dit afgetakel word tot op sub-samestelling vlak. Items word op trollies geplaas tydens die aftakel proses waarna die trollies na die herstel areas vir die verskillende komponente geneem word. Hierdie trollies is standaard en nie doelgerig om te verseker dat dit optimaal benut word nie. Dit het tot gevolg dat 'n trollie somtyds vol is nadat daar slegs een of twee items daarop geplaas is. Items word ook op die trollies geplaas soos dit van die enjin verwyder word. Die gevolg is dat items wat na dieselfde herstel area moet gaan nie bymekaar geplaas word nie maar onder ander items vasgepen word. Dit bring

onnodige vermorsing van tyd tydens die aflaai proses mee en kan ook beskadiging van items meebring. Die gevaar bestaan ook dat items van 'n trollie kan afval en beserings veroorsaak aangesien dit nie goed gepak word nie.

Die een voordeel wat verkry word deur gebruik te maak van identiese trollies reg deur die werkwinkel is dat 'n trollie enige plek gebruik kan word wanneer dit beskikbaar is.

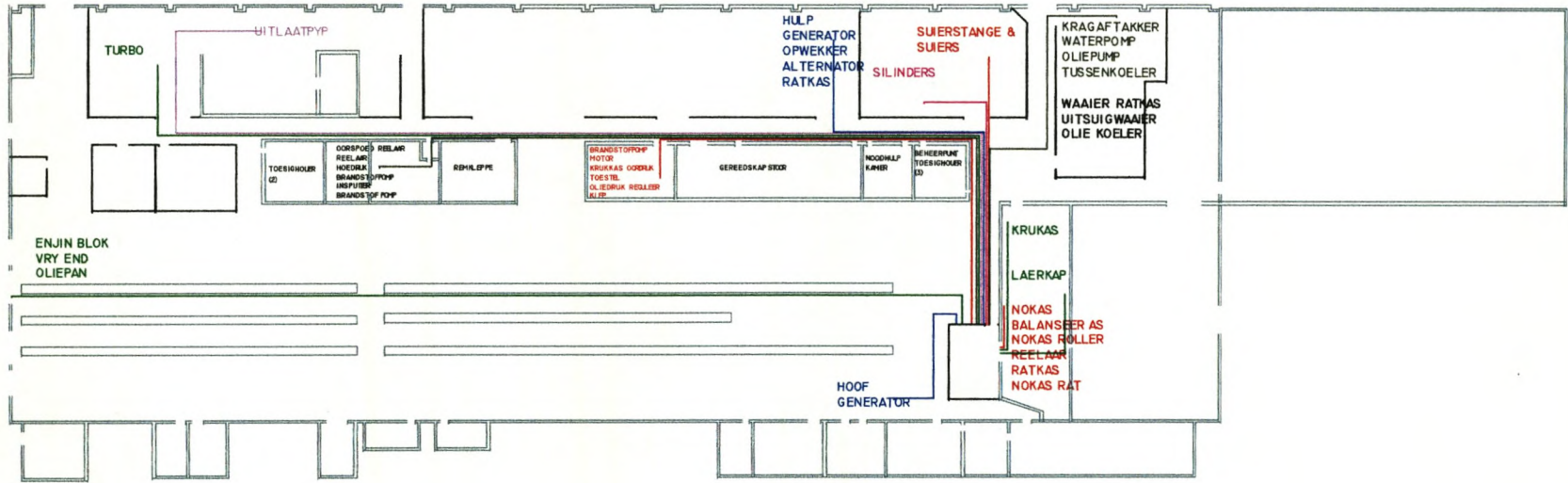
Figuur 27 toon die vloei van komponente vanaf die enjin aftakel area. In die komponent herstel areas word die komponente skoongemaak, geïnspekteer en herstel. Die enjin blok en vry end word na 'n area buite die werkwinkel vervoer waar dit in 'n Bosch tenk geplaas word om die olie en vullis te verwyder. Van die komponente soos bv. die water pype, lug inlaat pype en brandstof asse het nie 'n unieke herstel area nie. Hierdie komponente word ook in die Bosch tenk skoongemaak en word dan in 'n gesamentlike stoor area geplaas. Aangesien daar nie spesifieke pakplek vir hierdie komponente is nadat dit herstel is nie, word hulle herstel soos benodig. Dit het baie keer tot gevolg dat 'n ambagsman se werk tydens die opbou van 'n enjin onderbreek word om eers van hierdie komponente te herstel wanneer hy dit benodig.

Hierdie werkswyse het ook tot gevolg dat dit moeilik is om komponente van 'n spesifieke enjin bymekaar te hou en te verseker dat dieselfde komponente wat van 'n enjin verwyder is gedurende die aftakel proses weer teruggesit word tydens die opbou proses.

1.3.2. Enjin opbou

Die enjin blok en vry end kom vanaf die Bosch tenk en word in die herstel area geplaas. Die posisie waar die blok in die herstel area geplaas moet word kan wissel afhangend van die posisie van ander enjins op daardie stadium. Dit bring mee dat blokke somtyds van een posisie na die volgende geskuif word voordat dit op die regte plek geplaas word. Deur die blokke onnodig rond te skuif gaan waardevolle tyd verlore. Ander komponente word vanaf die verskillende herstel areas aangevra soos benodig. Aangesien die komponente nie altyd gereed staan om gepas te word nie veroorsaak dit dat daar soms gewag moet word vir komponente wanneer dit gepas moet word. Dieselfde trollies wat tydens die aftakel proses gebruik was word gebruik om die komponente na die enjin herstel area te vervoer. Weereens veroorsaak die nie doelgerigte trollies vermorsing van tyd tydens die vervoer proses. Trollies met komponente staan in die herstel area totdat die komponent daarop benodig word. Hierdie werkswyse bring mee dat beweging binne die area belemmer word. Die vloei van komponente is presies dieselfde as vir die aftakel proses, figuur 27, behalwe dat die rigting van vloei omgekeerd is.

Figuur 27 : Huidige komponent vloei na/van enjin aftakel area



Die enjin herstel area word ook gebruik vir die opbou en stoor van sommige enjin komponente. Krukasse, nokasse, nokas rollers, enjin reëlaar ratkas, enjin verkoelingswater toevoer en afvoer pype en die aandryf koppelings word hier geïnspekteer en herstel. Boute, moere en wasters word op rakke uitgepak nadat dit skoongemaak is en daar gestoor totdat dit benodig word. Hierdie komponente het nie spesifieke herstel areas of stoorplek binne die enjin herstel area nie.

Tydens die pas van die krukas en laers word gebruik gemaak van 'n hout plank op twee hout blokke wat langs die enjin geplaas word om op te staan. Die plank is glad en hierdie werkswyse kan aanleiding gee tot beserings. Met die pas van die silinders word van 'n tafel gebruik gemaak om op te staan. Die tafel is hoog en het geen trappe nie. Dit bemoeilik die op- en afklim met toerusting en komponente. Die tafel strek ook nie die volle lengte van die enjin nie en moet geskuif word om al die silinders te bereik.

1.3.3. Enjin silinder, suierstang en suier

Silinders word tydens die enjin aftakel proses op trollies geplaas wat van standers voorsien is waarop die silinders geplaas word. Elke trollie het plek vir ses standers. Die silinders word na die silinder stoor area vervoer en op houtplanke op die vloer geplaas. Sommige van die monteer bote op die silinder word verwyder. Een afgebakende area word gebruik vir die stoor van nuwe en gebruikte silinders, suierstange en suierkrone asook die herstel van hierdie komponente.

Silinders word vir herstel aan Transwerk in Bloemfontein gestuur. Hierdie silinders word in staal kaste, wat elk ses silinders kan vat, per spoortrok na en van Bloemfontein vervoer. Elke trok het 'n kapasiteit van sewe kaste. Wanneer genoeg silinders beskikbaar is word die silinders verpak en versend. Die silinder stoor area is in 'n gedeelte van die werkswinkel geleë wat nie van treinspore voorsien is nie. Die staalkaste moet dus in 'n aangrensende deel van die werkswinkel van die trok afgelaai word met die oorhoofse kraan. 'n Vurkhyser word dan gebruik om die staal kas na die silinder stoor area te vervoer. Hier word 'n oorhoofse kraan weer gebruik om die staal kas binne die stoor area te plaas. Silinders kan dan in of uit gelaai word deur gebruik te maak van 'n oorhoofse kraan. Baie tyd gaan verlore met hierdie omslagtige proses en daar word ook onnodige las op beperkte hulpbronne soos die oorhoofse kraan en vurkhyser geplaas. Die beweging van groot staal kaste deur 'n gedeelte van die werkswinkel waar baie personeel werk verhoog ook die risiko van beserings.

Suiers en suierstange word as 'n eenheid van die enjin verwyder en met 'n trollie na die herstel area geneem. Die stange word vertikaal uit die enjin verwyder en dan horisontaal op die trollie geplaas

wat hierdie proses bemoeilik. Trollies met suierstange word in die herstel area gestoor totdat werk daaraan begin. Aangesien die trollies baie spasie opneem word vrylike beweging binne die herstel area belemmer. Tydens die aftakel proses word die stang in 'n staander geplaas en die suier word verwyder. Daarna word die twee gedeeltes van die suier, kroon en romp, van mekaar losgemaak. Beide die suier kroon en romp word weggestuur na ander instansies vir herstel. Staalkaste word ook hier gebruik om die kroon en rompe in te vervoer. Die suierstange word skoongemaak en getoets vir krake. Toerusting wat gebruik word tydens die kraaktoets proses is in 'n ander gedeelte van die werkswinkel gemonteer. Alle stange moet dus op trollies gelaai word en vervoer word na die toerusting, gekraak toets word en terug vervoer word na die herstel area. Die kraaktoets toerusting word uitsluitlik gebruik vir die toets van suier stange. Indien geen krake gekry word nie word die stang opgemeet om te verseker dat dit nie gebuig of gedraai is nie. Die deursnee van die gedeelte waarin die laer pas word ook opgemeet om te bepaal dat dit aan die spesifikasies voldoen. Indien die stang aan die spesifikasies voldoen word dit met 'n roeswerende stof bedek en op een van die werkstafels geplaas.

Wanneer 'n suier benodig word, word 'n herstelde kroon op 'n romp gemonteer. 'n Suierstang word in 'n staander geplaas en die suier word daarop gemonteer. Hierdie eenheid word op 'n trollie geplaas totdat dit na die enjin geneem word waar dit benodig word. Dieselfde trollies word gebruik vir suierstange wat uit 'n enjin verwyder is sowel as herboude stange en is gewoonlik vuil en vol olie. Herboude stange kan dus vuil word voordat dit in 'n enjin geplaas word.

Die suierstang en suier penne en boue word met skoonmaakmiddel gewas en op een van die werkstafels gestoor. Penne word gekwalifiseer tydens die opbou van die suierstang. Dit kan die opbou proses vertraag aangesien al die penne wat gereed staan vir gebruik nie noodwendig bruikbaar is nie.

1.3.4. Waterpomp, oliepomp, kragtakker en tussenkoeler

Hierdie komponente word op banke geplaas wanneer dit die herstel area binnekom. Tydens die aftakel proses word die waterpomp, oliepomp en kragtakker in doelgemaakte staanders geplaas. Die onderdele word skoongemaak, geïnspekteer en gebruik om die komponent weer op te bou. Die tussenkoeler ondergaan 'n druktoets nadat dit skoongemaak is. Indien daar beskadigde pype is word dit vervang en die komponent word verder opgebou. 'n Rak is beskikbaar waar herstelde komponente gestoor kan word maar dit word nie altyd gebruik nie. Dit het tot gevolg dat herstelde komponente enige plek neergesit word waar daar spasie daarvoor beskikbaar is.

1.3.5. Turbo en uitlaatpyp

Turbo's wat die herstel area binnekom word op banke geplaas totdat dit afgetakel word. Na aftakeling word die rotors in kaste verpak en aan Transwerk in Bloemfontein gestuur vir herstel en balansering. Die ander komponente word in skoonmaak tenks geplaas. Skoongemaakte komponente word op die vloer in die herstel area geplaas totdat dit benodig word. Hierdie komponente word saam met 'n herstel rotor gebruik om 'n turbo op te bou. Alle inlate na die turbo word afgeseël om te verhoed dat stof die turbo kan binnedring. Na herbou word die turbo's op banke geplaas totdat dit benodig word.

Die uitlaatpype word op staanders geplaas en afgetakel. Die afsonderlike seksies word skoongemaak met 'n sandstraal apparaat. Hierdie seksies word weer aanmekaar gesit en bly op die staander totdat dit benodig word.

1.3.6. Brandstof toerusting

Brandstof inspueters, hoëdruk brandstofpompe, reëlaars, oorspoed reëlaars en laedruk brandstofpompe word na die brandstof kamer geneem waar dit op rakke gestoor word totdat dit afgetakel word. Na die aftakel proses word die komponente skoongemaak in 'n was tenk. Die komponente word herbou en gekalibreer waarna dit op rakke gestoor word totdat dit benodig word.

1.3.7. Brandstofpomp motor en krukkaas oordruk toestel

Beide komponente word na die elektriese herstel kamer geneem vir herstel. Die motor word afgetakel en skoongemaak. Die anker en velde word ondersoek en getoets en die motor word weer opgebou. Die herstel motor word ingeloopt en in 'n rak gestoor totdat dit benodig word.

Die krukkaas oordruk toestel word afgetakel, skoongemaak en opgebou. Na herstel word die toestel gekalibreer en op 'n rak gestoor totdat dit benodig word.

1.3.8. Hoof generator, opwekker en hulp generator

Die hoof generator word na die herstel area geneem en afgetakel. Die rotor en stator word na 'n ander fasiliteit gestuur om skoongemaak en drooggebak te word. Indien groot werk benodig word aan die rotor word dit na 'n instansie in Johannesburg gestuur vir herstel. Na die skoonmaak word die generator opgebou en in die herstel area gestoor totdat dit benodig word.

Die opwekker en hulp generator word nie in dieselfde area as die hoof generator herstel nie. Hierdie komponente word afgetakel, skoongemaak en gebak. Die kommutator word gesny en die anker en velde word weer behandel. Nadat die komponente herbou is word dit ingeloopt en in die herstel area gestoor.

1.3.9. Krukas en nokas

Beide die krukas en nokas word na dieselfde herstel area geneem. Die nokas word op 'n rak gestoor terwyl die krukas op die vloer neergesit word. Die nokas seksies word losgemaak en ondersoek. Beskadigde seksies word vervang, die nokas word weer aanmekaar gesit en op 'n rak gestoor. Die krukas word skoongemaak en opgemeet en die sensitiewe dele word met beskermende bande bedek waarna die krukas op die vloer gestoor word totdat dit benodig word. Nokasrollers word ook in hierdie area herwerk. Na die rollers skoongemaak is word dit ondersoek en herstel. Herstelde rollers word op rakke gestoor.

1.4. VLOERUITLEG

1.4.1. Enjin aftakel area

Die ligging van die enjin aftakel area word getoon in figuur 28. Die area bestaan uit 'n klein area wat met 'n staalplaat skerm afgekamp is. Die area bevat 'n oliebak wat bestaan uit 'n staal basis plaat waaraan vier staanders vasgesweis is. Tussen die staanders en die kant van die bak is 'n hout looparea. Die enjin word op die staanders geplaas tydens die aftakel proses. Enige olie wat gemors word, word in die oliebak opgevang. Die hout looparea is vanaf die basis plaat gelig sodat die olie wat daarop gemors word na die oliebak kan deurloop.

Die staanders is so geposisioneer dat 'n 12 silinder enjin daarop kan pas. Wanneer 'n 8 silinder enjin egter afgetakel word moet addisionele staanders gebruik word aangesien die vaste staanders te vêr uit mekaar is.

Twee werkstafels word gebruik. Een word gebruik om gereedskap op te plaas asook die laerkappe nadat dit verwyder is. Die ander tafel bevat bakke waarin sommige komponente, bv. nokrollers, skoongemaak word. Dromme waarin gebruikte olie en skoonmaakmiddel geplaas word kom ook voor. Sommige komponente word op 'n olie afdrup bak geplaas sodat die meeste van die olie kan afloop voordat hierdie komponente vervoer word.

Die enjin aftakel area is redelik klein. Wanneer 'n span werkers besig is om aan 'n enjin te werk is dit baie beknop. Nadat die stellasioes langs die enjin geplaas is sodat bo-op die enjin gewerk kan word is dit feitlik onmoontlik om vrylik in die area te beweeg.

Pneumatiese gereedskap word baie gebruik tydens die aftakel proses. Slegs een lugpunt is beskikbaar. Indien meer as een stuk gereedskap gebruik word moet 'n pyp vanaf 'n lugpunt buite die area aangelê word. Werk rondom die enjin word ook bemoeilik deur die lang lugpyp wat hanteer moet word.

A.g.v die afskorting rondom die area kan trollies nie tot naby die enjin kom sodat komponente daarop geplaas kan word nie. Die trollies word buite die area geplaas en belemmer sodoende vrye beweging deur die loopgang wat verby die area gaan.

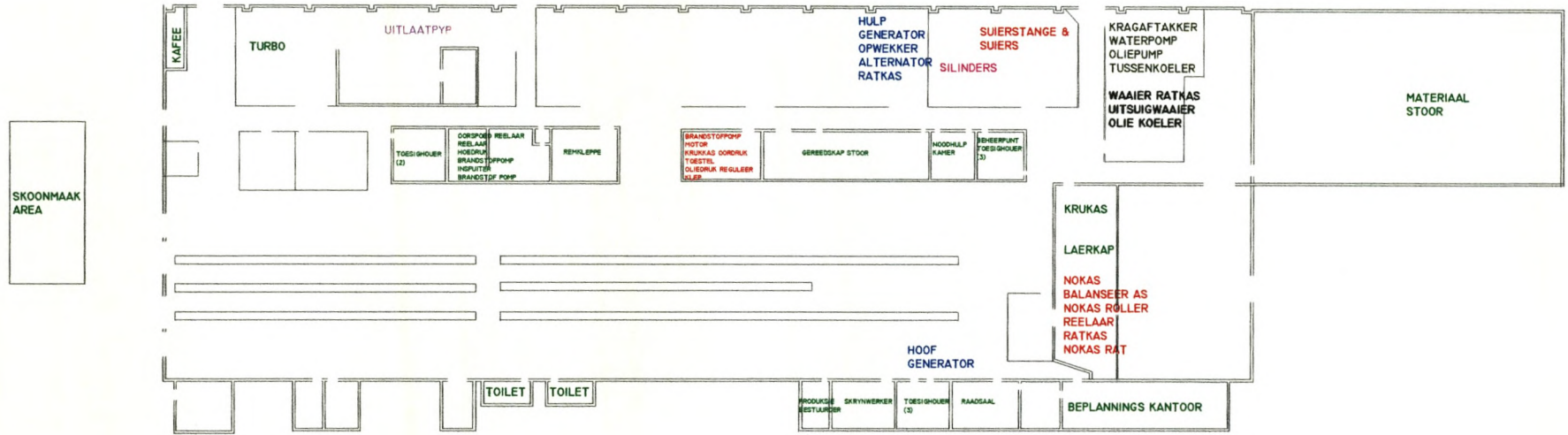
Na 'n enjin afgetakel is moet die olie wat in die oliebak gemors het opgevee word aangesien die bak plat op die beton vloer staan en geen dreinerings openinge het nie. Tydens hierdie skoonmaak proses moet die hout loopareas ook opgelig word. Die hout is ook glad a.g.v. die olie wat daarop val en bied nie goeie vastrap plek nie.

1.4.2. Enjin opbou area

Figuur 28 toon die ligging van die enjin herbou area. Die area word heeltemal omring met 'n geboude muur. Drie ingange verleen toegang tot die herbou area. Die een ingang lei na die stoor area vir herstel enjins en komponente terwyl die tweede na die enjin aftakel area gaan. Die derde ingang word gebruik om komponente die herstel area binne te bring.

Teen die een muur is staal rakke wat gebruik word om boue, moere en sommige van die kleiner komponente te stoor nadat dit skoongemaak of herstel is. Van hierdie rakke dien ook as stoorplek vir surplus materiaal en komponente. Langs die ander muur is twee werkstafels waar die nokas rollers, nokasse en enjin reëlaar ratkas herstel word terwyl 'n nokas staander langs die tafels geplaas is. 'n Krukas staander en twee staanders wat verskeie brandstof pype bevat kom aan die een end voor.

Die herbou area is groot genoeg om twee enjins te huisves tydens die herstel proses. Relatief min beweeg ruimte is beskikbaar om trollies met silinders en suierstange in die area rond te beweeg. Aangesien die twee enjins agter mekaar in die breedte van die werkswinkel geplaas word kan die oorhoofse kraan slegs een enjin op 'n keer bedien. Dit het tot gevolg dat die span wat op een enjin werk somtyds moet wag om die kraan te gebruik.



Figuur 28 : Huidige fasiliteit uitleg

Aangesien dieselfde area tans gebruik word om komponente te herstel en te stoor asook om die enjin op te bou is stoorarea 'n probleem. Die staanders en werkstafels is nie doelgerig gemaak nie en baie spasie word vermors en swak benut. Tydens die herbou proses word die enjins op hout blokke geplaas wat swaar en ongemaklik is om te beweeg.

Ten einde op hoër gedeeltes van die enjin te kan bykom word 'n smal, los houtplank op die blokke langs die enjin geplaas of 'n kort tafel word langs die enjin geplaas. Die houtplank is nie baie stewig nie en die gevaar bestaan dat dit onder die werker se voete kan uitgly. Olie op die plank maak dit ook glad. Die tafel dek slegs 'n derde van die enjin se lengte en moet 'n paar keer aan elke kant van die enjin geskuif word om oral by te kom. Aangesien die tafel redelik hoog is en geen trap bevat nie is dit ongemaklik om op of af te klim.

Pneumatiese gereedskap word baie gebruik tydens die herbou proses. Lugpunte is slegs aan een kant van die herstel area beskikbaar. Die lugpype moet dus rondom die enjin gesleep word tydens gebruik. Dit veroorsaak dat die lugpype gereeld in die pad van die trollies is wat komponente na die opbou area neem. Die lugpype moet ook lank wees om aan beide kante van die enjin by te kom en is dus swaar en ongemaklik om te hanteer.

1.4.3. Silinder , suierstang en suier herstel area

Die ligging van hierdie area word getoon in figuur 28. Die volledige suier en suierstang kombinasie word hier uitmekaar gehaal en weer opgebou. Trollies word gebruik om komponente in en uit hierdie area te vervoer. Baie spasie word in beslag geneem deur hierdie trollies. Die suierstange word horisontaal op die trollies geplaas en neem baie spasie in beslag. Werkstafels word gebruik vir die stoor van werk in proses asook voltooid komponente. Dit veroorsaak dat min werksarea beskikbaar is op die werkstafels. Drie staanders word gebruik tydens die uitmekaar haal, opmeet en opbou van die suierstang. 'n Portaalkraan word gebruik om die suierstang van een staander na die ander te vervoer.

Suiers word ook hier uitmekaar gehaal en opgebou en maak van dieselfde werkstafels gebruik as die suierstange.

Beide enjin silinders wat vanaf enjins verwyder is en herstel moet word asook silinders wat reeds herstel is word in hierdie area gestoor. Finale voorbereiding vir die silinders voordat dit op 'n enjin gepas word, word hier gedoen. Hierdie stoor van silinders neem 'n groot gedeelte van die area in beslag.

Aangesien alle komponente, silinders uitgesluit, op werkstafels en in slegs een vlak gestoor word, word spasie nie optimaal benut nie.

'n Werkstafel met 'n skoonmaak bak is aan die kant van die area geplaas. Die bak word gebruik vir die skoonmaak van alle komponente wat in die area uitmekaar gehaal word. Hierdie skoonmaak fasiliteit is heeltemal onvoldoende vir die komponente wat skoongemaak moet word.

1.4.4. Waterpomp, oliepomp, kragaftakker, tussenkoeler, waaier ratkas, olie verkoeler, toerusting waaier, stof uitsuig waaier

Figuur 28 toon die ligging van hierdie area. Aangesien 'n groot verskeidenheid komponente hier afgetakel, skoongemaak en opgebou word is die area baie beknop. Die area word nie alleen gebruik vir die herbou van enjin komponente nie maar ook vir die herbou van ander komponente op die lokomotief.

Drie doelgemaakte staanders word gebruik vir die aftakel en opbou van die waterpomp, oliepomp en kragaftakker. Die waaier ratkas word op 'n houtblok of een van die ander staanders geplaas terwyl daaraan gewerk word. Geen spesifieke area word hiervoor gebruik nie. Tussen koelers word op staanders langs mekaar geplaas wanneer daaraan gewerk word. Hierdie staanders is naby die ingang na die area geplaas en bemoeilik in- en uitgang. Dieselfde staanders word gebruik wanneer aan die olie verkoeler gewerk word. 'n Verdere twee staanders word gebruik om die toerusting waaier en stof uitsuig waaier op te plaas. Hierdie staanders is ook reg langs die ingang na die area. 'n Verskeidenheid van kaste en rakke kom ook voor wat vir die stoor van komponente wat wag op herstel, herstelde komponente, werk in proses en goeie gebruikte komponente gebruik word.

'n Skoonmaak bak kom ook in die area voor. Hierdie bak is voldoende vir die skoonmaak van al die komponente.

'n Portaalkraan wat ongeveer die helfte van die area dek word gebruik vir die skuif van komponente binne die area. Ander toerusting in die area sluit 'n pers en oond in. 'n Watertenk en drukpomp vir die toets van die olie verkoeler en tussenkoeler kom ook voor. Die grootste gedeelte van die area word in beslag geneem vir stoor area. Trollies word gebruik om komponente na en van die area te vervoer.

Een werkstafel is beskikbaar en word gebruik vir die neersit van gereedskap, opbou en aftakel van sommige komponente en neersit van materiaal.

1.4.5. Hulp generator en opwekker

In figuur 28 word hierdie area se ligging getoon. Daar word weereens van trollies gebruik gemaak om komponente na en van die area te vervoer. Die hulp generator, opwekker, alternator ratkas en dinamiese weerstand verkoeling motor word in hierdie area herstel. Indien die ankers gewas moet word moet dit na die elektriese afdeling in 'n ander gebou geneem word aangesien uitbak fasiliteite nie binne die diesel depot beskikbaar is nie.

Doelgemaakte staanders word gebruik om die komponente op te plaas tydens die aftakel en opbou proses. 'n Rak kom ook voor waarop die ankers geplaas word tydens die herstel proses.

Die enigste toerusting in die area is 'n oond wat gebruik word om laers in warm te maak en 'n kommutator ondersny masjien wat gebruik word om die kommutator segmente te sny. 'n Enkele werkstafel word gebruik vir die aftakel en opbou van komponent onderdele.

Komponente word tussen die staanders en die ander toerusting beweeg deur gebruik te maak van 'n swaaiarmkraan. Die grootste gedeelte van die area word gebruik as looparea en stoorarea.

1.4.6. Turbo en uitlaatpyp

Die ligging van die turbo herstel area word in figuur 28 aangedui. Komponente word met trollies na en van die area vervoer. Drie doelgemaakte staanders word gebruik om die turbo's op te plaas tydens die aftakel en opbou proses. Twee tafels met rakke kom voor waarop die turbo rotors gestoor word. Die rakke is met 'n sagte materiaal bedek om te verhoed dat die rotor beskadig. 'n Platvorm wat aan twee sye van die area voorkom word gebruik om turbo's op te plaas voor en na herstel. Herstelde rotors word in 'n kas gestoor. Kables, kettings en ander hys toerusting word aan 'n staander gehang.

'n Gedeelte van die area word gebruik vir die stoor van turbo's en turbo onderdele wat wag op herstel. Hierdie stoor area word ook gebruik vir die herstel van uitlaatpype. Die uitlaatpype word op drie doelgemaakte tafels afgetakel en herbou. Hierdie tafels word ook gebruik om die pype op te stoor na herstel.

'n Sandstraal masjien kom ook in hierdie area voor. Die masjien word gebruik vir die skoonmaak van die uitlaatpyp seksies en turbo rotors.

Beide turbo's en uitlaattype word na en van die area vervoer op trollies. Die turbo se hoë massa het tot gevolg dat slegs een op 'n keer op 'n trollie vervoer kan word. Alle optelwerk word met die oorhoofse kraan gedoen.

1.4.7. Brandstof toerusting

Hierdie komponente word in 'n brandstofkamer, waarvan die temperatuur en lugvloei geregleer word, afgetakel en herstel. Die ligging van hierdie area word getoon in figuur 28. Die brandstofkamer bestaan uit twee vertreke wat aanmekaar verbind is. Daar is slegs een ingang tot die twee vertreke en dit bestaan uit 'n dubbel deur stelsel om 'n minimum effek op die kamer temperatuur te hê wanneer die kamer binnegegaan of verlaat word.

Werkstafels is teen die mure aangebring waarop komponente en materiaal gestoor word. Die komponente word ook op hierdie tafels geplaas tydens die herstel proses. In die middel van die grootste vertrek is 'n tafel waar herstellende brandstofpompe en inspuiter geplaas word. 'n Skoonmaak bak kom langs hierdie tafel voor. Twee staanders word gebruik waarop die hoëdruk brandstofpompe geplaas word tydens die aftakel en opbou proses. Twee kalibrasie masjiene vir die hoëdruk brandstofpompe kom voor waarvan slegs een operasioneel is. 'n Kalibrasie masjien waarop die spoed- en oorspoed reëlaars gekalibreer word kom ook voor.

Die kleiner vertrek bevat verskeie toerusting wat nie meer in gebruik is nie. Hierdie kamer word hoofsaaklik vir stoor area gebruik.

1.4.8. Laedruk brandstofpomp motor en krukkaas oordruk toestel

Hierdie twee komponente word saam met verskeie ander elektriese komponente in 'n elektriese herstel area herbou. Beide is baie eenvoudig om te herbou en benodig nie 'n groot werksarea nie. 'n Enkele werksbank word gebruik waarop hierdie komponente afgetakel en herbou word. 'n Elektriese toetsbank word gebruik om die motor te toets na die herbou proses. Die krukkaas oordruk toestel word ook m.b.v. die toetsbank gekalibreer.

1.4.9. Hoof generator

Die hoof generator word vanaf die enjin aftakel area na die herstel area vervoer m.b.v. 'n oorhoofse kraan. Nadat alle komponente losgemaak is word die twee hakke van die oorhoofse kraan gebruik om die generator in 'n vertikale posisie te plaas. Die anker word verwyder en die oorhoofse kraan word

weer gebruik om die anker horisontaal te draai waarna dit op 'n hout staander geplaas word. Afhangende van die ouderdom en toestand van die anker word dit óf in Port Elizabeth in 'n ander fasiliteit skoongemaak en gebak óf na 'n instansie in Johannesburg gestuur vir herstel.

Indien die anker slegs 'n basiese herstel benodig word die kommutator deur 'n instansie in Uitenhage gesny. Die finale afwerking van die kommutator word by Swartkops gedoen. 'n Apparaat in die herstel area word gebruik om die anker te roteer en af te werk. Voltooië ankers word in 'n horisontale posisie op die hout rakke gestoor.

Wanneer die generator opgebou moet word, word die anker vertikaal gedraai en in die stator geplaas. Nadat die generator aanmekaar gesit is word dit horisontaal gedraai en voltooi. Die voltooië generator word in die herstel area gestoor totdat dit benodig word.

1.5. SKOONMAAK VAN KOMPONENTE

Groot komponente soos die enjin blok, vry end en oliepan word na die skoonmaak area buite die werkswinkel geneem en in 'n Bosch tenk geplaas. Die Bosch tenk is nie diep genoeg om die enjin blok heeltemal met die skoonmaak oplossing te bedek nie. Die blok moet dus in die tenk geplaas word totdat die gedeelte in die oplossing skoon is en dan omgedraai word sodat die res van die blok skoongemaak kan word. Hierdie werkswyse veroorsaak dat die tydsduur van die skoonmaakproses verdubbel word.

Aangesien die Bosch tenk vir die skoonmaak van ander komponente soos bogies ook gebruik word is die skoonmaak oplossing baie vuil. Die olie laag wat op die oppervlak van die skoonmaak oplossing dryf klou ook aan die gedeelte van die blok wat bo die oppervlak uitsteek. Die blok is dus nooit heeltemal skoon wanneer dit uit die tenk verwyder word nie. Wanneer die blok uit die tenk gehaal word, word dit met stoom skoon gespuit. Al die vuiligheid kan egter nie op hierdie metode uit die olie kanale verwyder word nie. Wanneer die enjin in die enjin herstel area geplaas word moet dit eers met 'n skoonmaakmiddel gespuit word om alle vuiligheid en olie te verwyder. Dit is ongewens aangesien die blok reeds skoon moet wees wanneer dit die herstel area binnekom en ook omdat die skoonmaakmiddel 'n duur item is en nie omgewings vriendelik is nie. Hierdie werkswyse mors baie tyd aangesien die ambagsman die blok eers moet skoonmaak nadat dit in die herstel area geplaas is.

Die sub-samestellings wat in die herstel areas uitmekaar gehaal word, word meestal in wasbakke binne die areas skoongemaak. Die groter gedeeltes kan in mandjies gepak word en in die Bosch tenk buite die werkswinkel geplaas word. Dieselfde probleme geld hier as vir die enjin blok. Aluminium

onderdele kan nie in die Bosch tenk geplaas word nie en word in die herstel areas skoongemaak. Die turbo komponente word in 'n kleiner Bosch tenk binne die werkswinkel skoongemaak. Die was fasiliteite binne die herstel areas is swak beplan en nie voldoende om die werkslas te hanteer nie. Baie van die was geriewe is los bakke wat nie voorsiening maak vir afdrip areas vir skoongemaakte komponente nie.

1.6. TOERUSTING

Elke ambagsman word uitgereik met 'n gereedskap stel. Hierdie stel bevat slegs basiese gereedskap. Enige addisionele toerusting en gereedskap wat benodig word, word uit 'n gereedskap stoor verkry. Vir elke stuk gereedskap wat benodig word moet die ambagsman 'n plaatjie met sy unieke nommer vir die stoorman gee in ruil vir die gereedskap. Hierdie plaatjie word weer aan hom teruggegee wanneer die gereedskap ingehandig word. Dit bring mee dat daar goeie kontrole oor die uitreik van gereedskap bestaan.

1.7. MATERIAAL

Materiaal word deur die materiaal stoor uitgereik wat deur Promat, die aankoop en materiaalbestuur besigheidseenheid van Transnet, bestuur word. Materiaal word aangevra wanneer dit benodig word. Dit bring mee dat personeel by tye lank by die stoor moet staan en wag terwyl die stoor personeel die materiaal in die stoor bymekaar maak.

Sommige komponente benodig meer as 50 verskillende materiaal items tydens herstel. Dit neem baie tyd in beslag om die materiaal uit die rakke in die stoor te verwyder en aan die instandhoudings personeel te verskaf.

1.8. DOKUMENTASIE EN VLOEI VAN INLIGTING

1.8.1. Herstel verslae van komponente

Komponente wat in die verskillende herstel areas herstel word se basiese inligting word huidiglik neergeskryf op 'n komponent herstel verslag vorm, aangeheg in bylae C. Daar bestaan nie 'n spesifieke vorm vir elke tipe komponent waarop die nodige inligting ingevul kan word nie. As gevolg hiervan word sekere belangrike afmetings en parameters nie op 'n gestruktueerde manier vasgevang nie. Vorms word ook nie op een sentrale punt gegenereer, verander of goedgekeur nie. Dit veroorsaak dat die nuutste weergawe van 'n vorm nie altyd by die persone uitkom wat dit moet

gebruik nie. Hierdie persone is ook nie altyd seker of hulle die nuutste weergawe van 'n dokument gebruik nie.

Sekere komponente het wel vorms waarop die nodige inligting ingevul kan word. Weereens is daar nie beheer oor enige veranderinge wat op die vorms aangebring word nie. In sommige gevalle word mates of waardes geneem slegs om dit te vergelyk met die gegewe spesifikasie. Indien dit aan die spesifikasie voldoen word die komponent herstel maar die gemete waardes word nie op papier vasgelê sodat op 'n latere stadium daarna terug verwys kan word nie.

Die herstel verslag vorms wat wel gebruik word maak ook nie melding van die werklike toegelate waardes en afmetings waarvolgens gewerk word nie. 'n Vergelyking tussen die werklike waardes verkry en die standaard waarvolgens gewerk word is dus nie onmiddelik duidelik indien slegs na die herstel verslag gekyk word nie.

Daar word nie op die dokumente verwys na die relevante publikasies in die instandhoudings handleiding waar die prosedure en spesifikasies voorkom nie.

Die herstel vorms word na voltooiing aan die statistieke kantoor gestuur vir liasering.

1.8.2. Serie nommers van komponente gepas en verwyder

Serie nommers van komponente word huidiglik slegs neergeskryf indien daar met aftakel of herstel begin word. Die komponente op die enjin soos bv. suierstange en silinders se serie nommers word eers neergeskryf wanneer dit van die enjin verwyder word. Komponent uitruil verslae word ingevul waarop die komponent wat verwyder was asook die komponent wat in sy plek gepas was se serie nommer aangedui word. 'n Voorbeeld van so 'n vorm word gegee in bylae D.

Daar bestaan 'n uitruil vorm vir elke tipe komponent wat tot gevolg het dat daar 30 verskillende vorms bestaan. Elke vorm het ook slegs plek vir een komponent wat gepas of verwyder word. Met die uitruil van 'n twaalf silinder enjin word 'n groot hoeveelheid papier dus gegenereer.

Een vorm word gebruik om beide die komponent wat verwyder word en die een wat gepas word op weer te gee. Die tendens is huidiglik om 'n komponent te verwyder, die nuwe een te pas en slegs dan die vorm te voltooi en aan te stuur na die statistieke kantoor. Aangesien 'n lang tyd kan verloop tussen die aftakel en opbou van 'n enjin kan hierdie werkswyse probleme met die akkuraatheid van data veroorsaak. 'n Waterpomp mag van enjin A verwyder word en onmiddelik herstel word. Enjin

A mag lank staan voordat dit weer opgebou word. Die herstelde waterpomp kan intussen op enjin B gepas word. Die statistieke kantoor sal dus nou 'n uitruil verslag ontvang waarop aangedui word dat die waterpomp op enjin B gepas is terwyl hulle data aandui dat die waterpomp nog op enjin A gepas is.

Wanneer die vorm die statistieke kantoor bereik word die geïnstalleerde en verwyderde komponente op 'n rekenaar program ingevoer waarna die vorms geliaseer word. Aangesien verskillende toesighouers verantwoordelik is vir verskillende komponente wat gepas word op die enjin, bereik al die uitruil vorms nie die statistieke kantoor gelyk nie. Al die inligting aangaande 'n spesifieke komponent, bv. enjin, is dus nie bymekaar nie.

Indien 'n komponent tydens die herstelproses opgemeet word en nie aan die spesifikasies voldoen nie word dit afgedank. Hierdie inligting word nie aan die statistieke kantoor deurgegee nie en wanneer na die data gekyk word lyk dit asof die komponent nog steeds beskikbaar is vir gebruik.

1.9. INLOOP VAN ENJIN

Die diesel enjin is aan 'n alternator verbind wat krag opwek en dit aan elektriese motors verskaf wat die lokomotief aandryf. Die enigste manier om die diesel enjin onder vrag te kry is dus om 'n las op die alternator te sit. Dit word gedoen deur die alternator aan 'n bank verstelbare weerstande te koppel wat die las van die motors simuleer.

Die reëlaar van die diesel enjin reguleer beide die enjin spoed en die veldsterkte van die alternator se stator. Al die stelsels wat die elektriese uitset van die alternator en dus ook die meganiese uitset van die diesel enjin beheer is 'n integrale deel van die diesel lokomotief. Daar bestaan tans geen fasiliteit waar die diesel enjin afsonderlik van die lokomotief ingeloopt kan word om seker te maak dat daar geen probleme is nie. Dit is dus slegs moontlik om die diesel enjin onder vrag te plaas indien dit in die lokomotief geïnstalleer is.

Aangesien die inloop proses 'n groot invloed het op die werkverrigting van die enjin is dit baie belangrik dat dit korrek uitgevoer word. Huidiglik kan 'n diesel enjin nie aan die finale verbruiker verskaf word met die versekering dat dit ten volle getoets en ingeloopt is, geen water-, brandstof- of olie lekke het nie en volkome aan die nodige spesifikasies voldoen nie.